

PEMBUATAN PUPUK ORGANIK CAIR DARI LIMBAH JEROAN IKAN CAKALANG (*Katsuwonus pelamis*)

Production of Liquid Organic Fertilizer from Offal Waste of Skipjack (*Katsuwonus pelamis*)

*Komang Suartini, Paulus H. Abram dan Minarni Rama Jura

Pendidikan Kimia/FKIP – Universitas Tadulako, Palu – Indonesia 94118

Received 9 March 2018, Revised 11 April 2018, Accepted 10 May 2018

Abstract

*This study aimed to determine the production of liquid organic fertilizer from offal waste of tuna (*Katsuwonus pelamis*) by bakasang method, and determined content levels of N, P, and K in liquid organic fertilizer. Levels of nitrogen (N), phosphorus (P), and potassium (K) were analyzed using the spectrophotometer Spectro Direct. The results showed that at 5 days of fermentation obtained N, P, and K by 2.49%, 1.05%, and 0.98%, respectively, while at 10 days of fermentation obtained amounted to by 3.74%, 3.20%, and 1.03%, respectively. Fertilizer with bakasang method of manufacture can be done on a 10 day fermentation.*

Keywords: Organic Fertilizer, Skipjack, nitrogen, phosphorus, potassium.

Pendahuluan

Indonesia merupakan negara agraris tetapi produksi perkebunan dan pertaniannya belum memenuhi kebutuhan masyarakat. Hal ini disebabkan terbatasnya lahan yang dapat dipakai untuk berkebun dan bertani karena perkembangan penduduk yang semakin besar dan tingkat produktivitas pertanian per hektar juga relatif stagnan. Salah satu upaya untuk meningkatkan produksi di bidang perkebunan dan pertanian adalah dengan tersedianya pupuk untuk menjaga pertumbuhan tanaman di kedua bidang tersebut. Melihat prospek di bidang perkebunan dan pertanian yang terus meningkat maka di masa yang akan datang selain kebutuhan pupuk yang meningkat maka harga dari pupuk tersebut akan semakin mahal. Kebutuhan unsur hara bagi tanaman sangatlah penting karena pupuk akan mengubah sifat fisik, kimia, atau biologi tanah sehingga menjadi lebih baik untuk pertumbuhan tanaman (Ismayanda & Mulana, 2014).

Pupuk terbagi menjadi dua yaitu pupuk anorganik dan pupuk organik. Pupuk anorganik adalah pupuk hasil proses rekayasa secara kimia, fisika dan biologis yang merupakan hasil industri dari pabrik pembuat pupuk, sedangkan pupuk organik merupakan pupuk yang terbuat dari bahan alam seperti pelapukan tanaman, kotoran hewan atau manusia (Mazaya, dkk., 2013). Pupuk anorganik yang beredar di pasaran selain harganya mahal, juga memiliki dampak buruk bagi lingkungan seperti menurunkan kesuburan tanah sehingga timbul pemikiran untuk menggunakan

pupuk organik (Indriani, dkk., 2013). Selain untuk menjaga kesuburan tanah pupuk organik juga dapat membantu masyarakat menghasilkan sayuran organik sehingga masyarakat tidak khawatir terhadap residu pestisida dalam makanan (Jigme, dkk., 2015). Salah satu bahan untuk membuat pupuk organik cair adalah limbah dari ikan.

Limbah ikan bagian dalam dan luar yang tersisa pada pengolahan ikan memiliki potensi untuk diolah menjadi pupuk. Secara umum limbah ikan mengandung banyak nutrisi yaitu N (nitrogen), P (fosforus) dan K (kalium) yang merupakan komponen penyusun pupuk organik (Hapsari & Welasi, 2013). Salah satu limbah yang terdapat pada ikan yaitu jeroan atau isi perut ikan. Ikan cakalang banyak ditemukan di wilayah laut Indonesia dan makanan dari ikan ini antara lain ikan kecil, udang, cumi-cumi, dan moluska. Cumi-cumi dan udang mengandung kalium, fosforus, natrium, magnesium, dan kalsium (Santoso, dkk., 2008) sedangkan pertumbuhan tanaman memerlukan tiga unsur hara penting, yaitu nitrogen (N), fosforus (P), dan kalium (K) (Suprihatin, 2011). Sehingga jeroan ikan cakalang diharapkan dapat meningkatkan unsur hara yang dibutuhkan tanaman dalam pupuk organik cair.

