

Desain Alat Ukur Kadar Air Kopra Dan Ph Air

Moh Ihsan Hamsa¹, Iskandar Z. Nasibu², Bambang Panji Asmara³, Salmawaty Tansa⁴,
Ifan Wiranto⁵, Syahrir Abdussamad⁶

^{1,2,3,4,5,6} Fakultas Teknik, Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo, Indonesia

Article Info

Article history:

Received Juli 10, 2025

Revised Juli 10, 2025

Accepted Juli 10, 2025

Kata Kunci:

Alat pengukur portabel,
Kadar air kopra,
pH air,
Ikan nila ,
Sensor Resistif

Keywords:

Portable Measuring Device,
Copra Moisture Content,
Water pH,
Nile Tilapia,
Resistive Sensor,
Arduino

ABSTRAK

Penelitian ini mengembangkan alat pengukur kadar air kopra dan pH air kolam ikan nila berbasis mikrokontroler yang portabel dan terjangkau. Kelapa (*Cocos nucifera* L.) sebagai komoditas penting di Indonesia menghadapi tantangan kualitas akibat kadar air kopra yang tidak terkontrol, sementara budidaya ikan nila (*Oreochromis niloticus*) memerlukan pemantauan pH air (7-8,5) yang akurat. Alat ini mengintegrasikan sensor *Resistive Humidity Soil Moisture* untuk mengukur kadar air kopra dan sensor pH meter 4502C untuk mengukur keasaman air, dengan data diproses oleh Arduino Uno dan ditampilkan pada LCD. Hasil pengujian menunjukkan sensor resistif memberikan variasi akurasi: *overestimate* pada kopra kering (selisih hingga 2,63%) dan kelapa basah (3,6-10,26%), serta *underestimate* pada kopra setengah kering (1,83-3,79%). Sensor pH 4502C memiliki akurasi terbaik di kolam beton (error rata-rata 0,37), diikuti kolam tanah (error 0,138) dan terpal (error 0,138 dengan variasi tinggi). Ketidakakuratan disebabkan oleh kandungan bahan (minyak, *elektrolit*) dan karakteristik media pengukuran. Alat ini menawarkan solusi praktis bagi petani skala kecil dengan antarmuka sederhana, biaya rendah, dan kemampuan pengukuran real-time. Temuan penelitian menekankan pentingnya kalibrasi spesifik untuk setiap aplikasi guna meningkatkan akurasi pengukuran. Implementasi alat ini diharapkan dapat meningkatkan kualitas produksi kopra dan budidaya ikan nila secara signifikan.

ABSTRACT

This research developed a portable and affordable microcontroller-based device to measure copra moisture content and pH levels in Nile Tilapia fishpond water. Coconut (Cocos nucifera L.), as a vital commodity in Indonesia, faces quality challenges due to uncontrolled moisture content in copra, while Nile Tilapia (Oreochromis niloticus) aquaculture requires accurate pH monitoring (7-8.5). This device integrates a Resistive Soil Moisture Sensor to measure copra moisture content and a 4502C pH meter sensor to measure water acidity, with data processed by an Arduino Uno and displayed on an LCD screen. Test results indicate that the resistive sensor yields varying levels of accuracy: overestimating on dry copra (up to 2.63% difference) and wet coconut (3.6-10.26%), and underestimating on semi-dry copra (1.83-3.79%). The 4502C pH sensor demonstrated the highest accuracy in concrete ponds (average error 0.37), followed by earthen ponds (0.138) and tarpaulin ponds (0.138 with high variation). Inaccuracies are attributed to material content (oil, electrolytes) and the characteristics of the measurement medium. This device offers a practical solution for small-scale farmers due to its simple interface, low cost, and real-time measurement capabilities. The results highlight the importance of application-specific calibration to improve measurement accuracy. The implementation of this device is expected to significantly enhance the quality of copra production and tilapia aquaculture.



Corresponding Author:

Moh Ihsan Hamsa
Fakultas Teknik , Universitas Negeri Gorontalo
Gorontalo, Indonesia
Email: iksanhamsa42@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Kopra adalah daging buah kelapa yang di keringkan, kopra merupakan satu turunan kelapa yang sangat penting. Kopra merupakan hasil dari buah kelapa yang sudah dikeringkan, secara umum terdapat dua jenis kopra : yaitu kopra putih dan kopra hitam. Kadar Air Kopra mengacu pada persentase kandungan air yang terdapat dalam daging buah kelapa yang telah dikeringkan (kopra). Kadar air merupakan parameter penting karena berpengaruh langsung pada kualitas, daya simpan, dan nilai ekonomis kopra. Kadar air kopra adalah jumlah kelembapan yang tersisa dalam daging kelapa kering. Unsur ini penting karena memengaruhi mutu, daya simpan, dan harga kopra [1]. Tujuan Pengeringan Kopra adalah hasil olahan daging kelapa yang dikeringkan untuk mengurangi kadar airnya dari sekitar 50% (segar) menjadi 6-8% (kopra kering). Pengeringan kopra ialah untuk mengolah daging kelapa segar agar kadar airnya turun hingga 6–8%, sehingga menjadi kopra kering [2]. Serta kadar air tinggi (>8%) dapat menyebabkan pertumbuhan jamur, aflatoksin, dan cepat tengik. Kadar air berlebih bisa memicu jamur, aflatoksin, dan membuat cepat tengik [3].

