



INFORMASI ARTIKEL

Received: December, 09, 2025

Available online: December, 23, 2025

at: <https://e-jurnal.iphorr.com/index.php/hjk>

## Efektivitas kotoran ternak sebagai aktivator pupuk organik dalam mengurangi limbah blotong tebu

Muhammad Al-Irsyad\*, Agung Kurniawan, Rosiana Fadilatul Aini, Lanang Laksita Adji, Sherly Dia Lumitasari, Febrianty Quratul Aini, Fariza Eky Putri Rahmadita, Alfaka Ramadhan

Universitas Negeri Malang

Korespondensi penulis: Muhammad Al-Irsyad. \*Email: [muhammad.irsyad.fik@um.ac.id](mailto:muhammad.irsyad.fik@um.ac.id)

### Abstract

**Background:** Livestock activities in Greater Malang are carried out in line with increasing consumer awareness of animal protein nutrition, and livestock products are often sold to other cities, thus maintaining an abundant livestock population in Malang. However, livestock activities generate diverse waste and cause unrest, which can trigger pollution in various sectors. Therefore, utilizing livestock waste such as livestock manure and bagasse as organic fertilizer can have a positive impact on the environment.

**Purpose:** To determine the effectiveness of livestock manure as an organic fertilizer activator in reducing sugarcane filter cake waste.

**Method:** A quantitative experimental study with a posttest-only control group design was conducted through laboratory tests on fertilizer quality. Organic fertilizer production was carried out using the Takakura composting method and aeration of the fertilizer pile.

**Results:** The mixture of bagasse waste and livestock manure as a bioactivator was effective in meeting the physical characteristics of organic fertilizer. Furthermore, the mixture of bagasse waste and livestock manure as a bioactivator met the nutrient quality requirements for solid organic fertilizer in all parameters. The most effective mixture of bagasse waste and manure activator for producing quality fertilizer is a mixture of 15% cow manure, 15% chicken manure, 60% bagasse waste, and 10% finished compost.

**Conclusion:** The mixture of bagasse waste with cow and chicken manure as bioactivators proved effective as an organic fertilizer, with this composition being the most effective.

**Keywords:** Activator; Livestock Manure; Organic Fertilizer; Reduction; Sugarcane Flour; Waste.

**Pendahuluan:** Kegiatan peternakan di Malang Raya dilakukan seiring dengan tingginya kesadaran gizi konsumen terkait protein hewani dan tidak jarang hasil komoditi peternakan dijual ke kota lain, sehingga jumlah peternakan di Malang tetap melimpah. Namun, kegiatan peternakan akan menimbulkan limbah yang beragam dan menimbulkan keresahan, dan limbah tersebut dapat memicu pencemaran berbagai sektor. Maka dari itu, pemanfaatan limbah peternakan seperti kotoran ternak dan ampas tebu menjadi pupuk organik dapat berdampak baik bagi lingkungan.

**Tujuan:** Untuk mengetahui efektivitas kotoran ternak sebagai aktivator pupuk organik dalam mengurangi limbah blotong tebu

**Metode:** Penelitian kuantitatif eksperimen dengan rancangan *posttest only control group design* melalui hasil uji laboratorium terhadap kualitas pupuk. Pembuatan pupuk organik dilakukan dengan metode pengomposan takakura dan aerasi pada tumpukan bahan pupuk.

## Efektivitas kotoran ternak sebagai aktivator pupuk organik dalam mereduksi limbah blotong tebu

**Hasil:** Campuran limbah ampas tebu dan kotoran ternak sebagai bioaktivator efektif dalam memenuhi karakteristik fisik pupuk organik, lalu campuran limbah ampas tebu dan kotoran ternak sebagai bioaktivator telah memenuhi kualitas unsur hara pupuk organik padat pada seluruh parameter. Komposisi campuran limbah ampas tebu dan aktivator kotoran paling efektif dalam menghasilkan pupuk berkualitas ialah campuran 15% kotoran sapi, 15% kotoran ayam, 60% limbah ampas tebu, dan 10% kompos jadi.

**Simpulan:** Campuran limbah ampas tebu dengan kotoran sapi dan ayam sebagai bioaktivator terbukti efektif menjadi pupuk organik dengan komposisi campuran menjadi yang paling efektif.

**Kata Kunci:** Aktivator; Blotong Tebu; Kotoran Ternak; Limbah; Mereduksi; Pupuk Organik.

## PENDAHULUAN

Aktivitas industri dan peternakan di Malang Raya menimbulkan limbah dalam jumlah besar dan terus meningkat di setiap tahunnya. Pada tahun 2023, sampah di Malang raya mencapai 2,208 ton dalam sehari. Jumlah tersebut mengalami kenaikan dari tahun sebelumnya yang berjumlah 2.005 per hari di tahun 2022 (Wicaksana, 2023). Peningkatan jumlah limbah dapat berdampak buruk bagi lingkungan bahkan dapat menyebabkan penurunan mutu lingkungan di suatu daerah (Kholis, Nusantara, & Awaludin, 2019).

Penumpukan limbah tidak hanya dari golongan limbah anorganik, namun jumlah limbah organik yang cukup tinggi mengharuskan dilakukannya pemanfaatan limbah dengan cermat. Komposisi limbah organik di Malang ialah sebesar 61.50% (Dinas Kebersihan dan Pertamanan, 2013). Limbah organik dapat berupa kotoran hewan, sisa bahan dasar kegiatan industri, limbah kegiatan pertanian, dan limbah rumah tangga. Kegiatan peternakan seringkali dilakukan oleh masyarakat akibat kesadaran gizi pada konsumen terkait protein hewani yang semakin tinggi. Berdasarkan data BPS di Kota Malang, konsumsi daging pada tahun 2022 sebesar 8.14% dan 6.28% pada tahun 2023. Sedangkan jumlah konsumsi telur dan susu masyarakat Kota Malang yakni sebanyak 6,51% pada tahun 2022 dan 7.30% pada tahun 2023 (Badan Pusat Statistik Kota Malang, 2023). Kegiatan peternakan akan menimbulkan limbah yang cukup beragam dan menimbulkan keresahan di masyarakat. Buangan kegiatan peternakan dapat berupa feses, urin hewan, gas, dan alas kandang (Nurkholis et al., 2019). Limbah peternakan yang dibiarkan begitu saja dapat memicu pencemaran air, baik pada parameter fisik maupun kimia (Olivianti, Abidjulu, & Koleangan, 2016).

