



Determination of Iron (Fe) and Copper (Cu) on Pellets from Fermentation of Mozambique Tilapia (*Oreochromis mossambicus*) using Goat Dirt Adhesives

*Verren Thesa M. Pariama & Paulus Hengky Abram

Pendidikan Kimia/FKIP – Universitas Tadulako, Palu – Indonesia 94119

Received 06 December 2019, Revised 09 January 2020, Accepted 06 February 2020

doi: 10.22487/j24775185.2020.v9.i1.pp16-21

Abstract

*Tilapia fish waste and livestock manure are an environmental problem, besides being smelly pollution will also cause disease disorders for humans. The purpose of this study was to determine the levels of micronutrients of iron (Fe) and copper (Cu) on pellets from fermentation of waste tilapia (*Oreochromis mossambicus*) using adhesive goat manure. Fish waste was fermented for 15 days and mixed with adhesive goat manure and then was processed in a pellet making machine. Determination of Fe and Cu levels was determined using Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). The results of determination of levels Fe was 137 ppm and for Cu was 4.1 ppm.*

Keywords: Tilapia fish waste, pellet organic fertilizer, fermentation, goat manure, micro nutrients

Pendahuluan

Ikan mujair adalah salah satu jenis ikan tawar yang dikonsumsi dan diminati oleh masyarakat Kota Palu sumbernya berasal dari danau Lindu. Jenis-jenisnya yaitu mujair biasa, mujair merah, dan mujair albino. Harga yang relatif terjangkau, memiliki kandungan gizinya cukup baik diantaranya energi 89 kkal, protein 18.7 g, kalsium 98 mg dan fosfor 29 mg (Apriyati & Rahimah 2016). Ikan tersebut dipasar tradisional kota Palu oleh para penjual telah dibersihkan dari bagian dalam dan luarnya (jeroan, ekor, sisik, dan sirip).

Jeroan, ekor, sirip dan sisik ikan mujair ini hanya dibuang begitu saja sehingga menyebabkan bau yang tidak sedap dan mencemari lingkungan sekitar. Limbah ikan tersebut dapat dimanfaatkan dan menjadikan salah satu sumber limbah organik. Menurut Tiwow dkk (2016), limbah, sisik, dan sirip ikan mujair dari danau Lindu mengandung unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman seperti kalsium dan fosfor. Menurut Hapsari dkk., (2013), limbah ikan tersebut ternyata masih bisa dimanfaatkan. Secara umum limbah ikan mengandung banyak nutrisi seperti mineral makro maupun mikro, protein, lemak dan sebagainya yang merupakan komponen penyusun pupuk organik (Sudarmi, 2013). Unsur hara mikro seperti Fe berfungsi sebagai pembentuk klorofil dan penyusun enzim dan protein pada tanaman. Unsur hara Cu berfungsi dalam proses pembentukan klorofil dan sebagai komponen utama dalam pembentukan enzim tanaman (Pranata, 2004). Pupuk organik berbahan

baku ikan mampu menyediakan sumber hara bagi tanaman dan mampu menginduksikan *Actinomycetes* sp. dan *Rhizobacteria* sp. yang berperan dalam menghasilkan hormon tumbuh di sekitar perakaran tanaman (El-tarabily dkk., 2004).

Pupuk buatan yang beredar di pasaran selain harganya mahal juga memiliki dampak buruk bagi lingkungan seperti menurunkan tingkat kesuburan tanah sehingga timbul pemikiran untuk menggunakan pupuk organik (Lepongbulan dkk., 2017).

Pupuk organik merupakan pupuk yang berasal dari sisa tanaman, hewan atau manusia yang berbentuk cair maupun padat. Keuntungan utama menggunakan pupuk organik adalah dapat memperbaiki kesuburan kimia, fisik dan biologis tanah, selain sumber hara bagi tanaman (Basmal dkk., 2004). Pupuk organik padat adalah pupuk yang terbuat dari bahan organik dengan hasil akhir berbentuk padat. Pemakaian pupuk organik pada umumnya dengan cara ditaburkan atau ditanamkan dalam tanah tanpa perlu dilarutkan dalam air.

