

PEMBUATAN PUPUK ORGANIK BOKASHI DARI TEPUNG IKAN LIMBAH PERIKANAN WADUK CIRATA

Fajar Syukron

Staf Pengajar Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian
Universitas Pasir Pengaraian
fajar.syukron78@gmail.com

ABSTRACT

Dead fish after upwelling in Cirata Reservoir might cause environmental pollution if it is not well managed. A solution that can be used is utilizing the waste into bokashi organic fertilizer. The purpose of this research were to process fish wastes into bokashi organic fertilizer that meet standards of SNI, and to apply on kale growth. Research was divided into three stages. The first stage was production of fish meal from Cirata Reservoir fisheries waste. The second stage was production of bokashi organic fertilizer by mixing fish meal, rice bran and coconut dregs with fish meal concentration of 30%, 40%, 50% and 60%. The third stage was fertilizer application on kale. Bokashi organic fertilizer product had organic C of 13,98%-17,77%, N total of 3,23%-7,80%, C/N ratio of 1,69-5,50, P total of 1,46%-2,90%, and K total of 0,92%-1,46%. In general, bokashi organic fertilizer product did not meet standard of SNI because C/N ratio was below the standard. Bokashi organic fertilizer with 30% fish meal combination resulted the highest kale growth ($p < 0,05$).

Keywords: Bokashi organic fertilizer, Cirata Reservoir, fisheries waste, fish meal

PENDAHULUAN

Perkembangan KJA yang sangat pesat di Waduk Cirata menyumbangkan sisa pakan dan hasil metabolisme ikan yang cenderung meningkatkan unsur hara dalam perairan sehingga mempercepat eutrofikasi (Komarawidjaja 2005). Limbah ikan tersebut masih mengandung nutrien organik yang cukup tinggi. Kandungan nutrien organik yang tinggi ini apabila berada dalam badan air akan menyebabkan eutrofikasi pada perairan umum, yang kemudian akan menyebabkan kematian organisme yang hidup dalam air tersebut, pendangkalan,

penyuburan ganggang dan bau yang tidak nyaman (Ibrahim 2005). Akumulasi sisa pakan dan buangan hasil metabolisme yang tinggi akan menurunkan sumberdaya perikanan saat terjadinya *upwelling* di Waduk Cirata (Syafei 2005).

Ikan yang mati tersebut menjadi limbah yang memiliki nilai ekonomis rendah karena tidak layak untuk dikonsumsi langsung oleh masyarakat. Untuk meningkatkan nilai ekonomis dari limbah tersebut, diperlukan suatu usaha pengolahan limbah menjadi suatu produk yang memiliki nilai tambah bagi masyarakat. Salah satu bentuk

pengolahan limbah perikanan tersebut adalah dibuat pupuk organik dengan bahan baku limbah perikanan.

Pola hidup masyarakat modern saat ini yang mengarah pada pola hidup sehat dan organik menyebabkan bahan makanan yang berasal dari pertanian dan peternakan organik seperti nasi organik, sayuran organik, telur organik dan bahan pangan lainnya menjadi komoditas yang diburu oleh masyarakat. Meningkatnya permintaan hasil pertanian organik, maka kebutuhan terhadap pupuk organik juga meningkat sehingga saat ini banyak dikembangkan teknologi pembuatan pupuk organik yang berasal dari bahan baku yang mudah didapat, memerlukan modal yang sedikit dan mudah untuk diproduksi secara massal (Aguilera *et al.* 2013). Salah satu jenis pupuk organik yang banyak dikembangkan saat ini adalah bokashi. Bokashi adalah pupuk yang dihasilkan dari proses fermentasi atau peragian bahan-bahan organik dengan teknologi EM (*Effective Microorganism*) (Xiaohou *et al.* 2008).

Keunggulan teknologi EM adalah pupuk organik dapat dihasilkan dalam waktu yang relatif singkat dibandingkan dengan cara konvensional. EM merupakan gabungan dari beberapa bakteri dan fungi, misalnya bakteri asam laktat, bakteri fototropik, ragi, jamur fermentasi dan bakteri golongan

Actinomycetes, yang memiliki kemampuan untuk menyuburkan tanaman dan menguraikan bahan organik. Bahan baku pembuatan pupuk bokashi merupakan limbah pertanian seperti jerami, rumput, sekam, tanaman kacang-kacangan, pupuk kandang atau serbuk gergaji, namun bahan yang paling baik digunakan yaitu dedak padi karena kandungan gizi yang baik untuk pertumbuhan mikroorganisme (Mayer *et al.* 2010).

Tujuan penelitian ini adalah untuk menetapkan kualitas terbaik dari pupuk organik yang dihasilkan dengan melihat kandungan unsur hara yang terkandung dalam pupuk, dan menentukan perlakuan pemupukan terbaik dengan melihat pertumbuhan tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptana*).

MATERIAL 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 dedak padi, ampas kelapa, EM-4, molase, akuades, benih tanaman kangkung darat, tanah, *polybag*, urea, KCl, SP36, air, tanah, *polybag*, 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 Absortion 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.

Lingkup Penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan terdiri atas 3 tahap. Tahap pertama yaitu pembuatan tepung ikan, tahap kedua yaitu pembuatan pupuk organik bokashi, dan tahap ketiga yaitu aplikasi pupuk organik bokashi pada tanaman kangkung darat.

