

## RANCANG BANGUN PENDETEKSI TINGKAT KEHIJAUAN WARNA DAUN PADI MENGUNAKAN SENSOR WARNA TCS230

Hidayat<sup>1</sup>, Yazid Baihaqy<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Komputer, Universitas Komputer Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Sistem Komputer, Universitas Komputer Indonesia

Email: <sup>1</sup>hidayat@email.unikom.ac.id, <sup>2</sup>yazidbaihaqy@mahasiswa.unikom.ac.id

### Abstrak

*Abstrak--* Pemupukan pada tanaman padi sesuai dengan takaran kebutuhannya merupakan salah satu hal yang penting sebagai usaha menghasilkan panen padi yang optimal. Pemberian pupuk yang kurang atau lebih dapat menyebabkan tanaman padi tidak tumbuh dengan optimal bahkan dapat menyebabkan gagal panen. Kebutuhan takaran pemupukan dapat diketahui melalui perubahan warna pada daun padi tersebut dengan perangkat Bagan Warna Daun (BWD). Namun, kendala di lapangan sangat sulit bagi petani pemula untuk memprediksi kebutuhan pupuk hanya dengan melihat warna daun secara kasat mata. Penerapan teknologi informasi diharapkan dapat membantu petani khususnya petani pemula dalam mengukur takaran kebutuhan pupuk pada tanaman padi. Teknologi yang akan diterapkan adalah perangkat elektronik yang dapat mendeteksi warna daun padi dan memberikan informasi bagi pengguna dari hasil pengukurannya melalui aplikasi android pada perangkat smartphone. Modul-modul elektronika yang digunakan adalah modul sensor warna TCS320 yang berfungsi untuk mendeteksi warna benda, modul mikrokontroler Arduino UNO yang memuat ATmega128 sebagai pengolah data, modul Bluetooth sebagai penghubung komunikasi antara perangkat mikrokontroler dan aplikasi android pada smartphone. Hasil pengujian menunjukkan perangkat yang dibangun dapat berfungsi dengan baik. Secara umum, semua daun yang diuji dapat diklasifikasikan sesuai tingkat kehijauan warna daunnya.

**Kata Kunci:** warna daun padi, sensor warna, TCS320, mikrokontroler

### Abstract

*Fertilization of rice plants according to the dose of their needs is one of the important things to produce an optimal rice harvest. Giving less or more fertilizer can cause rice plants not to grow optimally and even cause crop failure. The need for fertilizer doses can be determined by changing the color of the rice leaves using the Leaf Color Chart (LCC). However, obstacles in the field are challenging for novice farmers to predict fertilizer needs just by looking at the color of the leaves with the naked eye. The application of information technology is expected to help farmers, especially novice farmers, in measuring the dose of fertilizer needed for rice plants. The technology that will be applied is an electronic device that can detect the color of rice leaves and provide information for users from the measurement results through an android application on a smartphone device. The electronics modules used are the TCS320 color sensor module which functions to detect the color of objects, the Arduino UNO microcontroller module which contains ATmega128 as a data processor, and the Bluetooth module as a communication liaison between the microcontroller device and the android application on the smartphone. The test results show that the built device can function properly. All tested leaves can be classified according to the greenish level of the leaf color.*

**Keywords:** leaf color, color sensor, TCS230, microcontroller

## I. PENDAHULUAN

Hasil panen tanaman padi yang baik dan berkualitas menjadi hal yang sangat penting bagi petani. Sementara itu, untuk pertumbuhan tanaman padi yang baik dibutuhkan suplai *nitrogen* (*N*) yang cukup pada tanaman padi. Gejala kekurangan *N* pada tanaman padi yang dapat terlihat jelas adalah berkurangnya warna hijau dari dedaunan (*chlorosis*). Daun padi akan terlihat menjadi lebih pucat, menguning ketika mengalami kekurangan kandungan *N*. Tingkat kekurangan kandungan *N* yang parah akan menyebabkan tanaman mati.

