JITE (Journal of Informatics and Telecommunication Engineering)

Available online <http://ojs.uma.ac.id/index.php/jite> DOI : 10.31289/jite.vxix.xxx

Received: 09 October 2020

Accepted: 13 January 2021

Published: 18 January 2021

Automation of Aquaponic Choy Sum and Nile Tilapia Using Arduino Microcontroller

Arif Widi Atmaja¹⁾, Daniel Rudiaman Sijabat¹⁾ & Febry Eka Purwiantono²⁾*

1) Program Studi Teknik Informatika, STIKI Malang, Indonesia

2) Program Studi Manajemen Informatika, STIKI Malang, Indonesia

*Corresponding Email: febry@stiki.ac.id

Abstrak

Berkurangnya lahan pertanian dan perikanan membuat omset pertanian khususnya budidaya sayur dan budidaya ikan menurun. Permintaan terhadap sayur sawi terus meningkat seiring bertambahnya jumlah penduduk dan kesadaran kebutuhan gizi. Dari permasalahan tersebut pada penelitian ini diusulkan sebuah sistem penggabungan di antara budidaya sayuran dan ikan yang disebut akuaponik. Penelitian ini bertujuan untuk membangun alat otomatisasi akuaponik untuk mempermudah pengontrolan budidaya ikan dan sayuran. Objek yang diambil pada penelitian ini yaitu ikan nila dan sayur sawi. Pada penelitian ini pengujian dilakukan pada akuarium dan pipa hidroponik untuk dilakukan pengontrolan nutrisi, kekeruhan air, cahaya, pH, pakan, dan suhu. Alat-alat utama yang digunakan untuk membangun otomatisasi ini antara lain Arduino ESP-32, GY-302 Ambient Light Intensity Sensor, DFRobot Gravity Analog pH Sensor, sensor suhu DS18B20, motor DC 3-6V DC R140, Relay Module6 Chanel 12V, Modul RTC DS130 dan SR04 Ultrasonic Sensor. Setelah proses pengujian sistem dapat disimpulkan bahwa alat ini dapat menunjang proses budidaya sayur sawi dan ikan nila dengan baik dan lebih memudahkan pembudidaya untuk memonitoring akuaponik.

Kata Kunci: Akuaponik, Arduino, Ikan Nila, Mikrokontroler, Sayur Sawi

Abstract

The reduction of agricultural and fishery land has made the turnover of agriculture, especially vegetable cultivation and fish cultivation, decrease. The demand for mustard greens continues to increase along with the increase in population and awareness of nutritional needs. From these problems, this research proposes an integrated system between vegetable and fish cultivation called aquaponics. This study aims to build an aquaponics automation tool to simplify the control of fish and vegetable cultivation. The objects that were taken in this study were Nile tilapia and choy sum. In this study, testing was carried out in an aquarium and hydroponic pipe to control nutrition, water turbidity, light, pH, feed, and temperature. The main tools used to build this automation include Arduino ESP-32, GY-302 Ambient Light Intensity Sensor, DFRobot Gravity Analog pH Sensor, DS18B20 temperature sensor, 3-6V DC R140 DC motor, Relay Module6 Chanel 12V, RTC Module. DS130 and SR04 Ultrasonic Sensor. After the system testing process, it can be concluded that this tool can support the process of cultivating Nile tilapia and choy sum properly and make it easier for farmers to monitor aquaponics.

Keywords: Aquaponic, Arduino, Nile Tilapia, Microcontroller, Choy Sum

How to Cite: Atmaja, A.W., Sijabat, D.R. & Purwiantono, F.E. (2021). Automation of Aquaponic Choy Sum and Nile Tilapia using Arduino Microcontroller. *JITE (Journal Of Informatics And Telecommunication Engineering)*. 4 (2): 301-309

I. PENDAHULUAN

Pertanian dan budidaya ikan termasuk sektor unggulan di Indonesia. Sektor ini mampu memberikan pendapatan yang cukup besar bagi perekonomian nasional. Pertanian dan budidaya ikan tidak hanya dikuasai oleh industri besar, tetapi dikelola juga oleh industri kecil dan menengah. Meskipun demikian, lahan pertanian dan perikanan pada masa ini semakin menyempit karena tingginya perluasan lahan untuk pembangunan industri pabrik dan bangunan-bangunan lain. Berkurangnya lahan pertanian dan perikanan

membuat omset pertanian khususnya budidaya sayur dan budidaya ikan menurun. Permintaan terhadap sayur sawi terus meningkat seiring bertambahnya jumlah penduduk dan kesadaran kebutuhan gizi. Disisi lain, hasil sawi belum mencukupi kebutuhan dan permintaan pasar karena semakin sempit nya lahan pertanian dan produktivitas tanaman sawi masih relatif rendah.

