

Analisis Pupuk Organik Cair Air Limbah Budidaya Ikan dengan Penambahan Bahan Organik Menggunakan Metode Mineralisasi Aerobic dan Anerobic

Analysis of Liquid Organic Fertilizer for Fish Culture Wastewater with the Addition of Organic Matter Using Aerobic and Anerobic Mineralization Methods

Fitra Gustiar^{1*)}, Munandar Munandar², Uswatun Qasanah¹, Retno S. Handayani¹

¹Program studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

²Program studi Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

^{*)}Penulis untuk korespondensi: fitragustiar@unsri.ac.id

Sitasi: Gustiar F, Munandar M, Qasanah U, Handayani RS. 2020. Analysis of liquid organic fertilizer for fish culture wastewater with the addition of organic matter using aerobic and anerobic mineralization methods. *In: Herlinda S et al. (Eds.), Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal ke-8 Tahun 2020, Palembang 20 Oktober 2020. pp. 356-363. Palembang: Penerbit & Percetakan Universitas Sriwijaya (UNSRI).*

ABSTRACT

Cycle of fish cultivation will produce liquid waste water from fish culture, which contains an accumulation of organic material from feed residue, fish secretions, bacteria and algae, so that the waste has the potential to be used as organic fertilizer. there is still low organic matter in fish culture water, so it is necessary to add other organic materials. This study aims to analyze the results of aerobic and anaerobic mineralized liquid organic fertilizer for fish culture wastewater with the addition of organic matter. The study used a factorial completely randomized design (CRD) with 3 treatments, namely the treatment of organic fertilizer, namely 1) fish water waste, 2) fish water waste + gamal leaves 3) fish water waste + gamal leaf + banana peel, with 2 factors of fermentation system, namely aerobic and anaerobic and 3 repetitions so that 18 experimental units will be obtained. The results showed that the growth rate of catfish was very good. The parameters used in this study were descriptive characteristics of organic fertilizers and laboratory analysis of pH and ingredients of N-Total, P-total, K-total, Ca-total, Mg-total. The results of this study indicate that the addition of organic matter will increase the nutrient content of organic fertilizers, the addition of organic material from banana peels will increase the content of phosphorus and potassium, the lowest pH of organic fertilizers was 3.95 in the anaerobic system, while the highest pH is in the aerobic system B2 treatment was 8,57.

Keywords: fish farming waste, organic matter, aeration

ABSTRAK

Budidaya ikan setiap siklusnya akan menghasilkan limbah cair berupa air budidaya ikan, yang didalamnya terkandung akumulasi bahan organik yang berasal dari sisa pakan, sekresi ikan, serta bakteri dan alga, sehingga limbah tersebut berpotensi untuk dijadikan sebagai pupuk organik. masih rendahnya bahan organik yang terdapat dalam air budidaya ikan sehingga perlu ditambahkan bahan organik lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hasil pupuk organik cair air limbah budidaya ikan yang dimineralisasi secara aerob dan anaerob dengan penambahan bahan organik. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) factorial dengan 3 perlakuan yaitu perlakuan bahan pupuk organik yaitu 1)limbah Air Ikan, 2)limbah air ikan+daun gamal 3) limbah air

Editor: Siti Herlinda et. al.

ISBN: 978-979-587-903-9

Penerbit: Penerbit & Percetakan Universitas Sriwijaya (UNSRI)

ikan+ daun gamal +kulit pisang, dengan 2 factor sistem mineralisasi yaitu aerob dan anaerob serta 3 kali pengulangan sehingga akan diperoleh 18 unit percobaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa laju pertumbuhan ikan lele sangat baik. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini karakteristik deskriptif pupuk organik dan analisis laboratorium pH dan kandungan bahan N-Total, P-total, K-total, Ca-total, Mg-total. Hasil penelitian ini menunjukkan penambahan bahan organik akan meningkatkan kandungan hara pupuk organik, penambahan bahan organik kulit pisang akan meningkatkan kandungan fosfor dan kalium, pH pupuk organik paling rendah 3,95 pada sistem anaerobik sedangkan pH tertinggi pada terdapat pada perlakuan B2 sistem aerobik yaitu 8,57.