Pemupukan menjadi salah satu upaya untuk mengatasi kekurangan nutrisi pada tanaman padi. Namun, pemberian takaran pupuk yang berlebihan juga tidak menjadikan hasil panen yang optimal secara ekonomi juga dapat menyebabkan masalah polusi. Pemberian harus sesuai dengan kebutuhan nutrisi pada tanaman padi tersebut. Beberapa metode telah dikembangkan untuk memperkirakan atau mengukur kandungan nitrogen dalam tanaman. Metode ini termasuk analisis kimia, teknik refleksi spektral, inspeksi manual, dan pendekatan berbasis visi computer (Ge et al., 2021; Muñoz-Huerta et al., 2013; Sulastris et al., 2021; G. Xu et al., 2011; M. Xu et al., 2019; Zhao et al., 2021; Zheng et al., 2018).

Salah satu cara manual untuk mengetahui kebutuhan pupuk adalah dengan menganalisis tingkat kehijauan warna daun padi menggunakan bagan warna daun atau dikenal BWD (Wahid, 2003; Yang et al., 2003). BWD merupakan salah satu alat yang dikembangkan oleh *International Rice Research Institute* (IRRI) untuk menganalisis tingkat kebutuhan nutrisi pada tanaman padi. BWD ini terdiri dari beberapa panel warna kehijauan. Ketika informasi kesuburan pada daun sesuai dengan referensi pada BWD, petani dapat menentukan takaran pupuk yang diperlukan pada tanaman padi tersebut (Furuya, 1987).

Gambar 1 menampilkan BWD dengan empat klasifikasi tingkat kehijauan warna daun padi. Alat manual ini cocok digunakan untuk mengoptimalkan pemberian unsur *N* pada tanaman padi. Alat ini terdiri atas empat warna hijau, mulai dari hijau kekuningan hingga hijau tua. Namun, pada prakteknya, pengguna atau petani khususnya petani pemula mengalami kesulitan untuk melakukan pencocokan tingkat kehijauan warna daun padi ketika tingkat kehijauannya berada di antara empat klasifikasi pada BWD.

Pemeriksaan kondisi tingkat kehijauan daun padi dilakukan secara berkala. Hal ini dilakukan agar pertumbuhan tanaman padi dapat berlangsung dengan optimal. Pemeriksaan dilakukan setiap 7

sampai dengan 10 hari sejak 21 sampai dengan 28 hari setelah tanam hingga fase masa primordial. Sedikitnya diperlukan dua sampai tiga kali pemeriksaan hingga dipanen. Penggunaan BWD dalam pemeriksaan ini dapat menghemat 15% sampai 20% pembiayaan pemupukan (Gani, 2020). Oleh karena itu, pengembangan BWD dengan menerapkan teknologi informasi sangat penting dalam membantu petani khususnya petani pemula untuk melakukan pendeteksian warna daun padi secara praktis menggunakan teknologi digital.



Gambar 1. Bagan Warna Daun

Pada penelitian ini dilakukan upaya untuk menghasilkan suatu perangkat pendeteksi tingkat kehijauan warna daun padi dengan menerapkan teknologi informasi. Penelitian ini menerapkan modul sensor warna TCS230 untuk mendeteksi warna daun, modul mikrokontroler Arduino UNO sebagai pengolah data dan modul Bluetooth untuk menghubungkan komunikasi data antara mikrokontroler dan smartphone, serta aplikasi android yang dipasangkan pada smartphone.

## II. METODE

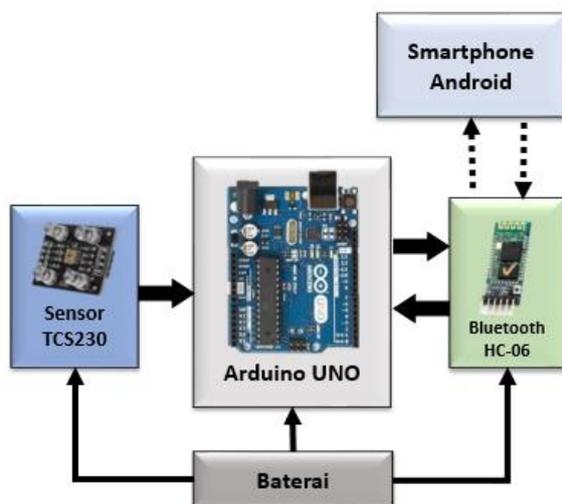
Secara umum, sistem ini yang dibangun terbagi menjadi dua bagian, yaitu perangkat lunak dan perangkat keras (perangkat pendeteksi). Pada bagian perangkat lunak dilakukan perancangan sebuah aplikasi berbasis android dengan menggunakan program Android Studio. Sementara itu, pada bagian perangkat keras dilakukan perancangan rangkaian modul sensor warna, mikrokontroler dan Bluetooth.

