

Kemampuan Kompos Dalam Menurunkan Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Media Budidaya Ikan

Compos Ability in Reducing Content of Lead Heavy Metal in Fish Farming Culture Media

Eva Prasetyono

Jurusan Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian Perikanan dan Biologi,
Universitas Bangka Belitung
Kampus Terpadu Balunijuk, Kecamatan Merawang, Kabupaten Bangka 33172
E-mail korespondensi : evaintegral@gmail.com

Abstrak

Danau bekas galian tambang timah yang berusia muda (kolong muda) banyak terdapat di Kepulauan Bangka Belitung. Kolong-kolong ini memiliki potensi untuk dimanfaatkan bagi kegiatan akuakultur. Namun permasalahan utama yang dihadapi pada kolong muda yaitu tingginya kandungan logam berat. Hal tersebut menyebabkan kolong berbahaya bila untuk budidaya ikan. Logam berat berbahaya di kolong salahsatunya adalah timah hitam (Pb). Kompos merupakan salahsatu bahan yang dapat digunakan untuk meminimalisasi logam berat dan menaikkan pH air. Penggunaan kompos lebih efesien karena teknologinya mudah dan murah serta bahan baku berlimpah. Kompos dapat digunakan untuk meminimalisasi logam berat karena peran substansi humus dan kemampuan tukar kation yang terdapat pada kompos. Penelitian ini memiliki tujuan jangka panjang yaitu menjadikan kompos sebagai alternatif bahan yang mampu meminimalisasi logam berat Pb sehingga dapat digunakan untuk kegiatan budidaya ikan. Tujuan khususnya yaitu mengetahui kapasitas (dosis kompos) terbaik dalam meminimalisasi logam berat dan menaikkan pH air kolong muda serta pengaruhnya terhadap ikan budidaya sehingga kegiatan akuakultur menjadi lebih baik. Metode penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap yang terdiri atas satu faktor yaitu dosis kompos (0 g/L, 5 g/L, 9 gr/l, 13 g/L) dan tiga ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kompos mampu meminimalisasi kandungan logam berat di air dengan dosis terbaik sebesar 5 g/L. Persentase penurunan yang dihasilkan lebih dari 87%. Hasil pemeliharaan ikan dengan menggunakan air hasil perlakuan kompos menunjukkan bahwa tingkat kelangsungan hidup dan tingkat pertumbuhan sangat tinggi.

Kata Kunci : Kompos, Logam Berat Timbal, Media Budidaya Ikan

Abstract

Bangka Belitung Island has many lakes which were formed from tin mining activities. Most of the lake is still relatively new. Utilization of these lakes for aquaculture activities to this day still continue to be pursued more seriously. The main problem in the use of these new lakes for fish farming was heavy metals content were still high, particularly lead. Lead was a heavy metal one that is very dangerous. Compost is one of the ingredients that can reduce the content of heavy metals in the water due to the ability of ion exchange of its humic substance, while increasing the pH of the water. The advantages of compost was its abundant in the form of raw materials, the price is cheap and simple technology that can reduce costs. The long term goal of this research was to make compost as an alternative material to lower the lead content in the water so it can be used for fish farming. The specific objective of this study was to determine the best dose of compost in reducing the heavy metal content and increasing the pH of the lake water, and the main influence on farmed fish. The experimental design in this study was a completely randomized design with the dose of compost as the factor (0 g / L, 5 g / L, 9 g / L, 13 g / L) with three replications. Results of the studies have shown that compost can reduce heavy metal content of the water more than 87% at a dose of compost 5 g / L as the best dose. Water that has been given the best treatment can improve survival of fish with a very high growth rate.

Keywords: Compost, fish culture media, lead heavy metal.

Pendahuluan

Kebutuhan air sebagai media budidaya ikan pada kegiatan akuakultur semakin meningkat. Hal ini dikarenakan perkembangan akuakultur terus mengarah ke proses industrialisasi. Beberapa sumber air tawar yang berasal dari waduk, sungai dan danau banyak dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan tersebut, tetapi tidak semua sumber air dapat digunakan. Sumber-sumber air yang kualitas airnya tidak memenuhi parameter fisika, kimia dan biologi tidak dapat digunakan untuk budidaya karena akan menghambat pertumbuhan ataupun mematikan organisme budidaya (Kordi dan Tancung, 2007).

