

IMPLEMENTASI KONSEP “ZERO WASTE PRODUCTION MANAGEMENT” BIDANG PERTANIAN: PENGOMPOSAN JERAMI PADI ORGANIK DAN PEMANFAATANNYA

Arief Sabdo Yuwono, Nazif Ichwan, dan Satyanto Krido Saptomo
Dept. Teknik Sipil dan Lingkungan - Institut Pertanian Bogor
Kampus IPB Darmaga, PO Box 220 Bogor 16002 INDONESIA
Email: arief_sabdo_yuwono@yahoo.co.id

Abstract

The huge amount of rice straw as by-product of rice production system and the potential use of it as raw material of compost production for organic rice cultivation was the background of this research. Here, rice straw was concerned as raw material to produce compost instead of as waste from rice cultivation. The objectives of the research were to implement the concept of “Zero waste production management” in agriculture by composting rice straw generated from an experimental field; to develop an input-output (waste-compost) mass balance in organic rice cultivation system; and, to apply the resulted compost on the rice field. Materials necessary for the research covered an experimental organic rice field located in Bogor Municipality, rice seed, rice straw and goat manure. The rice field obtained organic fertilizer merely from compost without any synthetic fertilizer. The produced rice straw and goat manure were composted by natural static pile method. The result of the research indicated that waste-compost mass balance based on one hectare rice field showed that the produced straw was ± 14.1 ton and the resulted compost was around 11.3 ton. It is merely 7 ton from the produced compost necessary to apply in one hectare of rice field according to The Ministry of Agriculture recommendation. It can be concluded that if the entire rice straw produced from one hectare of rice field was composted, then the rice field could be compost self sufficient and even the rest of 4.3 ton could be utilized for other purposes.

Keywords: *compost, organic rice, rice straw, zero waste production management*

1. Pendahuluan

Studi yang telah dilakukan yang terkait erat dengan tema penelitian ini antara lain adalah pengaruh kompos berbahan dasar jerami terhadap sifat-sifat mikrobiologis tanah dan hasil panen padi (Goyal *et al.*, 2009) serta studi pengaruh kompos berbahan dasar jerami dan limbah lumpur terhadap sistem tanah-tanaman (Perez *et al.*, 2009). Hal yang belum dikaji dan akan dilakukan dalam penelitian ini adalah implementasi konsep “Zero waste production management” dalam bidang pertanian dimana limbah pertanian menjadi input bagi kegiatan produksi pertanian melalui proses pengomposan dengan melibatkan perhitungan neraca massa input-output (limbah-kompos).

Jerami merupakan contoh limbah pertanian

yang sangat mudah ditemui dari sisa kegiatan budidaya padi. Jumlahnya sangat melimpah (Mahmoud *et al.*, 2009), karena jerami merupakan komponen terbesar biomas tanaman padi. Selain menimbulkan masalah lingkungan (Goyal *et al.*, 2009; Perez *et al.*, 2009) dan sosial (Rashad *et al.*, 2010) di satu pihak, limbah pertanian juga menyimpan peluang pemanfaatan yang potensial. Masalah yang dihadapi dari pemanfaatan jerami antara lain adalah perbedaan antara lokasi keberadaan jerami dan lokasi calon pengguna atau pemanfaatannya, yaitu kegiatan lain di luar sawah penghasil jerami. Dalam penelitian ini jerami menjadi bahan utama pembuatan kompos yang kelak diumpankan kembali sebagai sumber hara tanaman padi dalam musim tanam berikutnya. Dengan demikian akan terbentuk sebuah kegiatan yang

meyerupai sebuah siklus dan sekaligus merupakan implementasi dari konsep “Zero waste production management” dalam bidang pertanian.

