

Peranan aerasi dan silika serta lama pemeraman terhadap kandungan pupuk cair lumpur organik unit gas bio

Mochammad Junus¹, Agung Sugeng Widodo², Wahyono Suprpto² dan Windi Zamrudy³

¹Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya

²Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

³Politeknik Negeri Malang

yunusbrawijaya@ub.ac.id

ABSTRACT: Organic Sludge Biogas Unit (OSBGU) is a product that was generally less noticed by the owner. Filtering solids and liquids of OSBGU would be very helpful for feedstuffs and fertilizer plants. Giving aeration and silica in the fluid of OSBGU as long ripening treatment with 1, 2, 3, 4 and 7 days was expected to transform the liquid into a better liquid fertilizer of OSBGU. The results showed that the effect of treatment, fermentation time and the interaction among them on the content of liquid OSBGU manure on pH, organic C, N total, C/N ratio, and organic matter was highly significant ($P < 0.01$), except for total N did not have differences ($P > 0.05$). The study concluded that the role of aeration and the addition of silica and long ripening and their interaction was very influential on the content of liquid OSBGU manure on pH, organic C, C/N ratio and organic ingredients, except the N total. The study suggested to use aeration and if necessary by adding silica and fermentation time until on day 7 to improve the content of liquid OSBGU manure.

Keywords: organic sludge biogas unit, pH, organic C, total N, C/N ratio, material organic, fermentation time

PENDAHULUAN

Belakangan ini perkembangan unit gas bio di Indonesia cukup pesat (Junus, 2011), apalagi dengan adanya SNI 7826: 2012 dan berbagai instansi yang ikut memprogramkan pembangunan unit gas bio di berbagai daerah (Anonymous, 2012). Unit gas bio umumnya dibangun untuk menghasilkan energi alternatif. Proses produksi gas bio terjadi didalam tangki pencerna dengan menggunakan bahan baku dari limbah organik terutama limbah ternak dan sisanya berupa lumpur organik (LO) (Junus, dkk 1993 dan Junus, 2013^a).

Lumpur organik unit gas bio (LOUGB) merupakan limbah unit gas bio berupa bahan organik yang siap dimanfaatkan untuk kehidupan lebih lanjut. LOUGB yang dipisahkan dari padatan akan menjadi pupuk cair yang siap digunakan sebagai penyubur tanaman darat dan air (Junus, dkk 1998). Pemanfaatan cairan LOUGB sebagai pupuk merupakan langkah awal untuk memanfaatkan LOUGB dari limbah organik secara tuntas (Junus, 2013^b) dan sistem *agriculture* sehat organik terpadu (SASOT) sebagai implementasi dari *Good Agriculture Practices* yang mendukung *Health for all* (Agustina, 2006 dan Agustina,

2007). Pupuk cair LOUGB mengandung berbagai macam zat yang bermanfaat bagi tanaman (Junus, 1987 dan Junus 1995), namun masih memerlukan perlakuan khusus agar dapat dimanfaatkan oleh tanaman secara maksimal (Kadarwati, 1981).

Cairan LOUGB mengandung zat nutrisi dan mineral yang bermanfaat bagi tanaman (Junus, 2010). Zat nutrisi yang terdapat didalam cairan masih belum dapat dimanfaatkan secara sempurna oleh tanaman dan banyak digunakan oleh mikroorganisme pengurai. Akibatnya bau LOUGB kadang-kadang masih ada, walaupun sedikit. Oleh karena itu perlu pemecahan berbagai zat penyusun yang belum sederhana. Peningkatan jumlah mikroorganisme didalam cairan LOUGB menjadi kegiatan yang perlu dilakukan dengan cara menambah udara (aerasi) atau oksigen didalamnya. Selain itu mineral yang diperlukan oleh tanaman juga perlu penambahan sehingga udara dan mineral sangat baik untuk meningkatkan kandungan pupuk cair LOUGB.

Penelitian ini menggunakan aerasi sebagai penambah udara atau oksigen dan silika sebagai penambah mineral. Hasilnya diharapkan dapat mengetahui perbedaan LOUGB yang diareasi dan yang ditambah silika. Selanjutnya hasil penelitian dapat dimanfaatkan sebagai acuan dalam meningkatkan kandungan pupuk cair melalui penambahan udara dan silika. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peranan penambahan aerasi atau udara dan silika terhadap kandungan pupuk cair LOUGB, pengaruh lama pemeraman terhadap kandungan pupuk cair LOUGB serta interaksi penambahan aerasi dan silika dengan lama pemeraman yang berbeda terhadap kandungan pupuk cair LOUGB.

