

PERBEDAAN KONSENTRASI PUPUK HAYATI CAIR BERBASIS AZOLLA TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN PAKCOY (*Brassica rapa* L.)

*(The Differences of Concentration of Azolla-Based Liquid Biological Fertilizer on the Growth and Yield of Pakcoy (*Brassica rapa* L.))*

^{1*}Mieke Rochimi Setiawati, ²N Eka Safitri, ²Shinta Nurrisqi Indrayani, ²Evi Entang Fatimah, ²Nurullita Fitri Qurnia, ¹Reginawanti Hindersah, ¹Pujawati Suryatmana

¹Staf Pengajar Departemen Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, Jl. Raya Bandung Sumedang KM. 21, Hegarmanah, Kec. Jatinangor, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat, 45363, Indonesia

²Mahasiswa Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran Jl. Raya Bandung Sumedang KM. 21, Hegarmanah, Kec. Jatinangor, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat, 45363, Indonesia

*Korespondensi: m.setiawati@unpad.ac.id

ABSTRACT

The application of Azolla-based liquid biofertilizer is a fertilizer supplement for vegetable crops that utilizes the natural potential around agricultural land. Various studies reveal that the concentration of liquid biofertilizer application varies so that for the efficient use of liquid biofertilizer it is necessary to find the right concentration. The purpose of this study was to analyze the response of pakcoy plants through the application of different concentrations of biofertilizers to increase the growth and yield of pakcoy plants. This study used seven treatments with six replications arranged according to a randomized block design. The experimental treatments consisted of: without giving biofertilizers (K0), 5 ml l⁻¹ biofertilizers (K1), 10 ml l⁻¹ biofertilizers (K2), 15 ml l⁻¹ biofertilizers (K3), 20 ml l⁻¹ biofertilizers (K4), 25 ml l⁻¹ biofertilizer (K5), 30 ml l⁻¹ biofertilizer (K6). The results showed that concentrations of biofertilizers ranging from 5 to 30 ml/l could increase plant height, number of leaves, leaf width, leaf length, and leaf area and fresh weight of pakcoy plants compared to no application of biofertilizers. The concentration of 10 ml l⁻¹ biofertilizer resulted in a higher number of pakcoy leaves than the control but did not differ from the fresh weight of the pakcoy plant at each concentration of biofertilizer given. The application of biofertilizer with a concentration of 10 ml l⁻¹ increased the fresh weight of pakcoy plants twice or 100.74% compared to the control. Azolla-based liquid biofertilizers can be used as additional nutrients for NPK fertilizers to increase the growth and yield of pakcoy plants.

Keywords: Azolla, Biofertilizer, Pakcoy

PENDAHULUAN

Pakcoy (*Brassica rapa* L.) merupakan salah satu tanaman sayuran yang banyak diminati dan dikonsumsi masyarakat Indonesia. Sebagai sayuran

daun, pakcoy kaya akan berbagai vitamin dan mineral. Menurut USDA (2019), dalam 100 g pakcoy terdapat 95,32 g air; 1 g serat; 1,5 g protein; 105 mg kalsium; 27 mg fosfor; 252 mg kalium; dan 66 µg

folat. Selain itu, pakcoy juga bermanfaat untuk mencegah kanker, hipertensi, penyakit jantung, serta mencegah anemia bagi ibu hamil.

Berdasarkan data BPS dan Direktorat Jenderal Hortikultura (2015), terjadi penurunan produksi tanaman pakcoy sekitar 5,23% pada tahun 2014 yaitu dari 635,728 ton per tahun menjadi 602,468 ton per tahun. Rendahnya produktivitas pakcoy di Indonesia disebabkan oleh produktivitas lahan pertanian yang terbatas, maka perlu perbaikan sistem budidaya pakcoy dan peningkatan kualitas dan kuantitas produk pakcoy (Setiawati *et al.*, 2019).