Dalam budidaya padi organik, input asal unsur hara tanaman akan menentukan predikat budidaya tersebut, yaitu termasuk atau tidak termasuk golongan organik. Budidaya padi organik dicirikan oleh tidak digunakannya pestisida dan tidak adanya input unsur hara yang berupa pupuk kimia buatan atau pupuk sintetis. Budidaya padi organik lazim menggunakan input pupuk organik yang biasanya berupa kompos. Di lain pihak, budidaya padi akan menghasilkan jerami yang dipandang sebagai limbah pertanian dalam jumlah relatif besar. Bila produksi padi sebesar 5 ton.ha⁻¹ maka diperkirakan jumlah jerami yang dihasilkan adalah 1,5 kali jumlah produksi padi, yaitu sebesar 7,5 ton.ha⁻¹. Dalam penelitian ini potensi limbah yang besar tersebut dimanfaatkan sebagai input bahan organik bagi lahan budidaya padi organik melalui proses pengomposan. Dengan demikian diharapkan akan terbentuk formulasi neraca massa limbah-kompos (input-output) dalam sistem budidaya padi secara organik. Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Mengimplementasikan konsep “Zero waste production management” dalam bidang pertanian dengan mengolah jerami dari sawah percobaan budidaya padi organik menjadi kompos.
- Menyusun neraca massa input-output (limbah-kompos) dalam sistem budidaya padi organik dalam konsep “Zero waste production management”.
- Mengaplikasikan kompos yang dihasilkan pada sawah dalam sistem budidaya padi organik.

2. Metode Penelitian

Tahapan kegiatan penelitian disajikan dalam **Gambar 1**. Pengolahan jerami menjadi kompos dimaksudkan sebagai langkah penyediaan hara sawah dalam sistem budidaya padi organik dimana bahan dasar pengomposan berasal dari petak sawah dalam sistem. Dengan cara ini akan terbentuk putaran tertutup (closed loop) aliran massa bahan organik dalam rangka mengeliminasi terbentuknya limbah yang tidak bermanfaat sebagai implementasi konsep “Zero waste production management” dalam bidang pertanian. Pengomposan dilakukan dengan metode “Natural static pile composting” dimana semua bahan tercampur ditumpuk dan proses biodegradasi berlangsung secara alamiah (natural) dalam tumpukan tersebut. Penggunaan kotoran kambing dimaksudkan sebagai upaya stabilisasi bahan organik dan sekaligus guna membunuh bakteri patogen dan benih gulma (Szanto *et al.*, 2007) yang terkandung di dalamnya. Analisis mutu kompos didasarkan pada standar kualitas kompos nasional yang ada, yaitu SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik (Badan Standardisasi Nasional, 2004). Parameter uji kualitas kompos meliputi C-organik, N total, C/N ratio, P₂O₅, K₂O, Co, Zn, Ca, Mg, Fe dan Mn.

Penyusunan neraca massa dilakukan dengan menghitung produktifitas lahan berupa produksi gabah kering panen (GKP) per hektar, produksi limbah (jerami) setiap satuan luas lahan serta analisis input dan output proses budidaya dari sistem budidaya padi organik. Implementasi konsep “Zero waste production management” dalam bidang pertanian dilakukan dengan aplikasi kompos yang dihasilkan pada petak sawah padi organik dimana jerami