MATERI DAN METODE

Lokasi penelitian dilakukan di petani ternak yang telah memiliki unit gas bio kubah tetap dari beton bekas percontohan dari DIKTI dan RISTEK dengan umur penggunaan masing 18 dan 6 tahun. Metode penelitian dilakukan dengan cara percobaan yang dirancang menggunakan rancangan acak lengkap. Percobaan yang dilakukan adalah dengan membiarkan secara alami (kontrol), menambah aerasi dan silika pada cairan LOUGB.

Persiapan dilakukan dengan mendapatkan cairan LOUGB dari tangki pencerna bekas penelitian IPTEK dari Direktorat Pembinaan Penelitian dan Pengabdian Pada Masyarakat Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia tahun 1997 dan dari Program Insentif Percepatan Difusi dan Pemanfaatan Iptek Kementerian Negara Riset dan Teknologi Republik Indonesia tahun 2007. Pupuk cair yang didapatkan dari hasil penyaringan LOUGB dimasukkan dalam tong bekas cat tembok. Selanjutnya pupuk cair didalam tong siap untuk diperlakukan sesuai dengan perlakuan yang dicobakan. Perlakuan yang dicobakan adalah pupuk cair LOUGB original (tanpa aerasi) yang ditambah aerasi dan silika, serta diperam dengan waktu yang berbeda. Rincian perlakuan yang dilakukan antara lain:

- P1 = pupuk cair LOUGB original (tanpa aerasi)
- P2 = pupuk cair LOUGB original dengan aerasi
- P3 = pupuk cair original LOUGB dengan aerasi dan silika
- P4 = pupuk cair LOUGB original dengan silika

Sedangkan lama pemeraman masing-masing perlakuan dalam tong

selama 1, 2, 3, 4 dan 7 hari. Pelaksanaan dilakukan dengan menampung LOUGB yang keluar dari tangki pencerna dalam kolam penampung, kemudian dialirkan kedalam kolam oksidasi. LOUGB yang terdapat di kolam oksidasi selanjutnya disaring untuk memisahkan cairan dan padatan. Cairan yang diperoleh ditampung dalam tong bekas cat tembok kemudian dilakukan perlakuan. Pengamatan dilakukan pada hari ke-1, 2, 3, 4 dan 7.

Variabel yang diamati adalah pH, C organik, N total, rasio C/N dan bahan organik. Hasil pengamatan dianalisis menggunakan analisis sidik ragam dan dibedakan dengan menggunakan uji Beda Nyata Terkecil (Steel and Torrie, 1980).

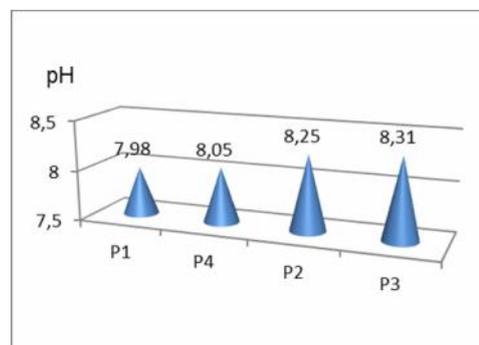
HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian peranan aerasi dan silika serta lama pemeraman terhadap kandungan pupuk cair LOUGB

merupakan kelanjutan dari pemanfaatan limbah ternak untuk menjadi energi. Pupuk cair (*liquid biofertilizer*) LOUGB merupakan pupuk organik yang komplit dan mengandung berbagai macam zat yang dapat dideteksi maupun tidak. Variabel pH, C organik, N total, rasio C/N dan bahan organik ternyata mempunyai tampilan yang bervariasi.

pH

Hasil pengamatan pH terhadap pupuk cair LOUGB yang telah diberi perlakuan aerasi dan silika dengan lama pemeraman yang berbeda beserta interaksinya sangat berbeda nyata ($P < 0,01$). Hasil analisis perbedaan terhadap perlakuan menunjukkan bahwa P1 dan P4 tidak berbeda, begitu pula P2 dan P3 juga sama, tetapi P1 dan P4 dengan P2 dan P3 berbeda. Kesamaan dan perbedaan tersebut lebih jelasnya dapat diterangkan pada Gambar 1.