Berbagai solusi dapat diupayakan untuk meningkatkan hasil tanaman pakcoy, di antaranya dengan menggunakan pupuk hayati berbasis azolla. Menurut Permentan Nomor 70 Tahun 2011, pupuk hayati adalah produk biologi aktif yang mengandung mikroba yang dapat meningkatkan efisiensi pemupukan dan meningkatkan kesehatan tanah. Menurut Rao (1994), pupuk hayati adalah inokulan berbahan aktif organisme hidup dalam bentuk cair atau padat yang memiliki kemampuan untuk memobilisasi, memfasilitasi, dan meningkatkan ketersediaan hara tidak tersedia menjadi bentuk tersedia. Pada umumnya pupuk hayati cair menggunakan bahan pembawa larutan molase (Setiawati *et al.*, 2017).

Alternatif bahan pembawa pupuk hayati cair dapat digunakan ekstrak tanaman azolla. Tanaman paku air *Azolla pinnata* merupakan tumbuhan yang hidup mengapung di lingkungan perairan dan bersimbiosis dengan Cyanobacteria (*Anabaena azollae*) pemfiksasi N₂ sehingga kandungan N tanaman paku air tersebut cukup tinggi yaitu 4,13 % (Setiawati *et al.*, 2017). Ekstrak azolla yang kaya N dapat mempertahankan viabilitas mikroba fungsional di dalam pupuk hayati.

Ketersediaan unsur hara dalam jumlah yang cukup di dalam tanah menjadi salah satu faktor penunjang untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman secara optimal. Pemberian pupuk hayati dengan konsentrasi yang tepat akan menunjang pertumbuhan dan hasil tanaman pakcoy. Berdasarkan beberapa studi literatur pupuk hayati cair yang diberikan pada berbagai jenis tanaman sayur daun menggunakan konsentrasi berbeda-beda. Berdasarkan hasil penelitian Suhadi *et al.* (2017), pemberian pupuk cair *Azolla pinnata* 15 ml *polybag*⁻¹ menghasilkan berat segar tanaman pakcoy yang tertinggi. Suratno *et al.* (2019) menyatakan bahwa aplikasi pupuk organik cair azolla dengan konsentrasi 20 ml l⁻¹ lebih baik dibandingkan tanpa aplikasi pupuk cair azolla, baik pada tinggi tanaman serta berat basah batang dan daun

tanaman bayam pada umur 21 HST. Burham *et al.* (2016) menyatakan pemberian pupuk organik cair dengan konsentrasi 15 ml l⁻¹ sebanyak dua kali aplikasi dapat meningkatkan hasil bobot segar tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.) per tanaman sebesar 399,76 g.

Berdasarkan pemaparan di atas konsentrasi pupuk cair yang diberikan berpengaruh terhadap pertumbuhan (tinggi tanaman) dan hasil (bobot segar) tanaman sayuran daun. Hal tersebut berkaitan volume dan kepadatan pupuk hayati yang diberikan. Aktivitas mikroba penambat N dan nutrisi yang terkandung di dalam pupuk hayati dapat meningkatkan tinggi tanaman, kandungan khlorofil, jumlah daun, dan bobot segar tanaman.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis respons tanaman pakcoy melalui pemberian konsentrasi pupuk hayati yang berbeda terhadap peningkatan pertumbuhan dan hasil tanaman pakcoy.

BAHAN DAN METODE

Persiapan pupuk hayati berbasis azolla dilakukan di Laboratorium Biologi Tanah Fakultas Pertanian Unpad. Aplikasi konsentrasi pupuk hayati berbasis azolla dilakukan di rumah kaca Fakultas Pertanian di Ciparanje Jatinangor. Ketinggian tempat penelitian 716 m dpl, suhu harian rata-rata 28^o-32^o C dan kelembaban 70-85%.

Pupuk hayati berbasis azolla dibuat dengan mengekstrak azolla menggunakan alat *crusher*, filtrat yang diperoleh ditambahkan sediaan yeast extract 1% dan molase 3% dan difermentasikan dengan menggunakan aerator selama satu minggu. Setelah masa inkubasi, inokulan bakteri penambat N (*Azotobacter* sp., *Azospirillum* sp., dan bakteri endofitik penambat N *Bacillus* sp.) serta bakteri pelarut fosfat (*Pseudomonas fluorescens*) sebanyak 1% ditambahkan ke dalam ekstrak azolla dan diinkubasikan selama empat hari menggunakan pengocokan 120 rpm. Di akhir masa inkubasi, populasi bakteri fungsional dihitung menggunakan metode Total Plate Count (TPC). Total populasi bakteri fungsional diperoleh sebesar >10⁸ CFU ml⁻¹.