Provinsi Kepulauan Bangka Belitung merupakan salahsatu daerah yang banyak terdapat sumber air tawar namun sebagian besar diantaranya memiliki kualitas air rendah. Sumber air yang berkualitas rendah tersebut berasal dari lubang bekas galian tambang timah (kolong) berusia muda. Kolong dengan usia muda memiliki kandungan logam berat yang tinggi dan pH air yang rendah berkisar 2,9 – 4,5 (Henny dan Susanti, 2009). Kondisi seperti ini menyebabkan kolong muda tidak dapat dimanfaatkan untuk kegiatan budidaya ikan (akuakultur). Padahal secara kuantitas, kolong muda sangat banyak dan sumber airnya berpotensi dimanfaatkan untuk kegiatan pembenihan dan pendederan ikan di *hatchery*. Bahkan saat ini banyak kolong-kolong tua berubah menjadi kolong muda karena pada kolong yang sudah tua dilakukan proses penambangan kembali oleh perusahaan tambang dan masyarakat.

Henny dan Susanti (2009) melakukan penelitian dan menemukan bahwa terdapat beberapa jenis logam berat pada kolong bekas galian tambang timah. Beberapa logam berat yang ditemukan adalah mineral non esensial yang sama sekali tidak dibutuhkan oleh organisme dan bersifat toksik. Logam berat toksik yang ditemukan di air kolong salahsatunya adalah

timbal/timah hitam (Pb). Pada kolong dengan usia muda, kandungan logam berat di kolom airnya cukup tinggi sedangkan pada kolong tua kandungan logam berat di kolom airnya rendah namun pada sedimen masih cukup tinggi.

Air yang tercemar logam berat pada konsentrasi tertentu (*lethal concentration*) tidak dapat digunakan untuk kegiatan budidaya ikan. Pada konsentrasi yang masih dapat ditoleransi oleh ikan, air yang mengandung logam berat memiliki potensi berbahaya, karena logam berat dapat terakumulasi dalam tubuh ikan sehingga berbahaya jika dikonsumsi manusia. Pada air yang memiliki kandungan pH yang sangat rendah (dibawah 5), air tidak dapat digunakan untuk proses budidaya karena ikan akan terhambat pertumbuhannya dan mengalami kematian (Lekang, 2007).

Secara umum logam berat dapat mematikan ikan dan terakumulasi dalam tubuh ikan melalui proses osmoregulasi, penyerapan melalui permukaan kulit dan biomagnifikasi. Ikan yang terakumulasi logam berat apabila dikonsumsi manusia maka akan menghambat proses enzimatik (Widowati *et al.*, 2008), merusak sistem saraf pusat, ginjal, liver, dan sistem reproduksi (Fu dan Wang, 2011). Pada air yang memiliki kandungan pH rendah, ikan akan mengalami kerusakan pada insang, kulit dan mata (Lekang, 2007).

Minimalisasi logam berat dapat dilakukan dengan cara: filtrasi membran, elektrodialisis, chemical precipitation, pertukaran ion, dan adsorpsi (Ahalya *et al.*, 2003; Kucasoy dan Guvener, 2009), coagulation, fluctuation, flotation, perlakuan elektrokimia, chelating ion (Fu dan Wang, 2011). Kompos merupakan salahsatu bahan yang dapat digunakan untuk meminimalisasi logam berat. Kompos disebut juga sebagai bahan organik matang yang telah mengalami proses perombakan oleh bakteri dan mikroorganisme sehingga mengandung humus. Kucasoy dan Guvener (2009) menemukan bahwa kompos dapat digunakan untuk meminimalisasi logam berat konsentrasi tinggi dikarenakan

kandungan humus yang terdapat pada kompos tersebut. Pola penghilangan logam berat oleh humus yaitu dengan mengadsorpsi ion logam dan juga membentuk senyawa kompleks serta chelate sehingga logam tersebut sulit untuk bebas. Hermana dan Nurhayati (2010) menyatakan bahwa kompos yang mengandung substansi humus (asam fulvat, asam humat dan humin) mampu mengadsorpsi kompleks logam berat melalui pertukaran kation, pembentukan *chelate* dan ikatan elektrostatik. Selain itu, kompos dengan kandungan mineral di dalamnya dapat bertukar posisi dengan ion logam di air bila terjadi kontak. Selain dapat meminimalisasi logam berat, kompos juga dapat digunakan untuk menaikkan pH air (Prasetyono, 2013). Air dengan pH yang rendah dapat dinaikkan dikarenakan banyaknya kandungan gugus fungsi negatif yang terdapat pada kompos sehingga ion H^+ sebagai penyebab keasaman dapat diikat oleh kompos. Kompos dapat dipertimbangkan karena efektifitas yang cukup tinggi, murah biaya, ketersediaan bahan yang berlimpah, kemudahan teknologi dan penerapan, serta tidak membahayakan organisme budidaya.