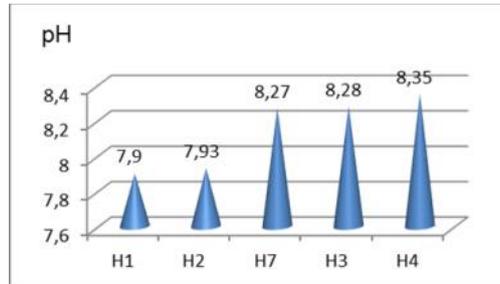
Gambar 1. Peranan penambahan aerasi dan silika pada pupuk cair LOUGB terhadap pH

Gambar 1 menunjukkan bahwa penambahan aerasi dan silika dapat meningkatkan pH pupuk cair LOUGB. Aerasi pupuk cair dapat memudahkan tumbuhnya mikroorganisme aerob sehingga mempercepat pemanfaatan asam-asam organik (Ghosh, 1990) dan dengan mudah meningkatkan kenaikan pH pada pupuk cair LOUGB (Junus, 1995). pH yang semula rendah menjadi

naik dan unsur-unsur yang terikat menjadi mudah melepaskan diri menjadi ion dan akhirnya tidak mengalami kesulitan masuk kedalam tubuh tanaman. Menurut Putri, dkk (2013), interaksi antara pupuk organik dan pupuk silika mampu meningkatkan residu P, pH tanah, tinggi tanaman, jumlah daun dan ruas, diameter batang atas dan bawah secara signifikan.

Sejalan dengan itu pengaruh lama pemeraman juga mempengaruhi peningkatan pH. Lama pemeraman 4 hari lebih baik dari pada pemeraman hari ke-3 maupun ke-7, tetapi lama pemeraman pada hari ke-3, 4 dan 7

tidak berbeda, begitu juga lama pemeraman pada hari ke-1 dan 2. Hasil analisis BNT yang berbeda adalah pada hari ke-1 dan ke-2 dengan hari ke-3, ke-4 dan 7 seperti yang tersaji pada Gambar 2.

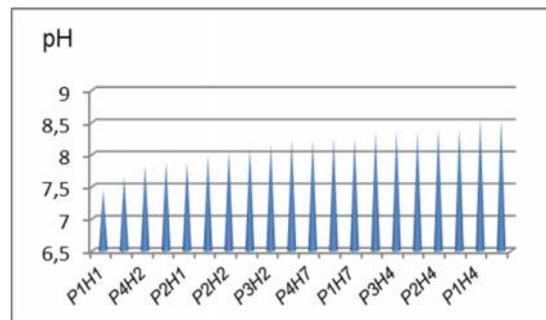


Gambar 2. Peranan lama pemeraman pada pupuk cair LOUGB terhadap pH

Berdasarkan Gambar 2 di atas ternyata lama pemeraman pada hari ke-3 dan 4 sudah mencapai pH yang tertinggi. Oleh karena itu pemeraman terhadap pupuk cair LOUGB tidak perlu lama seperti pupuk cair yang lainnya. Hal ini disebabkan karena pupuk cair LOUGB mengandung berbagai sisa zat nutrisi dari berbagai mikroorganisme pencerna yang berkembang didalam tangki pencerna

UGB. Akibatnya capaian peningkatan pH dalam proses pemeraman menjadi lebih cepat.

Interaksi antara aerasi dan penambahan silika sebagai perlakuan dan lama pemeraman ternyata juga sangat berbeda ($P < 0,01$). Hasil analisis BNT terhadap rataan perlakuan dan lama pemeraman dapat diterangkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Interaksi penambahan aerasi dan silika pada pupuk cair LOUGB terhadap pH

Hasil pada Gambar 3 ternyata berbeda dengan Gambar 1 dan Gambar 2, dimana pH tertinggi dicapai oleh P1H4 dan P2H3. Artinya, tanpa penambahan aerasi maupun silika ternyata pH dapat dicapai pada hari ke-

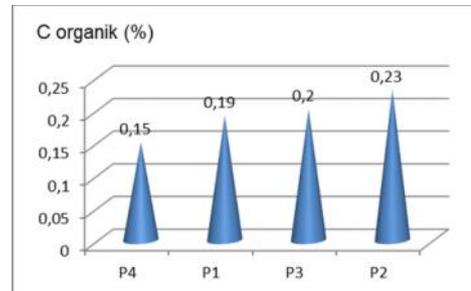
4, sedangkan yang menggunakan aerasi dan silika pada hari ke-3.

