

RANCANG BANGUN ALAT MONITORING DAN CONTROLLING OTOMATIS PADA AIR RENDAMAN BIJI MERICA BERBASIS INTERNET OF THINGS

Azran Budi Arief^{1*}, Samuel Panggalo², Wardi³, Muhammad Padli⁴

^{1,2,3,4} Universitas Hasanuddin; Jl. Perintis Kemerdekaan KM. 10; telp (0411) 584200

Received: 14 Juli 2024

Accepted: 31 Juli 2024

Published: 7 Agustus 2024

Keywords:

HC-SR0; Merica;
Monitoring; Perendaman;
Turbidity.

Correspondent Email:

azran@unhas.ac.id

Abstrak. Salah satu jenis rempah-rempah yang mempunyai arti penting adalah lada atau merica, yang mempunyai fungsi ganda dalam memasak dan meningkatkan pendapatan devisa negara. Buah lada matang pilihan direndam selama delapan sampai empat belas hari setelah dimasukkan ke dalam kantong. Penting untuk diingat pada saat ini bahwa air rendaman yang bersih diperlukan untuk mendapatkan lada berkualitas tinggi (bersih dan putih). Pada wadah perendaman ketinggian air terjauh dari sensor yaitu 10 cm dan 5 cm untuk ketinggian air terdekat dari sensor yang sudah merendam semua biji merica secara menyeluruh. Sistem ini menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler yang akan mengontrol dua pompa yaitu pompa pengisi (P1) dan pompa pembuang (P2) melalui modul relay, serta mengolah dan mengirimkan hasil pembacaan sensor turbidity dan sensor HC-SR04 pada sistem monitoring. Rata-rata kekeruhan air rendaman biji merica selama menggunakan alat ini adalah 19,375 NTU. Pembacaan sensor di-monitoring secara realtime melalui aplikasi blynk. Hasil biji merica yang di hasilkan oleh penerapan alat akan dibandingkan dengan hasil biji merica secara konvensional dengan melakukan survei ke petani merica. Dimana dari 10 petani yang di survei semuanya mengatakan biji merica yang dihasilkan oleh alat ini lebih baik dari metode konvensional.

Abstract. *One of the most essential spices is pepper, which has a dual function in cooking and increasing foreign exchange earnings. Selected ripe pepper pods are soaked for eight to fourteen days after being bagged. It is important to remember at this point that clean soaking water is required to obtain high-quality (clean and white) pepper. In the soaking container, the farthest water level from the sensor is 10 cm, and 5 cm for the closest water level from the sensor, which has soaked all the peppercorns thoroughly. This system uses ESP32 as a microcontroller that will control two pumps, namely the filling pump (P1) and the disposal pump (P2), through a relay module, as well as process and send the readings of the turbidity sensor and HC-SR04 sensor to the monitoring system. The average turbidity of peppercorn soaking water while using this tool is 19.375 NTU. Sensor readings are monitored in real-time through the blynk application. The results of peppercorns produced by the application of the tool will be compared with the results of conventional peppercorns by conducting a survey of pepper farmers. All of the ten farmers surveyed said the peppercorns produced by this tool were better than the conventional method.*

