

Dampak Jangka Pendek Pengelolaan Jerami Padi terhadap Karbon Organik dan Rasio CN Tanah

Short-Term Effect of Rice Straw Management on Organic Carbon and Soil CN Ratio

Ida Ayu Kusuma Tri Handayani, Ni Nyoman Sulastris*, I Gusti Ketut Arya Arthawan, I Made Anom Sutrisna Wijaya

Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Badung, Bali, Indonesia

*email: sulastris@unud.ac.id

Abstrak

Siklus tanam padi tahunan menghasilkan 6,73 ton jerami kering per hektar. Jerami mengandung unsur hara yang bermanfaat bagi tanaman. Supaya limbah jerami berkurang dan kesuburan tanah meningkat, petani sering membakar jerami padi atau membenamkannya ke dalam tanah. Karena jerami padi sulit terdekomposisi, diperlukan tambahan dekomposer seperti bakteri. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dampak jangka pendek dari pengelolaan jerami padi terhadap C-organik dan C/N rasio pada tanah. Rancangan percobaan yang digunakan yaitu *Nested Design*. Tiga perlakuan dilakukan: pembakaran (BR), pembenaman jerami tanpa EM4 (S0), dan pembenaman jerami dengan EM4 (S1). Analisis laboratorium dilakukan pada parameter C-organik dan C/N rasio. Perbedaan parameter tanah yang diamati antara sebelum dan sesudah perlakuan pengelolaan jerami menggunakan uji *Wilcoxon*. Hasil menunjukkan C-organik sesudah perlakuan mengalami peningkatan, pada perlakuan pembakaran meningkat sebesar 29,7%, pada perlakuan pembenaman jerami meningkat sebesar 10,9%, dan pada perlakuan pembenaman jerami dengan EM4 meningkat sebesar 10,2%. Meningkatnya C-organik setelah perlakuan pengelolaan jerami disebabkan karena adanya mineralisasi bahan organik tanah. Mineralisasi bahan organik tanah ditunjukkan dengan nilai rata-rata C/N di bawah 20, walaupun nilai C/N rasio pada perlakuan setelah pembakaran meningkat sebesar 56% dan pada perlakuan pembenaman jerami dengan EM4 meningkat sebesar 0,35%, dimana nilai rata-rata rasio C/N yang didapat dari semua perlakuan berkisar antara 9,1 – 16,8. Dalam jangka pendek, ketiga perlakuan jerami dapat meningkatkan karbon organik dan menghasilkan nilai C/N rasio di bawah 20.

Kata Kunci : *C-Organik Tanah, C/N Rasio, Pengelolaan Jerami*

Abstract

The annual rice planting cycle produced 6.73 tons of dry straw per hectare. Rice straw had beneficial nutrients for plants, but farmers often burned or buried it to reduce waste and enhance soil fertility. Because straw was hard to decompose, additional decomposers like bacteria were needed. This study aimed to investigate the short-term impact of rice straw management on soil organic carbon (C-organic) and the C/N ratio. The experimental design used was *Nested Design*. The study involved three straw management treatments: burning (BR), straw incorporation without EM4 addition (S0), and straw incorporation with EM4 addition (S1). Laboratory analysis was conducted on the C-organic and C/N ratio parameters. Differences in soil parameters observed before and after straw management treatments were analyzed using the *Wilcoxon Signed Rank Test*. The analysis showed an increase in C-organic after treatment: 29.7% for burning, 10.9% for straw incorporation, and 10.2% for straw incorporation with EM4. The rise in C-organic after straw management treatments is due to the mineralization of soil organic matter. This mineralization is indicated by average C/N values below 20, although the C/N ratio after burning increased by 56% and after straw incorporation with EM4 increased by 0.35%. The average C/N ratios from all treatments ranged from 9.1 to 16.8. In the short term, all three straw treatments can increase organic carbon and C/N ratios below 20.

Keywords: *Soil Organic Carbon, C/N Ratio, Straw Management*

PENDAHULUAN

Siklus tanam padi tahunan yang rutin akan menghasilkan 11,89 ton jerami padi segar per hektar, 6,73 ton jerami padi kering, dan 5,94 ton

bahan kering jerami per hektar (Suningsih et al., 2019; Syamsu & Abdullah., 2008). Banyaknya produksi jerami yang melimpah tidak difungsikan secara optimal. Limbah jerami

biasanya akan dibakar oleh petani pada lahan sawah.

