

## Karakteristik Pupuk Organik Cair Berbasis Limbah Vinasse Melalui Teknologi Aktivasi

Characteristics Of Vinasse Waste-Based Liquid Organic Fertilizer Through Activation Technology

**Angga Handika Putra<sup>1</sup>, Wanti Mindari<sup>1\*</sup>, Purwadi<sup>1</sup>**

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian  
 Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur  
 \*Email: wanti\_m@upnjatim.ac.id

### Info Artikel

Diajukan: 31 Oktober 2023  
 Diterima: 3 November 2023  
 Diterbitkan: 23 November 2023

### Abstract

Utilization of vinasse waste as POC has great potential in the agricultural sector. This is because there is an abundance of vinasse waste originating from the bioethanol industry sector. So action is needed so that vinasse waste can be utilized into a profitable product. This research aims to test the potential of vinasse waste if it is processed into POC. Apart from using vinasse waste as the main raw material, the formula also added organic ingredients such as straw ash, humate, husk charcoal and filter cake dregs which were fermented for 5 weeks. Based on the research results, the content of N, P, K and C-organic elements cannot comply with the 2019 Ministry of Agriculture Quality Standards. Meanwhile, the content of Na and pH elements is appropriate, but for Fe only the F2 and F4 T1 treatments can be appropriate.

### Keyword:

*vinasse; formula; fermentation; POC. vegetative*

### Abstrak

Pemanfaatan limbah vinasse sebagai POC memiliki potensi yang besar di sektor pertanian. Hal tersebut dikarenakan sangat melimpahnya limbah vinasse yang berasal dari sektor industri bioetanol. Maka diperlukan suatu tindakan agar limbah vinasse dapat dimanfaatkan menjadi suatu produk yang bersifat menguntungkan. Penelitian ini bertujuan untuk menguji potensi dari limbah vinasse jika diolah menjadi POC. Selain menggunakan limbah vinasse sebagai bahan baku utama dilakukan juga penambahan formula bahan organik seperti abu jerami, humat, arang sekam, dan ampas blotong yang di fermentasi selama 5 minggu. Berdasarkan hasil penelitian bahwa kandungan unsur N, P, K, dan C-organik tidak dapat sesuai Standar Mutu Permentan tahun 2019. Sedangkan kandungan unsur Na dan pH telah sesuai, namun untuk Fe hanya pada perlakuan F2 dan F4 T1 saja yang dapat sesuai.

### Kata Kunci:

*vinasse; formula; fermentasi; POC, vegetatif*

## PENDAHULUAN

Industri bioetanol yang menggunakan bahan baku dari limbah tebu akan menghasilkan limbah juga yakni bernama vinasse (Ekawati & Saputri, 2018). Vinasse adalah sumber kontaminasi terbesar dalam produksi bioetanol (Parsaee et al., 2019). Permasalahan yang muncul pada siklus industri bioetanol yakni limbah yang lebih banyak terbuang di lingkungan perairan seperti sungai dikarenakan masih dianggap sulit dan terlalu mahal biaya yang dibutuhkan untuk mengolah limbah vinasse (Trisna, 2018). Setiap tahunnya ada sekitar 450 juta liter bioetanol yang diproduksi di Indonesia dengan menggunakan tetes tebu (Khatiwada & Silveira, 2017).

Melimpahnya limbah vinasse dari hasil produksi bioetanol membuat adanya potensi untuk dapat diolah kembali secara masif menjadi produk POC (Bonomi et al., 2016). Salah satu pemanfaatan vinasse adalah dengan menjadikan sebagai pupuk fermentasi cair dengan metode tertentu (Astuti & Mahatmanti, 2017). Produksi bioetanol di Indonesia masih banyak memanfaatkan tetes tebu sebagai bahan baku, sehingga keberadaan sumber bahan organik dari tetes tebu tersebut diyakini adalah kunci agar limbah vinasse dapat diolah menjadi POC (Aprinada et al., 2019).

