

STATUS FISIKA-KIMIA KOMPOS BERBAHAN DASAR DAUN AKASIA, SEKAM PADI DAN KULIT UDANG MENGGUNAKAN BIODEKOMPOSER *Trichoderma* sp. DAN BAKTERI SELULOLITIK

Physical-Chemical Properties Of Compost Based On Acacia Leaves, Rice Husks And Shrimp Shells Used Of Biodecomposer *Trichoderma* sp. And Bacterial Cellulose

Riza Adrianoor Saputra¹, Noorkomala Sari^{1,*}, Irvansyah Rizki Pratama¹

¹ Prodi Agroekoteknologi, Universitas Lambung Mangkurat, Jalan A. Yani Km. 36 Banjarbaru, Kalsel 70714

*Corresponding author: noorkomala.sari@ulm.ac.id

Abstrak. Telah banyak dilakukan pembuatan pupuk berasal dari bahan organik untuk mengurangi pemakaian pupuk sintesis karena sifatnya yang tidak menimbulkan efek pencemaran lingkungan. Sumber bahan organik pupuk kompos didapatkan dari hasil limbah pertanian yaitu dedaunan, sekam, dan kulit udang untuk strategi pertanian berkelanjutan dengan prinsip manajemen limbah. Keberhasilan dekomposisi pupuk ditentukan oleh jenis biodekomposer yang berperan dalam proses perombakan bahan organik yang berpengaruh pada faktor fisika-kimia diantaranya suhu, kadar air, pH, C-organik, N-total, dan C/N rasio pupuk. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas kompos dari berbagai parameter fisika-kimia dengan dua faktor pada rancangan percobaan yaitu jenis substrat: daun akasia; sekam padi; dan kulit udang dengan faktor jenis biodekomposer yaitu *Trichoderma* sp. dan bakteri selulolitik yang dilaporkan memiliki banyak manfaat luas selain sebagai agen dekomposer juga sebagai agen perbaikan kualitas tanah dan ketahanan terhadap serangan penyakit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan substrat kulit udang dengan biodekomposer bakteri selulolitik memberikan perbedaan yang signifikan terhadap kadar air kompos, pH kompos, dan N-total kompos. Jenis biodekomposer dibandingkan tanpa perlakuan biodekomposer menunjukkan perbedaan secara tidak nyata pada nilai persen C-organik kompos. Substrat sekam padi dengan biodekomposer *Trichoderma* sp. memberikan perbedaan signifikan pada C/N rasio kompos dibandingkan tanpa menggunakan biodekomposer sedangkan pada suhu kompos tidak ada perubahan yang berarti untuk jenis substrat maupun jenis biodekomposer.

Kata kunci: kadar air, pH, C-organik, N-total, C/N rasio

1. PENDAHULUAN

Kompos memiliki manfaat dalam meningkatkan kualitas sifat fisik dan mikrobiologi tanah (Syam, 2003). Beberapa manfaat lain dari pupuk kompos yaitu meningkatkan kapasitas air di dalam tanah, tidak mencemari lingkungan dengan pemakaian jangka panjang (*sustainable*), meningkatkan aktivitas mikroba tanah, memperbaiki karakteristik kimia tanah sehingga tanah menjadi subur (Pergola *et al.*, 2018).

Bahan kompos dapat dimanfaatkan dari limbah pertanian yang tidak dimanfaatkan sebagai strategi manajemen limbah (Samaneigo *et al.*, 2017). Limbah tersebut berupa substrat yang mengandung tinggi bahan organik mampu menyediakan hara yang lebih besar dibandingkan dengan pupuk sintesis dengan nilai karbon dan nitrogen rasio yang ideal seperti serasah dedaunan, serbuk gergaji, dan jerami (Kosto, 2018). Kualitas keberhasilan pengomposan dapat dilihat dari status fisika, kimia, dan biologinya (Salgado *et al.*, 2019). Chatterjee *et al.* (2013) melaporkan bahwa pada proses pengomposan terjadi reaksi-reaksi biokimia

yang mempengaruhi nilai fisika-kimia tanah. Kestabilan kompos dapat dilihat dari karakter dekomposisi bahan organik, C/N rasio, suhu dan kelembapan (Chatterjee *et al.*, 2013).

