

PROSES PENGAYAAN NUTRIEN LIMBAH IKAN WADUK CIRATA DENGAN AKTIVATOR *Gliocladium* sp. DAN MEDIA KASCING

Nutrient Enrichment Process of Wasted Fish from Lake Cirata by Activators of Gliocladium sp. and Kascing Media

Bustami Ibrahim*, Pipih Suptijah, Yunisha Aktinidia

Departemen Teknologi Hasil Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Institut Pertanian Bogor

*Korespondensi: Jln. Lingkar Akademik, Kampus IPB Dramaga-Bogor 16680 Telp. +622518622915

Fax. +622518622916. E-mail: bustamibr@yahoo.com

Diterima 31 Januari 2013/Disetujui 25 Mei 2013

Abstract

Dead fish after upwelling phenomena in Cirata Reservoir cause environmental pollution if it is not well managed. Use of the waste to be processed become organic fertilizer will be useful. The purpose of this research was to use the fish waste added activator of *Gliocladium* sp on kascing media to be processed as organic fertilizer increasing its quality. Organic fertilizers were made by mixing fish wastes and kascing with proportion as follows: A (80%:20%), B (70%:30%), and C (60%:40%). Each proportion was added with *Gliocladium* sp. (0%, 2%, 3%, 4%, and 5%). Organic fertilizer had N total between 4.06-5.46%, organic C 14.98-18.61%, C/N ratio between 2.79-4.27, 1.35-2.78% of P and 1.01-0.78% of K. The product containing 60% fish wastes was to be the best based on its nutrient compositions.

Keywords: Cirata Reservoir, fish waste, *Gliocladium* sp., kascing, organic fertilizer

Abstrak

Ikan mati pasca terjadinya *upwelling* di Waduk Cirata menyebabkan pencemaran lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Solusi yang dapat digunakan adalah dengan mengolahnya menjadi produk yang bernilai tambah seperti misalnya pupuk organik. Tujuan penelitian ini adalah mengolah limbah ikan yang ditambahkan activator *Gliocladium* sp. pada media kascing untuk menjadi pupuk organik yang berkualitas baik. Pupuk organik dibuat dengan mencampurkan limbah ikan dan kascing dengan proporsi sebagai berikut: A (80%:20%), B (70%:30%), dan C (60%:40%). Masing-masing proporsi ditambah dengan *Gliocladium* sp. dengan konsentrasi 0%, 2%, 3%, 4%, dan 5%. Produk yang dihasilkan memiliki kandungan N total antara 4,06-5,46%, C organik antara 14,98-18,61%, nilai rasio C/N antara 2,79-4,27, P antara 1,35-2,78% dan K antara 1,01-0,78%. Pupuk yang mengandung 60% limbah ikan adalah yang terbaik berdasarkan komposisi nutrisinya.

Kata kunci: *Gliocladium* sp., limbah ikan, kascing, pupuk organik, Waduk Cirata

PENDAHULUAN

Waduk Cirata mempunyai potensi dalam bidang perikanan, perhubungan dan wisata (Garno 2005). Kegiatan perikanan Keramba Jaring Apung (KJA) di Waduk Cirata lebih menonjol dibanding kegiatan lain yang memanfaatkan potensi sumberdaya alam setempat. Perkembangan KJA yang sangat pesat menyumbangkan sisa pakan dan hasil metabolisme ikan yang

cenderung meningkatkan unsur hara dalam perairan sehingga mempercepat eutrofikasi (Komarawidjaja *et al.* 2005). Akumulasi sisa pakan dan buangan hasil metabolisme yang tinggi akan menurunkan sumberdaya perikanan saat terjadinya *upwelling* di Waduk Cirata (Syafei 2005).

Solusi yang dapat digunakan untuk membersihkan limbah ikan di Waduk Cirata yaitu memanfaatkannya menjadi pupuk

organik yang mempunyai nilai tambah dengan teknologi aplikatif. Terdapat beberapa jenis pupuk organik sebagai pupuk alam berdasarkan bahan dasarnya, salah satunya yaitu pupuk kompos. Kompos telah terbukti memiliki efek positif pada tanah pertanian dan produksi tanaman (Yun dan Ro 2009).

Pengomposan biasanya membutuhkan waktu yang cukup lama, oleh karena itu diperlukan aktivator yang berfungsi untuk mempercepat proses pengomposan tersebut. Aktivator yang dapat digunakan salah satunya yaitu *Gliocladium* sp. Cendawan *Gliocladium* sp. merupakan mikroorganisme yang dapat memproteksi patogen tanaman, menghasilkan antibiotik, dan berfungsi sebagai stimulasi pertumbuhan tanaman (Gil *et al.* 2009). *Gliocladium* sp. juga dikenal sebagai agen antagonis yang dapat melakukan proses dekomposisi bahan organik (Hartal *et al.* 2010).