Kopra memiliki permintaan pasar yang sangat tinggi jadi membutuhkan kualitas kopra yang baik sehingga perlu dilakukan pengukuran pada produksi kopra, begitu juga dalam bentuk pembudidayaan ikan nila membutuhkan pengukuran pH. Permintaan kopra yang tinggi, kualitasnya harus dijaga lewat pengukuran produksi. Begitu pula budidaya ikan nila, yang perlu pengukuran pH [4]. Akan tetapi permasalahannya menggunakan alat ukur pH yang lebih mahal. Sehingga dengan menggunakan alat untuk pH yang portable dapat dipergunakan pada usaha budidaya ikan nila.

Di sisi lain, usaha budidaya ikan nila (*Oreochromis niloticus*) juga merupakan bisnis yang menjanjikan dan banyak diminati. Budidaya ini dapat dilakukan di kolam sempit atau dangkal, seperti kolam beton dan kolam terpal. Budidaya ikan nila bisa dilakukan di lahan terbatas, seperti kolam terpal atau beton yang dangkal [5]. Nilai pH air kolam sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan nila, dengan tingkat keasaman ideal antara 7–8,5 [6].

Ikan nila dikenal memiliki toleransi tinggi terhadap perubahan lingkungan, sehingga dapat dibudidayakan di dataran rendah berair payau maupun dataran tinggi dengan suhu rendah. Ikan nila terkenal tangguh beradaptasi dengan berbagai kondisi lingkungan [7]. Ikan ini juga tahan terhadap kekurangan oksigen terlarut. Meski begitu, kualitas air kolam tetap harus diperhatikan karena sangat memengaruhi kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan. Mutu air kolam tetap penting dijaga karena berdampak langsung pada hidup dan tumbuhnya ikan [8].

Metode pengukuran kadar air kopra secara manual, seperti cracking (mematahkan kopra), serta pengukuran pH air kolam secara manual dengan mengamati warna air dan banyaknya kotoran ikan, dinilai kurang akurat dan tidak efisien [9].

Di era modern, pengukuran kadar air kopra dan pH air kolam ikan nila menjadi semakin penting. Kedua aspek ini, meskipun berasal dari sektor berbeda, memiliki peran krusial dalam menjamin produktivitas dan kualitas hasil produksi. Pengukuran kadar air kopra dan pH kolam nila berperan penting untuk menjaga mutu dan hasil produksi tetap optimal [10]. Selama ini, pengukuran kadar air kopra dan pH air kolam sering dilakukan dengan alat-alat mahal atau memerlukan sampel laboratorium.

Usaha rumahan yang menggabungkan budidaya ikan nila dan produksi kelapa kopra memiliki potensi besar. Selain memerlukan modal relatif kecil, usaha ini menawarkan keuntungan berkelanjutan dengan memanfaatkan lahan dan sumber daya sekitar [11]. Oleh karena itu, penulis tertarik untuk merancang alat ukur kadar air kopra dan pH air kolam ikan yang otomatis, dengan kualitas mendekati alat komersial namun lebih terjangkau. Inovasi alat portabel yang cepat dan akurat menjadi kunci dalam mempercepat produksi dan meningkatkan efisiensi usaha di bidang kopra dan budidaya ikan [12]. Alat ini diharapkan dapat mempermudah monitoring kualitas selama proses produksi, mempercepat pengolahan, dan mengurangi risiko kerusakan produk akibat kadar air atau pH yang tidak sesuai.

Dengan inovasi menggabungkan beberapa fungsi pengukuran dalam satu alat, petani kopra dan pembudidaya ikan nila dapat menjalankan usaha mereka secara lebih efisien. Penggunaan alat yang portabel dan cepat dalam memberikan hasil akan menjadi solusi penting bagi industri kopra dan budidaya ikan, sehingga proses produksi dapat berjalan lebih efektif. Sehingga dalam penelitian ini menitik beratkan pada desain rancang bangun alat pengukuran pH portable, sebagai Solusi untuk mempermudah petani produksi pengolahan kopra dan budidaya ikan nila yang lebih fungsionalitas dan biaya lebih terjangkau. Sebagai alternatif yang terdapat pada alat pengukuran pH dipasaran.

Penggunaan alat yang mudah dibawa dan cepat memberikan hasil menjadi solusi yang diperlukan dalam produksi pengolahan kopra dan budidaya ikan nila sehingga proses produksi dapat dilakukan lebih efektif dan efisien.

2. METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu

2.1 Alur penelitian

Dalam penelitian ini penulis menggunakan alur penelitian yang terdiri dari tahapan; Studi Literatur; Perancangan alat; Pengujian alat; Pembuatan alat; Uji coba alat; dan Analisis dan Hasil.

2.2 Eksperimen

Pada studi ini menjalankan skema eksperimentasi serta desain konsisten terhadap penelitian. Dalam penelitian ini, penulis melakukan eksperimentasi pada beberapa alat dan komponen seperti Arduino Uno R3, Sensor pH meter 4502c, dan *Resistive humidity soil moisture sensor* yang kemudian didesain dan dirancang sedemikian rupa untuk selanjutnya dilakukan percobaan terhadap alat dan komponen-komponen tersebut serta melakukan pengamatan efek apa yang muncul ketika komponen-komponen tersebut dijalankan.

2.3 Alat dan bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini berupa Hardware dan Software adalah Box, Multimeter Analog, Multimeter digital, papan pcb, lem lilin, obeng, tang, pH meter digital tester, solder, timah solder; Software Arduino IDE Version 2.3.4. dan Fritzing Version 1.0.5. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Arduino Uno R3, Sensor pH meter 4502c, *Resistive humidity soil moisture sensor*, LCD I2C display questions 20x4, pH meter, Laptop Acer/ windows 10/ prosesor intel (R), Multimeter digital, Power supply 5v, Baterai 18650, Saklar, *Push button*, Kabel Jumper, pH *Buffer powder*, Kopra, Air kolam ikan nila, soket Dc female, *Protection baterai Charger* TP4056+BMS, dan *Grain Moisture meter*.