Penelitian ini menggunakan tiga jenis bahan dasar kompos menggunakan limbah pertanian yang mengandung lignin, selulosa, nitrogen, dan mineral (Chatterjee *et al.*, 2013). Brito *et al.* (2013) melaporkan daun akasia mengandung lignin yang tinggi dan dekomposisi daun akasia mampu memperbaiki sifat tanah dilihat dari karakteristik fisika-kimianya. Sekam padi memiliki kemampuan dalam memperbaiki sifat kimia tanah ultisol (Pane *et al.*, 2014) dan meningkatkan produktivitas lahan (Polthanee *et al.*, 2008) sedangkan kulit udang memiliki kandungan yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk (Roy *et al.*, 1997; Zhang *et al.*, 2015; Tang *et al.*, 2003). Kulit udang mengandung oligokitosan, yaitu biopolimer karbohidrat hasil dari hidrolisis kitosan yang bermanfaat untuk meningkatkan daya tumbuh tanaman, mencegah dan mengurangi penyakit tanaman yang disebabkan oleh jamur, bakteri, dan virus, meningkatkan imunitas

tanaman dari penyakit, dan meningkatkan produktivitas tanaman (Yan *et al.*, 2012), dan sebagai kontrol biologi *Meloidogyne incognita* pada tomat (Park *et al.*, 2005).

Produk kompos dari limbah bahan organik tersebut dipengaruhi oleh agen biodekomposer yang mempercepat proses *composting*, menyediakan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman, dan meningkatkan hasil panen. Biodekomposer pada penelitian ini menggunakan *Trichoderma* sp. dan bakteri selulolitik karena peranan mikroorganisme tersebut dalam menghasilkan enzim selulase, amilase, protease, dan ligninase (Song & Soyong, 2018). Studi oleh Amin & Razdan (2010) melaporkan *Trichoderma* sp. memiliki peranan biodekomposer yang menguntungkan karena sifatnya yang antagonis terhadap pertumbuhan patogen tular tanah. Hardjo *et al.* (1994) mendefinisikan bakteri selulolitik sebagai bakteri penghasil enzim selulase spektrum luas dalam mendapatkan sumber C nya dengan merombak selulosa menjadi monomer glukosa. Pemanfaatan bakteri sebagai penghasil enzim dipilih karena mempunyai beberapa keuntungan antara lain: biaya produksi murah, dapat diproduksi dalam waktu singkat, mempunyai kecepatan tumbuh tinggi, serta mudah dikontrol.

2. METODE

Dilaksanakan dari Bulan Oktober sampai November 2016 di Rumah Kaca Jurusan Agroekoteknologi dan Laboratorium Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru Kalimantan Selatan.

Bahan yang digunakan adalah bahan dasar kompos daun akasia, sekam padi, kulit udang, mikroorganisme perombak yaitu strain jamur *Trichoderma* spp. dan strain bakteri selulolitik, pupuk kotoran sapi, gula dan air. Alat yang digunakan ember dengan penutup, gelas ukur, thermometer, pengaduk, timbangan dan parang.

Rancangan penelitian yang digunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) terdiri atas 2 faktor, yaitu: Faktor pertama adalah jenis bahan dasar kompos terdiri dari 3 taraf, yaitu: (1) daun akasia (A1); jerami padi (A2); dan kulit udang (A3). Sedangkan faktor kedua adalah jenis mikroorganisme dekomposer yang terdiri dari 3 taraf, yaitu: tanpa biodekomposer/kontrol (B0); *Trichoderma* sp. (B1); dan bakteri selulolitik (B2). Dengan demikian diperoleh 9 kombinasi perlakuan. Setiap perlakuan di ulang sebanyak 3 ulangan sehingga diperoleh 27 satuan percobaan. Paramater fisika yang diamati adalah suhu, kadar air, dan pH sedangkan faktor kimia yang diamati adalah: C-organik, N-total dan C/N rasio.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Suhu Kompos, Kadar Air, dan pH Kompos