Pembuatan tepung ikan mengacu pada Deng *et al.* (2006) diawali dengan pencucian ikan untuk menghilangkan kotoran dan darah yang menempel. Limbah ikan utuh digiling menggunakan *chopper* untuk memperkecil ukuran partikel limbah. Limbah selanjutnya dikeringkan dengan cara dijemur di bawah sinar matahari selama ± 2 hari untuk menurunkan kadar airnya hingga 20% lalu dilakukan proses penepungan. Limbah ikan yang telah kering dihaluskan dengan *grinder* lalu disaring

menggunakan ayakan sehingga didapatkan tepung ikan dengan butiran yang homogen. Tepung ikan yang dihasilkan akan dilakukan analisis proksimat dan hara makro (N-Total (BSN 1992), P_2O_5 , C-Organik, K_2O (AOAC 2007), dan rasio C/N).

Pembuatan pupuk organik bokashi mengacu pada Sutanto (2002) yang diawali dengan persiapan bahan baku yaitu dedak padi, ampas kelapa dan tepung ikan. Bahan baku terlebih dahulu dijemur untuk mengurangi kadar airnya. Formulasi pembuatan pupuk organik bokashi disajikan pada Tabel 1. Bahan baku dengan komposisi yang telah ditentukan, dicampurkan dalam wadah baskom plastik dan diaduk hingga rata. Campuran bahan baku selanjutnya ditambahkan larutan EM yang telah diaktivasi dengan campuran air dan molase dengan perbandingan air : molase : EM sebesar 90 : 5 : 5 sebanyak 10% (b/v) dari bobot total pupuk. Larutan secara perlahan dituangkan ke campuran hingga campuran memiliki kadar air berkisar antara 40-50%. Campuran yang memiliki kadar air 40-50% memiliki ciri jika saat campuran diremas, campuran menjadi menyatu. Kadar air dikontrol pada hari ke-10 untuk mengkondisikan kadar air tetap berkisar antara 40-50%. Campuran ditempatkan di dalam karung plastik

untuk melindungi campuran dari debu dan air, serta dikondisikan dalam suasana aerobik untuk menunjang proses pengomposan. Nilai pH dan suhu diukur setiap hari selama campuran dikomposkan dalam kondisi aerobik. Suhu dari campuran diukur secara rutin dan dipertahankan sekitar 35-45°C. Campuran harus diaduk jika suhunya mencapai 45°C agar suhunya kembali turun. Manfaat bokashi akan berkurang apabila suhu bokashi melebihi 50°C karena energi dalam pembuatan bokashi akan hilang hingga 50% seiring dengan keluarnya panas yang tinggi, serta suhu 50°C dapat membunuh mikroba pengompos yang terdapat pada EM sehingga proses pengomposan tidak berjalan maksimal. Proses pengomposan dilakukan selama 18 hari. Setelah proses pengomposan selesai, pupuk bokashi dijemur di tempat yang tidak terkena sinar matahari hingga agak kering lalu

dilakukan analisis kadar air dan hara makro mencakup rasio C/N, karbon organik, total nitrogen, kandungan fosfor dan kalium yang dapat dipertukarkan.

Pupuk yang dihasilkan kemudian diaplikasikan pada tanaman kangkung darat (*I. reptana*). Tanaman kangkung darat ditanam pada *polybag* berukuran 35 x 35 cm dan diisi dengan tanah sebanyak 3 kg. Bibit kangkung darat yang digunakan adalah sebanyak 0,018 g/*polybag*. Bibit sebanyak 0,018 g akan menghasilkan anakan kangkung darat sebanyak 15-20 batang. Bibit tersebut terlebih dahulu disemai selama 2 minggu. Anakan tanaman kangkung darat selanjutnya dipindahkan ke *polybag* (dihitung sebagai 0 MST (Minggu Setelah Tanam)) setelah 2 minggu, pemupukan dilakukan pada saat penanaman di *polybag* sebelum anakan kangkung ditanam.

Tabel 1 Komposisi bahan baku pembuatan pupuk organik bokashi

Kode perlakuan	Komposisi (%)		
	Dedak padi	Ampas kelapa	Tepung ikan
P ₀	0	0	100
P ₁	50	20	30
P ₂	40	20	40
P ₃	30	20	50
P ₄	20	20	60

Tanaman kangkung darat kemudian dipanen saat berumur 4 MST (Susila 2006). Parameter yang diamati

pada pertumbuhan kangkung darat adalah laju pertumbuhan, tinggi

tanaman, jumlah daun, dan bobot tanaman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Bahan Baku

Tepung ikan yang dihasilkan memiliki kadar air sebesar 7,60%, kadar abu sebesar 22,34%, kadar lemak sebesar 16,69%, kadar protein sebesar 55,52%, C-organik sebesar 9,36%, Total N sebesar 9,63%, nilai rasio C/N sebesar 0,97, total K sebesar 0,30% dan total P sebesar 3,26%. Hasil analisis

proksimat dan kandungan hara bahan baku disajikan pada Tabel 2.

Total nitrogen dan total fosfor tepung ikan yang dihasilkan cukup tinggi yaitu 9,63% dan 3,26% yang menunjukkan bahwa tepung ikan yang dihasilkan cukup potensial sebagai sumber nitrogen dan fosfor untuk pupuk organik bokashi. Kandungan nitrogen yang dianjurkan untuk bahan baku pupuk organik yaitu $\geq 3\%$, sedangkan untuk fosfor yaitu $\geq 0,5\%$ (Sutanto 2002).

