
RANCANG BANGUN ALAT FILTRASI DAN STERILISASI ULTRAVIOLET DENGAN SISTEM KONTROL OTOMATIS BERBASIS ARDUINO

Oleh

Marsono¹, I Ketut Daging², Eddy Mustono³, Ade Hermawan⁴, Eddy Sugriwa Husen⁵, Miftah Fauzi Herdiansyah⁶

1,2,3,4,5,6. Politeknik Ahli Usaha Perikanan

E-mail: [4adeh2909@gmail.com](mailto:adeh2909@gmail.com)

Article History:

Received: 09-04-2023

Revised: 17-05-2023

Accepted: 18-06-2023

Keywords:

Filtrasi, Sterilisai, Sinar UV-C, Kontrol Otomatis

Abstract: Rancang Bangun Alat Filtrasi Dan Sterilisasi Ultraviolet Dengan Sistem Kontrol Otomatis Berbasis Arduino. Usaha budidaya ikan sangat berpotensi untuk berkembang. Beberapa Masyarakat telah melakukan usaha budidaya sebagai usaha untuk meningkatkan kesejahteraan. Proses filtrasi air pada kolam budidaya merupakan hal terpenting karena kualitas air kolam budidaya merupakan penentu keberhasilan dalam pembudidayaan ikan. Data menunjukkan bahwa banyaknya ikan dalam satu kolam mati akibat kualitas air yang buruk sehingga menyebabkan kurang optimalnya laba pendapatan bagi pembudidaya. Oleh karena itu, untuk mengatasi permasalahan tersebut, Solusi tepat guna yang ditawarkan yaitu alat filtrasi dan sterilisasi ultraviolet yang dilengkapi sistem kontrol otomatis berbasis arduino. Alat filtrasi air kolam modern yang didesain khusus untuk mengoptimalkan proses filtrasi air, keunggulan sistem filtrasi ini mampu menjaga derajat keasaman (pH), dan kecerahan air serta dapat menurunkan kadar amoniak (NH₃) dan total bakteri dalam air

Tujuan dibuatnya karya ilmiah ini yaitu untuk mengetahui cara merancang, membuat, mengoperasikan dan merawat serta mensosialisasikan alat filtrasi dan sterilisasi ultraviolet untuk pengoptimalan proses filtrasi air kolam budidaya pada kelompok pembudidaya. Penerapan teknologi ini meliputi proses studi literatur, perancangan dan pembuatan alat berdasarkan kajian pustaka. Dengan menggunakan alat filtrasi dan sterilisasi ultraviolet dengan sistem kontrol otomatis berbasis arduino diharapkan mampu meningkatkan kualitas, hasil panen, dan kesejahteraan para pembudidaya ikan.

PENDAHULUAN

Kemampuan pembudidaya ikan yang masih menerapkan sistem tradisional atau konvensional merupakan salah satu kendala dalam rangka meningkatkan produktivitas budidaya ikan karena dengan sistem seperti itu salah satunya kurang menjaga kualitas air, padahal kualitas air menjadi faktor yang paling mendukung dalam perkembangan ikan.

Tetapi tidak hanya pembudidaya ikan tradisional atau konvensional saja yang kurang memperhatikan kualitas air, pada pembudidaya intensif juga terdapat masalah yang sama. Budidaya ikan secara intensif lebih efisien dalam memproduksi ikan, namun tidak terlepas dari limbah. Ikan mengeluarkan limbah dari sisa pakan dan metabolisme yang banyak mengandung amoniak. Ikan mengeluarkan 80-90% amoniak melalui proses osmoregulasi, feses dan dari urin. Peningkatan padat tebar dan lama waktu pemeliharaan akan diikuti dengan peningkatan kadar amoniak dalam air. Amoniak yang tidak teroksidasi oleh bakteri dalam waktu terus-menerus dengan jangka waktu yang lama akan bersifat racun. Tingginya konsentrasi amoniak dapat menyebabkan kerusakan pada insang, ikan mudah terserang penyakit dan menghambat laju pertumbuhan.

