

**PENGARUH PUPUK HAYATI DAN ANORGANIK
TERHADAP POPULASI BAKTERI PELARUT FOSFAT, TINGGI TANAMAN,
DAN HASIL TANAMAN PAKCOY PADA *NUTRIENT FILM TECHNIQUE***

***THE EFFECT OF BIOLOGICAL AND ANORGANIC FERTILIZER
TOWARD PHOSPHATE SOLID BACTERIAL POPULATION, THE PLANTS GROWTH,
AND PAKCOY USING NUTRIENT FILM***

Katrina Putri Utami dan Mieke Rochimi Setiawati

Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran
Jl. Raya Bandung Sumedang km 21 Jatinangor
email: katrinaputriutami123@gmail.com

Abstak

Salah satu teknik hidroponik adalah *Nutrient Film Technique (NFT)*. Sistem hidroponik ini masih menggunakan nutrisi berupa pupuk anorganik. Pemakaian pupuk anorganik dapat disubstitusi dengan pemakaian pupuk hayati sehingga lebih ramah lingkungan. Penelitian kombinasi pupuk hayati dan pupuk anorganik untuk tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) pada sistem NFT ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri atas empat perlakuan yaitu 100%, 75%, dan 50% pupuk anorganik ditambah 100% pupuk hayati diulang tiga kali. Penelitian dilaksanakan pada bulan September 2017 sampai Januari 2018. Parameter yang diamati pada penelitian ini antara lain populasi Bakteri Pelarut Fosfat, tinggi tanaman, dan hasil tanaman pakcoy. Pemberian pupuk anorganik dan pupuk hayati dapat meningkatkan populasi BPF, tinggi tanaman, dan hasil tanaman pakcoy. Kombinasi pupuk anorganik 50% dan pupuk hayati menghasilkan populasi BPF, tinggi tanaman, dan hasil tanaman yang terbaik pada tanaman pakcoy.

Kata kunci: *hidroponik, NFT, pakcoy, BPF, pupuk*

Abstract

Nutrient Film Technique (NFT) is a kind of hydroponic techniques which uses inorganic fertilizer nutrients. The use of inorganic fertilizers can be substituted with biological fertilizers so that they are more environmentally friendly. The research on the combination of biological fertilizers and inorganic fertilizers for pakcoy (*Brassica rapa* L.) plant. Randomized Block Design (RBD) consisting of four treatments was used in this research. They were 100%, 75%, and 50% inorganic fertilizer and 100% biological fertilizer in three periodical times. This research was carried out in September 2017 to January 2018. The parameters observed in this study included Phosphate Solvent Bacteria (PSB), plant growth and pakcoy plants. The result shows that the provision of inorganic fertilizers and biological fertilizers is able to increase the PSB population, plant height, and pakcoy plants. The combination of 50% inorganic fertilizer and biofertilizer produces the best PSB population, plant height and the best result on pakcoy.

Keywords: *hydroponic, NFT, pakcoy, PSB, fertilizer*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara agraris yang menjadikan hasil pertanian sebagai sumber penghasil terbesarnya. Pakcoy (*Brassica rapa* L.) merupakan tanaman sayuran yang masuk ke dalam famili Brassicaceae. Tanaman pakcoy saat ini banyak dimanfaatkan masyarakat dalam berbagai masakan. Hal tersebut menyebabkan peningkatan kebutuhan tanaman pakcoy di kalangan masyarakat. Data Badan Pusat Statistik (BPS) dan Direktorat Jenderal Hortikultura (2015) yaitu produksi tanaman pakcoy mengalami penurunan sekitar 5,23% yaitu dari 635,728 ton/tahun pada tahun 2013 menjadi hanya 602,468 ton/tahun pada tahun 2014.