Media tanam yang digunakan adalah tanah Inseptisols Jatinangor yang mempunyai pH 5,58 (agak masam), C-organik 1,67% (rendah), N total 0,18% (rendah), C/N 9 (rendah) P₂O₅ HCl 25% 40,9 mg per 100 g (sedang), P₂O₅ 2,79 ppm (sangat rendah), K₂O HCl 25% 61,14 mg per 100 g (sangat tinggi), tekstur liat berdebu. Media tanam disiapkan dengan cara diayak dengan saringan 2 mm dan ditimbang sebanyak 10 kg tiap polybag. Pupuk kotoran kambing diberikan pada setiap *polibag* dengan dosis 10 ton ha⁻¹ atau setara dengan 50 g *polybag*⁻¹. Kelembaban tanah dijaga sesuai kapasitas

lapang, media tanam diinkubasikan selama seminggu sebelum tanam.

Bibit tanaman pakcoy disiapkan dua minggu sebelum tanam di persemaian dengan media tanam campuran tanah:kompos 1:1. Setelah dua minggu dan tumbuh empat helai daun, bibit pakcoy dipindahkan ke polybag. Saat pindah tanam bibit ke polybag, dilakukan pemberian pupuk dengan dosis 355 kg urea ha⁻¹, 300 kg SP-36 ha⁻¹, 250 kg KCl ha⁻¹. Urea diberikan dua kali aplikasi dengan jumlah yang sama pada saat tanam dan 14 HST. Pemberian pupuk hayati dengan berbagai konsentrasi sesuai perlakuan diberikan pada saat tanaman pakcoy berumur 1 MST. Pemberian pupuk hayati dilakukan dengan cara disiramkan (dikocor) di sekitar akar pada media tanam tanaman pakcoy.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK). Penelitian ini terdiri dari tujuh perlakuan dengan enam kali ulangan. Perlakuan yang digunakan adalah konsentrasi pupuk hayati yaitu: tanpa pemberian pupuk hayati (K0), 5 ml l⁻¹ pupuk hayati (K1), 10 ml l⁻¹ pupuk hayati (K2), 15 ml l⁻¹ pupuk hayati (K3), 20 ml l⁻¹ pupuk hayati (K4), 25 ml l⁻¹ pupuk hayati (K5), 30 ml l⁻¹ pupuk hayati (K6). Data

hasil pengamatan dilakukan uji normalitas untuk mengetahui penyebaran data. Data yang menyebar normal dilakukan analisis ragam ANOVA untuk mengetahui pengaruh signifikansi perlakuan. Apabila terdapat pengaruh yang nyata, pengujian dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf nyata 5% untuk melihat perbedaan antar perlakuan (Gomez dan Gomez, 2007).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Tanaman dan Jumlah Daun

Pakcoy

Tinggi tanaman pakcoy pada 3 MST yang diberi pupuk hayati dengan berbagai konsentrasi (5 sampai 30 ml l⁻¹) menunjukkan tinggi tanaman yang lebih besar dari pada tanpa diberi pupuk hayati (Tabel 1). Pemberian pupuk hayati dengan konsentrasi yang meningkat tampaknya belum mampu meningkatkan tinggi tanaman pakcoy walaupun ada kecenderungan tinggi tanaman semakin meningkat pula. Hal ini dapat terjadi karena nutrisi yang diberikan dari pupuk hayati penambat N maupun pelarut fosfat tidak hanya digunakan untuk meningkatkan tinggi tanaman tetapi juga untuk perkembangan pertumbuhan lainnya seperti jumlah daun dan lebar daun.