### Perancangan perangkat keras

Pada perancangan perangkat keras, modul sensor warna yang digunakan adalah modul TCS230. Beberapa penelitian banyak menggunakan modul TCS230 untuk melakukan klasifikasi seperti pemilahan buah jeruk oleh Sihombing et al. (2019), pendeteksian kualitas buah naga oleh (Ramadhan et al., 2022), pemilahan kesegaran cabai oleh Sari et al. (2021) dan klasifikasi kesegaran ikan patin oleh Adi et al. (2021). Secara umum, modul TCS230 dapat dimanfaatkan dalam mendeteksi dan

mengelompokkan obyek berdasarkan warna yang dibaca oleh modul tersebut.

Modul lainnya adalah mikrokontroler Arduino UNO dan modul Bluetooth HC-06. Modul Arduino UNO memuat mikrokontroler ATmega328. Mikrokontroler ini difungsikan sebagai pengolah data yang diperoleh dari modul sensor warna dan juga melakukan komunikasi dengan perangkat smartphone melalui modul Bluetooth HC-06. Selanjutnya, semua modul tersebut memanfaatkan sumber daya dari baterai lithium. Harapannya, perangkat yang dibangun dapat digunakan secara portabel. Secara lengkap, konektivitas antar modul sensor warna TCS230, modul mikrokontroler Arduino UNO dan modul Bluetooth HC-06 serta baterai ditunjukkan pada Gambar 2.

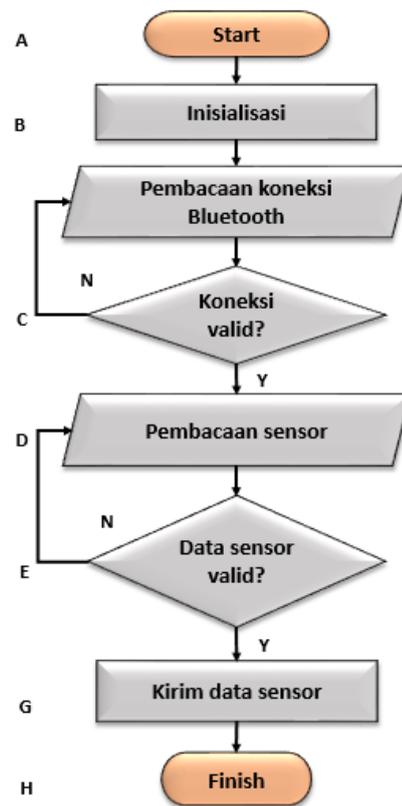


Gambar 2. Rangkaian modul perangkat keras

### Perancangan perangkat lunak

Pada perancangan perangkat lunak dirancang diagram alir untuk program dalam mikrokontroler dan rancangan perangkat lunak untuk aplikasi android pada smartphone. Perancangan diagram alir program pada perangkat pendeteksi ditampilkan pada Gambar 3. Program akan diawali dengan melakukan proses inialisasi. Adapun inialisasi yang dilakukan adalah inialisasi pada pin data sensor TCS230, pewaktuan, pengaturan waktu pengambilan data sensor, pengaturan waktu pengiriman data sensor dan pengaturan waktu tunggu pembacaan serial. Selain itu, inialisasi dilakukan pada pengaturan pin *transmitter* dan *receiver* komunikasi serial, pengaturan *baud rate* pada Bluetooth. Selanjutnya, program akan menunggu permintaan koneksi dari smartphone melalui aplikasi android. Jika koneksi sudah tersambung, program dapat memulai pembacaan data dari sensor warna. Selanjutnya, jika data sensor