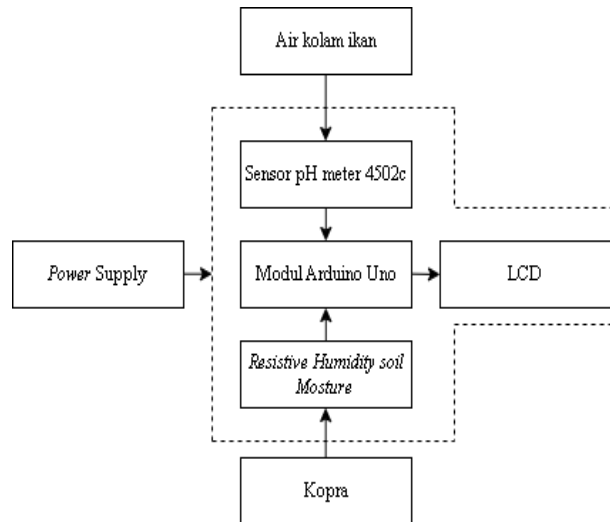
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perancangan dan pengujian alat yang bertujuan untuk mengetahui kinerja dan fungsi alat yang telah didesain berdasarkan perancangan dari sistem yang telah dibuat. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui sistem yang dibuat sudah memenuhi kriteria yang diinginkan atau tidak.

3.1. Skema Perancangan

3.1.1. Blok Diagram

Dalam melakukan suatu perancangan alat, ada baiknya jika dalam perancangan terdapat blok diagram agar memudahkan dalam proses perancangan. Blok diagram sistem pada alat ini dapat dilihat pada gambar.

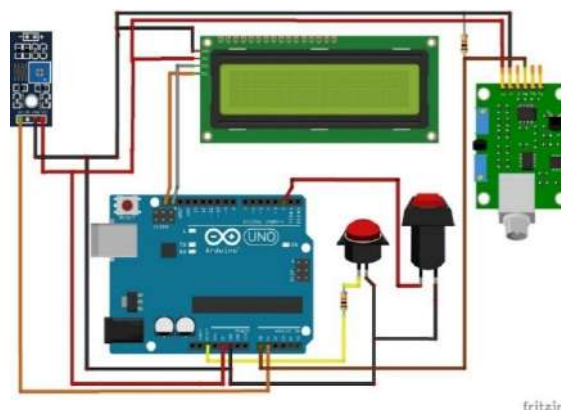


Gambar 1. Blok Diagram Alat

Pada gambar 1. dapat dijelaskan bahwa Cara kerja alat tersebut menggunakan sensor pH meter 4502c dan sensor kelembapan dimana langkah awal dengan mengambil sampel kadar air kopra dan pH air kolam ikan nila untuk dianalisis setiap sensor, kemudian data dari kedua sensor diproses oleh Arduino uno. Hasil pengolahan data ditampilkan ke LCD Diagram Blok.

3.1.2 Wiring Diagram

Wiring diagram atau skema diagram digunakan untuk menunjukkan koneksi jalur setiap komponen. Wiring diagram pada alat ini dapat dilihat pada gambar 2.

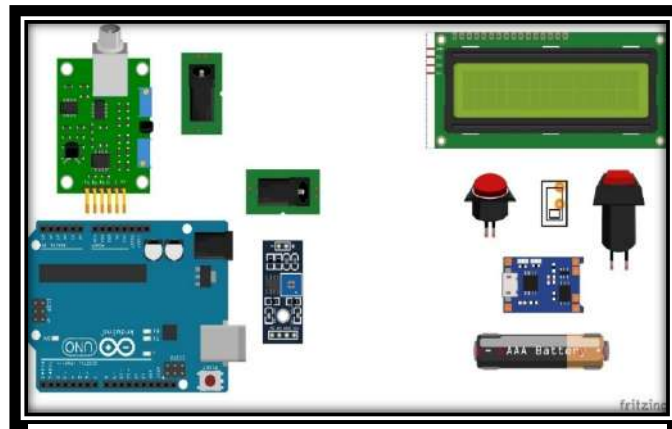


Gambar 2. Wairing Diagram

Wairing diagram ini menjelaskan tentang koneksi sensor satu dengan sensor yang lain. Dimana untuk jalur vcc Arduino terhubung antara pin sensor pH, pin sensor soil moisture, pin lcd dan untuk gnd Arduino terhubung dengan pin sensor pH, pin sensor soil moisture, pin lcd, pin Push button switch. untuk A0 arduino terhubung ke P0 sensor pH. Untuk pin A1 arduino terhubung ke pin A0 sensor soil moisture, push button switch 1 terhubung ke pin D1 arduino dan push button switch 2 terhubung ke pin reset.

3.2. Desain Layout

Desain layout adalah merupakan tampilan yang terstruktur dengan baik melalui penempatan elemen/komponen secara tepat, penggunaan ruang yang seimbang. Desain layout alat dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Desain Alat

Layout ini banyak digunakan dalam berbagai bidang seperti desain grafis, percetakan, agar informasi tersampaikan dengan efektif dan estetis.

