PENGARUH PUPUK HAYATI DAN PUPUK ANORGANIK TERHADAP POPULASI BAKTERI ENDOFIT, KANDUNGAN KLOROFIL DAN HASIL TANAMAN PAKCOY (*Brassica rapa* L) PADA HIDROPONIK SISTEM NFT

*The Effect of Biofertilizer and Inorganic Fertilizer on Population of Endophytic Bacteria, Chlorophyll Content and Yield of Pakcoy (*Brassica rapa* L) on Hydroponic NFT System*

Anissa Mutiara Herlianti*, Mieke Rochimi Setiawati, dan Raginawanti Hindersah
Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Jalan Raya Bandung-Sumedang km 21
Jatinangor, Sumedang 45363

*Alamat Korespondensi: anissamutiara10@gmail.com

ABSTRAK

Hidroponik NFT (*Nutrient Film Technique*) merupakan salah satu sistem hidroponik dimana lapisan nutrisi yang sangat dangkal disirkulasikan melewati akar tanaman. Sistem hidroponik bergantung pada nutrisi anorganik sebagai pemasok unsur hara. Penggunaan pupuk hayati diharapkan dapat mengurangi dosis pupuk anorganik yang diaplikasikan pada sistem hidroponik agar lebih efisien. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dosis terbaik kombinasi pupuk hayati dan pupuk anorganik dalam meningkatkan populasi bakteri endofit, kandungan klorofil dan hasil tanaman pakcoy pada hidroponik sistem NFT. Penelitian telah dilaksanakan di Laboratorium Biologi Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Jatinangor, Sumedang. Percobaan ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari empat perlakuan yaitu 100% Pupuk Anorganik dan 100% Pupuk Hayati + Pupuk Anorganik 100%, 75% dan 50%. Variabel yang diamati adalah tinggi tanaman, populasi bakteri endofit, kandungan klorofil, hasil tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian 100% pupuk hayati dan 50% pupuk anorganik dapat mengurangi penggunaan pupuk anorganik hingga 50 % dan berpengaruh terhadap peningkatan populasi bakteri endofit, kandungan klorofil dan hasil tanaman pakcoy pada hidroponik sistem NFT.

Kata kunci: bakteri endofit, klorofil, pupuk hayati, hidroponik NFT, pakcoy

ABSTRACT

*Hydroponics NFT (Nutrient Film Technique) is one of the hydroponic systems where superficial layers of nutrients are circulated through plant roots. Hydroponic system is depended on anorganic nutrient as nutrients supplier. The use of biofertilizer was expected to reduce the dosage of inorganic nutrient solution on hydroponic system. The aims of this research were to find the best dosage combination biofertilizer and inorganic nutrient solution on the population of endophytic bacteria, chlorophyll content and yield of pakcoy (*Brassica rapa* L) on hydroponic NFT system. The research has been conducted at Soil Biology Laboratory of Faculty of Agriculture Padjadjaran University, Jatinangor, Sumedang Regency. The design experiment was randomized block design which consisted of four combinations that was 100% inorganic nutrients and 100% biofertilizer + inorganic nutrients 100%, 75% and 50%. The variables observed were plant height, population of endophytic bacteria, chlorophyll content, plant yields. The results showed that 100% biofertilizer and 50% anorganic nutrition can reduce usage inorganic nutrients up to 50% and take effect on population of endophytic bacteria, chlorophyll content and yield of pakcoy (*Brassica rapa* L) on hydroponic NFT system.*

Keywords: endophytic bacteria, chlorophyll, biofertilizer, NFT hydroponic, pakcoy

