

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING pH AIR DAN KEKERUHAN AIR PADA AKUARIUM BUDI DAYA IKAN HIAS (*GOLDFISH CARASSIUS AURATUS*)

Muhammad Fadhil Aisamuddin¹, Dra. Endang Rosdiana, M.Si², Dr. Dudi Darmawan, S.Si, M.T.³

S1 Teknik Fisika

Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

badilbabadil@gmail.com¹, endang.rosdiana@gmail.com², dudidw@gmail.com³

Abstrak - Ikan hias dapat dijadikan sebagai sarana hobi dan/atau untuk dinikmati keindahan ikan hias. Ikan hias dapat dibudidayakan dan dijual belikan di pasar, mulai dari harga yang terjangkau hingga yang cukup mahal. Salah satu ikan hias yang memiliki nilai jual relatif mahal dan harganya relatif stabil yaitu ikan mas koki (*Goldfish Carassius Auratus*). Ikan mas koki ini dapat bertahan hidup dan memiliki toleransi terhadap kualitas air ruang lingkup hidup yang cukup baik dan beragam. Akan tetapi walaupun memiliki daya toleransi hidup yang cukup baik, perlu adanya pemantauan dan pengecekan kualitas air pada ruang lingkup hidup ikan mas koki. Dari beberapa faktor yang mempengaruhi kesehatan ikan mas koki meliputi nilai pH air dan nilai kekeruhan air akan menyebabkan penyakit pada ikan seperti jamur, kerusakan kulit, kelesuan atau bahkan kematian pada ikan. Penelitian ini bertujuan untuk membuat alat yang dapat memonitoring parameter kualitas air akuarium tersebut secara otomatis. Parameter-parameter tersebut meliputi pH air dan kekeruhan air di dalam akuarium. Alat ini dilengkapi oleh dua sensor, yaitu sensor pH dan sensor *Turbidity*, yang berfungsi untuk memonitor pH air dan kekeruhan air. Alat ini dapat memonitor data kapanpun selama alat dalam kondisi menyala (*stand by*). Untuk mengetahui nilai ambang batas kekeruhan air yang dapat di toleransi oleh ikan mas koki, dilakukan menggunakan 4 akuarium berbeda. Hasil yang diperoleh dari akuarium 4 (P4) dengan pemberian pakan sebanyak 4 kali dalam sehari dan akuarium 3 (P3) dengan pemberian pakan ikan sebanyak 3 kali dalam sehari memiliki kelangsungan hidup yang rendah.

Kata Kunci: Ikan Mas Koki, Parameter, Kualitas Air, Kelangsungan Hidup Ikan

I. PENDAHULUAN

Dalam dunia perikanan, hudi daya merupakan salah satu usaha yang dapat dikembangkan untuk meningkatkan jumlah produksi benih ikan maupun eningkatkan hasil panen peternak ikan untuk mengambil keuntungan pada komoditas ikan mas koki di pasar. Untuk meningkatkan produksi ikan mas koki, maka diperlukan budi daya secara intensif. Salah satu upaya dalam peningkatan produksi secara intensif tersebut, dapat dilakukan dalam pemberian pakan ikan yang tepat dan kualitas air [1]. Seiring meningkatnya intensitas pakan ikan meningkat juga nilai kekeruhan dan nilai pH air pada akuarium, hal ini disebabkan

karena adanya sisa pakan ikan yang tidak dapat dioptimalkan oleh ikan maupun sisa kotoran dari ikan tersebut. Nilai pH air dan kualitas air mempengaruhi metabolisme ikan [2].

pH air pada air aquarium terbilang cukup penting dalam ekosistem perawatan ikan hias maupun budi daya ikan hias. Nilai pH air pada aquarium memiliki pengaruh untuk metabolisme ikan tersebut, seperti kandungan amonia, H₂S, dan zat logam berat pada ikan [3]. Terdapat beberapa faktor yang dapat menyebabkan perubahan pH pada air aquarium seperti feses ikan hingga sisa pakan ikan [4]. Selain pH air, tingkat kekeruhan air aquarium juga merupakan salah satu peranan atau faktor penting dalam pemeliharaan atau budi daya ikan hias pada aquarium. Kekeruhan air merupakan salah satu penyebab kematian telur ikan dalam budi daya ikan. Faktor tersebut disebabkan karena menghalangi pembuangan sisa metabolisme dan menghalangi pertukaran oksigen [5].