Penggunaan kompos untuk meminimalisasi logam berat dan menaikkan pH dalam kegiatan akuakultur memiliki banyak keunggulan. Semua tumbuhan dan bahan organik pada dasarnya dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk pembuatan kompos. Namun yang harus dijadikan pertimbangan utama dalam memanfaatkan tumbuhan tersebut adalah ketersediaan dan keberlimpahan bahan serta tidak adanya kompetisi penggunaan bahan baku tersebut untuk kebutuhan lain yang lebih penting. Selain itu pertimbangan C/N rasio bahan baku juga harus diperhatikan karena hal ini terkait dengan kualitas kompos yang dihasilkan.

Penggunaan kompos untuk meminimalisasi logam berat pada air kolong muda dalam kegiatan akuakultur dapat dilakukan dengan cara sistem pengolahan terpisah. Sistem pengolahan terpisah yaitu air diambil dari kolong dan ditempatkan

pada wadah perlakuan yang terpisah dari kolong, kemudian dilakukan proses treatment menggunakan kompos pada wadah perlakuan tersebut. Air yang telah diberikan perlakuan kompos dapat dialirkan dan digunakan ke wadah/kolam budidaya ikan. Pengujian efektivitas dosis kompos yang optimal dalam meminimalisasi logam berat dan menaikkan pH perlu diuji. Selain itu, perlu juga dilihat sejauh mana air yang telah diberikan perlakuan kompos mempengaruhi pertumbuhan dan kelangsungan hidup pada ikan-ikan budidaya. Ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) merupakan salahsatu jenis ikan air tawar yang dapat diuji pada media air hasil perlakuan kompos. Ikan lele dumbo digunakan karena ikan ini merupakan ikan air tawar yang sangat populer dibudidayakan di kalangan masyarakat terutama masyarakat Bangka Belitung.

Bahan dan Metode

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain : wadah treatment logam berat (kolam terpal), wadah budidaya ikan (kolam terpal), filter air, blower aerator, *microwave*, AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*), Spektrofotometer UVVis, pH meter, DO meter dan peralatan titrasi, botol sampel, gelas kimia, gelas ukur, pipet volumetrik, labu ukur, tabung erlenmeyer, timbangan digital, *magnetic stirrer*, *microwave*, termometer. Bahan-bahan yang digunakan yaitu air tawar, kompos, ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) berumur 2 minggu (panjang : ± 2 cm, berat : $\pm 0,053$ gr), pakan ikan(*frozen blood worm* dan pelet komersil), akuades, larutan pereaksi dan larutan standar untuk pengukuran kualitas air.

Prosedur Penelitian

Penelitian dibagi menjadi empat tahapan. Tahap pertama yaitu tahap pra perlakuan yang terdiri atas kegiatan pembuatan

kompos dan analisis kandungan logam berat dan pH di air kolong muda. Kompos dibuat dengan menggunakan bahan baku berupa daun api-api (*Avicennia sp.*) selama 60 hari. Tahap kedua yaitu tahap perlakuan (*treatment*) air kolong yang mengandung logam berat timbal (Pb) pada wadah perlakuan dengan menggunakan kompos. Pada tahap ini kompos dimasukkan kedalam wadah akuarium berisi air kolong yang mengandung logam berat Pb. Tahapan ini berlangsung selama 24 jam. Selama proses perlakuan dilakukan aerasi pada wadah perlakuan. Selanjutnya tahap ke tiga yaitu tahap pasca perlakuan berupa filtrasi kompos secara mekanik dari wadah perlakuan (*treatment*) air kolong. Tahap terakhir yaitu tahap pemeliharaan ikan (budidaya ikan). Ikan yang dipelihara yaitu benih ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) yang berumur 2 minggu. Pemeliharaan ikan dilakukan selama 30 hari.

Parameter Pengamatan

1. Tekstur, warna, pH dan C/N rasio kompos

Analisa kematangan kompos dilakukan secara fisik dan kimiawi. Secara fisik kematangan kompos ditandai dengan perubahan tekstur dan warna yang seperti tanah dan berbau tanah. Selain itu secara kimiawi, pH kompos, kandungan C/N rasio kompos.