3.3. Hasil Pembuatan Alat

Pembuatan alat dilakukan berdasarkan desain yang telah dirancang sebelumnya, dengan menggabungkan komponen mekanik dan elektronik dalam satu sistem yang terintegrasi. Berikut adalah analisis hasil pengujian pada alat ukur kadar air kopra dan pH air kolam ikan.

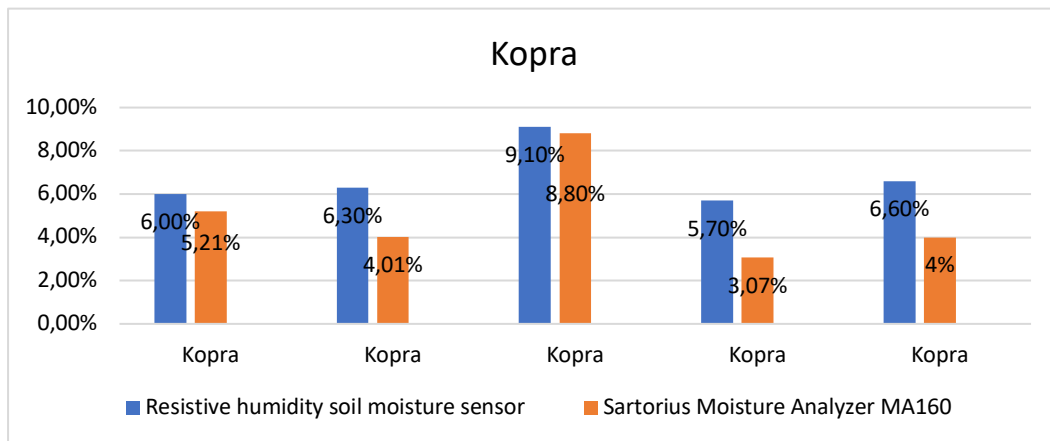
3.3.1 Hasil penguji alat pada kopra

Pengujian ini dilakukan selama lima kali di kopra yang berbeda dimana pengujian ini diambil dari daging kopra yang sama tetapi dari sampel berbeda. Berikut tampilan hasil pengujian dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Tabel Pengujian Kadar Air Kopra

No	Pengujian	Pengujian sensor kadar air kopra	
		Resistive humidity soil moisture sensor	Sartorius Moisture Analyzer MA160
1	Kopra	6,0%	5,21%
2	Kopra	6,3%	4,01%
3	Kopra	9,1%	8,8%
4	Kopra	5,7%	3,07%
5	Kopra	6,6%	4%

Tabel di atas membandingkan hasil pengujian kadar air pada kopra menggunakan dua metode pengukuran, yaitu Resistive Humidity Soil Moisture Sensor (sensor resistif yang umumnya digunakan untuk tanah) dan Sartorius Moisture Analyzer MA160 (alat berbasis pengeringan termal yang lebih akurat). Dapat dilihat pada gambar grafik dibawah ini.



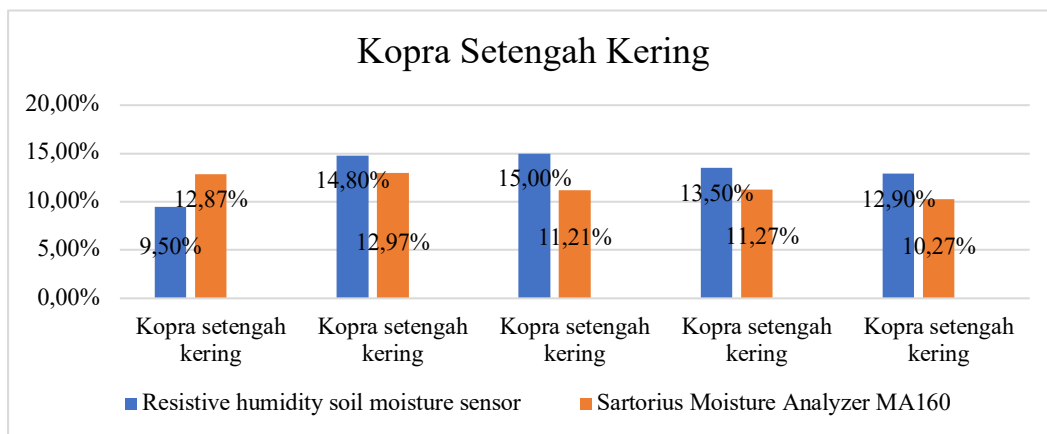
Gambar 4. Grafik Hasil Penukuran pada kopra

Hasil grafik pengujian menunjukkan bahwa sensor resistif cenderung melebihkan kadar air kopra dibandingkan dengan Sartorius MA160, dengan perbedaan terbesar mencapai 2,63% pada sampel 4 (5,7% vs 3,07%), sementara pada sampel 3 (9,1% vs 8,8%) perbedaannya hanya 0,3%, mengindikasikan bahwa sensor resistif mungkin lebih konsisten pada kadar air tinggi. Pengujian kopra setengah kering dilakukan sebanyak lima kali pada sampel yang berbeda. Sampel diambil dari daging kopra dengan jenis yang sama, tetapi berasal dari bagian atau potongan yang berbeda. Berikut tampilan pengujian pada kopra setengah kering dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Tabel Pengujian Alat pada Kopra Setengah Kering

No	Pengujian	Pengujian sensor kadar air kopra Setengah Kering	
		Resistive humidity soil moisture sensor	Sartorius Moisture Analyzer MA160
1	Kopra setengah kering	9,5%	12,87%
2	Kopra setengah kering	14,8%	12,97%
3	Kopra setengah kering	15,0%	11,21%
4	Kopra setengah kering	13,5%	11,27%
5	Kopra setengah kering	12,9%	10,27%

Hasilnya pengukuran menunjukkan bahwa sensor resistif secara konsisten menghasilkan nilai yang lebih rendah dibandingkan alat referensi Sartorius, dengan selisih berkisar antara 1,83% hingga 3,79%, di mana perbedaan terbesar terlihat pada sampel ketiga (15,0% vs 11,21%). Dapat dilihat pada gambar grafik dibawah ini.