Organik

Hasil analisis ragam pengaruh aerasi dan silika serta lama pemeraman

yang berbeda beserta interaksi keduanya terhadap C organik pupuk cair LOUGB menghasilkan perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$). Hasil analisis uji

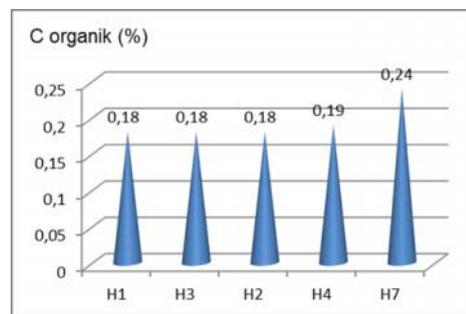
perbedaan pada pengaruh perlakuan terhadap C organik tampak seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Pengaruh perlakuan terhadap kandungan C organik LOUGB

Gambar 4 menunjukkan bahwa ternyata kandungan C organik pada perlakuan P1 dan P3 adalah sama dan berbeda dengan P4 maupun P2. Kandungan C organik pada P4 adalah yang paling kecil dan berbeda dengan P2. Ini menunjukkan bahwa silika tidak mampu memenuhi kebutuhan hidup

mikroorganisme yang memanfaatkan unsur hara didalam pupuk cair LOUGB menjadi bahan organik. Hal ini terbukti pada P4 yang tidak meningkatkan bahan organik secara nyata. Terkait dengan lama pemeraman, semakin lama waktu pemeraman, maka C organik menjadi meningkat (lihat Gambar 5).

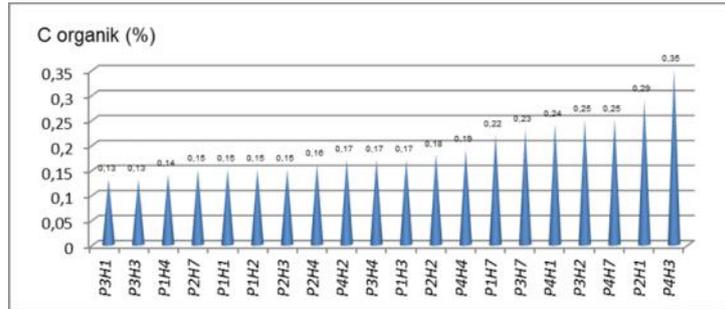


Gambar 5. Pengaruh lama pemeraman terhadap kandungan C organik LOUGB

Peningkatan C organik pada H7 mencapai 26% dari H4. Jadi untuk memanfaatkan pupuk cair LOUGB pada H7 ini sangat tergantung pada kebutuhan pengguna. Namun untuk pupuk organik, C organik memang dibutuhkan tetapi perlu diperhitungkan dengan lama pemeraman. Selanjutnya interaksi antara aerasi dan penambahan silika sebagai perlakuan dan lama pemeraman ternyata juga sangat berbeda ($P < 0,01$). Hasil analisis BNT

terhadap rataan perlakuan dan lama pemeraman tersaji pada Gambar 6.

Berdasarkan Gambar 6, P3H1, P3H3, P1H4, P2H7, P1H1, P1H2, P2H3, dan P2H4 adalah sama, begitu juga P2H4, P3H4, P1H3, P2H2 dan P4H4 serta P1H7, P3H7, P4H1, P3H2, P4H7 dan P2H1. Sedangkan P4H3 mempunyai kandungan C organik yang tertinggi. Penentuan C organik pada pupuk cair LOUGB untuk dijadikan pupuk tanaman sangat tergantung pada jenis tanah.