Tabel 1. Pengaruh konsentrasi pupuk hayati berbasis azolla terhadap tinggi tanaman dan jumlah daun pakcoy

Konsentrasi Pupuk Hayati	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah Daun (helai)
K0 = 0 ml l ⁻¹	17,67 a	9,17 a
K1 = 5 ml l ⁻¹	23,50 b	11,33 ab
K2 = 10 ml l ⁻¹	22,58 b	13,17 b
K3 = 15 ml l ⁻¹	24,42 b	12,17 ab
K4 = 20 ml l ⁻¹	23,92 b	12,50 ab
K5 = 25 ml l ⁻¹	25,17 b	12,50 ab
K6 = 30 ml l ⁻¹	26,08 b	11,00 ab

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti huruf yang sama berbeda tidak nyata berdasarkan Uji Duncan pada taraf 5 %.

Jumlah daun pakcoy yang diberi pupuk hayati 10 ml l⁻¹ terlihat lebih banyak dibandingkan tanpa diberi pupuk hayati (kontrol). Walaupun jumlah daun pakcoy yang diberi pupuk hayati dengan konsentrasi lainnya tidak menunjukkan perbedaan. Jumlah daun pakcoy yang banyak disebabkan terpenuhinya nutrisi untuk pembentukan daun. Bakteri penambat N di dalam pupuk hayati dapat memberikan NH₃ dari hasil penambatan N₂ oleh aktivitas enzim nitrogenase kemudian di dalam jaringan tanaman NH₃ diubah menjadi protein pembentuk biomassa daun tanaman (Hamastuti *et al.*, 2012).

Peningkatan konsentrasi pupuk hayati sebesar 30 ml l⁻¹ cenderung menurunkan jumlah helai daun. Hal ini diduga karena peningkatan populasi pupuk hayati N yang tinggi berkaitan dengan kebutuhan energi yang tinggi untuk

melakukan aktivitasnya. Sumber energi berupa ATP dapat dipenuhi bila P terlarut tersedia oleh aktivitas bakteri pelarut P. Diduga penyediaan P terlarut oleh aktivitas bakteri pelarut P tidak mencukupi kebutuhan aktivitas bakteri penambat N.

Morfologi Daun Pakcoy

Lebar, panjang, dan luas daun pakcoy meningkat akibat pemberian pupuk hayati dibandingkan tanpa pemberian pupuk hayati (Tabel 2). Perbedaan konsentrasi pupuk hayati yang diberikan pada tanaman pakcoy tidak menyebabkan perbedaan pada morfologi daun pakcoy. Menurut Kepmenpan (2009) deskripsi pakcoy varietas Nauli F1 mempunyai lebar daun 13-16 cm dan panjang daun 17-20 cm. Dari hasil penelitian lebar dan panjang daun pakcoy masih di bawah deskripsi pakcoy, akan tetapi jauh lebih besar dibandingkan tanpa pemberian pupuk hayati.

Tabel 2. Pengaruh konsentrasi pupuk hayati berbasis azolla terhadap lebar daun, panjang daun dan luas daun pakcoy

Konsentrasi Pupuk Hayati	Lebar daun (cm)	Panjang daun (cm)	Luas daun (cm ²)
K0 = 0 ml l ⁻¹	7,75 a	11,33 a	70,57 a
K1 = 5 ml l ⁻¹	11,08 b	14,83 b	116,51 b
K2 =10 ml l ⁻¹	11,25 b	15,75 b	126,50 b
K3 = 5 ml l ⁻¹	12,75 b	16,42 b	147,77 b
K4 =20 ml l ⁻¹	11,83 b	15,25 b	129,14 b
K5 =25 ml l ⁻¹	12,17 b	16,25 b	140,25 b
K6 =30 ml l ⁻¹	12,67 b	16,33 b	146,27 b

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti huruf yang sama berbeda tidak nyata berdasarkan Uji Duncan pada taraf 5 %.