Akan tetapi hingga saat ini pemantauan kualitas air pada akuarium budi daya ikan hias masih dilakukan dengan cara manual dengan pemantauan langsung secara berkala. Beberapa peternak budi daya ikan hias maupun kalangan individu yang memiliki hobi ikan hias, terkadang masih terdapat kendala ketika ingin berpergian jauh dengan jangka waktu yang lama, akan menimbulkan kekhawatiran pada perawatan kualitas air di akuarium. Maka sistem monitoring kualitas air, meliputi pH air dan kekeruhan air pada akuarium diharapkan membantu para peternak budi daya ikan hias dan kalangan individu yang memiliki hobi memelihara ikan hias untuk dapat memantau kualitas air akuarium secara otomatis. Dengan menggunakan sensor pH dan sensor turbidity sebagai sensor yang berfungsi memonitor dan mengambil nilai kadar pH dan nilai kadar kekeruhan. Hasil dari data tersebut akan diolah oleh arduino mega 2560 dan akan ditampilkan pada layar LCD 16x2 dan pada komputer menggunakan excel yang dihubungkan oleh aplikasi parallax dan data tersebut dapat disimpan dalam micro SD card secara otomatis.

II. LANDASAN TEORI

A. Ikan Mas Koki (*Goldfish Carassius Auratus*)

Ikan mas koki (*Goldfish Carassius Auratus*) merupakan salah satu jenis ikan yang sangat digemari sampai saat ini di pasaran dengan nilai jual yang cukup mahal dan harganya yang relatif stabil [6]. Ikan mas koki selain untuk dikembang biakan dan diperjual belikan di pasar dalam skala besar dan menjadi mata pencaharian. Namun ikan ini dapat dibesarkan sebagai ikan hias aquarium di rumah untuk media penyaluran hobi dan dinikmati keindahannya [7]. Terdapat beberapa parameter yang perlu diperhatikan dalam pemeliharaan ikan mas koki sebagai ikan hias aquarium di rumah, seperti suhu, pH air dan kekeruhan air, selain itu pakan dan nutrisi ikan pun cukup berpengaruh dalam proses pemeliharaan ikan hias ini. Air merupakan tempat hidup bagi organisme perairan yang harus memenuhi beberapa faktor, salah satunya yaitu biologi, air merupakan media untuk kegiatan biologi dalam pembentukan dan penguraian bahan-bahan organik [6].

B. pH dan Sensor pH

pH air merupakan salah satu faktor yang perlu diperhatikan dalam pemeliharaan ikan hias aquarium, karena air aquarium merupakan ekosistem suatu ikan. Beberapa hal yang dapat merubah pH air seperti terdapat sisa pakan ikan didalam air maupun kotoran ikan yang terurai menjadi amonia [3]. Sensor pH pada alat ini berfungsi untuk mengukur kadar nilai pH (keasaman atau basa) pada suatu cairan. Pada sensor pH terdapat sebuah bagian elektroda (*probe* pengukur) yang terhubung ke sebuah alat elektronik yang mengukur dan menampilkan nilai pH [7].

C. Kekeruhan Air dan Sensor Turbidity

Pada dasarnya air aquarium merupakan habitat ikan hias yang penting untuk diperhatikan untuk menjaga kestabilan lingkungan hidup ikan tersebut. Pada umumnya ikan dikelompokkan berdasarkan habitat air dingin berkisar dibawah 20°C dan air hangat diatas 20°C [8]. Ikan yang lebih besar memiliki tingkat toleransi kekeruhan cukup tinggi [8]. Prinsip kerja sensor turbidity atau kekeruhan air melibatkan nilai pengukuran intensitas cahaya dengan partikel tersuspensi dalam suatu sampel cairan. Dari interaksi antara cahaya dengan partikel tersuspensi tersebut mempengaruhi dalam dua cara, yaitu hamburan dan penyerapan [9].

