

MESIN PEMBUAT PUPUK ORGANIK OTOMATIS

Vinda Setya Kartika^{1)*}, Suryono²⁾, Sri Kusumastuti³⁾, Achmad Fahrul Aji⁴⁾, Raditya Rochmanto⁵⁾, Aminuddin Rizal⁶⁾, Fatika Nur Cholishoh Anggraeni⁷⁾, Muhamad Yusril Alhafidz⁸⁾, Fadhilah Alya P⁹⁾, dan Tegar Maulana Dwi P¹⁰⁾

^{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Semarang,
Jl. Prof. H. Soedarto S.H., Semarang, 50275
E-mail: vinda.setyakartika@gmail.com

Abstract

Automatic organic fertilizer making machine is a tool that aims to help farmers make efficient in terms of time and energy in maintaining the structure of agricultural land and anticipating pest attacks. This machine has 2 systems. First system input components are push button, Ultrasonic sensor HC-SR04, temperature sensor DHT11, TDS sensor, step down LM2596, and RTC DS3231. PLC Mitsubishi fx3u, and NodeMCU ESP8266 as processing components, and output components in form of a stirring motor. Second system, the input components is proximity sensors, PLC Mitsubishi fx3u as a processor, and a 1-phase AC motor as an output. The method of making organic fertilizer in the two systems is different. The first system mixes nitrobacter with rainwater by sucking nitrobacter and rainwater from the drum so that it becomes 1 place and then stirring it for 7-14 days. This tool is set to stir automatically 3 times a day for 5 minutes. The second system mixes nitrobacter with plant pesticides by means of an automatic shaking tool for 5 minutes twice a day and is carried out for 2 days. This machine has a success rate of 99.78% for the first system and 99.45% for the second system.

Keywords: DHT11, PLC, proximity sensor, TDS, Ultrasonic

Abstrak

Mesin pembuat pupuk organik otomatis merupakan alat yang bertujuan membantu petani membuat pupuk organik secara otomatis sehingga lebih efisien waktu dan tenaga dalam menjaga struktur tanah pertanian serta mengantisipasi serangan hama. Pada mesin ini terdapat 2 sistem yang digunakan. Pada sistem pertama terdiri dari komponen masukan berupa *push button on*, *push button off*, sensor Ultrasonik HC-SR04, sensor suhu DHT11, sensor TDS, *step down* LM2596, dan RTC DS3231. PLC Mitsubishi fx3u, dan NodeMCU ESP8266 sebagai komponen pemroses, serta komponen luaran berupa motor pengaduk. Pada sistem kedua komponen masukan berupa sensor proximity, PLC Mitsubishi fx3u sebagai pemroses, dan motor AC 1 fasa sebagai luaran. Metode pembuatan pupuk organik di kedua sistem memiliki perbedaan. Sistem pertama mencampur nitrobacter dengan air hujan dengan menyedot nitrobacter dan air hujan dari dalam drum agar menjadi 1 tempat kemudian mengaduknya selama 7- 14 hari. Selama proses pengadukan, alat ini diatur mengaduk otomatis sebanyak 3 kali sehari selama 5 menit. Sedangkan sistem yang kedua mencampur nitrobacter dengan pestisida nabati dengan cara alat bergoyang otomatis selama 5 menit sebanyak 2 kali sehari dan dilakukan selama 2 hari. Mesin ini memiliki keberhasilan 99,78% untuk sistem pertama dan 99,45% sistem kedua.