Oleh sebab itu, dibutuhkan sebuah inovasi pengendali kualitas air kolam budidaya yaitu dengan membuat alat filtrasi dan sterilisasi ultraviolet yang dilengkapi sistem kontrol otomatis dengan indikator suhu berbasis arduino. Solusi tepat guna untuk mengatasi permasalahan pembudidaya, sistem ini didesain khusus untuk mensterilkan dan menjernihkan air kolam budidaya menggunakan teknologi filtrasi dengan gabungan teknik sistem filtrasi fisika, kimia, dan biologi.

Alat bantu ini bertujuan untuk mempermudah sistem produksi budidaya ikan secara tepat, cepat, dan praktis. Keunggulan sistem filtrasi ini mampu menjaga derajat keasaman (pH), dan kecerahan air serta dapat menurunkan kadar amoniak (NH₃) dan total bakteri dalam air, diharapkan hadirnya alat ini dapat membantu pembudidaya ikan untuk meningkatkan produksi, sehingga keuntungan pembudidaya akan semakin meningkat.

LANDASAN TEORI

Dalam bidang budidaya perikanan kualitas air memiliki peranan penting karena seluruh siklus hidup biota yang dipelihara berada dalam air. Selain air harus jernih, bebas dari kuman, firus dan mikroorganisme, air yang dikhususkan untuk budidaya harus pula memperhatikan fisik dan kimia air tersebut. Sifat fisika dan kimia air untuk budidaya ikan air tawar yang harus diketahui yaitu suhu, pertukaran air, kedalaman, kecerahan, kandungan oksigen terlarut, derajat keasaman air serta logam berat.

Penyakit merupakan salah satu kendala dalam pengembangan usaha budidaya ikan dan dapat menyebabkan kerugian ekonomi bagi pembudidaya. Kualitas air yang buruk, pemberian pakan ikan yang berlebih dan kandungan bakteri, virus serta mikroorganisme pada air merupakan faktor penyebab timbulnya penyakit pada ikan. Dapat ditarik kesimpulan bahwa pembudidaya ikan Indonesia rata-rata masih meremehkan kualitas air. Padahal dengan menjaga kualitas air pembudidaya mampu menekan angka kematian pada ikan akibat air yang mengandung bakteri, kuman, virus serta mikroorganisme yang menyebabkan penyakit pada ikan, sehingga keuntungan pembudidaya akan semakin meningkat. Permasalahan ini dapat diatasi dengan menerapkan sistem resirkulasi dengan penambahan filter serta sinar UV-C untuk menyaring dan mensterilkan air dengan tujuan memperbaiki kualitas air agar bisa digunakan Kembali. Sistem resirkulasi adalah salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk menjaga kualitas air, dimana memanfaatkan kembali air yang sudah digunakan dengan cara memutar air secara terus-menerus sehingga sistem ini bersifat hemat air. Pemanfaatan sistem resirkulasi ini dapat menjaga kualitas air media

budidaya sehingga dapat menghasilkan pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup ikan yang tinggi. Kualitas air yang digunakan sebagai media budidaya memiliki nilai optimum standar yang diperbolehkan.

Table 1. Parameter kualitas air pada budidaya ikan air tawar SNI 7550: 2009

Jenis Parameter	Satuan	Kisaran
Oksigen Terlarut	mg/l	≥ 3
Suhu	°C	25 - 32
Kecerahan	cm	> 30
Salinitas	ppt	0 - 5
pH	-	6.5 - 8.5