D. Arduino Mega 2560

Arduino adalah sistem punarupa elektronika (electronic prototyping platform) berbasis *open-source* yang fleksibel dan mudah digunakan baik dari sisi perangkat keras maupun perangkat. Arduino Mega 2560 merupakan komponen board arduino dengan menggunakan IC Mikrokontroler 2560. Board ini memiliki pin I/O yang terbilang cukup banyak, yaitu 54 digital input/output. Arduino Mega 2560 dilengkapi dengan koneksi

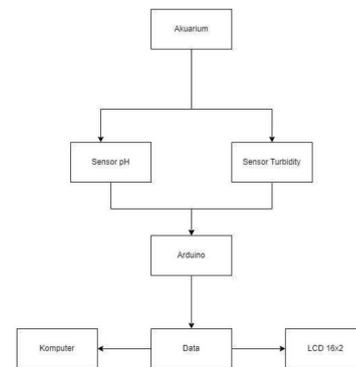
port USB, header ICSP, adaptor listrik, kristal 16Mhz, dan tombol reset [10].

E. LCD

LCD merupakan salah satu jenis perangkat atau media yang menggunakan liquid crystal untuk display atau layar utama. LCD mudah dan dapat ditemukan pada industri elektronik, beberapa produk yang menggunakan LCD, yaitu seperti televisi, monitor komputer, dan lain-lain. LCD pada penelitian ini digunakan sebagai display untuk menampilkan data yang telah diolah oleh mikrokontroler [11].

III. METODE

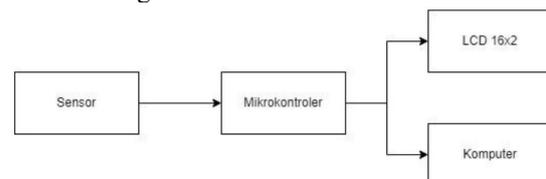
A. Blok Diagram Alat Sistem



Gambar 1 Blok Diagram Alur Sistem

Blok diagram alur sistem berfungsi untuk pemeliharaan ikan hias pada penelitian ini berdasarkan dengan dua fungsi utama, peningkatan pH air pada akuarium. Agar alat dapat berfungsi dengan parameter tersebut dan sesuai dengan ketentuan, maka diperlukan dua sensor utama, yaitu sensor pH, dan sensor turbidity. Pada sistem juga erdapat mikrokontroler bertugas untuk mengelola data ke sistem agar data dapat ditampilkan pada LCD dan disimpan pada micor SD card secara otomatis berdasarkan parameter yang telah ditetapkan. Selain itu data dapat ditampilkan secara *Real Time* pada komputer dengan menggunakan excel dan dihubungkan dengan *software* Parallax sebagai *third party*, yang berperan untuk menghubungkan data arduino dengan data excel pada komputer.

B. Perancangan Sistem Instrumen

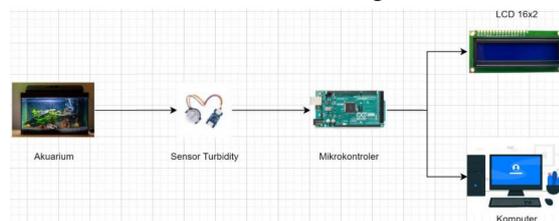


Gambar 2 Loop Terbuka Sistem Monitoring

Pembuatan dan perancangan sistem monitoring ini berfungsi untuk mendeteksi parameter-parameter yang sudah ditentukan, seperti pH air dan

kekeruhan air pada akuarium. Gambar 2 merupakan komponen-komponen yang terdapat pada sistem ini. Pada bagian pertama terdapat sensor yang berfungsi untuk mengambil input parameter pada air di akuarium. Selanjutnya, nilai parameter yang telah didapatkan oleh sensor dilanjutkan ke bagian mikrokontroler dan data tersebut ditampilkan melalui LCD 16x2 yang terdapat pada bagian atas alat (*Hardware*) dan dapat ditampilkan pada komputer dengan menggunakan excel dan aplikasi, seperti Parallax (membantu proses pemindahan data dari arduino ke komputer exce). Selain itu data tersebut dapat disimpan di kartu micro SD secara otomatis selama alat tersebut dalam kondisi menyala (*stand by*).