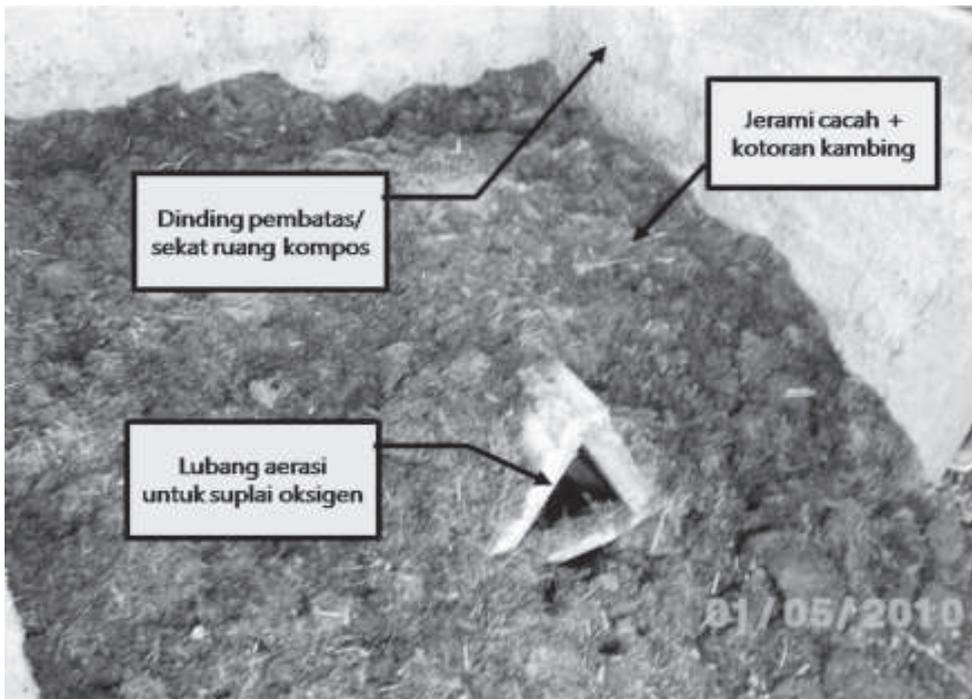


Gambar 1. Bagan alir kegiatan penelitian

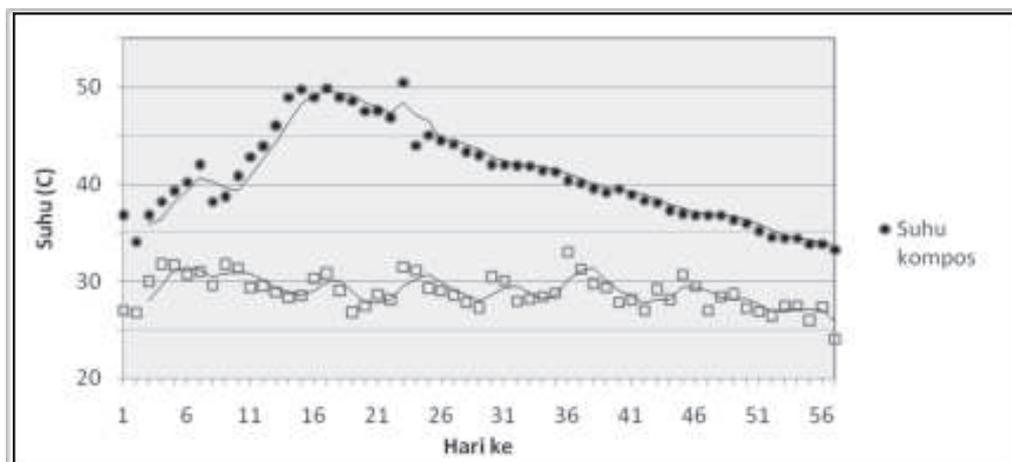
tersebut berasal. Kompos jerami diaplikasikan dengan cara menebarkannya secara manual diatas hamparan lahan sawah yang telah diolah (bajak, garu dan perataan) hingga menjadi sawah siap tanam. Kompos diaplikasikan dengan dosis sesuai dengan rekomendasi Kementerian Pertanian, yaitu sebesar 7 ton.ha⁻¹. Sehari setelah penebaran kompos dilakukan penanaman benih padi organik.

3. Hasil dan Pembahasan

Proses pengomposan jerami telah berlangsung dengan normal di dalam tumpukan bahan (**Gambar 2**) dimana perubahan suhu tumpukan bahan bermula dari suhu normal dan kemudian diikuti dengan kenaikan dan penurunan suhu secara bertahap. Perubahan suhu tumpukan bahan kompos ini disajikan dalam **Gambar 3**. Pada awal mulainya



Gambar 2. Tumpukan bahan dasar kompos dalam proses pengomposan



Gambar 3. Grafik perubahan suhu material selama proses pengomposan

proses pengomposan suhu tumpukan mendekati 35°C. Suhu tumpukan bahan kompos yang lebih tinggi dibandingkan suhu udara disebabkan oleh aktifitas mikroba di dalam kotoran kambing yang masih berlangsung (proses stabilisasi) karena kotoran kambing yang digunakan masih relatif segar. Implikasinya, kondisi jerami yang masih relatif segar mulai mengalami pelayuan dengan mengeluarkan uap air, penurunan massa dan volume, serta berubah warna dari kuning kehijauan menjadi kecoklatan.