Gambar 5. Grafik Pengujian Alat pada Kopra Setengah Kering

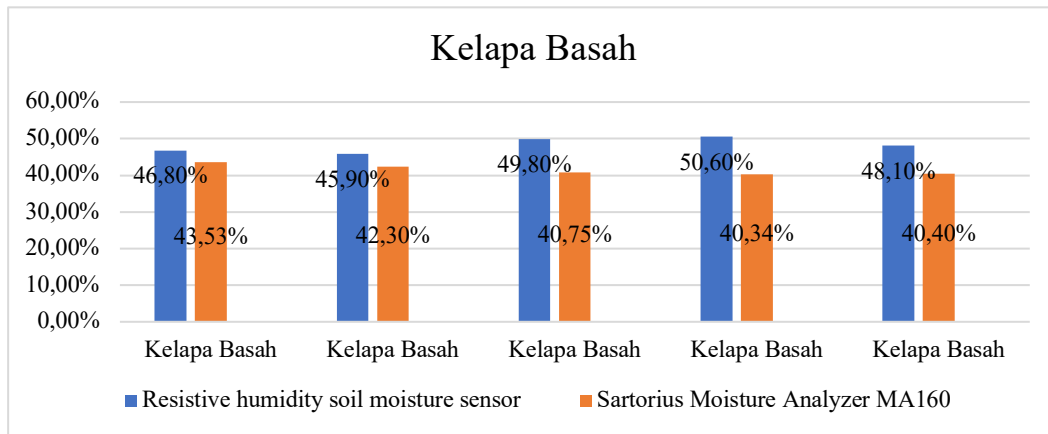
Kebalikan dari pola sebelumnya pada kopra kering, ketidakakuratan ini kemungkinan disebabkan oleh karakteristik kopra setengah kering yang memiliki kandungan minyak lebih tinggi dan struktur fisik berbeda, sehingga memengaruhi pembacaan sensor resistif yang berbasis konduktivitas listrik. Selain itu, kisaran kelembaban yang lebih tinggi (10-15%) dan faktor suhu juga dapat berkontribusi terhadap deviasi hasil pengukuran.

Pengujian kelapa basah dilakukan sebanyak lima kali pada sampel yang berbeda. Sampel diambil dari daging kelapa basah dengan jenis yang sama, tetapi berasal dari bagian atau potongan yang berbeda. Berikut tampilan pengujian pada kelapa basah dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Pengujian Alat pada Kadar air Kopra basah

No	Pengujian	Pengujian sensor kadar air kopra	
		Resistive humidity soil moisture sensor	Sartorius Moisture Analyzer MA160
1	Kelapa Basah	46,8%	43,53%
2	Kelapa Basah	45,9%	42,3%
3	Kelapa Basah	49,8%	40,75%
4	Kelapa Basah	50,6%	40,34%
5	Kelapa Basah	48,1%	40,4%

Pengujian kadar air pada kelapa basah menggunakan resistive soil moisture sensor dan Sartorius MA160 menunjukkan bahwa sensor resistif secara konsisten memberikan hasil yang lebih tinggi dengan selisih antara 3,6% hingga 10,26% dibandingkan metode referensi *thermogravimetri*.. Dapat dilihat pada gambar grafik berikut.



Gambar 6. Grafik Pengujian alat pada Kopra kelapa basah

Perbedaan terbesar mencapai 10,26% pada sampel ke-4 (50,6% vs 40,34%), sementara yang terkecil 3,6% pada sampel ke-2 (45,9% vs 42,3%). Ketidakakuratan ini kemungkinan disebabkan oleh karakteristik kelapa basah yang berbeda dengan tanah - kandungan elektrolit alami yang tinggi yang mempengaruhi konduktivitas listrik yang diukur sensor resistif, sementara metode *thermogravimetri* mengukur secara langsung pengurangan massa akibat pengeringan.

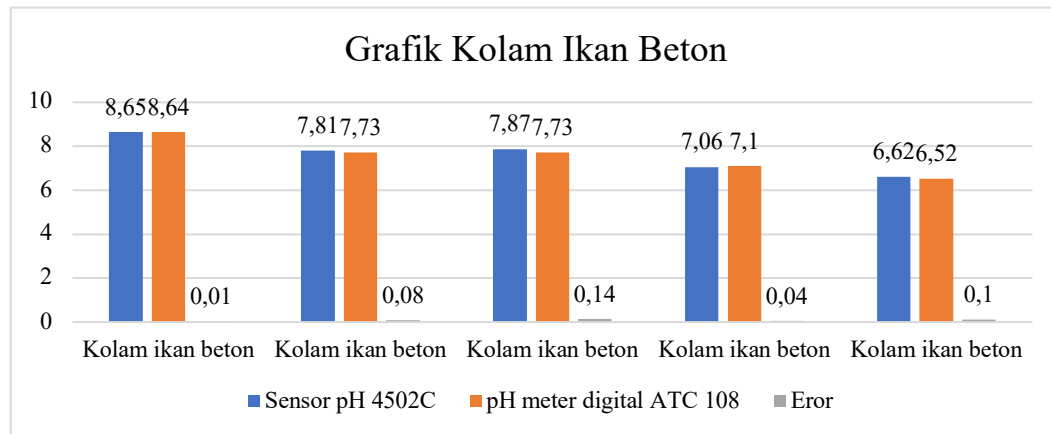
3.3.2. Hasil pengujian alat pH air kolam ikan nila