2. Kadar asam humat dan asam fulvat kompos

Uji kadar asam humat dan asam fulvat bertujuan untuk mengetahui kadar atau jumlah asam humat dan asam fulvat pada masing-masing kompos. Perbedaan kondisi bahan baku (raw material) pada masing-masing kompos akan menyebabkan kandungan asam humat dan asam fulvat juga berbeda. Menurut Eviati dan Sulaiman (2006), prinsip dalam penentuan kadar asam humat, asam fulvat dan humin yaitu kompos diekstrak dengan campuran larutan basa kuat dan natrium pirofosfat. Asam humat dan asam fulvat larut dalam ekstrak

sedangkan humin tidak larut. Larutan asam humat dipisahkan dari asam fulvat dengan pengendapan pada pH 2.

3. Kandungan logam berat pada air dan daging ikan

Analisa logam berat dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom (*Atomic Absorption Spectrophotometer*). AAS merupakan prosedur *spectro-analytical* untuk penentuan kualitatif dan kuantitatif dari unsur-unsur kimia menggunakan penyerapan radiasi optik (cahaya) oleh atom bebas dalam bentuk gas. Uji kandungan logam berat pada air dilakukan secara langsung dengan mengukur sampel air menggunakan AAS. Uji kandungan logam berat pada daging ikan dilakukan dengan terlebih dahulu melakukan preparasi sampel daging ikan dengan cara destruksi basah menggunakan microwave.

4. Kualitas Fisika dan Kimia Air

Analisa kualitas fisika dan kimia air meliputi pH, DO (Dissolved Oxygen), suhu, TOM (Total Organic Matter), diukur pada pagi hari (pukul 08.00 – 09.00 WIB). Pengukuran dilakukan saat awal dan akhir pelakuan kompos serta pada saat awal dan akhir pemeliharaan ikan. Alat ukur yang digunakan untuk mengukur parameter fisika dan kimia air yaitu pHmeter untuk mengukur pH, DO meter untuk mengukur DO, termometer, peralatan titrasi dan spektrofotometer UVVis.

5. Kelangsungan Hidup Ikan

Kelangsungan hidup dihitung dengan mengamati jumlah ikan lele dumbo yang dipelihara pada awal pengamatan dan jumlah ikan lele dumbo yang dipelihara pada akhir pengamatan. Penghitungan kelangsungan hidup pada ikan menggunakan rumus Effendie (1979) :

$$SR = \frac{N_t}{N_o} \times 100\%$$

Keterangan :SR= Survival Rate (%)
Nt = Jumlah ikan pada akhir pengamatan (ekor)
N0= Jumlah ikan pada awal pengamatan (ekor)

6. Laju pertumbuhan

Laju pertumbuhan menggunakan data yang diperoleh dengan mengambil ikan lele dumbo pada awal dan akhir percobaan dan ditimbang bobotnya. Laju pertumbuhan dihitung dengan menggunakan rumus Zooneveld *et al.* (1991) :

$$\alpha = \left(\sqrt[t]{\frac{W_t}{W_0}} - 1 \right) \times 100\%$$

Keterangan :

$\overline{W_t}$ = Bobot rata-rata ikan pada hari ke-t (gr)
 $\overline{W_0}$ = Bobot rata-rata ikan pada hari ke-0 (gr)
t = Waktu (hari)
 α = Laju pertumbuhan spesifik (% berat badan/hari)

Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap. Rancangan ini mengacu pada Matjik dan Sumertajaya (2002). Faktor perlakuan pada penelitian ini yaitu : dosis kompos. Setelah 24 jam diambil sampel air dan kompos selanjutnya diukur kandungan logam berat (air dan kompos) serta nilai pH di air. Masing-masing perlakuan memiliki tiga ulangan. Penentuan besarnya dosis kompos pada masing-masing perlakuan mengacu pada hasil penelitian Prasetyono (2013). Formulasi rancangan percobaan yaitu:

Perlakuan 1 : Tanpa Kompos (kontrol)

Perlakuan 2 : Dosis kompos 5 g/L ;

Perlakuan 3 : Dosis kompos 9 g/L ;

Perlakuan 4 : Dosis kompos 13 g/L

Bila terdapat perbedaan antar perlakuan maka dilanjutkan dengan uji Duncan. Semua analisis data dilakukan secara kuantitatif dengan menggunakan program SPSS 18.