Pemanfaatan limbah kotoran hewani dapat dilakukan dengan merubah limbah menjadi hal bermanfaat seperti pupuk dan biogas yang kerap dipilih oleh pelaku usaha (Maruapey, 2017). Kotoran sapi

memiliki kandungan unsur hara yang melimpah diantaranya ialah bahan organik (16%), N (0.3%), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (0.2%), K<sub>2</sub>O (0.15%), CaO (0.2%), nisbah C/N (11%), serta kadar air (80%). Kandungan unsur hara yang melimpah sehingga limbah ini sering dimanfaatkan menjadi bahan penyubur tanah untuk membantu meningkatkan kadar fosfor dan unsur hara lainnya bagi tanaman (Rakhmawati, Dangga, & Laela, 2019). Tidak hanya limbah kotoran sapi, kotoran ayam juga memiliki kualitas unsur hara yang tidak kalah tinggi dan baik untuk tanaman. Limbah kotoran ayam terdiri dari unsur hara N (1%), P (0.80%), K (0.40%), dan kadar air (55%) (Ritonga, Aisyah, Rambe, Rambe, & Wahyuni, 2022).

Jumlah unsur hara total (NPK) pada kotoran ayam lebih tinggi dari kotoran ternak lain, sehingga berpeluang besar untuk dimanfaatkan menjadi pupuk tanaman yang bermutu. Ketersediaan limbah kotoran sapi dan ayam sangat melimpah dikarenakan peminat olahan kedua jenis ternak tersebut sangat tinggi. Pengolahan limbah peternakan menjadi pupuk organik dapat membawa dampak baik seperti membantu meningkatkan kualitas lingkungan, meningkatkan komoditi tanaman, memperkecil biaya produksi kegiatan pertanian maupun perkebunan, serta untuk mencegah pencemaran lingkungan di sekitar tempat tinggal (Ratriyanto, Widyawati, Suprayogi, Prastowo, & Widyas, 2019).

Kegiatan industri membawa dampak penting bagi lingkungan. Tidak hanya produk yang dihasilkan, namun juga limbah yang turut dikeluarkan saat kegiatan produksi berlangsung. Limbah yang dikeluarkan dari hasil kegiatan industri memerlukan perhatian khusus, sebab kemungkinan dalam proses produksinya akan ditambahkan zat anorganik yang memberikan dampak ketika dibuang pada lingkungan. Pabrik gula ialah salah satu industri

**Muhammad Al-Irsyad\*, Agung Kurniawan, Rosiana Fadilatul Aini, Lanang Laksita Adji, Sherly Dia Lumitasari, Febrianty Quratul Aini, Fariza Eky Putri Rahmadita, Alfaka Ramadhan**

Universitas Negeri Malang

Korespondensi penulis: Muhammad Al-Irsyad. \*Email: muhammad.irsyad.fik@um.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.33024/hjk.v19i9.2004>

## Efektivitas kotoran ternak sebagai aktivator pupuk organik dalam mereduksi limbah blotong tebu

bahan pokok yang selalu memproduksi setiap tahunnya. Blotong merupakan salah satu limbah organik yang dihasilkan oleh pabrik gula dalam proses pengolahan tebu menjadi gula pasir, dan menyisakan zat organik cukup tinggi, serta dapat dimanfaatkan kembali (Dharma, Rajabiah, & Setyadi, 2017). Keberadaan limbah blotong ialah sebanyak 32% dari total jumlah tebu yang digiling pada suatu produksi gula dan sebanyak 0.3 juta ton blotong dibiarkan terbuang tanpa dimanfaatkan. Pembuangan limbah blotong biasanya dilakukan secara *open dumping* setiap tahunnya di sekitar pabrik atau pada lahan yang telah ditentukan (Mentari, Yuanita, & Roby, 2021). Tumpukan ampas tebu akan menimbulkan bau tidak sedap yang dapat tercium hingga jarak cukup jauh serta sangat mengganggu warga sekitar. Kehadiran vektor penyakit juga menjadi salah satu dampak keberadaan limbah blotong di lahan terbuka.

Pemanfaatan limbah menjadi pupuk banyak diminati karena dalam proses produksi sedikit hanya memerlukan dana kecil dan ketersediaan bahan pupuk yang melimpah. Pengomposan limbah organik seperti kotoran ternak dan ampas tebu dapat dilakukan untuk mereduksi populasi limbah yang ada di sekitar. Dalam proses pengomposan terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan, sehingga proses dekomposisi dapat berjalan optimal. Hal yang perlu diperhatikan saat pengomposan diantaranya ialah suhu, pH dan jumlah nisbah C/N campuran bahan pupuk. Ciri khas dari pupuk organik ialah proses penyerapan unsur hara akan berlangsung secara perlahan, sehingga pembuangan unsur hara akibat angin dan air akan kecil kemungkinannya. Manfaat lain penggunaan pupuk organik ialah menjaga kesuburan tanah sehingga hasil produksi pertanian dapat stabil di setiap tahunnya (Ratriyanto et al., 2019). Meski demikian, variasi campuran limbah menjadi pupuk berkualitas masih terbatas, sehingga memerlukan percobaan mencampurkan bahan-bahan limbah hingga mampu menghasilkan pupuk organik berkualitas yang beragam.

## METODE

Penelitian kuantitatif eksperimen dengan rancangan *posttest only control group design* melalui hasil uji laboratorium terhadap kualitas pupuk

organik. Selain itu, pembuatan pupuk organik dilakukan melalui metode pengomposan takakura dan aerasi pada tumpukan bahan pupuk. Pengomposan takakura dilakukan dengan memasukkan bahan pupuk organik ke dalam keranjang dan memanfaatkan udara untuk membantu pertumbuhan mikroorganisme pengurai, sehingga dekomposisi dapat berlangsung. Proses aerasi terhadap tumpukan bahan pupuk juga berfungsi untuk mengeluarkan kandungan  $\text{NH}_3$  yang ada di dalam kotoran ternak maupun limbah blotong, sehingga suhu dan bau pupuk dapat terkendali.

Tahapan pelaksanaan pengomposan diantaranya ialah persiapan, pelaksanaan pengomposan, serta analisis data. Proses pengomposan dengan bahan limbah blotong dan aktivator kotoran ternak terbagi menjadi 3 perlakuan dengan 3 kali pengulangan pada setiap *treatment*. Pengomposan dilakukan pada Laboratorium Epidemiologi-Kesehatan Lingkungan, Universitas Negeri Malang selama 12 hari.

Tahap persiapan merupakan tahapan pengadaan alat dan bahan yang dibutuhkan selama proses pengomposan. Alat yang diperlukan seperti keranjang berlubang, *4in1 soil survey instrument* (pengukur suhu dan pH), *soil moisture meter* (pengukur kelembaban), gunting, *beaker glass*, neraca digital, botol, dan cetok. Bahan yang dibutuhkan dalam pengomposan ini adalah kotoran sapi, kotoran ayam, limbah blotong tebu, EM4, air, gula merah, kompos jadi, *trash bag*, dan bantalan sekam.

