

**UJI BEBERAPA FORMULASI PUPUK HAYATI BERBAHAN AKTIF
BAKTERI *Bacillus*. sp ENDOFIT PADA TANAMAN TOMAT
(*Lycopersicon esculentum* Mill.)**

**EFFECT OF BIOFERTILIZER FORMULATION CONTAINING *Bacillus*
sp. ENDOPHYTE ON TOMATOES PLANT (*Lycopersicon esculentum*
Mill.)**

Win Nicho Marpaung¹, Fifi Puspita², Muhammad Ali³
Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Riau

nicho_win@yahoo.co.id/082368693783

ABSTRACT

The research aims to observe the effect of some formulation of bio-fertilizer containing *Bacillus* sp. endophytes and to obtain the best formulation to increase the growth and production of tomatoes plant. The research has been conducted at the experimental farm, Faculty of Agriculture, University of Riau in March to August 2016. The research was arranged in a completely randomized design (CRD) and consisted of 5 treatments : Bs₀ (*Bacillus* sp. without formulation), BsAk (*Bacillus* sp.+Coconut Water+Rice hulle Ash 1%+10% molasses), BsLs (*Bacillus* sp.+Palm Oil Mill Effluent+Rice hulle Ash 1%+10% molasses), BsLt (*Bacillus* sp.+Tofu Mill Effluent+Rice hulle Ash 1%+10% molasses) BsUs (*Bacillus* sp.+Cow Urine+Rice hulle Ash 1%+10% molasses). Data were analyzed statistically by analysis of variance and continued with DNMR at 5% confident level. The result of the research showed that the formulation of *Bacillus* sp. was significantly affected on the plant height, fruit weight per fruit and fresh cenopy plant weight, but not significantly effected on stem diameter, flowering age, harvesting age, the amount of fruits, fruits diameter, fruits weight per plant and roots volume. Formulation of *Bacillus* sp. with coconut water is the best formulation in increasing the growth of tomatoes plant while the formulation of *Bacillus* sp. with cow urine is the best formulation in increasing the production of tomatoes plant.

Keywords: Biofertilizer, *Bacillus* sp., tomatoes, liquid waste.

PENDAHULUAN

Tomat merupakan tanaman sayur-sayuran yang banyak ditanam oleh masyarakat termasuk di Riau. Buah tomat mengandung energi sebesar 20 kal, 4,2 g karbohidrat, 1 g protein, 0,3 g lemak, 1500 SI vitamin A, 0,06 mg vitamin B, 40 mg vitamin C, 26 mg fosfor, 5 mg kalsium, 0,5 mg besi dan 94 g air, dalam setiap

100 g (Cahyono, 2005). Buah tomat dapat juga diolah menjadi saos dan pelengkap masakan. Banyaknya manfaat buah tomat bagi manusia menyebabkan konsumsinya selalu meningkat, namun produksinya di daerah Riau belum maksimal.

Menurut data Badan Pusat Statistik (2014), produksi tomat di Riau tahun 2014 sebesar 152 ton,

dengan produktivitasnya yaitu 2,31 ton/ha. Produktivitas tomat Riau sangat rendah bila dibandingkan daerah Sumatera Utara dan Sumatera Barat, dimana produktifitas tomat di Sumatera Utara sebesar 20,7 ton/ha dan Sumatera Barat sebesar 26,26 ton/ha. Rendahnya produktivitas tomat di daerah Riau disebabkan oleh teknik budidaya yang kurang tepat serta penggunaan pupuk anorganik secara terus menerus dapat merusak sifat fisika, kimia dan biologi tanah, sehingga unsur hara yang diberikan tidak dapat diserap oleh tanaman. Oleh karena itu perlu adanya teknik budidaya yang lebih intensif seperti pemilihan jenis pupuk yang tepat untuk dapat menyediakan hara bagi tanaman tomat serta dapat memperbaiki sifat-sifat tanah. Salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk meningkatkan produksi tomat adalah dengan menggunakan pupuk hayati. Pupuk hayati mampu menyediakan nutrisi bagi tanaman, harga lebih ekonomis dan lebih ramah lingkungan.

Pupuk hayati adalah pupuk yang mengandung bahan aktif terdiri dari mikroba yang dapat meningkatkan efisiensi pemupukan, kesuburan dan kesehatan tanah (Kementrian Pertanian 2009). Salah satu mikroorganisme yang dapat digunakan sebagai pupuk hayati adalah *Bacillus* sp. endofit. *Bacillus* sp. endofit merupakan bakteri yang terdapat dalam jaringan tanaman. Menurut Backman dan Sikora (2008), selain menghasilkan hormon pengatur tumbuh, *Bacillus* sp. endofit juga dapat menghasilkan senyawa metabolit sekunder yang dapat menekan pertumbuhan patogen pada tanaman.

Aplikasi *Bacillus* sp. secara tunggal tanpa formulasi memiliki

kelemahan, diantaranya *Bacillus* sp. tidak dapat bertahan lama, kemampuannya tidak optimal sebagai pupuk hayati, tidak tersedianya nutrisi bagi *Bacillus* sp. dan aplikasi di lapangan serta pengemasannya lebih sulit. Pembuatan formulasi bertujuan memudahkan dalam aplikasi di lapangan, transportasi dan pengemasan, serta dapat menambah keefektifan dari bahan aktif yang digunakan (Fravel *et al.*, 1998).

Formulasi pupuk hayati selain terdiri dari bahan aktifnya (mikroorganisme) juga terdiri dari bahan makanan seperti air kelapa, limbah pengolahan tahu, limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS) dan urin sapi. Limbah-limbah tersebut mengandung karbon organik (karbohidrat) dan nitrogen organik (protein dan asam amino) yang baik digunakan sebagai sumber energi dan pertumbuhan bakteri *Bacillus* sp. endofit (Hutabarat *et al.*, 2014).