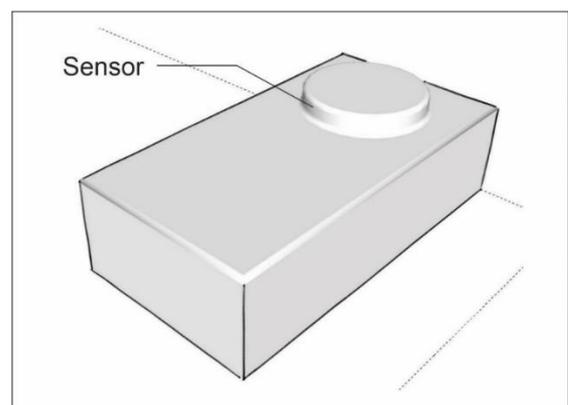
telah valid maka data tersebut akan dikirimkan ke aplikasi android melalui modul Bluetooth HC-06.



Gambar 3. Diagram alir program pendeteksi warna

### Perancangan mekanik

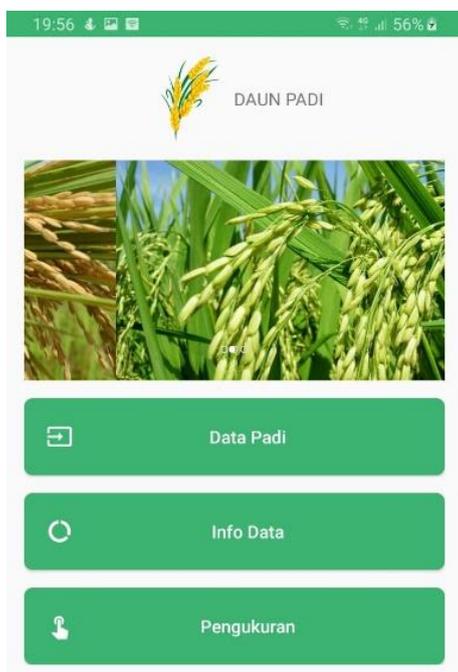
Perancangan yang tidak kalah penting adalah perancangan mekanik untuk pendeteksi warna. Hal ini perlu dirancang dengan baik agar proses pendeteksian warna tidak terganggu oleh cahaya luar (matahari maupun lampu). Gambar 4 menampilkan rancangan perangkat pendeteksi tingkat kehijauan warna daun padi. Semua modul berada pada kotak perangkat pendeteksi. Area pendeteksian warna daun dibuat tertutup agar tidak terdapat perubahan cahaya ruang pada setiap pengukuran.



Gambar 4. Desain mekanik perangkat pendeteksi warna

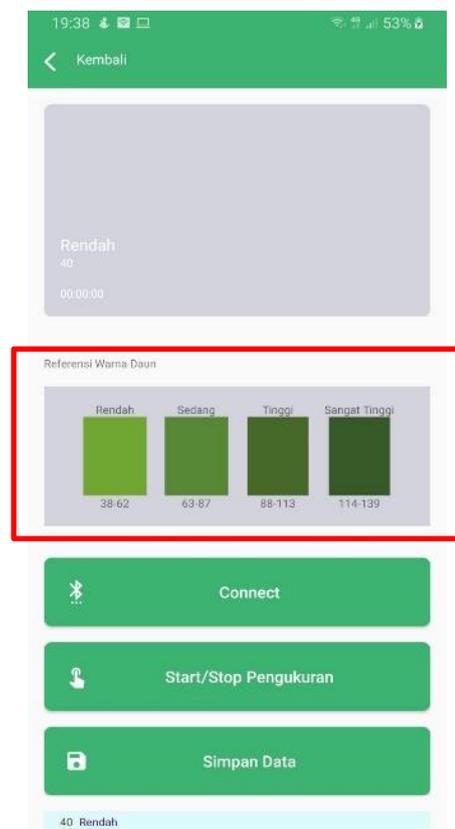
### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Halaman utama aplikasi yang dibangun diperlihatkan pada Gambar 5. Pada tampilan utama terdapat tiga menu, yaitu Data Padi, Info Data dan Pengukuran. Menu Data Padi berguna untuk mengisikan identitas pemilik ladang sawah dan juga menyimpan riwayat pengukuran. Menu Info Data berfungsi untuk menampilkan informasi penggunaan BWD. Terakhir, menu Pengukuran berfungsi untuk mengambil data pengukuran secara langsung.