Tabel 2 Hasil analisis proksimat dan hara makro bahan baku pupuk bokashi

Parameter	Bahan baku		
	Tepung ikan	Dedak padi	Ampas kelapa
Proksimat			
Air (%)	7,60±0,04	10,51±0,09	70,52±0,36
Abu (%)	22,34±0,28	11,16±0,64	0,24±0,01
Lemak (%)	16,69±0,02	12,39±0,21	3,75±0,19
Protein (%)	55,62±0,06	29,51±0,56	5,85±0,04
Hara makro			
C-organik (%)	9,36±0,20	11,68±0,11	7,85±0,14
Total N (%)	9,63±0,01	5,28±0,10	0,93±0,01
Rasio C/N	0,97	2,21	8,44
Total K (%)	0,30 ±0,00	0,54±0,01	0,63±0,01
Total P (%)	3,26±0,08	0,53±0,00	0,03±0,00

Sumber: Data Olahan

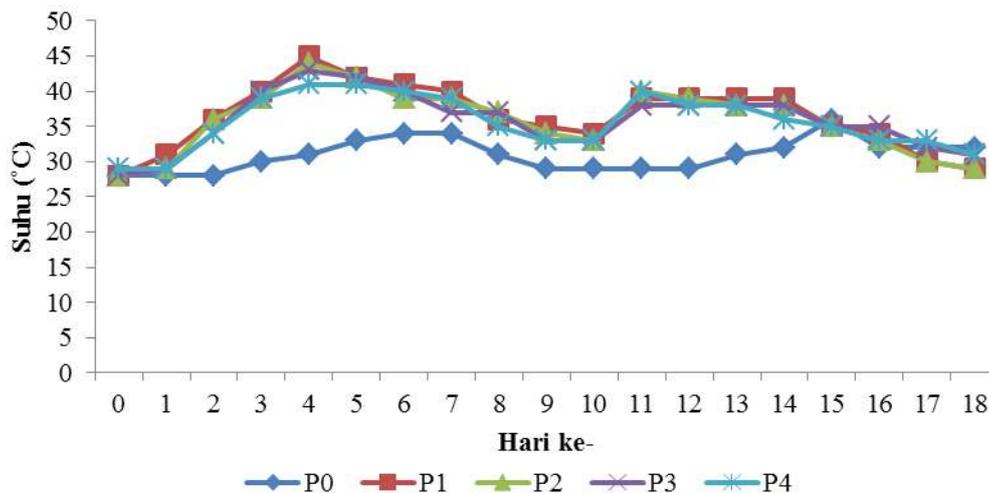
Perubahan Suhu selama Proses Pengomposan

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.

Pola perubahan suhu selama proses pengomposan pada perlakuan P₁, P₂, P₃ dan P₄ memiliki kecenderungan pola yang sama, sedangkan perlakuan P₀ memiliki pola yang berbeda dengan perlakuan lainnya. Semakin besar komposisi tepung ikan yang digunakan pada pembuatan pupuk, maka perubahan suhu yang dihasilkan semakin besar.

Perbedaan pola perubahan suhu pada tiap perlakuan disebabkan oleh perbedaan ketersediaan karbon yang akan mempengaruhi aktivitas mikroba selama proses pengomposan. Goyal *et al.* (2005) menyatakan bahwa senyawa karbon pada proses pengomposan digunakan oleh mikroba pengompos sebagai sumber energi atau bahan bakar untuk merombak senyawa organik kompleks menjadi bentuk yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Mikroba akan melepaskan energi panas selama

proses perombakan yang menyebabkan terjadinya kenaikan suhu. Ketersediaan karbon pada perlakuan P₀ hanya terbatas dari tepung ikan yang memiliki kandungan C-organik yang rendah sehingga aktivitas mikroba pengurai tidak optimal, sedangkan perlakuan P₁, P₂, P₃ dan P₄ yang memiliki ketersediaan karbon lebih banyak karena adanya kontribusi dedak padi sebagai sumber karbon tambahan sehingga memungkinkan mikroba untuk memiliki aktivitas yang lebih optimal.



Gambar 1 Perubahan suhu pupuk bokashi selama proses pengomposan

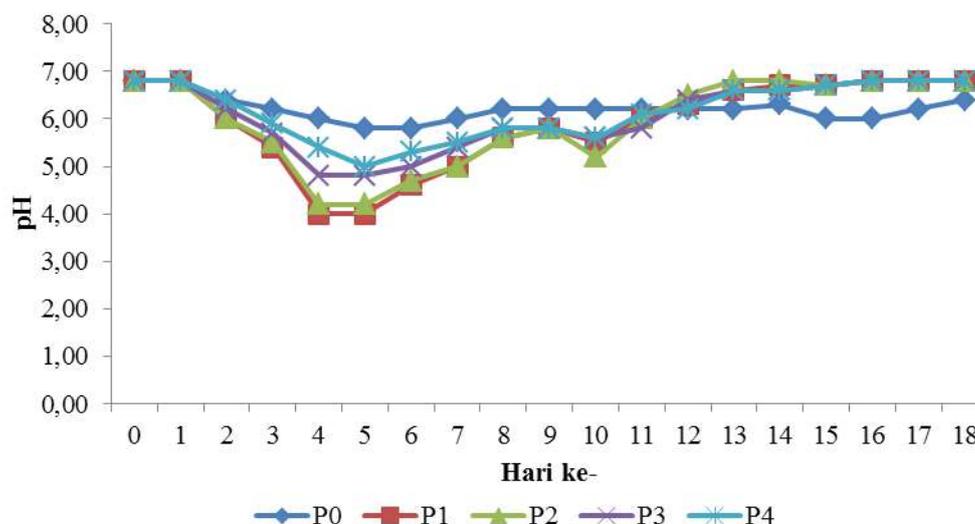
Peningkatan suhu pada awal proses pengomposan terjadi karena adanya aktivitas mikroba dalam mendekomposisikan bahan sehingga menghasilkan energi berupa panas yang dibebaskan ke lingkungan (Pramaswari *et al.* 2011). Penurunan suhu pada tahap berikutnya disebabkan oleh adanya

penurunan aktivitas mikroba (Laos *et al.* 1998). Tahap penurunan suhu disebut tahap pendinginan. Proses penguapan air dari material yang telah dikomposkan akan terus berlangsung hingga penyempurnaan pembentukan humus selama proses pendinginan (Kastaman *et al.* 2006).