Vinasse merupakan suatu larutan yang berwarna coklat kehitaman, memiliki kandungan *Chemical Oxygen Demand* (COD) serta *Biological Oxygen Demand* yang tinggi. Kemudian mempunyai pH rendah, bersifat salin, dan memiliki aroma yang tajam serta tidak sedap (Christofoletti et al., 2013). Berdasarkan penelitian lain juga menjelaskan bahwa POC berbahan baku limbah vinasse dapat diterima dengan baik oleh tanaman berkat adanya unsur organik yang berguna dan dibutuhkan tanaman (Astuti & Mahatmanti, 2017). Namun, ada indikasi bahwa kandungan yang tersedia yakni baik itu makronutrien dan mikronutrien tergolong rendah (Parsaee et al., 2019). Kandungan unsur K yang relatif tinggi dapat menjadikan vinasse sebagai POC penambah unsur K (Banowati, 2017). Namun, dalam skala besar jika penggunaannya sangat intensif dan masif maka dalam jangka waktu panjang dapat berakibat merusak tanah (Dewi et al., 2022).

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei hingga September 2023 bertempat di 3 lokasi yakni Desa Sumpat, Kabupaten Sidoarjo lalu untuk analisis kimia di laboratorium Balai Penerapan Standar Instrumen Pertanian, Malang dan analisis klorofil di laboratorium Bioteknologi UPN "Veteran" Jawa Timur, Surabaya. Bahan yang digunakan dalam penelitian yakni limbah vinasse, benih tanaman jagung, tanah, EM-4, air, abu jerami, humat, arang sekam padi, ampas blotong tebu, dan molase. Lalu untuk alat antara lain alat pengaduk, ember dan penutup, botol air mineral 600 ml, masker, sarung tangan, gelas ukur, alat tumbuk, kertas lakmus, polybag, timbangan digital, corong, jerigen, saringan, cetok, baskom, gunting, dan plastik.

Menyiapkan limbah vinasse yang di dapat dari PT. Energi Agro Nusantara di Mojokerto, Jawa Timur. Abu jerami, arang sekam dan ampas blotong dihaluskan dengan cara di tumbuk lalu disaring agar mendapatkan bentuk bubuk. Proses pencampuran yakni limbah vinasse terlebih dahulu di evaporasi guna mempekatkan warna dan mengurangi kadar air. Kemudian formula bahan organik, molase, dan EM-4 dimasukkan secara bergantian serta diberi air secukupnya lalu diaduk hingga bercampur rata. Aduk setiap hari sebanyak 2 kali saat pagi dan sore agar mikroorganisme dapat merata dalam prosesnya sebagai dekomposer.

Pelaksanaan penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial dengan 2 faktor yakni formula bahan organik (F) dan durasi waktu fermentasi (T). Faktor (F) dibagi menjadi sebanyak 4 taraf yakni (F1) abu jerami, (F2) humat, (F3) arang sekam, dan (F4) ampas blotong. Sedangkan faktor (T) dibagi menjadi sebanyak 5 taraf dengan interval berjarak 1 minggu yakni antara lain (T1) 7 hari, (T2) 14 hari, (T3) 21 hari, (T4) 28 hari, dan (T5) 35 hari.

**Tabel 1.** Rancangan Penelitian

Kombinasi Perlakuan	T1	T2	T3	T4	T5
F1	F1 T1	F1 T2	F1 T3	F1 T4	F1 T5
F2	F2 T1	F2 T2	F2 T3	F2 T4	F2 T5
F3	F3 T1	F3 T2	F3 T3	F3 T4	F3 T5
F4	F4 T1	F4 T2	F4 T3	F4 T4	F4 T5
Kontrol	Kontrol	Kontrol	Kontrol	Kontrol	Kontrol

Keterangan: F (formula bahan organik), T(durasi waktu fermentasi)

Proses pengamatan penelitian yakni menganalisis kandungan kimia unsur N, P, K, Fe, pH, Na, dan C-organik melalui proses analisis laboratorium. Nilai kandungan unsur yang telah diketahui lalu dikarakterisasi dengan Standar Mutu Permentan tahun 2019 untuk mengetahui mampu atau tidaknya POC sesuai dengan standar mutu yang telah ditentukan.

Pengamatan lanjutan yakni pengaplikasian POC ke tanaman jagung hingga berumur 42 hst guna mengetahui implikasi dari penggunaan POC terhadap hasil pertumbuhan tanaman jagung selama fase vegetatif. Parameter pertumbuhan yang diamati yakni tinggi tanaman, panjang akar, jumlah daun, dan kadar klorofil. Interval pemberian POC yakni setiap 2 minggu sekali.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Berdasarkan hasil penelitian melalui proses analisis laboratorium di dapati bahwa hasil kandungan unsur N, P, K, dan C-organik tidak dapat sesuai dengan Standar Mutu Permentan tahun 2019. Hal tersebut dikarenakan kandungan unsur yang dimiliki tidak mampu mencapai nilai minimal yang telah ditentukan (N, P, K, minimal standar mutu sebesar 2%) dan (C-organik minimal standar mutu sebesar 10%). Sedangkan untuk hasil kandungan unsur pH dan Na telah sesuai dengan Standar Mutu Permentan tahun 2019, namun untuk unsur Fe hanya seluruh kombinasi perlakuan F2 dan F4 T1 yang mampu sesuai dengan standar mutu.