Menurut Tinendung (2014), bakteri *Bacillus* sp. dalam formulasi bahan organik cair yang terdiri dari beberapa jenis limbah dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman padi. Menurut Syahputra (2015), pemberian pupuk hayati berbahan aktif *Bacillus* sp. dengan dosis 45 ml/tanaman memberikan hasil relatif baik untuk berat gabah kering giling per rumpun dan berat 100 biji tanaman padi sawah sistem SRI.

Efektifitas formulasi pupuk hayati dapat pula ditingkatkan dengan penambahan bahan lain yaitu molases dan abu sekam padi. Molases merupakan hasil samping dari proses pembuatan gula tebu. Molases sangat baik untuk media pertumbuhan mikroba dalam proses fermentasi. Abu sekam padi memiliki kandungan unsur hara N

dan K, selain baik untuk pembuatan formulasi juga berguna untuk mengikat logam yang terdapat dalam tanah.

BAHAN DAN METODE

Penelitian telah dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan dan Rumah Kaca Unit Pelaksana Teknis Fakultas Pertanian Universitas Riau Kampus Bina Widya km 12,5 Kelurahan Simpang Baru Panam, Kecamatan Tampan, Pekanbaru pada bulan Maret 2016 sampai Juli 2016.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: isolat *Bacillus* sp. endofit asal tanaman kelapa sawit (Koleksi Bikom), benih tomat varietas Karina (deskripsi tanaman dapat dilihat pada Lampiran 1), *Nutrient Agar* (NA), *Luria Bertani* (LB), aquades, alkohol 70%, tanah inseptisol, urin sapi (dari perternakan sapi di daerah Kulim), limbah cair kelapa sawit (dari PKS di daerah Kandis), limbah cair tahu (dari pengrajin tahu di daerah Panam), air kelapa, pupuk kandang, pupuk NPK, plastik *wrap*, kertas tisu gulung, *polybag* ukuran 10 cm x 15 cm dan ukuran 35 cm x 40 cm, *polynet* dan kertas label.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cawan petri, *erlenmeyer*, gelas ukur, gelas piala, *beaker glass*, termometer, tabung reaksi, mikro pipet, cangkul, pisau, parang, alat tulis, kuas, penggaris, gunting, gembor, *handspreyer*, inkubator, oven, *autoclave*, timbangan analitik, jarum ose, kertas saring, selotip, lampu

bunsen, korek api, ember plastik, *shaker*, tali plastik dan gunting.

Penelitian dilakukan secara eksperimen yang disusun berdasarkan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 5 perlakuan.

Perlakuan yang diuji adalah formulasi pupuk hayati berbahan aktif isolat *Bacillus* sp. endofit dalam berbagai limbah organik (Bs) sebagai berikut :

- Bs₀ = *Bacillus* sp. tanpa formulasi
- BsAk = *Bacillus* sp.+ Air Kelapa +Abu sekam padi 1%+10 % molase
- BsLs = *Bacillus* sp.+Limbah Cair Kelapa Sawit+Abu sekam padi 1 %+10% molase
- BsLt = *Bacillus* sp.+Limbah Cair Tahu+Abu sekam padi 1%+10% molase
- BsUs = *Bacillus* sp.+Urin Sapi+Abu sekam padi 1%+10% molase

Setiap perlakuan terdiri dari 4 ulangan yang masing-masing ulangan terdiri dari 2 unit tanaman sehingga diperoleh 40 unit penelitian. Hasil sidik ragam dilanjutkan dengan uji jarak berganda DNMRT pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Tinggi tanaman (cm)

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian pupuk hayati dengan bioaktivator bakteri *Bacillus* sp. endofit berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman tomat. Rerata tinggi tanaman tomat setelah diuji lanjut dengan menggunakan DNMRT pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Tinggi tanaman tomat setelah diberi pupuk hayati dengan bioaktivator bakteri *Bacillus* sp. endofit

Formulasi <i>Bacillus</i> sp.	Tinggi tanaman (cm)
<i>Bacillus</i> sp. + Air Kelapa + Abu Sekam Padi + Molase	107,5 a
<i>Bacillus</i> sp.+ Urin Sapi + Abu Sekam Padi + Molase	96,00 b
<i>Bacillus</i> sp.+ Limbah Tahu + Abu Sekam Padi +Molase	94,25 b
<i>Bacillus</i> sp.+Limbah Sawit + Abu Sekam Padi+Molase	91,25 b
<i>Bacillus</i> sp. Tanpa Formulasi	88,00 b

Angka-angka pada lajur yang diikuti huruf kecil yang tidak sama menunjukkan berbeda nyata menurut uji lanjut DNMRT pada taraf 5%.

Tabel 1 menunjukkan bahwa tinggi tanaman tomat pada perlakuan *Bacillus* sp. berformulasi dengan air kelapa berbeda nyata dengan perlakuan *Bacillus* sp. berformulasi lainnya dan tanpa *Bacillus* sp. berformulasi. Pemberian *Bacillus* sp. dengan air kelapa menghasilkan tinggi tanaman tomat cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya yaitu 107,5 cm. Hal ini diduga *Bacillus* sp. yang ditambah air kelapa merupakan media yang lebih baik untuk pertumbuhan dan mengaktifkan *Bacillus* sp. karena air kelapa mengandung karbohidrat yang digunakan sebagai sumber makanan bagi *Bacillus* sp. berupa unsur karbon (C) organik sehingga bakteri dapat beraktivitas dengan baik (Rindengan *et al.*, 1995). *Bacillus* sp. merupakan bakteri *Plant Growth Promoting Agent* (PGPA) yang mampu memproduksi hormon pemacu pertumbuhan tanaman. *Bacillus* sp. mampu menghasilkan hormon *Indol Acetil Acid* (IAA) yang berperan dalam merangsang pertumbuhan akar lateral sehingga dapat mengoptimalkan penyerapan unsur hara yang selanjutnya dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman.