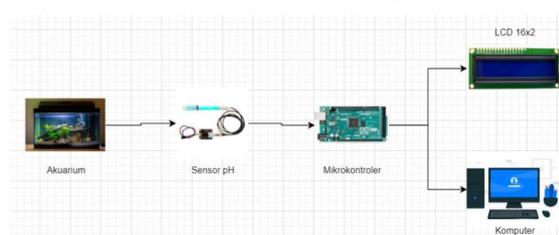
C. Skema Alur Sistem Monitoring Kekeuhan Air



Gambar 3 Alur Sistem Monitoring Kekeuhan Air

Gambar 3 merupakan sistem monitoring kekeruhan air pada akuarium. Sensor turbidity akan mengambil nilai kekeruhan air akuarium, lalu, nilai input tersebut diteruskan ke mikrkontroler agar nilai dapat diolah, sehingga hasil dapat ditampilkan pada LCD 16x2 dan hasil *output* data tersebut dapat ditampilkan pada excel dan data tersebut dapat disimpan pada kartu micro SD secara otomatis.

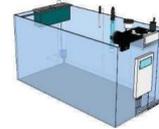
D. Skema Alur Sistem Monitoring pH air



Gambar 4 Alur Sistem Monitoring pH Air

Gambar 4 merupakan alur dari sistem monitoring pH air. Sensor pH akan mendeteksi kadar pH air akuarium. Nilai yang telah diambil oleh sensor pH akan diteruskan ke mikrokontroler untuk diolah agar data dapat ditampilkan pada LCD 16x2 dan data dapat ditampilkan pada komputer dengan menggunakan excel dan aplikasi bantu Parallax sebagai third party untuk dapat menghubungkan data arduino dengan microsoft excel pada komputer. Selain itu, data tersebut dapat disimpan pada kartu micro SD secara otomatis dengan varian waktu yang dapat diatur oleh pengguna.

E. Rancangan Alat Perangkat Keras



Gambar 5 Tampak Samping Akuarium dengan Komponen Pendukung

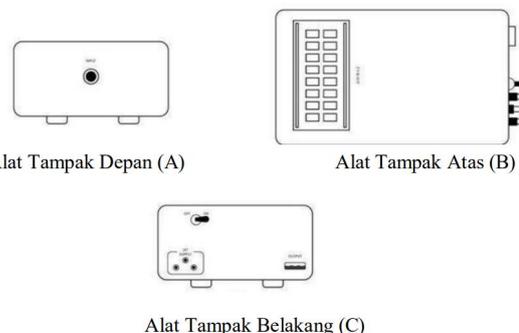


Gambar 6 Akuarium dengan Komponen Pendukung

Gambar 6 menampilkan perangkat keras alat yang akan dibuat, meliputi sensor-sensor yang digunakan hingga sebuah aquarium. Untuk detail komponen dapat dilihat pada Tabl 1.

Tabel 1 Detail Komponen-Komponen pada Akuarium

Komponen	Keterangan
Kotak utama alat	Tempat utama arduino atau mikrokontroler dan sistem
Sensor pH	Pendeteksi nilai kadar pH air akuarium
Sensor turbidity	Pendeteksi kekeruhan air akuarium



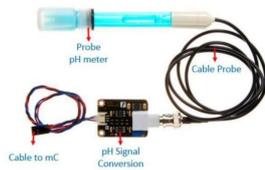
Gambar 7 Rancangan Alat Perangkat Keras

Pada bagian atas alat terdapat LCD 16x2 untuk menampilkan data-data, seperti pH air dan tingkat kekeruhan air akuarium. Pada bagian belakang alat terdapat beberapa port, yaitu tombol on/off yang berfungsi untuk menyalakan atau mematikan alat tersebut, port *output* yang berguna untuk menghubungkan alat ke komputer agar dapat mengirimkan data dan pengambilan data untuk dilakukan analisis di komputer, dan port untuk sumber daya. Pada bagian input, terdiri dari beberapa input, yaitu beberapa sensor untuk pengambilan data-data yang diperlukan, yaitu sensor pH dan sensor turbidity.