Gambar 5. Tampilan utama

Pada tampilan menu pengukuran dimunculkan referensi kisaran nilai untuk menentukan tingkat kehijauan daun padi seperti ditunjukkan pada Gambar 6. Terdapat empat ukuran referensi tingkat kehijauan daun dengan tingkatan rendah dengan kisaran nilai antara 38 sampai dengan 62, tingkatan sedang dengan kisaran nilai antara 63 sampai dengan 87, tingkatan tinggi dengan kisaran nilai antara 88 sampai dengan 113 dan tingkatan sangat tinggi dengan kisaran nilai antara 14 sampai dengan 139. Pada menu pengukuran terdapat tombol *Connect*, *Start/Stop*, dan *Simpan Data*. Tombol *Connect* berfungsi menghubungkan perangkat aplikasi android dengan perangkat pendeteksi tingkat kehijauan warna daun padi. Tombol *start/stop* berfungsi untuk memulai dan menghentikan pengukuran warna daun. Terakhir, tombol *Simpan Data* berfungsi untuk menyimpan hasil pengukuran.



Gambar 6. Tampilan menu pengukuran

#### Pengujian sensor warna pada pada daun padi

Hasil pengujian sensor warna terhadap daun padi dilakukan untuk mengetahui keakuratan sensor warna dalam mendeteksi tingkat kehijauan daun. Pengujian dilakukan pada sejumlah daun padi di sawah secara acak dengan variasi warna kehijauan yang berbeda. Selanjutnya, tingkat warna kehijauan dikategorikan pada tingkat kehijauan rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi. Perbedaan tingkat tersebut digunakan untuk memberikan rekomendasi takaran pemberian pupuk pada lahan sawah tersebut.

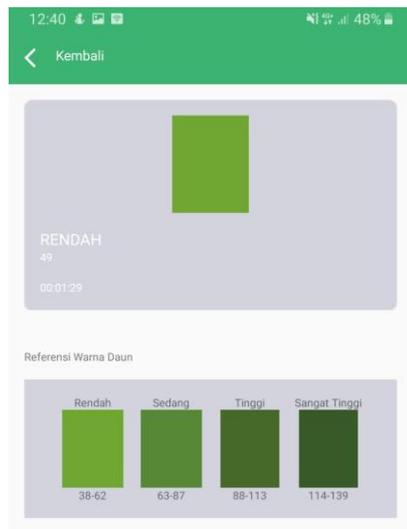
Warna kehijauan daun yang rendah menunjukkan bahwa daun tersebut mengalami kekurangan kandungan *N*. sedangkan warna daun dengan tingkat kehijauan yang sangat tinggi menunjukkan bahwa daun padi tersebut tidak mengalami kekurangan kandungan *N*. Pengukuran dilakukan dengan memasukkan daun pada celah pada perangkat pendeteksi agar cahaya luar perangkat tidak mempengaruhi hasil pengukuran seperti ditampilkan pada Gambar 7. Pengiriman data hasil pembacaan perangkat pendeteksi kehijauan warna daun padi dilakukan pada jarak kurang dari 10 meter. Hal ini dilakukan setelah menguji kemampuan pengiriman data oleh Bluetooth HC-06 yang dapat mengirimkan data secara sempurna pada jarak kurang dari 10 meter.