Kata kunci: limbah budidaya ikan, bahan organik, aerasi

PENDAHULUAN

Pupuk organik dapat berbentuk padat maupun cair, yang terbuat dari bahan organik yang berasal dari hewan dan atau tanaman maupun dari limbah pertanian yang telah terdekomposisi dengan bantuan dekomposer. Pupuk organik berasal dari bahan organik yang di dalamnya kaya akan protein, karbohidrat dan lemak (Novizan, 2001). Senyawa organik ini diubah oleh mikroba menjadi senyawa anorganik yang penting sebagai penyedia hara bagi tanaman. Limbah organik bila dikelola dengan baik dan tepat akan sangat memberikan nilai tambah yang besar seperti telah biasa dilakukan pada bidang pertanian yaitu untuk pupuk kompos (Notohadiprawiro *et al*,1991).

Kegiatan budidaya ikan dengan penggunaan sejumlah pakan dan air secara berkala akan menghasilkan air limbah yang besar dimana air limbah budidaya ikan di dalamnya berupa akumulasi residu organik yang berasal dari sisa pakan, kotoran, partikel-partikel pakan serta bakteri dan alga. Pemanfaatan limbah air budidaya ikan selama ini sebatas digunakan untuk menyiram tanaman atau pun sistem kombinasi budidaya perikanan dengan budidaya tanaman dengan sistem hidroponik yang dikenal dengan istilah Aquaponik

Aquaponik merupakan sistem yang memanfaatkan ikan untuk menghasilkan nutrisi bagi tanaman, Akar tanaman tidak dapat langsung menyerap air keruh dari tangki ikan. 100% pemanfaatan limbah organik dalam aquaponik bergantung pada keberadaa organisme yang mengubah bahan "organik" menjadi bentuk senyawa yang dapat diserap secara anorganik oleh tanaman. Komposisi limbah padatan Aquaponik terutama yang berasal dari kotoran ikan, dan makanan yang tidak dimakan menentukan produk akhir proses mineralisasi. Seluruh senyawa anorganik berupa ion dan mineral unsur hara dalam sistem aquaponik diproduksi oleh mikroba.

Kandungan hara limbah air budidaya ikan mengandung mineral yang tidak cukup banyak sebagai hara yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman. karena itu pada sistem aquaponik hampir selalu ada penambahan mineral yang dibutuhkan, biasanya berupa penambahan garam anorganik ke bedengan tanaman (Khater and Aquac, 2015). Tanaman setidaknya memerlukan 16 unsur hara makro dan mikro. Pada Aquaponik sebagian besar nitrogen berasal dari metabolisme protein ikan yang Diekskresikan melalui insang sebagai amonia. Nutrisi paling penting yang berasal dari pemeliharaan ikan dan selanjutnya digunakan oleh tanaman selain nitrogen (N) adalah fosfor (P) dan kalium (K). Ikan menyediakan nitrogen dan semua unsur hara lain yang dibutuhkan pertumbuhan tanaman tanpa perlu ada penambahan pupuk dan mineral ke dalam aquaponik.

Air Limbah budidaya ikan lele mengandung hara makro yang dibutuhkan tanaman. Kadar hara yang terkandung di dalam pupuk organik cair dari air limbah budidaya lele berkisar 0,06-0,62 % (C-organik), 0,49-1,32 % (Nitrogen), 0,6-0,35% (fosfor), 0,22-4,97 %

(kalium) dan pH 5,67-8,00 (Pardiansyah *et al.*, 2019). Salah satu pemanfaatan air limbah budidaya ikan adalah untuk budidaya cacing sutera (Pardiansyah, 2014), Menurut Andriyeni *et al.* (2014), air limbah budidaya dapat diolah menjadi pupuk organik khususnya pupuk organik cair akan tetapi kandungan hara yang terkandung dalam air limbah ikan masih kurang, dikarenakan kandungan bahan organik yang rendah sehingga perlunya ditambahkan bahan organik lain.