F. Spesifikasi alat

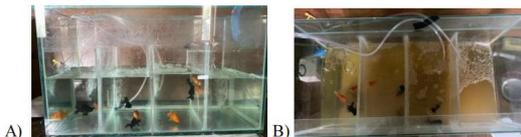


Spesifikasi untuk sensor turbidity adalah memiliki tegangan operasional sebesar 5VDC, respon kurang dari 500mS, dapat bertahan dengan rentang suhu 5°C hingga 90°C dengan *output* analog sebesar 0V hingga 4,5V. *Output* yang ideal untuk kalibrasi adalah tegangan setelah uji coba sebesar 4,2V.



Spesifikasi untuk sensor pH adalah memiliki regulator tegangan on-board yang dapat mendukung tegangan kerja sebesar 5V, dilengkapi dengan sinyal output untuk meminimalisir jitter, menggunakan konektor gravity dan BNC *plug and play*, dan memiliki rentang pengukuran mulai dari 0pH hingga 14pH dengan sumber tegangan catu daya sebesar 5VDC.

IV. HASIL



Gambar 10 Akuarium Kondisi Awal (A) Akuarium Kondisi Akhir (B)

Pada penelitian ini menggunakan 4 akuarium yang berisikan 3 ekor ikan mas koki di tiap masing-masing akuarium tersebut dan diberikan perlakuan yang berbeda-beda, selain itu akuarium tersebut dilengkapi oleh selang aerator yang berfungsi memberikan oksigen untuk masing-masing akuarium menggunakan selang.

Ketentuan perlakuan pemberian pakan ikan:

1. Akuarium 1, Perlakuan 1 (P1) = Pemberian pakan ikan sebanyak 1 kali dalam sehari.
2. Akuarium 2, Perlakuan 2 (P2) = Pemberian pakan ikan sebanyak 2 kali dalam sehari.
3. Akuarium 3, Perlakuan 3 (P3) = Pemberian pakan ikan sebanyak 3 kali dalam sehari.

4. Akuarium 4, Perlakuan 4 (P4) = Pemberian pakan ikan sebanyak 4 kali dalam sehari.

Sebelum melakukan penelitian, diperlukan melakukan kalibrasi pada sensor untuk memastikan tingkat akurasi yang ditunjukkan pada alat instrumen dengan cara membandingkan hasil dari nilai tersebut dengan alat ukur standart yang telah dibuat oleh perusahaan dengan standart internasional. Berikut hasil kalibrasi sensor pH dan sensor turbidity:

Tabel 2 Kalibrasi Sensor pH

pH buffer	pH Meter	pH Sensor	Error	Presentase Error (%)
4,01	4,52	4,62	0,0216	2,16%
6,86	7,58	7,63	0,0065	0,65%
9,18	9,74	9,5	0,0252	2,52%
Rata-rata Error : 1,77%				

Tabel 3 Kalibrasi Sensor Turbidity

No	TDS Meter (mg/L)	Sensor Turbidity (mg/L)	Error	Presentase Error (%)
1	235	234	0,00427	0,427%
2	224	222	0,009	0,9%
3	510	507	0,0059	0,59%
Rata-rata Error : 0,64%				

Setelah melakukan kalibrasi, maka dapat melakukan penelitian. Pada penelitian ini meneliti mengenai kualitas air dan kelangsungan hidup. Kualitas air bertujuan untuk mengetahui nilai ambang batas kekeruhan air ruang lingkup hidup (akuarium) yang dapat ditoleransi oleh ikan mas koki. Monitoring kualitas air ini berdasarkan dua parameter yang digunakan, yaitu pH air dan kekeruhan air.