Luas daun pakcoy meningkat dengan diberi pupuk hayati dibandingkan tanpa pemberian pupuk hayati (Tabel 2). Peningkatan konsentrasi pupuk hayati menghasilkan luas daun yang sama walaupun terlihat pemberian pupuk hayati dengan konsentrasi 15 ml l⁻¹ (K3) cenderung menghasilkan luas daun yang besar. Luas daun tanaman pakcoy dipengaruhi oleh serapan nutrisi oleh akar tanaman. Aktivitas berbagai mikroorganisme di dalam pupuk hayati menghasilkan hormon-hormon pertumbuhan seperti auksin, sitokinin, dan giberelin yang dapat memacu perkembangan akar tanaman untuk menyerap nutrisi (Wilujeng *et al.*, 2017).

Kandungan Klorofil dan Hasil Pakcoy

Kandungan klorofil daun tanaman pakcoy dianalisis dengan alat klorofil meter CCM-200 menunjukkan tanaman yang diberi dan tidak diberi pupuk hayati

tidak memperlihatkan perbedaan (Tabel 3). Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan kandungan hara tanaman yang berasal dari pupuk anorganik dan pupuk kandang kambing yang diberikan sebagai pupuk dasar telah mencukupi untuk pembentukan klorofil pada daun pakcoy.

Menurut Setiari dan Nurcayati (2009) kandungan klorofil suatu tanaman dipengaruhi oleh umur tanaman, umur daun, morfologi daun dan faktor genetik. Pratama dan Laily (2015) menyatakan, bahwa faktor yang berpengaruh terhadap pembentukan klorofil antara lain gen, cahaya, dan unsur hara N, Mg, dan Fe sebagai pembentuk dan katalis dalam sintesis klorofil. Kandungan klorofil pada daun berpengaruh terhadap reaksi fotosintesis. Kadar klorofil yang rendah akan menyebabkan reaksi fotosintesis kurang optimal sehingga akan menurunkan senyawa karbohidrat yang dibentuk.

Tabel 3. Pengaruh konsentrasi pupuk hayati berbasis azolla terhadap kandungan khlorofil dan bobot basah pakcoy

Konsentrasi Pupuk Hayati	Khlorofil (CCI)	Bobot basah (g)
K0 = 0 ml l ⁻¹	21,78 a	77,32 a
K1 = 5 ml l ⁻¹	27,21 a	143,90 b
K2 = 10 ml l ⁻¹	25,70 a	151,18 b
K3 = 15 ml l ⁻¹	22,47 a	143,82 b
K4 = 20 ml l ⁻¹	25,68 a	136,43 b
K5 = 25 ml l ⁻¹	25,54 a	161,13 b
K6 = 30 ml l ⁻¹	23,48 a	126,99 ab

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Duncan pada taraf 5 %.

Pupuk hayati penambat N menyediakan N dalam bentuk tersedia seperti NH₄⁺. Nitrogen yang merupakan bagian dari sel tanaman, N berfungsi sebagai komponen utama protein, hormon, klorofil, vitamin, dan enzim-enzim esensial untuk kehidupan tanaman, (Sasminto dan Sularno, 2017). Pembentukan karbohidrat hasil asimilasi tanaman meningkat akan menyebabkan peningkatan pada bobot segar tanaman. (Endang, 2007). Semakin banyak jumlah daun tanaman pakcoy maka bobot basah tanaman akan semakin tinggi. Sedangkan bakteri pelarut fosfat menghasilkan P tersedia untuk tanaman. Fosfat tersedia yang dihasilkan dari aktivitas pupuk hayati akan digunakan sebagai sumber energi ATP untuk metabolisme tanaman.

Sehingga tanaman yang diberi pupuk hayati dengan berbagai dosis dari mulai terendah sampai tertinggi menghasilkan bobot segar yang lebih tinggi dibandingkan kontrol (Tabel 3). Tampilan atau vigour tanaman pakcoy yang diberi pupuk hayati (K1-K6) lebih baik dan jauh berbeda dibandingkan kontrol (Gambar 1).

Proses fiksasi N₂ yang dilakukan bakteri penambat N melibatkan aktivitas enzim nitrogenase dan dengan bantuan ATP sebagai sumber energi. Pembentukan amonia pada proses fiksasi N₂ sesuai persamaan reaksi: $N_2 + 8 H^+ + 8 e^- + 16 Mg ATP \rightarrow 2NH_3 + H_2 + 16 Mg ADP$. Dua molekul amonia (NH₃) diperoleh dari satu molekul gas N (N₂) yang dibantu oleh 16 ATP serta elektron dan ion hidrogen (Husnaeni dan Setiawati, 2018).