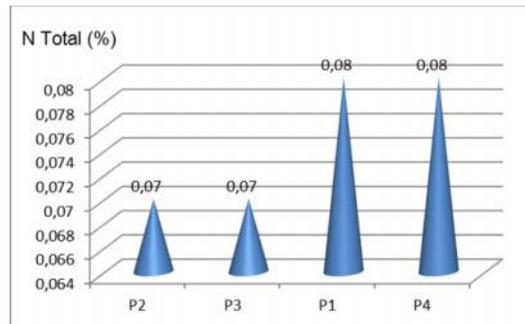


Gambar 6. Interaksi perlakuan dan lama pemeraman terhadap kandungan C organik LOUGB

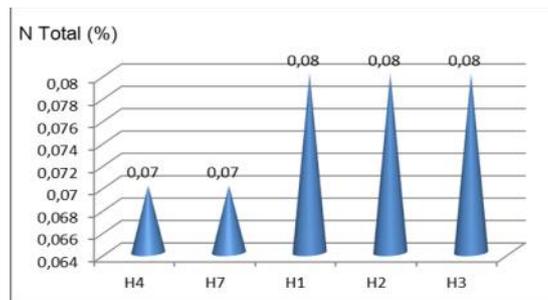
N total

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan aerasi dan silika serta lama pemeraman yang berbeda beserta interaksi keduanya

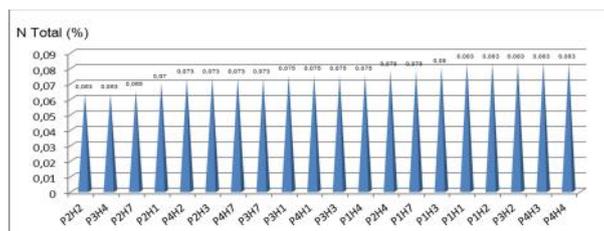
terhadap N total pupuk cair LOUGB menghasilkan perbedaan yang tidak nyata ($P > 0,05$) seperti yang disajikan pada Gambar 7, 8 dan 9.



Gambar 7. Pengaruh perlakuan aerasi dan silika terhadap N total pupuk cair LOUGB



Gambar 8. Pengaruh lama pemeraman terhadap N total pupuk cair LOUGB



Gambar 9. Interaksi pengaruh perlakuan aerasi dan silika dan lama pemeraman terhadap N total pupuk cair LOUGB

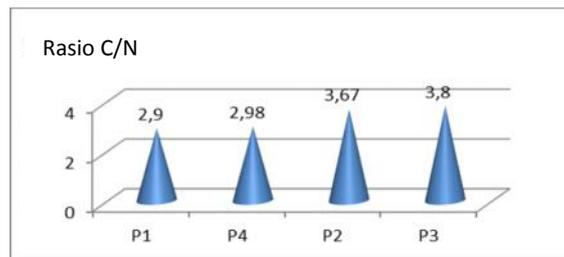
Berdasarkan Gambar 7, walaupun kandungan N total pada perlakuan P1, P2, P3 maupun P4 sama, tetapi pada perlakuan P2 dan P3 tampak lebih rendah dari pada P1 dan P4. Begitu pula Gambar 8 menunjukkan bahwa peranan lama pemeraman terhadap kandungan N total pada H4 dan H7 adalah yang paling kecil dan berbeda dengan H1, H2 dan H3. Ini menunjukkan bahwa peranan perlakuan dan lama pemeraman beserta interaksinya tidak berpengaruh pada kandungan N total.

N berasal dari atmosfer sebagai sumber primer dan aktivitas didalam tanah sebagai sumber sekunder. Namun pupuk cair LOUGB juga memegang peranan penting dalam menstimulasi

penambahan kandungan N didalam tanah sehingga mempercepat pertumbuhan mikroorganisme tanah dan pada tanaman pakan ternak. Nitrogen terdapat didalam tanah dalam bentuk organik dan anorganik yang mampu memacu pertumbuhan tanaman (Hardjowigeno 2003).

Rasio C/N

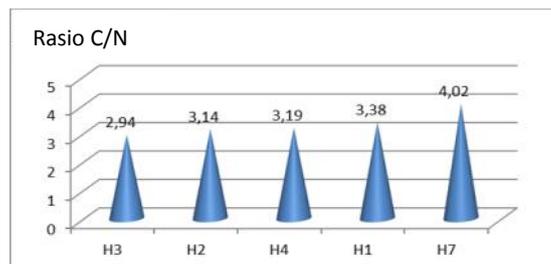
Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan aerasi dan silika serta lama pemeraman yang berbeda beserta interaksi keduanya menghasilkan perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap rasio C/N pupuk cair LOUGB seperti yang tersaji pada Gambar 10.