PENDAHULUAN

Pakcoy merupakan tanaman yang termasuk dalam famili Brassicaceae. Pakcoy kaya akan kandungan vitamin A, E, dan K. Vitamin K berkhasiat untuk membantu proses pembekuan darah

sedangkan vitamin E baik untuk kesehatan kulit (Prastio, 2015). Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2015) produksi sayuran pakcoy di Indonesia dari tahun 2013 sampai 2015 sebesar 635.728 ton, 602.478 ton, dan 600.200 ton. Data

tersebut menunjukkan bahwa pada tahun 2013 sampai 2015 terjadi penurunan hasil produksi tanaman pakcoy. Penurunan produktivitas pakcoy disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya teknik budidaya yang salah dan kondisi lingkungan mikro yang menyebabkan produktivitas rendah. Penanaman sayuran di lahan terbuka akan menghadapi curah hujan tinggi yang dapat menyebabkan kerusakan fisik pada tanaman sayuran dan berkembangnya penyakit tanaman (Yudhistira dkk., 2014). Oleh karena itu diperlukan adanya suatu sistem bercocok tanam di dalam ruangan yang dapat menghasilkan kualitas produksi yang lebih tinggi. Salah satu teknologi pertanian yang dapat diterapkan adalah teknologi budidaya tanaman secara hidroponik dengan sistem NFT (*Nutrient Film Technique*).

Hidroponik merupakan sistem budidaya tanaman tanpa menggunakan media tanah sebagai media tanam. Hidroponik merupakan salah satu sistem pertanian masa depan karena dapat diusahakan dalam berbagai keadaan seperti lahan yang sempit, kondisi tanah kritis, hama dan penyakit yang tak terkendali, keterbatasan jumlah air irigasi, musim yang tidak menentu, dan mutu yang tidak seragam bisa ditanggulangi dengan sistem hidroponik (Hartus, 2008). NFT (*Nutrient Film Technique*) merupakan

model budidaya hidroponik dengan meletakkan akar tanaman pada lapisan air yang dangkal, air tersebut tersirkulasi dan mengandung nutrisi sesuai kebutuhan tanaman. Perakaran bisa berkembang di dalam larutan nutrisi, karena di sekeliling perakaran terdapat selapis larutan nutrisi, maka sistem ini dikenal dengan nama *Nutrient Film Technique* (Lingga, 2011).

Pada sistem hidroponik, pupuk anorganik yang digunakan berbentuk cair. Pupuk anorganik yang biasa digunakan dalam sistem hidroponik terdiri dari nutrisi A dan nutrisi B. Nutrisi A memiliki kandungan kalsium nitrat, Fe dan kalium nitrat sedangkan untuk nutrisi B memiliki kandungan KH_2PO_4 , mono amonium fosfat, kalium sulfat, magnesium sulfat, manganium sulfat, cupro sulfat, zinc sulfat, asam borat, amonium hepta molybdat atau natrium molybdat (Sutiyoso, 2003). Pupuk anorganik memiliki beberapa keuntungan yaitu pemberiannya dapat terukur dengan tepat, kebutuhan hara tanaman dapat terpenuhi dengan perbandingan yang tepat, dan tersedia dalam jumlah yang cukup. Sedangkan kelemahan dari pupuk anorganik yaitu hanya memiliki unsur hara makro dan dapat meninggalkan efek residu, pemakaian yang berlebihan dapat merusak tanah bila tidak diimbangi dengan pupuk kandang atau kompos, dan pemberian yang berlebihan dapat membuat

tanaman mati (Lingga dan Marsono, 2001).

Pupuk hayati merupakan inokulan berbahan aktif organisme hidup yang berfungsi untuk menambat hara tertentu atau memfasilitasi tersedianya hara dalam tanah bagi tanaman (Simanungkalit, 2006). Pupuk hayati berfungsi untuk meningkatkan hasil produksi, meningkatkan kualitas hasil, meningkatkan efisiensi dan mengurangi dosis pemakaian pupuk anorganik, memperbaiki struktur fisik, kimia dan biologi tanah, menekan serangan hama dan penyakit, menjadikan keseimbangan flora fauna dalam tanah tercipta dengan baik yang pada akhirnya membawa kebaikan untuk segala sisi budidaya pertanian (Radji, 2005). Salah satu mikroba yang terdapat pada pupuk hayati yaitu mikroba endofit. Mikroba endofit adalah mikroba yang hidup di dalam jaringan tanaman dan mampu hidup dengan membentuk koloni dalam jaringan tanaman tanpa membahayakan inangnya (Radji, 2005). Bakteri Endofitik memiliki beberapa manfaat antara lain, penambat N_2 dari udara, menghasilkan fitohormon seperti asam asetat indole-3 (IAA), sitokinin, memacu pertumbuhan dan lain-lain (Setiawati dkk., 2009).