Selanjutnya pada proses pengomposan dilakukan dengan mencampurkan bahan pupuk sesuai dengan berat yang telah ditentukan yakni sebanyak 2 kg dengan komposisi: 30% kotoran sapi + 60% limbah blotong tebu + 10% kompos jadi (SB); 30% kotoran ayam + 60% limbah blotong tebu + 10% kompos jadi (AB); dan 15% kotoran sapi + 15% kotoran ayam + 60% limbah blotong tebu + 10% kompos jadi (SAB).

Bahan pupuk dimasukkan ke dalam keranjang takakura dengan diberi bantalan sekam sebagai alas dan penutup tumpukan bahan pupuk. Selama proses pengomposan berlangsung, dilakukan pemantauan beberapa parameter fisik untuk mengetahui kematangan pupuk organik. Parameter fisik pupuk

Muhammad Al-Irsyad\*, Agung Kurniawan, Rosiana Fadilatul Aini, Lanang Laksita Adji, Sherly Dia Lumitasari, Febrianty Quratul Aini, Fariza Eky Putri Rahmadita, Alfaka Ramadhan

Universitas Negeri Malang

Korespondensi penulis: Muhammad Al-Irsyad. \*Email: muhammad.irsyad.fik@um.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.33024/hjk.v19i9.2004>

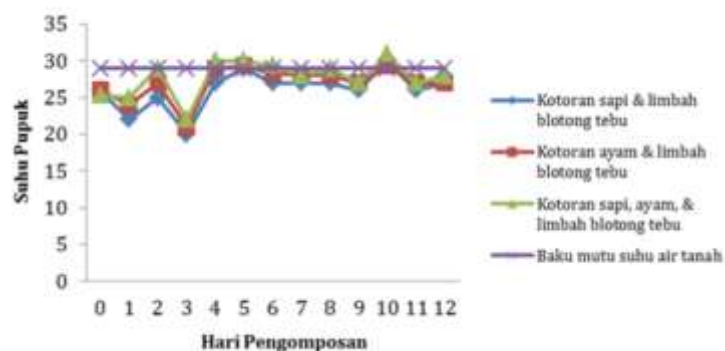
## Efektivitas kotoran ternak sebagai aktivator pupuk organik dalam mereduksi limbah blotong tebu

yang diamati meliputi suhu, pH, dan kelembaban tumpukan bahan pupuk. Aerasi bahan pupuk dilakukan setiap 7 hari untuk mencegah lonjakan suhu yang ekstrim pada kompos sehingga dekomposisi tetap dapat berjalan.

Saat pupuk telah mencapai fase pematangan, maka dilakukan analisis unsur hara pupuk pada laboratorium tanah untuk mengetahui kualitas pupuk yang telah dihasilkan. Unsur hara yang diujikan diantaranya C, N, C/N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, serta K<sub>2</sub>O. Unsur-unsur tersebut dipilih karena merupakan unsur hara makro yang sangat dibutuhkan untuk menentukan kualitas pupuk (Yuniarti et al., 2019). Hasil uji laboratorium kualitas pupuk akan dibandingkan dengan baku mutu kualitas pupuk organik padat dalam Keputusan Menteri Pertanian Nomor: 261/KPTS/SR.310/M/4/2019 Tentang Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik, Pupuk Hayati, Dan Pembenahan Tanah, dan SNI 19-7030-2004 Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik.

Analisis data dilakukan melalui uji statistik data hasil pengamatan menggunakan *software* komputer untuk mengetahui perbedaan dari seluruh perlakuan yang telah dilakukan terhadap suatu parameter dalam menilai efektivitas pupuk organik. Data hasil pengamatan yang telah dilakukan, diujikan menggunakan uji *Analisis of Varians* (ANOVA) dan uji *Multivariate Analysis of Variance* (MANOVA) dengan nilai signifikansi yang digunakan masing-masing 5% ( $p\text{-value} < 0.05$ ).

## HASIL



Gambar 1. Fluktuasi (Perubahan) Suhu Pupuk Organik

Pemantauan suhu pupuk dilakukan selama 12 hari pengomposan. Pada periode awal pengomposan suhu tumpukan bahan pupuk ketiga campuran memiliki suhu diantara 25.3°C - 26°C. Pada hari ke-4, peningkatan suhu pupuk telah mencapai angka 30°C pada pencampuran kotoran sapi, kotoran ayam, dan limbah blotong tebu (SAB), sedangkan pada dua formula campuran lainnya peningkatan suhu terjadi lebih rendah yakni 29°C. Setelah periode pengomposan tersebut, penurunan suhu pada seluruh tumpukan bahan pupuk tidak terjadi secara ekstrim, sehingga dapat menyetabilkan suhu yang berkisar antara 26°C-30°C hingga fase pematangan pada seluruh formula.

Berdasarkan gambar di atas, suhu pupuk campuran kotoran sapi dan limbah blotong tebu (SB) terlihat tidak mengalami fase termofilik dikarenakan suhu tertinggi yang berhasil dicapai hanya 30°C (hari ke-10 pengomposan). Sama halnya dengan pupuk berbahan campuran kotoran ayam dan limbah blotong tebu (AB), suhu tertinggi kedua campuran tersebut hanya sebesar 29.3°C (hari ke-10 pengomposan). Sedangkan, campuran ke-3 yakni pupuk berbahan campuran kotoran sapi, kotoran ayam, dan limbah blotong tebu (SAB) memiliki perubahan suhu paling tinggi yakni 31°C di hari yang sama.

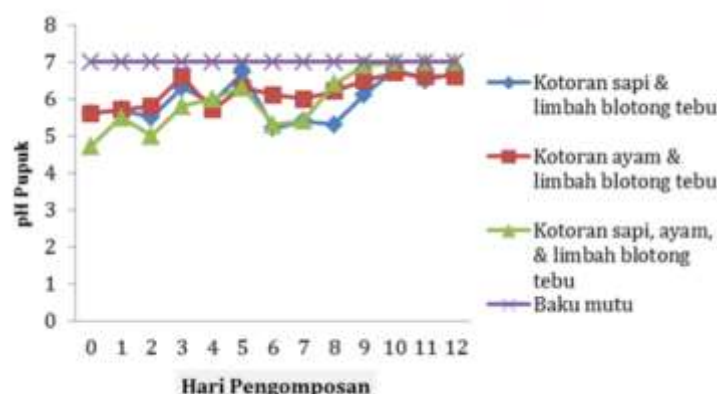
Muhammad Al-Irsyad\*, Agung Kurniawan, Rosiana Fadilatul Aini, Lanang Laksita Adji, Sherly Dia Lumitasari, Febrianty Quratul Aini, Fariza Eky Putri Rahmadita, Alfaka Ramadhan