Pupuk kompos biasanya memiliki kandungan hara yang rendah. Bahan dasar yang dapat digunakan sebagai bahan pelengkap unsur hara salah satunya adalah kascing. Kascing adalah pupuk organik yang dapat digunakan sebagai media tumbuh mikroorganisme yang merupakan hasil dari proses dekomposisi oleh cacing tanah (Damayanti *et al.* 2008). Kotoran cacing yang menjadi kompos (kascing) merupakan pupuk organik yang sangat baik bagi tumbuhan karena mudah diserap dan mengandung unsur hara yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman (Marvelia *et al.* 2006). Kascing mengandung hormon tumbuh bagi tumbuhan (Mashur *et al.* 2001).

Tujuan penelitian ini adalah menetapkan komposisi yang memberikan kualitas terbaik sebagai bahan pembuatan pupuk organik yang dihasilkan dengan melihat kandungan unsur hara yang terkandung.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan utama yang dipergunakan pada penelitian adalah limbah ikan yang diperoleh dari Waduk Cirata, Cianjur. Bahan lain yang digunakan antara lain kascing, biakan

Gliocladium sp., pupuk urea, pupuk KCl, pupuk SP, air, tanah, akuades, H₂SO₄, NaOH 30%, H₃BO₃ 2%, HCl 0,01 N, K₂Cr₂O₇ 2 N, FeSO₄ 0,2 N, KMnO₄ 0,1 N, dan Cl₃La.7H₂O.

Alat-alat yang dipergunakan pada penelitian antara lain *Atomic Absorption Spectrophotometer* (Shimadzu AA-680), *Spectrophotometer* (LW-200 Series), oven (Memmert), timbangan digital (OHAUS), tanur (Nabertherm), *chopper* (Misaka), *leaf area meter* (Delta-T Devices), wadah plastik, karung, pH *tester*, termometer, labu Erlenmeyer, botol timbang, desikator, cawan porselen, pipet volumetrik, pipet tetes, buret, penangas air, labu *Kjeldahl*, dan kertas saring.

Metode Penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan terdiri atas 2 tahap. Tahap pertama yaitu karakterisasi bahan baku, tahap kedua yaitu penentuan komposisi terbaik sebagai bahan pupuk organik. Karakterisasi bahan baku yaitu menganalisis kadar proksimat dan unsur hara bahan baku limbah ikan dan kascing. Analisis kadar proksimat meliputi uji kadar air, kadar abu, kadar protein, dan kadar lemak (BSN 1992), sedangkan untuk analisis unsur hara meliputi uji N total (BSN 1992), C organik, nilai rasio C/N, kandungan P dan kandungan K (AOAC 2007).

Pengkomposisian bahan limbah ikan dengan bahan yang lain mengacu pada proses pengkomposan oleh Sutanto (2002) yang dimodifikasi. Proporsi limbah ikan terhadap kascing yang digunakan sebagai berikut, yaitu A (80%:20%), B (70%:30%), dan C (60%:40%). Masing-masing dicampur dengan *Gliocladium* sp. pada konsentrasi (0%, 2%, 3%, 4%, dan 5%). Komposisi bahan-bahan yang digunakan disajikan pada Tabel 1. Formulasi tersebut dibiarkan terurai selama 4 minggu dalam wadah terbuka pada suhu ruang (27-29°C). Pengadukan, pengukuran pH dan suhu dilakukan setiap tiga hari sekali selama proses reaksi penguraian berlangsung. Produk yang dihasilkan setelah pemeraman

Tabel 1 Pengkomposisian bahan baku

Formula	Limbah ikan (%)	Kascing (%)	<i>Gliocladium</i> sp. (%)
A0	80	20	0
A1	80	20	2
A2	80	20	3
A3	80	20	4
A4	80	20	5
B0	70	30	0
B1	70	30	2
B2	70	30	3
B3	70	30	4
B4	70	30	5
C0	60	40	0
C1	60	40	2
C2	60	40	3
C3	60	40	4
C4	60	40	5

selama 4 minggu, dilakukan uji kualitas produk yang meliputi uji kadar air, N total, C organik, nilai rasio C/N, kandungan P, dan K.