Tulisan ini bertujuan untuk mendeskripsikan pembuatan pupuk organik cair dari limbah ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) dengan menggunakan metode pembuatan bakasang dan menentukan kadar kandungan N, P, dan K pada pupuk organik cair dari limbah ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*).

Metode

Alat yang digunakan dalam penelitian ini, adalah wadah, pisau, talenan, timbangan digital, *Spectro Direct* (Lovibond RS232), alat destruksi kjedahl, pipet tetes, gelas kimia, gelas ukur dan botol.

*Correspondence

Komang Suartini

Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Tadulako

e-mail: komangsuartini57@gmail.com

Published by Universitas Tadulako 2018

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini, adalah jeroan ikan cakalang, asam sulfat pekat (*Merck*), tablet kjeldahl (*Merck*), aquades, tablet fosfor I (*Merck*), tablet fosfor II (*Merck*), dan tablet kalium (*Merck*).

Pembuatan pupuk organik cair

Pertama-tama jeroan ikan cakalang dibersihkan dari darah dan kotoran yang menempel pada perut ikan cakalang dengan cara mencuci jeroan ikan cakalang kemudian jeroan ikan cakalang dipotong-potong. Setelah itu, jeroan ikan cakalang yang telah halus dibagi menjadi 2 sampel.

Sampel I: 200 gram jeroan ikan cakalang dimasukkan ke dalam botol ukuran 1500 ml ditutup rapat selanjutnya dijemur di bawah sinar matahari selama 5 hari kemudian dianalisis kadar NPK.

Sampel II: 200 gram jeroan ikan cakalang dimasukkan ke dalam botol ukuran 1500 ml ditutup rapat selanjutnya dijemur di bawah sinar matahari selama 10 hari kemudian dianalisis kadar NPK.

Analisis sampel

Pengujian sampel meliputi pengujian kadar NPK yang dilakukan di Laboratorium Kimia Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Tadulako.

Kadar nitrogen

Sampel hasil fermentasi 10 mL dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl, kemudian ditambahkan dengan 25 mL H₂SO₄ pekat dan satu tablet Kjeldahl. Selanjutnya didestruksi (dipanaskan) sampai mendidih dan larutan menjadi jernih. Setelah didestruksi larutan dibiarkan beberapa saat sampai dingin. Selanjutnya larutan jernih yang telah didestruksi diencerkan sampai volume 50 mL. Sampel yang telah diencerkan kemudian diambil 10 mL dan dimasukkan ke dalam *vial* (tempat sampel berukuran 10 mL yang bentuknya menyerupai botol) untuk dianalisis. Persentasi kadar Nitrogen dalam sampel pupuk organik cair dari limbah jeroan ikan cakalang dianalisis dengan menggunakan alat *Spectro Direct*.

Kadar posforus

Sampel pupuk organik cair 1 mL diencerkan dengan aquades dalam labu ukur 100 mL sampai tanda batas. Setelah itu, pada masing-masing 3 *vial* dimasukkan sampel yang telah diencerkan sebanyak 10 mL ke dalam masing-masing *vial* kemudian ditambahkan reagen (pereaksi) P yaitu tablet phosphat 1 dan 2 ke dalam masing-masing *vial* tersebut, kemudian dikocok sampai pereaksi larut semua menjadi homogen. Selanjutnya kadar P diukur menggunakan *Spectro Direct*.

Kadar kalium

Sampel pupuk organik cair 1 mL kemudian diencerkan dengan aquades dalam labu ukur 100 mL sampai tanda batas. Setelah itu, pada masing-masing 3 *vial* dimasukkan sampel yang telah diencerkan 10 mL ke dalam masing-masing *vial*

kemudian ditambahkan reagen (pereaksi) K yaitu tablet kalium ke dalam masing-masing *vial* tersebut, kemudian dikocok sampai pereaksi larut semua menjadi homogen. Selanjutnya mengukur kadar K dengan menggunakan *Spectro Direct*.