**Formula Bahan Organik**

Penelitian kali ini menggunakan 4 jenis formula bahan organik dalam pembuatan POC yakni abu jerami, humat, arang sekam, dan ampas blotong. Tujuan pemberian variasi formula bahan organik karena keberhasilan kualitas POC dipengaruhi dari bahan baku pembuatan (Fahrudin & Sulfahri, 2019). Diketahui POC limbah vinasse dengan penambahan formula bahan organik ampas blotong adalah jenis perlakuan dengan rataan tertinggi pada unsur N dan P yakni masing-masing sebesar 0,27% dan 0,86%. Ampas blotong dijadikan sebagai unsur bahan penambah untuk pembuatan pupuk organik karena terdapat kandungan organik seperti karbon, nitrogen, fosfat, kalium (Fangohoy & Wandansari, 2017).

Unsur K dengan rataan tertinggi diraih POC limbah vinasse dengan formula bahan organik abu jerami yakni sebesar 1,13%. Olahan jerami dapat meningkatkan efisiensi pupuk dan menambah kesuburan dikarenakan terdapat kandungan hara nitrogen, phospor, kalium, dan silikon (Istiqomah et al., 2021). Sedangkan unsur Fe dan C-organik dengan rataan tertinggi diraih POC limbah vinasse dengan formula bahan organik humat yakni sebesar 1088 ppm dan 3,41%. Kemudian untuk kandungan unsur pH dan Na pada setiap penambahan formula bahan organik memiliki hasil yang baik. Selengkapnya sajian data analisis (Tabel 2).

**Tabel 2.** Hasil Analisis POC Limbah Vinasse

No.	Jenis Perlakuan	Hasil Analisis POC Limbah Vinasse						
		N (%)	P (%)	K (5)	Fe (ppm)	pH	Na (ppm)	C-organik (%)
1.	F1 T1	0,13	0,10	0,88	57	8	0,11	1,98
2.	F1 T2	0,10	0,07	0,94	46	9	0,08	1,72
3.	F1 T3	0,07	0,07	1,17	29	8	0,10	1,65

No.	Jenis Perlakuan	Hasil Analisis POC Limbah Vinasse						
		N (%)	P (%)	K (5)	Fe (ppm)	pH	Na (ppm)	C-organik (%)
4.	F1 T4	0,08	0,05	1,29	0	9	0,04	1,58
5.	F1 T5	0,05	0,03	1,38	0	9	0,01	1,47
6.	F2 T1	0,17	0,05	0,28	1.756	8	0,90	4,77
7.	F2 T2	0,20	0,04	0,31	1.607	9	0,84	4,47
8.	F2 T3	0,21	0,01	0,31	981	9	0,82	2,80
9.	F2 T4	0,24	0,01	0,32	659	8	0,79	2,59
10.	F2 T5	0,30	0,01	0,34	437	9	0,75	2,43
11.	F3 T1	0,11	0,01	0,38	16	7	0,05	0,78
12.	F3 T2	0,14	0,02	0,35	21	8	0,04	1,49
13.	F3 T3	0,11	0,02	0,32	25	7	0,04	1,80
14.	F3 T4	0,46	0,02	0,33	0	7	0,03	1,76
15.	F3 T5	0,37	0,03	0,34	0	8	0,02	1,20
16.	F4 T1	0,14	0,12	0,38	153	8	0,03	0,62
17.	F4 T2	0,16	0,51	0,34	0,34	7	0,06	1,75
18.	F4 T3	0,23	0,59	0,47	0,27	8	0,07	1,99
19.	F4 T4	0,37	1,34	1,15	0,22	8	0,11	2,45
20.	F4 T5	0,47	1,76	1,38	0,20	7	0,12	2,98
21.	Kontrol	0,11	0,02	0,26	6,2	6	0,03	1,54

Keterangan: F (formula bahan organik), T(durasi waktu fermentasi)

### Durasi Waktu Fermentasi

Penelitian kali ini menggunakan 5 jenis durasi waktu fermentasi yakni 7, 14, 21, 28, dan 35 hari. Tujuan adanya durasi waktu fermentasi karena fase fermentasi tergolong sangat menentukan hasil dari suatu kompos, sehingga durasi waktu fermentasi akan berperan terhadap hasil proses perombakan yang dilakukan oleh mikroba.