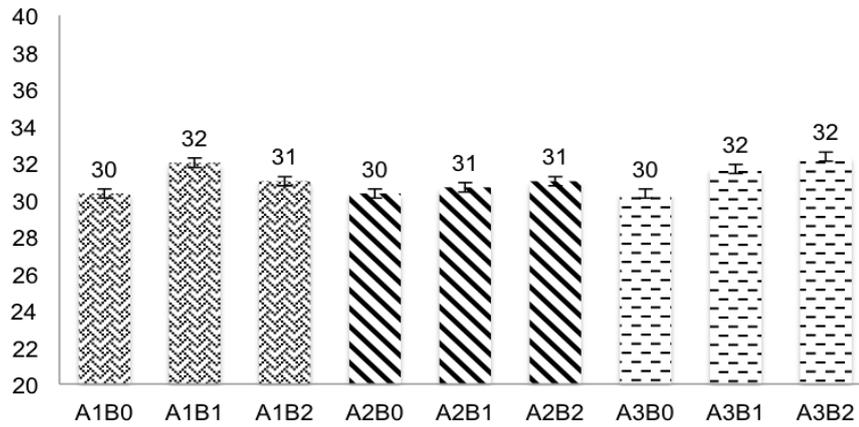
Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa jenis bahan kompos dan jenis biodekomposer tidak memberikan perubahan yang berarti pada suhu kompos (Gambar 1.a). Suhu kompos pada berbagai perlakuan berkisar antara 30-33 °C, masih berada dalam kisaran suhu optimal, dimana menurut Indriani (2007) suhu optimal pengomposan adalah 30-50 °C, atau tidak melebihi dari 50°C menurut kriteria Standar Nasional Indonesia (SNI, 2004).

Pada grafik (Gambar 1.a) antara perlakuan hanya memiliki perbedaan 1-2°C (tidak berbeda nyata, $P>0,01$). Walaupun nilai perbedaan tersebut tidak berbeda nyata, namun nilai suhu pada bahan kompos tanpa biodekomposer masih lebih kecil $\pm 2^\circ\text{C}$ dibandingkan dengan media kompos menggunakan biodekomposer. Hal ini menunjukkan bahwa bakteri selulolitik dan fungi *Trichoderma* sp. mampu menaikkan suhu $\pm 2^\circ\text{C}$ menciptakan kondisi mesofilik untuk aktivitas pendekomposisian bahan organik. Pendenbesie dan Rayuanti (2013) menyatakan bahwa bakteri dan fungi termasuk mikroorganisme yang bekerja efektif pada kondisi mesofilik.

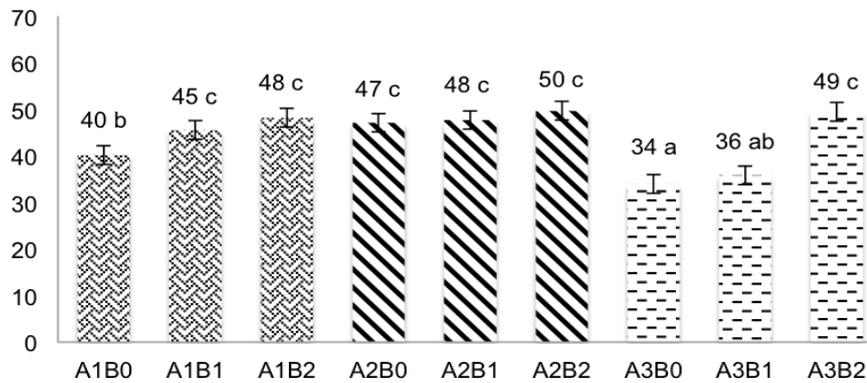
Sejalan dengan status suhu kompos, penambahan jenis biodekomposer *Trichoderma* sp. dan bakteri selulolitik pada bahan sekam padi tidak mempengaruhi secara nyata nilai persen kadar air kompos (Gambar 1.b). Namun, nilai kadar air lebih tinggi secara nyata ($p < 0,001$) pada media daun akasia (naik 3-5%) dengan penambahan biodekomposer (A1B1 dan A1B2) dibandingkan tanpa biodekomposer (A1B0). Begitu juga pada media kulit udang, penambahan bakteri selulolitik mempengaruhi secara signifikan nilai kadar air yaitu naik hingga 15%. Hal ini menunjukkan penambahan biodekomposer mampu meningkatkan kadar air kompos daun akasia dan kulit udang, sedangkan pada media sekam padi, biodekomposer tidak berpengaruh dalam meningkatkan nilai kadar air.