Oksigen terlarut merupakan faktor yang penting dalam kehidupan ikan. Kandungan oksigen terlarut (DO) berkisar antara $6,2 \pm 7,1$ merupakan kandungan oksigen yang layak untuk pertumbuhan benih ikan air tawar, pada dasarnya konsentrasi oksigen yang terlarut 5 mg/L merupakan kandungan oksigen yang dianjurkan untuk pembudidaya. Apabila kandungan oksigen terlalu turun berkisar antara 3 ± 4 Mg/L ikan akan mengalami stress dan akan mengalami kematian. Kandungan oksigen di dalam air dianggap optimum bagi budidaya biota air adalah 4-10 ppm, tergantung jenisnya. Ikan mas dapat bertahan hidup pada konsentrasi DO minimum sebesar 2-5 mg/L. Bahwa kandungan DO kurang dari 1 mg/L dapat menyebabkan lethal atau kematian dalam beberapa jam. Suhu media menjadi faktor yang penting dalam pertumbuhan ikan karena suhu mempengaruhi kerja metabolisme, enzim pencernaan dan hormon pertumbuhan pada ikan, hal ini sesuai dengan pernyataan Berdasarkan penelitian yang berjudul "Pengaruh Kualitas Air Pada Ikan Nila", Suhu air kolam budidaya sangat mempengaruhi aktifitas dan nafsu makan ikan budidaya. Suhu optimum untuk ikan budidaya adalah 28-32°C. Di bawah suhu 25°C, aktifitas gerak dan nafsu makan ikan mulai menurun. Di bawah suhu 12°C, ikan akan mati kebingungan. Di atas 35°C, ikan budidaya akan mengalami stress dan kesulitan nafas karena konsumsi oksigen ikan meningkat, sedangkan daya larut oksigen di air menurun. Kecerahan pada kolam budidaya mempengaruhi kelangsungan hidup ikan. Kecerahan merupakan sifat optik yang terjadi akibat hamburan cahaya oleh partikel yang menyebar di dalam air membentuk koloid, yaitu cairan yang mempunyai partikel-partikel yang menyebar (melayang) serta terurai secara halus sekali dalam suatu medium disperse.

Filtrasi adalah proses pemisahan solid- liquid dengan cara melewatkan liquid melalui media berpori atau bahan - bahan berpori untuk menyisihkan atau menghilangkan butiran- butiran halus dari zat yang tersuspensi dari air.

Menjelaskan bahwa penyaringan merupakan proses pemisahan padatan yang terlarut dalam air. Media yang digunakan untuk bahan filter yang memiliki pori - pori yang berukuran sesuai dengan ukuran padatan yang akan disaring dan tahan lapuk.

Filtrasi diperlukan untuk penyempurnaan penurunan kadar kontaminan seperti bakteri, warna dan bau, sehingga diperoleh air bersih yang memenuhi standar kualitas air untuk budidaya ikan. Proses pengolahan kualitas air pada sistem resirkulasi dapat berupa filtrasi fisik, filtrasi kimia, dan filtrasi biologi. Filter dalam sistem ini berfungsi untuk menetralkan secara biologis senyawa amoniak dan zat toksik lainnya. Filter merupakan alat

yang dapat menahan partikel - partikel kecil sebelum masuk dalam kolam budidaya.

METODE PENELITIAN

Metode pembuatan rancang bangun alat filtrasi dan sterilisasi ultraviolet dengan sistem kontrol otomatis berbasis arduino, yang dilakukan yaitu perancangan alat, ujicoba alat dan analisis data.

Perancangan sistem menggunakan diagram alir untuk merancang perangkat keras dan perangkat otomatis serta perancangan desain menggunakan solidworks.

Ujicoba alat dengan menggunakan metode perbandingan parameter kualitas air, Pengukuran parameter fisik seperti DO (Dissolved Oxygen), suhu, kecerahan, salinitas dan pH dilakukan in situ (di lapangan) dengan menggunakan Quality water Checker dan pengukuran salinitas kolam budidaya dengan alat refraktometer. Sedangkan pengukuran parameter kimia dilakukan di laboratorium Balai Pengujian Kesehatan Ikan dan Lingkungan (BPIKL), Serang.

Secara rinci perlakuan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

P0 = Kolam tanpa Filtrasi dan Sterilisasi Ultraviolet

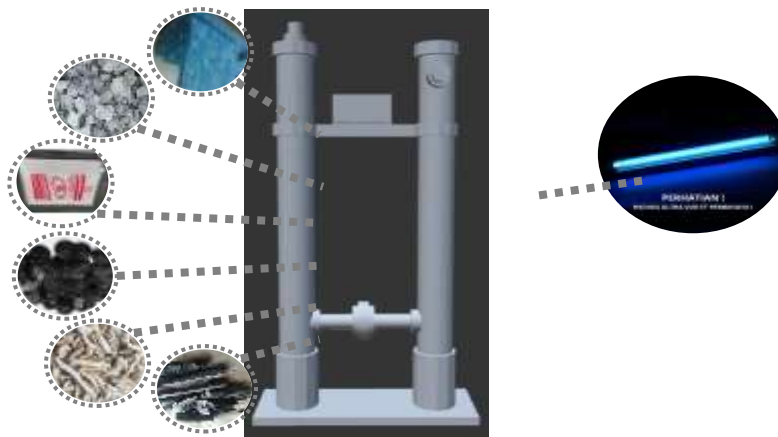
P1 = Kolam dengan Filtrasi dan Sterilisasi Ultraviolet