Suhu kemudian naik hingga 50°C dalam waktu sekitar dua minggu. Kenaikan suhu terjadi karena aktifitas mikroba pendegradasi bahan organik dimana salah satu hasil proses degradasi adalah energi panas (Ahn *et al.*, 2009). Setelah itu, suhu menurun kembali hingga sekitar 32 °C. Penurunan suhu secara bertahap ini berlangsung dalam waktu sekitar dua (2) bulan. Pola perubahan suhu demikian ini terjadi juga pada proses pengomposan kotoran babi yang dicampur dengan lumpur (sludge) sisa pengolahan limbah (Tiquia and Tam, 2000). Penurunan suhu yang terjadi mulai hari ke-16 hingga akhir proses pengomposan disebabkan oleh mulai menurunnya persediaan material organik yang dapat terdegradasi secara biologis (biodegradable organic materials) dalam tumpukan bahan kompos tersebut. Tumpukan bahan kompos kemudian memerlukan waktu selama

2-8 minggu (Tchobanoglous *et al.*, 1993) setelah itu untuk menjamin berlangsungnya proses stabilisasi secara sempurna.

Pola perubahan suhu seperti ini merupakan sebuah fenomena yang lazim terjadi selama proses biodegradasi bahan organik asal menjadi kompos yang stabil dan matang (matured). Perubahan suhu dimulai dari suhu normal akibat aktifitas bakteri mesofilik yang segera menyebabkan suhu tumpukan bahan kompos meningkat dengan cepat dimana biodegradasi kemudian diambil alih oleh bakteri termofilik (Amir *et al.*, 2008). Suhu merupakan parameter penting untuk menilai kematangan kompos (Ahn *et al.*, 2009), selain parameter kadar air dan kadar oksigen. Fenomena perubahan suhu seperti pola ini juga berlangsung pada proses pengomposan jerami ditambah feses sapi (Li *et al.*, 2008), serbuk gergaji dan feses babi (Tiquia *et al.*, 1996).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengomposan jerami telah berlangsung dengan baik dalam waktu yang tergolong normal dan hasil kompos dengan kualitas sesuai harapan. Hasil analisis laboratorium (**Tabel 1**) terhadap sampel kompos memberi indikasi bahwa kualitas kompos jerami dengan tambahan bahan berupa kotoran kambing telah memenuhi persyaratan seperti ditetapkan dalam SNI 19-7030-2004, kecuali parameter

Tabel 1. Hasil analisis laboratorium kualitas kompos

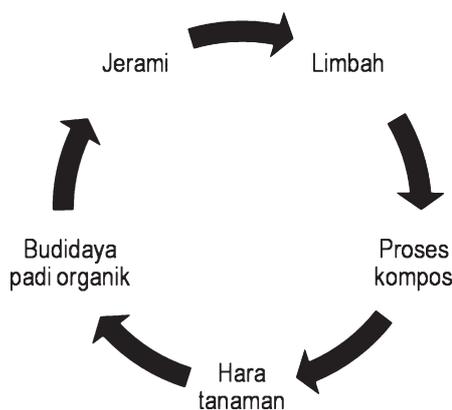
Parameter	Satuan	Hasil uji kompos	Standar SNI*
Temperatur	°C	27	Suhu air tanah
Warna	-	Kehitaman	Kehitaman
Bau	-	Berbau tanah	Berbau tanah
Ukuran partikel	mm	Lolos ayakan 0,55	0,55-25
Unsur makro			
Nitrogen (N)	%	0,45	>0,4
C-organik	%	6,3	9,8-32
P ₂ O ₅	%	0,49	>0,1
C/N Ratio	-	14	10-20
K ₂ O	%	0,88	>0,2
Unsur mikro			
Cobal (Co)	mg.kg ⁻¹	2	<34
Seng (Zn)	mg.kg ⁻¹	151	<500
Unsur lain			
Calsium (Ca)	%	1,61	<25,5
Magnesium (Mg)	%	0,33	<0,6
Besi (Fe)	%	0,68	<2,00
Mangan (Mn)	%	0,0423	<0,1

* Standar = SNI 19-7030-2004

C-organik yang bernilai terlalu rendah. Hasil analisis ini menunjukkan bahwa kompos jerami bisa dimanfaatkan untuk berbagai keperluan pengkondisian tanah termasuk untuk budidaya padi organik di sawah dengan dosis sesuai rekomendasi Kementerian Pertanian. Dengan demikian, aplikasi kompos pada tanah atau sawah diharapkan akan bisa meningkatkan kualitas tanah sebagai media tanam. Hal ini senada dengan hasil penelitian Das *et al.* (2010) dimana kompos yang dibuat dari jerami padi dan diperkaya dengan kotoran hewan (organic manure) akan dapat mendukung produksi pangan organik di India.