Selain dengan membakar jerami, membenamkan jerami ke dalam tanah juga menjadi alternatif penambahan bahan organik ke dalam tanah, namun karena jerami banyak mengandung lignin sehingga sulit terurai, maka dekomposisi jerami harus diberi waktu yang cukup untuk memastikan efektivitas dan efisiensi produksi (Dobermann & Fairhurst, 2002; Gummert et al., 2019; Mandal et al., 2004; Singh et al., 2004). Seringkali diperlukan penambahan pengurai berupa bakteri yang dapat menghasilkan selulase untuk mempercepat proses penguraian (Meryandini et al., 2009). Larutan dekomposer yang seringkali digunakan oleh petani yaitu EM4 (*Effective Microorganisms* - 4)

Dalam pertanian, tanah didefinisikan sebagai lingkungan tempat tanaman bertumbuh (Arifin et al., 2018; Harjowigono, 2010). Jumlah dan ketersediaan hara di dalam tanah sangat menentukan kesuburan tanah (Arifin et al., 2018; Sutanto, 2005). Sumber hara dan sumber energi bagi biota tanah adalah bahan organik. Karbon merupakan penyusun bahan organik terbesar. Faktor terpenting pada keseimbangan unsur hara total salah satunya adalah rasio karbon terhadap nitrogen (Rasio C/N). Rasio C/N merupakan perbandingan kandungan unsur karbon (C) terhadap kandungan unsur nitrogen (N) dalam suatu bahan organik. Ketika C/N rasio tinggi, aktivitas biologis mikroorganisme akan menurun, dan ketika rasio C/N rendah, mikroorganisme tidak dapat menyerap kelebihan nitrogen yang tidak dapat digunakannya dan hilang sebagai amonia (NH_3) melalui penguapan (Djuarnani et al., 2005; Purnomo et al., 2017).

Tingginya nilai C/N pada kompos menyatakan bahan organik belum terurai sempurna. Sebaliknya, semakin rendahnya nilai C/N maka semakin banyak bahan organik yang terurai menjadi kompos (Ismayana et al., 2012). Maka dari itu, tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui dampak jangka pendek dari pengelolaan jerami padi terhadap C-organik dan rasio C/N pada tanah.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Pengelolaan Sumber Daya Alam, Laboratorium Bioindustri Fakultas Teknologi Pertanian, dan Laboratorium Tanah dan Lingkungan, Fakultas Pertanian pada bulan November 2023 sampai bulan April 2024.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan meliputi pipet 10 ml, pipet mikro, buret, stoples plastik kedap udara, botol plastik, labu erlenmeyer, corong, gelas beaker, timbangan digital 2 digit, spatula, autoclave botol duran, *laminar air flow cabinet*, inkubator, petridisposable, *microplate*, tube 1 ml, *blue tip*, *yellow tip*. Alat yang digunakan dalam pengolahan data meliputi laptop Lenovo Ideapad Flex 5 dengan spesifikasi processor AMD Ryzen 7 4700U, RAM 8,00 GB, SPSS versi 26 dan Microsoft Excel®. Bahan yang digunakan sampel tanah, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, H_2SO_4 pekat, H_3PO_4 , DPA, FeSO_4 , KOH 0,2 N, BaCl_2 3 N, HCl 0,2 N, indikator fenoptalin, metil orange 0,1%, *Plate Count Agar* (PCA), NaCl, dan akuades.

Pelaksanaan Penelitian

Tahapan penelitian ini dimulai dengan studi pustaka, perlakuan pengelolaan jerami, pengambilan sampel, analisis sampel, dan analisis data. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Pola Tersarang (*Nested Design*).