Hasil perhitungan jumlah koloni yang terdapat pada *Bacillus* sp. berformulasi air kelapa lebih rendah dari formulasi lainnya, hal ini

membuat bakteri dapat berkembang dengan baik. Jumlah koloni *Bacillus* sp. yang cukup tinggi dalam suatu formulasi dapat mengakibatkan terjadinya kompetisi diantara bakteri untuk memperoleh makanannya. Simanukalit *et al.* (2006) menyatakan bahwa pemberian mikroorganisme pemacu pertumbuhan tanaman yang berlebihan akan menyebabkan terjadinya persaingan antar mikroba dalam memperoleh makanan sehingga akan berpengaruh terhadap kebutuhan nutrisi mikroba, akibatnya mikroba akan bekerja kurang optimal sehingga pengaruhnya terhadap memacu pertumbuhan tanaman juga kurang optimal.

Menurut Vonderwell *et al.* (2001), *Bacillus* sp. dapat memacu pertumbuhan tanaman karena menghasilkan senyawa pendorong atau hormon pertumbuhan tanaman yaitu IAA. Hormon ini dapat memacu pertumbuhan akar lateral dan pertumbuhan tanaman secara keseluruhan sehingga tanaman pertumbuhannya lebih baik. Hasil penelitian Puspita *et al.* (2013) menyatakan bahwa kandungan hormon IAA yang mampu dihasilkan oleh *Bacillus* sp. yaitu 31,598 ppm.

Formulasi air kelapa dengan *Bacillus* sp. akan meningkatkan jumlah hormon IAA yang akan berpengaruh pada peningkatan pertumbuhan tanaman. Khaeruni *et*

al. (2013) menyatakan bahwa bakteri *B. subtilis* yang diperbanyak pada media air kelapa menghasilkan hormon IAA lebih banyak yang akan memacu pertumbuhan tanaman tomat.

Pemberian *Bacillus* sp. dengan urin sapi berbeda tidak nyata dengan pemberian *Bacillus* sp. dengan limbah tahu, limbah sawit dan tanpa formulasi. Hal ini disebabkan karena bakteri *Bacillus* sp. yang terdapat pada formulasi dan tanpa formulasi dapat memacu

pertumbuhan tanaman tomat lewat perannya sebagai PGPA sehingga menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata.

4.2. Diameter batang(cm)

Hasil sidik menunjukkan bahwa pemberian pupuk hayati dengan bioaktivator bakteri *Bacillus* sp. endofit berpengaruh tidak nyata terhadap diameter batang tanaman tomat. Rerata diameter batang tomat setelah diuji lanjut dengan menggunakan DNMRT pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Diameter batang tomat setelah diberi pupuk hayati dengan bioaktivator bakteri *Bacillus* sp. endofit

Formulasi <i>Bacillus</i> sp.	Diameter batang (cm)
<i>Bacillus</i> sp.+ Air Kelapa+Abu Sekam Padi+Molase	1,28 a
<i>Bacillus</i> sp.+Urin Sapi+Abu Sekam Padi+Molase	1,21 a
<i>Bacillus</i> sp.+Limbah Tahu+Abu Sekam Padi+Molase	1,18 a
<i>Bacillus</i> sp.+Limbah Sawit+Abu Sekam Padi+Molase	1,15 a
<i>Bacillus</i> sp. Tanpa Formulasi	1,15 a

Angka-angka pada lajur yang diikuti huruf kecil yang tidak sama menunjukkan berbeda nyata menurut uji lanjut DNMRT pada taraf 5%.

Tabel 2 menunjukkan bahwa diameter batang tanaman tomat berbeda tidak nyata pada semua perlakuan *Bacillus* sp. berformulasi dan tanpa formulasi. Hal ini diduga bahwa pemberian pupuk NPK pada masa pemeliharaan telah mampu menyediakan hara yang dibutuhkan tanaman tomat, sehingga dapat mempengaruhi diameter batang tanaman dari pada pemberian *Bacillus* sp. berformulasi dan tanpa formulasi.

Pertambahan diameter batang tanaman tomat dapat dipengaruhi oleh nutrisi yang diberikan pada tanaman tersebut melalui pemupukan. Menurut Harahap (2006), diameter batang dipengaruhi oleh jumlah nutrisi, semakin banyak jumlah nutrisi maka akan menghasilkan diameter batang yang semakin besar dimana batang

merupakan daerah akumulasi pertumbuhan tanaman, khususnya tanaman yang lebih muda sehingga dengan pemberian unsur hara dapat mendorong pertumbuhan vegetatif tanaman, diantaranya klorofil pada daun sehingga akan ditranslokasikan berupa fotosintat dan asimilat ke akar, batang dan daun sehingga akan terjadi peningkatan fotosintesis pada fase vegetatif menyebabkan terjadinya pembelahan dan diferensiasi sel.

Unsur N merupakan bahan dasar yang diperlukan untuk membentuk asam amino dan protein yang akan dimanfaatkan untuk proses metabolisme dari tanaman untuk membentuk jaringan tanaman. Sutedjo (2010) menyatakan bahwa nitrogen merupakan unsur hara utama bagi pertumbuhan tanaman yang pada umumnya sangat

diperlukan untuk pembentukan atau pertumbuhan bagian-bagian vegetatif tanaman seperti pembentukan tunas dan perkembangan batang.

4.3. Umur saat berbunga(hari)

Hasil sidik ragam (Lampiran 5.c) menunjukkan bahwa pemberian pupuk hayati dengan bioaktivator

Tabel 3. Umur saat berbunga tanaman tomat setelah diberi pupuk hayati dengan bioaktivator bakteri *Bacillus* sp. endofit

Formulasi <i>Bacillus</i> sp.	Umur Berbunga (hari)
<i>Bacillus</i> sp.+ Limbah Tahu +Abu Sekam Padi+Molase	55,25 a
<i>Bacillus</i> sp.+Limbah Sawit+Abu Sekam Padi+Molase	53,50 a
<i>Bacillus</i> sp. Tanpa Formulasi	50,50 a
<i>Bacillus</i> sp.+Urin Sapi+Abu Sekam Padi+Molase	47,50 a
<i>Bacillus</i> sp.+Air Kelapa+Abu Sekam Padi+Molase	46,75 a

Angka-angka pada lajur yang diikuti huruf kecil yang tidak sama menunjukkan berbeda nyata menurut uji lanjut DNMRT pada taraf 5%.