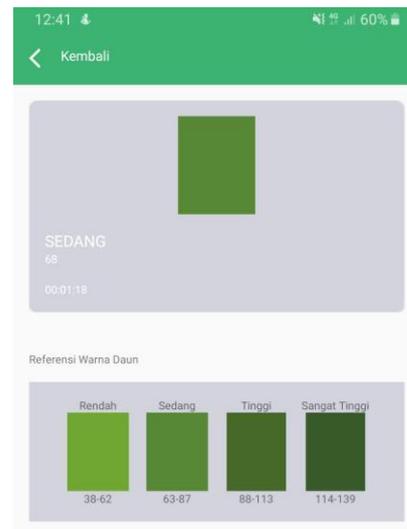
Gambar 7. Contoh pengambilan data pada kehijauan warna daun padi

Contoh tampilan pada aplikasi android dalam setiap tingkat pengukuran (rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi) diperlihatkan pada Gambar 8. Pada tampilan gambar-gambar tersebut, setiap hasil pendeteksian tingkat kehijauan warna daun padi dapat ditampilkan klasifikasi dan nilai hasil pengukurannya serta waktu pengambilan datanya.

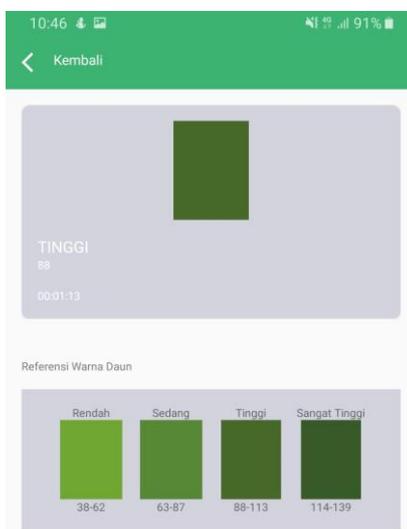
Sebanyak 40 hasil pengujian pada perangkat pendeteksi tingkat kehijauan warna daun padi ditunjukkan pada Tabel 1. Berdasarkan data pada tabel tersebut, semua daun yang dideteksi dapat diklasifikasikan tingkat kehijauannya sesuai dengan kisaran data nilai masing-masing klasifikasi. Waktu yang diperlukan untuk proses pengambilan data diawali dari pembacaan sensor hingga memunculkan informasi hasil pengukuran berbeda-



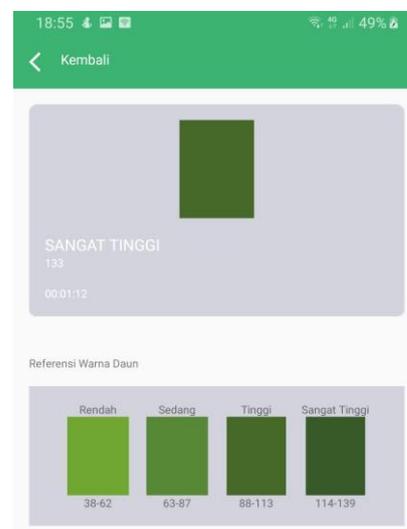
(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 8. Tampilan pada pengukuran daun, a) tingkat rendah, b) tingkat sedang, c) tingkat tinggi, dan d) tingkat sangat tinggi.

Tabel 1. Hasil pengujian terhadap warna kehijauan daun padi

No	Tingkat Warna Hijau Daun Padi	Nilai	Waktu pengambilan data (jam.menit.detik)	Hasil
1	Rendah	61	00.02.02	sukses
2	Rendah	49	00.01.17	sukses
3	Rendah	49	00.01.29	sukses
4	Rendah	49	00.01.15	sukses
5	Rendah	61	00.01.43	sukses
6	Rendah	49	00.01.20	sukses
7	Rendah	55	00.01.55	sukses
8	Rendah	49	00.01.11	sukses
9	Rendah	49	<b>00.02.07</b>	sukses
10	Rendah	44	00.01.31	sukses
11	Sedang	68	00.01.18	sukses
12	Sedang	85	00.01.34	sukses
13	Sedang	85	00.01.17	sukses
14	Sedang	85	00.01.20	sukses
15	Sedang	79	00.01.17	sukses
16	Sedang	68	00.01.16	sukses
17	Sedang	68	00.01.10	sukses
18	Sedang	74	00.01.35	sukses
19	Sedang	79	00.01.17	sukses
20	Sedang	68	00.01.32	sukses
21	Tinggi	94	<b>00.01.00</b>	sukses
22	Tinggi	88	00.01.20	sukses
23	Tinggi	88	00.01.13	sukses
24	Tinggi	100	00.01.16	sukses
25	Tinggi	88	00.01.32	sukses
26	Tinggi	94	00.01.29	sukses
27	Tinggi	88	00.01.32	sukses
28	Tinggi	88	00.01.25	sukses
29	Tinggi	94	00.01.16	sukses
30	Tinggi	88	00.01.36	sukses
31	Sangat Tinggi	120	00.01.15	sukses
32	Sangat Tinggi	131	00.01.12	sukses
33	Sangat Tinggi	131	00.01.28	sukses
34	Sangat Tinggi	131	00.01.17	sukses
35	Sangat Tinggi	120	00.01.21	sukses
36	Sangat Tinggi	131	00.01.02	sukses
37	Sangat Tinggi	137	00.01.35	sukses
38	Sangat Tinggi	126	00.01.44	sukses
39	Sangat Tinggi	126	00.01.50	sukses
40	Sangat Tinggi	137	00.01.10	Sukses