Perlakuan Pengelolaan Jerami

Perlakuan jerami pada penelitian ini dilakukan dengan 3 perlakuan yang berbeda, yaitu pembakaran jerami (BR), pembenaman jerami tanpa EM4 (S0), dan pembenaman jerami dengan EM4 dosis 9 liter/ha (S1). Sebelum dilakukan perlakuan, limbah jerami di setiap petak sawah akan dikumpulkan di tepian lahan terlebih dahulu. Setelah pengumpulan limbah jerami, pada perlakuan pembakaran jerami, limbah jerami yang telah dikumpulkan tersebut akan dibakar. Kemudian pada perlakuan jerami tanpa pemberian EM4, setelah jerami dikumpulkan, limbah jerami akan didiamkan terlebih dahulu selama 3 hari. Selanjutnya, pada perlakuan jerami dengan pemberian EM4 dosis 9 liter/ha dilakukan dengan membolak-balikkan jerami agar penyerapan EM4 merata, kemudian jerami yang sudah diberikan larutan EM4 sesuai dosis tersebut akan didiamkan ± 3 hari.

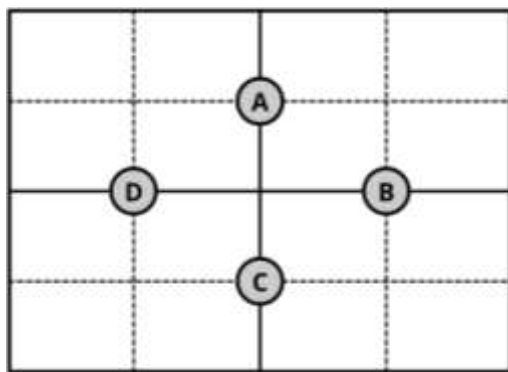
Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel diambil pada kedalaman 0 – 20 cm. Teknik pengambilan sampel tanah dilakukan menggunakan teknik pengambilan sampel terusik. Pengambilan sampel tanah dilakukan pada 9 blok petakan sawah (Gambar 1), yang dimana pada setiap blok, terdapat 4 titik yang nantinya akan dilakukan pengambilan sampel (Gambar 2). Sehingga, total dari sampel

tanah yang diambil berjumlah 36 sampel tanah. Dari 9 blok yang digunakan, menghasilkan ± 1300 kg jerami, yang disebar secara merata per m^2 . Jumlah EM4 yang digunakan pada perlakuan S1 yaitu sebanyak 149 ml/m^2 pada ulangan 1, 124 ml/m^2 pada ulangan 2, dan 117 ml/m^2 pada ulangan 3.



Gambar 1. Peta lahan percobaan dan perlakuan pengelolaan jerami.



Gambar 2. Titik pengambilan sampel.

Parameter Penelitian

C-organik

Uji laboratorium pada parameter C-organik dilakukan dengan metode *Walkey* dan *Black* (Numberi et al., 2017). Adapun rumus dalam perhitungan kadar organik tanah dapat dilihat pada persamaan berikut :

$$C (\%) = (b - a) N \text{ FeSO}_4 \times \left(3 \times \frac{100}{7}\right) \times \left(\frac{100 + KU}{100}\right) \quad [1]$$

Keterangan :

N : Normalitas FeSO_4

b : ml blanko

a : ml sampel

KU : Kadar air tanah kering udara

C/N Rasio

Untuk menghitung C/N rasio, dapat diperoleh dari perhitungan C-organik dan kadar N total (Ismayana et al., 2012). Untuk menghitung rasio C/N, dapat menggunakan rumus berikut :

$$C/N \text{ Rasio} = \frac{\text{kadar C organik}}{\text{kadar N total}} \quad [2]$$

Perhitungan C-organik dapat dilihat pada

$$\text{persamaan } C (\%) = (b - a) N \text{ FeSO}_4 \times \left(3 \times \frac{100}{7}\right) \times 100 + KU100 \quad [1]$$

Kadar N total dapat dihitung melalui persamaan berikut :

$$(N) \text{ total } (\%) = \frac{(V_s - V_b)}{\text{berat sampel (mg)}} \times 14,008 \times N. \text{ HCl} \times 100\% \quad [3]$$

Keterangan:

Vs : Volume titrasi sampel (ml)

Vb : Volume titrasi blanko (ml)