Pengujian dilakukan selama enam kali di kolam yang sama menggunakan sampel dari titik berbeda, dengan perbandingan menggunakan pH meter digital ATC 108. Hasil pengujian alat pH air kolam ikan dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengujian alat pH air kolam ikan

No	Pengujian	Pengujian sensor pH air ikan nila		Error
		Sensor pH 4502C	pH meter digital ATC 108	
1	Kolam ikan beton	8,65	8,64	0,01
2	Kolam ikan beton	7,81	7,73	0,08
3	Kolam ikan beton	7,87	7,73	0,14
4	Kolam ikan beton	7,06	7,10	0,04
5	Kolam ikan beton	6,62	6,52	0,1

Tabel di atas menampilkan hasil pengujian sensor pH air pada kolam beton dengan membandingkan dua alat pengukur pH, yaitu Sensor pH 4502C dan pH meter digital ATC 108. Tujuan pengujian ini adalah untuk mengukur akurasi Sensor pH 4502C dengan membandingkannya terhadap pH meter digital sebagai referensi. Untuk grafik pengukurannya dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



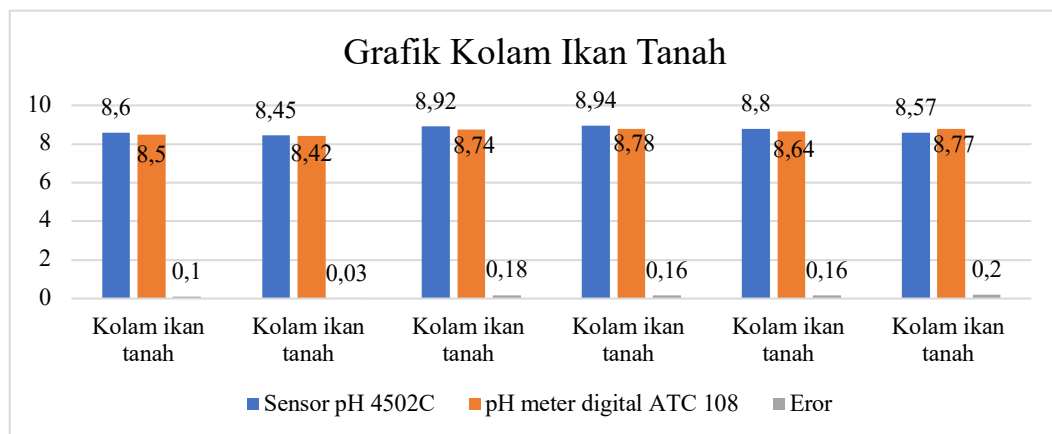
Gambar 7. Grafik Hasil Pengujian pH pada kolam ikan beton

Hasil pengujian menunjukkan bahwa Sensor pH 4502C memberikan pembacaan yang cukup akurat dengan selisih $\leq 0,1$ pada sebagian besar pengukuran (No 1, 2, 4, dan 5), kecuali pada pengujian ke-3 yang memiliki 0,14. Nilai pH air kolam ikan nila berkisar antara 6,52–8,64, masih dalam kisaran aman untuk budidaya (pH optimal 6,5–9). Pengujian dilakukan selama enam kali di kolam yang sama menggunakan sampel dari titik berbeda, dengan perbandingan menggunakan pH meter digital ATC 108. Berikut hasil pengujian pada kolam tanah dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Pengujian Sensor pH air ikan nila pada kolam tanah.

No	Pengujian	Pengujian sensor pH air ikan nila		Error
		Sensor pH 4502C	pH meter digital ATC 108	
1	Kolam ikan tanah	8,60	8,50	0,1
2	Kolam ikan tanah	8,45	8,42	0,03
3	Kolam ikan tanah	8,92	8,74	0,18
4	Kolam ikan tanah	8,94	8,78	0,16
5	Kolam ikan tanah	8,80	8,64	0,16
6	Kolam ikan tanah	8,57	8,77	0,2

Tabel di atas membandingkan hasil pengukuran pH air pada kolam ikan nila di kolam tanah menggunakan dua alat yang berbeda, yaitu Sensor pH 4502C (sensor uji) dan pH meter digital ATC 108 (alat referensi), serta mencatat selisih (error) antara keduanya. Untuk grafik pengukurannya dapat dilihat pada gambar 8.



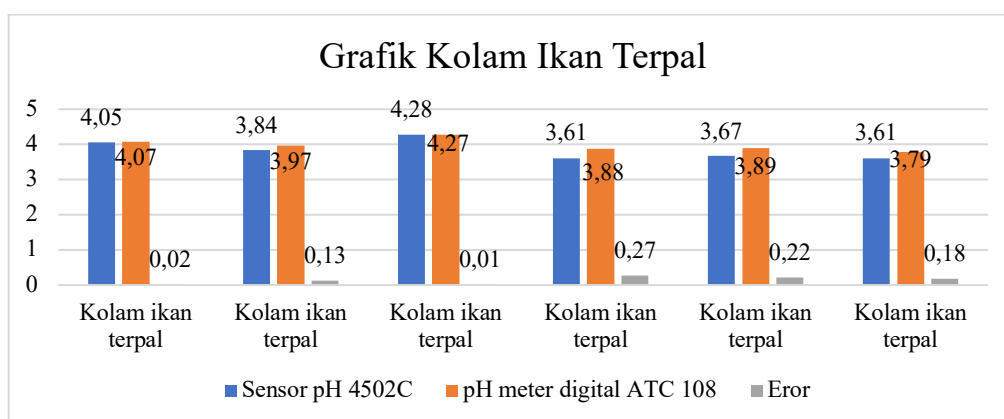
Gambar 8. Grafik pengukuran pH kolam ikan tanah