Tabel 3 menunjukkan bahwa rata-rata umur berbunga berbeda tidak nyata pada semua perlakuan *Bacillus* sp. berformulasi dan tanpa formulasi. Hal ini diduga bahwa umur berbunga tanaman tomat dipengaruhi oleh pemberian pupuk NPK pada masa pemeliharaan. Pupuk NPK diduga cukup untuk menutrisi tanaman tomat sehingga dapat mempengaruhi umur saat berbunga dari pada pemberian *Bacillus* sp. berformulasi dan tanpa formulasi.

Pemupukan merupakan faktor penting yang dapat mempengaruhi umur berbunga. Nutrisi yang didapat dari pemupukan menjadi sumber energi untuk melakukan setiap proses yang terjadi pada tanaman. Kandungan unsur hara P yang terdapat dalam pupuk NPK diduga cukup untuk meningkatkan kegiatan metabolisme dari tanaman, dengan demikian akumulasi asimilat pada tanaman juga meningkat sehingga mempercepat terjadinya pembentukan bunga pada tanaman. Hal ini sesuai dengan pendapat Wiryanta (2004) yang menyatakan

bakteri *Bacillus* sp. endofit berpengaruh tidak nyata terhadap umur saat berbunga tanaman tomat. Rerata umur saat berbunga tanaman tomat setelah diuji lanjut dengan menggunakan DNMRT pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 3

bahwa unsur pospor berperan penting dalam pembentukan bunga. Munawar (2011) menyatakan bahwa fosfor berperan penting dalam reaksi fotosintesis tanaman, dari pertumbuhan tanaman muda sampai pembentukan bunga dan biji serta pemasakannya. Poerwanto (2003) menyatakan bahwa fungsi fosfor sebagai penyusun karbohidrat dan penyusun asam amino yang merupakan faktor internal yang mempengaruhi induksi pembungaan.

Dibandingkan dengan deskripsi umur berbunga tanaman tomat menurut Cahyono (2008), yaitu 55-65 HSS, umur berbunga tanaman tomat yang telah diteliti menunjukkan umur berbunga yang lebih cepat yaitu 46,75-55,00 HSS. Hal ini diduga cepat lambatnya bunga mekar dengan sempurna disebabkan oleh suhu, dimana perbedaan suhu rata-rata yang terdapat pada lingkungan tumbuh di dalam rumah kaca diduga lebih tinggi dari suhu udara rata-rata di luar ruangan (Tinendung, 2014). Hal ini sesuai dengan pendapat Edmond *et al.*, (1975) yang menyatakan

bahwa cepat lambatnya bunga mekar dipengaruhi oleh suhu harian lingkungan tumbuh tanaman.

4.4. Umur panen (hari)

Hasil sidik ragam(Lampiran 5.d) menunjukkan bahwa pemberian pupuk hayati dengan bioaktivator

bakteri *Bacillus* sp. endofit berpengaruh tidak nyata terhadap umur panen tanaman tomat. Rerata umur panen tanaman tomat setelah diuji lanjut dengan menggunakan DNMRT pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Umur panen tanaman tomat setelah diberi pupuk hayati dengan bioaktivator bakteri *Bacillus* sp. endofit

Formulasi <i>Bacillus</i> sp.	Umur Panen (hari)
<i>Bacillus</i> sp.+Limbah Sawit+Abu Sekam Padi+Molase	91,75 a
<i>Bacillus</i> sp.+Air Kelapa+Abu Sekam Padi+Molase	86,75 a
<i>Bacillus</i> sp. Tanpa Formulasi	86,75 a
<i>Bacillus</i> sp.+Urin Sapi+Abu Sekam Padi+Molase	86,75 a
<i>Bacillus</i> sp.+Limbah Tahu+Abu Sekam Padi+Molase	85,25 a

Angka-angka pada lajur yang diikuti huruf kecil yang tidak sama menunjukkan berbeda nyata menurut uji lanjut DNMRT pada taraf 5%.

Tabel 4 menunjukkan bahwa rata-rata umur panen tanaman tomat berbeda tidak nyata antar semua perlakuan *Bacillus* sp. berformulasi dan tanpa formulasi. Hal ini diduga bahwa umur panen dipengaruhi oleh pemberian pupuk NPK pada waktu pemeliharaan. Pemberian pupuk NPK diduga dapat mencukupi kebutuhan nutrisi tanaman tomat sehingga dapat mempengaruhi umur panen dari pada pemberian *Bacillus* sp. berformulasi dan tanpa formulasi.

Unsur hara N, P dan K merupakan unsur hara yang sangat dibutuhkan oleh tanaman. Menurut Darjanto dan Satifa (1984) bahwa untuk pertumbuhan buah dipengaruhi oleh unsur-unsur hara terutama P, kekurangan unsur tersebut dapat mengganggu pertumbuhan buah sehingga mempengaruhi umur panen tomat. Mulyani dan Katrasapoetra (2002) menyatakan bahwa unsur hara N mempengaruhi umur panen tomat, yang mana bila tanaman kekurangan unsur P perkembangan buah kurang baik dan buah menjadi cepat masak.

Wiriyanta (2004) yang menyatakan bahwa fosfor adalah

hara penting bagi tanaman tomat yang berperan penting dalam penyusunan inti sel lemak dan protein tanaman sehingga dapat mempercepat dalam pembentukan bunga dan pemasakan buah. Kekurangan unsur fosfor dalam pertanaman tomat akan mengakibatkan pertumbuhan generatifnya terganggu. Pada akhirnya ketersediaan unsur P mempengaruhi umur panen tanaman tomat.

Berdasarkan klasifikasi umur panen, umur panen tanaman tomat varietas Karina yaitu berkisar antara 70-90 HSS. Umur panen tanaman tomat pada tabel 5 telah sesuai dengan klasifikasi yaitu antara 85,25 sampai 91,75 hari.