Universitas Negeri Malang

Korespondensi penulis: Muhammad Al-Irsyad. \*Email: muhammad.irsyad.fik@um.ac.id

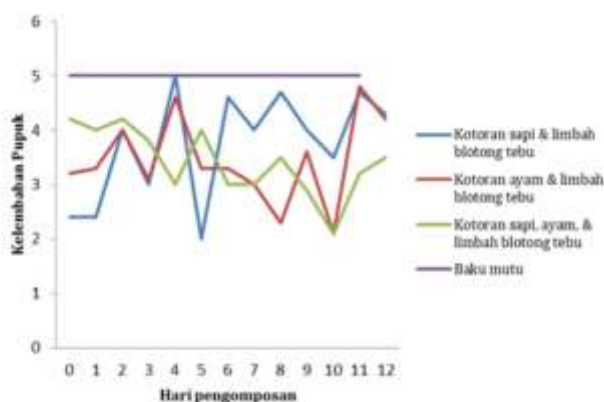
DOI: <https://doi.org/10.33024/hjk.v19i9.2004>

# Efektivitas kotoran ternak sebagai aktivator pupuk organik dalam mereduksi limbah blotong tebu



**Gambar 2. Perubahan pH (Derajat Keasaman) Pupuk Organik**

Pengamatan pH dilakukan setiap hari selama proses pengomposan berlangsung dengan hasil pH terendah pada pengomposan kali ini dimiliki oleh campuran kotoran sapi, kotoran ayam, dan limbah blotong tebu (SAB) dengan nilai pH ialah 4.7. Setelah pengomposan dilakukan selama 5 hari, seluruh pencampuran bahan pupuk memiliki pH lebih basa dari sebelumnya yakni sebesar 6.3-6.7. Suhu tertinggi selama pengomposan dialami oleh seluruh tumpukan bahan pupuk yakni pada hari ke-10 pengomposan dengan nilai pH ialah 6.8 tumpukan pupuk berbahan kotoran sapi dan limbah blotong tebu (SB); 6.7 tumpukan pupuk berbahan kotoran ayam dan limbah blotong tebu (AB); serta ber pH 7 pada campuran kotoran sapi, kotoran ayam, dan limbah blotong tebu (SAB). Meski demikian, pupuk dengan perlakuan SAB mengalami kenaikan pH paling cepat dan stabil dengan nilai 6.9 sejak hari ke-9 pengomposan dan 7 sejak hari ke-10. Peningkatan pH dapat disebabkan oleh bertambahnya jumlah bahan organik yang berhasil disederhanakan oleh enzim sehingga tumpukan bahan pupuk akan meningkat.



**Gambar 3. Perubahan Kelembaban Pupuk Organik**

Berdasarkan Gambar 3. grafik kelembaban pupuk terlihat tidak stabil. Pada awal pengomposan, tumpukan bahan pupuk memiliki nilai kelembaban paling rendah ialah pupuk yang berasal dari kotoran sapi dan limbah blotong tebu (SB). Kondisi tumpukan bahan pupuk organik pada hari ke-5 tidak jauh berbeda hari pertama pengomposan dimana tumpukan bahan pupuk yang berasal dari kotoran sapi dan limbah blotong tebu (SB) memiliki kelembaban sebesar 2; kotoran ayam dan limbah blotong tebu (AB) sebesar 3.3; dan tumpukan bahan pupuk yang berasal dari kotoran sapi, kotoran ayam, dan limbah blotong tebu (SAB) memiliki kelembaban sebesar 4. Pada fase akhir pengomposan seluruh perlakuan campuran bahan pupuk telah mendekati angka 5,

**Muhammad Al-Irsyad\*, Agung Kurniawan, Rosiana Fadilatul Aimi, Lanang Laksita Adji, Sherly Dia Lumitasari, Febrianty Quratul Aini, Fariza Eky Putri Rahmadita, Alfaka Ramadhan**

Universitas Negeri Malang

Korespondensi penulis: Muhammad Al-Irsyad. \*Email: muhammad.irsyad.fik@um.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.33024/hjk.v19i9.2004>

## Efektivitas kotoran ternak sebagai aktivator pupuk organik dalam mereduksi limbah blotong tebu

hanya pupuk SAB yang berada jauh dari kelembaban ideal yakni sebesar 3.5, karena pupuk organik dari campuran kotoran sapi, kotoran ayam, dan limbah blotong tebu cukup kering maka dalam proses pengaplikasian pada tanaman dapat ditambahkan sejumlah air sehingga dapat membantu mempermudah penyerapan unsur hara oleh tanaman.

Tabel 1. Jumlah Kandungan C-Organik, Unsur Hara Makro (NPK) dan Nisbah C/N dalam Pupuk

| Parameter                  | Campuran                                                | Rata-rata | Standar* | Keterangan |
|----------------------------|---------------------------------------------------------|-----------|----------|------------|
| Unsur C-Organik (%)        | Kotoran sapi + limbah blotong tebu (SB)                 | 15.59     | 15%      | Sesuai     |
|                            | Kotoran ayam + limbah blotong tebu (AB)                 | 15.06     |          | Sesuai     |
|                            | Kotoran sapi + kotoran ayam + limbah blotong tebu (SAB) | 16.75     |          | Sesuai     |
| Unsur Hara Makro (NPK) (%) | Kotoran sapi + limbah blotong tebu (SB)                 | 4.58      | 2%       | Sesuai     |
|                            | Kotoran ayam + limbah blotong tebu (AB)                 | 3.93      |          | Sesuai     |
|                            | Kotoran sapi + kotoran ayam + limbah blotong tebu (SAB) | 4.17      |          | Sesuai     |
| Kandungan Nisbah C/N       | Kotoran sapi + limbah blotong tebu (SB)                 | 10.44     | ≤ 25     | Sesuai     |
|                            | Kotoran ayam + limbah blotong tebu (AB)                 | 8.91      |          | Sesuai     |
|                            | Kotoran sapi + kotoran ayam + limbah blotong tebu (SAB) | 10.13     |          | Sesuai     |

Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai rata-rata seluruh campuran bahan pupuk organik telah memenuhi baku mutu C-Organik yang berlaku yakni minimal 15%. Campuran pupuk organik SAB memiliki kadar C-organik paling banyak yakni 16.75%; dan kadar C-organik paling rendah dimiliki oleh pupuk organik AB sebanyak 15.06%. Selain itu, kandungan Unsur Hara Makro (NPK) pupuk organik telah memenuhi baku mutu unsur hara makro (NPK) pupuk organik padat yakni minimal 2%. Kadar NPK tertinggi dimiliki oleh pupuk organik yang berasal dari pencampuran kotoran sapi dan limbah blotong tebu (SB) sebesar 4.58%. Sedangkan kadar NPK paling rendah dimiliki oleh pupuk yang berasal dari pencampuran kotoran ayam dan limbah blotong tebu (AB) sebesar 3.93%. Pada parameter Kandungan Nisbah C/N nilai rata-rata seluruh campuran telah sesuai dengan standar Kementerian Pertanian yakni sebesar ≤ 25. Nisbah C/N paling rendah dimiliki oleh pupuk pencampuran kotoran ayam dan limbah blotong tebu (AB) sebesar 8,91 dan Nisbah C/N paling tinggi dimiliki oleh pupuk yang berasal dari pencampuran kotoran sapi dan limbah blotong tebu (SB) sebesar 10.44. Berdasarkan tabel di atas, maka dapat membuktikan bahwa seluruh campuran bahan pupuk organik telah memenuhi kriteria pupuk berkualitas.