1. PENDAHULUAN

Merica Salah satu jenis rempah-rempah yang paling penting adalah lada, yang mempunyai kegunaan ganda dalam memasak dan menyumbang pendapatan devisa negara. Indonesia telah lama menjadi rumah bagi tanaman rempah lada. Ada dua jenis lada: lada hitam dan lada putih. Lada putih dikeringkan setelah direndam dan dikupas, sedangkan lada hitam dikeringkan kulitnya tanpa dikupas. Lada disebut sebagai Raja Rempah-rempah [1]. Secara umum lada mempunyai keunggulan sebagai bumbu dapur, bahan baku industri makanan, bahan farmasi, bahan minyak lada, dan bahan campuran minuman, dalam dunia kesehatan merica memiliki manfaat seperti menyembuhkan perut kembung, memiliki sifat antioksidan sebagai antiinflamasi, menjaga kesehatan pencernaan, membantu kontrol gula darah dan mengandung antibakteri yang terbukti efektif melawan bakteri penyebab penyakit [2]. Buah lada matang yang baru dikumpulkan dimasukkan ke dalam karung dan direndam dalam aliran sungai selama delapan sampai empat belas hari. Kulit buah mulai mengalami perubahan khas pada hari kedelapan perendaman sehingga memudahkan pemisahan buah dari biji. Penting untuk diingat pada saat ini bahwa air rendaman yang bersih diperlukan untuk mendapatkan lada berkualitas tinggi (putih bersih)[3]. Jika Anda menggunakan air rendaman yang tidak bersih, Anda akan mendapatkan lada yang tidak bersih, dan berwarna kecoklatan) [4].

Umumnya pada proses perendaman dan pencucian merica merupakan masalah utama bagi para petani. Adapun beberapa faktor yang menyebabkan kerugian kepada petani saat melakukan perendaman biji merica secara konvensional seperti, hanyut terbawa aliran Sungai, dimakan hewan, dan dapat dicuri juga oleh orang lain. Pada saat perendaman biji merica perlu di perhatikan kualitas air yang digunakan. Adapun parameter kualitas air yaitu kekeruhan, bau, dan rasa. Oleh karena itu perlunya dibuat sebuah alat untuk monitoring dan controlling kekeruhan air pada rendaman biji merica secara otomatis agar biji merica yang dihasilkan memiliki kualitas yang bagus [5][6][7].

Dalam penelitian ini digunakan sistem Internet of Things (IoT) karena IoT merupakan salah satu pilar utama dari transformasi digital

saat ini dan memiliki dampak yang sangat luas [8]. IoT dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas proses pengolahan biji merica seperti melakukan proses otomasi jarak dan monitoring setiap parameter yang ada tanpa harus melihat langsung pada media perendaman dan kualitas air [9][10]. Selain itu, IoT pada penelitian ini diharapkan dapat membantu para petani untuk untuk memanfaatkan dan mengembangkan teknologi dalam sistem pertanian.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Merica

Merica adalah jenis rempah-rempah yang berasal dari biji merica (*Capsicum annum*). Biji merica dapat dikeringkan dan digiling menjadi bubuk merica, yang banyak digunakan sebagai bumbu masakan. Merica adalah sebuah tanaman yang kaya akan kandungan kimia, seperti minyak merica, minyak lemak, juga pati. Merica biasa juga disebut dengan merica/sahang, yang mempunyai nama latin *Piper Albi Linn*. Merica bersifat sedikit pahit, pedas, dan hangat. Pada umumnya orang-orang hanya mengenal merica putih dan merica hitam yang mana sering dimanfaatkan sebagai bumbu dapur. Selain itu, merica mempunyai sebutan *The King of Spice* (raja rempah-rempah). Merica merupakan salah satu komoditas unggulan perkebunan Indonesia yang telah dikenal di seluruh Dunia, dan itulah alasan beberapa negara Eropa datang ke-Indonesia [11].

Tanaman merica dapat tumbuh di daerah tropis yang beriklim panas dan lembab. Suhu minimal 20⁰ celcius dan kelembapan antara 50-100%. Pada penelitian ini menggunakan jenis merica putih yang dimana pada tahap pengolahan memiliki beberapa tahapan yaitu: panen, perendaman, pemisahan kulit dan pengeringan Proses menentukan kualitas Bau/odor ditentukan secara kualitatif dengan mencium bau khas dari merica dan juga menggunakan alat khusus yang ada pada industri skala besar, sedangkan untuk mengukur warna Mutu I: Putih kekuning-kuningan atau Putih keabu-abuan, Mutu II: Putih kecoklat-coklatan [12].