Hasil penelitian tentang pengomposan bahan organik telah ditunjukkan oleh beberapa peneliti lain sebelumnya. Pengomposan menjadi strategi yang berharga untuk mendaur ulang berbagai limbah organik, memungkinkan pemulihan tanah yang terdegradasi dan pengelolaan lahan pertanian berkelanjutan (Cayuela *et al.*, 2009). Pengomposan jerami telah dilakukan dengan mencampur pupuk kandang (Li *et al.*, 2008); limbah lumpur susu (Perez *et al.*, 2009); ampas sisa perasan buah (*pomace*) dengan kotoran kelinci (Canet *et al.*, 2008); okara dengan rock fosfat dan kotoran kerbau (Rashad *et al.*, 2010).

Hasil yang diperoleh dari pendekatan “Zero waste production management” dalam bidang pertanian berupa aplikasi kompos berbasis jerami ditambah kotoran kambing pada petak sawah organik. Pendekatan “Zero waste production management” disajikan secara skematis dalam **Gambar 4**. Skema ini pada intinya berupa sebuah



Gambar 4. Siklus tertutup (closed loop) aliran massa dalam sistem budidaya padi organik

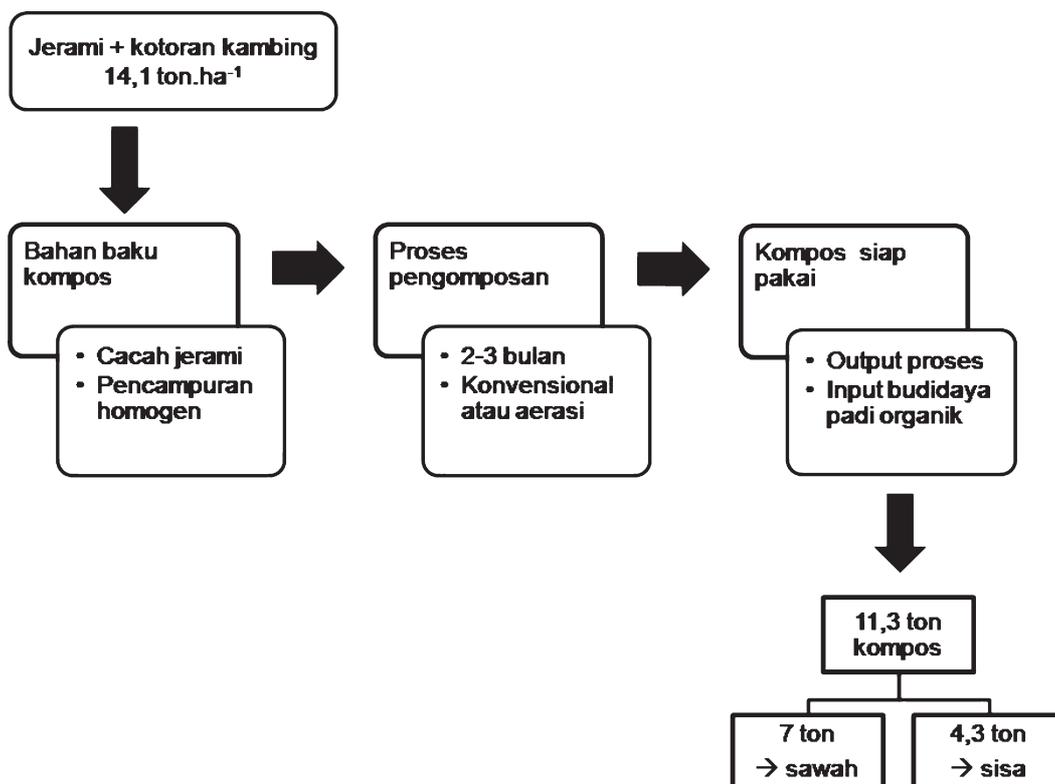
putaran (loop) dimana limbah dari sebuah “proses” yang berupa kegiatan budidaya padi diolah dengan cara pengomposan. Hasil dari pengomposan berupa kompos siap pakai dan diumpungkan kembali kedalam petak sawah dimana jerami berasal.