Data dari hasil pengukuran kualitas air kedua kolam budidaya tersebut kemudian dibandingkan dengan kriteria baku mutu kualitas air untuk budidaya yang tercantum dalam Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air setelah itu data dianalisis secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produk alat filtrasi dan sterilisasi ultraviolet dengan sistem kontrol otomatis berbasis arduino memiliki dua tahap yaitu perancangan perangkat keras (Hardware) dan perancangan perangkat lunak (Software).

Perangkat keras (Hardware) alat filtrasi dan sterilisasi air tambak dengan sistem kontrol otomatis berbasis arduino terdiri dari 2 buah chamber utama yang dimana pada chamber pertama diisi oleh bahan-bahan filtrasi seperti filter, matt kasar, batuan zeolit, filter matt halus, bioball, batuan karang, dan arang sebagai karbon aktif, sedangkan pada chamber kedua terdapat lampu ultraviolet dengan jenis sinar UV-C yang diperuntukan untuk pensterilan air tambak. Desain perangkat keras (Hardware) alat filtrasi dan sterilisasi air tambak dapat dilihat pada gambar



Gambar 1. Desain perangkat keras chamber utama

Perancangan perangkat lunak (software) otomatis alat filtrasi dan sterilisasi ultraviolet terdiri dari perangkat lunak arduino IDE sebagai perangkat lunak untuk program utama mikrokontroler arduino Atmega16. Program utama sistem menggunakan software Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C. Tahap pertama pemrograman dilakukan terhadap sistem pembacaan sensor. Setiap sensor memiliki library program yang berbeda dan memiliki kode program yang berbeda sesuai dengan program pabrik sensor. Sensor suhu diprogram untuk membaca data nilai parameter suhu air, kemudian diteruskan menuju mikrokontroler sebagai perangkat penerima dan pengolah data (receiver) dan dapat terbaca melalui tampilan di LCD.

```

//-----PROGRAM SENSOR-----
//-----SENSOR TDS METER-----
#include <EEPROM.h>
#include <Servo.h>
#include <Adafruit_PiD.h>
#include <GravityTDS.h>
float tdsValue = 0;
int data;

//-----SENSOR DS18B20-----
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
const float PTH_TEMPERATURE = 0;
DallasTemperature sensor (ds);

//-----SENSOR PH-----
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>
#include <SSM1306.h>
const int PTH_PH = A0;
float voltage = 0;
int phtval = 0;
float calibration_value = 21.54;
unsigned long int analog;
int buffer_arr[10], temp;

//-----SENSOR TURBIDITY-----
#include <Wire.h>
const int PTH_TTU = A3;
float vout;

//-----PROGRAM SENSOR-----
#include <Arduino.h>
float a,b,c,d;
int a;

void setup() {
  Wire.begin();
  Serial.begin(9600);
  ArduinoMega.begin(0x0000);
  pinMode (2,INPUT);
  pinMode (A0,INPUT);
  pinMode (A3,INPUT);
}

void loop() {
  //-----SENSOR TDS-----
  GravityTds.setPin(TdsSensorPin);
  GravityTds.begin(5.0);
  GravityTds.setAdcRange(1024);
  GravityTds.begin();

  //-----SENSOR PH-----
  GravityTds.setPin(TdsSensorPin);
  GravityTds.begin(5.0);
  GravityTds.setAdcRange(1024);
  GravityTds.begin();

  //-----SENSOR TURBIDITY-----
  int analog3 = analogRead (PTH_TTU);
  vout = 3 / 1024 * analog3;
  Serial.println(vout*2);
  float c = 100.00 - (vout2 / 3.58) * 100.00;
  Serial.println ("Turbidity:");
  Serial.println (c,F);
  Serial.println ("TTU");
}