Salah satu alternatif tersebut adalah budidaya pakcoy sistem hidroponik. Hidroponik adalah sistem budidaya pertanian tanpa menggunakan media tanah yang pemberian air dan nutrisi memungkinkan dilaksanakan secara bersamaan (Susila, 2013). Keunggulan sistem budidaya hidroponik antara lain adalah menghemat penggunaan lahan, mutu hasil panen dapat dijamin karena kebutuhan nutrient tanaman dipasok secara terkendali, tidak tergantung musim/waktu tanam dan panen sehingga dapat diatur sesuai kebutuhan pasar.

Salah satu teknik hidroponik adalah *Nutrient Film Technique (NFT)*. Sistem ini mendesain sebagian akar tanaman

terendam dalam air yang sudah mengandung pupuk. Bagian atas tanaman berada di atas permukaan air yang bersirkulasi selama 24 jam terus menerus. Lapisan air tersebut sangat tipis yaitu sekitar 3 mm sehingga mirip lapisan film (Sibarani, 2005). Sistem hidroponik ini masih menggunakan nutrisi berupa pupuk anorganik.

Pupuk anorganik miskin unsur hara mikro dan mengandung residu yang dapat memberi dampak buruk bagi lingkungan yang berimbas pada rusaknya ekosistem yang dapat dilihat dari tingginya tingkat pencemaran air dan tanah serta berdampak pada kesehatan manusia (Cahyono, 2008). Untuk itu perlu diimbangi dengan pemakaian pupuk hayati. Pupuk hayati merupakan pupuk yang berasal dari mikroorganisme hidup yang mampu mengubah unsur hara dari bentuk yang belum dapat digunakan menjadi bentuk tersedia bagi tanaman (Purnomo, Supriyanto, & Purnobasuki, 2016). Pupuk hayati terdiri dari isolat *Azotobacter* sp, *Azospirillum* sp, bakteri endofitik, dan mikroba (bakteri dan jamur) pelarut fosfat. Pemakaian pupuk hayati ini dapat mensubstitusi pemakaian pupuk anorganik sehingga lebih ramah lingkungan.

Pemakaian pupuk hayati dapat meningkatkan kandungan P dan meningkatkan populasi Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) dalam tanaman. Lumbanraja (2013) menambahkan bahwa salah satu BPF

yaitu *Bacillus* sp memiliki kemampuan untuk memproduksi hormon pertumbuhan tanaman. Potensi kemampuan mikrobial dalam mensintesa hormon yang berguna bagi tanaman yang bertanggung jawab atau berperan dalam perluasan areal permukaan akar tanaman dan juga memperbaiki interaksi tanaman dengan mikrobial tanah sehingga dapat meningkatkan penyerapan unsur hara.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2017 sampai Januari 2018. Tempat penelitian dilakukan di Laboratorium Biologi Tanah Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Jatinangor, Kabupaten Sumedang. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanaman pakcoy varietas Flamingo, pupuk anorganik untuk tanaman pakcoy, pupuk hayati Bion-UP produk Laboratorium Biologi Tanah yang terdiri dari isolat *Azotobacter* sp, *Azospirillum* sp, bakteri endofitik, dan mikroba (bakteri dan jamur) pelarut fosfat, media Ashby, JNFb, Okon, dan Pikovskaya untuk uji kepadatan *Azotobacter*, bakteri endofitik, *Azospirillum*, dan BPF.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri atas 4 perlakuan dan 3 ulangan, yaitu: perlakuan A (100% pupuk anorganik), perlakuan B (100% pupuk anorganik + 100% pupuk hayati),

perlakuan C (75% pupuk anorganik + 100% pupuk hayati), perlakuan D (50% pupuk anorganik + 100% pupuk hayati). Pupuk anorganik 100% terdiri dari 2 L larutan A + 2 L larutan B + 46 L air, pupuk anorganik 75% terdiri dari 1,5 L larutan A + 1,5 L larutan B + 47 L air, pupuk anorganik 50% terdiri dari 1 L larutan A + 1 L larutan B + 48 L air, dan pupuk hayati 100% terdiri dari 5 mL/L = 250 mL/50 L. Setiap perlakuan digunakan 15 tanaman pakcoy. Hasil sidik ragam yang berpengaruh nyata diuji lanjut dengan Uji *Duncan New Multiple Range Test (DNMRT)* pada taraf 5%. Parameter yang diamati pada penelitian ini antara lain populasi BPF dan Serapan P tanaman. Adapun tahapan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