Nilai kadar air media sekam padi dan daun akasia dengan penambahan biodekomposer berkisar antara 45-50%, pada rentang tersebut menurut Hoitink (2008) telah memenuhi nilai rentang ideal kadar air proses pengomposan yaitu 45-55%.

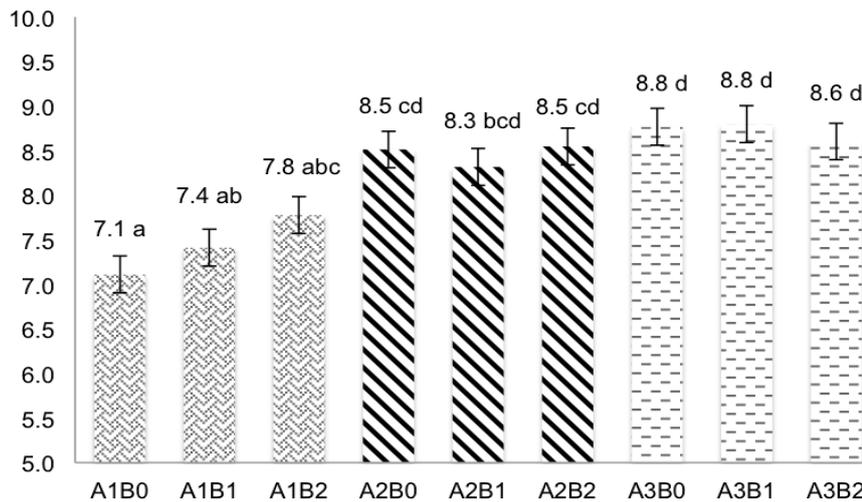
Jenis biodekomposer tidak mempengaruhi secara nyata perubahan pH kompos (Gambar 1.c), namun berpengaruh nyata pada faktor jenis sumber bahan organiknya. Reaksi (pH) tiap media kompos naik secara berurutan yaitu daun akasia (7,1-7,8), sekam padi (8,3-8,5), dan kulit udang (8,6-8,8).



(a) suhu kompos (°C)



(b) kadar air kompos (%)



(c) pH kompos

Keterangan:

A (jenis bahan dasar): A1 : daun akasia; A2 : sekam padi; A3 : kulit udang

B (jenis biodekomposer): B0: tanpa biodekomposer; B1: *Trichoderma* sp.; B2: bakteri selulolitik

Gambar 1. Rerata nilai (a) suhu, (b) kadar air, dan (c) pH kompos dari berbagai kombinasi jenis bahan dasar dan jenis biodekomposer

Bahan dasar daun akasia menghasilkan pH masih dalam kisaran pH ideal menurut SNI yaitu 6,8-7,49 dibandingkan dengan media sekam padi dan kulit udang yang telah mencapai pH 8. Beragamnya nilai pH kompos dari jenis substrat diduga dipengaruhi oleh aktivitas mikroba yang melakukan proses biokimia (Chatterjee *et al.*, 2013).

3.2 C-Organik, N-Total, dan C/N Rasio

Biodekomposer berperan dalam mengurai bahan organik karbon menjadi hara yang bersifat *soluble* ditunjukkan dengan menurunnya persen kandungan C-organik. Secara keseluruhan, perlakuan kompos berbahan dasar sekam padi tanpa pemberian bahan dekomposer menunjukkan hasil yang paling tinggi yaitu 22,2%, sedangkan terendah pada kompos berbahan dasar kulit udang tanpa biodekomposer (8,9%) (Gambar 2.a). Peranan keberadaan biodekomposer sendiri dalam merombak C-organik menunjukkan hasil yang berbeda, namun tidak berbeda nyata (cenderung turun pada penambahan biodekomposer baik media sekam padi maupun daun akasia) kecuali pada jenis kompos kulit udang dengan penambahan bakteri selulolitik (A3B2) cenderung menunjukkan hasil C-organik yang lebih tinggi (kenaikan 7,4%) dibandingkan dengan A3B0. Hal ini menunjukkan bahwa keberhasilan perombakan bahan organik oleh dekomposer tergantung oleh jenis substrat dan interaksi biodekomposer terhadap jenis substrat.