Berdasarkan data, Sensor pH 4502C menunjukkan hasil yang bervariasi dengan error berkisar antara 0,03 hingga 0,2, di mana tiga dari enam pengujian (No. 3, 4, dan 5) memiliki deviasi cukup tinggi ($>0,15$). Sementara itu, nilai pH air kolam tanah berada dalam rentang 8,42–8,94, yang masih dalam kisaran toleransi untuk budidaya ikan nila (pH optimal 6,5–9). Namun, tingkat akurasi sensor belum konsisten, terutama pada nilai pH di atas 8,5. Pengujian dilakukan selama enam kali di kolam yang sama menggunakan sampel dari titik berbeda, dengan perbandingan menggunakan pH meter digital ATC 108. Berikut adalah hasil pengujian pada kolam terpal dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Tabel pengujian sensor pH air ikan nila pada kolam terpal.

No	Pengujian	Pengujian sensor pH air ikan nila		Error
		Sensor pH 4502C	pH meter digital ATC 108	
1	Kolam ikan terpal	4,05	4,07	0,02
2	Kolam ikan terpal	3,84	3,97	0,13
3	Kolam ikan terpal	4,28	4,27	0,01
4	Kolam ikan terpal	3,61	3,88	0,27
5	Kolam ikan terpal	3,67	3,89	0,22
6	Kolam ikan terpal	3,61	3,79	0,18

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan antara hasil pengukuran sensor dengan keadaan sebenarnya. Selain membuktikan kebenaran dari data sensor, penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui nilai error pembacaan sensor. Untuk grafik pengukuran dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 9. Grafik hasil pengujian sensor pH air ikan nila kolam terpal

Gambar diatas membandingkan hasil pengukuran pH air pada kolam ikan nila terpal menggunakan Sensor pH 4502C dan pH meter digital ATC 108 sebagai pembanding, dengan mencatat selisih (error) antara keduanya. Hasil menunjukkan pH air yang sangat asam (3,61-4,28) di luar kisaran ideal untuk ikan nila (6,5-9), sehingga perlu segera ditangani melalui pengapuran atau aerasi. Sensor pH 4502C menunjukkan ketidakakuratan dengan error bervariasi dari 0,01 hingga 0,27, dimana pada 4 dari 6 pengukuran menunjukkan error signifikan di atas 0,1, terutama cenderung menghasilkan pembacaan lebih rendah (*underestimate*) dibanding alat referensi. Untuk keandalan pengukuran, disarankan melakukan kalibrasi ulang sensor menggunakan larutan buffer pH 4,0 dan 7,0, menggunakan pH meter digital sebagai acuan utama sementara, serta mempertimbangkan penggantian probe jika ketidakakuratan berlanjut, sambil segera memperbaiki kondisi air yang terlalu asam untuk kelangsungan hidup ikan nila.

Berdasarkan hasil pengujian, sensor pH 4502C menunjukkan tingkat akurasi yang bervariasi tergantung jenis kolam. Pada kolam beton, sensor ini memiliki rata-rata error sebesar 0,37 dengan error terbesar 0,14 (pengujian ke-3). Sementara itu, di kolam tanah, rata-rata error meningkat menjadi 0,138 dengan error maksimal 0,20 (pengujian ke-6). Hasil serupa terlihat pada kolam terpal, di mana rata-rata error sama dengan kolam tanah (0,138), tetapi error terbesar lebih tinggi, yaitu 0,27 (pengujian ke-4).

Sensor pH 4502C menunjukkan kinerja paling stabil di kolam beton dengan error relatif kecil, kecuali pada satu pengujian. Namun, di kolam tanah, error cenderung lebih tinggi, terutama saat pH >8,5, yang diduga disebabkan oleh pengaruh bahan organik atau mineral tanah. Sementara itu, pada kolam terpal, error lebih bervariasi, khususnya pada pH rendah (<4), kemungkinan akibat interaksi dengan bahan terpal atau akumulasi senyawa asam. Dengan demikian, jenis kolam memengaruhi keandalan pembacaan sensor ini.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan pada penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil desain alat ini menggabungkan dua sensor yaitu sensor *Resistive Humidity Soil Moisture*, Sensor pH meter 4502c. Untuk mengukur kadar air kopra dan pH air kolam ikan nila, Dimana sensor *Resistive Humidity Soil Moisture* mendeteksi kadar air kopra berdasarkan resistansi elektroda, resistansi rendah berarti lebih basah, resistansi tinggi berarti lebih kering dan Sensor pH mengukur keasaman air melalui output analog ke Arduino, dengan pin V+, GND, dan P0 yang terhubung menggunakan resistor 22k ohm untuk mengurangi noise. Kedua sensor mengirimkan data analog ke Arduino untuk selanjutnya diproses guna keperluan pemantauan atau kontrol otomatis. Dengan demikian, alat ini mampu memonitor kondisi kopra dan kualitas air kolam ikan nila.
2. Perangkat diaktifkan dengan menyalakan daya, kemudian LCD menampilkan "pH Sensor Aktif", memungkinkan pengguna memilih program pengukuran (kadar air kopra/pH air) melalui tombol seleksi. Sistem kemudian beroperasi otomatis, di mana sensor *Resistive Humidity Soil Moisture* mengukur kadar air kopra melalui resistansi elektroda dan sensor pH meter 4502C menganalisis keasaman air kolam, dengan data dari kedua sensor diproses Arduino Uno dan ditampilkan secara real-time di LCD untuk pemantauan terpadu kedua parameter.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor resistif menghasilkan variasi akurasi tergantung kondisi bahan, dengan kecenderungan *overestimate* pada kopra kering (selisih hingga 2,63%) dan kelapa basah (3,6–10,26%), serta *underestimate* pada kopra setengah kering (1,83–3,79%) akibat pengaruh kandungan minyak dan elektrolit. Sementara itu. Untuk sensor pH 4502C memiliki akurasi yang bervariasi berdasarkan media kolam paling stabil di kolam beton, kurang akurat di kolam tanah (pH tinggi), dan paling fluktuatif di kolam terpal (pH rendah). Dengan demikian, meskipun pengukuran kadar air relatif konsisten, akurasi sensor pH sangat bergantung pada kondisi lingkungan pengukuran, menunjukkan perlunya kalibrasi spesifik untuk setiap aplikasi.