Neraca massa limbah-kompos dalam konteks menuju “Zero waste production management” dalam sistem budidaya padi organik disajikan dalam **Tabel 2** dan **Gambar 5**. Dalam neraca massa ini terlihat bahwa produksi gabah kering panen (GKP) rata-rata dari petak sawah percobaan adalah 5,7 ton.ha⁻¹ sedangkan produksi jeraminya 14,1 ton.ha⁻¹. Jerami yang diperoleh tersebut kemudian dikomposkan dengan bahan tambahan kotoran hewan (kotoran kambing) dengan proporsi berat yang sama dan hasil akhirnya akan setara dengan 11,3 ton.ha⁻¹. Ini mengandung arti bahwa jerami dari setiap hektar sawah akan menghasilkan kompos sebanyak 11, 3 ton.

Tabel 2. Tabulasi neraca massa limbah-kompos per hektar sawah

Neraca massa per hektar sawah	Kuantitas	Satuan
Produksi gabah	5,7	ton.ha ⁻¹
Produksi jerami	14,1	ton.ha ⁻¹
Kadar air rata-rata jerami	30,7	%
Input kotoran hewan untuk bahan kompos	14,1	ton
Efisiensi proses pengomposan	40,0	%
Berat kompos hasil	11,3	ton.ha ⁻¹
Dosis aplikasi kompos (Rekomendasi Kementan)	7,0	ton.ha ⁻¹
Sisa produksi kompos (bagi peruntukan lain)	4,3	ton.ha ⁻¹

Aplikasi pupuk organik yang berasal dari jerami pada tanaman padi telah dikemukakan sebelumnya oleh Arafah dan Sirappa (2003) dimana hasil yang diperoleh pada tahun pertama tidak berbeda nyata. Hasil penelitian lain tentang pupuk organik berbasis jerami adalah temuan Hardiatmi (2006) dimana pemberian jerami dalam bentuk kompos pada tanaman padi memberikan hasil terbaik serapan N dan K dibandingkan bila diberikan dalam bentuk brangkas kering maupun dalam bentuk abu. Hasil ini seiring dengan penelitian yang dilakukan oleh Iqbal (2008) dimana pupuk organik berupa kompos



Gambar 5. Skema neraca massa limbah-kompos dalam budidaya padi organik.

jerami dan pupuk kandang dapat meningkatkan serapan hara N, kandungan klorofil a dan klorofil b. Hasil lain adalah pembuatan kompos jerami dengan menggunakan mikroba perombak bahan organik (dekomposer) yang dikemukakan oleh Nuraini (2009) dimana pembuatan kompos hanya berlangsung selama dua minggu sehingga kompos dapat langsung ditebarkan ke lahan sawah dan diaduk bersamaan dengan pengolahan tanah.

Sesuai dengan rekomendasi Kementerian Pertanian, dosis kompos yang diaplikasikan pada sawah organik adalah 7 ton.ha⁻¹ sedangkan sisanya, yaitu 4,3 ton.ha⁻¹ bisa dimanfaatkan bagi peruntukan lain. Hasil penelitian ini memberi indikasi bahwa bila semua jerami yang dihasilkan dari satu hektar sawah padi organik diolah menjadi kompos, maka sawah tersebut bisa mencukupi kebutuhannya yang berasal dari jerami yang dihasilkannya dan bahkan masih tersisa sejumlah 4,3 ton kompos yang bisa dipakai untuk kebutuhan lain. Ditinjau dari aspek bangkitan limbah, hasil dari percobaan ini juga

memberi petunjuk bahwa budidaya padi di sawah tidak dapat dipandang sebagai penghasil limbah (jerami) saja, melainkan juga berfungsi sebagai salah satu sumber bahan kompos yang sangat bermanfaat bagi kegiatan budidaya pertanian secara umum.

4. Simpulan

Simpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Pendekatan “zero waste production management” telah diimplementasikan dengan memanfaatkan jerami sebagai bahan dasar untuk memproduksi kompos.
- Kompos berbasis jerami yang dihasilkan telah diaplikasikan di sawah untuk memperkaya hara sawah dalam sistem budidaya padi organik.
- Neraca massa limbah-kompos dalam konteks menuju “Zero waste production management” dalam sistem budidaya padi organik telah disusun dengan hasil jerami 14,1 ton.ha⁻¹ dan hasil kompos berbasis jerami sebesar 11,3 ton.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan penghargaan setinggi-tingginya kepada LPPM-IPB yang telah mendukung sepenuhnya pembiayaan penelitian melalui skema I-MHERE B.2c IPB. Terima kasih sebesar-besarnya juga