Larutan nutrisi yang digunakan ada 2 yaitu Larutan A dan Larutan B. Larutan nutrisi A terdiri dari $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 50 g/L, NH_4NO_3 17,5 g/L, dan KNO_3 17,5 g/L. Sedangkan larutan nutrisi B terdiri dari KH_2PO_4 17,5 g/L, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 40 g/L, FeSO_4 1,25 g/L, $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 1,25 g/L, B 1,25 g/L, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 1,25 g/L, $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 1,25 g/L, dan *Molybdenum* 1,25 g/L (Parks & Carly, 2011). Komposisi larutan A dan B tersebut masing-masing dicampurkan dengan 20 L air sehingga menjadi larutan induk. Larutan nutrisi 100% terdiri dari 2 L larutan induk A dan 2 L larutan induk B diencerkan dengan 46 L air sampai menjadi 50 L larutan nutrisi. larutan

nutrisi 75% terdiri dari masing-masing 1,5 L larutan A dan B yang diencerkan dengan 47 L air. Larutan nutrisi 50% terdiri dari masing-masing 1 L larutan A dan B yang diencerkan dengan 48 L air.

Persemaian benih pakcoy dilakukan selama 14 hari sebelum penanaman (Sarido & Junia, 2015) dan dilakukan pada baki semai dengan menggunakan media *rockwool*. Kemudian 1 benih pakcoy diletakkan pada *rockwool* yang sebelumnya telah diberi lubang. Setelah itu disiram hingga jenuh air. Pemeliharaan selama 14 hari disiram menggunakan air satu kali sehari. Bibit yang siap dipindah tanam berumur 14 hari.

Pemeliharaan dilakukan dengan cara mengontrol larutan nutrisi untuk tanaman pakcoy. *Electrical Conductivity (EC)* ideal untuk tanaman pakcoy antara 1,5-2,0 mS/cm. Apabila nilai EC kurang dari 1,5 mS/cm harus dilakukan penambahan nutrisi sedangkan apabila nilai EC lebih dari 2,0 mS/cm harus diturunkan dengan cara menambahkan air ke nutrisi. Selain itu, menjaga posisi pompa agar selalu menyala. Tanaman pakcoy yang telah mati perlu disulam dengan tanaman pakcoy yang baru.

Pengamatan yang dilakukan yaitu populasi BPF dan serapan P. Pakcoy dipanen setelah 4 Minggu Setelah Tanam (MST). Pakcoy dipanen dan ditimbang bobot basah dan setelah itu dikeringkan. Pengeringan dilakukan untuk selanjutnya

dibawa ke Laboratorium Kesuburan Tanah dan Nutrisi Tanaman untuk dianalisis kandungan P. Kemudian dilakukan pengambilan sampel populasi BPF yang terdapat di dalam larutan nutrisi yang sebanyak 10 ml. Sebelum dilakukan pengambilan sampel larutan, instalasi hidroponik harus dimatikan listriknya terlebih dahulu. Selanjutnya sampel BPF dianalisis untuk dihitung populasi BPF di Laboratorium Biologi Tanah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Populasi Bakteri Pelarut Fosfat (BPF)

Kombinasi pupuk hayati dengan pupuk anorganik memberikan pengaruh nyata terhadap populasi bakteri pelarut fosfat pada larutan nutrisi hidroponik tanaman pakcoy. Populasi bakteri pelarut fosfat pada pupuk hayati terdapat $1,7 \times 10^6$ cfu/mL pada awal penelitian. Setelah 4 MST, aplikasi kombinasi pupuk hayati dengan pupuk anorganik terdapat peningkatan jumlah populasi bakteri pelarut fosfat menjadi $3,55 \times 10^6$ pada perlakuan D. Peningkatan populasi bakteri pelarut fosfat sebanyak dua kali lipat dari populasi awalnya, menunjukkan bahwa kombinasi pupuk hayati dengan pupuk anorganik 50% dapat meningkatkan populasi bakteri pelarut fosfat.