Gambar 10. Pengaruh perlakuan terhadap rasio C/N pupuk cair LOUGB

Berdasarkan Gambar 10, P1 dan P4 tidak terdapat perbedaan yang nyata tetapi berbeda dengan P2. Sedangkan P2 juga berbeda dengan P3. Walaupun demikian, seluruh perlakuan mengandung rasio C/N yang kecil dan mengandung unsur mikro yang lebih banyak. Unsur mikro inilah yang mampu meningkatkan jumlah kandungan unsur hara tanah yang dapat

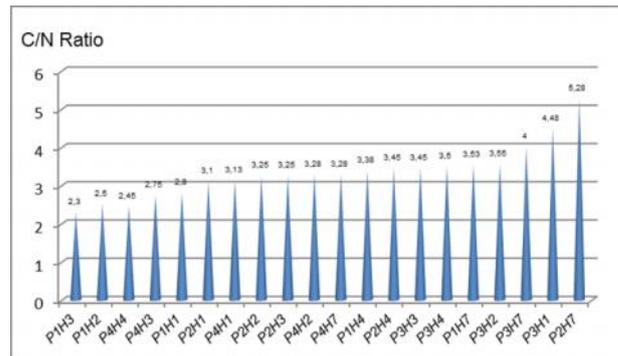
digunakan oleh tanaman air seperti *Chlorella sp* (Kadarwati, 1981). Penentuan pilihan perlakuan terhadap P1 akan mempermudah aplikasi di lapangan dan dapat menghemat biaya pelaksanaan pembuatan pupuk cair LOUGB. Sedangkan pengaruh lama pemeraman terhadap rasio C/N pupuk cair LOUGB dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Pengaruh lama pemeraman terhadap rasio C/N pupuk cair LOUGB

Gambar 11 menunjukkan bahwa rasio C/N pada lama pemeraman H2 dan H3 ternyata sama dan berbeda dengan H4, H1 dan H7. Fakta ini menunjukkan bahwa H7 mengandung rasio C/N yang lebih tinggi dari pada H1. Tingginya rasio C/N pada H7 kemungkinan disebabkan oleh waktu

pemeraman yang cukup lama sehingga banyak mikroorganisme yang tumbuh atau banyak unsur N yang pecah dan menguap. Interaksi antara perlakuan dan lama pemeraman terhadap rasio C/N pupuk cair LOUGB ditampilkan pada Gambar 12.



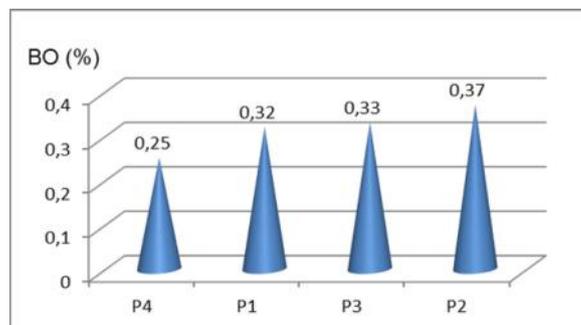
Gambar 12. Pengaruh perlakuan dan lama pemeraman terhadap rasio C/N pupuk cair LOUGB

Gambar 12 menunjukkan bahwa P1H3, P4H4, P1H2 tidak berbeda dan berbeda dengan P4H3, P1H1, P2H1 dan P4H1. Selanjutnya juga berbeda dengan P2H2, P2H3, P4H2, P4H7, P1H4, P2H4, P2H4, P3H3, P3H4, P1H7 dan P3H2 serta berbeda dengan P3H7 dan P3H1 maupun P2H7. Jadi tampak bahwa peranan P2H7 terhadap pupuk cair LOUGB sangat nyata untuk meningkatkan rasio C/N sampai dengan 5,28. Penggunaan pupuk cair LOUGB dengan rasio C/N sampai dengan 5,28 masih dapat dikatakan rendah dan jaminan ketersediaan unsur hara mikro

sangat banyak. Oleh karena itu peranan P2H7 masih sangat memungkinkan untuk digunakan sebagai pengelolaan LOUGB.