Hasil dan Pembahasan

Hasil analisis kandungan nitrogen (N), phosforus (P) dan kalium (K) pada limbah ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) yaitu berupa pupuk organik cair dari jeroan ikan cakalang. Pembuatan pupuk organik cair dilakukan dengan menggunakan metode pembuatan bakasang. Bakasang adalah produk fermentasi tradisional yang terbuat dari isi perut ikan cakalang (*katsuwonus pelamis L*) serta telur ikan dan ikan kecil lainnya (Lawalata & Satiman, 2015). Pembuatan bakasang biasa dilakukan dengan penambahan garam, namun pada penelitian ini tidak menggunakan garam karena tidak akan digunakan sebagai bahan makan yang dibutuhkan untuk penyendap atau pengawetan. Proses fermentasi dilakukan selama 5 hari dan 10 hari di bawah sinar matahari.

Analisis kadar nitrogen (N) pada pupuk organik cair menggunakan metode Kjeldahl. Pada penelitian ini hanya dilakukan pada tahap destruksi saja, hal ini karena penentuan nitrogennya dilakukan dengan menggunakan alat *Spectro Direct* sedangkan analisis kadar posforus (P) dan kalium (K) hanya menggunakan alat *Spectro Direct*. Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini tertera pada Tabel 1.

Tabel. 1 Kadar unsur hara NPK pada pupuk organik cair dari jeroan ikan cakalang

No	Sampel	Uji Kadar (%)		
		N	P	K
1.	Sampel 5 hari	2,49 %	1,41%	1,33%
2.	Sampel 10 hari	3,74 %	3,16%	1,48%

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cara pembuatan pupuk organik cair dari limbah ikan cakalang. Proses yang dilakukan untuk membuat pupuk organik cair pada penelitian ini berdasarkan proses fermentasi pembuatan bakasang. Sampel yang telah difermentasi kemudian dianalisis untuk menentukan kadar nitrogen, posforus, dan kalium.

Proses fermentasi pembuatan pupuk organik cair dari jeroan ikan cakalang

Pembuatan pupuk organik cair pada penelitian ini dilakukan berdasarkan proses fermentasi pembuatan bakasang, dimana sampel difermentasi tanpa penambahan mikroba dari luar dan dilakukan fermentasi tertutup (anaerob) (Purwaningsih, dkk., 2013). Oleh karena itu, sampel yang telah dicuci bersih dan dipotong-potong hingga berukuran lebih kecil langsung memasuki tahap fermentasi, dimana sampel dibagi menjadi dua bagian yaitu fermentasi 5 hari dan fermentasi 10 hari. Batasan fermentasi selama 5 hari dilakukan berdasarkan proses fermentasi yang biasa dilakukan masyarakat dan fermentasi selama

10 hari dilakukan sebagai perbandingan kadar NPK pada pupuk organik cair berbahan dasar jeroan ikan cakalang.

Sampel pada awal penjemuran berbentuk padat dan berwarna merah kecoklatan, semakin lama penjemuran sampel semakin berwarna coklat kehitaman dan terurai. Penguraian terjadi karena kerja mikroba menjadi molekul-molekul sederhana seperti protein. Bakasang digolongkan dalam fermentasi spontan karena di dalam pembuatannya tidak dilakukan penambahan garam dan tidak menambahkan starter mikroba maupun karbohidrat.

Kadar nitrogen (N)

Berdasarkan studi yang telah dilakukan, dapat diketahui kadar nitrogen dari pupuk organik cair dari limbah jeroan ikan cakalang. Tabel 1 menunjukkan kadar nitrogen yang diperoleh pada pupuk organik cair dari limbah jeroan ikan cakalang. Penentuan kadar nitrogen pada sampel pupuk organik cair dari jeroan ikan cakalang dilakukan dengan menggunakan metode Kjeldahl. Prinsip metode Kjeldahl adalah penetapan jumlah protein secara empiris berdasarkan jumlah N di dalam bahan. Setelah bahan dioksidasi, ammonia (hasil konversi senyawa N) bereaksi dengan asam menjadi ammonium sulfat. Metode Kjeldahl terdiri dari tiga tahap yaitu destruksi (penghancuran), distilasi, dan titrasi (Legowo & Nurwantoro, 2004).