Pemberian pupuk hayati dan pupuk anorganik pada sistem hidroponik merupakan suatu cara yang berfungsi dalam mengoptimalkan produksi tanaman

pakcoy. Sehubungan dengan hal tersebut, maka diperlukan penelitian mengenai pengaruh pupuk hayati dan pupuk anorganik terhadap kandungan klorofil dan hasil tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L) pada hidroponik sistem NFT (*Nutrient Film Technique*), sehingga dapat meningkatkan kualitas dan produktivitas pakcoy dengan mengurangi penggunaan pupuk anorganik.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Layanan Biologi Tanah Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Jatinangor, Kabupaten Sumedang untuk penanaman pakcoy dengan hidroponik sistem NFT dan pengukuran kandungan klorofil. Analisis mikroba dilaksanakan di Laboratorium Biologi Tanah Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Jatinangor, Kabupaten Sumedang.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK). Perlakuan yang diberikan yaitu pemberian Pupuk Anorganik (PA) dalam bentuk larutan nutrisi dan Pupuk Hayati (PH) yang terdiri dari empat perlakuan yaitu 100% PA (800 ml), 100% PH + 100% PA (150 ml + 800 ml), 100% PH + 75% PA (150 ml + 600 ml) dan 100% PH + 50% PA (150 ml + 400 ml). Masing-masing taraf perlakuan

diulang 3 kali, sehingga total perlakuan 12 satuan perlakuan. Satu ulangan terdiri dari 15 unit tanaman.

Pupuk hayati yang digunakan merupakan konsorsium yang terdiri atas isolat *Azotobacter*, endofitik, mikroba pelarut P dan *Azospirillum* produk Laboratorium Biologi Tanah Universitas Padjadjaran (Bion-Up). Pupuk hayati diaplikasikan bersamaan dengan larutan nutrisi. Persiapan pupuk anorganik dilakukan dengan pencampuran komposisi larutan nutrisi. 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, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 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 et al., 2011). Komposisi larutan A dan B tersebut masing-masing dicampurkan dengan 20 L air sehingga menjadi larutan induk. Pupuk anorganik dan pupuk hayati kemudian dikombinasikan sesuai dengan masing-masing perlakuan yaitu: (1) Perlakuan A, 100% PA (400 mL nutrisi A dan 400 mL nutrisi B), (2) Perlakuan B, 100% PH (150 mL) + 100% PA (400 mL nutrisi A dan 400 mL nutrisi B), (3) Perlakuan C, 100% PH (150 mL) + 75% PA (300 mL nutrisi A dan 300 mL nutrisi B), (4) Perlakuan D,

100% PH (150 mL) + 50% PA (200 mL nutrisi A dan 200 mL nutrisi B). Seluruh perlakuan tersebut selanjutnya dilarutkan dalam 15 L air. Kombinasi perlakuan tersebut diberikan sampai tanaman pakcoy siap untuk di panen. Persemaian benih pakcoy dilakukan pada baki semai dengan menggunakan media tanam *rockwool*. Persemaian benih pakcoy dilakukan selama 14 hari sebelum penanaman. Penanaman dilakukan dengan cara memindahkan bibit tanaman pakcoy 14 HSS (hari setelah semai) ke instalasi hidroponik yang sudah terdapat aliran kombinasi larutan nutrisi anorganik dan pupuk hayati dengan kecepatan aliran 60 mL/detik.

Pengamatan yang dilakukan selama masa pertumbuhan tanaman yaitu pengukuran tinggi tanaman dan jumlah daun. Selain itu, dilakukan juga pengukuran pH menggunakan pH meter dan EC menggunakan EC meter. Pengamatan dilakukan setiap 1 minggu sekali. Setelah 4 MST daun pakcoy diukur terlebih dahulu kandungan klorofilnya menggunakan klorofil meter kemudian dilakukan pemanenan pada pakcoy. Pakcoy dipanen dan ditimbang bobot basahannya untuk selanjutnya dibawa ke Laboratorium Biologi Tanah untuk dianalisis populasi bakteri endofit dengan metode *Total Plate Count* menggunakan media TSA. Data hasil pengamatan

dianalisis secara statistik menggunakan program SPSS. Pengujian pengaruh faktor perlakuan dilakukan dengan uji F pada taraf nyata 5%. Jika terdapat pengaruh yang nyata maka dilakukan uji lanjut jarak berganda Duncan pada taraf nyata 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Tanaman