HASIL DAN PEMBAHASAN

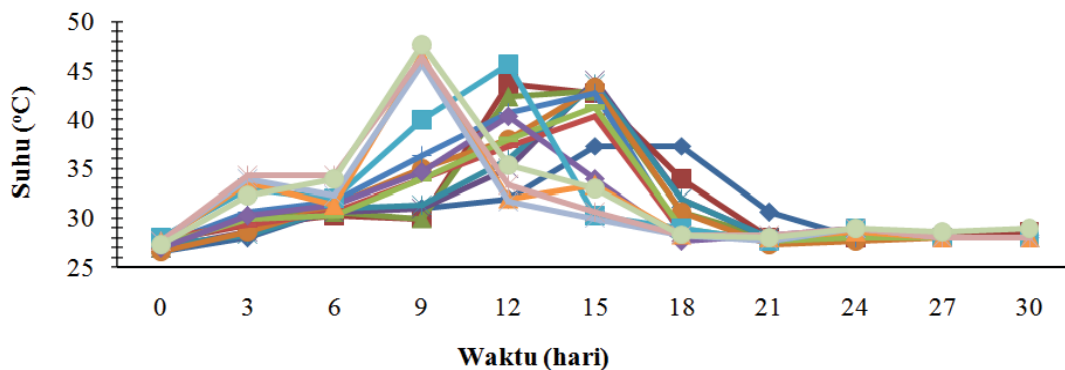
Karakteristik Bahan Baku

Limbah ikan memiliki kadar abu sebesar $5,14 \pm 0,05\%$, protein sebesar $1,35 \pm 0,01\%$, dan lemak sebesar $20,81 \pm 0,00\%$, serta kandungan hara yang cukup tinggi, yaitu N total sebesar $5,83 \pm 0,00\%$, kandungan P sebesar $13,50 \pm 0,00\%$, dan C organik sebesar $1,83 \pm 0,00\%$. Hasil analisis proksimat dan kandungan hara bahan baku disajikan pada Tabel 2.

Limbah ikan berpotensi sebagai bahan baku pupuk organik karena sesuai kriteria bahan baku pupuk yang baik. Sutanto (2002) menyatakan bahwa bahan dasar kompos mengandung abu sebesar 3-5%, protein sebesar 5-40%, dan lemak sebesar 1-15%.

Kondisi Proses (Suhu dan pH) selama Pengomposan

Perubahan suhu selama proses pengomposan ditunjukkan dengan adanya peningkatan suhu pada tahap awal proses dan cenderung menurun pada tahap berikutnya. Perubahan suhu yang terjadi selama proses pengomposan disajikan pada Gambar 1. Peningkatan suhu pada awal proses terjadi karena adanya aktivitas mikroba yang mendekomposisikan bahan sehingga menghasilkan energi berupa panas yang dibebaskan ke lingkungan (Pramaswari *et al.* 2011). Tahap peningkatan suhu jika mencapai lebih dari 45°C disebut fase termofilik (Gazi *et al.* 2007). Fase termofilik merupakan proses degradasi yang didominasi oleh mikroorganisme termofilik, yaitu bakteri dan fungi termofilik (Amir *et al.* 2008). Penurunan suhu pada tahap berikutnya disebabkan oleh adanya penurunan aktivitas mikroba (Laos *et al.* 1998). Tahap penurunan suhu disebut tahap pendinginan. Proses penguapan air dari material yang telah mengalami mineralisasi akan terus berlangsung hingga penyempurnaan pembentukan humus selama proses pendinginan (Kastaman *et al.* 2006).



Gambar 1 Perubahan suhu selama proses pengomposan: (A0), (B0), (C0), (A1), (B1), (C1), (A2), (B2), (C2), (A3), (B3), (C3), (A4), (B5), (C5).

Tabel 2 Hasil analisis proksimat dan kandungan hara bahan baku

Parameter	Limbah ikan	Kascing
Proksimat		
Kadar air (%)	61,83 ± 0,00	52,85 ± 0,01
Kadar abu (%)	5,83 ± 0,00	19,28 ± 0,00
Protein (%)	13,50 ± 0,00	7,85 ± 0,00
Lemak (%)	1,83 ± 0,00	1,42 ± 0,00
Unsur Hara		
Total C Organik (%)	20,81 ± 0,00	23,93 ± 0,01
N Total (%)	5,14 ± 0,05	2,66 ± 0,01
Rasio C/N (%)	4,05	8,99
P (%)	1,35 ± 0,01	0,29 ± 0,01
K (%)	0,10 ± 0,00	0,39 ± 0,00