Pupuk organik mempunyai fungsi yang penting dibandingkan dengan pupuk anorganik yaitu salah satunya dapat menggemburkan lapisan permukaan tanah (topsoil) (Rastiyanto dkk., 2017) serta memiliki fungsi kimia yang penting seperti, penyediaan hara makro (nitrogen, fosfor, kalium, kalsium, magnesium dan sulfur) dan mikro seperti zinc, tembaga, kobalt, barium, mangan, dan besi, meskipun jumlahnya relatif kecil (Asngad, 2013).

Pemanfaatan limbah ikan sebagai bahan pupuk organik sudah lama dilakukan. Hingga saat

*Correspondence:

Verren Thesa M. Pariama

e-mail: verrenthesa@gmail.com

© 2020 the Author(s) retain the copyright of this article. This article is published under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0, which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ini telah banyak beredar berbagai jenis pupuk organik berbahan baku limbah ikan, baik sebagai pupuk padat atau pupuk cair (Davis dkk., 2004). Pupuk padat berbahan baku ikan umumnya dibuat dalam bentuk tepung, granula atau pelet, sedangkan dalam bentuk cair berupa emulsi konsentrasi tinggi (Davis dkk., 2004).

Pembuatan pupuk organik pelet sama halnya dengan pembuatan pupuk organik secara umum. Proses pembuatannya berlangsung secara anaerob (dalam kondisi tidak membutuhkan oksigen) atau secara fermentasi tanpa bantuan sinar matahari (Prihandarini, 2004). Pupuk organik padat dalam bentuk pelet memiliki keunggulan yaitu dapat mengurangi overdosis tanaman terhadap pelepasan nutrisi yang mendadak (Qoris dkk., 2016), serta memperbaiki penampilan dan kemasan produk (Suryanto & Wahyono, 2011).

Pupuk organik pelet memiliki kelemahan salah satunya yaitu mudah pecah dan hancur. Sehingga untuk mengatasi hal tersebut dalam proses pembuatannya pupuk organik pelet perlu ditambahkan dengan perekat. Fungsi perekat yaitu untuk meningkatkan sifat fisik pelet dan kekompakan pelet. Perekat yang digunakan sebagai campuran dapat berupa perekat alami dan buatan. Bahan perekat yang digunakan harus mempunyai sifat rekat yang baik, tidak membahayakan tanaman, mudah ditemukan, dan harga yang terjangkau (Isroi, 2009).

Bahan perekat yang digunakan yaitu kotoran kambing. Bahan ini sangat mudah ditemukan, harganya relatif terjangkau bahkan kita dapat mengambilnya secara gratis. Pemberian kotoran kambing dapat meningkatkan kualitas tanah. Hal ini disebabkan bentuk kotoran kambing berupa granul sehingga menjadikan tanah memiliki ruang pori yang meningkat. Aktivitas mikroba dengan sekresi lendir mampu meningkatkan butiran halus tanah menjadi granul (Rahayu dkk., 2014)

Tulisan ini dimaksudkan untuk mendeskripsikan tentang penentuan kadar besi (Fe) dan tembaga (Cu) pada pelet dari fermentasi limbah ikan mujair menggunakan perekat kotoran kambing.

Metode

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah wadah, blender, gelas kimia, erlenmeyer, corong, gelas ukur, spatula, batang pengaduk, labu ukur, timbangan digital, pipet tetes, lumpang dan alu, pencetak pelet, Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah limbah ikan mujair (jeroan, sisik, sirip, dan ekor), HNO₃ pekat 65%, kertas saring, gula merah, tomat, kotoran kambing, dan aquades.