Hasil analisis statistik pada Tabel 1 menunjukkan bahwa populasi bakteri pelarut fosfat pada perlakuan C (75%

Tabel 1
Pengaruh Kombinasi Pupuk Hayati dan Pupuk Anorganik terhadap Populasi Bakteri Pelarut Fosfat (BPF)

Perlakuan	Total Populasi BPF 10 ⁶ CFU g ⁻¹
A = 100% Pupuk Anorganik	2,54 a
B = 100% Pupuk anorganik + Pupuk Hayati	3,43 b
C = 75% Pupuk Anorganik + Pupuk Hayati	2,85 ab
D = 50% Pupuk Anorganik + Pupuk Hayati	3,55 b

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%.

pupuk anorganik + pupuk hayati) tidak berbeda nyata dengan perlakuan A (kontrol). Perlakuan A memberikan populasi yang rendah dibandingkan dengan perlakuan lain. Hal ini dikarenakan pada perlakuan A tidak dilakukan aplikasi pupuk hayati.

Populasi bakteri pelarut fosfat pada perlakuan B (100% pupuk anorganik + pupuk hayati) dan D (50% pupuk anorganik + pupuk hayati) berbeda nyata terhadap perlakuan A (kontrol). Perlakuan B, C dan D memberikan populasi bakteri pelarut fosfat yang lebih tinggi dibandingkan kontrol. Hal ini dikarenakan pada perlakuan B, C, dan D dilakukan aplikasi bakteri pelarut fosfat yang berasal dari pupuk hayati yang mengandung *Pseudomonas* sp. sehingga dapat meningkatkan populasi bakteri pelarut fosfat di dalam larutan nutrisi hidroponik tanaman pakcoy. Perlakuan 50%-100% pupuk anorganik meningkatkan populasi bakteri pelarut fosfat atau tidak menekan populasi, walaupun perlakuan

75% (perlakuan C) pupuk anorganik tidak berbeda nyata dengan perlakuan A.