Gambar 1. Perbedaan tampilan tanaman pakcoy akibat perlakuan perbedaan konsentrasi pupuk hayati cair berbasis azolla pada 27 HST

Pemberian pupuk hayati dengan konsentrasi tertinggi yaitu 30 ml l^{-1} (K6) cenderung menurunkan bobot basah tanaman pakcoy. Konsentrasi pupuk hayati yang tinggi berhubungan dengan populasi mikroba fungsional yang tinggi di dalam pupuk hayati. Bila nutrisi terutama sumber karbon dari pupuk organik bagi mikroba heterotrof di dalam media tanam bagi aktivitas mikroba fungsional tetap, maka mikroba akan kekurangan nutrisi. Aktivitas mikroba akan terganggu dan penyediaan nutrisi oleh mikroba untuk tanaman menjadi menurun sehingga berakibat pada pertumbuhan tanaman dan bobot basah tanaman pakcoy yang tidak meningkat. Pemberian konsentrasi pupuk hayati 10 ml l^{-1} menghasilkan jumlah daun pakcoy yang lebih tinggi dari pada kontrol (Tabel 1) akan tetapi bobot basah tanaman pakcoy tidak berbeda dibandingkan dengan konsentrasi pupuk hayati $5\text{-}30 \text{ ml l}^{-1}$ yang diberikan. Peningkatan bobot basah

tanaman pakcoy yang diberi pupuk hayati dengan konsentrasi 10 ml l^{-1} meningkatkan bobot basah tanaman pakcoy dua kali lipat atau $100,74\%$ dibandingkan kontrol. Oleh karena itu penggunaan pupuk hayati dengan konsentrasi 10 ml l^{-1} lebih ekonomis diaplikasikan untuk meningkatkan hasil bobot basah tanaman pakcoy. Pupuk hayati mengandung bakteri pemfiksasi N dan pelarut fosfat dapat menghasilkan fitohormon sehingga membantu perkembangan akar. Pertumbuhan akar yang lebih baik sejalan dengan peningkatan bobot basah tajuk tanaman. Dalam hal ini, pupuk hayati berguna dalam mengefisiensikan penggunaan NPK dan meningkatkan hasil tanaman (Herlianti *et al.*, 2018)

SIMPULAN

Konsentrasi pupuk hayati mulai dari $5\text{-}30 \text{ ml l}^{-1}$ dapat meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, lebar daun, panjang

daun, dan luas daun serta bobot basah tanaman pakcoy. Konsentrasi pupuk hayati 10 ml l⁻¹ menghasilkan jumlah daun pakcoy yang lebih tinggi dari pada kontrol akan tetapi tidak berbeda dibandingkan dengan bobot basah tanaman pakcoy pada setiap konsentrasi pupuk hayati yang diberikan. Peningkatan bobot basah tanaman pakcoy yang diberi pupuk hayati dengan konsentrasi 10 ml l⁻¹ meningkatkan bobot basah tanaman pakcoy dua kali lipat atau 100,74% dibandingkan kontrol.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami sampaikan kepada Universitas Padjadjaran yang telah mendanai penelitian ini melalui program Riset Kompetensi Dosen Unpad (RKDU) Tahun 2021.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Indonesia. 2015. Statistik Tanaman Sayuran dan Buah-buahan Semusim.
- Burham, D., Maghfoer, M.D., dan Heddy, S. 2016. Pengaruh Konsentrasi dan Waktu Pemberian Pupuk Organik Cair Bioaktivator terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 4 (7): 555-561.
- Endang. 2007. Pengaruh Takaran Pupuk Organik dan Pupuk Nitrogen terhadap Pertumbuhan Vegetatif Mentimun (*Cucumis sativus* L.). Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Gomez, K., dan Gomez, A. 2007. Prosedur Statistik untuk Penelitian Pertanian (Edisi 2). Universitas Indonesia. Jakarta.
- Hamastuti, H., Elysa, D.O, Juliastuti, S.R, dan Nuniek, H. 2012. Peran Mikroorganisme *Azotobacter chroococcum*, *Pseudomonas fluorescens*, dan *Aspergillus niger* pada Pembuatan Kompos Limbah Sludge Industri Pengolahan Susu. *Jurnal Teknik POMITS*. 1 (1): 1-5.
- Herlianti, A.M., Setiawati, M.R., dan Hindersah, R. 2018. Pengaruh Pupuk Hayati dan Pupuk Anorganik terhadap Populasi Bakteri Endofit, Kandungan Klorofil dan Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) pada Hidroponik Sistem NFT. *Agrin* 22 (1): 1-9.
- Husnaeni, F., dan Setiawati, M.R. 2018. Pengaruh Pupuk Hayati dan Anorganik terhadap Populasi *Azotobacter*, Kandungan N, dan Hasil Pakcoy pada Sistem Nutrient Film Technique. *Biodjati* 3: 90-98.
- Keputusan Menteri Pertanian Nomor 390/Kpts/SR.120/1/2009. Deskripsi pakcoy Varietas Nauli F1.