Kata Kunci: DHT11, PLC, sensor proximity, TDS, Ultrasonik

PENDAHULUAN

Potensi alam yang berlimpah di Indonesia membuat mayoritas masyarakat bekerja di sektor pertanian. Dalam pengolahan lahan pertanian, seringkali para petani dihadapkan banyak kendala diantaranya masalah kesuburan tanah serta serangan hama pada tanaman pertanian. Untuk

mengatasi kendala tersebut, maka petani harus cerdas dalam mengelola lahan pertanian mereka. Permasalahan ini seringkali menyebabkan gagal panen sehingga petani mengalami kerugian. Untuk mencegah kerugian tersebut, petani memilih pupuk yang sesuai dengan kondisi tanah dan menggunakan pestisida untuk mengatasi serangan hama [3]. Beberapa pegiat pertanian mengusulkan alternatif pupuk yang mudah dan relatif ampuh digunakan pada sektor pertanian di Indonesia, yaitu dengan menggunakan pupuk organik cair [2].

Pupuk organik cair merupakan larutan dari hasil pembusukan bahan organik yang berasal dari sisa tanaman, limbah agroindustri, kotoran hewan, dan limbah hayati yang memiliki kandungan lebih dari satu unsur hara yang baik untuk pemanfaatan penyuburan tanah [4]. Manfaat lain dari pupuk organik cair adalah dapat mendorong dan meningkatkan pembentukan klorofil daun sehingga meningkatkan kemampuan fotosintesis tanaman dan penyerapan nitrogen dari udara, dapat meningkatkan vigor tanaman sehingga tanaman menjadi kokoh dan kuat, meningkatkan daya tahan tanaman terhadap kekeringan, merangsang pertumbuhan cabang produksi, meningkatkan pembentukan bunga dan bakal buah, mengurangi gugurnya dan, bunga, dan bakal buah [1]. Penggunaan mikroorganisme dalam pupuk organik juga dapat meningkatkan efisiensi kinerja pupuk serta mengurangi dampak pencemaran air tanah dan lingkungan yang timbul akibat dari penggunaan pupuk kimia secara berlebihan [5].

Dikarenakan pupuk merupakan komponen penting bagi petani dalam pengolahan lahan, maka seringkali terjadi kelangkaan pupuk di beberapa daerah. Sehingga selama ini, dalam proses pembuatan pupuk organik cair di beberapa daerah dilakukan oleh para petani secara manual yaitu dengan cara mengaduk air dan campuran bakteri khusus. Salah satu mikroorganisme yang dapat digunakan untuk memperbaiki struktur tanah yaitu nitrobacter. Pemberian *nitrobacter* berpengaruh positif terhadap pertumbuhan tanaman karena nitrobacter dapat mengurangi peningkatan senyawa amonia dan nitrit sehingga menghasilkan kandungan nitrat yang tinggi yang dapat diserap tanaman agar tumbuh optimal [6].

Terdapat 2 cara pembuatan pupuk organic cair secara manual dilakukan dengan mencampur nitrobacter dengan air hujan dikarenakan air hujan mengandung nitrogen lebih banyak daripada air biasa dan mencampur nitrobacter dengan empon – empon (pestisida nabati). Nitrobacter dibuat dari 3 sendok makan tanah bekas kandang ayam yang telah digali sedalam 10 cm, 3 sendok makan tetes tebu dan ammonia fosfat, bahan diatas digunakan untuk satu liter air. Untuk pencampuran nitrobacter dengan air hujan dilakukan dengan cara memasukkan Nitrobacter dan air hujan ke dalam drum hingga penuh kemudian diaduk secara manual pada jam tertentu sebanyak 3 kali sehari selama kurang lebih 7-14 hari. Sedangkan untuk pencampuran nitrobacter dengan empon – empon (pestisida nabati) dilakukan dengan cara memasukkan empon – empon yang telah dihaluskan beserta nitrobacter ke dalam mesin pengocok dengan waktu pengocokan 2 kali dalam

sehari selama 5 menit, pengocokan ini dilakukan dalam waktu 2 hari. Pembuatan pupuk organik cair yang dilakukan secara manual menyita waktu dan tenaga petani, selain itu tidak dapat menghasilkan pupuk organik cair yang standar atau sama disetiap prosesnya dikarenakan pencampuran ada kemungkinan tidak rata, atau proses pencampuran ada yang terlewat karena dilakukan oleh petani selama sehari – hari di waktu – waktu tertentu sehingga memungkinkan faktor *human error* misalkan lupa dan lain – lain.