Analisis nitrogen pada penelitian ini menggunakan tahap destruksi, dimana sampel sebanyak 10 mL dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl, kemudian ditambahkan 1 tablet kjeldahl dan 25 mL asam sulfat pekat. Fungsi tablet Kjeldahl sebagai katalis untuk mempercepat kenaikan titik didih asam sulfat, dimana asam sulfat dapat mempercepat terjadinya oksidasi karena merupakan bahan pengoksidasi yang kuat. Analisis nitrogen secara kuantitatif kadar nitrogen pada penelitian ini menggunakan metode spektrofotometer. Metode ini harus menggunakan larutan berwarna dan bening agar kadar nitrogen dapat diketahui sampel yang berupa larutan berwarna dan keruh harus didestruksi dahulu agar didapatkan larutan yang siap untuk dianalisis. Terdapat dua jenis destruksi yaitu destruksi basah dan destruksi kering. Pada penelitian ini destruksi yang digunakan adalah destruksi basah. Destruksi basah merupakan proses perombakan oksidatif sampel organik menggunakan asam pengoksidasi seperti asam nitrat, asam perklorat, asam sulfat, atau campuran asam-asam tersebut. Kandungan ion-ion dalam sampel dapat mengganggu proses analisis metode spektrofotometer, sehingga dapat mengganggu akurasi dalam pembacaan sampel. Proses destruksi menghilangkan kandungan ion lain sehingga kesalahan dalam pembacaan saat analisis dapat ditekan seminimal mungkin, karena pada proses destruksi terjadi perombakan organologam menjadi bentuk anorganik yang siap dianalisis. Destruksi dikatakan berhasil apabila

diperoleh larutan yang jernih (Mazaya, dkk., 2013).

Sampel yang telah didestruksi kemudian ditentukan kadar nitrogennya dengan menggunakan alat *Spectro Direct*. Kadar nitrogen yang diperoleh pada pupuk organik cair dari limbah ikan cakalang sebanyak 2,49% untuk fermentasi 5 hari dan 3,74% untuk fermentasi 10 hari. Berdasarkan hasil tersebut, bahwa terjadi peningkatan kadar nitrogen berdasarkan lama waktu fermentasinya. Namun, hasil yang diperoleh tidak sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Purwaningsih dkk. (2013) yang meneliti tentang perubahan fisiko-kimiawi, mikrobiologis dan histamin bakasang ikan cakalang selama fermentasi dan penyimpanan, dimana waktu fermentasinya adalah 0, 2, 4, 6, dan 8 hari dengan wadah yang tidak tertutup rapat dan diperoleh kadar nitrogen berturut-turut 52,23%; 50,94%; 50,87%; 49,26% dan 48,72%, sehingga terjadi penurunan kadar nitrogen dengan semakin lamanya waktu fermentasi. Hal ini dimungkinkan karena menggunakan wadah yang tidak tertutup rapat, sehingga memungkinkan peruraian protein terjadi dan nitrogen atau senyawa turunannya menguap saat fermentasi.

Sementara itu, jika dibandingkan dengan Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70 tahun 2011 tentang persyaratan teknis minimal pada pupuk organik cair, kadar N rata-rata yang diperoleh pada pupuk organik cair yang difermentasi selama 5 hari hampir memenuhi persyaratan teknis minimal pupuk organik cair dan untuk pupuk organik cair yang difermentasi selama 10 hari telah memenuhi persyaratan teknis minimal pupuk organik cair dimana dalam Peraturan Menteri pertanian tersebut dinyatakan kadar N minimal (3-6)% (Suswono., 2011). Adapun fungsi nitrogen yang selengkapnya bagi tanaman adalah untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman, dapat menyehatkan pertumbuhan daun, daun tanaman lebar dengan warna yang lebih hijau, kekurangan N menyebabkan khlorosis (pada daun muda berwarna kuning), meningkatkan kadar protein dalam tubuh tanaman, meningkatkan kualitas tanaman penghasil daun-daunan, dan meningkatkan berkembangbiaknya mikro-organisme di dalam tanah (Sutejo, 2002).