Fermentasi merupakan tahapan penting dalam proses mineralisasi yaitu memecah molekul organik berukuran besar dan kompleks menjadi molekul penyusunnya yang lebih sederhana, dengan bantuan oksigen dan katalis biologis. Bakteri nitrifikasi yang memecahkan limbah nitrogen yang diekskresikan oleh ikan. Bakteri chemotrophic seperti *Nitrosomonas sp.* memanfaatkan amonia sebagai sumber makanan dan menghasilkan nitrit sebagai produk limbah. Sedangkan bakteri chemotrophic seperti *Nitrospira sp* memanfaatkan nitrit sebagai sumber makanan menghasilkan nitrat sebagai produk akhir limbah (Nelson. 2008).

Proses mineralisasi limbah bahan organik dapat berlangsung pada kondisi aerob, anaerob atau campuran keduanya. Mineralisasi menghasilkan produk akhir yang berbeda tergantung pada prosesnya tersebut. Hasil akhir Mineralisasi aerobik atau campuran kaya nitrat dan mengandung banyak mineral dasar seperti Besi, Kalium, Kalsium, magnesium. (Goddek *et.al.* 2018). Potensi pemanfaatan air limbah budidaya ikan sebagai bahan pupuk organik dan perlunya penambahan bahan organik sebagai bahan pupuk organik serta adanya perbedaan metode mineralisasi bahan organik menjadi mineral yang dapat dimanfaatkan tanaman, maka penulis merasa perlu untuk menganalisis pupuk organik dari air limbah budidaya ikan dan penambahan bahan organik dengan metode mineralisasi yang berbeda sehingga dengan penelitian ini akan formulasi dan metode terbaik pembuatan pupuk organik cair dengan bahan utama air limbah budidaya ikan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Ekologi tanaman Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada Bulan Agustus sampai September 2020. Alat yang digunakan adalah ember plastik kapasitas 60 liter, aerator, selang aerator, batu aerator, centong, corong plastik, kamera, timbangan, gelas ukur, Adapun bahan yang digunakan adalah Limbah Air budidaya Ikan lele, daun gamal, kulit pisang, Gula pasir dan dekomposer EM-4, alat tulis kantor. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) factorial dengan 3 perlakuan yaitu perlakuan bahan pupuk organik (Tabel 1).

Tabel 1. Perlakuan penelitian

Faktor 1	Faktor 2
B1 = air limbah Budidaya Ikan	Mineralisasi aerob
B2 = air limbah Budidaya ikan+ daun gamal	Mineralisasi anaerob
B3 = air limbah Budidaya ikan + daun gamal + kulit pisang	

Perlakuan diulang dilakukan 3 kali pengulangan sehingga akan diperoleh 18 unit percobaan. Air limbah budidaya ikan diambil di pusat budidaya ikan lele ketika akan panen. Jumlah bahan organik organik yang ditambahkan dihitung berdasarkan asumsi kandungan nitrogen dari bahan organik. Sehingga jumlah bahan organik yang ditambahkan untuk 50 liter bahan pupuk organik antara lain :

B1 = tanpa tambahan bahan organik

B2 = 3 kg Daun gamal

B3 = 1,5 kg Daun gamal dan 3 kg kulit pisang

Sehingga masing-masing akan didapatkan volume 50 liter bahan pupuk organik cair, yang siap dimineralisasi selama 2 minggu.

Setelah 2 minggu perlakuan mineralisasi pupuk organik cair dilakukan analisis kandungan hara dilaboratorium, parameter yang diamati antara lain pH, N-total, P-total, K-total, Ca-total, dan Mg-total.

HASIL

Analisis bahan media ikan.