Perubahan pH selama Proses Pengomposan

Perubahan pH selama proses pengomposan ditunjukkan dengan adanya penurunan pH pada tahap awal proses dan cenderung meningkat pada tahap berikutnya hingga mencapai pH netral. Perubahan pH yang terjadi selama proses pengomposan disajikan pada Gambar 2.

Perubahan pH selama proses pengomposan memperlihatkan tren yang sama untuk semua perlakuan yaitu



Gambar 2 Perubahan pH selama proses pengomposan

Adanya mikroorganism lain dari bahan yang didekomposisikan, yaitu bakteri perombak protein, maka pH akan kembali naik setelah beberapa hari dan pH akan berada pada kondisi netral pada akhir proses pengomposan. Kenaikan pH juga dipicu oleh perombakan senyawa nitrogen kompleks menjadi

penurunan pH pada awal proses pengomposan hingga titik pH terendah pada hari ke-5 lalu pH meningkat hingga mendekati pH normal pada hari ke-18. Hal ini selaras dengan pernyataan Sutanto (2002) yang menyatakan bahwa pada umumnya, pH selama proses pengomposan akan turun pada awal proses pengomposan karena aktivitas bakteri yang menghasilkan asam.

basa nitrogen oleh mikrob (Wei *et al.* 2000)

Kandungan C Organik

Semua perlakuan memiliki kandungan C organik berkisar 13,17%-17,77%. Nilai tersebut menunjukkan pupuk organik yang dihasilkan sudah memenuhi nilai C organik menurut BSN

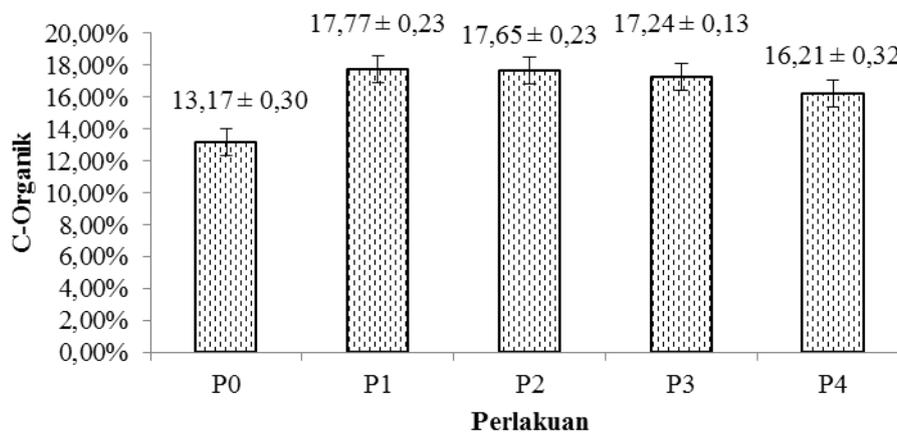
(2004) yaitu 9,80-32,00%. Hasil analisis kandungan C organik dari pupuk organik yang dihasilkan disajikan pada Gambar 3.

Perlakuan pupuk P₁ memiliki nilai total C organik yang tertinggi, sedangkan pupuk P₀ memiliki nilai C organik terendah. Hal ini dapat disebabkan pada pupuk P₁, limbah ikan yang ditambahkan lebih rendah konsentrasinya (60%) dibandingkan pada pupuk lainnya sehingga proporsi bahan baku tambahan lainnya yaitu dedak padi sebagai sumber karbon tambahan lebih tinggi. Graves *et al.* (2000) menyatakan bahwa karbon

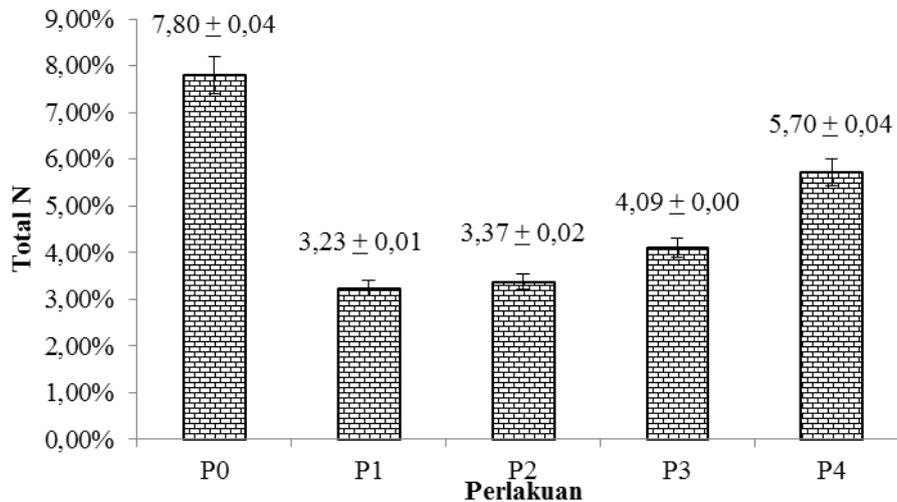
digunakan sebagai sumber energi untuk pertumbuhan mikroba. Ketersediaan karbon organik akan mempengaruhi aktivitas mikroba dalam merombak makromolekul lainnya seperti protein.

Kandungan N Total

Semua perlakuan memiliki kandungan N total berkisar 3,23%-7,80%. Nilai tersebut menunjukkan pupuk organik yang dihasilkan sudah memenuhi kandungan N total menurut BSN (2004) yaitu > 0,40%. Hasil analisis kandungan N total dari pupuk organik yang dihasilkan disajikan pada Gambar 4.