Preparasi Sampel

Ikan mujair pada tahap ini dipisahkan antara ikan dan limbah berupa jeroan, insang, sirip, sisik, dan ekor. Kemudian limbah jeroan dan insang dihaluskan lalu difermentasi. Sirip, sisik, dan ekor ikan dikeringkan dan dihaluskan hingga berbentuk bubuk.

Pembuatan Pupuk Padat Dalam Bentuk Pelet

Pembuatan Molase

Cairan molase dibuat dengan menghaluskan tomat 416.6 gram dan gula merah 230.8 gram (Arafah, 2017).

Proses Fermentasi

Limbah jeroan dan insang yang sudah dihaluskan ditambahkan dengan molase kemudian difermentasi selama 15 hari (Arafah, 2017).

Penambahan Limbah (sirip, sisik, ekor)

Limbah yang sudah difermentasi ditambahkan bubuk sirip, sisik dan ekor ikan (Arafah, 2017).

Penambahan Perekat dan HNO₃

Hasil yang diperoleh ditambahkan perekat kotoran kambing 50%. Selanjutnya ditambahkan HNO₃ pekat 65% sebanyak 15 mL kemudian dimasukkan dalam cetakan pelet, lalu dikeringkan (Prabawa, 2017).

Analisis Fe dan Cu dalam pupuk

5 gram pupuk yang sudah menjadi pelet dilarutkan dengan HNO₃ pekat 15 mL, kemudian disaring dan diambil filtratnya, lalu dimasukkan dalam labu ukur 500 mL kemudian dimasukkan aquades sampai tanda batas setelah itu dihomogenkan. Larutan yang telah homogen akan diukur kadar Fe dan Cu (Prabawa, 2017).

Analisis Kadar Unsur Hara Mikro dengan SSA

Penentuan kandungan unsur hara mikro Fe (besi) dan Cu (tembaga) diukur dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom. Logam besi diukur pada panjang gelombang 248.3 nm, dan logam tembaga diukur pada panjang gelombang 324.7 nm. Data sampel yang diperoleh dianalisis untuk mendapatkan konsentrasi logam dalam sampel menggunakan persamaan kurva kalibrasi (Khopkar, 2014).

Teknik Analisis Data

Hasil pengukuran deret larutan standar dibuat grafik untuk besi dan tembaga. Data yang diperoleh dianalisis untuk mendapatkan konsentrasi logam dalam sampel menggunakan persamaan kurva kalibrasi (Khopkar, 2014).

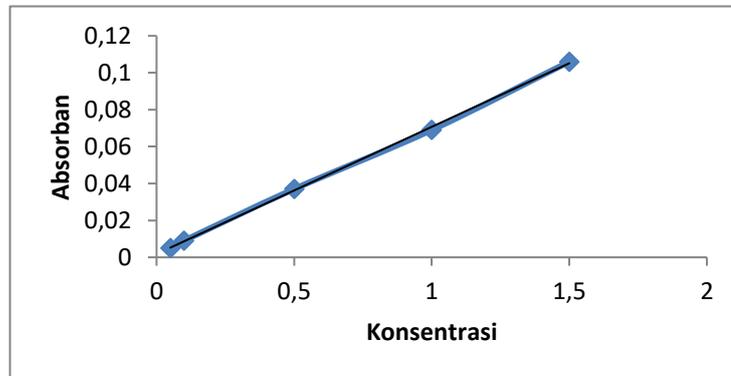
Hasil dan Pembahasan

Hasil yang diperoleh pada penelitian ini yaitu kadar besi dan tembaga pada pelet dari fermentasi limbah ikan mujair (*Oreochromis*