Berdasarkan permasalahan yang ada serta penelitian yang telah ada sebelumnya, maka dalam penelitian ini dibuat sebuah mesin pembuat pupuk organik otomatis. Terdapat 2 sistem dalam mesin ini, yang pertama yaitu sistem pencampur nitrobacter dengan air hujan dan yang kedua sistem pengocok nitrobacter dengan empon – empon. Cara kerja sistem yang pertama adalah menyedot nitrobacter dan air hujan dari dalam drum agar menjadi 1 tempat kemudian mengaduknya selama 7- 14 hari. Semakin lama proses fermentasi maka perkembangan bakteri semakin baik, namun tidak lebih dari 14 hari karena pada hari ke-14 bakteri sudah tidak bisa berkembang lagi. Selama proses pengadukan, alat ini dapat diatur otomatis menyala sebanyak 3 kali dalam 1 hari dan setiap kali nyala selama 5 menit. Sistem ini berbasis IoT yang dapat dikendalikan pada aplikasi *Blynk* melalui *smartphone*. Sehingga dapat memantau suhu dan kadar kepekatan serta menghidupkan atau mematikan mesin melalui *smartphone*. Pada sistem yang kedua menggunakan motor sebagai penggerak, motor bekerja pada 2 waktu berbeda selama 5 menit setiap harinya selama 2 hari. Sistem ini menggunakan kendali PID dan sensor proximity. Dengan dibuatnya mesin ini diharapkan mempermudah petani dalam pengolahan lahan pertanian dan tanaman sehingga lebih efisien waktu dan tenaga serta mengurangi resiko kerugian gagal panen.

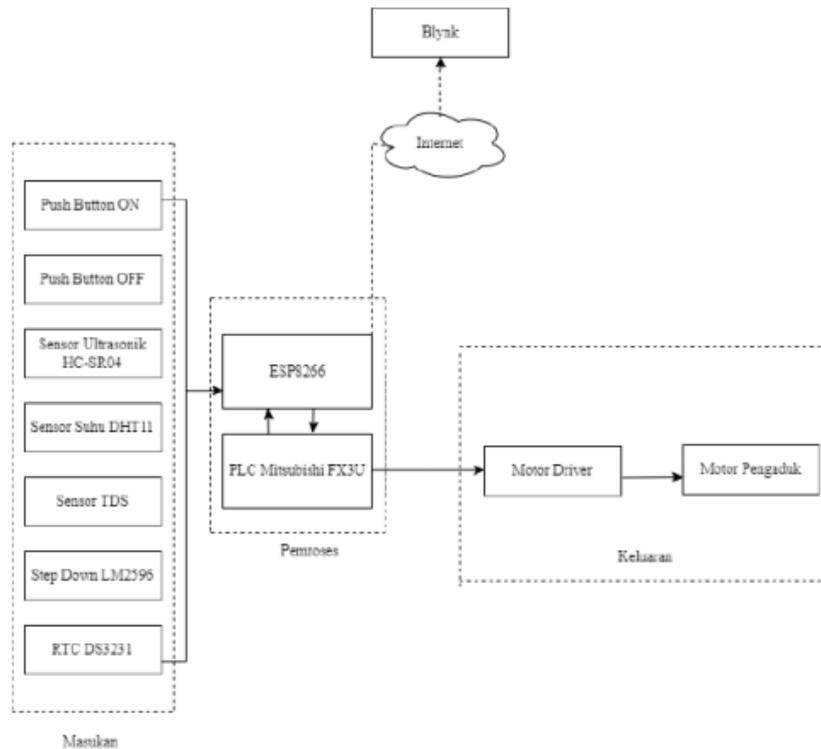
METODE PENELITIAN

Penelitian mesin pembuat pupuk otomatis terbagi menjadi beberapa sub yang terpisah untuk mempermudah teknis penelitian, yaitu: diagram blok, kontruksi mekanik, dan cara kerja rangkaian.