Gambar 3 Kandungan total C organik pada pupuk organik bokashi yang dihasilkan



Gambar 4 Kandungan N total pada pupuk organik bokashi yang dihasilkan

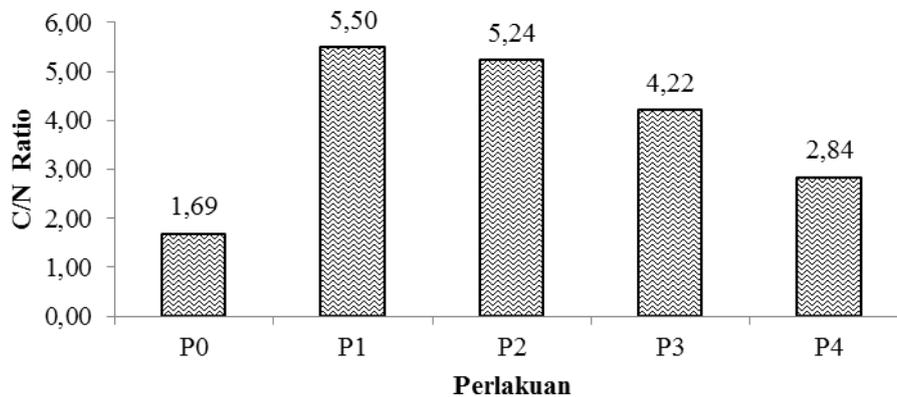
Perlakuan pupuk P₁ memiliki nilai N total terendah, sedangkan perlakuan pupuk P₀ memiliki nilai N total tertinggi. Hal ini dapat disebabkan pupuk P₀ memiliki komposisi tepung ikan sebagai sumber nitrogen paling tinggi (100%) dibandingkan pupuk lainnya, sedangkan pupuk P₁ memiliki komposisi tepung ikan paling kecil (30%). Supadma dan Arthagama (2008) menyatakan bahwa semakin tinggi kadar N bahan dasar, maka semakin mudah mengalami tingkat dekomposisi, dan menghasilkan kadar N total kompos yang semakin tinggi. Kekurangan nitrogen dalam tanah menyebabkan pertumbuhan tanaman terganggu dan hasil tanaman menurun karena pembentukan klorofil yang sangat penting untuk proses fotosintetis terganggu (Usman 2012).

Nilai Rasio C/N

Semua perlakuan memiliki nilai

rasio C/N berkisar 1,69-5,50. Nilai rasio C/N pupuk organik yang dihasilkan belum memenuhi nilai rasio C/N menurut BSN (2004) yaitu 10-20. Nilai rasio C/N dari pupuk organik yang dihasilkan disajikan pada Gambar 5.

Nilai rasio C/N yang rendah dapat disebabkan oleh bahan baku yang kaya nitrogen. Jika nilai rasio C/N terlalu rendah karena bahan baku yang kaya nitrogen, maka karbon akan menjadi nutrisi pembatas atau aktivitas penyerapan hara akan dibatasi oleh kadar karbon dari bahan (Graves *et al.* 2000). Kelebihan nitrogen (N) yang tidak dipakai oleh mikroorganisme tidak dapat diasimilasi dan akan hilang melalui volatilisasi sebagai ammonia atau terdenitrifikasi jika rasio C/N terlalu rendah (kurang dari 30) (Ndegwa dan Thomson 2000).



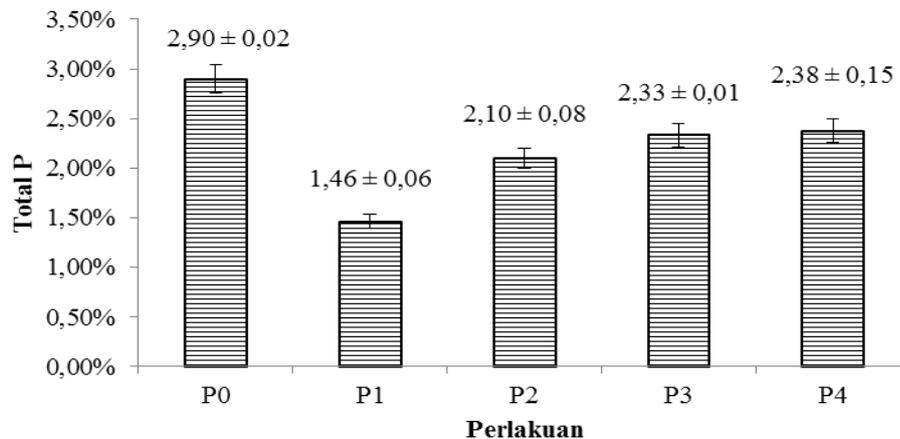
Gambar 5 Nilai rasio C/N pada pupuk organik bokashi yang dihasilkan

Kandungan P (Fosfor)

Semua perlakuan memiliki kandungan P berkisar 1,46%-2,90%. Semua pupuk organik yang dihasilkan sudah memenuhi kandungan P menurut BSN (2004) yaitu $> 0,20\%$. Kandungan P dari pupuk organik yang dihasilkan disajikan pada Gambar 6.

Perlakuan pupuk P₀ memiliki kandungan P tertinggi, sedangkan perlakuan pupuk P₁ memiliki kandungan P terendah. Hal ini dapat disebabkan pupuk P₀ memiliki komposisi tepung

ikan sebagai sumber N yang lebih tinggi (100%) dibandingkan dengan pupuk lainnya. 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.