Hasil dan Pembahasan

Hasil Pengomposan

Pengomposan terhadap bahan baku (*raw material*) daun api-api (*Avicennia* sp.) selama 20 hari menghasilkan kondisi C/N rasio, asam humat, dan asam fulvat (tabel 1).

Tabel 1. Komposisi Bahan Setelah Dikomposkan
Table 1. Material composition after composted

| Komposisi | Nilai |
|-----------------|-------|
| C (%) | 34,19 |
| N (%) | 2,08 |
| C/N rasio | 18,13 |
| Asam humat (%) | 1,55 |
| Asam fulvat (%) | 2,82 |

Tabel 1 menunjukkan bahwa C/N rasio setelah dilakukan proses pengomposan selama 60 hari ternyata mampu menurunkan C/N rasio sehingga berada pada nilai dibawah 20. C/N rasio kompos menjadi lebih rendah dari C/N rasio sebelum dikomposkan karena hasil aktivitas bakteri perombak (heterotrof). Bakteri heterotroph merupakan bakteri yang memanfaatkan kandungan karbon pada bahan baku sebagai sumber energi dan nitrogen untuk sintesis protein. C/N rasio kompos merupakan hasil akhir perombakan karbon dan nitrogen bahan baku oleh bakteri.

Substansi yang terkandung pada kompos diantaranya yaitu asam humat dan asam fulvat. Berdasarkan Tabel 1, Nilai asam humat pada kompos cukup rendah. Kandungan asam humat dan asam fulvat memiliki kemampuan mengadsorpsi logam berat oleh kompos karena gugus fungsi pada kedua substansi tersebut. Hermana dan Nurhayati (2010) menyatakan bahwa substansi humus berupa asam humat dan asam fulvat memiliki kapasitas untuk membentuk kompleks dengan logam melalui pembentukan senyawa kompleks dan *chelate*. Selain asam humat dan asam fulvat kandungan substansi humus lainnya yaitu humin. Humin merupakan substansi yang ikut berperan dalam pengikatan logam

berat karena pada humin juga terkandung gugus fungsi pengikat logam berat.

Minimalisasi Logam Berat Timbal (Pb) Oleh Kompos

Konsentrasi awal logam berat di air pada awal perlakuan yang terukur dengan menggunakan *Atomic Absorben Spectrofotometer* (AAS) yaitu sebesar 6,89 mg/l. Konsentrasi awal Pb pada semua percobaan sama. Hasil percobaan terlihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2. Data Rata-Rata Konsentrasi Logam Berat Timbal (Pb) Yang Tersisa di Air Oleh Proses Minimalisasi Kompos Pada Berbagai Dosis.

Table 2. Average concentration of heavy metals lead (Pb) remaining in water by minimization process compost by various doses

| Dosis Kompos (g/L) | Konsentrasi Rata-rata Logam Berat Pb Yang Tersisa (mg/l) | Presentase Logam Berat Terserap Kompos |
|--------------------|--|--|
| 0 ^a | 6,89±0,1089 | - |
| 5 ^b | 0,89±0,1874 | 87,08% |
| 9 ^b | 0,89±0,0428 | 87,08% |
| 13 ^b | 0,86±0,2050 | 87,52% |

Keterangan : Huruf *superscript* yang sama di belakang jumlah dosis menunjukkan tidak berbeda nyata

Minimalisasi logam berat Pb pada percobaan dengan menggunakan kompos berdasarkan Tabel 2 didapatkan bahwa logam berat Pb mampu diminimalisasi oleh kompos. Uji statistik menunjukkan bahwa terdapat perbedaan antara dosis kompos dengan kontrol namun tidak terdapat perbedaan nyata penggunaan dosis kompos 5 g/L, 9 g/L dan 13 g/L. Tidak terjadinya perbedaan ini karena kapasitas optimal penyerapan (*adsorpsi*) logam berat Pb sudah terjadi pada dosis 5 g/L. Logam berat Pb sudah maksimal dalam diserap atau diikat oleh kompos pada dosis 5 g/L sehingga penambahan dosis tidak terlalu berpengaruh. Oleh karena itu dapat

disimpulkan bahwa dosis kompos 5 g/L merupakan dosis kompos yang terbaik dalam meminimalisasi logam berat Pb. Berdasarkan data penelitian yang didapat bahwa kemampuan kompos daun api-api dalam menyerap logam berat sangat tinggi yaitu rata-rata sebesar 87% lebih.