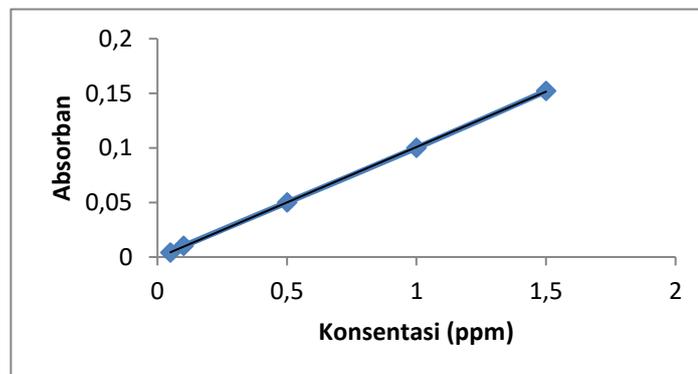
mossambicus) menggunakan perekat kotoran kambing yaitu 1.370 mg/L dan 0.041 mg/L.

Berdasarkan hasil yang diperoleh, jika dilihat dari persamaan regresi diperoleh $y = 0.0689x + 0.0018$. Persamaan regresi ini digunakan untuk mengetahui konsentrasi besi pada sampel. Setelah kurva kalibrasi diperoleh, tahap selanjutnya yaitu penetapan kadar Fe pada sampel. Pengukuran ini dilakukan sebanyak 5 kali, dimana masing-masing

absorbansinya adalah 0.005; 0.009; 0.037; 0.069; dan 0.106. Dari hasil absorbansi ini, konsentrasi sampel dapat diketahui dengan menggunakan persamaan regresi sehingga diperoleh konsentrasi masing-masing yaitu 0.05 ppm; 0.1 ppm; 0.5 ppm; 1 ppm; dan 1.5 ppm. Kadar unsur hara Fe pada pupuk organik padat limbah ikan mujair yaitu 137 ppm atau 0.0137%.



Gambar 1. Kurva kalibrasi Fe



Gambar 2. Kurva kalibrasi Cu

Berdasarkan hasil yang diperoleh, jika dilihat dari persamaan regresi diperoleh $y = 0.1015x - 0.0008$. Persamaan regresi ini digunakan untuk mengetahui konsentrasi tembaga pada sampel. Setelah kurva kalibrasi diperoleh, tahap selanjutnya yaitu penetapan kadar Cu pada sampel. Pengukuran ini dilakukan sebanyak 5 kali, dimana masing-masing absorbansinya adalah 0.004; 0.010; 0.050; 0.100; dan 0.152. Dari hasil absorbansi ini, konsentrasi sampel dapat diketahui dengan menggunakan persamaan regresi sehingga diperoleh konsentrasi masing-masing yaitu 0.05 ppm; 0.1 ppm; 0.5 ppm; 1 ppm; dan 1.5 ppm. Kadar unsur hara Cu pada pupuk organik padat limbah ikan mujair yaitu 4.1 ppm atau 0.041%.

Pembuatan Pelet dari Fermentasi

Pada mulanya istilah fermentasi digunakan untuk menunjukkan proses perubahan glukosa menjadi etanol yang berlangsung secara anaerob. Namun, kemudian istilah fermentasi berkembang lagi menjadi seluruh perombakan senyawa organik yang dilakukan mikroorganisme (Jannah, 2010).

Pembuatan pelet dalam proses fermentasi ditambahkan molase yang merupakan suatu energi dalam media fermentasi karena mengandung nutrisi cukup tinggi untuk kebutuhan mikroorganisme. Molase yang digunakan adalah campuran tomat dan gula merah yang terlebih dahulu dihaluskan. Tomat dan gula merah berfungsi sebagai sumber energi dan penyubur bakteri. Menurut Padang dkk., (2011)

keuntungan dalam menambahkan molase dalam proses fermentasi adalah dapat meningkatkan pertumbuhan bakteri sehingga proses pemecahan senyawa organik menjadi senyawa sederhana terjadi dengan sempurna.