Gambar 6 Kandungan P pada pupuk organik bokashi yang dihasilkan

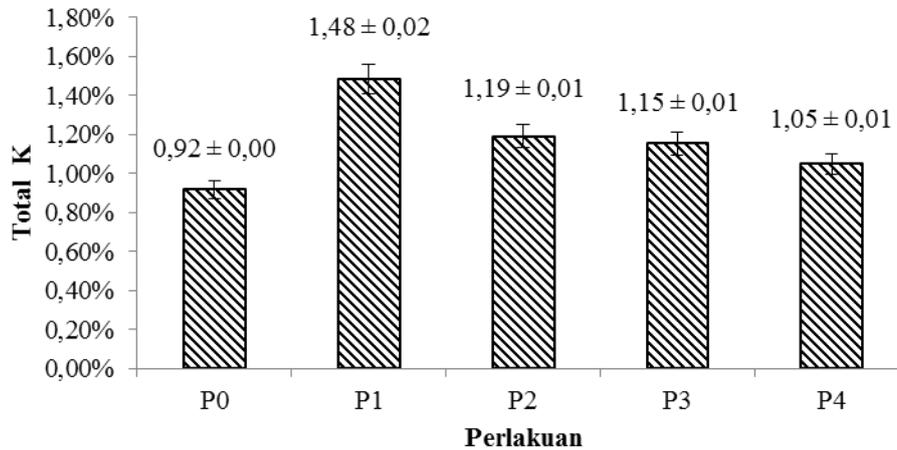
Kandungan K (Kalium)

Semua perlakuan memiliki kandungan K berkisar 0,92%-1,48%. Kandungan K pupuk organik yang dihasilkan belum memenuhi kandungan K menurut BSN (2004) yaitu >0,10%. Kandungan K dari pupuk organik yang dihasilkan disajikan pada Gambar 7.

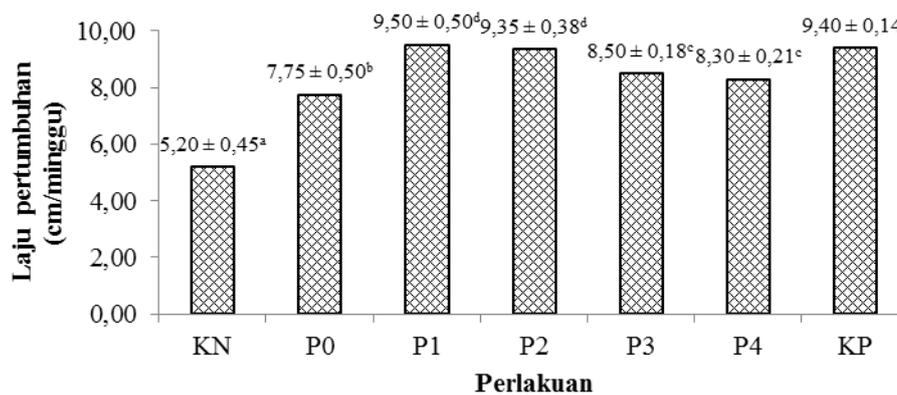
Perlakuan pupuk P₁ memiliki kandungan K tertinggi, sedangkan perlakuan pupuk P₀ memiliki kandungan K terendah. Hal ini dapat disebabkan pupuk P₁ memiliki komposisi tepung ikan yang terendah (30%) dibandingkan dengan perlakuan lainnya sehingga proporsi bahan baku lainnya yaitu dedak padi dan ampas kelapa sebagai sumber K lebih tinggi. 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.

Laju Pertumbuhan Tanaman Kangkung Darat

Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa perlakuan P₁, P₂ dan K_p (kontrol positif) memiliki laju pertumbuhan terbaik dan memiliki pengaruh yang berbeda nyata terhadap perlakuan lainnya (K_N, P₀, P₃, P₄). Perbedaan tersebut disebabkan oleh perbedaan nilai rasio C/N dari setiap pupuk bokashi yang dihasilkan. Nilai rasio C/N menandakan tingkat kematangan pupuk. Jika nilai rasio C/N terlalu rendah karena bahan baku yang kaya nitrogen, maka karbon akan menjadi nutrisi pembatas atau aktivitas penyerapan hara akan terhambat dan dibatasi oleh kadar karbon. Rasio C/N yang terlalu rendah juga dapat menghambat penyerapan unsur hara lainnya sehingga dapat menghambat pertumbuhan tanaman (Crawford 2003). Laju pertumbuhan tanaman kangkung darat disajikan pada Gambar 8