N : Normalitas HCl

Analisis Data

Untuk menentukan ada tidaknya perbedaan signifikan antara sebelum dan sesudah perlakuan

pengelolaan jerami, data dianalisa dengan *Wilcoxon Signed Rank Test*. Penentuan pengaruh pengelolaan jerami terhadap perubahan parameter C-organik, dan C/N rasio, dianalisa menggunakan rancangan acak pola tersarang (*Nested Design*). Jika hasil analisa *Nested design* menunjukkan pengaruh nyata pada $\alpha = 0,05$, maka dilakukan uji lanjut LSD (*Least Significance Difference*) menggunakan *Software SPSS* versi 26.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter C-Organik

Pada Gambar 3 terlihat bahwa kandungan C-organik pada perlakuan sesudah pengelolaan jerami cenderung mengalami peningkatan dengan rata-rata peningkatan berkisar antara 10,2% - 29,7%. Meningkatnya C-organik setelah perlakuan pengelolaan jerami disebabkan karena adanya mineralisasi bahan organik tanah (Corning et al., 2016). Hasil uji *Wilcoxon Signed Rank test* menunjukkan kandungan C-organik tanah sebelum dan sesudah perlakuan pembenaman jerami tanpa EM4 tidak berbeda nyata ($p > 0,05$). Hal ini disebabkan karena laju dekomposisi jerami dan proses mineralisasi karbon belum cukup untuk mempengaruhi keseluruhan C-organik tanah dalam waktu singkat. Perlakuan pembenaman jerami dapat meningkatkan C-organik tanah, namun proses dekomposisi jerami padi berlangsung lambat (Gummert et al., 2019).

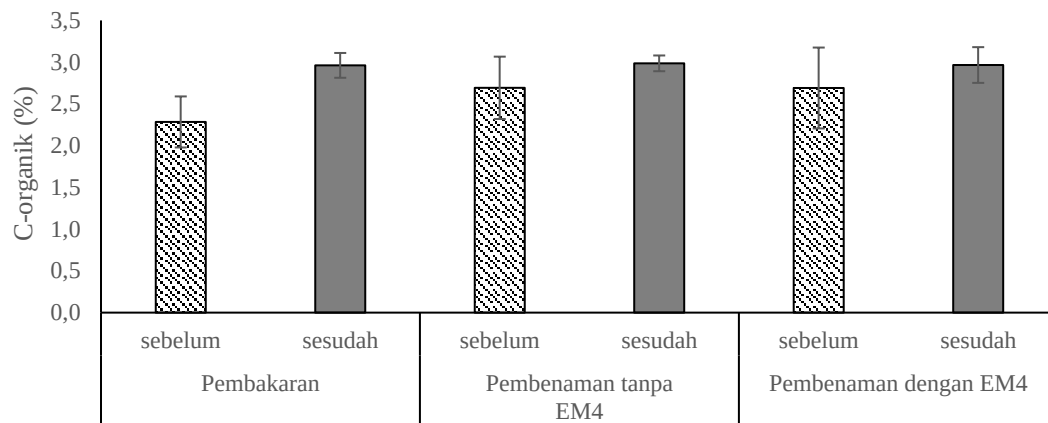
Lambatnya proses dekomposisi disebabkan oleh tingginya rasio C/N jerami padi (80:1) dan kaya akan lignin serta silika (Kumar et al., 2008). Penambahan EM4 pada jerami padi dapat mempercepat proses dekomposisi sehingga dapat meningkatkan proses mineralisasi bahan organik tanah menjadi C-organik (Che Jusoh et al., 2013). Peningkatan kandungan C-organik pada perlakuan pembenaman jerami mengindikasikan bahwa perlakuan ini dapat diaplikasikan pada tanah dengan tekstur liat untuk meningkatkan agregat tanah dan simpanan C-organik tanah (Halder et al., 2023). Peningkatan yang tertinggi ada di perlakuan pembakaran yaitu sebesar 29,7%, hal ini disebabkan karena adanya perombakan setelah pembakaran berlangsung dari arang yang berasal dari proses pembakaran jerami, dan akan menjadi sumber C-organik.

Kadar C-organik dalam tanah meningkat dalam dua minggu setelah pembakaran akibat mineralisasi oleh abu dan arang dari jerami yang dibakar (Tommy et al., 2014). Arang dari jerami mengandung 25,7% C-organik tergantung pada metode dan proses pembakarannya, keberadaan C-organik dalam arang jerami meningkatkan ketersediaan C-organik di sawah pasca panen (Safitri et al., 2018).