Tabel 2. Uji ANOVA Parameter Pupuk Organik

| Parameter              | Sig. | p-value |
|------------------------|------|---------|
| Suhu                   | 0.05 | 0.206   |
| pH                     | 0.05 | 0.670   |
| Kelembaban             | 0.05 | 0.546   |
| C-organik              | 0.05 | 0.732   |
| Unsur Hara Total (NPK) | 0.05 | 0.875   |
| Nisbah C/N             | 0.05 | 0.448   |

Berdasarkan hasil uji statistik dengan uji ANOVA (Tabel 2), diketahui bahwa campuran limbah blotong tebu dan aktivator kotoran ternak tidak memiliki perbedaan yang nyata terhadap masing-masing parameter pupuk.

Muhammad Al-Irsyad\*, Agung Kurniawan, Rosiana Fadilatul Aini, Lanang Laksita Adji, Sherly Dia Lumitasari, Febrianty Quratul Aini, Fariza Eky Putri Rahmadita, Alfaka Ramadhan

Universitas Negeri Malang

Korespondensi penulis: Muhammad Al-Irsyad. \*Email: muhammad.irsyad.fik@um.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.33024/hjk.v19i9.2004>

## Efektivitas kotoran ternak sebagai aktivator pupuk organik dalam mereduksi limbah blotong tebu

Pencampuran limbah blotong tebu dengan aktivator kotoran ternak menunjukkan keefektifitasan paling tinggi pada kualitas unsur hara total (NPK). Sedangkan tingkat keefektifitasan dari pencampuran bahan pupuk paling rendah didapat pada parameter suhu dengan *p-value* ialah 0.206.

Tabel 3. Hasil Uji MANOVA

| Parameter                     | Campuran                                                 | Campuran                                                 | p-value      |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------|
| <b>C-organik</b>              | Kotoran sapi + limbah blotong tebu (SB)                  | Kotoran ayam + limbah blotong tebu (AB)                  | 0.626        |
|                               |                                                          | Kotoran sapi + kotoran ayam, + limbah blotong tebu (SAB) | 0.898        |
|                               | Kotoran ayam + limbah blotong tebu (AB)                  | Kotoran sapi + limbah blotong tebu (SB)                  | 0.626        |
|                               |                                                          | Kotoran sapi + kotoran ayam, + limbah blotong tebu (SAB) | 0.810        |
|                               | Kotoran sapi + kotoran ayam, + limbah blotong tebu (SAB) | Kotoran sapi + limbah blotong tebu (SB)                  | 0.898        |
|                               |                                                          | Kotoran ayam, + limbah blotong tebu (AB)                 | 0.810        |
| <b>Unsur Hara Makro (NPK)</b> | Kotoran sapi + limbah blotong tebu (SB)                  | Kotoran ayam + limbah blotong tebu (AB)                  | 0.954        |
|                               |                                                          | Kotoran sapi + kotoran ayam, + limbah blotong tebu (SAB) | 0.724        |
|                               | Kotoran ayam + limbah blotong tebu (AB)                  | Kotoran sapi + limbah blotong tebu (SB)                  | 0.954        |
|                               |                                                          | Kotoran sapi + kotoran ayam, + limbah blotong tebu (SAB) | 0.669        |
|                               | Kotoran sapi + kotoran ayam, + limbah blotong tebu (SAB) | Kotoran sapi + limbah blotong tebu (SB)                  | 0.724        |
|                               |                                                          | Kotoran ayam, + limbah blotong tebu (AB)                 | 0.669        |
| <b>Nisbah C/N</b>             | Kotoran sapi + limbah blotong tebu (SB)                  | Kotoran ayam + limbah blotong tebu (AB)                  | <b>0.013</b> |
|                               |                                                          | Kotoran sapi + kotoran ayam, + limbah blotong tebu (SAB) | 0.800        |
|                               | Kotoran ayam + limbah blotong tebu (AB)                  | Kotoran sapi + limbah blotong tebu (SB)                  | <b>0.013</b> |
|                               |                                                          | Kotoran sapi + kotoran ayam, + limbah blotong tebu (SAB) | 0.664        |
|                               | Kotoran sapi + kotoran ayam, + limbah blotong tebu (SAB) | Kotoran sapi + limbah blotong tebu (SB)                  | 0.800        |
|                               |                                                          | Kotoran ayam, + limbah blotong tebu (AB)                 | 0.664        |

Berdasarkan Tabel 3. sebagian besar parameter unsur hara pada campuran limbah blotong tebu dengan aktivator kotoran ternak tidak menunjukkan perbedaan yang nyata, sehingga ketiga campuran memiliki tingkat efektivitas yang hampir sama. Meski demikian, parameter nisbah C/N pada pupuk organik dari campuran kotoran sapi dan limbah blotong tebu (SB) memiliki perbedaan yang nyata dengan campuran limbah kotoran ayam dan limbah blotong tebu (AB). Formula terbaik dalam penelitian ini adalah campuran SAB dengan komposisi 15% kotoran sapi, 15% kotoran ayam, 10% kompos jadi, dan 60% limbah blotong tebu. Meski pupuk organik dari campuran tersebut tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada seluruh parameter, namun hasil uji laboratorium mengenai kualitas unsur hara menunjukan formula tersebut merupakan yang paling baik. Pupuk organik SAB memiliki jumlah unsur C-organik paling tinggi sebesar 16.75% dengan unsur hara makro (NPK) sebesar 4.17%.