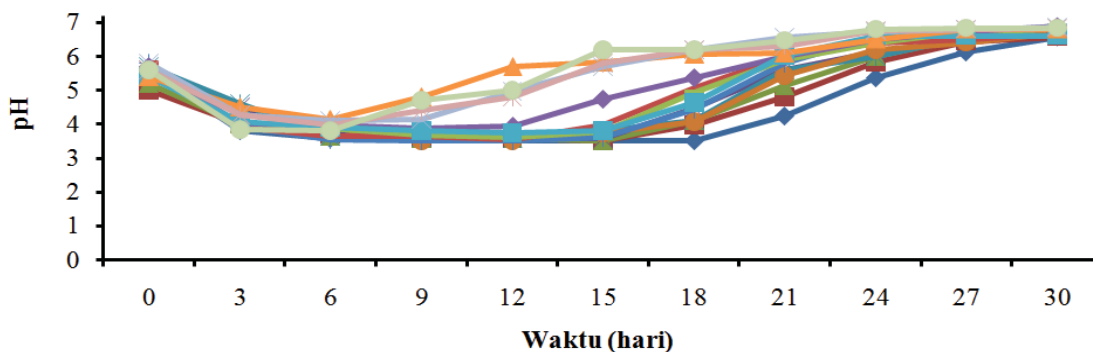
Pada perlakuan C1, C2, C3, C4 terjadi peningkatan suhu yang lebih cepat dan cenderung lebih tinggi dari kombinasi yang lainnya pada hari ke-9 dengan suhu masing-masing 46,33°C, 45,67°C, 46,33°C, 47,67°C. Pada perlakuan ini ada penambahan aktivator *Gliocladium* sp. yang dapat merangsang perkembangan mikroorganisme yang muncul dari bahan baku sehingga mikroorganisme yang melakukan proses dekomposisi lebih banyak. Wasito dan Nuryani (2005) menyatakan bahwa *Gliocladium* sp. merupakan mikroorganisme yang berperan sebagai pengurai bahan organik.

Selama proses terlihat adanya penurunan pH pada tahap awal dan cenderung meningkat pada tahap berikutnya hingga mencapai pH netral. Perubahan pH yang terjadi selama

proses pengomposan disajikan pada Gambar 2. Nilai pH sangat penting dalam pengolahan limbah karena akan mempengaruhi kehidupan organisme (Ibrahim *et al.* 2009). Penurunan pH pada awal proses pengomposan karena adanya penumpukan asam akibat metabolisme mikroba. Proses dekomposisi pada kondisi asam biasanya didominasi oleh jamur (Lengkong dan Kawusulan 2008). Peningkatan nilai pH pada tahap berikutnya dapat disebabkan oleh meningkatnya volume amonia yang dihasilkan dari proses degradasi protein (Liao *et al.* 1997).

Kandungan C Organik

Semua perlakuan memiliki kandungan C organik berkisar 14,98-18,61%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa produk yang dihasilkan sudah memenuhi nilai C organik menurut



Gambar 2 Perubahan pH selama proses pengomposan: (A0), (B0), (C0), (A1), (B1), (C1), (A2), (B2), (C2), (A3), (B3), (C3), (A4), (B5), (C5).

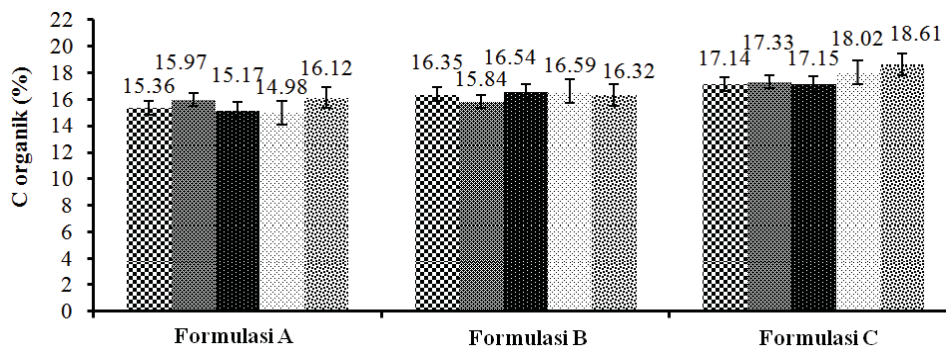
BSN (2004) yaitu 9,80-32,00% sebagai bahan pupuk. Hasil analisis kandungan C organik dari produk yang dihasilkan disajikan pada Gambar 3, terlihat bahwa kandungan total C organik tertinggi terdapat pada produk formulasi C, diikuti oleh formulasi B dan A. Hal ini dapat memperlihatkan bahwa semakin tinggi komposisi limbah ikan yang ditambahkan pada produk, akan menurunkan kandungan total C organik pada produk. Graves *et al.* (2000) menyatakan bahwa karbon digunakan sebagai sumber energi untuk pertumbuhan mikroba. Rendahnya konsentrasi kascing yang ditambahkan dapat mengakibatkan rendahnya kandungan karbon pada produk yang dihasilkan.