```

Gambar 2. Program sensor menggunakan software arduino IDE

Hasil realisasi produk perancangan Alat Filtrasi dan Sterilisasi Ultraviolet Dengan Sistem Kontrol Otomatis Berbasis Arduino dapat dilihat pada gambar



Gambar 3. Visualisasi alat filtrasi dan sterilisasi ultraviolet



Gambar 4. Bahan – bahan pengisi chamber filtrasi dan steriisasi



Gambar 5. Setting alat filtrasi dan sterilisasi ultraviolet

Ujicoba alat dengan menggunakan metode perbandingan parameter kualitas air, Pengukuran parameter fisik seperti DO (*Dissolved Oxygen*), suhu, kecerahan, salinitas dan pH dilakukan in situ (di lapangan) dengan menggunakan Quality water Checker dan pengukuran salinitas kolam budidaya dengan alat refraktometer.

Hasil uji DO meter terhadap Oksigen Terlarut (DO) air pada kedua kolam dengan perlakuan yang berbeda.

Table 2. DO air pada kedua kolam dengan perlakuan yang berbeda

		Perlakuan	DO		DO Standar
Senin, 2 Mei 2022		P0	5,05		≥ 3 mg/L
		P1	5,05		≥ 3 mg/L
Senin, 9 Mei 2022		P0	4,83		≥ 3 mg/L
		P1	5,59		≥ 3 mg/L
Senin, 16 Mei 2022		P0	4,35		≥ 3 mg/L
		P1	6,43		≥ 3 mg/L
Senin, 23 Mei 2022		P0	4,04		≥ 3 mg/L
		P1	6,73		≥ 3 mg/L

Kisaran nilai DO selama pengamatan antara 5,05 - 6,73 mg/L, meningkatnya nilai DO setiap pengamatan pada kolam yang menggunakan alat filtrasi dan sterilisasi ultraviolet dikarenakan adanya sistem resirkulasi yaitu turunya air dari filter yang dihasilkan oleh mesin pompa yang dipasang pada kolam budidaya.

Hasil uji pH meter terhadap pH air pada kedua kolam dengan perlakuan yang berbeda.

Table 3. pH air pada kedua kolam dengan perlakuan yang berbeda

		Perlakuan	pH		pH Standar
Senin, 2 Mei 2022		P0	7,70		6,5-8,5
		P1	7,70		6,5-8,5
Senin, 9 Mei 2022		P0	8,99		6,5-8,5
		P1	7,75		6,5-8,5
Senin, 16 Mei 2022		P0	8,97		6,5-8,5
		P1	7,71		6,5-8,5
Senin, 23 Mei 2022		P0	8,95		6,5-8,5
		P1	7,64		6,5-8,5

Derajat keasaman (pH) yang diukur selama penelitian pada P0 cukup tinggi, nilai pH sangat penting sebagai parameter kualitas air karena ikan dan biota air lainnya hidup pada kisaran pH tertentu.

Hasil uji laboratorium terhadap kandungan amoniak pada kedua kolam dengan perlakuan yang berbeda.

Table 4. Kadar amoniak pada kedua kolam dengan perlakuan yang berbeda

		Perlakuan		Kadar Amoniak	
Senin, 23 Mei 2022		P0		3,362	
		P1		0,310	

P0 = Kolam tanpa Filtrasi dan Sterilisasi Ultraviolet P1 = Kolam dengan Filtrasi dan Sterilisasi Ultraviolet

Penentuan kadar amoniak dilakukan dengan metode spektrofotometer secara fenat (SNI 06-6989.30-2005) dengan panjang gelombang 640 nm.