Perlakuan konsentrasi Pupuk Hayati (PH) dan Pupuk Anorganik (PA) yang diberikan pada tanaman pakcoy berpengaruh terhadap pertumbuhan tinggi tanaman (Gambar 1). Pada minggu pertama, tanaman yang diberi perlakuan D (100% PH + 50% PA) mengalami pertumbuhan yang lebih cepat dibandingkan dengan tanaman yang diberi perlakuan A (100% PA). Peningkatan pertumbuhan pada tanaman mulai terlihat pada minggu kedua dan ketiga. Tinggi tanaman pada berbagai kombinasi perlakuan terlihat normal pada setiap minggunya. Pada minggu keempat, tinggi tanaman yang diberi masing-masing perlakuan A, B, C dan D terlihat berbeda yaitu masing-masing 16,13 cm, 17,20 cm, 16,79 cm dan 18,57 cm.

Tinggi tanaman yang diberi perlakuan B (100% PH + 75% PA) dan D (100% PH + 50% PA) sesuai dengan deskripsi PT Agri Makmur Pertiwi pada

tahun 2014, tanaman pakcoy varietas flamingo memiliki ciri-ciri tinggi tanaman pada saat panen yaitu berkisar antara 17,2 – 20 cm. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian pupuk hayati dapat meningkatkan tinggi tanaman. Pupuk hayati konsorsium mengandung bakteri endofit pemfiksasi N₂, *Azotobacter sp*, *Azospirillum sp* dan bakteri pelarut fosfat yang menghasilkan fitohormon seperti *Indole Acetic Acid* dan sitokinin yang dapat memacu pertumbuhan tanaman (Setiawati dkk.,2011). *Indole Acetic Acid* atau yang lebih dikenal dengan sebutan auksin dapat berperan sebagai hormon pemacu tumbuh pada tanaman dan biasanya ditemukan pada jaringan meristem (Spaepen et al., 2007).

Populasi Bakteri Endofit

Kombinasi perlakuan pupuk hayati dan pupuk anorganik berpengaruh nyata terhadap populasi bakteri endofit pada akar tanaman pakcoy hidroponik NFT (Tabel 1). Populasi bakteri endofit pada pupuk hayati yaitu $0,94 \times 10^6$ cfu/ml. Populasi bakteri endofit pada perlakuan D mengalami peningkatan populasi sebesar $2,58 \times 10^6$ cfu/g, hal ini menunjukkan bahwa kombinasi pupuk hayati dan pupuk anorganik dapat meningkatkan populasi bakteri endofit pada akar tanaman pakcoy.

Gambar 1. Tinggi tanaman pada berbagai perlakuan pupuk hayati dan nutrisi anorganik

Tabel 1. Pengaruh kombinasi pupuk hayati dengan pupuk anorganik terhadap populasi bakteri endofit pada akar tanaman pakcoy umur 28 HST

Perlakuan	Populasi bakteri endofit x 10^6 (cfu/g)
A (100% Pupuk Anorganik)	1,11 a
B (100% Pupuk Anorganik + 150 mL Pupuk Hayati)	2,22 b
C (75% Pupuk Anorganik + 150 mL Pupuk Hayati)	1,79 ab
D (50% Pupuk Anorganik + 150 mL Pupuk Hayati)	2,58 b

Keterangan: Angka yang berhuruf sama tidak berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf nyata 5%.

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa populasi bakteri endofit pada perlakuan C tidak berbeda nyata dengan perlakuan A. Hal ini diduga disebabkan karena adanya persaingan antar mikroba dalam bertahan hidup dan berkembang biak di dalam larutan. Perlakuan B dan D merupakan perlakuan yang paling baik dalam meningkatkan populasi bakteri endofit. Hal ini diduga pada perlakuan 100% PA + 150 mL PH dan 50% PA + 150 mL PH, bakteri endofit mampu berkompetisi dengan bakteri lain di dalam larutan sehingga dapat tumbuh dengan baik pada akar tanaman pakcoy. Dalam hal ini, mikroba dapat bertahan hidup dalam

lingkungan yang sesuai dengan kebutuhannya, jika kebutuhan hidup mikroba tidak terpenuhi maka aktivitas mikroba akan terhambat atau bekerja kurang optimal (Simanungkalit dkk., 2006).