Kandungan N Total

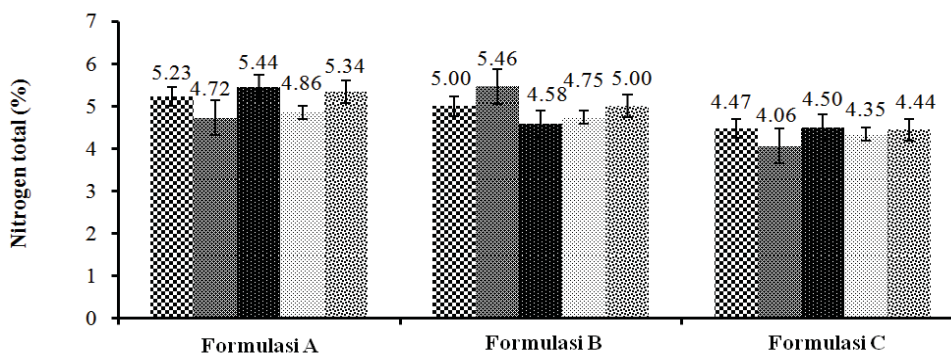
Seluruh perlakuan memiliki kandungan N total berkisar 4,06%-5,46%. Berdasarkan nilai tersebut, produk yang dihasilkan sudah memenuhi kandungan N total menurut

BSN (2004) yaitu lebih dari 0,40%. Hasil analisis kandungan N total dari produk yang dihasilkan disajikan pada Gambar 4.

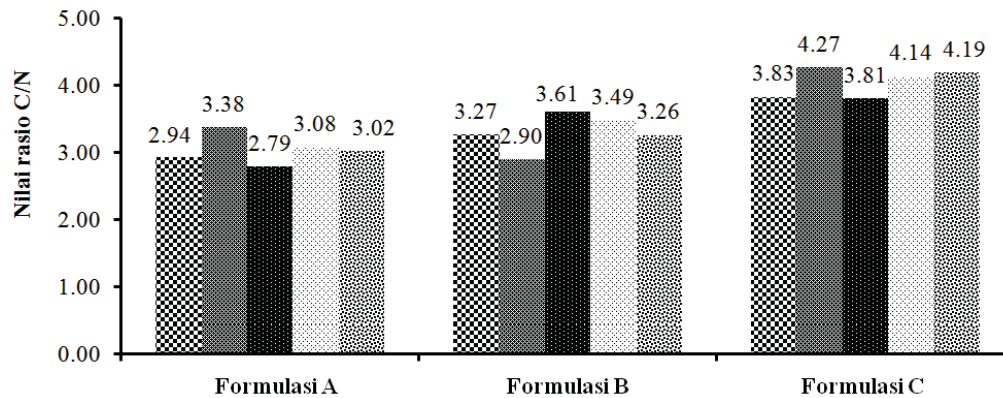
Formulasi C cenderung memiliki nilai N total yang paling rendah dibandingkan dengan formulasi A dan B (Gambar 4). Ikan sebagai sumber nitrogen memberikan kontribusi N total terbesar pada produk, sehingga komposisi ikan dalam produk menentukan kandungan N total. Nitrogen merupakan unsur yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah yang tinggi setelah unsur hidrogen, karbon dan oksigen sebagai bahan penyusun tegakan tumbuhan (Mujiyati dan Supriyadi 2009). Kekurangan nitrogen dalam tanah menyebabkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman terganggu dan hasil tanaman menurun karena pembentukan klorofil yang sangat penting untuk proses fotosintesis terganggu (Usman 2012). Supadma dan Arthagama (2008) menyatakan bahwa semakin tinggi kadar N bahan dasar,



Gambar 3 Kandungan total C organik pada produk yang dihasilkan: (▨) *Gliocladium* sp. 0%; (▩) *Gliocladium* sp. 2%; (■) *Gliocladium* sp. 3%; (▪) *Gliocladium* sp. 4%; (▫) *Gliocladium* sp. 5%.



Gambar 4 Kandungan N total pada produk yang dihasilkan: (▨) *Gliocladium* sp. 0%; (▩) *Gliocladium* sp. 2%; (■) *Gliocladium* sp. 3%; (▪) *Gliocladium* sp. 4%; (▫) *Gliocladium* sp. 5%.