REFERENSI

- [1] Rustati Saputri, Yopa Eka Prawatya, & Silvia Uslianti. *Desain Eksperimen Oven Kopra Menggunakan Response Surface Methodology*. Jurnal Teknik Industri UNTAN, 7(1). 2022. [Online]. Available: <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jtinUNTAN/article/view/38890>
- [2] Mohamad Yani*, Naufal Ali Hamid, Tyara Puspaningrum, Ika Amalia Kartika, & Andes Ismayana. "Perbandingan teknologi pengeringan kopra dengan metode indeks kinerja komposit," *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, Vol. 27 (3) 321-331, 2022. [Online]. Available: <https://journal.ipb.ac.id/index.php/JIPI/article/view/38837>
- [3] A. Fahmi, D. Devianti, and R. Agustina, "Kajian kualitas kopra dan minyak kelapa pada proses pengeringan dengan variasi sumber energi," *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, vol. 4, no. 3, pp. 95–104, 2019. [Online]. Available: <https://jim.usk.ac.id/JFP/article/view/10046>
- [4] Chandra Wisnu Nugroho¹, Ingrid Nurtanio, & Abdul Jalil. Penentuan Kualitas Kopra Berbasis Citra Kontur Menggunakan Metode Canny Edge Detection. MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science. ISSN(P): 2797-2313 | ISSN(E): 2775-8575 pp: 436-450, 2025.
- [5] M. Sunarya, T. Tabroni, M. Masnun, A. D. Rahmawati, and D. Febriansyah., "Budidaya ikan nila menggunakan kolam terpal sebagai wadah dalam mendukung ketahanan pangan di Desa Sukamanah, Pandeglang," *Indonesian Collaboration Journal of Community Services*. vol. 1, no. 4, pp. 197–202, Nov. 2021. [Online]. Available: <https://icjcs.esc-id.org/index.php/home/article/view/31>
- [6] Pulungan, A. B., Putra, A. M., Hamdani, H., & Hastuti, H. (2020). Sistem Kendali Kekerohan Dan Ph Air Kolam Budidaya Ikan Nila. *Elkha*, 12(2), 99. <https://doi.org/10.26418/Elkha.V12i2.40688>
- [7] A. H. Verdian, R. J. M. Bokau, and M. Taufiq, "Pendederan Nila Merah (*Oreochromis niloticus*) dengan Salinitas Berbeda," *J. Perikanan Terapan*, vol. 4, no. 1, pp. 27–37, 2023. [Online]. Available: <https://jurnal.polinela.ac.id/PERANAN/article/view/4043>
- [8] L. A. Putri. "Manajemen kualitas air pada kolam pembesaran ikan nila nirwana di BBI Kota Binjai," *J. Teknol. Rekayasa Sumber Daya Air*, vol. 5, no. 1, pp. 50–55, 2025. [Online]. Available: <https://jtresda.ub.ac.id/index.php/jtresda/article/view/1057>
- [9] Yani, M., Hamid, N. A., Puspaningrum, T., Amalia-Kartika, I., & Ismayana, A. (2022). Perbandingan Teknologi Pengeringan Kopra Dengan Metode Indeks Kinerja Komposit. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 27(3), 321–331. <https://doi.org/10.18343/Jipi.27.3.321>
- [10] V. Mantayborbir, E. Indriyani, and E. Anggreini Br., "Daya dukung kualitas air harian untuk pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dalam kolam budidaya di BBIL Koya Barat," *ACROPORA: Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan Papua*, vol. 6, no. 2, pp. 113–122, 2023. [Online]. Available: <https://ejournal.uncen.ac.id/index.php/ACR/article/view/3461>
- [11] Sultan, A. Z., Ritto, J., Sahriana, S., Hasan, M. S., & Marlina, M. (2020). *Optimalisasi Proses Perajangan Kopra Dengan Merancang Dan Membuat Mesin Perajang Kopra*.
- [12] M. Sholikin, D. A. Rizky, and M. Khusnul, "Kontrol Kadar pH dan Tinggi Air Kolam Ikan Nila Berbasis Internet of Things (IoT)," *J. ELKON*, vol. 9, no. 2, pp. 146–152, 2021. [Online]. Available: <https://jurnal.umk.ac.id/index.php/elkon/article/view/6961>