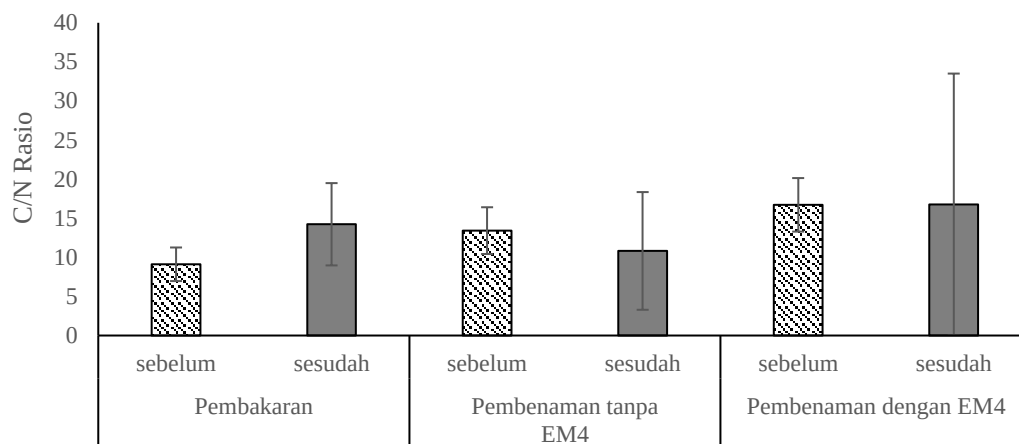
Hasil uji *nested design* menunjukkan tidak adanya pengaruh nyata pada perlakuan jerami terhadap perubahan C-organik tanah ($p > 0,05$). Hal ini karena jerami mengandung lignin dan silika yang tinggi, sehingga membuatnya lebih sulit untuk diurai menjadi C-organik dalam waktu singkat. Namun, perubahan tertinggi ada pada perlakuan pembakaran dan perubahan pada perlakuan pembenaman jerami tanpa EM4 tergolong rendah, karena pada pembenaman jerami tanpa tambahan mikroorganisme yang bermanfaat, menjadikan proses dekomposisi membutuhkan waktu yang lama, sehingga peningkatan kandungan C-organik dalam tanah memerlukan waktu yang lebih lama pula. Jerami banyak mengandung silika dan selulosa, sehingga membutuhkan waktu yang lama untuk melapuk (Makarim et al., 2007).

Parameter C/N Rasio

Hasil analisa C/N rasio tanah sebelum dan sesudah perlakuan dan antar perlakuan ditunjukkan pada Gambar 4. Pada Gambar 4 terlihat bahwa kandungan C/N rasio menurun di perlakuan pembenaman tanpa EM4, tetapi mengalami peningkatan pada perlakuan pembakaran dan pembenaman dengan EM4. Hasil uji *wilcoxon* menunjukkan bahwa perlakuan sebelum dan sesudah perlakuan pengelolaan jerami tidak menunjukkan beda nyata ($p > 0,05$). Begitu juga hasil *Nested Design* mengindikasikan perlakuan pengelolaan jerami untuk satu kali musim tanam padi tidak berpengaruh nyata terhadap rasio C/N ($p > 0,05$). Rata-rata rasio C/N tanah dari semua perlakuan berkisar antara 9,1 – 16,8. Rasio C/N yang lebih kecil dari 20 mengindikasikan adanya mineralisasi N. Jika rasio C/N ada pada rentang 20 – 30 menunjukkan adanya keseimbangan antara imobilisasi dan mineralisasi, sedangkan jika lebih dari 30 menunjukkan adanya imobilisasi N (Setiawati et al., 2019).



Gambar 3. Perubahan nilai C-organik pada perlakuan pengelolaan jerami.



Gambar 4. Perubahan nilai C/N rasio pada perlakuan pengelolaan jerami.

Pada Gambar 4 menunjukkan kebanyakan perlakuan menyatakan rasio C/N yang lebih rendah dari 20. Namun rentang standar deviasi pada perlakuan pembenaman jerami dengan EM4 cukup besar $16,8 \pm 16,7$, sehingga terdapat rasio C/N yang melebihi 30. Pada perlakuan ini mikroorganisme memerlukan tambahan nitrogen untuk menyeimbangkan C yang dikonsumsi. Hal ini dapat menyebabkan imobilisasi N (Schultheis et al., 2020; Setiawati et al., 2019).