## PEMBAHASAN

Suhu merupakan faktor penting dalam proses pengomposan untuk mengetahui proses pendegradasian bahan pembuatan pupuk yang sedang berlangsung (Witasari, Sa'diyah, & Hidayatulloh, 2021). Kenaikan suhu

Muhammad Al-Irsyad\*, Agung Kurniawan, Rosiana Fadilatul Aini, Lanang Laksita Adji, Sherly Dia Lumitasari, Febrianty Quratul Aini, Fariza Eky Putri Rahmadita, Alfaka Ramadhan

Universitas Negeri Malang

Korespondensi penulis: Muhammad Al-Irsyad. \*Email: muhammad.irsyad.fik@um.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.33024/hjk.v19i9.2004>

## Efektivitas kotoran ternak sebagai aktivator pupuk organik dalam mereduksi limbah blotong tebu

pada fase aklimasi berdampak dalam merombak ukuran partikel bahan pupuk sehingga dapat berukuran lebih kecil bahkan menjadi remahan (Siagian, Yuriandala, & Maziya, 2021). Fase aklimasi terbagi menjadi fase mesofilik dan termofilik, pada fase termofilik pelapukan bahan pupuk akan berjalan paling maksimal dengan suhu  $>40^{\circ}\text{C}$  (Krisnawan, Tika, & Madrini, 2018). Kegagalan tumpukan bahan pupuk dalam mencapai fase termofilik dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti kondisi suhu lingkungan dan metode pengomposan yang dipilih. Sedangkan, dari ketiga komposisi pupuk organik yang telah dibuat, campuran limbah blotong tebu dengan aktivator kotoran ayam (AB) memiliki perubahan suhu yang cukup stabil. Saat pengomposan berlangsung, komposisi pupuk tersebut tidak mengalami penurunan suhu secara ekstrim dibanding campuran bahan pupuk lainnya.

Suhu terendah yang dialami oleh pupuk AB adalah  $21^{\circ}\text{C}$ , sedang pupuk SB memiliki suhu terendah sebesar  $20^{\circ}\text{C}$ , dan pupuk SAB memiliki suhu terendah yakni  $22^{\circ}\text{C}$ . Kondisi demikian diduga terjadi karena lokasi pengomposan yang dilakukan pada laboratorium sehingga suhu ruangan akan lebih rendah dibandingkan dengan suhu di ruang terbuka. Meski demikian, proses pendegradasian bahan pupuk tidak terkendala dikarenakan bahan yang dipilih sebagai pupuk telah dihaluskan untuk memperluas permukaan pengomposan sehingga fase mesofilik masih dapat dicapai oleh seluruh campuran bahan pupuk organik (Widiyaningrum & Lisdiana, 2015). Setelah mencapai suhu tertingginya, maka tumpukan bahan pupuk akan mengalami proses pendinginan dan pematangan pupuk. Ketiga perlakuan mengalami fase pendinginan sejak hari ke-11 dan suhu akhir pengomposan sebesar  $27^{\circ}\text{C}$  untuk campuran kotoran sapi dan limbah blotong tebu (SB) serta campuran kotoran ayam dan limbah blotong tebu (AB). Sedangkan pupuk campuran kotoran sapi, kotoran ayam, dan limbah blotong tebu (SAB) memiliki suhu akhir yakni  $28^{\circ}\text{C}$ . Fase pendinginan pupuk terjadi karena sumber makanan bagi mikroorganisme yang telah berkurang sehingga panas yang dihasilkan akan relatif kecil.

Kenaikan pH bahan pupuk organik terjadi secara signifikan sejak hari ke-3 pengomposan. Pada awal proses pengomposan seluruh perlakuan memiliki pH

relatif asam yakni sebesar 4.7 – 5.6. Derajat keasaman (pH) yang rendah akan mendorong kesuksesan proses pengomposan pupuk (Kurniawan, Ginting, & Nurjannah, 2017). Rendahnya nilai pH dapat dipengaruhi karena pemberian EM4 yang baru dicampurkan pada bahan pupuk. Pemberian EM4 yang dicampur dengan kotoran ternak sebagai aktivator mampu menyediakan mikroorganisme untuk mendegradasi bahan organik dalam pupuk menjadi unsur hara yang lebih sederhana dan meningkatkan derajat keasaman pupuk (Witasari et al., 2021).

Pada akhir waktu pengomposan (hari ke-12), seluruh perlakuan pupuk organik telah berada pada pH netral dan menjadi salah satu ciri dari fase pematangan pupuk organik. Pada fase pematangan pH pupuk organik campuran limbah blotong tebu dan aktivator kotoran ternak berada pada rentan 6.6–7. pH pupuk akan meningkat secara perlahan bersamaan dengan penguraian protein dan pelepasan amonia. pH netral pada pupuk yang telah matang membawa dampak positif bagi tumbuhan, dimana kondisi pH tersebut akan mudah terikat oleh air dan mempermudah penyerapan unsur hara oleh tanaman (Witasari et al., 2021).

Kelembaban merupakan salah satu hal yang penting dalam pertumbuhan tanaman. Kelembaban tumpukan bahan pupuk merupakan penyuplai oksigen bagi mikroorganisme di dalamnya. Kelebihan kadar air dalam bahan pupuk akan menyulitkan tugas mikroorganisme dalam merombak bahan yang telah ada (Wardoyo & Anwar, 2021). Kelembaban pada tumpukan bahan pupuk harus dipantau secara berkala untuk mencegah penurunan kinerja mikroorganisme yang dapat memperlama waktu pematangan pupuk (Rakhmawati et al., 2019).

Berdasarkan gambar 3, kelembaban pupuk tergolong rendah karena kelembaban yang tercapai cukup jauh dari baku mutu kelembaban proses pengomposan. Kelembaban di bawah baku mutu menandakan kondisi tumpukan bahan pupuk dalam kondisi kering, sedangkan apabila melebihi baku mutu maka kompos dalam kondisi berair. Apabila kondisi terlalu basah, maka dapat dilakukan pembalikan bahan untuk menjaga keberlangsungan mikroorganisme. Apabila terlalu kering maka harus segera diberi air agar kelembaban pupuk dapat

**Muhammad Al-Irsyad\*, Agung Kurniawan, Rosiana Fadilatul Aini, Lanang Laksita Adji, Sherly Dia Lumitasari, Febrianty Quratul Aini, Fariza Eky Putri Rahmadita, Alfaka Ramadhan**

Universitas Negeri Malang

Korespondensi penulis: Muhammad Al-Irsyad. \*Email: muhammad.irsyad.fik@um.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.33024/hjk.v19i9.2004>

## Efektivitas kotoran ternak sebagai aktivator pupuk organik dalam mereduksi limbah blotong tebu

meningkat (Supriatna, Putri, & Nanik, 2017). Kelembaban pupuk menurun akibat adanya penguapan dari kandungan air yang ada di dalamnya (Maula, 2023).

Karbon merupakan sumber energi bagi mikroorganisme saat pengomposan berlangsung. Jumlah unsur karbon pada awal pengomposan sangat menentukan hasil karbon hingga fase pematangan tiba (Maula, 2023). Lama waktu pengomposan akan mempengaruhi jumlah C-organik yang terkandung dalam pupuk saat matang. Hal ini dapat terjadi karena C-organik yang terus digunakan oleh mikroorganisme sebagai sumber tenaga untuk mengurai partikel bahan pupuk maupun memecah unsur hara kompleks yang ada pada tumpukan bahan (Shobib, 2020). Selain itu, semakin banyak jumlah mikroorganisme dalam tumpukan bahan pupuk maka penurunan C-organik juga semakin besar (Witasari et al., 2021). Keberadaan unsur C-organik pada pupuk sangat penting karena dapat membantu perbaikan sifat fisik, kimia, dan biologi tanah, serta meningkatkan produktivitas dan ketahanan tanaman yang dikembangkan (Kahendu & Jawang, 2024). Jumlah C-organik yang tinggi akan sangat menguntungkan saat pengaplikasian pupuk pada tanaman, sehingga dapat memberikan energi yang cukup bagi tanaman untuk menyerap unsur hara lainnya dan menjaga kehidupan mikroorganisme tanah serta meningkatkan kesuburan tanah (Yuniarti, Damayani, & Nur, 2019).