Gambar 5 Hasil rasio C/N pada produk yang dihasilkan: (▨) *Gliocladium* sp. 0%; (▩) *Gliocladium* sp. 2%; (■) *Gliocladium* sp. 3%; (▪) *Gliocladium* sp. 4%; (▫) *Gliocladium* sp. 5%.

maka semakin mudah mengalami tingkat dekomposisi, dan menghasilkan kadar N total kompos yang semakin tinggi.

Nilai Rasio C/N

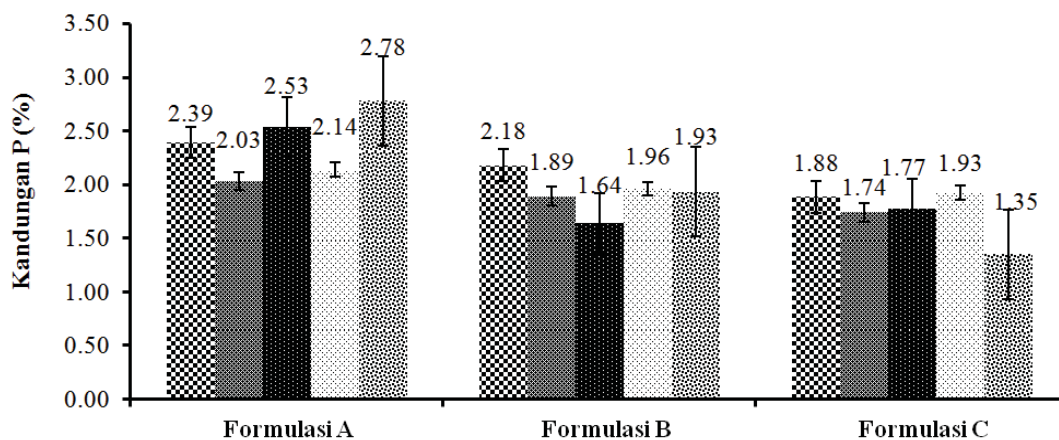
Nilai rasio C/N berkisar 2,79-4,27 pada semua perlakuan. Nilai rasio C/N dari produk yang dihasilkan tersebut seluruhnya belum memenuhi nilai rasio C/N menurut BSN (2004) yaitu 10-20. Nilai rasio C/N dari produk yang dihasilkan disajikan pada Gambar 5. Nilai rasio C/N yang rendah dapat disebabkan oleh proses kehilangan nitrogen yang belum optimal selama proses pengomposan berlangsung. Graves *et al.* (2000) menyatakan bahwa pada pupuk yang memiliki rasio C/N yang rendah atau penggunaan bahan baku yang kaya akan nitrogen akan terjadi proses kehilangan nitrogen menjadi amoniak (NH₃) selama

proses pengomposan. Hal ini terjadi akibat kelebihan nitrogen yang tidak dimanfaatkan oleh mikroba. Sahwan *et al.* (2004) menyatakan bahwa selama proses pengomposan terjadi penurunan nilai rasio C/N yang disebabkan terjadinya penurunan jumlah karbon yang dipakai sebagai sumber energi mikroba yang digunakan untuk menguraikan atau mendekomposisi material organik.

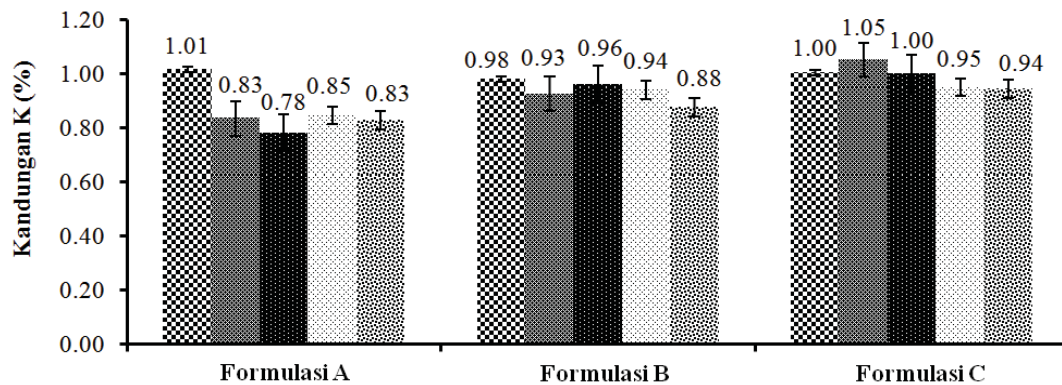
Kandungan P (Fosfor)

Semua perlakuan memiliki kandungan P berkisar 1,35-2,78 %. Semua formulasi produk yang dihasilkan sudah memenuhi kandungan P menurut BSN (2004) yaitu lebih dari 0,10%. Kandungan P dari produk yang dihasilkan disajikan pada Gambar 6.