Berdasarkan data penelitian dapat diketahui adanya durasi waktu fermentasi tidak berpengaruh secara nyata terhadap hasil kandungan pada setiap unsur. Sebagai contoh pada kandungan unsur N di kombinasi perlakuan F1 dan F2 angka hasil analisis laboratorium menunjukkan angka yang cenderung naik dan turun atau fluktuatif. Hal yang sama juga terjadi di beberapa unsur lain. Hal tersebut terindikasi akibat unsur yang terkandung bisa terlepas ke udara berbentuk oksigen dalam bentuk amonia (Banowati, 2017).

### Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Jagung

Pengaplikasian POC ke tanaman jagung menjadi pengamatan tambahan agar dapat mengetahui bentuk implikasi yang terjadi pada pertumbuhan tanaman jagung selama fase vegetatif khususnya pada pengamatan tinggi tanaman, panjang akar, dan jumlah daun. Tanaman jagung dipilih karena memiliki daya kepekaan yang kuat terhadap cekaman unsur hara. Proses pengamatan dilakukan hingga tanaman jagung berumur 42 hst dengan interval pemberian POC setiap 2 minggu sekali. Pengamatan panjang tanaman dan jumlah daun dilakukan setiap satu minggu sekali, dan panjang akar dilakukan saat tanaman jagung sudah mencapai umur 42 hst.

Korelasi yang di dapatkan yakni pada hasil pengamatan pertumbuhan diketahui bahwa tanaman jagung dengan POC F4 memiliki hasil pertumbuhan tinggi tanaman, panjang akar, dan jumlah daun yang paling baik. Hal tersebut dikarenakan kandungan N pada POC F4 tergolong tinggi. Sehingga berdasarkan hasil analisis laboratorium dan pengaplikasian ke tanaman jagung memiliki hasil yang selaras. Pemberian N secara tepat mampu menjamin proses fisiologis pada jaringan tanaman saat fase vegetatif (Damanhuri et al., 2022).

### Tinggi Tanaman

Berdasarkan pengamatan tinggi tanaman, diketahui tanaman jagung dengan POC F4 adalah yang terbaik dengan rata-rata tinggi mencapai 46 cm. Sedangkan tinggi tanaman kurang baik diraih oleh tanaman jagung dengan POC F1 yakni rata-rata 41 cm. Berikut adalah hasil pengamatan tinggi tanaman jagung yang tersaji di (Tabel 3).

**Tabel 3.** Tinggi tanaman jagung 42 hst

No.	Jenis Perlakuan	Hasil pengamatan pertumbuhan vegetatif tinggi tanaman jagung (cm)						Rerata Tinggi Taaman
		Hari ke-						
		7	14	21	28	35	42	
1.	POC F1	29	38	46	48	51	53	40
2.	POC F2	26	33	39	41	45	54	42
3.	POC F3	23	33	45	46	50	55	44
4.	POC F4	23	31	48	50	52	58	44
<b>Kontrol</b>								40

Keterangan: F1(abu jerami), F2 (humat), F3 (arang sekam), F4 (ampas blotong)

### Panjang Akar

Berdasarkan pengamatan pada panjang akar, tanaman jagung dengan POC F4 adalah yang terbaik dengan panjang akar 60 cm. Sedangkan panjang akar kurang baik diraih oleh tanaman jagung dengan POC F1 yakni dengan panjang 35 cm. Berikut adalah hasil pengamatan tinggi tanaman jagung yang tersaji di (Tabel 4).

**Tabel 4.** Panjang Akar Tanaman Jagung 42 Hst

No.	Jenis Perlakuan	Hasil pengamatan pertumbuhan vegetatif panjang akar tanaman jagung (cm)
		42 hst
1.	POC F1	35
2.	POC F2	48
3.	POC F3	56
4.	POC F4	60
<b>Kontrol</b>		40

Keterangan: F1(abu jerami), F2 (humat), F3 (arang sekam), F4 (ampas blotong)

### Jumlah Daun

Berdasarkan pengamatan jumlah daun, diketahui tanaman jagung dengan POC F2, F3, dan F4 adalah yang terbaik dengan memiliki rata-rata jumlah daun sebanyak 5 helai. Sedangkan tanaman jagung dengan POC F1 memiliki rata-rata jumlah daun sebanyak 4 helai. Berikut adalah hasil pengamatan tinggi tanaman jagung yang tersaji di (Tabel 5).