Kandungan Klorofil

Kombinasi perlakuan pupuk hayati dan pupuk anorganik berpengaruh nyata terhadap kandungan klorofil pada daun tanaman pakcoy hidroponik NFT (Tabel 2). Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa kandungan klorofil tanaman yang diberi perlakuan C tidak berbeda nyata dengan kandungan klorofil tanaman yang diberi perlakuan A. Hal ini diduga

disebabkan karena bakteri endofit yang terdapat pada perlakuan C kurang mampu dalam meningkatkan kandungan klorofil tanaman. Perlakuan B (100% PA + 150 mL PH) dan D (50% PA + 150 mL PH) berpengaruh nyata terhadap kandungan klorofil tanaman dibandingkan dengan perlakuan A. Peningkatan populasi bakteri endofit di akar dan daun pada perlakuan B dan D mampu meningkatkan kandungan klorofil daun pada tanaman pakcoy. Hal tersebut disebabkan karena bakteri endofit dapat memfiksasi nitrogen dan menghasilkan fitohormon. Kadar N di dalam daun berkorelasi positif dengan kadar klorofil, sehingga dapat dijadikan indikator laju fotosintesis (Sampson et al., 2003). Penurunan kadar nitrogen pada tanaman dapat berpengaruh terhadap fotosintesis, baik lewat kandungan klorofil

maupun enzim yang membantu proses fotosintesis (Djukri dan Bambang, 2003).

Bobot Basah (Hasil) Tanaman Pakcoy

Perlakuan pupuk hayati dengan pupuk anorganik pada tanaman pakcoy hidroponik sistem NFT berpengaruh nyata terhadap hasil tanaman pakcoy (Tabel 3). Tanaman yang diberi perlakuan pupuk anorganik dan pupuk hayati mendapatkan bobot basah tajuk tanaman yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman yang hanya diberi perlakuan pupuk anorganik saja. Hal ini didukung oleh penelitian Simarmata, dkk. (2011), yang menunjukkan bahwa penggunaan pupuk hayati (penambat N, pelarut P dan penghasil fitohormon) dapat mengurangi penggunaan pupuk anorganik dan meningkatkan pertumbuhan hasil tanaman sayuran secara signifikan.

Tabel 2. Pengaruh kombinasi pupuk hayati dengan pupuk anorganik terhadap kandungan klorofil tanaman pakcoy

Perlakuan	Kandungan klorofil (ccl)
A (100% Pupuk Anorganik)	14,27 a
B (100% Pupuk Anorganik + 150 mL Pupuk Hayati)	18,50 b
C (75% Pupuk Anorganik + 150 mL Pupuk Hayati)	15,40 a
D (50% Pupuk Anorganik + 150 mL Pupuk Hayati)	19,36 b

Keterangan: Angka yang berhuruf sama tidak berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf nyata 5%.

Tabel 3. Pengaruh kombinasi pupuk hayati dengan pupuk anorganik terhadap hasil tanaman pakcoy

Perlakuan	Bobot basah tajuk tanaman (g)
A (100% Pupuk Anorganik)	35,97 a
B (100% Pupuk Anorganik + 150 mL Pupuk Hayati)	66,01 c
C (75% Pupuk Anorganik + 150 mL Pupuk Hayati)	44,32 b
D (50% Pupuk Anorganik + 150 mL Pupuk Hayati)	73,5 d

Keterangan: Angka yang berhuruf sama tidak berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf nyata 5%.