4.5. Jumlah buah (buah)

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian pupuk hayati dengan bioaktivator bakteri *Bacillus* sp. endofit berpengaruh tidak nyata terhadap jumlah buah tanaman tomat. Rerata jumlah buah tanaman tomat setelah diuji lanjut dengan menggunakan

DNMRT pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Jumlah buahanaman tomat setelah diberi pupuk hayati dengan bioaktivator bakteri *Bacillus* sp. endofit

Formulasi <i>Bacillus</i> sp.	Jumlah buah (buah)
<i>Bacillus</i> sp.+Urin Sapi+Abu Sekam Padi+Molase	12,25a
<i>Bacillus</i> sp.+Limbah Tahu+Abu Sekam Padi+Molase	11,75a
<i>Bacillus</i> sp.+Limbah Sawit+Abu Sekam Padi+Molase	11,00a
<i>Bacillus</i> sp.+Air Kelapa+Abu Sekam Padi+Molase	10,50a
<i>Bacillus</i> sp. Tanpa Formulasi	9.25a

Angka-angka pada lajur yang diikuti huruf kecil yang tidak sama menunjukkan berbeda nyata menurut uji lanjut DNMRT pada taraf 5%.

Tabel 5 menunjukkan bahwa rata-rata jumlah buah berbeda tidak nyata antar perlakuan *Bacillus* sp. berformulasi dan tanpa formulasi yang diuji. Hal ini diduga pemberian pupuk NPK pada waktu pemeliharaan telah memenuhi kebutuhan tanaman tomat untuk menghasilkan buah sehingga dapat mempengaruhi jumlah buah tanaman tomat dari pada pemberian *Bacillus* sp. berformulasi dan tanpa formulasi.

Buah merupakan bagian ovarium yang mengalami pertumbuhan. Pada keadaan normal buah akan terbentuk setelah sel telur dan dua sel polar terbuahi. Terbentuknya buah ini berhubungan dengan nutrisi yang diterima sebelum pembuahan (Campbell *et al.*, 2003). Nutrisi yang diberikan berupa P yang berasal dari pupuk NPK dapat terpenuhi sehingga kegiatan

Tabel 6. Diameter buah tomat setelah diberi pupuk hayati dengan bioaktivator bakteri *Bacillus* sp. endofit

Formulasi <i>Bacillus</i> sp.	Diameter buah (cm)
<i>Bacillus</i> sp.+Air Kelapa+Abu Sekam Padi+Molase	3,37a
<i>Bacillus</i> sp.+Urin Sapi+Abu Sekam Padi+Molase	3,16a
<i>Bacillus</i> sp.+Limbah Sawit+Abu Sekam Padi+Molase	3,16a
<i>Bacillus</i> sp.+Limbah Tahu+Abu Sekam Padi+Molase	2,95a
<i>Bacillus</i> sp. Tanpa Formulasi	2,82a

Angka-angka pada lajur yang diikuti huruf kecil yang tidak sama menunjukkan berbeda nyata menurut uji lanjut DNMRT pada taraf 5%.

Tabel 6 menunjukkan bahwa rata-rata diameter buah dengan pemberian *Bacillus* sp. dengan air kelapa berbeda tidak nyata dengan

metabolisme dari tanaman akan meningkat, dengan demikian akumulasi asimilat pada bagian generatif akan meningkat sehingga mempengaruhi pembentukan buah. Menurut Restu dan Baharuddin (2006), fosfor merupakan elemen unsur hara kunci untuk pertumbuhan reproduktif, yakni produksi bunga yang merupakan bakal buah.

4.6. Diameter buah (cm)

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian pupuk hayati dengan bioaktivator bakteri *Bacillus* sp. endofit berpengaruh tidak nyata terhadap diameter buah tanaman tomat. Rerata diameter buah tanaman tomat setelah diuji lanjut dengan menggunakan DNMRT pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 6.

formulasi lainnya dan tanpa formulasi. Hal ini diduga karena pemberian pupuk NPK pada masa pemeliharaan telah mampu

menyediakan nutrisi yang dibutuhkan tanaman tomat, sehingga dapat berpengaruh terhadap diameter buah tomat dari pada pemberian *Bacillus* sp. berformulasi dan tanpa formulasi.

Unsur hara kalium lebih banyak dibutuhkan dalam pembesaran diameter buah. Menurut Leiwakabessy (1988), kalium sangat berperan dalam meningkatkan diameter buah khususnya peranannya dalam mengaktifkan aktivitas kerja enzim, memacu translokasi karbohidrat dari daun ke organ tanaman lainnya termasuk pada buah sehingga mempengaruhi diameter buah yang semakin meningkat. Ketersediaan unsur hara K yang

Tabel 7. Berat buah per tanaman tomat setelah diberi pupuk hayati dengan bioaktivator bakteri *Bacillus* sp. endofit

Formulasi <i>Bacillus</i> sp.	Berat buah per tanaman (g)
<i>Bacillus</i> sp.+Urin Sapi+Abu Sekam Padi+Molase	278,75a
<i>Bacillus</i> sp.+Limbah Tahu+Abu Sekam Padi+Molase	252,00a
<i>Bacillus</i> sp.+Limbah Sawit+Abu Sekam Padi+Molase	240,00a
<i>Bacillus</i> sp.+Air Kelapa+Abu Sekam Padi+Molase	238,00a
<i>Bacillus</i> sp. Tanpa Formulasi	182,75a

Angka-angka pada lajur yang diikuti huruf kecil yang tidak sama menunjukkan berbeda nyata menurut uji lanjut DNMR pada taraf 5%.

Tabel 7 menunjukkan bahwa rata-rata berat buah per tanaman dengan pemberian *Bacillus* sp. berformulasi dengan urin sapi berbeda tidak nyata dengan *Bacillus* sp. berformulasi lainnya dan tanpa formulasi. Hal ini diduga karena pemberian pupuk NPK pada masa pemeliharaan diduga mampu menyediakan nutrisi bagi tanaman tomat, sehingga dapat mempengaruhi berat buah per tanaman dari pada pemberian *Bacillus* sp. berformulasi dan tanpa formulasi.