disampaikan kepada para petani yang terlibat, analis laboratorium dan staf administrasi Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan IPB yang telah berpartisipasi aktif dalam pelaksanaan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Ahn, H.K., Sauer, T.J., Richard, T.L., and Glanville, T.D. 2009. “Determination of thermal properties of composting bulking materials”. *Bioresource Technology*, 100. 3974-3981.
- Amir, S., Merlina, G., Pinelli, E., Winterton, P., Revel, J.-C, and Hafidi, M. 2008. “Microbial community dynamics during composting of sewage sludge and straw studied through phospholipid and neutral lipid analysis”. *Journal of Hazardous Materials*, 159. 593-601.
- Arafah dan Sirappa, M.P. 2003. “Kajian penggunaan jerami dan pupuk N, P dan K pada lahan sawah irigasi”. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, 4(1). 15-24.
- Badan Standardisasi Nasional. 2004. *Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik*. BSN, Jakarta.
- Canet, R., Pomares, F., Cabot, B., Chaves, C., Ferrer, E., Ribo, M. and Albiach, MR. 2008. “Composting olive mill pomace and other residues from rural Southeastern Spain”. *Waste Management*, 28. 2585-2592.
- Cayuuela, M.L., Mondini, C., Insam, H., Sinicco, T., and Franke-Whittle, I. 2009. “Plant and animal wastes composting: Effects of the N source on process performance”. *Bioresource Technology*, 100. 3097-3106.
- Das, A., Baiswar, P., Patel, D.P., Munda, G.C., Ghosh, P.K., Ngachan, S.V., Panwar, A.S., and Chandra, S. 2010. “Compost quality prepared from locally available plant biomass and their effect on rice productivity under organic production system”. *Journal of Sustainable Agriculture*, 34. 466-482.
- Goyal, S., Singh, D., Suneja, S., and Kapoor, K.K. 2009. “Effect of rice straw compost on soil microbiological properties and yield of rice”. *Indian Journal of Agricultural Research*, 43 (4). 263-268.
- Hardiatmi, S. 2006. “Kajian bentuk pemberian dan dosis jerami pada serapan N, K, dan hasil padi (*Oryza sativa* L.) var. IR-64”. *INNOFARM Jurnal Inovasi Pertanian*, 4(2). 159-171.
- Iqbal, A. 2008. “Potensi kompos dan pupuk kandang untuk produksi padi organik di tanah inceptisol”. *Jurnal Akta Agrosia*, 11(1). 13-18.
- Li, X., Zhang, R., and Pang, Y. 2008. “Characteristics of dairy manure composting with rice straw”. *Bioresource Technology*, 99. 359-367.
- Mahmoud, E., Ibrahim, M., Robin, P., Akkal-Corfini, N., and El-Saka, M. 2009. “Rice straw composting and its effect on soil properties”. *Compost Science & Utilization*, 17(3): 146-150.
- Nuraini. 2009. “Pembuatan kompos jerami menggunakan mikroba perombak bahan organik”. *Buletin Teknik Pertanian*, 14(1). 23-26.
- Perez, L.R., Martinez, C., Marcilla, P., and Boluda, R. 2009. “Composting rice straw with sewage sludge and compost effects on the soil-plant system”. *Chemosphere*, 75. 781-787.
- Rashad, F.M., Saleh, W.D., and Moselhy, M.A. 2010. “Bioconversion of rice straw and certain agro-industrial wastes to amendments for organic farming system: 1. Composting, quality, stability, and maturity indices”. *Bioresource Technology*, 101. 5952-5960.

- Szanto, G.L., Hamelers, H.V.M., Rulkens, W.H. and Veeken, A.H.M. 2007. "NH₃, N₂O and CH₄ emissions during passively aerated composting of straw-rich pig manure". *Bioresource Technology*, 98. 2659-2670.
- Tchobanoglous, G, Theisen, and Vigil. 1993. *Integrated Solid Waste Management*. McGraw-Hill, Co. New York.
- Tiquia, S.M., Tam, N.F.Y., and Hodgkiss, I.J. 1996. "Microbial activities during composting of spent pig-manure sawdust litter at different moisture contents". *Bioresource Technology*, 55. 201-206.
- Tiquia, S.M. and Tam, N.F.Y. 2000. "Co-composting of spent pig litter and sludge with forced-aeration". *Bioresource Technology*, 72. 1-7.