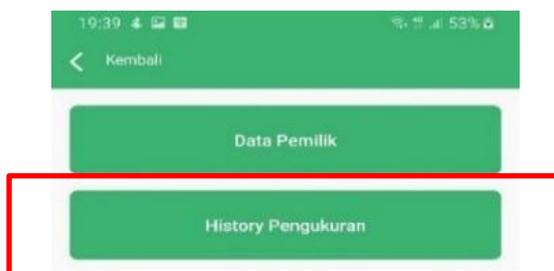
beda. Waktu tercepat untuk mendapatkan data hingga muncul informasi adalah 1 menit, sedangkan waktu terlamanya adalah 2 menit 2 detik (terjadi pada pendeteksian warna daun padi tingkat rendah).

Perbedaan waktu ini dipengaruhi oleh kecepatan pengiriman data melalui modul Bluetooth yang digunakan pada ruang terbuka. Adapun rerata waktu

pengambilan data hingga muncul informasi adalah 1 menit 25 detik.

Setiap hasil pendeteksian yang telah dilakukan oleh perangkat dapat disimpan pada riwayat pengukuran. Riwayat pengukuran ini dapat dipanggil pada tombol riwayat pengukuran dalam menu pilihan data padi seperti terlihat pada Gambar 9. Tampilan riwayat pengukuran diperlihatkan pada Gambar 10.

Setiap riwayat pengukuran tercatat waktu pengambilan data, nilai data yang terbaca dan tingkatan kehijauan warna daun tersebut.



Gambar 9. Tampilan pada pengukuran daun tingkat sangat tinggi



Gambar 12. Tampilan halaman *history*

#### IV. KESIMPULAN

Perangkat pendeteksian tingkat kehijauan warna daun padi yang telah dirancang menunjukkan kinerja yang baik. Setiap bagian komponen atau modul dapat berfungsi dengan baik. Modul sensor warna dapat memberikan data yang sesuai dengan pengelompokan tingkat kehijauan warna daun padi. Gangguan cahaya luar dapat diatasi dengan menempatkan daun padi pada ruang tertutup dan hanya mendapatkan cahaya dari modul sensor. Modul Bluetooth dapat berfungsi dengan baik hingga jarak 10 meter. Data dari mikrokontroler dapat dikirimkan ke smartphone secara sempurna.