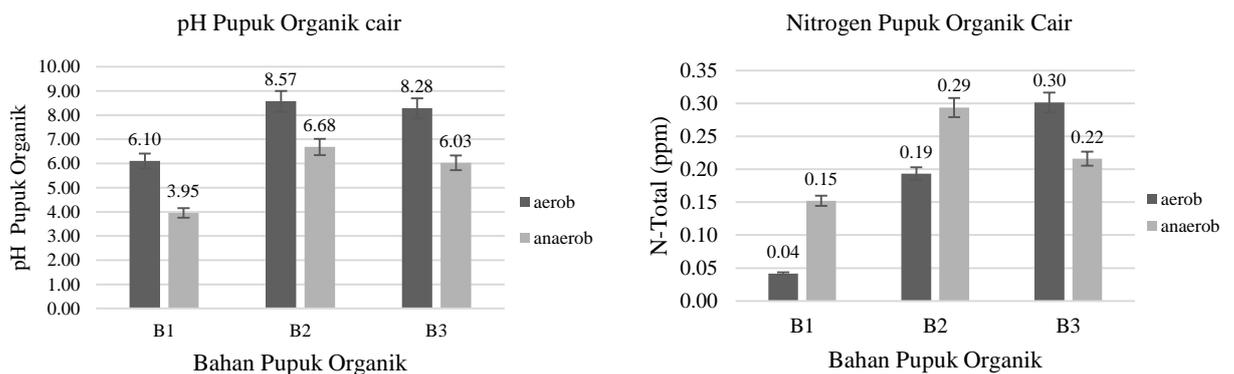
Hasil analisis air limbah budidaya ikan sebagai bahan utama pupuk organik, sebelum diberi perlakuan menunjukkan tingkat keasaman dari limbah relatif normal yaitu 6,62 dengan kandungan hara yang masih rendah dimana kandungan Nitrogen hanya 0,06 ppm, fosfor 2.115 ppm, kalium 22.21, calcium 32,25 ppm dan magnesium 12,14 ppm (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil analisis air limbah Budidaya Ikan sebelum perlakuan

Analisis	pH	N (ppm)	P (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)
Air limbah Budidaya Ikan sebelum diberi perlakuan	6.62	0.06	2.115	22.21	32.25	12.14

pH dan N-total Pupuk Organik Cair

Perlakuan penambahan bahan organik daun gamal dan kulit pisang diikuti perlakuan metode mineralisasi berbeda (aerob dan anaerob) menunjukkan variasi tingkat keasaman dan kandungan N-total seperti tampak pada Gambar 1, dimana tingkat keasaman pupuk organik yang di mineralisasi secara anaerob cenderung asam lebih asam dimana pH pupuk organik cair paling rendah terdapat pada bahan B1 (Limbah air budidaya ikan) yaitu 3,95. Berbeda jika bahan pupuk organik cair dimineralisasi dengan sistem aerob pH nya relatif lebih basa dimana 8,67 pada bahan B2 (Limbah Air Ikan + daun gamal).



Keterangan: B1 = air limbah budidaya ikan, B2 = air limbah budidaya ikan + daun gamal, B3 = air limbah budidaya ikan + daun gamal + kulit pisang