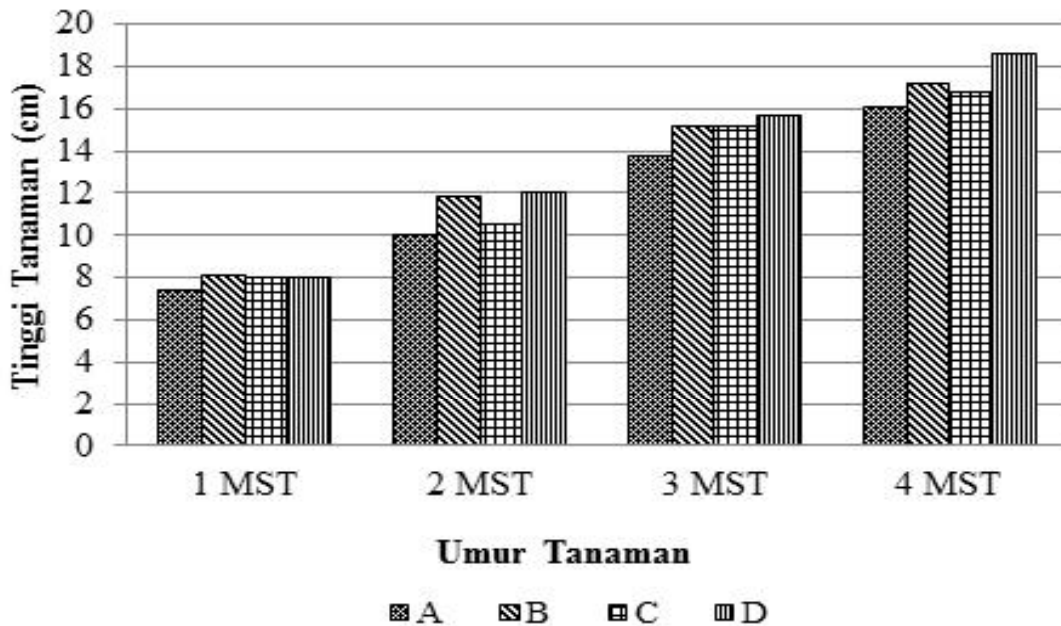
Tinggi Tanaman Pakcoy

Pengamatan tinggi tanaman pakcoy pada penelitian ini dilakukan pada 1 Minggu Setelah Tanam (MST) sampai dengan 4 MST. Pengamatan tinggi tanaman dilakukan dengan mengukur tinggi tanaman dari titik awal tumbuh sampai ke ujung daun tertinggi.

Gambar 1 berdasarkan data pengamatan, menunjukkan bahwa pemberian dosis pupuk yang diberikan pada tanaman pakcoy memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan tinggi tanaman. Hasil pengamatan 1 MST memperlihatkan perbedaan tinggi tanaman pada setiap perlakuan masih tidak terlalu berbeda. Hal ini terjadi karena tanaman baru mengalami proses pindah tanam sehingga tinggi tanaman lebih seragam.

Perbedaan tinggi tanaman pada setiap perlakuan mulai terlihat memasuki 2 MST. Kondisi ini terjadi karena tanaman pakcoy

Gambar 1. Tinggi Tanaman Pakcoy Berbagai Perlakuan pada 1-4 MST



Keterangan: A = pupuk anorganik 100%; B = pupuk anorganik 100% + Pupuk hayati; C = pupuk anorganik 75% + pupuk hayati; D = pupuk anorganik 50% + pupuk hayati

sudah mulai dapat beradaptasi dan menyerap unsur hara yang diberikan. Pada 3 dan 4 MST terjadi peningkatan tinggi tanaman. Tinggi tanaman paling rendah diperoleh dari perlakuan A (kontrol) yaitu 100% anorganik dengan rata-rata 16,13 cm.

Perlakuan yang paling baik pada parameter tinggi tanaman terdapat pada perlakuan D yaitu 50% pupuk anorganik + pupuk hayati dengan rata-rata 18,57 cm. Hal ini dikarenakan bahwa aktivitas berbagai mikroorganisme di dalam pupuk hayati menghasilkan hormon-hormon pertumbuhan, misalnya auksin, giberelin, dan

sitokinin yang dapat memacu pertumbuhan tanaman (Setyorini, Rasti, & Anwar, 2006).

Berdasarkan deskripsi tanaman pakcoy varietas Flamingo bahwa kriteria ideal tinggi tanaman pakcoy berkisar antara 17,2-20,0 cm. Perlakuan B dan D memenuhi kriteria ideal tinggi tanaman pakcoy yaitu sebesar 17,20 cm dan 16,79 cm. Hal itu disebabkan adanya penambahan pupuk hayati, sejalan dengan penelitian Latif, Elfarisna, dan Sudirman (2017) bahwa perlakuan pupuk hayati 5 ml + NPK 50% memberikan nilai tertinggi pada pertumbuhan tanaman. Pupuk hayati menyediakan hormon IAA

yang digunakan dalam pertumbuhan tinggi tanaman didukung dengan ketersediaan hara dari 50% dosis NPK yang diberikan. Perlakuan C memiliki tinggi tanaman yang lebih rendah dibandingkan perlakuan B dan D. Hal itu terjadi karena tingginya persaingan antar mikroba dalam memperoleh makanan yang menyebabkan kebutuhan nutrisi mikroba kurang terpenuhi sehingga mikroba bekerja kurang optimal yang menyebabkan pengaruhnya terhadap tinggi tanaman juga kurang optimal (Masfufah, Supriyanto, & Surtiningsih, 2012). Tinggi tanaman paling rendah yang tidak memenuhi kriteria tinggi berdasarkan deskripsi tanaman pakcoy varietas Flamingo terdapat pada perlakuan A yaitu sebesar 16,13 cm. Hal tersebut diduga karena tidak ada penambahan pupuk hayati pada perlakuan A sehingga pertumbuhan tinggi tanaman tidak optimal. Sejalan dengan penelitian Monika, Novi, dan Meriko (2017), pemberian pupuk hayati pada berbagai konsentrasi menghasilkan pertumbuhan