A. Diagram blok

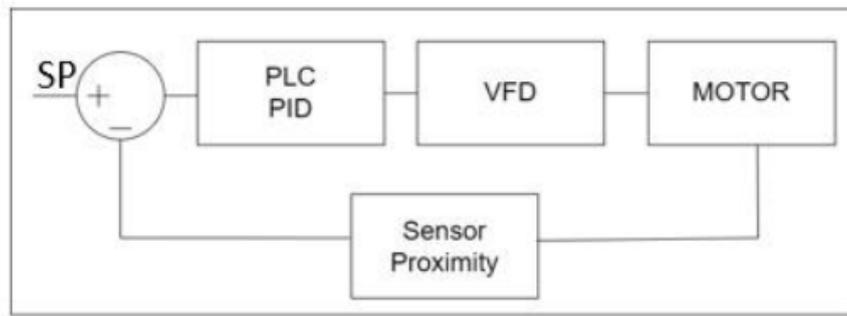
Diagram blok digunakan untuk memberikang gambaran keseluruhan dari mesin. Pada mesin terdapat 2 buah system. Diagram blok system yang pertama dapat dilihat pada Gambar 1 dan diagram blok system yang kedua dapat dilihat pada Gambar 2. Diagram blok system 1 terdiri dari masukan, pemroses, dan keluaran. Komponen masukan yang digunakan adalah *push button on*, *push button off*, sensor Ultrasonik HC-SR04, sensor suhu DHT11, sensor TDS, *step down* LM2596, RTC DS3231. Kemudian terdapat PLC Mitsubishi fx3u, dan NodeMCU ESP8266 sebagai komponen pemroses, serta komponen luaran yaitu motor pengaduk. Sistem ini bekerja dengan mempertimbangkan beberapa faktor masukan dari sensor yang digunakan seperti suhu,

tinggi volume pupuk, kepekatan warna air. Motor difungsikan untuk mengaduk pupuk yang diatur otomatis melalui *timer*. *Air pump* digunakan untuk memberi oksigen bakteri. Pada alat ini juga terintegrasi dengan sistem *Internet of Things* sebagai monitoring dan kontrol alat pembuat pupuk seperti suhu, tinggi volume, dan kepekatan warna air.



Gambar 1. Diagram blok system pencampur nitrobakter dengan air hujan

Diagram blok system 2 terdiri dari masukan (set point) berupa kecepatan motor yang diinginkan, kemudian PLC digunakan sebagai pemroses perintah/input yang diberikan oleh pengguna secara digital sehingga pengoperasian motor dapat dilakukan dengan mudah dan lebih fleksibel Selanjutnya aktuator pada *plant* ini adalah motor ac 1 *phase* yang digerakkan melalui VFD (*Variable Frequency Drive*), VFD yang mengubah kecepatan motor ac dengan mengubah frekuensi tegangan yang digunakan untuk menyalakan motor ac, VFD (*Variable Frequency Drive*) diprogram melalui PLC (*Programmable Logic Control*) Mitsubishi FX3U 24mr agar dapat mengatur frekuensi dari VFD tersebut. Untuk memprogram VFD melalui PLC ini menggunakan metode PID. Keluaran tegangan dari PLC dapat dikonversi ke dalam bentuk frekuensi yang bisa digunakan untuk mengatur motor ac. Sensor proximity digunakan sebagai inputan di PLC untuk menghasilkan nilai yang terukur di motor ac yang berupa rpm agar dapat tercapai di nilai yang diinginkan, setelah motor ac telah mencapai nilai yang diinginkan maka motor ac menggerakkan *vanbelt* yang terhubung dengan *speed reducer* untuk menambah torsi dari motor ac agar mesin dapat bekerja sesuai dengan kecepatan yang diinginkan.