Kandungan unsur hara K yang terdapat pada pupuk NPK diduga dapat memenuhi kebutuhan tanaman tomat sehingga dapat

cukup juga akan meningkatkan kegiatan metabolisme tumbuhan yang berdampak pada peningkatan jumlah asimilat pada tanaman sehingga pembentukan buah lebih baik yang berpengaruh pada diameter buah.

4.7. Berat buah per tanaman (g)

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian pupuk hayati dengan bioaktivator bakteri *Bacillus* sp. endofit berpengaruh tidak nyata terhadap berat buah per tanaman tomat. Rerata berat buah per tanaman tomat setelah diuji lanjut dengan menggunakan DNMR pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 7.

mempengaruhi proses metabolisme dari tanaman, serta dapat meningkatkan akumulasi asimilat pada bagian generatif sehingga meningkatkan produksi tanaman. Neliyati (2012) menyatakan bahwa translokasi fotosintat ke buah tanaman tomat dipengaruhi oleh kalium. Kalium dapat mempercepat pergerakan fotosintat keluar dari daun menuju buah, meningkatkan penyediaan energi untuk perkembangan ukuran serta kualitas buah sehingga bobot buah bertambah.

4.8. Berat per buah (g)

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian pupuk hayati dengan bioaktivator bakteri *Bacillus* sp. endofit berpengaruh nyata terhadap berat

buah per buah tanaman tomat. Rerata berat buah per buah tomat setelah diuji lanjut dengan menggunakan DNMRT pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Berat per buah tomat setelah diberi pupuk hayati dengan bioaktivator bakteri *Bacillus* sp. endofit

Formulasi <i>Bacillus</i> sp.	Berat per buah (g)
<i>Bacillus</i> sp.+Urin Sapi+Abu Sekam Padi+Molase	22,80a
<i>Bacillus</i> sp.+Air Kelapa+Abu Sekam Padi+Molase	22,77a
<i>Bacillus</i> sp.+Limbah Sawit+Abu Sekam Padi+Molase	22,14a
<i>Bacillus</i> sp.+Limbah Tahu+Abu Sekam Padi+Molase	21,60a
<i>Bacillus</i> sp. Tanpa Formulasi	19,91b

Angka-angka pada lajur yang diikuti huruf kecil yang tidak sama menunjukkan berbeda nyata menurut uji lanjut DNMRT pada taraf 5%.

Tabel 8 menunjukkan bahwa berat rata-rata per buah pada pemberian *Bacillus* sp. berformulasi dengan urin sapi berbeda nyata dengan perlakuan *Bacillus* sp. tanpa formulasi, namun berbeda tidak nyata dengan perlakuan *Bacillus* sp. berformulasi lainnya. Hal ini diduga bakteri yang berada dalam pupuk hayati memperoleh nutrisi dari bahan organik yang terkandung di dalam formulasi untuk pertumbuhan dan perkembangannya.

Bakteri membutuhkan suplai nutrisi sebagai sumber energi yang berguna untuk proses pembelahan sel. Waluyo (2005) menyatakan bahwa nutrisi berguna sebagai sumber energi, bahan pembangun sel dan sebagai asektor elektron dalam setiap reaksi dalam sel bakteri.

Nutrisi yang merupakan salah satu faktor yang dapat mendukung pertumbuhan dan perkembangan bakteri (Esoy *et al.*, 1998). Bakteri yang pertumbuhannya baik akan dapat menghasilkan senyawa hormon yang dapat memacu pertumbuhan tanaman tomat. Hormon pertumbuhan ini dapat merangsang pertumbuhan akar lateral (Vasundevan *et al.*, 2002). Pertumbuhan akar yang maksimal

akan berpengaruh terhadap penyerapan unsur hara melalui akar yang juga semakin maksimal. Penyerapan unsur hara yang maksimal akan mendorong proses fotosintesis dan fotosintat yang dihasilkan semakin banyak ditranslokasikan untuk pengisian buah, sehingga mengakibatkan berat perbuah semakin meningkat.

Bacillus sp. dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman lebih baik (Tabel 1 dan 2) sehingga kemampuannya dalam meningkatkan produksi juga lebih baik. Hal ini juga dapat dihubungkan dengan data pada tabel 6 dimana diameter buah pada perlakuan *Bacillus* sp. berformulasi dengan urin sapi juga tinggi sehingga berat buah per buah pada perlakuan tersebut juga cenderung tinggi.

Hasil analisis menunjukkan bahwa formulasi mengandung unsur hara N, P dan K yang cukup yang dapat berperan penting dalam proses fotosintesis dalam menghasilkan fotosintat yang berpengaruh pada berat per buah. Menurut Nyakpa *et al.* (1988) bahwa ketersediaan unsur hara nitrogen, fosfor dan kalium yang optimal bagi tanaman dapat meningkatkan aktivitas fotosintesis yang menghasilkan asimilat lebih

banyak yang akan mendukung pertumbuhan dan produksi tanaman.

Bacillus sp. tanpa formulasi menunjukkan berat rata-rata per buah tanaman tomat paling rendah, yaitu 19,91 g. Hal ini diduga bakteri yang diberikan tanpa formulasi atau dalam bentuk sel bakteri hidup saja tidak dapat memperoleh nutrisi yang optimal untuk pertumbuhan dan perkembangannya sehingga fungsinya sebagai pemacu pertumbuhan menjadi berkurang.

Tabel 9. Volume akar tanaman tomat setelah diberi pupuk hayati dengan bioaktivator bakteri *Bacillus* sp. endofit

Formulasi <i>Bacillus</i> sp.	Volume akar (ml)
<i>Bacillus</i> sp.+Air Kelapa+Abu Sekam Padi+Molase	39,75 a
<i>Bacillus</i> sp.+Limbah Tahu+Abu Sekam Padi+Molase	32,25 ab
<i>Bacillus</i> sp.+Urin Sapi+Abu Sekam Padi+Molase	30,25 ab
<i>Bacillus</i> sp.+Limbah Sawit+Abu Sekam Padi+Molase	28,25 b
<i>Bacillus</i> sp. Tanpa Formulasi	27,50 b

Angka-angka pada lajur yang diikuti huruf kecil yang tidak sama menunjukkan berbeda nyata menurut uji lanjut DNMRT pada taraf 5%.