Kompos dapat digunakan untuk meminimalisasi logam berat timbal (Pb) dikarenakan memiliki kandungan humus yang mampu mengadsorpsi dan mengikat logam berat dengan cara pertukaran kation, pembentukan ikatan elektrostatik, pembentukan ikatan kompleks dan *chelate* (Kocasoy dan Guvener, 2009; Guo *et al.*, 2008; Wu *et al.*, 2008; ; Hermana dan Nurhayati, 2006). Selain itu kandungan mineral positif pada padatan kompos juga dapat bertukar dengan kation logam Pb (Hermana dan Nurhayati, 2006). Menurut Tipping (1991) Kandungan humus terdiri atas substansi non humus dan substansi humus. Substansi humus memiliki karakteristik penting yaitu mampu membentuk kompleks yang larut dan tidak larut dengan ion logam. Selain itu, Substansi humus juga mempunyai kontribusi dalam pertukaran anion dan kation, kompleks atau *chelate* dan berperan sebagai pH buffer. Oleh karena itu, pada proses adsorpsi logam berat dengan bahan kompos, substansi humus yang paling berperan pada proses adsorpsinya.

Substansi humus terdiri atas tiga fraksi utama yaitu : asam fulvat, asam humat dan humin (Tipping, 2004). Perbedaan utama antar tiga fraksi ini yaitu kelarutannya dalam beberapa kondisi pH. Substansi-substansi humus ini mengandung gugus fungsi diantaranya yaitu : -COOH, -OH, -COH dan C=O (Stevenson, 1994). Selama proses pengomposan gugus fungsi ini akan mengalami proses deprotonisasi sehingga ion H⁺ akan lepas dari persenyawaannya dan gugus fungsi bermuatan negatif. Muatan negatif pada gugus fungsi ini akan berperan dalam mengikat logam berat di air serta mengikat ion H⁺ yang akan menjadikan logam berat

di air menjadi semakin rendah dan pH air semakin meningkat.

Selain gugus fungsi pada kompos, berkurangnya logam berat di air juga disebabkan kandungan mineral positif pada kompos yang dapat mengalami pertukaran dengan ion logam berat Pb(bermuatan positif). Kandungan mineral positif (kation) pada kompos jumlahnya lebih sedikit dibandingkan dengan substansi humus (Chien *et al.*, 2003). Pertukaran kation ini dapat terjadi karena Kation Pb^{2+} yang merupakan ion divalen akan mudah tertukar dengan ion monovalen positif yang terkandung dalam kompos. Kompleks persenyawaan yang terbentuk kompleks pertukaran kation ini merupakan kompleks persenyawaan outsphere yang sifat ikatannya lemah (Evangelou, 1998).

Adsorpsi logam berat oleh kompos diawali dengan adsorpsi secara fisik. partikel-partikel logam yang mendekat ke permukaan kompos melalui gaya Van der Waals atau melalui ikatan hidrogen, kemudian diikuti oleh adsorpsi kimia yang terjadi setelah adsorpsi fisika. Pada adsorpsi kimia partikel melekat ke permukaan dengan membentuk ikatan kimia (biasanya ikatan kovalen), dan cenderung mencari tempat yang memaksimumkan bilangan koordinasi dengan substrat (Atkins, 1999).

Kualitas Air Selama Perlakuan Kompos

Kualitas air selama proses adsorpsi logam berat oleh kompos pada saat awal dan akhir menunjukan hasil yang berbeda. Hal ini tergantung dari banyak sedikitnya kompos yang digunakan sebagai bahan adsorpsi logam berat. Pada saat awal sebelum diberikan perlakuan dengan kompos, kualitas air pada semua perlakuan jenis kompos dan dosis kompos adalah sama. Nilai pH pada air saat awal ini rendah yang diakibatkan penggunaan larutan Pb standar yang bersifat asam kedalam air. Tabel 3 menunjukkan kualitas air sebelum diberikan perlakuan kompos. Setelah diberikan perlakuan dosis kompos selama 24 jam, kualitas air pada masing-masing

jenis kompos dan dosis menunjukkan nilai yang saling berbeda (Tabel 4).