Berikut hasil pengukuran kualitas air:

Tabel 4 Hasil Pengukuran Kualitas Air

Hari K-	P1 (1x)		P2 (2x)		P3 (3x)		P4 (4x)	
	TDS	pH	TDS	pH	TDS	pH	TDS	pH
1	253	9,18	253	9	249	9,02	257	9,02
2	257	9,18	258	9,02	252	9,02	259	8,93
3	260	9,02	285	8,94	287	8,66	293	8,7
4	284	8,93	290	8,7	348	8,57	366	8,75
5	290	8,84	310	8,57	430	8,4	439	8,45
6	309	8,75	418	8,4	517	8,39	595	8,35
7	345	8,75	505	8,39	595	8,3	687	8,34
	Δ TDS = 92 mg/L		Δ TDS = 252 mg/L		Δ TDS = 346 mg/L		Δ TDS = 430 mg/L	
	Δ pH = -0,43 pH		Δ pH = -0,61 pH		Δ pH = -0,72 pH		Δ pH = -0,68 pH	

Tabel 4 merupakan hasil data yang didapatkan selama 7 hari dengan spesifikasi setiap akuarium (P1. P2. P3, dan P4) berisikan 3 ekor ikan mas koki (Goldfish *Carassius Auratus*) yang berumur berkisar 1 bulan hingga 3 bulan dan masing-masing dilengkapi oleh aerator oksigen yang memiliki empat *output* yang 43 disalurkan.

Dikarenakan ikan mas koki memiliki nilai pH yang ideal berkisar 6,5 pH hingga 9 pH dan memiliki nilai toleransi kekeruhan air dengan batas atas 1000 mg/L, maka perlu dibuktikan kelayakan kualitas air pada percobaan ini dengan pengamatan dan

perhitungan kelangsungan hidup ikan mas koki. Berikut grafik dari hasil penelitian kelangsungan hidup ikan:



Gambar 11 Grafik Data Hasil Perhitungan Kelangsungan Hidup Ikan

Dari Gambar 11, dapat dilihat bahwa dalam akuarium 4 (P4) dengan pemberian pakan ikan sebanyak 4 kali dalam sehari dan terdapat 3 ekor ikan, memiliki presentase 0% kelulusan kelangsungan hidup. Pada akuarium 3 (P3) dengan pemberian pakan ikan sebanyak 3 kali dalam sehari, terdapat 3 ekor ikaan dan hanya 2 ekor ikan yang bertahan hingga akhir percobaan, 1 ekor ikan mati di hari ke-7 dengan presentase kelulusan kelangsungan hidup sebesar 66,66%. Sedangkan, pada akuarium 1 (P1) dan akuarium 2 (P2) memiliki tingkat keberhasilan kelangsungan hidup sebesar 100%. Dari data tersebut dapat membuktikan bahwa makanan yang berlebih memiliki dampak yang buruk pada lingkungan hidup ikan mas koki yang berkisar umur 1 hingga 3 bulan. Kematian ikan-ikan mas koki tersebut diakibatkan karena tidak mampu menghabiskan makanan yang berlebih, sehingga pakan ikan yang berlebih tersebut terurai oleh air akuarium dan mencemari lingkungan hidup ikan, sehingga mengakibatkan meningkatnya nilai kekeruhan air yang tidak dapat ditoleransi oleh ikan mas koki yang berkisar umur 1 hingga 3 bulan, hal tersebut terbukti pada nilai kekeruhan air pada akuarium 4 (P4) dan akuarium 3 (P3) dengan nilai kekeruhan air 687 mg/L dan 595 mg/L. Hasil pengukuran parameter pH dalam penelitian ini diperoleh nilai pH antara 8,3 pH hingga 9 pH, kondisi pH air pada akuarium percobaan ini masih baik untuk ikan mas koki, walaupun nilai pH yang ideal berkisar 6,5 pH hingga 7,5 pH. Namun, nilai pH tersebut dapat ditoleransi oleh ikan mas koki, hal tersebut terbukti pada akuarium 1 (P1) dengan kelulusan 48 hidup sebesar 100%, akuarium 2 (P2) dengan kelulusan hidup sebesar 100%, dan akuarium 3 (P3) dengan kelulusan hidup sebesar 66,66%. Dari hasil pengukuran nilai kekeruhan air pada percobaan ini, didapatkan nilai yang bervariasi, dengan nilai 345 mg/L pada akuarium 1 (P1), nilai kekeruhan air pada akuarium 2 (P2) dengan nilai 505 mg/L, nilai kekeruhan sebesar 595 mg/L pada akuarium 3 (P3) dan akuarium 4 (P4) memiliki nilai kekeruhan air