- Permentan No. 70/2011 tentang Pupuk Organik, Pupuk Hayati dan Pembenahan Tanah.
- Pratama, A.J., dan Laily, A.N. 2015. Analisis Kandungan Klorofil Gandasuli (*Hedychium gardnerianum* Shephard ex Ker-Gawl) pada Tiga Daerah Perkembangan Daun yang Berbeda. Pendidikan Biologi, Pendidikan Geografi, Pendidikan Sains, PKLH – FKIP UNS.
- Rao, S. 1994. Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman. Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Sasminto, A.T., dan Sularno. 2017. Efektivitas Konsentrasi Pupuk Cair Hayati terhadap Pertumbuhan dan Produksi Padi Sawah *Oryza sativa* L. Prosiding Seminar Nasional 2017 Fak. Pertanian UMJ, 8 November 2017. Hal: 220-228.
- Setiari, N., dan Nurchayati, Y. 2009. Eksplorasi Kandungan Klorofil pada Beberapa Sayuran Hijau sebagai Alternatif Bahan Dasar Makanan Tambahan. *BIOMA*, 11 (1): 6-10.
- Setiawati, M.R., Aini, H.F., Suryatmana, P., and Hindersah, R. 2019. Application of Inorganic Fertilizer and Bio-Fertilizer on Chlorophyll Content, pH, and Leaves Number of Pak Choi (*Brassica rapa* L.) in Hydroponics. *International Journal of Agriculture, Environment and BioResearch* 4 (04); http://ijaeb.org/uploads2019/AEB_04_381.pdf
- Setiawati, M.R., Suryatmana P., dan Amalia, C.A. 2017. Karakteristik *Azolla pinnata* sebagai Pengganti Bahan Pembawa Pupuk Hayati Padat Bakteri Penambat N₂ dan Bakteri Pelarut P. *Soilrens*. 15 (1): 46-52.
- Suhadi, I., Farida, dan Zakirah. 2017. Respon Tanaman Pakcoy (*Brassica chinensis* L.) terhadap Pemberian Pupuk Organik Cair (*Azolla pinnata*). Jurusan Agroteknologi, Sekolah Tinggi Pertanian Kutai Timur (1): 1-20.
- Suratno, Asyim, M., Rohman, H.F., and Sukri, M.Z. 2019. Applications of Liquid Organic Fertilizer Azolla and Nitrogen Fertilizer Towards Results and Quality of Spinach (*Amaranthus* sp.). *Proceedings of the Second International on Food and Agriculture*, 473-477.
- USDA. 2019. U.S. Department of Agriculture. Cabbage, Chinese (pak-choi), Raw. Food Data Central. <https://fdc.nal.usda.gov/>
- Wilujeng, S., dan Agustini, V. 2017. Studi Awal Kultur Biji Sowang (*Xanthostemon novaguineense* Valet.) secara *in-vitro*, *Jurnal Biodjati*, 2 (1): 64-71.