2.2. Monitoring

Monitoring merupakan suatu kegiatan mengamati secara seksama suatu keadaan atau kondisi, termasuk juga perilaku atau kegiatan tertentu, dengan tujuan agar semua data masukan atau informasi yang diperoleh dari hasil pengamatan tersebut dapat menjadi landasan dalam mengambil keputusan tindakan selanjutnya yang diperlukan [13].

2.3. Sistem Controling

Sistem kendali terdiri atas 2 jenis yaitu sistem kendali *open loop*, dan *close loop*. Sistem kendali *open loop* adalah sistem kendali yang keluarannya tidak mempunyai pengaruh terhadap aksi kendali. Pada sistem *open loop*, keluaran sistem tidak digunakan sebagai pembanding masukan. Sedangkan sistem *close loop* adalah sistem kendali yang cenderung memperkecil selisih antara keluaran sistem dan masukan acuan dan menggunakan selisih ini sebagai alat pengatur [14].

2.4. Internet of Things

Internet of Things atau dikenal juga dengan singkatan IoT adalah konsep dimana berbagai perangkat dapat terhubung dan berkomunikasi satu sama lain melalui internet untuk memungkinkan pengumpulan dan pertukaran data secara otomatis.

IoT bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus. Dengan menggunakan *Internet of Things* memungkinkan suatu sistem dapat dikendalikan tanpa mengenal jarak melalui jaringan internet [15].

2.5. Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik tipe HC-SR04 merupakan perangkat yang digunakan untuk mengukur jarak dari suatu objek. Kisaran jarak yang dapat diukur sekitar 2-450 cm. Perangkat ini menggunakan dua pin digital untuk mengkomunikasikan jarak yang terbaca. Reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat padat hampir sama dengan reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat cair namun, gelombang bunyi ultrasonik akan diserap oleh tekstil dan busa [16].

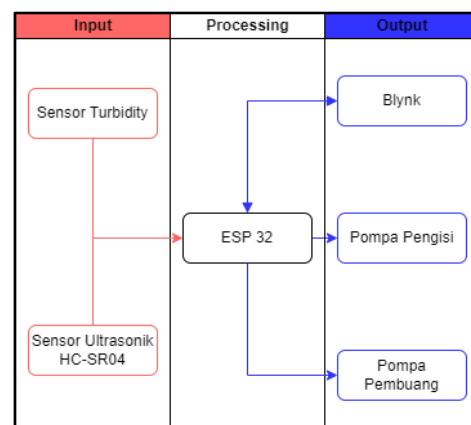
2.6. Sensor Turbidity

Sensor ini dapat mendeteksi kekeruhan air dengan membaca sifat optik air akibat sinar dan sebagai perbandingan cahaya untuk dipantulkan dengan cahaya yang datang. Kekeruhan merupakan kondisi air yang tidak jernih dan diakibatkan oleh partikel (*suspended solids*) yang umumnya tidak terlihat. Semakin banyak partikel dalam air menunjukkan tingkat kekeruhan air juga tinggi. Pada *turbidity* sensor, tingginya tingkat kekeruhan air akan diikuti oleh perubahan dari *output* sensor [17].