sebesar 687 mg/L. Meskipun batas atas kekeruhan air untuk ikan 1000 mg/L, tetapi nilai tersebut tidak dapat ditoleransi oleh ikan mas koki yang berkisar umu 1 hingga 3 bulan yang dibuktikan oleh akuarium 4 (P4) dengan nilai keberhasilan kelangsungan hidup sebesar 0% dan akuarium 3 (P3) dengan nilai kelulusan kelangsungan hidup sebesar 66,66%.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Alat ini layak digunakan dan dapat berfungsi untuk memonitor nilai pH air dan nilai kekeruhan air oada akuarium.
2. Bahwa faktor yang sangat mempengaruhi kekeruhan air yaitu sisa pakan ikan yang terurai oleh air dan seiring meningkatnya pemberian pakan maka meningkat juga nilai kekeruhan air pada lingkungan hidup ikan tersebut.
3. Ikan mas koki (*Goldfish Carassius Auratus*) yang berumur berkisar 1 bulan hingga 3 bulan tidak dapat mentoleransi nilai kekeruhan air berkisar 595 mg/L hingga 687 mg/L, yang dibuktikan oleh akuarium 3 (P3) dan akuarium 4 (P4) dengan kelulusan kelangsungan hidup sebesar 66,66% dan 0%.

VI. DAFTAR PUSTAKA

1. Yenni Sri Mulyani, Yulisman, Mirna Fitriani. 2014. PERTUMBUHAN DAN EFISIENSI PAKAN IKAN NILAI (*Oreochromis niloticus*) YANG DIPUASAKAN SECARA PERIODIK
2. Elisabeth Rajagukguk. 2018. PENGARUH WAKTU PEMBERIAN PAKAN TERHADAP PERTUMBUHAN DAN KELULUSAN HIDUP IKAN NILA MERAH (*Oreochromis niloticus*) DEGAN SISTEM SIRKULASI.
3. M. Fazil, S. Adhar, dan R. Ezraneti. 2017. Efektivitas penggunaan ijuk, jerami padi, dan ampas tebu sebagai filter air pada pemeliharaan ikan mas koki (*Carassius Auratus*). *Acta Aquat, Aquat. Science, Journal*. Volume 4, No. 1.
4. K. Robertson, M.J., Scruton, D.A., Gregory, and R.S., Clarke, *Effect of Suspended Sediment Freshwater Fish and Fish Habitat. Can. Tech. Rep. Fish Aquat*.
5. Andri Iskandar, Diana Amalia, Harjuna Setiawan Aji, Andri Hendriana, dan Giri Maruto Darmawangsa. 2021. Optimalisasi Pembenihan Ikan Koi (*Cyprinus Rubrofusculus*) di Mina Karya Koi, Sleman, Yogyakarta. *SIGANUS : Journal of Fishing and Marine Science*, Volume 3. No. 1.
6. Hamilton. The Zero Point of pH Sensor.

Diakses pada 22 Januari 2024 dari <https://www.hamiltoncompany.com/process-analytics/ph-and-orp-knowledge/ph-probe-operation-principles/zero-point>.

7. In-Situ Inc. Support (2022). Diakses pada 14 Januari 2024 dari <https://in-situ.com/us/faq/water-quality-information/ph-faqs/how-do-ph-sensors-work>.
8. Anonim. Turbidity : *Description; Impact on Water Quality, Source Measures. Minnesolta Pollut. Control Agency.*
9. Helen (2023). Diakses pada 14 Januari 2024 dari <https://www.renkeer.com/what-and-how-choose-turbidity-sensor/>.
10. Muhammad Nasir, Novia Natasya. 2020. SISTEM MONITORING AKUARIUM BERBASIS MIKROKONTROLER DAN *DJANGO WEB FRAMEWORK*.
11. Lucky Aggazi Subagyo, Bambang Suprianto. 2017. SISTEM MONITORING ARUS TIDAK SETIMBANG 3 FASA BERBASIS ARDUINO UNO.