Dari permasalahan tersebut peneliti mengusulkan sebuah sistem penggabungan antara budidaya ikan dan sayuran disebut akuaponik. Sistem akuaponik dinilai lebih efektif untuk sistem pertanian sayur dan budidaya ikan industri kecil dan menengah karena modal yang dibutuhkan dan lahan lebih kecil. Menurut (Putra, Setiyanto & Wahyuningrum, 2011), tanaman sawi dan ikan nila mudah dibudidayakan dan banyak digemari oleh masyarakat local maupun mancanegara oleh sebab itu tanaman sawi dan ikan nila dipilih pada penelitian ini sebagai objek penelitian. Ikan nila memiliki keunggulan di antaranya mudah dibudidaya dan memiliki kelangsungan hidup tinggi, pertumbuhannya juga relatif cepat, serta tahan terhadap perubahan kondisi lingkungan (Monalisa & Minggawati, 2010). Selain itu ikan nila dapat hidup di perairan yang dalam dan luas maupun di kolam yang sempit dan dangkal.

Tanaman sawi bila ditinjau dari aspek ekonomis dan bisnisnya layak untuk dikembangkan atau diusahakan untuk memenuhi permintaan konsumen yang cukup tinggi serta adanya peluang pasar internasional yang cukup besar (Chung, Ahmad, Zamri & Rosenani, 2013). Pada penelitian ini ditambahkan sistem otomatis pengontrolan nutrisi, pH, kekeruhan air, cahaya, pakan, dan suplai air berbasis arduino ESP-32 agar pembudidaya dapat menghemat waktu dan tenaga, karena pembudidaya hanya perlu mengontrol air dan pakan melalui aplikasi blynk. Selain sebagai sistem otomatis yang menunjang budidaya akuaponik alat ini dapat mengirimkan data yang terbaca oleh sensor kepada pembudidaya melalui aplikasi android yang dibuat menggunakan blynk sehingga diharapkan ke depannya akan memudahkan pembudidaya mengontrol sistem akuaponik.

Sistem kontrol yang akan dikembangkan menggunakan beberapa komponen, yaitu arduino ESP-32 berfungsi sebagai mikrokontroler untuk menerima dan mengirim data dari sensor ataupun aplikasi android, sensor pH untuk mengukur pH kolam, sensor suhu untuk mengukur suhu kolam, sensor kekeruhan air untuk mengukur kekeruhan air, sensor cahaya untuk menyalakan lampu otomatis jika kurang pencahayaan pada sayuran sawi, TDS meter untuk mengukur kandungan nutrisi di bak penampungan, dan sensor jarak untuk mengukur persediaan pakan ikan diimplementasikan pada alat ini untuk memudahkan budidaya sayuran sawi dan ikan nila pada sistem akuaponik.

II. STUDI PUSTAKA

Pada penelitian sebelumnya (Handayani, 2018), sistem akuaponik masih dilakukan secara manual dan memakan banyak tenaga untuk mengontrol sistem tersebut, oleh karena itu pada penelitian ini diaplikasikan Arduino ESP-32 dan Blynk untuk mempermudah budidaya ikan nila dan sayur sawi pada sistem akuaponik. Akuaponik sendiri merupakan sebuah sistem tanam hybrid gabungan antara sistem hidroponik yang fokus membudidayakan tanaman dan sistem akuakultur yang membudidayakan ikan (Mulqan, Afdhal, Rahimi & Dewiyanti, 2017). Tujuan sistem ini adalah mendapatkan hasil yang optimal pada lahan yang sempit dan menghasilkan 2 produk dalam sekali pembudidayaan. Sistem akuaponik yang digunakan pada penelitian ini adalah sistem akuaponik *NFT (Nutrient Film Technique)* yang menggunakan pipa horizontal (Sastro, 2015) dan memanfaatkan aliran air sebagai penyalur nutrisi sehingga tidak diperlukan adanya penyiraman berkala (Helmy, Nursyahid, Setyawan & Hasan, 2016).