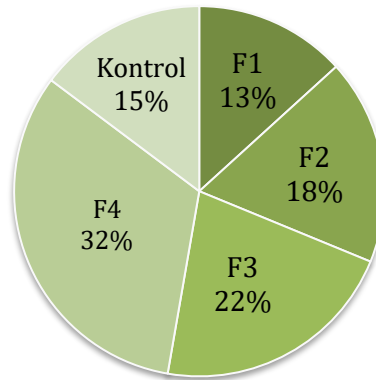
**Tabel 5.** Jumlah daun tanaman jagung 42 hst

No.	Jenis Perlakuan	Hasil pengamatan pertumbuhan vegetatif tinggi tanaman jagung (cm)						Rerata Tinggi Tanaman
		Hari ke-						
		7	14	21	28	35	42	
1.	POC F1	3	4	4	4	4	5	4
2.	POC F2	3	4	4	4	5	5	4
3.	POC F3	4	4	4	4	4	5	4
4.	POC F4	3	3	3	4	4	5	4
<b>Kontrol</b>								4

Keterangan: F1(abu jerami), F2 (humat), F3 (arang sekam), F4 (ampas blotong)

**Kadar Klorofil**

Tujuan analisis kadar klorofil yakni untuk mengetahui seberapa besar unsur N yang diserap oleh tanaman jagung. Kadar klorofil tertinggi yakni tanaman jagung dengan POC F4 sebesar 29,19%. Sedangkan kadar klorofil terendah adalah tanaman jagung dengan POC F1 sebesar 11,90%. Berikut adalah hasil pengujian kadar klorofil yang tersaji di (Gambar 1).



**Gambar 1.** Diagram lingkaran hasil analisis kadar klorofil

Berdasarkan data kadar klorofil, maka sangat berkorelasi dengan hasil analisis laboratorium analisis unsur N yakni POC F4 merupakan jenis perlakuan yang memiliki unsur N tertinggi dan POC F1 merupakan jenis perlakuan yang memiliki unsur N terendah, sehingga data kadar klorofil dapat selaras satu sama lain dengan data hasil analisis laboratorium.

**Pengamatan Fase Vegetatif Tanaman Jagung**

Proses fase vegetatif tanaman jagung dinilai masih belum optimal dan cenderung kurang bagus. Tanaman jagung memiliki urutan fase pertumbuhan yang harus dilewati (Subekti et al., 2018). Penggunaan POC kali ini tidak dapat membuat tanaman jagung mampu memasuki fase V6-V10 yang artinya tanaman jagung *stuck* di fase V3-V5 saja. Hal tersebut disebabkan karena secara keseluruhan kandungan unsur N pada POC yang digunakan terlampaui tidak mencukupi untuk bisa melanjutkan proses vegetatif tanaman jagung ke fase berikutnya. Kandungan makronutrien dan mikronutrien yang masih tergolong rendah (Parsaee et al., 2019).