Perlakuan produk formulasi A cenderung memiliki kandungan P lebih tinggi daripada



Gambar 6 Kandungan P pada produk yang dihasilkan: (▨) *Gliocladium* sp. 0%; (▩) *Gliocladium* sp. 2%; (■) *Gliocladium* sp. 3%; (▪) *Gliocladium* sp. 4%; (▫) *Gliocladium* sp. 5%.



Gambar 7 Kandungan K pada produk yang dihasilkan: (▨) *Gliocladium* sp. 0%; (■) *Gliocladium* sp. 2%; (■) *Gliocladium* sp. 3%; (▨) *Gliocladium* sp. 4%; (▨) *Gliocladium* sp. 5%.

formulasi B dan formulasi C. Hal ini dapat disebabkan oleh produk formulasi A memiliki komposisi limbah ikan sebagai sumber N yang lebih tinggi (80%) dibandingkan dengan formulasi B (70%) dan formulasi C (60%). Hidayati *et al.* (2008) menyatakan bahwa kandungan P pada pupuk dapat berkaitan dengan kandungan nitrogen dalam bahan. Semakin besar nitrogen yang dikandung maka multiplikasi mikroorganisme yang merombak P akan meningkat, sehingga kandungan P dalam bahan juga meningkat, demikian juga kandungan P dalam pupuk seiring dengan kandungan P dalam bahan.

Kandungan K (Kalium)

Semua perlakuan memiliki kandungan K berkisar 2,79-4,27. Kandungan K produk yang dihasilkan belum memenuhi kandungan K menurut BSN (2004) yaitu 1,01-0,78%. Kandungan K dari produk yang dihasilkan disajikan pada Gambar 7. Perlakuan produk formulasi C cenderung memiliki kandungan K lebih tinggi daripada formulasi A dan B. Hal ini dapat disebabkan oleh kandungan kascing sebagai sumber K pada produk formulasi C memiliki komposisi yang tertinggi dibandingkan dengan pupuk formulasi A dan B. Hidayati *et al.* (2008) menyatakan bahwa kalium digunakan oleh mikroorganisme dalam bahan sebagai katalisator, dengan kehadiran bakteri dan aktivitasnya, sangat berpengaruh terhadap peningkatan kandungan kalium.

KESIMPULAN

Limbah ikan dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan pupuk organik (kompos). Produk terbaik berdasarkan kandungan unsur hara yaitu produk dengan formulasi C (60% limbah ikan) yang memiliki kandungan K dan C organik tertinggi serta nilai rasio C/N paling mendekati nilai standar SNI 19-7030-2004.

DAFTAR PUSTAKA

- [AOAC] Association of Official Analytical of Chemist. 2007. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 18th Edition, 2005. Current Through Revision 2, 2007. Gaithersburg, Maryland, USA: AOAC International.
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. 1992. *Cara Uji Makanan dan Minuman*. SNI 01-2891-1992. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. 2004. *Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik*. SNI 19-7030-2004. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Amir S, Merlina G, Pinelli E, Winterton P, Revel JC, Hafidi M. 2008. Microbial community dynamics during composting of sewage sludge and straw studied through phospholipid and neutral lipid analysis. *Journal Hazard Mater* 159(2-3): 593-601.
- Damayanti RU, Kurniaty R, Ocktolina SR. 2008. Pengaruh media kascing terhadap pertumbuhan bibit surian (*Toona sinensis*