Dengan sistem aquaponik, air akan dimanfaatkan secara terus menerus dari pemeliharaan ikan ke tanaman dan sebaliknya dari tanaman ke kolam ikan (Anjani. Kusdarwati & Sudarno, 2019). Air dialirkan dengan ketinggian kurang lebih sekitar 4-6 cm sehingga akan memudahkan tanaman untuk menyerap nutrisi yang berada dalam air. Pada penelitian ini diaplikasikan beberapa sensor yang terangkai pada sebuah alat yang dapat mengirimkan data dan mengontrol sistem akuaponik disebut ESP32 (Widja, 2018), sehingga diharapkan dapat memudahkan proses budidaya ikan nila dan sayur sawi pada sistem akuaponik tersebut.

Sedangkan untuk aplikasi yang digunakan adalah Blynk. Blynk adalah sebuah aplikasi yang dapat digunakan untuk mengontrol mikrokontroler dengan jaringan internet (Aini, Rahardja, Madiistriyatno & Fuad, 2018). Aplikasi yang disediakan oleh blynk masih butuh didesain sesuai dengan kebutuhan. Penggunaan aplikasi blynk pada penelitian ini lebih mudah karena dapat diunduh gratis pada smartphone dan desain interface nya lebih mudah disusun.

III. METODE PENELITIAN

A. Perancangan Akuaponik

Perancangan akuaponik seperti pada umumnya terdapat kolam sebagai media pembudidayaan ikan nila yang nantinya sisa limbah pada kolam akan ditampung ke bak penampungan setelah itu dialirkan pada pipa yang sudah ditanami sayur sawi dan ujung pipa mengarah lagi ke kolam. Panjang talang 2 meter dan jarak tanam 15 cm memberikan pengaruh yang terbaik terhadap variabel rata-rata panjang akar, jumlah daun, dan bobot basah tajuk. Rata-rata panjang akar tertinggi yaitu 13,13 cm (Vidianto, Fatimah & Wasonowati, 2013). Maka rancangan akuaponik pada penelitian ini menggunakan dua pipa hidroponik dengan panjang 2 meter dan jarak tanam 15 cm. Untuk flowchart akuaponik dari penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.

Gambar 1. Flowchart Akuaponik

B. Sensor TDS

Sensor TDS (Gambar 2) diaplikasikan pada penampungan air untuk menyeimbangkan nutrisi pada penampungan air dan setelah itu dipompa ke pipa yang sudah ditanami sayur sawi. Berdasarkan standar baku mutu air PP No 82 tahun 2001 (kelas II), kisaran TDS untuk kegiatan budidaya ikan yaitu 1000 mg.L-1, yang artinya semakin kecil konsentrasi yang berada di perairan tersebut semakin baik juga untuk pemeliharaan ikan (Wijayanti, Khotimah, Sasanti, Dwinanti & Rarassari, 2019). Akan tetapi sayur sawi membutuhkan kandungan nutrisi diantara 500 PPM - 1400 PPM sehingga pada sensor TDS akan disesuaikan dengan kondisi ikan dan sayuran dan diambil nilai tengahnya yaitu 500 PPM. Kandungan nutrisi pada aquaponik dideteksi menggunakan Sensor TDS, dan untuk mengontrol pompa yang jika kandungan nutrisi atas 500 ppm pompa akan mati secara otomatis dan hidup jika kandungan nutrisi di bawah 500 ppm.

Gambar 2. Sensor TDS

C. *Sensor Kekeruhan Air*

Sensor kekeruhan air (Gambar 3) mengukur seberapa keruh air kolam, jika terlalu keruh kolam akan otomatis terkuras dan pompa akan mengganti air kolam dengan air jernih pada penampungan suplai air. Pada penampungan suplai air diaplikasikan sensor ultrasonik untuk mendeteksi level ketinggian air dan mengirimkan sinyal ke Arduino ESP32 yang selanjutnya akan dikirimkan ke aplikasi blynk sehingga pengguna dapat mengetahui level suplai air dan jika suplai air kurang dari 5 cm akan ada notifikasi suplai air kurang pada aplikasi Blynk.

Gambar 3. Sensor Kekeruhan Air

D. *Sensor Cahaya*

Pengaruh cahaya terbaik adalah 17000lux dengan luas daun 697,42 cm² (Telaumbanua, Purwantana, Sutiarto & Falah, 2016). Sensor cahaya akan mendeteksi jumlah intensitas cahaya pada sistem akuaponik penanaman sawi sehingga dapat menjaga asupan cahaya tetap berada pada nilai 17.000 lux. Pada Gambar 4 adalah sensor cahaya yang sudah dirangkai pada penelitian ini.