Gambar 1. Rata-rata pH dan kandungan N-total Pupuk Organik Cair

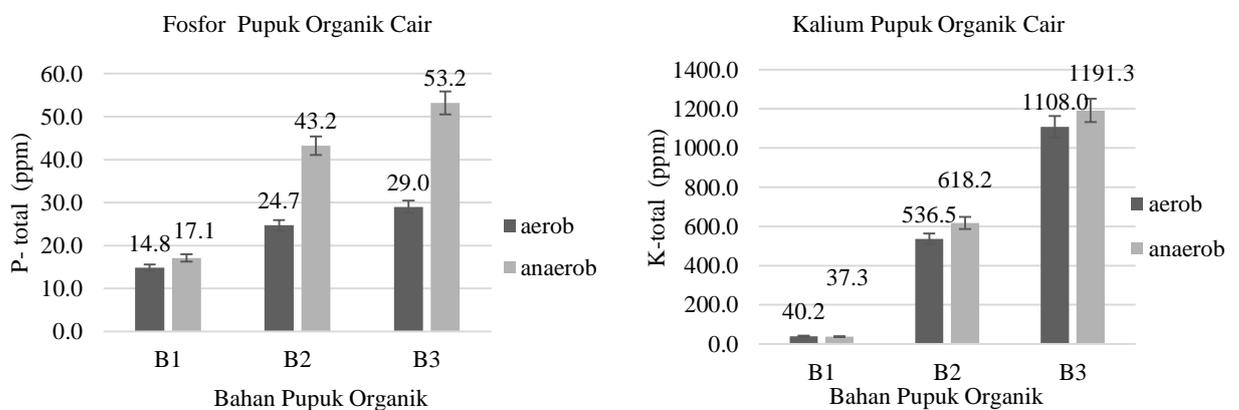
Kandungan hara Nitrogen paling tinggi terdapat pada perlakuan terdapat pada perlakuan penambahan B3 (gamal dan kulit pisang) pada kondisi aerob, sedangkan kandungan nitrogen paling rendah terdapat pada perlakuan B1 (air limbah ikan saja) pada

sistem mineralisasi aerob, secara keseluruhan perlakuan anaerob menunjukkan kandungan nitrogen lebih tinggi dibandingkan perlakuan aerob.

Fosfor dan Kalium pupuk organik

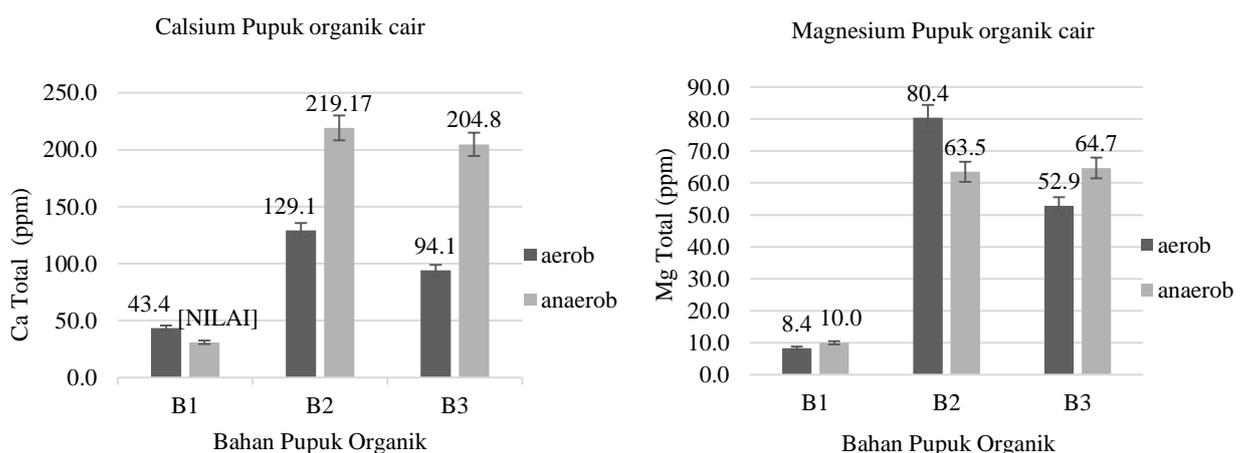
Kadungan fosfor tertinggi terdapat pada perlakuan B3 (air limbah ikan + Daun Gamal + kulit pisang) dengan sistem mineralisasi anaerob, sedangkan kandungan terendah terdapat pada perlakuan B1 (air limbah ikan) dengan mineralisasi aerob. Secara umum perlakuan penambahan bahan organik akan meningkatkan kandungan hara fosfor serta perlakuan anaerob kandungan fosfornya lebih tinggi dibandingkan perlakuan aerob.