3. METODE PENELITIAN

3.1. Gambaran Umum Sistem

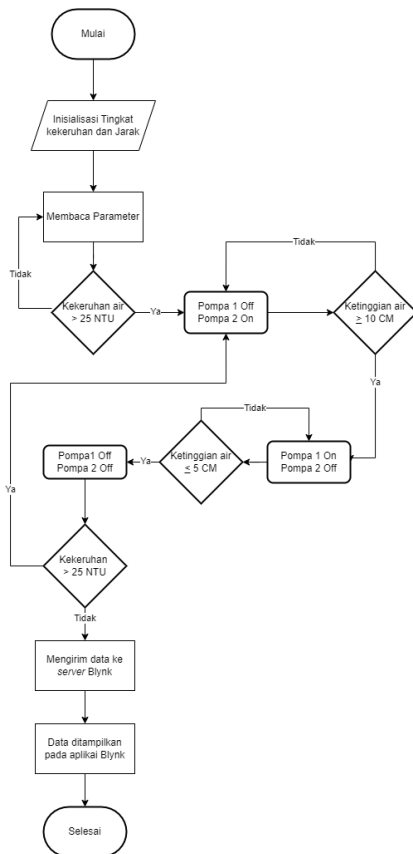
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menciptakan sistem berbasis *Internet of Things* (IoT) yang dapat memantau dan mengatur kekeruhan air saat benih lada direndam. Pemantauan akan dimungkinkan melalui aplikasi. Dua jenis sensor berbeda akan digunakan dalam sistem ini: sensor HC-SR04 akan mengukur volume atau jarak air dalam wadah perendaman, dan sensor kekeruhan akan mengukur kekeruhan air [18]. *Mikrokontroler* ESP32 yang akan menginterpretasikan nilai-nilai yang diberikan oleh sensor untuk mengaktifkan pompa air, akan dihubungkan ke masing-masing sensor. Air pada wadah perendaman benih lada akan dikuras dan diisi dengan menggunakan dua buah pompa air yang berfungsi sebagai aktuator. Pembacaan sensor dapat dikirim ke *server* untuk ditampilkan melalui aplikasi yang menggunakan ESP32 untuk pemantauan online [19].



Gambar 1. Gambaran Umum Sistem

3.2. Flowchart Sistem

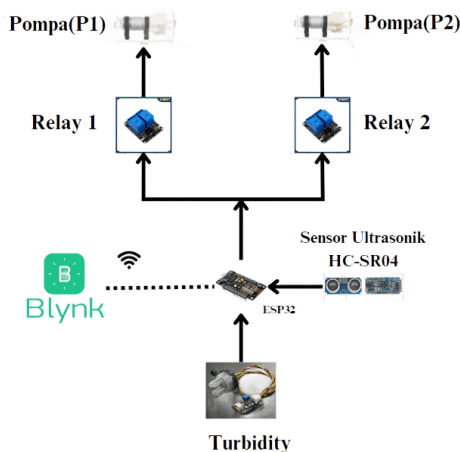
Dari *flowchart* sistem dapat dilihat alur kerja dari sistem. Adapun gambar sistem kerjadari sistem yang akan dirancang untuk alat monitoring dan *controlling* otomatis dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 2. Flowchart Sistem

3.3. Rancangan Hardware

Adapun rancangan hardware yang telah dibuat dapat dilihat pada gambar dibawah ini



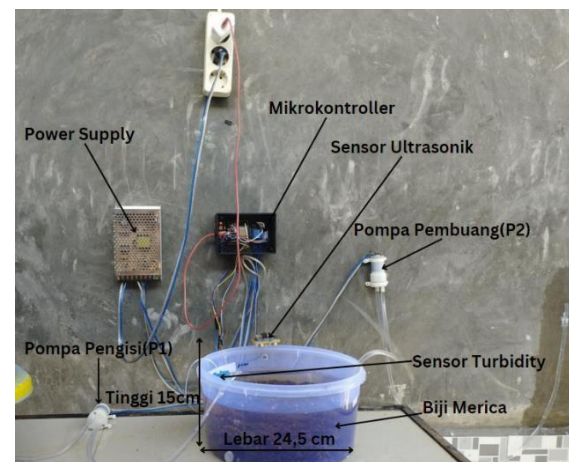
Gambar 3. Rancangan Hardware

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Perancangan Alat

Dalam pembuatan prototipe sistem monitoring dan *controlling* air rendamana pada biji merica, sebuah wadah lingkaran penyimpanan berukuran diameter 24,5 cm dan tinggi 15 cm digunakan sebagai wadah perendaman yang menampung sebanyak 1 kg biji merica. Pada wadah perendaman diberikan nilai ketinggian air jarak terjauh dari sensor HC-SR04 yaitu 10 cm dan 5 cm untuk ketinggian air terdekat dari sensor HC-SR04. Teknologi yang dikembangkan dari hasil penelitian ini dapat digunakan untuk melacak dan mengatur kekeruhan biji lada yang telah direndam. Sistem perangkat keras dan sistem perangkat lunak terdiri dari dua komponen sistem yang dirancang dengan baik (*software*).