Gambar 4. Sensor Cahaya

E. Sensor pH

Ikan nila akan tumbuh dengan optimal pada air yang memiliki pH sekitar 6 – 8 (Yusuf Arifin, 2017), sehingga pada alat ini diaplikasikan pH meter untuk mengukur pH air pada kolam, jika nilai pH kurang dari 6,5 akan ditambahkan cairan CH_3COOH dan jika pH kurang dari 9,0 akan ditambahkan cairan NaOH pada kolam. Setelah nilai pH air sudah sesuai air dialirkan ke bak penampungan untuk diukur nilai kepekatan nutrisinya. Untuk penampakkan alatnya bisa dilihat pada Gambar 5 di bawah ini :

Gambar 5. Sensor pH

F. Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik digunakan untuk mengukur jarak pada kolam penampungan suplai air dan pakan (Arsada, 2017). Jika suplai air dan pakan kurang dari 5 cm maka alat akan mengirimkan sinyal yang diterima oleh aplikasi Blynk pada android dan akan menampilkan pesan suplai yang tersedia kurang.

G. Sensor Suhu

Sensor suhu digunakan untuk mengukur dan menstabilkan suhu (Dianova, 2010) pada kolam agar tetap berada pada suhu 28°C - 32°C . Sensor ini ditunjang dengan 2 buah heater kolam untuk menaikkan suhu dan 2 buah peltier untuk menurunkan suhu kolam.

H. Rangkaian Arduino

Pada penelitian ini menggunakan 2 (dua) Arduino ESP32 yang saling terkoneksi dengan menggunakan jaringan wifi. Sensor terbagi disetiap Arduino dan relay terpusat pada arduino 1 seperti yang terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Tabel Rangkaian Arduino

Sensor	Port pada sensor	Port pada Arduino
TDS	GND	GND Arduino 2
	VCC	VCC Arduino 2
	O	A0 Arduino 2
Kekeruhan Air	GND	GND Arduino 2
	VCC	VCC Arduino 2
	O	D8 Arduino 2
Cahaya	GND	GND Arduino 1
	VCC	VCC Arduino 1
	O	S3 Arduino 1
pH	GND	GND Arduino 2
	VCC	VCC Arduino 2

Automation of Aquaponic Choy Sum and Nile Tilapia using Arduino Microcontroller (Atmaja)

	O	D0 Arduino 2
Ultrasonik Pakan	GDN	GND Arduino 1
	VCC	VCC Arduino 1
	TRIG	D7 Arduino 1
	ECHO	D8 Arduino 1
Ultrasonik Suplai Air	GDN	GND Arduino 2
	VCC	VCC Arduino 2
	TRIG	D2 Arduino 2
	ECHO	D3 Arduino 2
Relay	GDN	GND Arduino 1
	VCC	VCC Arduino 1
	IN	D1, D2, D3, D4, D5, D6 Arduino 1

I. Desain Interface

Untuk tampilan *controller* dari alat yang dibuat pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 6. Pada tampilan tersebut, pembudidaya dapat melihat suplay pakan (stock suplay pada penampungan pakan ikan dan akan ditampilkan dengan satuan cm), suplay air (stock suplay pada penampungan air dan akan ditampilkan pada satuan cm), suhu (satuan derajat Celsius) dan ph air (satuan pH).

Gambar 6. Desain Interface

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk menganalisis hasil kinerja sistem, perlu dilakukan pengujian terhadap sistem. Tujuannya adalah untuk melihat apakah fungsi-fungsi tersebut telah berjalan sesuai dengan tujuan yang diharapkan. Pengujian dilakukan dengan cara mengaplikasikan sensor-sensor pada sistem budidaya akuaponik sehingga output dapat ditampilkan pada sistem monitor aplikasi Arduino dan notifikasi pada android. Berdasarkan hasil pengujian sensor TDS (Tabel 2), nutrisi akan ditambahkan pada bak penampungan secara otomatis jika nutrisi dideteksi kurang dari 500 ppm.