Menurut Surtinah (2013), C-organik pada kompos menunjukkan tingkat kematangan pada kompos. Apabila nilai C-organik tinggi, maka menunjukkan kompos dalam kondisi belum matang. Apabila kandungan C-organik dalam suatu kompos masih tinggi mengakibatkan tanaman sulit menyerap unsur hara yang ada dalam kompos karena kondisi bahan tersebut belum terurai dengan sempurna. Berdasarkan hasil analisis kandungan C-organik, hanya perlakuan bahan dasar kulit udang yang memberikan nilai terendah untuk persen kandungan C-organiknya. Hal ini menunjukkan bahan dasar kulit udang mudah terurai dibandingkan daun akasia dan sekam padi.

Pada nilai persen N-total (Gambar 2.b) untuk jenis bahan dasar daun akasia dan sekam padi, pemanfaatan ragam bahan dasar kompos menunjukkan nilai yang berbeda nyata untuk tiap jenis bahan substratnya namun tidak berbeda nyata untuk jenis biodekomposernya. Nilai N total menunjukkan hasil yang lebih tinggi pada daun akasia (11,4-12,2%) dibandingkan sekam padi (5,3-6,8%), sedangkan peranan dan jenis biodekomposer sendiri tidak memberikan perbedaan nyata. Seperti halnya C-organik, kadar N-total pada pengomposan dengan

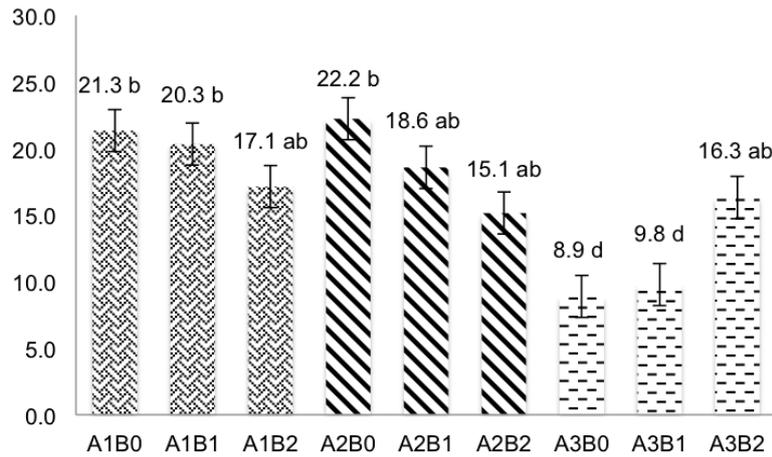
jenis biodekomposernya tergantung interaksi mikroba tersebut dengan jenis substratnya.

Berbeda dengan substrat kulit udang, nilai N-total diketahui paling tinggi diantara jenis substrat yaitu 13-25,9%, dua kali lebih tinggi dibandingkan daun akasia dan empat kali lebih tinggi dibandingkan sekam padi. Hal ini menunjukkan substrat kulit udang menghasilkan nilai N-total lebih baik dibandingkan media lainnya. Rahman (2013) melaporkan bahwa kadar nitrogen total pada limbah kulit udang sebesar 7,45% dan menurut Rynn (1992) nitrogen adalah unsur hara makro yang penting untuk mendukung proses pertumbuhan.