Waktu yang digunakan sebagai proses fermentasi membantu menguraikan unsur-unsur yang ada dipupuk organik pelet sehingga nantinya dapat diserap dengan baik oleh tanah. Bahan yang digunakan dalam pembuatan pupuk pelet menggunakan bermacam-macam limbah organik dan bahan-bahan yang dapat ditemukan dilingkungan sekitar sehingga mengandung banyak unsur hara serta mikroorganisme. Dengan adanya proses fermentasi yang dilakukan selama 15 hari, berfungsi menguraikan unsur-unsur organik yang ada di dalam sampel.

Kadar Besi (Fe)

Sebagai unsur esensial yang dibutuhkan tanaman, besi memiliki banyak peran penting dalam proses metabolisme tanaman (Mehraban dkk., 2008). Dalam penentuan kadar besi pada sampel pupuk organik padat dari limbah ikan mujair dilakukan dengan menggunakan metode spektrofotometri serapan atom (SSA) karena metode ini sangat tepat untuk analisis zat pada konsentrasi rendah. Spektroskopi serapan atom digunakan untuk mengidentifikasi dan menentukan (kualitatif dan kuantitatif) logam-logam dalam tingkat 'trace' dalam semua jenis materi dan larutan (Arifin, 2008).

Logam Fe didalam tanah berfungsi sebagai pelaksana pemindahan elektron dalam proses metabolisme dan pada tanaman berfungsi sebagai membentuk zat hijau daun pada klorofil (Refilda dkk., 2015).

Kadar Tembaga (Cu)

Tembaga (Cu) adalah logam transisi redoks-aktif yang penting untuk tanaman, serta untuk semua organisme hidup (Yruela, 2009) Peranan tembaga bagi tanaman adalah sebagai pendorong proses pembentuk klorofil daun dan komponen dalam pembentukan enzim tanaman yang berperan dalam proses perombakan karbohidrat dan metabolisme nitrogen (Daniel dkk., 2013) Kekurangan Cu menyebabkan ujung daun secara tidak merata dan sering ditemukan layu. Bahkan, pada defisit Cu yang parah akan menyebabkan klorosis (warna daun menjadi pucat akibat kerusakan klorofil), tetapi jaringannya tidak mati (Pranata, 2004). Kelebihan Cu akan berakibat tanaman tumbuh kerdil, percabangan terbatas, pembentukan akar terhambat, akar menebal dan berwarna gelap (Wulandari, 2012).

Perekat Kotoran Kambing

Penambahan perekat kotoran kambing dalam pupuk organik pelet limbah ikan mujair dapat merekatkan pupuk dan teksturnya akan semakin meningkat untuk dijadikan sebuah pupuk padat dalam bentuk pelet. Perekat berfungsi untuk meningkatkan sifat fisik pelet yang meliputi ukuran,

densitas, daya serap air, dan durabilitas (Wardhana dkk., 2015). Tekstur kotoran kambing adalah khas karena berbentuk butiran-butiran yang sukar dipecah secara fisik sehingga sangat berpengaruh terhadap proses penyediaan haranya. Perubahan fisik pupuk organik dari curah menjadi pelet diperlukan kekuatan fisik yang tidak mudah hancur, namun unsur haranya masih tetap mudah diabsorpsi oleh tanaman (Krisna dkk., 2015).

Rahayu dkk., (2014) mengatakan pemberian kotoran kambing dapat memberikan peningkatan terhadap tanaman dan memberikan hasil terbaik untuk produksinya. Kotoran kambing juga sangat banyak akan kandungan organik yang sangat baik untuk memperbaiki sifat biologis, fisik dan kimia secara alami pada tanah seperti meningkatkan kemampuan tanah sebagai tempat penyimpanan air.

Kotoran kambing dapat digunakan sebagai bahan organik pada pembuatan pupuk karena kandungan unsur haranya relatif tinggi dimana kotoran kambing bercampur dengan air seninya (urine) yang juga mengandung unsur hara (Trivana dkk., 2017).