Tabel 3. Kualitas Air Pada Saat Awal Sebelum Diberikan Perlakuan Kompos

Table 3. Water quality before compost treatement

| pH | DO (mg/l) | TOM (mg/l) | Ammonia (mg/l) |
|----|--------------|---------------|-------------------|
| 3 | 3,5 | 0,5 | 0 |

Tabel 4. Kualitas Air Pada Saat Akhir (24 jam) Setelah Perlakuan Kompos

Table 4. Water quality after compost treatment

| Asam Humat (g/L) | Asam Fulvat (g/L) | Pb tersisa di air | pH | DO (mg/l) | TOM (mg/l) | Ammonia (mg/l) |
|------------------------|-------------------------|-------------------------|-----|--------------|---------------|-------------------|
| 0 | 0 | 6,89 | 3 | 3,9 | 0,50 | 0 |
| 0,0775 | 0,141 | 0,89 | 6,0 | 4,1 | 4,09 | 0,25 |
| 0,1395 | 0,2538 | 0,89 | 6,8 | 4,0 | 7,45 | 1,5 |
| 0,2015 | 0,3666 | 0,86 | 7,1 | 4,0 | 7,67 | 1,5 |

Perbandingan antara kualitas air awal dengan akhir perlakuan menunjukan bahwa terjadi perubahan kualitas air akibat perlakuan kompos. Nilai pH pada saat awal dan akhir perlakuan kompos meningkat. Hal ini dikarenakan kompos memiliki kemampuan untuk menaikkan pH karena kompos memiliki banyak gugus fungsi negatif yang dapat mengikat ion H^+ (penyebab pH rendah) pada air. Disisi lain nilai TOM (*Total Organic Matter*) juga mengalami kenaikan. Kenaikan ini disebabkan karena pada saat akhir perlakuan kondisi air lebih keruh yang diakibatkan bahan organik kompos. Pada komponen ammonia, hampir semua kualitas air pada setiap dosis kompos, nilai ammonia meningkat. Peningkatan ini terjadi karena pengaruh kompos.

Penelitian yang dilakukan membuktikan bahwa air yang diberikan perlakuan kompos mampu menghasilkan kualitas air sesuai dengan habitat hidup ikan lele dumbo. Hal ini salahsatunya terlihat dari nilai pH berada diatas 5.

Pemeliharaan Ikan

Proses pemeliharaan ikan dilakukan dengan menggunakan media air yang logam beratnya sudah diadsorpsi oleh kompos selama 24 jam. Proses pemeliharaan ikan dilakukan selama 30 hari menghasilkan kondisi ikan sebagaimana yang terdapat pada Tabel 5.

Tabel 5. Kondisi Ikan Selama Proses Pemeliharaan 30 hari

Table 5. Fish condition during 30 days cultivation

| Dosis Kompos (g/L) | Rata-rata pH air | Pb Tersisa di Air (mg/l) | Pb di tubuh Ikan (mg/kg) | Rata-rata Kelangsungan Hidup (%) | Rata-rata Pertumbuhan Harian (%) |
|--------------------|------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 0 | 3 | 6,8172 | - | 0 | 0 |
| 5 | 5.9 | 0,8913 | 0,0073 | 93,3 | 11,28 |
| 9 | 6.1 | 0,8911 | 0,0070 | 80 | 11,63 |
| 13 | 7.2 | 0,8660 | 0,0087 | 100 | 11,17 |

Pemeliharaan ikan pada sebagian besar perlakuan menghasilkan tingkat kelangsungan hidup dan laju pertumbuhan yang cukup baik (diatas 75%). Pada air hasil perlakuan tanpa kompos (dosis 0 g/L), tingkat kelangsungan hidup dan laju pertumbuhannya adalah yang paling rendah (nol). Pengukuran laju pertumbuhan harian pada masing-masing perlakuan menunjukan hasil yang tinggi yang cukup baik. Laju pertumbuhan rendah hanya terdapat pada kontrol yang kelangsungan hidupnya nol.

Tingginya tingkat kelangsungan hidup dan laju pertumbuhan ikan yang dipelihara menunjukan bahwa kualitas air masih sesuai untuk budidaya ikan. Kelangsungan hidup dan laju pertumbuhan pada perlakuan menunjukan bahwa ikan bisa hidup pada kondisi air hasil *treatment*.