Gambar 2. Diagram blok system pencampur nitrobakter dengan pestisida nabati

B. Konstruksi Mekanik

Konstruksi mekanik terdiri dari 3 bagian yaitu panel box control, mekanik sistem 1 dan mekanik sistem 2. Panel box control menggunakan box ukuran panjang 30 cm, lebar 18 cm, tinggi 40 cm. Pada bagian pintu box panel terdapat komponen *push button* dan VFD (*Variable Frequency Drive*) untuk sistem 1 dan didalamnya terdapat komponen elektronik yaitu PLC Mitsubishi FX-3U, esp8266, PCB, MCB, *Step Down* LM2596, RTC DS3231, dan Relay untuk sistem 2. Mekanik sistem 1 menggunakan drum sebagai tempat untuk mengaduk yang dijalankan oleh motor AC 220V, selain itu juga berisi sensor Ultrasonik HC-SR04, DHT11, TDS, DS18B20. Sedangkan pada mekanik sistem 2 menggunakan sensor proximity pada mesin terletak pada samping putaran motor, sensor ini berfungsi untuk mendeteksi posisi dan kecepatan poros motor untuk kontrol yang lebih akurat. Konstruksi mekanik mesin dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Desain konstruksi mekanik mesin pembuat pupuk organik otomatis

C. Pemrograman

Pembuatan program dilakukan menggunakan software GX – Works2 dengan Bahasa pemrograman diagram tangga. Pemrograman ini berfungsi untuk menjalankan pemroses sesuai

dengan yang diinginkan. Sehingga mesin akan berjalan sesuai dengan program yang telah dituliskan pada software GX – Works2.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada sistem 1 mesin ini telah didapatkan hasil pengujian daya AC pada mesin pengaduk sebesar 253,44W berdasarkan pengukuran tegangan sebesar 220V dan arus AC sebesar 1,44A dengan menggunakan Persamaan 1.

$$P = V \times I \times \cos \theta \dots\dots\dots(Persamaan 1)$$

Keterangan:

- P = Daya AC Motor (W)
- V = Tegangan AC Motor (V)
- I = Arus AC Motor (A)
- Cos θ = Power faktor (0,8)

Selain itu dilakukan pengujian daya DC juga dilakukan pada komponen – komponen yang digunakan dengan menggunakan Persamaan 2. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1.

$$P = V \times I \dots\dots\dots(Persamaan 2)$$

Keterangan:

- P = Daya DC (W)
- V = Tegangan DC (V)
- I = Arus DC (A)

Tabel 1 Perhitungan Daya DC

Nama Komponen	Tegangan (Volt)	Arus (mA)	Daya (Watt)
ESP8266	5	0,25	0,00125
Sensor Ultrasonik HCSR-04	3,3	1,45	0,004785
Sensor TDS	3,3	2,08	0,006684
DS18B20	3,3	0,04	0,000132
Sensor DHT11	3,3	0,98	0,003234
RTC DS3231	3,3	1,98	0,006534
PB On	24	4,7	0,1128
PB Off	24	4,7	0,1128
Relay	24	123,6	2,9664
PLC	24	12,2	0,2928

Pengujian lain yang dilakukan yaitu mengukur keakuratan ketinggian pupuk cair pada drum. Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan ketinggian air yang terukur oleh sensor ultrasonik yang terdapat pada drum dengan ketinggian air yang terukur oleh alat ukur yaitu mistar pada waktu yang bersamaan dengan rentang waktu tertentu. Berdasarkan hasil perbandingan pengukuran antara sensor ultrasonik dengan mistar, dapat dihitung *error* pembacaan sensor. Untuk menghitung *error* digunakan Persamaan 3. Sehingga didapatkan persentase *error* berdasarkan Persamaan 4.