Hara Kalium akan meningkat dengan penambahan bahan organik, kandungan kalium tertinggi terdapat pada perlakuan B3 (Air limbah Ikan + Gamal + Kulit Pisang) dengan mineralisasi anaerobic, sedangkan kalium terendah terdapat pada perlakuan B1 (air limbah ikan) dengan perlakuan aerob. dari gambar 2 menunjukkan kandungan hara kalium dengan perlakuan anaerobic akan lebih tinggi dibandingkan perlakuan aerob.



Keterangan: B1 = air limbah budidaya ikan, B2 = air limbah budidaya ikan + daun gamal, B3 = air limbah budidaya ikan + daun gamal + kulit pisang

Gambar 2. Rata-rata kandungan fosfor dan kalium pupuk organik cair



Keterangan : B1 = air limbah budidaya ikan, B2 = air limbah budidaya ikan + daun gamal, B3 = air limbah budidaya ikan + daun gamal + kulit pisang

Gambar 3. Rata-rata kandungan calcium (ca) dan magnesium (mg) pupuk organik cair

Calsium dan Magnesium Pupuk Organik

Kadungan calsium tertinggi terdapat pada perlakuan B2 (air limbah ikan + Daun Gamal) dengan sistem mineralisasi anaerob yaitu sebesar 219,17 ppm, sedangkan kandungan terendah terdapat pada perlakuan B1 (air limbah ikan) dengan mineralisasi anaerob yaitu sebesar 30,8 ppm. Kandungan magnesium kandungan tertinggi terdapat pada perlakuan B2 (air limbah ikan + Daun Gamal) dengan mineralisasi aerobik yaitu 80,4 ppm sedangkan yang terendah terdapat pada bahan B1 (air limbah Ikan) dengan mineralisasi aerobik yaitu 8,4 ppm seperti tampak pada Gambar 3.

Secara keseluruhan perlakuan penambahan bahan organik akan meningkatkan kandungan hara Calsium dan Magnesium, serta perlakuan anaerob cenderung membuat kandungan calsium dan magnesiumnya lebih tinggi dibandingkan perlakuan aerob.

PEMBAHASAN

Pembuatan pupuk organik cair dari limbah air budidaya ikan dengan penambahan bahan organik daun gamal atau kulit pisang ke air limbah ikan, akan meningkatkan kandungan hara dari pupuk organik cair yang dihasilkan. Pada seluruh kandungan hara baik nitrogen, fosfor, kalium, Calsium dan Magnesium pada pupuk organik yang hanya menggunakan air limbah ikan memiliki nilai paling rendah dibandingkan dengan pupuk organik cair dengan penambahan bahan daun gamal dan kulit pisang. Hal ini membuktikan pengaruh dari penambahan bahan organik, akan meningkatkan kandungan hara pupuk organik cair.

Peningkatan hara pupuk organik cair merupakan peranan dari kandungan bahan organik yang ditambahkan, Gamal merupakan bahan organik yang mengandung unsur nitrogen yang tinggi, Gamal merupakan tanaman dari famili leguminosae yang mengandung berbagai hara esensial yang cukup tinggi bagi pemenuhan hara bagi tanaman. Jaringan daun tanaman gamal mengandung 3,15% N, 0,22% P, 2,65% K, 1,35% Ca, dan 0,41% Mg (Ibrahim, 2002). Dengan tingginya kandungan nitrogen pada gamal sehingga penggunaan pupuk cair daun gamal sangat baik digunakan bagi tanaman dalam masa pertumbuhan vegetatif. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan Novriani (2016), bahwa perlakuan konsentrasi 20 ml/liter air pupuk organik cair dari asal daun gamal akan meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman selada.