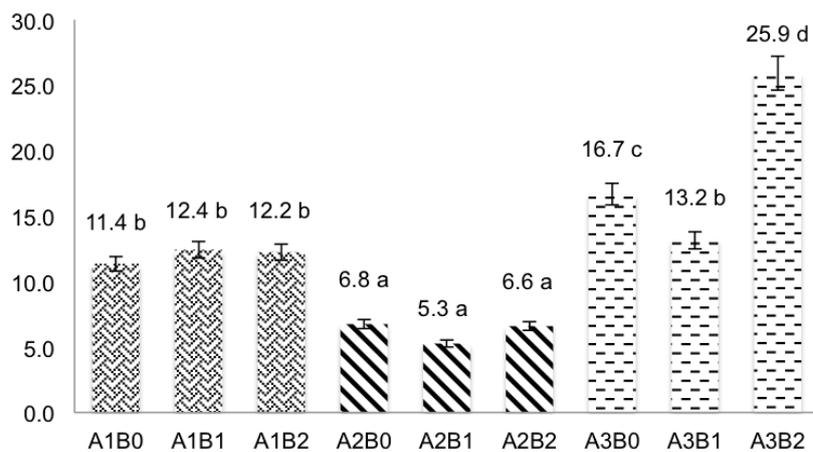
Keberadaan biodekomposer memberikan nilai yang berbeda nyata pada substrat kulit udang, kontras dengan media sekam padi dan daun akasia (Gambar 2.b), dimana nilai N-total penggunaan bakteri selulolitik (25,9%) menunjukkan hasil 1,6 kali lebih tinggi dibandingkan tanpa biodekomposer (16,7%). Hal ini menunjukkan bakteri selulolitik memberikan interaksi yang lebih baik pada media kulit udang dalam menyediakan unsur nitrogen.

Berdasarkan hasil penelitian, rasio C/N dari berbagai bahan dasar dan pemberian bahan dekomposer secara keseluruhan menunjukkan nilai yang beragam (Gambar 2.c). Perbedaan secara nyata ditunjukkan pada jenis substratnya, sedangkan jenis biodekomposer tidak berbeda nyata (kecuali pada media sekam padi, penggunaan bakteri selulolitik memberikan hasil yang lebih rendah dibandingkan tanpa penggunaan biodekomposer).

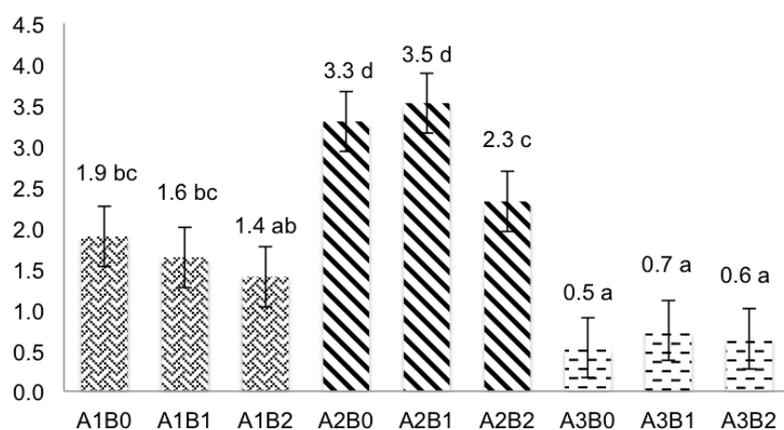
Bahan kulit udang memberikan nilai C/N rasio paling rendah (0,5-0,7) dibandingkan daun akasia (1,4-1,9) dan sekam padi (2,3-3,5). Dari nilai C/N rasio ini bersesuaian dengan % N total dan C-organik bahwa media kulit udang menunjukkan hasil perombakan unsur organik terbaik dibandingkan media lainnya. Faktor penting pada proses pengomposan yaitu nilai rasio C/N. Menurut Surtinah (2013) rasio C/N sebagai acuan tingkat kematangan dalam pengomposan. Kosto (2018) menyatakan nilai ideal rasio C/N adalah 30:1 sedangkan menurut SNI pupuk kompos yang telah matang atau siap digunakan apabila rasio C/N 10-20. Berbedanya nilai rasio C/N dengan standar/ideal rasio dikarenakan tingginya % N-total. Tingginya N total pada kompos diduga karena masih belum sempurnanya proses dekomposisi bahan organik didukung dengan nilai suhu kompos yang masih di bawah suhu ideal dekomposisi.