Pada sistem perangkat keras (*hardware*) termuat sensor *Turbidity* yang berguna guna menakar tingkat kekeruhan pada air rendaman biji merica dan pada sistem yang telah dibuat dapat dilakukan monitoring secara online. Monitoring secara *online* dapat dilihat melalui aplikasi *blynk* pada *Android* ataupun melalui website *blynk*. Adapun Hasil Perancangan Alat bisa diamati melalui gambar 4 sebagai berikut:



Gambar 4. Hasil Perancangan Alat

B. Hasil Pengujian Sensor Turbidity

Dengan membandingkan data sensor dengan alat ukur *Turbidity Meter* maka dilakukan pengujian sensor kekeruhan. Kedua sensor dikalibrasi sebelum pengujian untuk menjamin keakuratan data. Tabel 1 menunjukkan perbedaan antara pembacaan dari Sensor kekeruhan dan nilai pengukuran dari pengukur kekeruhan:

Tabel 1. Pengujian Sensor *Turbidity*

Sampel Air	Nilai <i>Turbidity Meter</i>	Nilai Sensor <i>Turbidity</i>	Error (%)
Air PDAM	0,67	0,6	2,985
Air Sumur	1,04	1	3,846
Air Sawah	25,1	25	0,398
Le Mineral	0,61	0,6	1,639
Teh Pucuk	8,37	8,5	1,553
Air Sungai	48,9	49	0,204
Rata-rata Error (%)			1,770

Tabel 1 menampilkan rata-rata persentase kesalahan yaitu rata-rata 1,770%. Dari hasil tersebut sensor kekeruhan dapat digunakan untuk mendeteksi variasi tingkat kekeruhan air dengan baik.

C. Hasil Pengujian Monitoring dengan Blink

Adapun tampilan monitoring pada aplikasi blynk tampak seperti gambar berikut

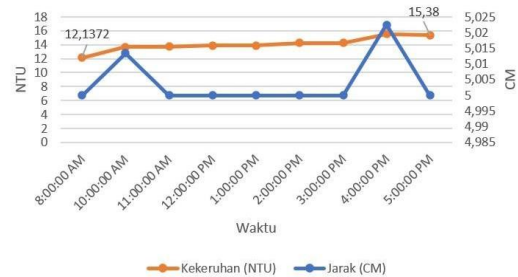


Gambar 5. Tampilan aplikasi

Pengujian pada sistem monitoring air rendaman biji merica ini dilakukan secara online. Sistem monitoring online ini dilakukan dengan tujuan agar pemilik dapat mengetahui besaran tingkat kekeruhan pada rendaman biji merica serta tampilan waktu.

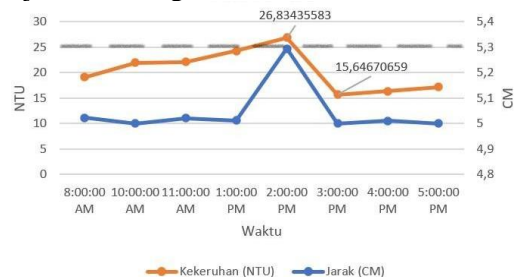
D. Hasil Data Kekeruhan

Pengujian perendaman biji merica yang dilakukan selama 2 minggu dengan melihat nilai kekeruhan pada rendaman air biji merica. Penerapan yang dilakukan dengan mengamati kekeruhan air rendaman dalam kurun waktu 14 hari. Berikut grafik data kekeruhan air dan jarak air rendaman biji merica dengan menggunakan sistem kendali. Gambar 6 menunjukkan data nilai kekeruhan pada hari pertama