Kotoran kambing terdiri dari 67% bahan padat dan 33% bahan cair (urine), komposisi unsur haranya yaitu 0.95% N, 0.35 P₂O₅, 1.00% K₂O. Kotoran kambing memiliki kadar N yang lebih tinggi dan kadar air yang lebih rendah dari pada kotoran sapi sehingga jasad renik lebih cepat melakukan perubahan-perubahan secara aktif sehingga dalam perubahan terjadi pembentukan panas sehingga kotoran kambing masuk dalam golongan pupuk panas (Sutedjo, 1995).

Kesimpulan

Kadar Fe dan Cu pada pupuk organik padat limbah ikan mujair adalah 137 ppm dan 4.1 ppm. Kotoran kambing dapat dijadikan sebagai perekat karena dapat merekatkan pupuk dan teksturnya akan semakin meningkat untuk dijadikan sebuah pupuk padat dalam bentuk pelet dan juga dapat memberikan peningkatan terhadap tanaman dan memberikan hasil terbaik untuk produksinya.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada laboran Laboratorium Kimia FKIP Universitas Tadulako dan semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

Referensi

- Apriyati, R. N., & Rahimah, D. S. (2016). *Akuaponik praktis*. Jakarta: Trubus Swadaya.
- Arafah, S. (2017). *Analisis unsur hara mikro pada pupuk organik cair limbah ikan mujair (oreochromis mossambicus) dari danau Lindu dan tambak ikan Desa Kabonena*. Skripsi Tidak Diterbitkan. Palu: Universitas Tadulako.
- Arifin, Z. (2008). Beberapa unsur mineral esensial mikro dalam sistem biologi dan metode