Pengembangan penelitian lebih lanjut dapat dilakukan dengan meningkatkan jumlah variasi warna hijau hingga pendeteksian menjadi lebih detail. *Internet of Things* dapat diterapkan agar jangkauan jarak alat pendeteksi dengan penampil informasi dapat dilakukan dalam basis web.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- Adi, C. P., Fransiskha, T., Panjaitan, P., & Herdiansyah, Y. (2021). Pembuatan prototipe penentu kesegaran ikan patin Berbasis sensor TCS 230. *Jurnal Airaha*, *10*(1), 123 – 130.
- Furuya, S. (1987). Growth diagnosis of rice plants by means of leaf color. *JARQ (Japan)*, *20*(3), 147–152.
- Gani, A. (2020). Bagan Warna Daun (BWD). In *Balai Besar Penelitian Tanaman Padi*.
- Ge, H., Xiang, H., Ma, F., Li, Z., Qiu, Z., Tan, Z., & Du, C. (2021). Estimating plant nitrogen concentration of rice through fusing vegetation indices and color moments derived from UAV-RGB images. *Remote Sensing*, *13*(9). <https://doi.org/10.3390/rs13091620>
- Muñoz-Huerta, R. F., Guevara-Gonzalez, R. G., Contreras-Medina, L. M., Torres-Pacheco, I., Prado-Olivarez, J., & Ocampo-Velazquez, R. V. (2013). A review of methods for sensing the nitrogen status in plants: Advantages, disadvantages and recent advances. *Sensors (Switzerland)*, *13*(8), 10823–10843. <https://doi.org/10.3390/s130810823>
- Ramadhan, R. D., Alawiy, M. T., & Melfazen, O. (2022). Sistem Pendeteksi Kualitas Buah Naga Berbasis Iot (Internet of Things). *Science Electro*. <http://riset.unisma.ac.id/index.php/jte/article/view/14774%0Ahttp://riset.unisma.ac.id/index.php/jte/article/viewFile/14774/11240>
- Sari, E. I., Anggraini, F., Hartama, D., & Kirana, I. O. (2021). Prototipe Alat Pengecekan dan Penyortir Kesegaran Cabai Berdasarkan

- Warna Menggunakan Sensor Tcs230 Berbasis Arduino. *BEES: Bulletin of Electrical and Electronics Engineering*, 2(1), 1–6.
- Sihombing, P., Tommy, F., Sembiring, S., & Silitonga, N. (2019). The Citrus Fruit Sorting Device Automatically Based on Color Method by Using Tcs320 Color Sensor and Arduino Uno Microcontroller. *Journal of Physics: Conference Series*, 1235(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1235/1/012064>
- Sulastrri, M. J., Sulistyanningrum, D. R., & Nurhadi, H. (2021). Detection of Nutrient Deficiency in Rice Plants Based on Leaf Image. *2021 International Conference on Advanced Mechatronics, Intelligent Manufacture and Industrial Automation (ICAMIMIA)*, 143–148. <https://doi.org/10.1109/ICAMIMIA54022.2021.9807811>
- Wahid, A. S. (2003). Peningkatan efisiensi pupuk nitrogen pada padi sawah dengan metode bagan warna daun. *Jurnal Litbang Pertanian*, 22(4), 156–161.
- Xu, G., Zhang, F., Shah, S. G., Ye, Y., & Mao, H. (2011). Use of leaf color images to identify nitrogen and potassium deficient tomatoes. *Pattern Recognition Letters*, 32(11), 1584–1590. <https://doi.org/10.1016/j.patrec.2011.04.020>
- Xu, M., Liu, R., Chen, J. M., Liu, Y., Shang, R., Ju, W., Wu, C., & Huang, W. (2019). Retrieving leaf chlorophyll content using a matrix-based vegetation index combination approach. *Remote Sensing of Environment*, 224(May 2018), 60–73. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.01.039>
- Yang, W. H., Peng, S., Huang, J., Sanico, A. L., Buresh, R. J., & Witt, C. (2003). Using leaf color charts to estimate leaf nitrogen status of rice. *Agronomy Journal*, 95(1), 212–217. <https://doi.org/10.2134/agronj2003.2120>
- Zhao, K., Ye, Y., Ma, J., Huang, L., & Zhuang, H. (2021). Detection and dynamic variation characteristics of rice nitrogen status after anthesis based on the rgb color index. *Agronomy*, 11(9). <https://doi.org/10.3390/agronomy11091739>
- Zheng, H., Cheng, T., Li, D., Zhou, X., Yao, X., Tian, Y., Cao, W., & Zhu, Y. (2018). Evaluation of RGB, color-infrared and multispectral images acquired from unmanned aerial systems for the estimation of nitrogen accumulation in rice. *Remote Sensing*, 10(6). <https://doi.org/10.3390/rs10060824>