Gambar 6. Data kekeruhan air rendaman hari pertama

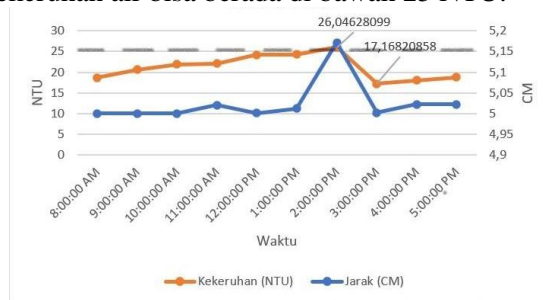
Dari grafik diatas pada gambar 6 untuk pembacaan sensor turbidity yang ditunjuk oleh garis berwarna orange pada grafik, sedangkan pembacaan sensor ultrasonik (HC-SR04) yang ditunjukkan oleh garis berwarna biru



Gambar 7. Data kekeruhan air rendaman hari ke-3

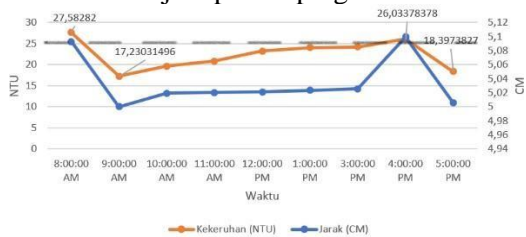
Dari grafik pada hari ketiga pada pukul 14:00 nilai kekeruhan adalah 26,83 NTU. Pada grafik nilai kekeruhan ini telah melewati garis putus-putus yang menjadi ambang batas kekeruhan

yang ditetapkan yaitu 25 NTU sehingga terjadi proses pergantian air rendaman agar nilai kekeruhan air bisa berada di bawah 25 NTU.



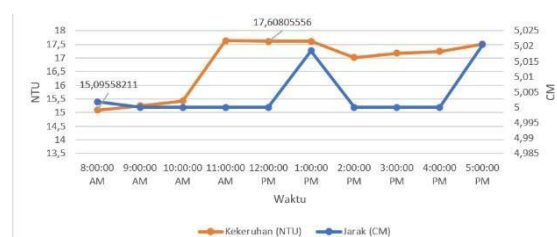
Gambar 8. Data kekeruhan air rendaman hari ke-5

Pada hari kelima nilai kekeruhan terendah adalah 17,16 NTU pada pukul 15:00 dan kekeruhan tertinggi adalah 26,04 NTU pada pukul 14:00. Rata-rata kekeruhan adalah 21,18 NTU. Jarak atau ketinggian air dari sensor tertinggi pada jam 14:00 yaitu 5,17 cm dikarenakan terjadi proses pergantian air.



Gambar 9. Data kekeruhan air rendaman hari ke-9

Di hari kesembilan terjadi dua kali nilai kekeruhan yang melewati nilai ambang batas kekeruhan 25 NTU sehingga terjadi dua kali proses pergantian air di jam 08:00 dan 16:00. Jarak atau ketinggian air dari sensor tertinggi pada jam 16:00 yaitu 5,099 cm dikarenakan terjadi proses pergantian air.



Gambar 10. Data kekeruhan air rendaman hari ke-14

Pada hari keempat belas, nilai kekeruhan terendah adalah 15,09 NTU pada pukul 08:00 dan kekeruhan tertinggi adalah 17,6 NTU pada pukul 12:00. Rata-rata kekeruhan adalah 16,75 NTU, Adapun penurunan nilai kekeruhan yang terjadi pada grafik walaupun tidak terjadi pertukaran air disebabkan oleh beberapa faktor yaitu getaran, sumber cahaya yang dapat mempengaruhi intensitas cahaya yang dihamburkan sehingga mempengaruhi pembacaan kekeruhan dan kualitas sensor. Jarak atau ketinggian air dari sensor berada di 5 cm.