Logam Pb yang masih tersisa di air hasil minimalisasi dengan menggunakan

kompos sangat rendah. Kompos mampu menurunkan konsentrasi logam berat dari 6,7964 mg/l hingga mencapai nilai terendah hanya 0,86 mg/l. Konsentrasi ini ternyata masih diatas ambang batas baku mutu kualitas air untuk perikanan yaitu sebesar 0,03 yang ditetapkan oleh pemerintah. Walaupun demikian, pemeliharaan ikan pada konsentrasi logam berat tersebut ternyata jumlah logam berat yang intrusi kedalam tubuh ikan pada semua perlakuan sangat rendah. Konsentrasi logam berat di tubuh ikan ini masih jauh dibawah ambang batas yang ditetapkan oleh BSNI yaitu SNI 7387:2009.

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Kompos mampu meminimalisasi logam berat timbal (Pb) pada media budidaya ikan sebesar lebih dari 87 %.
2. Kompos selain mampu meminimalisasi logam Pb, juga mampu meningkatkan nilai pH air sehingga tingkat kelangsungan hidup dan laju pertumbuhan harian ikan tinggi.

Daftar Pustaka

- Ahalya, N., T.V. Ramachandra, R.D.Kanamadi. 2003. Biosorption of Heavy Metals. *Research Journal Of Chemistry And Environment* 7 (4) : 71 - 79.
- Chen, Y.C., M.H. Chen. 2001. Heavy metal concentrations in nine species of fishes caught in coastal waters off Ann-Ping, S.W. Taiwan. *Journal of Food and Drug Analysis* 9: 107-114.
- Chien, S.W.C., C.C.Huang, M.C.Wang. 2003. Analytical and spectroscopic characteristics of refuse compost-derived humic substances. *International Journal of Applied Science and Engineering* 1 : 62-71.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan*

- Lingkungan Perairan*. Jakarta : Kanisius.
- Effendi, M.I. 1979. *Metode Biologi Perikanan*. Bogor: Yayasan Dewi Sri.
- Eviati, Sulaeman. 2009. *Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk*. Bogor: Balai Penelitian Tanah.
- Fu, F., Q. Wang. 2011. Removal of heavy metal ions from wastewaters: a review. *Journal of Environmental Management* 92: 407 - 418.
- Henny, C., E. Susanti. 2009. Karakteristik limnologis kolong bekas tambang timah di Pulau Bangka. *Limnotek* 26: 119-131.
- Henny, C. 2011. "Kolong" Bekas Tambang Timah di Pulau Bangka: Permasalahan Kualitas air dan Alternatif Solusi Untuk pemanfaatan. *Oseanologi dan Limnologi Indonesia* 37(1): 119 – 138.
- Hermana, J, E. Nurhayati. 2010. Removal of Cr³⁺ and Hg²⁺ using compost derived from municipal solid waste. *Sustain. Environ. Res* 20: 257-261.
- Khan, M.S., A. Zaidi, R. Goel, J. Musarrat. 2011. *Bionagement of Metal-Contaminated Soils*. New York: Springer.
- Kordi, M.G.H.K, A.B. Tancung. 2007. *Pengelolaan Kualitas Air Dalam Budidaya Perairan*. Jakarta : Rinneka Cipta.
- Lekang, O.I. 2007. *Aquaculture Engineering*. UK: Blackwell Publishing.
- Matjik, A.A., I.M. Sumertajaya. 2002. *Perancangan Percobaan Dengan Aplikasi SAS dan Minitab*. Bogor : IPB Press.
- Prasetyono, E. 2013. Efektivitas Kompos Batang Pisang (*musa* sp.) Untuk Meminimalisasi Kandungan Logam Berat Timah Hitam (Pb) dan Menaikan pH Rendah. *AKUATIK-Jurnal Sumberdaya Perairan* 7 (1) : 1-8.
- Puspita, L, E. Ratnawati, I.N.N. Suryadiputra, A.A. Meutia. 2005. *Lahan Basah Buatan di Indonesia*. Bogor : Wetlands International Indonesia Programme.
- Rudnik, E. 2008. *Compostable Polymer Materials*. New York : Elsevier.
- Schnitzer, M., S.U. Khan (editors). 1978. *Soil Organic Matter*. New York: Elsevier Scientific Publishing Company.
- Tipping, E. 2004. *Cation Binding by Humic Substances*. UK: Cambridge University Press.
- Widowati, W, A. Sastiono, R.R. Jusup. 2008. *Efek Toksik Logam*. Yogyakarta: Andi Publisher.
- Zonneveld, N., E.A. Huisman, J.H. Boon. 1991. *Prinsip-Prinsip Budidaya Ikan*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.