- analisisnya. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 27(3), 99-105.
- Asngad, A. (2013). Inovasi pupuk organik kotoran ayam dan eceng gondok dikombinasi dengan bioteknologi mikoriza bentuk granul. *Jurnal MIPA*, 36(1), 1-7.
- Basmal, J., Widanarto, A., Kusmawati, R., & Utomo, B. (2014). Pemanfaatan limbah ekstraksi alginat dan silase ikan sebagai bahan pupuk organik. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Perikanan*, 9(2), 109-120.
- Daniel, S., Supriadi., & Sarifuddin. (2013). Survei dan pemetaan status hara tembaga dan boron perkebunan kelapa sawit rakyat Hutabayu Raja. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 2(1), 64-71.
- Davis, J. G., Brown, M. A. P., Evans, C. & Mansfield, J. (2004). *The integration of foliar applied seaweed and fish product into the fertility management of organically grown sweet pepper* (Organik farming research foundation project report). North Carolina State University.
- El-Tarabily, K. A. A. H., Nassar, E. S., Giles, J., Hardy, K., & Sivasithamparam. (2004). Fish emulsion as a food base for rhizobacteria promoting growth of radish (*raphanus sativus* L. var. *sativus*) in a sandy soil. *Jurnal Plant and Soil*, 252(2), 397-411.
- Hapsari, N., & Welasih, T. (2013). *Pemanfaatan limbah ikan menjadi pupuk organik*. Skripsi Tidak Diterbitkan. Surabaya: Universitas Pembangunan Nasional Veteran.
- Isroi. (2009). *Pupuk organik granul. Sebuah petunjuk praktis*. Bogor: Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia.
- Jannah, A. M. (2010). Proses fermentasi hidrolisat jerami padi. *Jurnal Teknik Kimia*, 17(1), 44-52.
- Khopkar, S. M. (2014). *Konsep dasar kimia analitik*. Jakarta: UI Press.
- Krisna A, W., Rina, S, S., Saepulloh., Prima, B, A., & Mukharomah, N. A. (2015). The adhesives for organic fertilizer pelletization from the anaerobic digestion residue of paper mill biological sludge. *Jurnal Selulosa*, 4(2), 69-78.
- Lepongbulan, W., Vanny, M. A. T., & Anang, W. M. D. (2017). Analisis unsur hara pupuk organik cair dari limbah ikan mujair (*oreochromis mossambicus*) danau lindu dengan variasi volume mikro organisme lokal (mol) bonggol pisang. *Jurnal Akademika Kimia*, 6(2), 92-97.
- Mehraban, P., Zaedah, A. A., & Sidenghipour, H. R. (2008). Iron toxicity in rice (*oryza sativa* L) under different potassium nutrition. *Asian Journal of Plant Science*, 7(3), 251-259.
- Padang, Y. A., Nurchayati., & Suhandi. (2011). Meningkatkan kualitas biogas dengan penambahan gula. *Jurnal Teknik Rekayasa*, 12(1), 53-62.
- Prabawa, I. D. G. P., & Nurmilatina. (2017). Analisis kualitas formula pupuk organik pelet dari eceng gondok dan tandan kosong kelapa sawit. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, 9(1), 17-28.
- Pranata, A. S. (2004). *Pupuk organik cair: Aplikasi dan manfaatnya*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Prihandarini, R. (2004). Manajemen sampah, daur ulang sampah menjadi pupuk organik. Jakarta: PerPot.
- Qoris, J. M. (2016). *Pengaruh imbalan dosis pupuk N, P, K dan kompos kotoran sapi dalam bentuk pelet dan non pelet terhadap pertumbuhan tanaman jagung (zea mays L.) di tanah regosol*. Skripsi Tidak Diterbitkan. Palu: Universitas Muhammadiyah.
- Rahayu, T. B., Simanjuntak, B. H., & Suprihati. (2014). Pemberian kotoran kambing terhadap pertumbuhan wortel (*daucus carota*) dan bawang daun (*Allium fistulosum* L) dengan budidaya tumpang sari. *Agric*, 26(1), 52 - 60.
- Rastiyanto, E. A., Sutirman., & Pullaila, A. A. (2017). Pengaruh pemberian pupuk organik kotoran kambing terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kailan (*Brassica oleraceae*. L). *Buletin Ikatan*, 3(2), 36-40.
- Refilda, Suhartini, & Indrawati. (2015). Study optimasi penentuan unsur hara besi dalam campuran tanah dan kompos menggunakan metode spektrofotometri. *Jurnal Riset Kimia*, 8(2), 143-148.
- Sudarmi. (2013). Pentingnya unsur hara mikro bagi pertumbuhan tanaman. *Widyatama*, 22(2), 178-183.
- Sutedjo, M. M. (1995). *Pupuk dan cara pemupukan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Tiwow, V., M., A., Hafid, I, W., & Supriadi. (2016). Analisis kadar kalsium (Ca) dan fosforus (P) pada limbah sisik dan sirip ikan mujair (*oreochromis mossambicus*) dari danau Lindu Sulawesi Tengah. *Jurnal Akademika Kimia*, 5(4), 159-165.
- Trivana, L., Pradhana, A. Y., & Manambangtua, A. P. (2017). Optimalisasi waktu pengomposan pupuk kandang dari kotoran kambing dan debu sabut kelapa dengan bioaktivator em4. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, 9(1), 16-24.
- Suryanto, F., & Wahyono, S. (2011). *Membuat pupuk organik granul dari aneka limbah*. Jakarta Selatan: PT. Agromedia Pustaka.
- Wardhana, A, K., Soetopo, R, S., Asthary, P, B., & Aini, M. N. (2015). Perkat untuk pembuatan pelet pupuk organik dari residu proses digestasi anaerobik lumpur biologi industri kertas. *Jurnal Selulosa*, 4(2), 69-78.
- Wulandari, & Septia, N. (2012). *Efek tembaga pada beda potensial listrik permukaan daun tanaman bawang merah*. Skripsi Tidak Diterbitkan. Jember: Universitas Jember.

Yruela. I. (2009). Copper in plants: Acquisition, transport and interactions. *Functional Plant Biology*, 36(5), 409-430.