Pupuk organik cair perlakuan B3 (air limbah budidaya ikan + daun gamal + kulit pisang) mempunyai kandungan fosfor dan kalium yang paling tinggi yaitu 53,2 ppm fosfor dan 1191,3 ppm kalium. Hal ini diduga merupakan pengaruh dari penambahan kulit pisang. karena kulit pisang memiliki banyak kandungan seperti N, P, K, Ca, Mg, Na dan Zn dimana mineral tersebut merupakan yang dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangan sehingga meningkatkan produktivitas tanaman (Soeryoko, 2011). Berdasarkan Penelitian yang dilakukan Okorie *et al* (2015) menyatakan kandungan Kalium dan fosfor dalam kulit pisang adalah masing-masing 9,83 mg/ 100 gram dan 0,61 mg/100 gram. Penelitian lain yang dilakukan Nurmin *et al* (2018), menyatakan pisang kapok mengandung kalium yang tinggi dimana setidaknya mengandung 255.22 - 266.76 mg kalium dalam setiap kilogramnya. Banyaknya kandungan berbagai bahan organik dalam kulit pisang sehingga banyak dimanfaatkan sebagai bahan pupuk organik.

Tingkat keasaman pupuk organik cair yang dimineralisasi dengan sistem anaerobik memiliki pH yang lebih rendah dibandingkan sistem aerobik, Dimana pada penelitian ini pH terendah terdapat pada perlakuan B1 (Air limbah budidaya ikan) pada sistem anaerobik yaitu 3,95 sedangkan pH tertinggi terdapat pada perlakuan B2 (Air limbah budidaya ikan + daun gamal) dengan sistem mineralisasi aerobik yaitu 8,57. Ini merupakan pengaruh dari

bakteri mineralisasi yang berkerja pada sistem anaerobic yang bersifat asam dan aktivitas sejumlah mikroorganisme yang terlibat dalam proses mineralisasi untuk mengubah bahan organik menjadi asam organik. Menurut Dwicaksono (2013), penurunan nilai pH pada pupuk organik cair yang dihasilkan ini disebabkan oleh C-organik yang terurai di dalamnya menjadi asam-asam organik. Penguraian bahan organik karena adanya aktivitas bakteri seperti bakteri asam laktat, yang menghasilkan asam organik dari penguraian karbohidrat, protein dan lemak. Mineralisasi aerobik merupakan perombakan bahan organik dengan kehadiran oksigen (udara), dengan karbondioksida, air dan panas sebagai produk akhir metabolis biologinya, sedangkan mineralisasi anaerobik merupakan perombakan bahan organik tanpa menggunakan oksigen bebas, dengan produk akhir metabolis anaerobik adalah metana, karbondioksida dan senyawa tertentu seperti asam organik. Pembuatan pupuk organik padat maupun cair merupakan dekomposisi dengan memanfaatkan aktivitas mikroba, oleh karena itu kecepatan dekomposisi dan kualitas kompos tergantung pada keadaan dan jenis mikroba yang aktif selama proses pengomposan. Kondisi optimum bagi aktivitas mikroba perlu diperhatikan selama proses pengomposan, mislanya aerasi, media tumbuh dan sumber makanan bagi mikroba (Yuwono, 2006).

Kandungan fosfor dan kalium pupuk organik cair yang dimeneralisasi secara anaerobic cenderung menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk organik cair yang dimeneralisasi secara aerobic, dimana fosfor pada bahan B1 (air limbah budidaya ikan), B2 (air limbah budidaya ikan+ daun gamal) atau B3 (air limbah budidaya ikan+ daun gamal +kulit pisang) semuanya menunjukkan kandungan fosfor paling tinggi. Begitu juga halnya dengan kandungan kalium, hal ini diduga bahwa pada sistem anaerobic mikroorganisme anaerob lebih efektif berkerja untuk melarutkan forfor dan kalium.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini maka dapat disimpulkan beberapa hal antara lain :

1. Pupuk organik cair dengan bahan utama limbah air budidaya ikan, kandungan haranya akan meningkat dengan adanya penambahan bahan organik.
2. Penambahan bahan organik berupa kulit pisang akan meningkatkan kandungan fosfor dan kalium pupuk organik cair.
3. Sistem mineralisasi dengan anaerobic akan menghasilkan pupuk organik cair dengan pH yang lebih asam dibanding mineralisasi aerobic.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih sampaikan kepada Lembaga Pengabdian Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat universitas Sriwijaya yang memberikan bantuan dana penelitian sehingga penelitian ini terlaksana. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pengelola laboratorium tanaman yang telah menyediakan tempat untuk pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Andriyeni, Firman dan Nurseha. 2014. Studi Potensi Limbah Budidaya lele sebagai Bahan Utama Pembuatan Pupuk Organik. Laporan penelitian, Lembaga Penelitian dan Pengabdian Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH. Bengkulu