$$Error = Pengukuran\ sensor\ ultrasonik - pengukuran\ mistar \dots\dots\dots(Persamaan\ 3)$$

$$\%Error = \frac{(Pengukuran\ Sensor\ Ultrasonic - Pengukuran\ Mistar)}{Pengukuran\ Mistar} \times 100\% \dots\dots\dots(Persamaan\ 4)$$

Berdasarkan hasil persentase *error* maka dapat diketahui persentase keakurasian mesin sistem 1 dengan menggunakan Persamaan 5. Hasil perhitungan *error*, *%error*, dan *%akurasi* dapat dilihat pada Tabel 2.

$$\%Akurasi = 100\% - \%Error \dots\dots\dots(Persamaan\ 5)$$

Tabel 2 Hasil perhitungan nilai *error*, *%error*, dan *%akurasi*

No.	Pengukuran Sensor Ultrasonik (cm)	Pengukuran Mistar (cm)	Error	%Error	%Akurasi
1	10	10	0	0	100
2	20	20	0	0	100
3	31	30	1	0,03	97
4	42	40	2	0,05	95
5	53	50	3	0,06	94
6	65	60	5	0,08	92
7	70	75	0	0	100

Setelah didapatkan *%error* dan *%akurasi* pada tiap pengukuran, maka didapatkan rata – rata *%error* sebesar 0,031% dengan menggunakan Persamaan 6 dan rata – rata *%akurasi* sebesar 99,78% dengan menggunakan Persamaan 7.

$$\%Error = \frac{\sum(\%Error)}{7} \dots\dots\dots(Persamaan\ 6)$$

$$\%Error = \frac{\sum(\%Akurasi)}{7} \dots\dots\dots(Persamaan\ 7)$$

Pada sistem 2 mesin ini menggunakan sensor proximity untuk mendeteksi posisi dan kecepatan poros motor untuk kontrol yang lebih akurat. Telah dilakukan pengujian untuk mengukur keakuratan sensor proximity dalam mendeteksi posisi dan kecepatan poros motor. Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan kecepatan yang terukur oleh proximity dengan suhu yang terukur oleh alat ukur standar industri yaitu *tachometer* pada waktu yang bersamaan dengan rentang waktu tertentu. Berdasarkan hasil perbandingan pengukuran antara sensor

proximity dengan *tachometer*, dapat dihitung *error* pembacaan sensor. Untuk menghitung *error* digunakan Persamaan 8. Sehingga didapatkan persentase *error* berdasarkan Persamaan 9.

$$Error = \text{Suhu termokopel} - \text{suhu termokopel analog} \dots\dots\dots(Persamaan 8)$$

$$\%Error = \frac{(\text{Pengukuran Proximity} - \text{Pengukuran Tachometer})}{\text{Pengukuran Tachometer}} \times 100\% \dots\dots\dots(Persamaan 9)$$

Berdasarkan hasil persentase *error* maka dapat diketahui persentase keakurasian mesin sistem 2 dengan menggunakan Persamaan 5. Hasil perhitungan *error*, %*error*, dan %akurasi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Perhitungan nilai *Error*, %*Error*, dan %Akurasi pengukuran Proximity dan Tachometer

No.	Frekuensi VFD (Hz)	Proximity (rpm)	Tachometer (rpm)	Error	%Error	%Akurasi
1	0	0	0	0	0	0
2	5	120	112	8	0,07	92
3	10	300	294	6	0,02	97
4	15	480	447	33	0,073	92
5	20	600	599	1	0,001	99
6	25	780	751	29	0,03	96
7	30	900	897	3	0,003	99
8	35	1080	1047	33	0,31	96
9	40	1200	1200	0	0	100
10	45	1320	1347	3	0,002	99
11	50	1500	1494	6	0,004	99
12	55	1620	1651	1	0,0006	99
13	60	1800	1798	2	0,002	99
14	65	1920	1945	5	0,002	99
15	70	2100	2095	5	0,002	99
16	75	2260	2242	18	0,008	99
17	80	2460	2401	59	0,02	97
18	85	2520	2548	6	0,002	99
19	90	2700	2694	6	0,002	99