Berdasarkan data yang telah diperoleh, maka dapat dihitung persentasi keefektifan penggunaan alat filtrasi dan sterilisasi ultraviolet terhadap perbandingan amoniak pada kolam tanpa alat filtrasi dan sterilisasi ultraviolet dengan kolam yang menggunakan alat filtrasi dan sterilisasi ultraviolet.

$$\begin{aligned}
 & \text{Persentase efektivitas pengurangan amoniak} \\
 & = \frac{\text{Jumlah Amoniak P0} - \text{Jumlah Amoniak P1}}{\text{Jumlah Amoniak P0}} \times 100\% \\
 & = \frac{3,362 - 0,310}{3,362} \times 100\% \\
 & = \frac{0,025}{3,362} \times 100\% \\
 & = 91\%
 \end{aligned}$$

Nilai kandungan amoniak pada saat penelitian dapat dilihat pada tabel 9 Pada umumnya, kandungan NH₃ 0,05-0,20 mg/L dapat menghambat pertumbuhan organisme akuatik. Apabila kandungan NH₃ lebih dari 0,2 mg/L, perairan bersifat toksik bagi beberapa jenis ikan (Sawyer dan McCarty, 1978). Tingkat daya racun amoniak (NH₃) pada air kolam bisa mematikan ikan pada batas 0,1-0,3 mg/l, sedang pada tingkat konsentrasi amoniak (NH₃) antara 0,6-2,0 mg/L hanya dapat meracuni ikan jika terjadi kontak yang berlangsung secara singkat (Daelami, 2001). Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kandungan amonia yang didapatkan selama penelitian cukup tinggi pada kolam budidaya yang tidak menggunakan alat filtrasi dan sterilisasi ultraviolet.

Hasil uji laboratorium terhadap kandungan bakteri total air pada kedua kolam dengan perlakuan yang berbeda.

Table 5 Bakteri total air pada kedua kolam dengan perlakuan yang berbeda

	Perlakuan	Bakteri Total (x10 ³ CFU/ml)
Senin, 23 Mei 2022	P0	96
	P1	24

Bakteri yang tinggi akan menyerang ikan yang dipelihara sehingga ikan lemah dan nafsu makan berkurang. Kondisi ini yang menyebabkan ikan banyak mengalami kematian.

Berdasarkan data yang telah diperoleh, maka dapat dihitung persentase keefektifan penggunaan alat filtrasi dan sterilisasi ultraviolet terhadap perbandingan bakteri pada kolam tanpa alat filtrasi dan sterilisasi ultraviolet dengan kolam yang menggunakan alat filtrasi dan sterilisasi ultraviolet.

Persentase efektivitas pengurangan bakteri

$$= \frac{\text{Jumlah Bakteri P0} - \text{Jumlah Bakteri P1}}{\text{Jumlah Bakteri P0}} \times 100\%$$