tanaman yang lebih tinggi dibandingkan dengan pemberian pupuk urea.

Hasil Tanaman Pakcoy

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa kombinasi dosis pupuk hayati dan pupuk anorganik memberikan pengaruh nyata terhadap bobot basah pakcoy (Tabel 2).

Tabel 2 menunjukkan bahwa perlakuan A (kontrol) menghasilkan bobot basah yang rendah dibandingkan dengan perlakuan lain dengan bobot basah yaitu 35,97 g. Hal ini dikarenakan pada perlakuan A tidak ada penambahan pupuk hayati sehingga bobot basah tanaman pakcoy tidak optimal dibandingkan yang dilakukan penambahan pupuk hayati. Pendapat ini sejalan dengan hasil penelitian Rizal (2017), menyatakan bahwa pemberian pupuk cair dalam jumlah yang sesuai dengan kebutuhan tanaman mendukung terjadinya pertumbuhan tanaman secara optimal yang menyebabkan proses

Tabel 2.
Pengaruh Kombinasi Pupuk Hayati dan Pupuk Anorganik terhadap Hasil Tanaman Pakcoy

Perlakuan	Bobot Basah Pakcoy (g) Tanaman ⁻¹
A = 100% Pupuk Anorganik	35,97 a*
B = 100% Pupuk anorganik + Pupuk Hayati	66,01 c*
C = 75% Pupuk Anorganik + Pupuk Hayati	44,32 b*
D = 50% Pupuk Anorganik + Pupuk Hayati	73,5 d*

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%

pembelahan, pembesaran dan pemanjangan sel akan berlangsung dengan cepat yang mengakibatkan beberapa organ tanaman tumbuh dengan cepat.

Kombinasi pupuk hayati dengan pupuk anorganik pada perlakuan B, C, dan D memberikan bobot basah yang berbeda nyata dengan perlakuan A. Kombinasi pupuk hayati dengan pupuk anorganik memberikan hasil yang lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol. Hal ini disebabkan pada perlakuan B,C, dan D mendapatkan unsur hara yang cukup berasal dari pupuk hayati dan pupuk anorganik sehingga tanaman tumbuh dengan baik. Tanaman tumbuh dengan baik apabila unsur hara yang dibutuhkan cukup tersedia dan dapat segera dimanfaatkan tanaman.

Tombe (2012) menyatakan bahwa pemberian inokulan bakteri pelarut fosfat akan memfasilitasi akar guna meningkatkan dalam penyerapan nutrisi yang tersedia. Proses fotosintesis senyawa penting lainnya untuk pertumbuhan akan meningkat sehingga menghasilkan asimilat yang tinggi dan dampaknya akan tampak pada kenaikan bobot basah tanaman pakcoy bila dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Meningkatnya hasil tanaman akibat perlakuan bakteri pelarut fosfat diperkirakan selain meningkatkan penyerapan P juga karena bakteri tersebut dapat menghasilkan fitohormon. Bakteri pelarut fosfat juga

menghasilkan enzim fosfatase yang berperan dalam mineralisasi P sehingga P yang diserap oleh tanaman menjadi lebih banyak.