Setelah didapatkan %*error* dan %*akurasi* pada tiap pengukuran, maka didapatkan rata – rata %*error* sebesar 0,55% dengan menggunakan Persamaan 10 dan rata – rata %*akurasi* sebesar 99,45% dengan menggunakan Persamaan 11. Berdasarkan keseluruhan hasil percobaan diketahui bahwa sensor proximity bekerja dengan baik.

$$\%Error = \frac{\sum(\%Error)}{19} \dots\dots\dots(Persamaan 10)$$

$$\%Error = \frac{\sum(\%Akurasi)}{19} \dots\dots\dots(Persamaan 11)$$

KESIMPULAN

Berdasarkan perancangan, pembuatan, dan pengujian keseluruhan sistem pada mesin pembuat pupuk organik otomatis dapat disimpulkan:

1. Mesin ini memanfaatkan air hujan dan limbah hayati sebagai bahan baku, yang tidak hanya mengurangi masalah limbah tetapi juga menghasilkan pupuk organik yang ramah lingkungan. ini berkontribusi pada praktik pertanian yang berkelanjutan dan pengurangan dampak lingkungan negative.
2. Mesin yang dirancang berhasil membantu petani dalam pembuatan pupuk organik secara otomatis sehingga meningkatkan efisiensi waktu dan tenaga dalam mengelola lahan pertanian dan mengantisipasi serangan hama.
3. Mesin ini membuat kualitas pupuk organik cair yang dihasilkan dapat lebih terjamin dikarenakan memiliki konsistensi.
4. Mesin pembuat pupuk organik otomatis dapat bekerja sesuai rancangan dengan perentase keberhasilan sistem pertama sebesar 99,78% dan 99,45% pada sistem kedua.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Febriana, M., S. Prijono, dan N. Kusumarini. “Pemanfaatan Pupuk Organik Cair Untuk Meningkatkan Serapan Nitrogen Serta Pertumbuhan dan Produksi Sawi (*Brassica juncea* L.) pada Tanah Berpasir”. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. Vol. 5, pp. 1.009-1.014. 2018.

[2] Media Indonesia. 2023. *Upland Project Kementan Terapkan Program UPPO Biogas*. Available:<https://mediaindonesia.com/ekonomi/604189/upland-project-kementan-terapkan-program-uppo-biogas>

[3] Ningrum P. T., Pujiati R. S., Ellyke dan M. A. Dewi. “Rendaman Daun Pepaya (*Carica papaya*) sebagai Pestisida Nabati Untuk Pengendalian Hama Ulat Grayak (*Spodoptera litura*) pada Tanaman Cabai”. *Prosiding Seminar Nasional Current Challenges in Drug Use and Development Tantangan Terkini Perkembangan Obat dan Aplikasi Klinis*. (2014).

[4] Nurjannah, N., Lukmanul A., Dwi N. A., Fitra J., & La Ifa. “Pembuatan Pupuk Organik Padat Dengan Cara Aerob”, *Journal of Chemical Process Engineering*, vol. 4, pp.90 – 96. NOVember 2019.

[5] Prihandarini, R. “Manajemen Sampah: Daur Ulang Sampah Menjadi Pupuk Organik”. *Literasi Nusantara Abadi*. (2022).

- [6] Taragusti, A. S., Santanumurti, M. B., Rahardja, B. S., & Prayogo. “Effectiveness of Nitrobacter on the Specific Growth Rate, Survival Rate and Feed Conversion Ratio of Dumbo Catfish *Clarias* sp. With Density Differences in the Aquaponic System”. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Vol. 236, pp. 1–6. (2019).