Tabel 2. Tabel Sensor TDS

No	Waktu	TDS	Kondisi Pompa
1	06.00	503 PPM	Nyala

2	06.30	720 PPM	Mati
3	07.00	642 PPM	Mati
4	07.30	532 PPM	Mati
5	08.00	493 PPM	Nyala

Berdasarkan hasil pengujian sensor kekeruhan air (Tabel 3), kolam akan dikuras jika terlalu keruh dan akan diisi kembali dengan air dari bak suplay air yang nantinya akan di cek dengan sensor ultrasonik terlebih dahulu untuk mengecek ketinggian air.

Tabel 3. Tabel Sensor Kekeruhan Air

No	Waktu	Kekeruhan	Kondisi Pompa
1	06.00	Medium	Mati
2	07.00	Medium	Mati
3	08.00	High	Nyala

Berdasarkan hasil pengujian sensor cahaya (Tabel 4), lampu hidroponik akan menyala jika asupan cahaya kurang dari 17000 lux.

Tabel 4. Tabel Sensor Cahaya

No	Waktu	Cahaya	Kondisi Lampu
1	06.00	Low	Nyala
2	09.00	Medium	Mati
3	12.00	High	Mati

Berdasarkan hasil pengujian sensor pH (Tabel 5), larutan CH_3COOH akan ditambahkan jika pH kolam lebih dari 6,5 dan akan ditambahkan larutan NaOH jika pH kirang dari 9,0.

Tabel 5. Tabel Sensor Ph

No	Waktu	Ph	Penambahan $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{NaOH}$
1	06.00	5,0	CH_3COOH
2	09.00	6,3	-
3	12.00	6,3	-

Berdasarkan hasil pengujian sensor ultrasonic (Tabel 6), notifikasi akan dikirim dari arduino ke android jika suplai air atau pakan kurang dari nilai yang ditentukan sehingga pengguna dapat menambahkan suplai air atau pakan pada wadah penampungan suplai.

Tabel 6. Tabel Sensor Ultrasonic

No	Waktu	Distance	Kondisi
1	06.00	15 cm	-
2	09.00	9 cm	-
3	12.00	3 cm	Notifikasi Android

Berdasarkan hasil pengujian sensor suhu (Tabel 7), peltier akan dinyalakan jika suhu lebih dari 32°C dan dimatikan jika kurang dari 32°C. Heater kolam akan dinyalakan jika sensor membaca nilai suhu kurang dari 28°C dan akan dimatikan jika suhu lebih dari 28°C.

Tabel 7. Tabel Sensor Suhu

No	Waktu	Suhu	Kondisi
1	06.00	20	Nyalakan Heater
2	09.00	30	-
3	12.00	35	Nyalakan Peltier

Semua notifikasi yang dikirimkan android sukses diterima dan ditampilkan pada android menggunakan aplikasi Blynk pada pengujian yang telah dilakukan.

V. SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian, dapat diambil kesimpulan bahwa sistem otomasi akuaponik bekerja dengan baik, dimana sensor TDS dapat mengukur nilai nutrisi pada bak penampungan dan mempertahankan nilai nutrisi tetap pada kisaran 500-700 PPM, sensor kekeruhan air dapat mendeteksi kekeruhan kolam, sensor cahaya dapat mendeteksi dan mempertahankan asupan cahaya pada kisaran 17000 LUX, sensor pH dapat mengukur dan mempertahankan pH kolam pada kisaran 6,5-9,0, sensor suhu dapat mengukur dan mempertahankan suhu pada kisaran 28°C-32°C, sensor ultrasonik dapat mendeteksi ketinggian suplai air dan pakan. Sistem notifikasi pada android berjalan lancar serta dapat ditampilkan pada aplikasi blynk dimana notifikasi tersebut dikirimkan pada kondisi suplai air kurang dari 5 cm, suplai pakan kurang dari 5 cm, dan pada waktunya untuk melakukan pemanenan ikan dan sayuran. Untuk penelitian selanjutnya dapat ditambahkan sistem otomatisasi untuk pembibitan ikan dan sayuran agar lebih memudahkan pembudidaya sayur dan dapat diatur di aplikasi blynk darimanapun dan kapanpun.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, Q., Rahardja, U., Madiistriyatno, H., & Fuad, A. (2018). Rancang Bangun Alat Monitoring Pergerakan Objek pada Ruangan Menggunakan Modul RCWL 0516. *Jurnal Teknik Elektro*, 10(1), 41-46. <https://doi.org/10.15294/jte.v10i1.13731>
- Anjani, P. T., Kusdarwati, R., & Sudarno, S. (2019). PENGARUH TEKNOLOGI AKUAPONIK DENGAN MEDIA TANAM SELADA (*Lactuca sativa*) YANG BERBEDA TERHADAP PERTUMBUHAN BELUT (*Monopterus albus*). *Journal of Aquaculture and Fish Health*. <https://doi.org/10.20473/jafh.v6i2.11281>
- Arsada, B. (2017). APLIKASI SENSOR ULTRASONIK UNTUK DETEKSI POSISI JARAK PADA RUANG MENGGUNAKAN ARDUINO UNO. *Jurnal Teknik Elektro*.
- Chung, W. Q., Ahmad, S. H., Zamri, M. Z., & Rosenani, A. B. (2013). Nitrate and nitrite contents and postharvest quality of choy sum (*Brassica rapa chinensis* Group) during storage. *Acta Horticulturae*. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2013.1012.39>
- Dianova, O. (2010). PENGGUNAAN SENSOR SUHU DAN SENSOR SUARA PADA ALAT PENGAYUN BAYI OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER AT89S51. *Jurnal Teknik Elektro*. <https://doi.org/10.15294/jte.v2i2.1549>
- Handayani, L. (2018). Pemanfaatan Lahan Sempit Dengan Sistem. *Prosiding Seminar Nasional Hasil Pengabdian 2018*, 118-126.
- Helmy, H., Nursyahid, A., Setyawan, T. A., & Hasan, A. (2016). Nutrient Film Technique (NFT) Hydroponic Monitoring System. *Journal of Applied Information and Communication Technologies (JAICT)*.
- Monalisa, S. S., & Minggawati, I. (2010). Kualitas air yang mempengaruhi pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis sp.*) di kolam beton dan terpal. *Journal of Tropical Fisheries*, 5(2), 526-530.
- Mulqan, M., Afdhal, S., Rahimi, E., & Dewiyanti, I. (2017). Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Benih Ikan

- Nilu Gesit (*Oreochromis niloticus*) Pada Sistem Akuaponik Dengan Jenis Tanaman Yang Berbeda. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan Dan Perikanan Unsyiah*, 2(1), 183–193. <https://media.neliti.com/media/publications/188527-ID-pertumbuhan-dan-kelangsungan-hidup-benih.pdf>
- Putra, I., Djoko Setiyanto, D., & Wahyuningrum, D. (2011). Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Ikan Nila *Oreochromis niloticus* dalam Sistem Resirkulasi. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*, 16, 56–63.
- Sastro, Y. (2015). Akuaponik : Budidaya Tanaman Terintegrasi Dengan Ikan , Permasalahan Keharaan dan Strategi Mengatasinya. *Buletin Pertanian Perkotaan*, 5(1), 33–42.
- Telaumbanua, M., Purwantana, B., Sutiarto, L., & Falah, M. A. F. (2016). STUDI POLA PERTUMBUHAN TANAMAN SAWI (*Brassica rapa* var. *parachinensis* L.) HIDROPONIK DI DALAM GREENHOUSE TERKONTROL. *Jurnal Agritech*, 36(01), 104. <https://doi.org/10.22146/agritech.10690>
- Vidianto, D. Z., Fatimah, S., & Wasonowati, C. (2013). Penerapan Panjang Talang Dan Jarak Tanam Dengan Sistem Hidroponik NFT (Nutrient Film Technique) Pada Tanaman Kailan (*Brassica oleraceae* var . *alboglabra*). *Agrogivor*, 6(2), 128–135.
- Widja, I. B. P. (2018). Sistem IoT Berbasis Protokol MQTT Dengan Mikrokontroler ESP8266 dan ESP32. *Panoeconomicus*.
- Wijayanti, M., Khotimah, H., Sasanti, A. D., Dwinanti, S. H., & Rarassari, M. A. (2019). PEMELIHARAAN IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*) DENGAN SISTEM AKUAPONIK DI DESA KARANG ENDAH, KECAMATAN GELUMBANG, KABUPATEN MUARA ENIM SUMATRA SELATAN. 8(3).
- Yusuf Arifin, M. (2017). PERTUMBUHAN DAN SURVIVAL RATE IKAN NILA (*Oreochromis*. Sp) STRAIN MERAH DAN STRAIN HITAM YANG DIPELIHARA PADA MEDIA BERSALINITAS. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 17(3), 42–58. <http://garuda.ristekbrin.go.id/documents/detail/521246>