**KESIMPULAN**

Kesimpulan dari kegiatan penelitian kali ini adalah, pemberian perlakuan F (formula bahan organik) dan T (durasi waktu fermentasi) pada pembuatan POC limbah vinasse tidak berpengaruh secara nyata terhadap hasil POC. Berdasarkan dari analisis kimia yakni N, P, K, Fe, pH, Na, dan C-organik di dapati unsur kimia yang tidak dapat memenuhi kriteria dari Standar Mutu Permentan tahun 2019 adalah N, P, K, dan C-organik. Sedangkan pada unsur kimia pH, Na, dan sebagian kombinasi perlakuan Fe dapat memenuhi kriteria dari Standar Mutu Permentan tahun 2019. Namun sebagai catatan adanya perlakuan F dan T secara tidak langsung dapat membantu memperbaiki hasil POC pada aspek unsur pH yang meningkat. Kemudian pada pengaplikasiannya, tanaman jagung POC F4 mendapatkan hasil pertumbuhan terbaik dari hasil pengamatan pertumbuhan vegetatif tanaman jagung. Hal tersebut dikarenakan tanaman jagung POC F4 memiliki hasil tinggi tanaman, panjang akar, dan jumlah daun yang terbaik dan hal itu juga berkorelasi dengan hasil analisis unsur N dan kadar klorofil yang tertinggi ada pada tanaman jagung POC F4 yang membuktikan kalau penyerapan unsur N yang baik mempengaruhi hasil pertumbuhan dan data dapat selaras.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Aprinada, C., Kartawiria, I. S., & Legowo, E. H. (2019). Net Energy Analysis of Molasses Based Bioethanol Production in Indonesia. *Iconiet Proceeding*, 2(1), 25–30. <https://doi.org/10.33555/iconiet.v2i1.6>.
- Astuti, W., & Mahatmanti, W. (2017). Pembuatan Pupuk Fermentasi Cair Berbasis Limbah Vinasse. *Rekayasa*, 15(1), 55–57.
- Banowati, G. (2017). Studi Potensi Kompos Vinasse sebagai Pupuk dan Aplikasinya pada Bibit Kakao (*Theobroma Cacao* L.) Study of Potential Vinasse Compost as Fertilizer and Application on Cocoa (*Theobroma Cacao* L.) Seedlings. 23.
- Bonomi, Antonio, Otávio Cavalett, Marcelo Pereira da Cunha, and M. A. Lima. (2016). *Virtual Biorefinery - An Optimization Strategy for Renewable Carbon Valorization*. Springer International Publishing
- Christofoletti, C. A., Escher, J. P., Correia, J. E., Marinho, J. F. U., & Fontanetti, C. S. (2013). Sugarcane vinasse: Environmental implications of its use. *Waste Management*, 33(12), 2752-2761.
- Damanhuri, D., Widodo, T. W., & Fauzi, A. (2022). Pengaturan Keseimbangan Nitrogen dan Magnesium untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Produksi Jagung (*Zea Mays* L.). *Jurnal Ilmiah Inovasi*, 22(1), 10–15. <https://doi.org/10.25047/jii.v22i1.2842>.
- Dewi, V. A. K., Putra, R. P., & Afrianto, W. F. (2022). Kajian Potensi Vinase Sebagai Bahan Fertisasi Di Perkebunan Tebu (*Saccharum Officinarum* L.) . *SANG PENCERAH*. 187–201.
- Ekawati, R., & Saputri, L. H. (2018). Pengaruh cara pemberian pupuk organik cair vinasse terhadap pertumbuhan awal bawang dayak (*Eleutherine palmifolia*). *Kultivasi*, 17(3), 760–765. <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v17i3.18954>.
- Fahrudin, F., & Sulfitri, S. (2019). Pengaruh Molase dan Bioaktivator EM4 Terhadap Kadar Gula Pada Fermentasi Pupuk Organik Cair. *Bioma: Jurnal Biologi Makassar*, 4(2), 138. <https://doi.org/10.20956/bioma.v4i2.6905>.
- Fangohoy, L., & Wandansari, N. R. (2017). Pemanfaatan Limbah Blotong Pengolahan Tebu Menjadi Pupuk Organik Berkualitas. *Jurnal Triton*, 8(2), 58–67.
- Istiqomah, I., Wahyudin, A., & Anam, C. (2021). Pengaruh Olahan Organik Jerami dan Jarak Tanam Sistem Jajar Legowo terhadap Produksi Tanaman Padi (*Oryza Sativa* L.). *AGRORADIX: Jurnal Ilmu Pertanian*, 4(2), 36-41.
- Khawiwada, D., & Silveira, S. (2017). Scenarios for bioethanol production in Indonesia: How can we meet mandatory blending targets? *Energy*, 119, 351–361. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.12.073>.
- Parsaee, M., Kiani Deh Kiani, M., & Karimi, K. (2019). A review of biogas production from sugarcane vinasse. In *Biomass and Bioenergy* (Vol. 122, pp. 117–125). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2019.01.034>.
- Subekti, N. A., Syafrudin, Efendi, R., & Sunarti, S. (2018). Jagung: Teknik Produksi dan Pengembangan. *Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros*, 16–28.
- Trisna, Y. (2018). Water Quality and Public Health Complaints in Surrounding Watoetoelis Sugar Mills. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 10(2), 241. <https://doi.org/10.20473/jkl.v10i2.2018.241-251>.