E. Pembahasan Hasil Pengolahan Merica



Gambar 11. Hasil pengolahan biji merica

Pada gambar diatas merupakan hasil perbandingan dari penerapan alat dan hasil yang didapatkan berdasarkan proses konvensional. Dimana pada hari kedelapan proses perendaman biji merica menggunakan sistem kontrol kekeruhan air rendaman biji merica, biji merica telah memenuhi karakteristik seperti kulit biji merica yang sudah mulai melunak sehingga dapat dilanjutkan ke pengolahan selanjutnya, dimana hasil yang didapatkan memiliki warna putih keabu-abuan dan putih kekuning-kuningan, sedangkan pada proses perendaman biji merica yang dilakukan secara konvensional telah terjadi juga perubahan karakteristik dari biji merica dimana kulit buah yang sudah mulai melunak. Adapun hasil yang didapatkan berupa biji merica yang ke coklat-coklatan dan beberapa biji merica yang rusak, seperti pada gambar 11 bagian kiri.

Dari sampel hasil biji merica yang dihasilkan di atas, pada proses perendaman biji merica dengan menggunakan sistem dapat

mempercepat proses perubahan karakteristik biji merica seperti mulai melunaknya biji merica pada hari kelima. Untuk mengetahui biji merica yang memiliki hasil yang lebih baik dilakukan survei ke 10 petani merica dengan memperlihatkan hasil dari biji merica dinamakan sebelumnya para petani tanpa memberitahukan tentang biji merica mana yang dihasilkan oleh penerapan alat dan biji merica yang dihasilkan secara konvensional dan mengklasifikasikan biji merica tersebut ke dalam kualitas biji merica I dan II berdasarkan survei dari para petani merica.



Gambar 12. Survei ke petani

Pada gambar di atas merupakan proses survei ke salahsatu petani biji merica dimana wadah berwarna biru merupakan biji merica yang dihasilkan secara konvensional dan wadah merah merupakan biji merica yang dihasilkan oleh penerapan alat.

Tabel 2. Kualitas Mutu Merica

Kualitas	Keterangan
I	<ul style="list-style-type: none"> Berwarna putih keabu-abuan Memiliki aroma yang kuat
II	<ul style="list-style-type: none"> Berwarna kecoklat-coklatan Memiliki aroma yang tidak terlalu kuat

Tabel 3. Survei Ke Petani

Nama Petani	Merica Hasil Konvensional	Merica Hasil Penerapan
Hariadi	II	I
Budiman	II	I
Sudirman	II	I
Syarifuddin	II	I
Muh. Asas	II	I

Nama Petani	Merica Hasil Konvensional	Merica Hasil Penerapan
H. Karim	II	I
Rais	II	I
H. Tamallum	II	I
Akbar	II	I
Arsat	II	I

Berdasarkan hasil survei ke-10 petani merica didapatkan 100% petani biji merica mengatakan bahwa biji merica yang dihasilkan oleh perendaman secara konvensional masuk ke dalam mutu II. Sedangkan biji merica yang dihasilkan oleh penerapan alat, sebanyak 100% petani merica mengatakan bahwa biji merica yang dihasilkan oleh penerapan alat lebih baik dari biji merica yang dihasilkan secara konvensional dan masuk dalam mutu I.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang telah memberi dukungan terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ilham Nurllah, Jaya Iswari. (2019). Pengaruh Perubahan Harga Merica Putih Terhadap Kesejahteraan Masyarakat Di Kecamatan Jebus Kabupaten Bangka Barat. *Mimbar Agribisnis*, vol 5, No.2.2019.
- [2] Sulhatun, S., Jalaluddin, J., & Tisara, T. (2017). Pemanfaatan Lada Hitam Sebagai Bahan Baku Pembuatan Oleoresin Dengan Metode Ekstraksi. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 2(2), 16-30.
- [3] Kamila, K., Kusmiadi, R., & Aini, S. N. (2019). Pengaruh Penundaan Waktu Perendaman Dan Pelukaan Mekanis Terhadap Kualitas Lada Putih Muntok. *JURNAL BIOINDUSTRI (JOURNAL OF BIOINDUSTRY)*, 1(2), 213-228
- [4] Usmiati, S., & Nurdjannah, N. (2006). Pengaruh Lama Perendaman Dan Cara Pengeringan Terhadap Mutu Lada Putih. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 16(3).
- [5] Michael, D., & Gustina, D. (2019). Rancang Bangun Prototype Monitoring Kapasitas Air Pada Kolam Ikan Secara Otomatis Dengan Menggunakan Mikrokontroler Arduino. *IKRA-ITH INFORMATIKA: Jurnal Komputer Dan Informatika*, 3(2), 59-66.
- [6] Reforma, B., Ma'arif, A., & Sunardi, S. Alat Pengukur Kualitas Air Bersih Berdasarkan