Nilai C/N rasio terendah ada pada perlakuan sesudah pembenaman jerami tanpa EM4, hal ini disebabkan karena saat proses penguraian bahan organik, kandungan karbon yang relatif tinggi pada jerami dipakai oleh mikroorganisme untuk sumber energi bagi aktivitas metabolisme, dan dalam proses ini mikroorganisme juga memerlukan nitrogen untuk membentuk enzim dan protein yang nanti akan digunakan untuk memecah molekul karbon. Selama proses

dekomposisi tersebut, sebagian karbon dilepas menjadi CO_2 dan sebagian diubah menjadi senyawa yang lebih sederhana. Akibatnya, kandungan karbon dalam tanah menjadi rendah dan kandungan nitrogen meningkat akibat proses penguraian bahan organik oleh mikroorganisme yang menghasilkan ammonia dan nitrogen (Sari et al., 2018). Proses ini menyebabkan penurunan proporsi karbon dan mengakibatkan penurunan C/N rasio.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, perubahan rata-rata kandungan C-organik tanah sebelum dan sesudah pengelolaan jerami menunjukkan peningkatan. Perubahan kandungan C-organik yang tertinggi terjadi pada perlakuan pembakaran dengan peningkatan sebesar 29,7%. Perubahan kandungan C-organik terendah terjadi pada perlakuan pembenaman jerami tanpa EM4

dengan peningkatan sebesar 10,9%. Meningkatnya C-organik setelah perlakuan pengelolaan jerami disebabkan karena adanya mineralisasi bahan organik tanah. Mineralisasi bahan organik tanah ditunjukkan dengan nilai rata-rata C/N di bawah 20, dimana nilai rata-rata C/N rasio dari semua perlakuan berkisar antara 9,1 – 16,8.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, M., Putri, N., Sandrawati, A., & Harryanto, R. (2018). Pengaruh Posisi Lereng terhadap Sifat Fisika dan Kimia Tanah pada Inceptisols di Jatinangor. *Soilrens*, 16(2), 37–44.
- Che Jusoh, M. L., Abd Manaf, L., & Abdul Latiff, P. (2013). Composting of rice straw with effective microorganisms (EM) and its influence on compost quality. *Iranian Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 10(17), 1–9. <https://doi.org/10.1186/1735-2746-10-17>
- Corning, E., Sadeghpour, A., Ketterings, Q., & Czymmek, K. (2016). The Carbon Cycle and Soil Organic Carbon. *Agronomy Fact Sheet Series*, C, 2.
- Djuarnani, N., Kristian, & Setiawan, B. S. (2005). *Cara Cepat Membuat Kompos*. Agromedia Pustaka. <https://books.google.co.id/books?id=O46HSApC94IC&printsec=frontcover&hl=id#v=onepage&q&f=false>
- Dobermann, A., & Fairhurst, T. (2002). Nutrient Disorders and Nutrient management. PPI-PPIC-IRRI.
- Gummert, M., Van Hung, N., Chivenge, P., & Douthwaite, B. (2019). Sustainable Rice Straw Management. In *Sustainable Rice Straw Management*. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-32373-8>
- Halder, M., Ahmad, S. J., Rahman, T., Joardar, J. C., Siddique, M. A. B., Islam, M. S., Islam, M. U., Liu, S., Rabbi, S., & Peng, X. (2023). Effects of straw incorporation and straw-burning on aggregate stability and soil organic carbon in a clay soil of Bangladesh. *Geoderma Regional*, 32(e00620).
- Harjadowigeno, S. (2010). Ilmu Tanah. Akademika Pressindo, Jakarta.
- Ismayana, A., Indrasti, N. S., Suprihatin, Maddu, A., & Fredy, A. (2012). Faktor Rasio CN Awal dan Laju Aerasi pada Proses Co-composting Bagasse dan Blotong. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 22(3), 1–23.
- Kumar, A., Gaiind, S., & Nain, L. (2008). Evaluation of thermophilic fungal consortium for paddy straw composting. *Biodegradation*, 19(3), 395–402. <https://doi.org/10.1007/s10532-007-9145-3>
- Makarim, A. K., Sumarno, & Suyanto. (2007). Jerami padi: pengelolaan dan pemanfaatan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.
- Mandal, K. G., Misra, A. K., Hati, K. M., Bandyopadhyay, K. K., Ghosh, P. K., & Mohanty, M. (2004). Rice residue-management options and effects on soil properties and crop productivity. *Food, Agriculture & Environment*, 2(1).
- Meryandini, A., Widosari, W., Maranatha, B., Sunarti, T. C., Rachmania, N., & Satria, H. (2009). Isolasi Bakteri Selulolitik Dan Karakterisasi Enzimnya. *Makara Journal of Science*, 13(1). <https://doi.org/10.7454/mss.v13i1.369>
- Numberi, S. C. N., Sinolungan, M. T. M., & Kumolontang, W. J. N. (2017). Respons Pemberian Kompos Eceng Gondok Pada Sedimen Daerah Aliran Sungai Tondano Terhadap Pertumbuhan Jagung. *Cocos*. <https://doi.org/https://doi.org/10.35791/cocos.v1i1.14855>
- Purnomo, E. A., Sutrisni, E., & Sumiyati, S. (2017). Pengaruh Variasi C/N Rasio terhadap Produksi Kompos dan Kandungan Kalium, Pospat, dari batang Pisang dengan Kombinasi Kotoran Sapi dalam Sistem Vermicomposting. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(2).
- Safitri, I. N., Setiawati, T. C., & Bowo, C. (2018). Biochar Dan Kompos Untuk Peningkatan Sifat Fisika Tanah Dan Efisiensi Penggunaan Air. *Techno: Jurnal Penelitian*, 7(01), 116.