Tabel 9 menunjukkan bahwa volume akar tanaman tomat dengan pemberian formulasi *Bacillus* sp. dengan air kelapa berbeda tidak nyata dengan formulasi *Bacillus* sp. dengan limbah tahu dan formulasi *Bacillus* sp. dengan urin sapi, namun berbeda nyata dengan pemberian formulasi *Bacillus* sp. dengan limbah sawit dan tanpa formulasi. Hal ini diduga berdasarkan hasil analisis jumlah unsur hara yang dikandung pada perlakuan *Bacillus* sp. berformulasi dengan air kelapa, limbah tahu dan urin sapi mengandung unsur hara yang lebih tinggi dibandingkan dengan *Bacillus* sp. berformulasi dengan limbah sawit sehingga dapat menutrisi tanaman tomat untuk pertumbuhan dan perkembangannya terutama pada organ vegetatif tanaman tomat.

Pemberian *Bacillus* sp. berformulasi limbah sawit berpengaruh tidak nyata terhadap

4.9. Volume akar (ml)

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian beberapa pupuk hayati dengan bioaktivator bakteri *Bacillus* sp. endofit berpengaruh tidak nyata terhadap volume akar tanaman tomat. Rerata volume akar tanaman tomat setelah diuji lanjut dengan menggunakan DNMRT pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 9.

Bacillus sp. tanpa formulasi, hal ini diduga limbah sawit bukan merupakan media yang baik untuk pertumbuhan dan perkembangan bakteri, ini terlihat dari hasil analisis dimana pada formulasi limbah sawit menunjukkan hasil yang rendah terhadap unsur N, P dan K dibandingkan formulasi lainnya, ini membuat tanaman kurang terpenuhi haranya untuk meningkatkan berat berangkasanya.

Pemberian *Bacillus* sp. berformulasi dengan air kelapa cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya terhadap volume akar tanaman tomat yaitu 39,75 ml. Hal ini diduga karena *Bacillus* sp. berformulasi dengan air kelapa merupakan formulasi yang lebih baik untuk pertumbuhan dan perkembangan bakteri *Bacillus* sp. sehingga mampu merangsang pertumbuhan akar sehingga volume akar semakin meningkat. Vonderwell

et al. (2001) menyatakan bahwa *Bacillus* sp. dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman yang dikenal juga sebagai pemacu pertumbuhan tanaman (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) karena menghasilkan senyawa pendorong atau hormon pertumbuhan tanaman *Indol Acetil Acid* (IAA).

Pertumbuhan akar sangat erat juga kaitannya dengan ketersediaan unsur hara N. Hasil analisis pada *Bacillus* sp. berformulasi dengan air kelapa menunjukkan bahwa mengandung unsur hara N (0,03%). Unsur N berperan dalam mensintesa karbohidrat menjadi protein dan protoplasma (melalui mekanisme respirasi) yang berperan dalam pembentukan jaringan vegetatif tanaman. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sarief (1985) yang menyatakan bahwa unsur N yang diserap tanaman berperan dalam menunjang pertumbuhan vegetatif tanaman seperti akar.

Volume akar pada *Bacillus* sp. tanpa formulasi menunjukkan hasil cenderung terendah, yaitu 27,50

Tabel 10. Berat berangkasan tanaman tomat setelah diberi pupuk hayati dengan bioaktivator *Bacillus* sp. endofit

Formulasi <i>Bacillus</i> sp.	Berat berangkasan (g)
<i>Bacillus</i> sp.+Air Kelapa+Abu Sekam Padi+Molase	482,50 a
<i>Bacillus</i> sp.+Limbah Tahu+Abu Sekam Padi+Molase	440,00 a
<i>Bacillus</i> sp.+Urin Sapi+Abu Sekam Padi+Molase	375,00 b
<i>Bacillus</i> sp.+Limbah Sawit+Abu Sekam Padi+Molase	342,50 b
<i>us</i> sp. Tanpa Formulasi	320,00 b

Angka-angka pada lajur yang diikuti huruf kecil yang tidak sama menunjukkan berbeda nyata menurut uji lanjut DNMRT pada taraf 5%.

Tabel 10 menunjukkan bahwa berat berangkasan pada perlakuan *Bacillus* sp. berformulasi dengan air kelapa berbeda tidak nyata dengan formulasi limbah tahu, namun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

Pemberian formulasi *Bacillus* sp. dengan air kelapa cenderung

ml. Hal ini karena *Bacillus* sp. tanpa formulasi tidak memiliki bahan organik seperti yang terdapat pada formulasi lainnya. Bahan organik dapat memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah, dengan pemberian bahan organik kedalam tanah dapat membuat tanah menjadi gembur. Kondisi tanah yang gembur tersebut mempermudah perakaran tanaman tomat untuk berkembang. Akar-akar tanaman tomat menyebar masuk kedalam tanah mengisi ruang-ruang dalam tanah untuk memperoleh unsur hara, sehingga pada akhirnya volume akar tanaman tomat meningkat.

4.10. Berat berangkasan (g)

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian beberapa pupuk hayati dengan bioaktivator bakteri *Bacillus* sp. endofit berpengaruh nyata terhadap berat berangkasan tanaman tomat. Rerata berat berangkasan tanaman tomat setelah diuji lanjut dengan menggunakan DNMRT pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 10.

lebih tinggi dibandingkan dengan formulasi *Bacillus* sp. lainnya yaitu 482.50 g. Hal ini diduga formulasi *Bacillus* sp. dengan air kelapa memiliki kandungan unsur hara N (0,03%), P (0,03%) dan K (1,84%) yang juga dapat berperan penting dalam proses fotosintesis dalam menghasilkan fotosintat yang

berpengaruh pada berat brangkasan tanaman. Menurut Nyakpa *et al.* (1988), ketersediaan unsur hara nitrogen, fosfor dan kalium yang optimal bagi tanaman dapat meningkatkan aktivitas fotosintesis yang menghasilkan asimilat lebih banyak yang akan mendukung berat brangkasan tanaman.