- Tingkat Kekeruhan Dan Jumlah Padatan Terlarut. Jurnal Teknologi Elektro, 13(2), 66-73.
- Menggunakan Turbidity Sensor Dan Arduino Berbasis Web Mobile. J. Coreit, 5(1).
- [7] Sany, N., Hanum, G. K., & Sutrisno, S. (2020). Perancangan Aplikasi Pendeteksi Kebersihan Air Dalam Tangki Air Menggunakan Smartphone Berbasis Iot. Technomedia Journal, 4(2 Februari), 235-247.
- [8] Nurwachid, Y. A. (2023). Prototype Sistem Pemantauan Kualitas Air Pada Aquascape Menggunakan Nodemcu Esp8266 Berbasis Internet Of Things (Iot). Universitas Lampung. Bandar Lampung: Universitas Lampung.
- [9] PRASETYA, Y. B. (2022). Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Kekeruhan Air Dengan Penyaringan Air Dalam Tandon Menggunakan Internet of Things (IoT) Berbasis Wemos D1 Mini Via Android (Doctoral dissertation,).
- [10] Putra, R. W., & Suryamen, H. (2019). Sistem Monitoring Tanah Longsor Berbasis Internet of Things Dan Geographic Information System. JITCE (Journal of Information Technology and Computer Engineering), 3(02), 70-77.
- [11] Simamora, R. P., & Sinaga, R. (2020). Perancangan Mesin Penghalus Merica Dengan Kapasitas 29, 5 Kg/Jam. Jurnal Rotor, 1(1).
- [12] Sidarta, Y. (2012). Ekstrak Merica Putih (Piper Nigrum L.) Sebagai Antibakteri Terhadap Streptococcus Mutans Secara In Vitro (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- [13] Putri, A. O., & Harmadi, H. (2018). Rancang Bangun Alat Ukur Tingkat Kekeruhan Air Menggunakan Fotodioda Array Berbasis Mikrokontroler Atmega328. Jurnal Fisika Unand, 7(1), 27-32.
- [14] Hakim, E. A. (2012). *Sistem Kontrol*. Malang: UMM Press.
- [15] Ikhwanusshofa, M., Nuramal, A., & Supardi, N. I. (2020). Pemanfaatan Internet Of Things Untuk Monitoring Suhu Di Bppt-Meppo. REKAYASA MEKANIK, 19-24.
- [16] Yudha, P. S. F., & Sani, R. A. (2019). Implementasi Sensor Ultrasonik Hc-Sr04 Sebagai Sensor Parkir Mobil Berbasis Arduino. EINSTEIN (e-Journal), 5(3).
- [17] Alqisyan, N., & Nirmala, I. (2022). Rancang Bangun Prototype Smart Water Meter Pelanggan Air Pdam Berbasis Iot Dan Android. Coding Jurnal Komputer dan Aplikasi, 10(02), 227-236.
- [18] Satya, T. P., Al Fauzan, M. R., & Admoko, E. M. D. (2019). Sensor Ultrasonik HCSR04 Berbasis Arduino Due Untuk Sistem Monitoring Ketinggian. Jurnal Fisika Dan Aplikasinya, 15(2), 36-39.
- [19] Noor, A., Supriyanto, A., & Rhomadhona, H. (2019). Aplikasi Pendeteksi Kualitas Air