- Sari, R. P., Iswanto, B., & Indrawati, D. (2018). Pengaruh Variasi Rasio C/N terhadap Kualitas Kompos dari Sampah Organik secara Anaerob. *Seminar Nasional Cendekiawan Ke, 4*, 657–663.
- Schultheis, L., Whitney, T., Lesoing, G., Gross, P., Cates, A., Eck, K., Sell, W., Curell, C., & Kalwar, N. (2020). Carbon to Nitrogen Ratio (C:N). Soil Health Nexus. <https://soilhealthnexus.org/resources/soil-properties/soil-chemical-properties/carbon-to-nitrogen-ratio-cn/>
- Setiawati, M. R., Herdiyantoro, D., Damayani, M., & Suryatmana, P. (2019). Analisis C, N, C/N Ratio Tanah dan Hasil Padi yang Diberi Pupuk Organik dan Pupuk Hayati Berbasis Azolla Pada Lahan Sawah Organik. *Ilmiah Lingkungan, 16*(2), 30–36.
- Singh, Y., Singh, B., Ladha, J. K., & Khind, C. S. (2004). Effects of Residue Decomposition on Productivity and Soil Fertility in Rice - Wheat Rotation. *Soil Science Society of America, 68*(3), 854–864.
- Suningsih, N., Ibrahim, W., Liandris, O., & Yulianti, R. (2019). Kualitas Fisik dan Nutrisi Jerami Padi Fermentasi pada Berbagai Penambahan Starter Physical and Nutrition Quality of Fermented Rice Straw in Various Starter Additions N. Suningsih, W. Ibrahim, O. Liandris, dan R. Yulianti. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia, 14*(2), 191–200.
- Sutanto, R. (2005). Dasar-Dasar Ilmu Tanah – Konsep dan Kenyataan. Kanisius, Yogyakarta.
- Syamsu, J. A., & Abdullah, A. (2008). Kajian Ketersediaan Limbah Tanaman Pangan Sebagai Pakan Untuk Pengembangan Ternak Ruminansia di Kabupaten Bulukumba. *Buletin Ilmu Peternakan Dan Perikanan., 12* (1), 163–169.
- Tommy, A., Mukhlis, & Hidayat, B. (2014). Karakteristik Biologi dan Kimia Tanah Sawah akibat Pembakaran Jerami. *Jurnal Online Agroekoteknologi, 2*(2), 851–864. <http://117.74.115.107/index.php/jemasi/arti>