Bahan organik

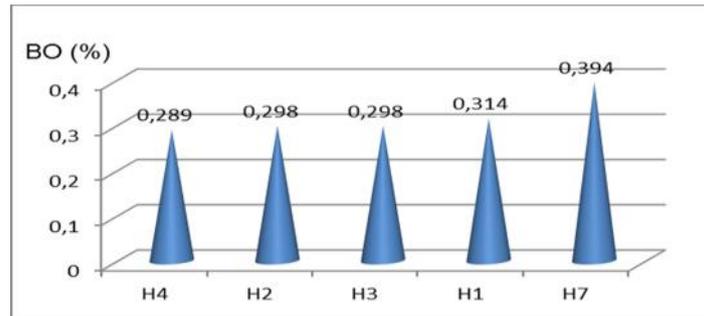
Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan aerasi dan silika serta lama pemeraman yang berbeda beserta interaksi keduanya menghasilkan perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap rasio C/N pupuk cair LOUGB. Rataan perlakuan terhadap bahan organik pupuk cair LOUGB disajikan pada Gambar 13.



Gambar 13. Pengaruh perlakuan terhadap bahan organik pupuk cair LOUGB

Gambar 13 menunjukkan bahwa P1 dan P4 terdapat perbedaan yang nyata dan P1 tidak berbeda dengan P3. Sedangkan P3 berbeda dengan P2. Walaupun demikian semua perlakuan mengandung bahan organik yang kecil yaitu maksimal 0,37%. Penentuan pilihan perlakuan terhadap P2 akan

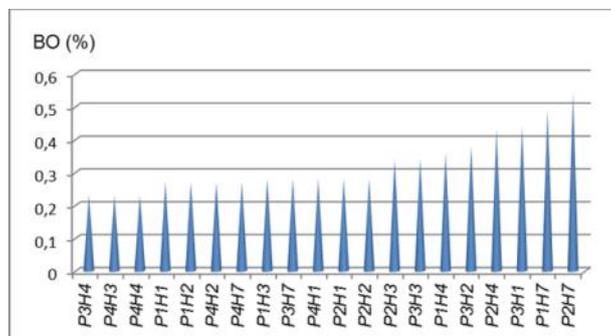
mendapatkan bahan organik yang lebih banyak. Bahan organik ini sangat penting untuk meningkatkan kesuburan tanah (Syekhfani, 2012). Pengaruh lama pemeraman terhadap bahan organik pupuk cair LOUGB disajikan pada Gambar 14.



Gambar 14. Pengaruh lama pemeraman terhadap bahan organik pupuk cair LOUGB

Gambar 14 menunjukkan bahwa H7 mengandung bahan organik yang lebih tinggi dari H1, H2, H3 dan H4. Tingginya bahan organik pada H7 disebabkan oleh lama pemeraman,

sehingga banyak mikroorganisme aerob yang tumbuh. Interaksi antara perlakuan dan lama pemeraman terhadap persentase bahan organik pupuk cair LOUGB disajikan pada Gambar 15.



Gambar 15. Pengaruh perlakuan dan lama pemeraman terhadap persentase bahan organik pupuk cair LOUGB

Gambar 15 menunjukkan bahwa P3H4, P4H3, P4H4, P1H1, P1H2, P4H2, P4H7, P1H3, P3H7, P4H1, P2H1, P2H2 tidak berbeda dan berbeda dengan P2H3, P3H3, P1H4, P3H2 dan berbeda pula dengan P2H4, P3H1, serta berbeda dengan P1H7, P2H7. Jadi tampak bahwa peranan P1H7, P2H7 terhadap pupuk cair LOUGB sangat

nyata untuk meningkatkan bahan organik sampai dengan 0,54 meskipun masih tergolong rendah. Oleh karena itu peranan P1H7 dan P2H7 masih sangat perlu dipertimbangkan untuk digunakan sebagai pengelolaan pupuk organik cair LOUGB.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Peranan penambahan aerasi dan silika terhadap kandungan pupuk cair LOUGB sangat baik pengaruhnya terhadap pH, C organik, rasio C/N dan bahan organik, kecuali N total.
2. Pengaruh lama pemeraman terhadap kandungan pupuk cair LOUGB juga sangat baik pengaruhnya terhadap pH, C organik, rasio C/N dan bahan organik, kecuali N total.
3. Interaksi penambahan aerasi dan silika dengan lama pemeraman yang berbeda terhadap kandungan pupuk cair LOUGB sangat baik pengaruhnya terhadap pH, C organik, rasio C/N dan bahan organik, kecuali N Total.