(a) C-organik (%)



(b) N-total (%)



(c) C/N rasio

Keterangan:

A (jenis bahan dasar): A1 : daun akasia; A2 : sekam padi; A3 : kulit udang

B (jenis biodekomposer): B0: tanpa biodekomposer; B1: *Trichoderma* sp.; B2: bakteri selulolitik

Gambar 2. Rerata nilai (a) C-organik, (b) N-total, dan (c) pH kompos dari berbagai kombinasi jenis bahan dasar dan jenis biodekomposer

4. SIMPULAN

1. Media kulit udang menunjukkan nilai N total (%) 1,6 kali lebih tinggi dibandingkan media daun akasia dan sekam padi. Berbanding terbalik dengan nilai C-organik, media kulit udang menunjukkan hasil paling rendah yaitu setengahnya dari media daun akasia dan sekam padi. Hal ini sebanding dengan nilai C/N rasio media kulit udang yang menunjukkan hasil lebih rendah (<1) dibandingkan media sekam padi dan daun akasia (>1).
2. Secara general, keberadaan biodekomposer dan jenis dekomposer cenderung menunjukkan perbedaan tidak begitu nyata baik (%) N total dan C-organik, namun bakteri selulolitik memberikan hasil yang berbeda nyata pada substrat kulit udang. Hal ini menunjukkan terjadi interaksi yang cukup baik antara bakteri selulolitik dan media kulit udang dalam proses pengomposan bahan organik ditunjukkan dengan pH 8,6 dan kadar air yang lebih rendah dibandingkan substrat lain.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh PNBP Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat Tahun Anggaran 2017-2018.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Amin, F., & Razdan, V. K. (2010). Potential of *Trichoderma* species as biocontrol agents of soil borne fungal propagules. *Journal of Phytopathology* 2(10): 38-41.
- Astari LP. (2011). Kualitas pupuk kompos bedding kuda dengan menggunakan aktivator mikroba yang berbeda. Skripsi. IPB Bogor.
- Brito, L. M., Mourão, I., Coutinho, J., & Smith, S. (2013). Composting for management and resource recovery of invasive *Acacia* species. *Waste Management & Research*, 31(11), 1125-1132.
- Bastaman, S., Aprinita, N., & Hendarti. (1990). Penelitian Limbah Udang Sebagai Bahan Industri Kitin dan Kitosan. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Hasil Pertanian. Bogor.
- Bernal, M.P., C. Paredes, M.A. Sanchez-Monedero, and J. Cegarra. (1998). Maturity and Stability Parameters of Compost Prepared With A Wide Range of Organic Waste. *Bioresource Technology*. 63 : 91 – 99
- Cahaya ATS & Nugroho DA. (2008). Pembuatan Kompos dengan Menggunakan Limbah Padat Organik (Sampah Sayur dan Ampas Tebu). Laporan Penelitian. Semarang: Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
- Chatterjee, N., M.Flury, C.Hinman, and C.G. Cogger. 2013. A Review: Chemical and Physical Characteristics of Compost Leachates. Report Departemen of Transportation, Federal Highway Administration. Diakses dari <https://www.wsdot.wa.gov/research/reports/>
- Hoitink, Harry A.J (2008). Control of the Composting Process: Product Quality. dari The Ohio State University. www.annualreviews.org/doi/pdf/10.11
- Indriani, Y.H. (2007). Membuat Kompos Secara Kilat. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Kosto, A. (2018). *Essential Elements of Composting*. Diakses dari msuextension.org/broadwater/blog-article.html pada 3 Nopember 2019.
- Marlina ET. (2009). Biokonservasi Limbah Industri Peternakan. Bandung: UNPAD PRESS.
- Pandebesie, E.S., Rayuanti, D. (2013). Pengaruh penambahan sekam pada proses pengomposan sampah domestik. *Jurnal Lingkungan Tropis* 6(1): 31-40.
- Pane, M. A., Damanik, M. M. B., & Sitorus, B. (2014). Pemberian Bahan Organik Kompos Jerami Padi dan Abu Sekam Padi dalam Memperbaiki Sifat Kimian Tanah Ultisol Serta Pertumbuhan Tanaman Jagung. *Agroekoteknologi*, 2(4): 1426-1432.
- Perola, M., Persiani, A., Palese, A.M., Di Meo, V., Patore, V., D'Adamo, C., & Celano, G. (2018). Composting: The way for a sustainable agriculture. *Applied Soil Ecology* 123: 744-750.
- Polthanee, A., Tre-loges, V., & Promsena, K. (2008). Effect of rice straw management and organic fertilizer application on growth and yield of dry direct-seeded rice. *Paddy and Water Environment*, 6(2), 237-241.
- Rachman, L.M., Latifa, N. dan Nurida, N.L. (2015). Efek Sistem Pengolahan Tanah Terhadap Bahan Organik Tanah, Sifat Fisik Tanah, dan Produksi Jagung pada Tanah Podsolik Merah Kuning di Kabupaten Lampung Timur. Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal Palembang.
- Roy, S., Leclerc, P., Auger, F., Soucy, G., Moresoli, C., Côté, L., & Brzezinski, R. (1997). A novel two-phase composting process using shrimp shells as an amendment to partly composted biomass. *Compost Science & Utilization*, 5(4), 52-64.