Gambar 7 Kandungan K pada pupuk organik bokashi yang dihasilkan

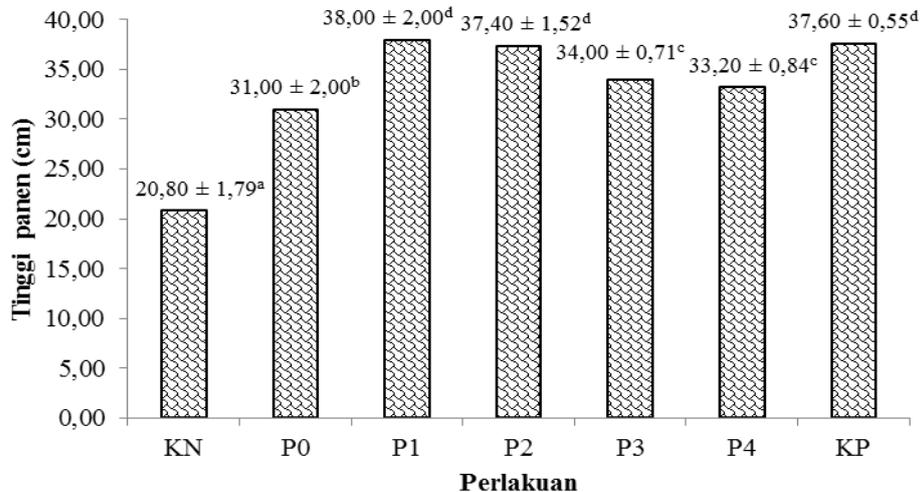


Gambar 8 Laju pertumbuhan tanaman kangkung darat

Tinggi Tanaman Kangkung Darat

Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa perlakuan P₁, P₂ dan K_p (kontrol positif) memiliki tinggi tanaman terbaik dan memiliki pengaruh yang berbeda nyata terhadap perlakuan lainnya (K_N, P₀, P₃, P₄). Sama seperti laju pertumbuhan, perbedaan tersebut disebabkan oleh perbedaan nilai rasio C/N dari setiap pupuk bokashi yang dihasilkan. Nilai rasio C/N menandakan tingkat kematangan pupuk. Jika nilai

rasio C/N terlalu rendah karena bahan baku yang kaya nitrogen, maka karbon akan menjadi nutrisi pembatas atau aktivitas penyerapan hara akan terhambat dan dibatasi oleh kadar karbon. Rasio C/N yang terlalu rendah juga dapat menghambat penyerapan unsur hara lainnya sehingga dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Crawford 2003). Tinggi tanaman kangkung darat disajikan pada Gambar 9.

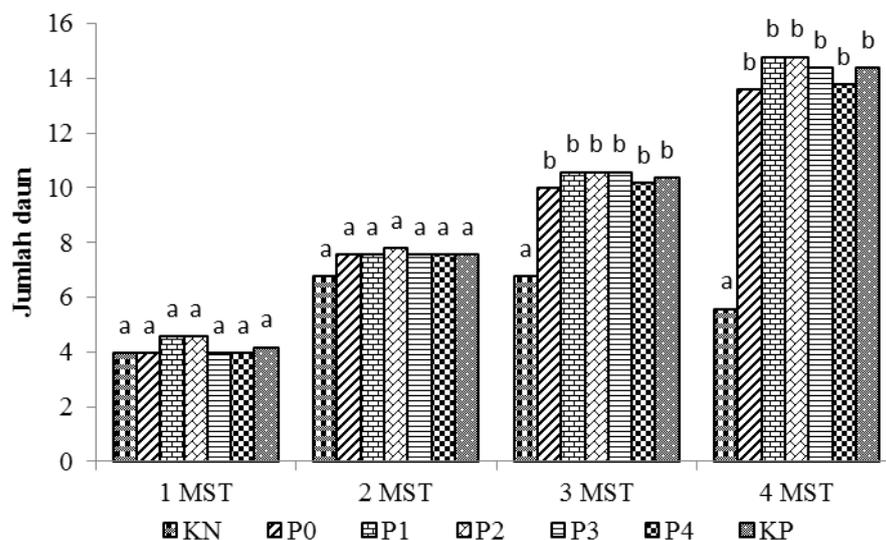


Gambar 9 Tinggi panen tanaman kangkung darat

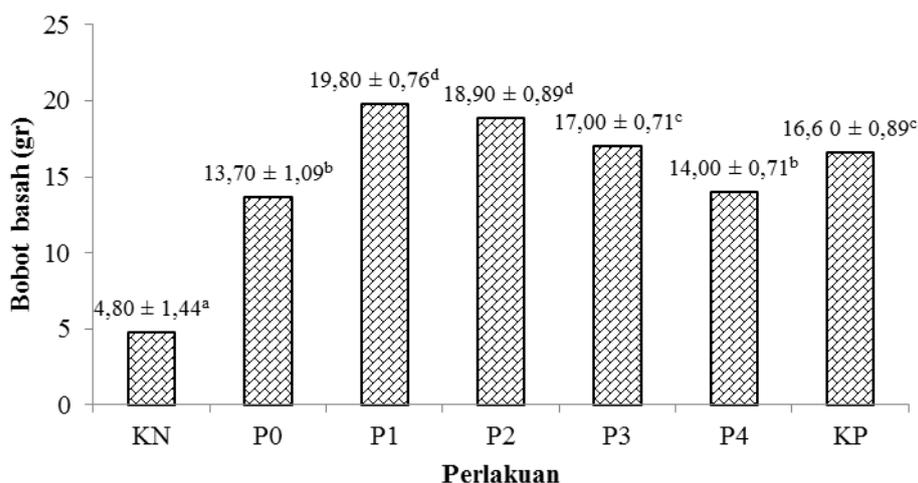
Jumlah Rataan Daun Tanaman Kangkung Darat

Hasil uji Duncan menunjukkan bahwa semua perlakuan pemupukan dengan pupuk organik bokashi dapat meningkatkan jumlah daun tanaman caisin pada 1, 2, 3, dan 4 MST. Jumlah daun terbanyak terdapat pada perlakuan pupuk organik saat panen (4 MST). Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang berbeda nyata antara perlakuan pupuk bokashi (P₀, P₁, P₂, P₃, P₄) dan pupuk kimia (K_P) terhadap tanpa pemupukan (K_N) pada 3 MST dan 4 MST terhadap jumlah daun tanaman kangkung darat. Hal ini disebabkan perlakuan pemupukan mampu memberikan suplai unsur hara yang cukup untuk pertumbuhan daun. Unsur hara pada perlakuan K_N yang hanya berasal dari tanah diduga tidak mampu mencukupi kebutuhan unsur

hara yang dibutuhkan tanaman kangkung darat hingga akhir masa tanam sehingga jumlah daun yang tumbuh menjadi sedikit, bahkan mulai gugur saat memasuki 4 MST karena hanya bergantung pada unsur hara yang terbatas dari tanah yang tidak diberi pupuk. Asupan unsur hara yang cukup akan menopang pertumbuhan tanaman seraca optimal, namun apabila asupan unsur hara tidak mampu memenuhi kebutuhan tanaman, maka pertumbuhan tanaman akan terhambat bahkan mati karena kekurangan makanan (Ruhnayat 2007). Jumlah daun mengindikasikan adanya pertumbuhan suatu tanaman, semakin banyak jumlah daun yang dihasilkan oleh tanaman maka pertumbuhan tanaman tersebut semakin baik (Subowo *et al.* 2010). Jumlah daun tanaman kangkung darat disajikan pada Gambar 10.