Nitrogen bagi mikroorganisme merupakan sumber energi cadangan sedangkan bagi tanaman nitrogen berfungsi sebagai penghasil protein serta menunjang pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Kahendu & Jawang, 2024). Unsur hara total (NPK) juga memiliki dampak penting terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman, sehingga kuantitas NPK dalam pupuk sangat dipertimbangkan dalam menentukan kualitas pupuk yang dihasilkan. Unsur nitrogen dibutuhkan cukup banyak pada hasil pupuk organik. Selama proses pengomposan umumnya jumlah N akan mengalami peningkatan dari bahan baku karena adanya penguraian asam amino sehingga nitrat ikut meningkat (Witasari et al., 2021). Jumlah unsur fosfat dan kalium bergantung pada jumlah nitrogen yang teraminisasi. Fosfor tidak kalah penting dari unsur nitrogen bagi tanaman.

Fosfor berdampak pada pertumbuhan akar dan pematangan buah. Semakin lama durasi pengomposan maka akan semakin banyak jumlah unsur fosfat yang berhasil terdegradasi oleh mikroorganisme. Sama halnya dengan unsur kalium, lama waktu fermentasi turut mempengaruhi jumlah unsur kalium yang didegradasi oleh mikroorganisme. Kalium berfungsi dalam memperkuat jaringan dan pembentukan antibodi bagi tanaman (Yuniarti et al., 2019).

Jumlah C/N tidak boleh terlalu tinggi karena akan mengganggu proses pertumbuhan tanaman. Jumlah C/N yang terlalu tinggi dapat menjadi pertanda bahwa proses dekomposisi pupuk berlangsung dengan lambat dan sebaliknya (Witasari et al., 2021). Berdasarkan hasil penelitian, jumlah nisbah C/N pada seluruh perlakuan telah sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan. Jumlah nisbah C/N tertinggi pada penelitian ini ialah sebesar 11,61 hasil dari campuran kotoran sapi, kotoran ayam, dan limbah ampas tebu (SAB) pada pengulangan ke-2. Berdasarkan rata-rata nisbah C/N yang telah ada, maka pupuk campuran kotoran sapi dan limbah blotong tebu (SB) memiliki jumlah paling besar yakni 10,44. Jumlah nisbah C/N yang rendah akan mempermudah membantu tanaman dalam menyerap unsur hara yang ada pada pupuk. Apabila nisbah C/N tinggi, maka tanaman akan kekurangan sumber energi dalam mengolah nitrogen yang ada pada pupuk.

Berdasarkan hasil uji statistik dengan uji statistik di atas, diketahui bahwa campuran limbah blotong tebu dan aktivator kotoran ternak terbukti tidak memiliki perbedaan yang nyata terhadap masing-masing parameter pupuk. Hal dapat terjadi diduga karena ukuran sampel yang digunakan dalam uji statistik merupakan sampel kecil, dimana jumlah sampel tidak cukup banyak sehingga perbandingan dalam yang ada tidak cukup beragam. Sejalan dengan penelitian sebelumnya, bahwa sebagian besar variabel yang diteliti dalam pelaksanaan pembuatan pupuk organik dengan metode aerob menunjukkan hasil tidak berbeda nyata terutama pada parameter pH, N-total, serta kadar bahan organik (Krisnawan et al., 2018). Selain itu, pada sebuah penelitian juga menyatakan bahwa pembuatan pupuk organik berbahan limbah ampas

**Muhammad Al-Irsyad\*, Agung Kurniawan, Rosiana Fadilatul Aini, Lanang Laksita Adji, Sherly Dia Lumitasari, Febrianty Quratul Aini, Fariza Eky Putri Rahmadita, Alfaka Ramadhan**

Universitas Negeri Malang

Korespondensi penulis: Muhammad Al-Irsyad. \*Email: muhammad.irsyad.fik@um.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.33024/hjk.v19i9.2004>

## Efektivitas kotoran ternak sebagai aktivator pupuk organik dalam mereduksi limbah blotong tebu

tebu tidak menghasilkan perubahan yang berbeda nyata pada parameter suhu meskipun telah terjadi peningkatan suhu pada setiap perlakuan campuran bahan pupuk. Hal tersebut juga berdampak pada hasil perbedaan yang tidak signifikan pada parameter-parameter pupuk yang lainnya (Nismara & Mirwan, 2023).

# SIMPULAN

Seluruh pencampuran limbah blotong tebu dan kotoran ternak sebagai aktivator telah berhasil memenuhi karakteristik fisik pematangan pupuk organik sejak hari ke-12 pengomposan. Pencampuran tersebut tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada tiap parameter yang diteliti namun peningkatan suhu, pH, dan kelembaban tetap dapat berlangsung dengan baik. Pencampuran limbah kotoran sapi dan ayam dengan limbah blotong tebu tidak menunjukkan perbedaan efektivitas terhadap kualitas unsur hara yang dihasilkan pada seluruh pencampuran. Komposisi campuran limbah blotong tebu dan aktivator kotoran paling efektif dalam menghasilkan pupuk berkualitas didapat pada pupuk SAB dengan komposisi campuran yakni 15% kotoran sapi, 15% kotoran ayam, 60% limbah ampas tebu, dan 10% kompos jadi. Untuk menunjukkan keefektifitas pencampuran bahan pupuk organik mungkin pada penelitian selanjutnya dapat ditambahkan komposisi yang lebih beragam sehingga perbedaan efektivitas pencampuran bahan pupuk akan semakin terlihat.

# UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis sangat berterima kasih kepada Fakultas Ilmu Keolahragaan (FIK) Universitas Negeri Malang (UM) yang telah mendanai berjalannya penelitian ini melalui skema Desentralisasi Penelitian FIK Pendanaan Internal UM tahun anggaran 2024.

# DAFTAR PUSTAKA

Badan Pusat Statistik Kota Malang. (2023). *Persentase Pengeluaran Perkapita Sebulan Menurut Kelompok Komoditas Makanan di Kota Malang (Persen(%))*. Diakses dari: [www.malangkota.bps.go.id](http://www.malangkota.bps.go.id).

Dharma, U. S., Rajabiah, N., & Setyadi, C. (2017). Pemanfaatan limbah blotong dan bagase menjadi biobriket dengan perekat berbahan baku tetes tebu dan setilage. *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 6(1).