Kombinasi pupuk hayati cair dengan pupuk anorganik perlu diterapkan dalam sistem budidaya tanaman hidroponik. Kedua jenis pupuk tersebut dapat saling melengkapi kekurangan masing-masing. Pupuk hayati cair produksi Laboratorium Biologi Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran berpotensi mensubstitusi pupuk anorganik sebesar 50% dalam budidaya hidroponik sistem NFT. Adanya kombinasi ini dapat mengurangi kerusakan lingkungan akibat penggunaan pupuk anorganik yang berlebihan sehingga dapat tercipta pertanian berkelanjutan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pemberian pupuk anorganik dan pupuk hayati dapat meningkatkan populasi BPF dan hasil tanaman pakcoy. Kombinasi pupuk anorganik 50% dan pupuk hayati menghasilkan populasi BPF dan hasil tanaman yang terbaik pada tanaman pakcoy.

Ucapan terima kasih

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Universitas Padjadjaran yang telah mendanai penelitian ini melalui skema Penelitian Prioritas Unpad 2017.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. (2015). *Statistik perusahaan hortikultura*. Jakarta: Direktorat Jendral Pertanian.
- Cahyono, I. (2008). *Tomat: Usaha tani dan penanganan pascapanen*. Yogyakarta: Kanisius.
- Latif, M., F., Elfarisna, & Sudirman. (2017). Efektivitas pengurangan pupuk NPK dengan pemberian pupuk hayati provibio terhadap budidaya tanaman kedelai edamame. *Jurnal Agrosains dan Teknologi*, 2(2), 105-120.
- Lumbanraja, P. (2013). Rhizosfer dan bakteri pelarut fosfat. *Tugas Bahan Diskusi*. PPs Universitas Sumatera Utara.
- Masfufah, A., Supriyanto, A., Surtiningsih, T. (2012). *Pengaruh pemberian pupuk hayati (biofertilizer) pada berbagai dosis pupuk dan media tanam yang berbeda terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman tomat (Lycopersicon esculentum) pada polybag* (Thesis tidak diterbitkan). Universitas Airlangga, Surabaya.
- Monika, N., Novi, & Meriko, L. (2017). Pengaruh pemberian pupuk organik cair (POC) terhadap produksi tanaman sawi (*Brassica juncea* L.). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa*. STKIP PGRI, Sumatera Barat.
- Parks, S., & Carly, M. (2011). *Leafy Asian vegetables and their nutrition in hydroponics*. New South Wales, Australia: Industry and Investment NSW.
- Purnomo, S. A. E., Supriyanto, A., & Purnobasuki, H. (2016). *Pengaruh variasi konsentrasi biofertilizer terhadap produktivitas tanaman pakcoy (Brassica rapa L. Var. Chinensis) pada sistem hidroponik NFT (Nutrient Film Technique)* (Skripsi tidak diterbitkan). Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga, Surabaya.
- Rizal, S. (2017). Pengaruh nutrisi yang diberikan terhadap pertumbuhan tanaman sawi pakcoy (*Brassica rapa* L.) yang ditanam secara hidroponik. *Sainmatika*, 14(1), 38-44.
- Sarido, L., & Junia (2015). Uji pertumbuhan dan hasil tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) dengan pemberian pupuk organik cair pada sistem hidroponik. *Jurnal AGRIFOR*, 16(1), 65-74.
- Setyorini, D., Rasti, S., & Anwar, E. K. (2006). Kompos. Dalam R. D. M. Simanungkalit, D. A. Suriaadikarta, R. Saraswati, D. Setyorini, & W. Hartatik, *Pupuk organik dan pupuk hayati* (pp. 11-40). Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Sibarani, S. M. (2005). *Analisis sistem irigasi hidroponik NFT (Nutrient Film Technique) pada budidaya tanaman selada (Lactuca sativa var. Crispa L.)* (Skripsi tidak diterbitkan). Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Sumatera Utara.
- Susila, A. D. (2013). *Sistem hidroponik*. Departemen Agronomi dan Hortikultura Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Tombe, O. M. (2012). *Pemanfaatan bakteri pelarut fosfat dalam menyediakan fosfat bagi pertumbuhan dan produksi tanaman sawi sendok* (Thesis tidak diterbitkan). Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.