Tanaman yang diberi perlakuan A menghasilkan rata-rata bobot basah tajuk tanaman yang paling rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya yaitu dengan bobot 35,97 g. Hal ini dikarenakan pada perlakuan A hanya menggunakan 100% pupuk anorganik saja, sehingga hasil tanaman menjadi kurang maksimal. Pada perlakuan B, C dan D berpengaruh nyata terhadap hasil tanaman pakcoy dibandingkan dengan perlakuan A. Hal ini diduga bahwa mikroba yang ada pada kombinasi 100% PA + 150 mL PH, kombinasi 75% PA + 150 mL PH dan kombinasi 50% PA + 150 mL PH, mampu bekerja dengan baik dalam meningkatkan hasil tanaman pakcoy. Pupuk hayati mengandung bakteri pemfiksasi N dan pelarut fosfat yang dapat menghasilkan fitohormon sehingga akar dapat tumbuh dengan baik. 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 (Setiawati, dkk., 2011).

KESIMPULAN

Perlakuan 50% pupuk anorganik + 100% pupuk hayati mampu meningkatkan hasil bobot segar pakcoy tetapi populasi bakteri endofit dan kandungan klorofil menunjukan hasil yang setara saat diaplikasi 50% dan 100% pupuk organik

dikombinasikan dengan 100% pupuk hayati.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Universitas Padjadjaran yang telah mendanai penelitian ini melalui Skema Penelitian Prioritas Unpad 2017. Ucapan terimakasih disampaikan pula kepada Laboratorium Pemuliaan dan Teknologi Benih yang telah memfasilitasi penggunaan alat Chlorophyll Content Meter.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Indonesia. 2015. Statistik Tanaman Sayuran dan Buah-buahan Semusim.
- Djukri dan S.P. Bambang. 2003. pengaruh naungan paranet terhadap sifat toleransi tanaman talas (*Colocasia esculenta* (L.) Schott). *Ilmu Pertanian*, 10 (2): 17 – 25.
- Hartus, T. 2008. Berkebun hidroponik secara murah. Edisi keenam, Penerbit Penebar Swadaya, Jakarta.
- Lingga, P. dan Marsono. 2001. Petunjuk penggunaan pupuk. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Lingga, P. 2011. Hidroponik bercocok tanam tanpa tanah. Cetakan XXXII, Penebar Swadaya, Jakarta.
- Prastio, U. 2015. Panen sayuran hidroponik setiap hari. PT Agro Media Pustaka, Yogyakarta.
- Radji, M. 2005. Peranan bioteknologi dan mikroba endofit dalam pengembangan obat herbal. *Ilmu Kefarmasian*, 2(3): 113 – 124.

- Sampson, P.H., T.P. Zarco, G.H. Mohammed, J.R. Miller, and T. Noland. 2003. Hyperspectral Remote Sensing of Forest Condition: Estimating Chlorophyll Content in Tolerant Hardwoods. *Forest Science*, 49(3): 381 – 391.
- Setiawati, M.R., H.A. Dedeh, S. Pujawati, dan R. Hudaya. 2009. Formulasi pupuk hayati bakteri endofitik penambat N₂ dan aplikasinya untuk meningkatkan hasil tanaman padi. Fakultas Pertanian UNPAD. Bandung. *Buku Laporan Penelitian*, 7(1): 1 – 7.
- Setiawati, M.R., S. Pujawati, H. Reginawanti, dan B. Joy. 2011. Penggunaan bakteri pemfiksasi nitrogen *Azotobacter sp* pada tanaman kedelai, jagung dan kelapa sawit. *Laporan Penelitian*. Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran. Bandung.
- Simanungkalit, R.D.M. 2006. Pupuk organik dan pupuk hayati. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor.
- Simarmata, T., B. Joy, dan N. Danapriatna. 2011. Peranan Penelitian dan Pengembangan Pertanian pada Industri Pupuk Hayati (*Biofertilizers*). *Laporan Penelitian*. Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Bandung.
- Spaepen, S., J. Vanderlayden and R. Remans. 2007. Indole-3-acetic acid in microbial and microorganism-plant signaling. *FEMS Microbiology Rev.*, 31(4): 425 – 448.
- Sutiyoso, Y. 2003. Meramu pupuk hidroponik. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Yudhistira, G., M. Roviq, dan T. Wardiyanti. 2014. Pertumbuhan dan produktivitas sawi pakchoy (*Brassica rapa* L) pada umur transplanting dan pemberian mulsa organik. *Jurnal Produksi Tanaman*, 2(1): 41 – 49.