- Roem.) umur 5 (lima) bulan. Prosiding Sintesa Hasil Penelitian Hutan Tanaman di Bogor, 19 Desember 2008, hlm. 155-160.
- Gazi AV, Kyriacou A, Kotsou M, Lasaridi KE. 2007. Microbial community dynamics and stability assessment during green waste composting. *Global NEST Journal* 9(1): 35-41.
- Gil SV, Pastor S, March GJ. 2009. Quantitative isolation of biocontrol agents *Trichoderma* spp., *Gliocladium* spp. and actinomycetes from soil with culture media. *Microbiological Research* 164: 196-205.
- Graves RE, Hattermer GM, Stettler D, Krider JN, Dana C. 2000. *National Engineering Handbook*. United States: Department of Agriculture.
- Hartal, Misnawaty, Budi I. 2010. Efektivitas *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. dalam pengendalian layu fusarium pada tanaman krisan. *Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian Indonesia* 12(1): 7-12.
- Hidayati YA, Harlia E, Marlina ET. 2008. Analisis kandungan N, P, dan K pada lumpur hasil ikutan gasbio (*sludge*) yang terbuat dari feses sapi perah. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan* 2008, hlm. 271-275.
- Ibrahim B, Suptijah P, Prantommy. 2009. Pemanfaatan kitosan pada pengolahan limbah cair industri perikanan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* 12(2): 154-166.
- Ibrahim B. 2005. Kaji ulang sistem pengolahan limbah cair industri hasil perikanan secara biologis dengan lumpur aktif. *Buletin Teknologi Hasil Perikanan* 8(1): 31-41.
- Kastaman R, Herwanto T, Iskandar Y. 2006. Rancang bangun dan uji kinerja kompos skala rumah tangga. *Jurnal Agrikultura* 11(17): 1-10.
- Komarawidjaja W, Sukimin S, Arman E. 2005. Status kualitas air Waduk Cirata dan dampaknya terhadap pertumbuhan ikan budidaya. *Jurnal Teknologi Lingkungan* 6(1): 268-273.
- Laos F, Mazzarino MJ, Walter I, Roselli L. 1998. Composting of fish waste with wood by-product and testing compost quality as a soil amendment: experiences in patagonia region of Argentina. *Compost Science & Utilization* 6(1): 59-66.
- Lengkong JE, Kawusulan RI. 2008. Pengelolaan bahan organik untuk memelihara kesuburan tanah. *Soil Environment* 6(2): 91-97.
- Liao PH, Jones L, Lau AK, Walkemeyer S, Egan B, Holbek N. 1997. Composting of fish waste in a full scale in vessel system. *Bioresource Technology* 59: 163-168.
- Marvelia A, Darmanti S, Parman S. 2006. Produksi tanaman jagung manis (*Zea mays* l. Saccharata) yang diperlakukan dengan kompos kascing dengan dosis yang berbeda. *Buletin Anatomi dan Fisiologi* 14(2): 7-18.
- Mashur, Djajakirana G, Sihombing DTH. 2001. Kajian perbaikan teknologi budidaya cacing tanah *Eisenia foetida* Savigny untuk meningkatkan produksi biomassa dan kualitas eksmeat dengan memanfaatkan limbah organik sebagai media. *Media Peternakan* 24(2): 28-38.
- Mujiyati, Supriyadi. 2009. Pengaruh pupuk kandang dan NPK terhadap populasi bakteri *Azotobacter* dan *Azospirillum* dalam tanah pada budidaya cabai (*Capsicum annum*). *Bioteknologi* 6(2): 63-69.
- Pramaswari IAA, Suyasa IWB, Putra AAB. 2011. Kombinasi bahan organik (Rasio C:N) pada pengolahan lumpur (*sludge*) limbah pencelupan. *Jurnal Kimia* 5(1): 64-71.
- Rieuwpassa F, Salampey J. 1997. Pemanfaatan limbah industri perikanan. *Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Universitas Pattimura* 2: 43-47.
- Sahwan FL, Irawati R, Suryanto F. 2004. Efektivitas pengomposan sampah kota dengan menggunakan "komposter" skala rumah tangga. *Jurnal Teknik Lingkungan* 5(2): 134-139.
- Supadma AAN, Arthagama DM. 2008. Uji formulasi kualitas pupuk kompos yang bersumber dari sampah organik dengan

- penambahan limbah ternak ayam, sapi, babi, dan tanaman pahitan. *Jurnal Bumi Lestari* 8(2): 113-121.
- Sutanto R. 2002. *Pertanian Organik*. Yogyakarta: Kanisius.
- Syafei LS. 2005. Penebaran ikan untuk pelestarian sumberdaya perikanan. *Jurnal Ikhtologi Indonesia* 5(2): 69-75.
- Usman. 2012. Teknik penetapan nitrogen total pada contoh tanah secara destilasi titimetri dan kolorimetri menggunakan *autonalyzer*. *Buletin Teknik Pertanian* 17 (1): 41-44.
- Wasito A, Nuryani W. 2005. Dayaguna kompos limbah pertanian berbahan aktif cendawan *Gliocladium* terhadap dua varietas krisan. *Jurnal Hortikultura* 15(2): 97-101.
- Yun SI, Ro HM. 2009. Natural ¹⁵N abundance of plant and soil inorganic-N as evidence for over-fertilization with compost. *Soil Biology and Biochemistry* 41: 1541-1547.
- Zhang J, Zeng G, Chen Y, Yu M, Yu Z, Li H, Yu Y, Huang H. 2011. Effects of physico-chemical parameters on the bacterial and fungal communities during agricultural waste composting. *Bioresource Technology* 102: 2950-2956.