$$= \frac{96 - 24}{96} \times 100\%$$

$$= \frac{72}{96} \times 100\%$$

$$= 75\%$$

KESIMPULAN

Dari hasil uji coba yang dilakukan dilakukan terhadap kadar amoniak (NH₃) dan kandungan bakteri dalam air, dengan parameter pendukung kualitas air yang diamati meliputi DO (Dissolved Oxygen), suhu, kecerahan, salinitas dan pH air, menggunakan metode perbandingan antara kolam tanpa menggunakan filtrasi dan sterilisasi ultraviolet dengan kolam yang menggunakan filtrasi dan sterilisasi ultraviolet maka dapat disimpulkan bahwa hasil yang diperoleh kolam yang menggunakan filtrasi dan sterilisasi ultraviolet lebih baik dibandingkan dengan kolam tanpa menggunakan filtrasi dan sterilisasi ultraviolet.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan. Kanisius. Yogyakarta.
- [2] Shafrudin, D. Yuniarti., dan M. Setiawati. 2006. Pengaruh Kepadatan Benih Ikan Lele Dumbo (*Clarias sp*) terhadap Produksi pada Sistem Budidaya dengan Pengendalian Nitrogen melalui Penambahan Tepung Terigu. *Jurnal Akuakultur Indonesia* 5: 137-147.
- [3] Hastuti, S., dan Subandiyono. 2011. Performa Hematologis Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) dan Kualitas Air Media pada Sistem Budidaya dengan Penerapan Kolam Biofilter. *Jurnal Saintek Perikanan* 6: 1-5.
- [4] Koniyo, Y. (2020). Analisis Kualitas Air pada Lokasi Budidaya Ikan Air Tawar di Kecamatan Suwawa Tengah. *Jurnal Technopreneur (JTech)*, 8(1), 52-58.
- [5] Alifuddin, M., Y. Hadiroseyani dan I. Ohoiulun. 2003. Parasit pada Ikan Hias Air Tawar (Ikan Cupang, Gapi dan Rainbow). *Akuakultur*, 2 (2): 93-100.
- [6] Handajani H & Widodo W. 2010. Nutrisi Ikan. Malang: UMM Press.
- [7] Darmayanti, L. Yohanna L., dan Josua MTS. 2011. Pengaruh Penambahan Media pada Sumur Resapan Dalam Memperbaiki Kualitas Air Limbah Rumah Tangga. *Jurnal Sains dan Teknologi* 10: 61-66.
- [8] Fauzzia, M., Izza, R. dan Nyoman W. 2013. Penyisihan Amoniak dan Kekeruhan pada Sistem Resirkulasi Budidaya Kepiting dengan Teknologi Membran Biofilter. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri* 2: 155-161 hlm.
- [9] Prayogo, P., Rahardja, B. S., & Manan, A. (2012). Eksplorasi Bakteri Indigen pada Pembenuhan Ikan Lele Dumbo (*Clarias sp.*) Sistem Resirkulasi Tertutup [Exploration Of Indigen Bacteria From Catfish (*Clarias sp.*) Breeding On Closed Resirculation System]. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 4(2), 193-198.
- [10] Budiardi, T., M.A., Solehudin dan D. Wahjuningrum. 2008. Produksi Ikan Neon Tetra (*paracheirodon innesi*) Ukuran M dengan Padat Tebar 25, 50, 75 dan 100 ekor/liter dalam Sistem Resirkulasi. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 7(1): 19-24.
- [11] Sabrina, S., Ndobe, S., Tis'i, M., & Tobigo, D. T. (2018). Pertumbuhan Benih Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) Pada Media Biofilter Berbeda. *Jurnal Penyuluhan Perikanan Dan Kelautan*, 12(3), 215–224. <https://doi.org/10.33378/jppik.v12i3.111>
- [12] Jobling, M., 1993. Bioenergetics: Feed Intake and Energy Partitioning. In: *Fish Ecophysiology*. Eds., Rankin, J.C. and Jensen, F.B. Chapman & Hall, London, pp. 1–44.
- [13] Siegers, W. H., Prayitno, Y., & Sari, A. (2019). Pengaruh kualitas air terhadap pertumbuhan ikan nila nirwana (*Oreochromis sp.*) pada tambak payau. *The Journal of Fisheries Development*, 3(2), 95-104.
- [14] Fatah, Lukman Abdul dan Septian Habiansyah, "Alat Pendeteksi Kekeruhan Air Pada Toren Dengan Sensor LDR Dan Buzzer Berbasis AT Mega 8535", *Jurnal LPKIA*, 2014, p.2-6
- [15] Widyastuti, S., & Sari, A. S. (2011). Kinerja Pengolahan Air Bersih dengan Proses Filtrasi dalam Mereduksi Kesadahan. *WAKTU: Jurnal Teknik UNIPA*, 9(1), 43-54.
- [16] Alamsyah, S. (2006). Merakit sendiri alat penjernihan air untuk rumah tangga. Kawan Pustaka.
- [17] Asmadi, D. K. K., & Kasjono, H. S. (2011). teknologi pengolahan air minum, Yogyakarta.

- [18] Silaban, T. F., Santoso, dan Suparmono. 2012. Dalam Peningkatan Kerja Filter Air untuk Menurunkan Konsentrasi Amoniak pada Pemeliharaan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan, I (1): 47-56.
- [19] Alfian, A. R. 2013. Pengaruh Kepadatan yang Berbeda Terhadap Kelulushidupan dan Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) pada Sistem Resirkulasi Filter Bioball. Jurnal Manajemen dan Teknologi Budidaya. Vol (2) No (3): 86-93 hlm.
- [20] Adriansyah, A. and Hidyatama, O., 2013 Rancang Bangun Prototipe Elevator Menggunakan Microcontroller Arduino Atmega 328p. Jurnal Teknologi Elektro, 3
- [21] Amrizal, A. Munzir dan Elfrida. 2015. Pengaruh Penggunaan Bahan Filter Yang Berbeda Terhadap Kelangsungan Hidup Dan Pertumbuhan Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Bung Hatta Padang. Sumatera Barat.