- Dwicaksono, Marsetyo, Ramadhany B, Bambang S dan Liliya DS. 2013. Pengaruh Penambahan Effective Microorganisms pada Limbah Cair Industri Perikanan Terhadap Kualitas Pupuk Cair Organik. *Jurnal Sumberdaya Alam & Lingkungan*. Universitas Brawijaya. Malang.
- Goddek S, Delaide B, Oyce A, Wuertz S, Jijakli MH, Gross A, Eding EH, Bläser I, Keizer LCP, Morgenstern R, Körner O, Verreth J, Keesman KJ (2018) Nutrient mineralisation and organic matter reduction performance of RAS-based sludge in sequential UASB-EGSB reactors. *Aquac Eng* 83:10.
- Ibrahim B. 2002. Intergrasi Jenis Tanaman Pohon Leguminosae Dalam Sistem Budidaya Pangan Lahan Kering Dan Pengaruhnya Terhadap Sifat Tanah, Erosi, Dan Produktifitas Lahan. Disertasi. Program Pasca Sarjana Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Khater ESG, Ali SA. 2015. Effect of Flow Rate and Length of Gully on Lettuce Plants in Aquaponic and Hydroponic Systems. *J Aquac Res Development* 6: 318
- Nelson RL. 2008. Surface Area Of Growbeds To Provide The Habitat For The Bacteria. *Aquaponics Journal* Issue # 48 . aquaponcis.co 23.
- Notohadiprawiro T, Suryanto, Hidayat MS, dan Asmara AA. 1991. Nilai Pupuk Sari Kering Limbah (Sludge) Kawasan Industri dan Dampak Penggunaannya Sebagai Pupuk atas Lingkungan. *Agric.Sci.* IV(7).
- Novizan. 2001. Petunjuk Pemupukan yang efektif. Agromedia Pustaka. Tangerang.
- Novriani, 2016, Pemanfaatan Daun Gamal Sebagai Pupuk Organik Cair (Poc) Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Kubis Bunga (*Brassica Oleracea L.*) Pada Tanah Podsolik., Klorofil Xi - 1 : 15 – 19, Juni 2016
- Nurmin, Sri MS, dan Irwan S. 2018. Penentuan Kadar Natrium (Na) Dan Kalium (K) Dalam Buah Pisang Kepok (*Musa Paradisiaca L.*) Berdasarkan Tingkat Kematangannya, *Jurnal Akademika Kim.* 7(3): 115-121
- Okorie DO, Eleazu CO, dan Nwosu P. 2015. Nutrient and Heavy Metal Composition of Plantain (*Musa paradisiaca*) and Banana (*Musa paradisiaca*) Peels. *Journal of Nutrition & Food Sciences.* 5(370): 1-3.
- Pardiansyah D, Eddy S, Daniel D. 2014. Evaluation of integrated sludge worm
- Pardiansyah D, Nasir A, Firman, Suharun M. 2019. Pupuk organik cair dari air limbah lele sistem bioflok hasil mineralisasi aerob dan an aerob, *Jurnal Agroqua.*, 17 (1) and catfish farming with biofloc system. *Jurnal Akuakultur Indonesia* 13 (1): 28-35.
- Soeryoko, Hery. 2011. Kiat Pintar memproduksi pupuk cair dengan pengurai buatan sendiri, Lily Publisher, Yogyakarta.
- Yuwono, Teguh. 2006. Kecepatan Dekomposisi dan kualitas Kompos Sampah Organik, *Jurnal Inovasi Pertanian.* 4(2).