Gambar 10 Jumlah daun tanaman kangkung darat



Gambar 11 Bobot tanaman kangkung darat

Bobot Tanaman Kangkung Darat

Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa perlakuan P₁ dan P₂ memiliki bobot tanaman terbaik dan memiliki pengaruh yang berbeda nyata terhadap perlakuan lainnya (K_N, P₀, P₃, P₄, K_P). Sama seperti laju pertumbuhan dan tinggi tanaman, perbedaan tersebut disebabkan oleh perbedaan nilai rasio

C/N dari setiap pupuk bokashi yang dihasilkan. Nilai rasio C/N menandakan tingkat kematangan pupuk. Karbon akan menjadi nutrisi pembatas atau aktivitas penyerapan hara akan terhambat dan dibatasi oleh kadar karbon jika nilai rasio C/N terlalu rendah karena bahan baku yang kaya nitrogen. Rasio C/N yang terlalu rendah

juga dapat menghambat penyerapan unsur hara lainnya sehingga dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Crawford 2003). Santoso *et al.* (2012) menyatakan bahwa pemberian pupuk dengan kandungan NPK yang cukup dapat meningkatkan bobot tanaman dan dapat memberikan serapan P dan K yang maksimum bagi tanaman. Bobot tanaman kangkung darat disajikan Gambar 11.

KESIMPULAN

Limbah ikan dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan pupuk organik bokashi. Pupuk terbaik berdasarkan kandungan unsur hara yaitu pupuk P₁ (30% tepung ikan) yang memiliki kandungan K dan C organik tertinggi serta nilai rasio C/N paling mendekati nilai standar. Pupuk terbaik berdasarkan pertumbuhan tanaman kangkung darat yaitu pupuk P₁ (30% tepung ikan) yang menghasilkan laju pertumbuhan, tinggi tanaman dan bobot tanaman yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [AOAC] Association of Official Analytical Chemists. 2007. *Official Methods of Analysis of AOAC International. 18th Edition, 2005. Current Through Revision 2, 2007.* Gaithersburg, Maryland, USA: AOAC International.
- Aguilera E, Lassaletta L, Sanz-Cobena A, Garnier J, Vallejo A. 2013. The potential of organic fertilizers and water management to reduce N₂O emission in Mediterranean climate cropping systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 164: 32-52.
- Crawford JH. 2003. Composting of agricultural waste. *Biocycle* 42 (10) : 68-77
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. 1992. Cara Uji Makanan dan Minuman. SNI 01-2891-1992.
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. 2004. Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik. SNI19-7030-2004.
- Crawford JH. 2003. Composting of agricultural waste. *Biocycle* 42 (10) : 68-77
- Deng J, Mai K, Ai Q, Zhang W, Wang X, Xu W, Liufu Z. 2006. Effects of replacing fish meal with soy protein concentrate on feed intake and growth of juvenile Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*. *Aquaculture* 258: 503-513.
- Graves RE, Hattemer GM, Stettler D, Krider JN, Dana C. 2000. *National Engineering Handbook*. United States: Department of Agriculture.
- Goyal S, Dhull SK, Kapoor KK. 2005. Chemical and biological change during composting of different organic waste and assessment of compost maturity. *Bioresource Technology* 96 : 1584-1591.
- 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. 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.
- Mayer J, Scheid S, Widmer F, Fließbach A, Oberholzer HR. 2010. How effective are 'Effective microorganisms (EM)'? Results from a field study in temperate climate. *Applied Soil Ecology* 46: 230-239.
- Ndegwa PM, Thomson SA. 2000. Effect of C-to-N ratio on vermin composting of biosolid. *Bioresource Technology* 75: 7-12.
- 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.
- Ruhnayat A. 2007. Penentuan kebutuhan pokok unsur hara n, p, k untuk pertumbuhan tanaman panili. *Buletin Littro* 18 (1): 49-59.
- Santoso B, Budi US, Nurnasari E. 2012. Pengaruh jarak tanam dosis pupuk NPK majemuk terhadap pertumbuhan, produksi bunga dan analisis usaha tani rosella merah. *Jurnal Littri* 18 (1): 17-23.
- Subowo YB, Sugiharto A, Suliasih, Widawato S. 2010. Pengujian pupuk hayati untuk meningkatkan produktivitas tanaman kedelai (*Glicine max*) var. baluran. *Jurnal Cakara Tani* 25 (1): 112-118.
- 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.
- Susila AD. 2006. *Panduan Budidaya Tanaman Sayuran*. Bogor: Departemen Agronomi dan Holtikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Sutanto R. 2002. *Pertanian Organik*. Yogyakarta: Kanisius.
- Syafei LS. 2005. Penebaran ikan untuk pelestarian sumberdaya perikanan. *Jurnal Ikhtiologi 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.
- Wei YS, Fan YB, Wang MJ, Wang JS. 2000. Composting and compost application in China. *Resource, Conservation and Recycling* 30 : 277-300.
- Xiaohou S, Min T, Ping J, Weiling C. 2008. Effect of EM Bokashi application on control of secondary soil salinization. *Water Science and Engineering* 1(4): 99-106.