Kadar posforus (P)

Kadar phosforus yang diperoleh pada studi analisis kadar unsur hara pada pupuk organik cair dari limbah jeroan ikan cakalang ditunjukkan pada Tabel 1. Penentuan kadar posforus pada pupuk organik cair dari limbah ikan cakalang dilakukan dengan menggunakan alat *Spectro Direct*. Pengukuran konsentrasi logam dengan menggunakan alat *Spectro Direct* suatu sampel haruslah larutan yang berwarna, sehingga sampel pupuk organik cair dari jeroan ikan cakalang harus dikomplekskan dengan reagen (pereaksi). Reagen yang digunakan harus sesuai, sehingga hanya

bereaksi dengan analit yang akan dianalisis dan juga produk senyawa yang dihasilkan harus stabil untuk jangka waktu yang lama (Sastrohamidjojo, 2007).

Hasil analisis yang diperoleh pada penelitian ini adalah sebanyak P sebesar 1,41% untuk fermentasi 5 hari dan P sebesar 3,02% untuk fermentasi 10 hari. Kadar posforus dalam penelitian ini terjadi peningkatan dari fermentasi 5 hari ke 10 hari. Jika dibandingkan dengan Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70 tahun 2011 tentang persyaratan teknis minimal pada pupuk organik cair, kadar P rata-rata pada fermentasi 5 hari hampir memenuhi persyaratan minimal pupuk organik cair, sedangkan pada fermentasi 10 hari kadar P rata-ratanya telah memenuhi persyaratan minimal pupuk organik cair dimana dalam Peraturan Menteri pertanian tersebut dinyatakan kadar N minimal (3-6)% (Suswono., 2011). Adapun fungsi dari fosforus bagi tanaman adalah untuk mempercepat pertumbuhan akar semai, untuk mempercepat serta memperkuat pertumbuhan tanaman muda menjadi tanaman dewasa pada umumnya, dapat mempercepat pembungaan dan pemasakan buah, biji atau gabah, dan dapat meningkatkan produksi biji-bijian (Sutejo, 2002).

Kandungan mineral pada ikan tergantung pada spesies, jenis kelamin, siklus biologis, dan bagian tubuh ikan yang dianalisis. Kandungan mineral ikan juga tergantung pada faktor ekologis seperti musim, tempat pengembangan jumlah nutrisi yang tersedia, suhu dan salinitas air. Mineral utama yang diperlukan adalah kalsium dan posforus. Kalsium dapat dijumpai pada air-air berkesadahan tinggi sedangkan posforus dapat dijumpai pada tanaman air. Di dalam ekosistem air terjadi daur posforus. Fosfat yang terlarut didalam air diserap oleh ganggang dan tumbuhan air, sedangkan ikan-ikan mendapatkan fosfat melalui rantai makanan (Ye, dkk., 2006).

Kadar kalium (K)

Kadar kalium yang diperoleh pada studi analisis kadar unsur hara pada pupuk organik cair dari limbah jeroan ikan cakalang ditunjukkan pada Tabel 1. Penentuan kadar kalium pada pupuk organik cair dari jeroan ikan cakalang (*katsuwonus pelamis*) sama prosedurnya dengan penentuan kadar posforus menggunakan *Spectro Direct*. Hasil analisis yang diperoleh pada penelitian ini adalah sebanyak K sebesar 1,33% untuk fermentasi 5 hari dan K sebesar 1,48% untuk fermentasi 10 hari. Jika dibandingkan dengan Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70 tahun 2011 tentang persyaratan teknis minimal pada pupuk organik cair, kadar K rata-rata pada fermentasi 5 hari dan 10 hari hampir memenuhi persyaratan minimal pupuk organik cair dimana dalam Peraturan Menteri pertanian tersebut dinyatakan kadar K minimal (3-6)% (Suswono., 2011). Adapun fungsi dari kalium adalah untuk membantu pembentukan protein dan karbohidrat, mengeraskan jerami dan bagian kayu dari tanaman, meningkatkan resistensi

tanaman terhadap penyakit, meningkatkan kualitas biji/ buah, dan memperkuat tubuh tanaman agar tidak roboh serta bunga dan buah tidak mudah gugur (Sutejo, 2002).