- Ruskandi. (2006). Teknik pembuatan kompos limbah kebun pertanaman kelapa polikultur. *Buletin Teknik Pertanian* 11(1): 33-36.
- Rynk, R., M. van de Kamp, G.B. Willson, M.E. Singley, T.L. Richard, J.J. Kolega, F.R. Gouin, L. Laliberty Jr., D. Kay, D.W. Murphy, H.A.J. Hoitink, and W.F. Brinton. (1992). *On-Farm Composting Handbook*. New York : The Northeast Regional Agricultural Engineering Service, Cooperative Extension.
- Salgado, M.MM., Blu, R.O., Janssens, M., and Fincheira, P. 2019. Grape Pomace Compost As A Source Of Organic Matter: Evaluation Of Quality Parameters To Evaluate Maturity And Stability. *Journal of Cleaner Production* 216: 55-63.
- Samaneigo, J.J., Perez-Murcia, M.D., Bustamante, M.A., Perez-Espinosa, A., Paredes, C., Lopez, M., Lopez-Luch, D.B., Gavilanes-Teran, I., Moral, R. (2017). Composting as sustainable strategy for municipal solid waste management in the Chimborazo Region, Ecuador: Suitability of the obtained compost for seedling production. *Journal of Cleaner Production* 141 : 1349-1358.
- [SNI] Standar Nasional Indonesia. 2004. Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik. SNI 19-7030-2004. Badan Standar Nasional Indonesia. Jakarta.
- Song, J. J., & Soyong, K. (2018). Research and development on bio-products for crop production in China: a short communication. *International Journal of Agricultural Technology*, 14(1), 131-141.
- Suehara, K. I., Ohta, Y., Nakano, Y., & Yano, T. (1999). Rapid measurement and control of the moisture content of compost using near-infrared spectroscopy. *Journal of bioscience and bioengineering*, 87(6), 769-774.
- Surtinah, S. (2013). Pengujian Kandungan Unsur Hara dalam Kompos yang Berasal dari Serasah Tanaman Jagung Manis (*Zea mays saccharata*). *Jurnal Ilmiah Pertanian* 11(1): 11-17.
- Tang, J. C., Inoue, Y., Yasuta, T., Yoshida, S., & Katayama, A. (2003). Chemical and microbial properties of various compost products. *Soil science and plant nutrition*, 49(2), 273-280.
- Yan, J., Cao, J., Jiang, W., & Zhao, Y. (2012). Effects of preharvest oligochitosan sprays on postharvest fungal diseases, storage quality, and defense responses in jujube (*Zizyphus jujuba* Mill. cv. Dongzao) fruit. *Scientia Horticulturae*, 142, 196-204.
- Yuniwati, M., Iskarima, F., Padulemba, A. (2012). Optimasi kondisi proses pembuatan kompos dari sampah organik dengan cara fermentasi menggunakan EM4. *Jurnal Teknologi* 5(2):172-181.
- Zhang, M., Puri, A. K., Govender, A., Wang, Z., Singh, S., & Permaul, K. (2015). The multi-chitinolytic enzyme system of the compost-dwelling thermophilic fungus *Thermomyces lanuginosus*. *Process Biochemistry*, 50(2), 237-244.