Dinas Kebersihan dan Pertamanan. (2013). *Pengelolaan Sampah di Kota Malang*. Diakses dari: [https://www.unescap.org/sites/default/files/Session%204\\_3\\_2\\_Malang.pdf](https://www.unescap.org/sites/default/files/Session%204_3_2_Malang.pdf)

Kahendu, T. K., & Jawang, U. P. (2024). Pengaruh Pupuk Bokashi Kotoran Kambing Terhadap C-Organik Dan Unsur Hara Makro Primer Tanah Merah. *Sandalwood Journal Of Agribusiness And Agrotechnology*, 2(1), 20-25.

Kholis, N., Nusantara, S., & Awaludin, A. (2019). Pembuatan Pupuk Organik Padat (Pop) Berbasis Bahan Kotoran Ternak Dengan Memanfaatkan Bioaktivator Isi Rumen Sapi. *Prosiding*.

Krisnawan, K. A., Tika, I. W., & Madrini, I. A. G. B. (2018). Analisis dinamika suhu pada proses pengomposan jerami dicampur kotoran ayam dengan perlakuan kadar air. *Jurnal Biosistem dan Teknik Pertanian*, 6(1), 25-32.

Kurniawan, E., Ginting, Z., & Nurjannah, P. (2017). Pemanfaatan urine kambing pada pembuatan pupuk organik cair terhadap kualitas unsur hara makro (NPK). *Prosiding Semnastek*, 4-5.

Maruapey, A. (2017). Pengaruh pupuk organik limbah biogas kotoran sapi terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman cabai merah keriting (*Capsicum annum* var. Longum). *Agrologia*, 6(2), 288763.

Maula, I. M. (2023). Pengelolaan limbah pertanian: pemanfaatan kotoran kambing sebagai pupuk organik. *Action Research Literate*, 7(1), 70-76.

Muhammad Al-Irsyad\*, Agung Kurniawan, Rosiana Fadilatul Aini, Lanang Laksita Adji, Sherly Dia Lumitasari, Febrianty Quratul Aini, Fariza Eky Putri Rahmadita, Alfaka Ramadhan

Universitas Negeri Malang

Korespondensi penulis: Muhammad Al-Irsyad. \*Email: [muhammad.irsyad.fik@um.ac.id](mailto:muhammad.irsyad.fik@um.ac.id)

DOI: <https://doi.org/10.33024/hjk.v19i9.2004>

Efektivitas kotoran ternak sebagai aktivator pupuk organik dalam mereduksi limbah blotong tebu

- Mentari, F. S. D., Yuanita, Y., & Roby, R. (2021). Pembuatan kompos ampas tebu dengan bioaktivator mol rebuffering bambu. *Buletin Poltanesa*, 22(1), 1-6.
- Nismara, G., & Mirwan, M. (2023). Pemanfaatan Ampas Tahu dan Ampas Tebu untuk Pembuatan Pupuk Kompos dengan Penambahan Rumen sebagai Bioaktivator dengan Metode Dual Tray. *Enviroous*, 3(2).
- Olivianti, A., Abidjulu, J., & Koleangan, H. (2016). Dampak Limbah Peternakan Ayam Terhadap Kualitas Air Sungai Sawangan Di Desa Sawangan Kecamatan Tombulu Kabupaten Minahasa. *Chemistry Progress*, 9(2).
- Rakhmawati, D. Y., Dangga, S. A., & Laela, N. (2019). Pemanfaatan kotoran sapi menjadi pupuk organik. *Jurnal Abdikarya: Jurnal Karya Pengabdian Dosen dan Mahasiswa*, 3(1).
- Ratriyanto, A., Widyawati, S. D., Suprayogi, W. P., Prastowo, S., & Widyas, N. (2019). Pembuatan pupuk organik dari kotoran ternak untuk meningkatkan produksi pertanian. *SEMAR (Jurnal Ilmu Pengetahuan, Teknologi, Dan Seni Bagi Masyarakat)*, 8(1), 9-13.
- Ritonga, M. N., Aisyah, S., Rambe, M. J., Rambe, S., & Wahyuni, S. (2022). Pengolahan kotoran ayam menjadi pupuk organik ramah lingkungan. *Jurnal ADAM: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(2), 137-141.
- Shobib, A. (2020). Pembuatan Pupuk Organik Dari Kotoran Sapi Dan Jerami Padi Dengan Proses Fermentasi Menggunakan Bioaktivator M-Dec. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 5(1).
- Siagian, S. W., Yuriandala, Y., & Maziya, F. B. (2021). Analisis suhu, pH dan kuantitas kompos hasil pengomposan reaktor aerob termodifikasi dari sampah sisa makanan dan sampah buah. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 13(2), 166-176.
- Supriatna, A. S., Putri, R. I., & Nanik, H. (2017). Pendeteksi suhu dan kelembaban pada proses pembuatan pupuk organik. *Jurnal Eltek*, 13(1), 1-10.
- Wardoyo, S., & Anwar, T. (2021). Perbedaan penggunaan komposter an-aerob dan aerob terhadap laju proses pengomposan sampah organik. *Poltekita: Jurnal Ilmu Kesehatan*, 15(3), 251-255.
- Wicaksana, Y. S. W. (2023). Sampah di Malang 2.208 Ton Sehari, Perlu Tambah TPA. Diakses dari: <https://radarmalang.jawapos.com/malang-raya/811092884/sampah-di-malang-2208-ton-sehari-perlu-tambah-tpa>
- Widiyaningrum, P., & Lisdiana, L. (2015). Efektivitas proses pengomposan sampah daun dengan tiga sumber aktivator berbeda. *Rekayasa: Jurnal Penerapan Teknologi dan Pembelajaran*, 13(2).
- Witasari, W. S., Sa'diyah, K., & Hidayatulloh, M. (2021). Pengaruh jenis komposter dan waktu pengomposan terhadap pembuatan pupuk kompos dari activated sludge limbah industri bioetanol. *Jurnal Teknik Kimia Dan Lingkungan*, 5(1), 31-40.
- Yuniarti, A., Damayani, M., & Nur, D. M. (2019). Efek pupuk organik dan pupuk N, P, K terhadap C-organik, N-total, C/N, serapan N, serta hasil padi hitam pada Inceptisols. *Jurnal Pertanian*.

Muhammad Al-Irsyad\*, Agung Kurniawan, Rosiana Fadilatul Aini, Lanang Laksita Adji, Sherly Dia Lumitasari, Febrianty Quratul Aini, Fariza Eky Putri Rahmadita, Alfaka Ramadhan

Universitas Negeri Malang

Korespondensi penulis: Muhammad Al-Irsyad. \*Email: muhammad.irsyad.fik@um.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.33024/hjk.v19i9.2004>