Pembuatan pupuk organik cair dari jeroan ikan cakalang dengan metode pembuatan bakasang setelah dilakukan analisis kandungan nitrogen dan fosforus sudah memenuhi syarat minimal pupuk organik cair namun kandungan kaliumnya belum memenuhi sehingga untuk masyarakat yang ingin membuat pupuk organik cair dari jeroan ikan cakalang dengan metode pembuatan bakasang dapat ditambahkan zat atau bahan yang banyak mengandung kalium untuk memenuhi kandungan kaliumnya.

Kesimpulan

Pembuatan pupuk dengan metode pembuatan bakasang dapat dilakukan dan kandungan unsur hara NPK pada pupuk organik cair dari jeroan ikan cakalang (*katsuwonus pelamis*) yang dibuat dengan metode bakasang yaitu pada sampel 5 hari diperoleh N sebesar 2,49%; P sebesar 1,41%; dan K sebesar 1,33%. Pada sampel 10 hari diperoleh N sebesar 3,74%; P sebesar 3,02%; dan K sebesar 1,48%.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu penelitian ini, khususnya kepada laboran Laboratorium Penelitian Kimia Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Tadulako Palu, Sulawesi Tengah atas bantuannya selama penulis melaksanakan penelitian.

Referensi

- Hapsari, N. & Welasi, T. (2013). Pemanfaatan limbah ikan menjadi pupuk organik. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 2(1), 1-6.
- Indriani, F., Sutrisno, E. & Sumiyati, S. (2013). Studi penambahan limbah ikan pada proses pembuatan pupuk cair dari urin sapi terhadap kandungan unsur hara makro (CNPk). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 2(2), 1-6.
- Ismayanda, M. H. & Mulana, F. (2014). Studi pembuatan pupuk kalium sulfat dari abu sekam padi dan gipsum alam menggunakan reaktor tangki berpengaduk. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*, 2(10), 77-83.
- Jigme, Jayamangkala, N., Sutigoolabud, P., Inthasan, J. & Sakhonwasee, S. (2015). The effect of organic fertilizers on growth and yield of broccoli (*brassica oleracea* L. var. *italica plenck* cv. top green). *Journal of Organic Systems*, 10(1), 9-14.
- Lawalata, H. J. & Satiman, U. (2015). Identification of lactic acid bacteria proteolytic isolated from an Indonesian traditional fermented fish sauce bakasang by amplified ribosomal DNA restriction analysis (ARDRA).

- International Journal of ChemTech Research*, 8(12), 630-636.
- Legowo, A. M. & Nurwantoro. (2004). *Analisis pangan*. Semarang: UNDIP press.
- Mazaya, M., Susatyo, E. B. & Prasetya, A. T. (2013). Pemanfaatan tulang ikan kakap untuk meningkatkan kadar fosfor pupuk cair limbah tempe. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 2(1), 7-11.
- Purwaningsih, S., Santoso, J. & Garwan, R. (2013). Perubahan fisiko-kimiawi, mikrobiologis dan histamin bakasangikan cakalang selama fermentasi dan penyimpanan. *Jurnal Teknologi dan Industri pangan*, 2(24), 168-177.
- Santoso, J., Nurjanah & Irawan, A. (2008). Kandungan dan kelarutan mineral pada cumi-cumi dan udang vannamei (*litopenaeus vannamei*) *Jurnal Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*, 1(15), 7-12.
- Sastrohamidjojo, H. (2007). *Spektroskopi*. Yogyakarta: Liberty Yogyakarta.
- Suprihatin. (2011). Proses pembuatan pupuk cair dari batang pohon pisang. *Jurnal Teknik Kimia*, 5(2), 429-433.
- Suswono. (2011). *Persyaratan teknis minimal pupuk organik padat*. Jakarta: Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/SR.140/10/2011 Menteri Pertanian.
- Sutejo, M. M. (2002). *Pupuk dan cara pemupukan*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Waryanti, A., Sudarno & Sutrisno, E. (2013). Studi pengaruh penambahan sabut kelapa pada pembuatan pupuk cair dari limbah cucian ikan terhadap kualitas unsur hara makro (CNPk). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 2(2), 1-7.
- Ye, C. X., Liu, Y. J., Tian, L. X., Mai, K. S., Du, Z. Y., Yang, H. J. & Niu, J. (2006). Effect of dietary calcium and phosphorus on growth, feed epinephelus coioides. *Aquaculture*, 255, 263-271.