Saran

Upaya melakukan aerasi dan penambahan silika dengan lama pemeraman untuk meningkatkan kandungan pupuk cair LOUGB sebaiknya menggunakan aerasi dan apabila diperlukan dengan menambah silika dan diperam sampai hari ke-7.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak antara lain 1). Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia melalui Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Brawijaya yang telah memberikan dana penelitian, 2). Dekan Fakultas Peternakan yang telah menyetujui penelitian, dan 3). Erlinda yang telah banyak membantu pelaksanaan penelitian

DAFTAR PUSTAKA

Agustina, L. 2006. Interelasi antar sub-sistem dalam sistem agriculture

sehat organik terpadu. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.

Agustina, L. 2007. Sistem produksi sayuran ternak ikan organik berbasis pada limbah organik. Lembaga Penelitian Universitas Brawijaya.

Anonymous. 2012. Unit penghasil biogas dengan tangki pencerna (digester) tipe kubah tetap dari beton. SNI 7826:2012.

Ghosh, S. 1990. Principles and potential of biphasic fermentation. international conference on biogas. Technologies and implementation strategies. Pune-India.

Hardjowigeno, S. 2003. Ilmu tanah. Akademika Presindo. Jakarta.

Junus, M. 1987. Teknik membuat dan memanfaatkan unit gas bio. GAMA Press. Edisi I. Yogyakarta.

Junus, M. Setyowati, E. Rosyidi, D. Minarti, S dan Muharliem. 1993. Pengaruh waktu keluaran tinja kambing terhadap produksi biogas. Laporan penelitian fakultas Peternakan Universitas Brawijaya. Malang.

Junus, M. 1995. Teknik membuat dan memanfaatkan unit gas bio. GAMA Press. Edisi II. Yogyakarta.

Junus, M., Djunaidi dan Widodo, 1998. Rekayasa penggunaan sludge limbah ternak sebagai bahan pakan dan pupuk cair tanaman tahun I. Direktorat Pembinaan Penelitian dan Pengabdian Pada Masyarakat DIKTI Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.

Junus, M. 2010. Petunjuk praktis pembuatan dan pemanfaatan unit gas bio model integrasi. Program pengembangan unit gas bio UNDP PT Bumi Harmoni Indoguna di Indonesia.

- Junus, M. 2011. Akselerasi pembangunan unit gas bio untuk pengembangan aneka ternak di Indonesia. Pidato pengukuhan jabatan Guru Besar dalam Bidang Ilmu Produksi Aneka Ternak pada Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya.
- Junus, M. 2013^a. Reduction of green house gas using integrated livestock biogas unit (BGU). The 2nd Animal Production International Seminar on Sustainable Livestock Production Based on Local Resources in the Global Climate Changes Era: Prospects and Challenges 2nd APIS –2013.
- Junus, M. 2013^b. Bioenergy sources from livestock waste by using biogas system in small scale farms. Directorate General Indonesian Agency for Agricultural Research and Development Ministry of Agriculture.
- Kadarwati, S. 1981. Teori/reaksi pembuatan gas bio. Proyek Laboratorium PST. PPTMGB "LEMIGAS" Cepu.
- Putri, Suntari, dan Djajadi (2013). Pengaruh pupuk organik dan pupuk silika terhadap kadar Si, residu P, dan pertumbuhan tanaman tebu (*Saccharum officinarum*). Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.
- Steel, R. G. D. and J. H. Torrie. 1980. Principles and procedures of statistiks a biometrical approach. Second Edition. International Student Edition. McGraw Hill Kogakusha, Ltd. Tokyo.
- Syekhfani. 2012. From soil, back to soil – innovation to useful life responses to “Soil: Hortikultura” Brawijaya University. <http://syekhfanismd.lecture.ub.ac.id/2012/11/soil-horti/> Diakses tanggal 30/7/2014.