Berat berangkasan merupakan berat keseluruhan organ tanaman, seperti akar, batang dan daun. Peningkatan berat dari salah satu organ tanaman berarti meningkatkan berat brangkasan tanaman, yang merupakan salah satu indikator pertumbuhan tanaman. Pemberian *Bacillus* sp. berformulasi pada tanaman tomat dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman tomat. Elfianti (2007) menyatakan bahwa *Bacillus* sp. termasuk kedalam bakteri PGPR yang mampu menstimulasi pertumbuhan tanaman dengan merangsang pertumbuhan akar lateral yang berfungsi menyerap air dan nutrisi yang lebih optimal dan menghasilkan hormon pertumbuhan tanaman, sehingga dapat meningkatkan berat brangkasan tanaman tomat.

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Formulasi pupuk hayati cenderung meningkatkan tinggi tanaman, berat buah per buah dan berat brangkasan, namun tidak terhadap diameter batang, umur saat berbunga, umur panen, jumlah buah, diameter buah, berat buah per tanaman dan volume akar.
2. Formulasi pupuk hayati dengan air kelapa merupakan formulasi terbaik dalam meningkatkan parameter tinggi tanaman,

diameter batang, volume akar dan berat brangkasan.

5.2. Saran

1. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, disarankan agar menggunakan formulasi *Bacillus* sp. dengan air kelapa untuk meningkatkan tinggi tanaman, berat buah per buah dan berat brangkasan.
2. Perlunya dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menentukan pH yang sesuai untuk formulasi pupuk hayati berbahan aktif bakteri *Bacillus* sp. endofit.

DAFTAR PUSTAKA

- Backman, P.A and R.A. Sikora. 2008. **Endophytes: An Emerging Tool For Biological Control**. Jurnal Bio Control, volume 46(1): 1-3.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Riau. 2014. **Riau Dalam Angka 2014**. Badan Pusat Statistik Provinsi Riau. Pekanbaru.
- Cahyono, B. 2005. **Budidaya Tomat dan Analisis Usaha Tani**. Kanisius: Yogyakarta.
- Campbell, N.A, J.B. Reece and L.G. Mitchell. 2003. **Biologi**. Ahli Bahasa : L. Rahayu, E.I.M Adil, N Anita, Andri, W.F Wibowo, W. Manalu. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Darjanto dan S. Satifah .1984. **Pengetahuan Dasar Biologi Bunga dan Teknik Penyerbukan Silang Buatan**. Gramedia. Jakarta
- Edmond, J. B. T., Andrews and R. G. Halfacre 1975. **Fundamental**

- of Hortikultur*. 4rd ed. Mc Graws Hill Book New Delhi.
- Elfianti, D. 2007. **Penggunaan Rhizobium dan Bakteri Pelarut Fosfat pada Tanah Mineral Masam untuk Memperbaiki Pertumbuhan Bibit Sengon (Paraserianthes falcataria (L.) Nielsen)**. Diakses pada tanggal 18 Desember 2013.
- Esoy A., H. O. Degaard and G. Bentzen. 1998. **The effect of sulphide and organic matter on the nitrification activity in biofilm proces. Jurnal Water Science Technology**. Volume 37 (1): 115-122.
- Fravel, D. R., W.J. Connick and J.A. Lewis. 1998. **Formulation of microorganism to control plant disease**. Di dalam Burger HD, editor: **formulation of microbial biopesticides**. London: Kluwer Academic Publisher.
- Harahap, R. 2006. **Respon bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) pada pemberian pupuk anorganik dan organik sintesis di pembibitan utama**. Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Riau. Pekanbaru. (Tidak dipublikasikan)
- Hutabarat R., Fifi Puspita, M. Amrul Khoiri. 2014. **Uji formulasi pupuk organik cair berbahan aktif *bacillus* sp. pada pembibitan utama kelapa sawit (*elaeis guineensis* jacq)**. Jurusan Online Mahasiswa
- Fakultas Pertanian, volume 1: 1-13
- Kementerian Pertanian. 2009. **Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia tentang pupuk organik, pupuk hayati, dan pembenah tanah**. No 28/Permentan/SR. 130/5/2009.
- Khaeruni, A., Asrianti dan A. Rahman. 2013. **Efektivitas limbah cair pertanian sebagai media perbanyakan dan formulasi *Bacillus subtilis* sebagai agens hayati patogen tanaman**. Jurnal Agroteknos 3 (3): 144-151
- Leiwakabessy, F. M. 1998. **Kesuburan Tanah**. Diktat kulia kesuburan tanah, Fakultas pertanian, Institut
- Mulyani, S. M., A. G. Kartasapoetra. 2002. **Pupuk dan Pemupukan**. Bina Aksara. Jakarta.
- Munawar, A. 2011. **Kesuburan tanah dan nutrisi tanaman**. IPB press. Bogor.
- Neliyati. 2012. **Pertumbuhan hasil tanaman tomat pada beberapa dosis kompos sampah kota**. Jurnal Agronomi 10(2): 93-97
- Nyakpa M. Y., A. M. Lubis, M. A. Pulungan, A. Munawar, G. B. Hong dan N. Hakim. 1988. **Kesuburan Tanah**. Universitas Lampung. Press. Bandar Lampung.
- Poerwanto, R. 2003. **Budidaya Buah-buahan Pengelolaan Tanah dan Pemupukan**

- Kebun Buah-buahan. IPB. Bogor.
- Puspita, F., D. Zul dan A. Khoiri. 2013. **Potensi *Bacillus* sp. asal rizosfer Giam Siak Kecil Bukit Batu sebagai rhizobacteria pemacu pertumbuhan dan antifungsi pada pembibitan kelapa sawit.** Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Riau. Program Studi Biologi FMIPA Universitas Riau.
- Restu, M dan Baharuddin. 2006. **Produksi polong dan biji tanaman gamal (*Gliricidia sepium*) dari berbagai prevensi dengan pupuk NPK.** Jurnal Perennial 2(1): 21-24
- Sarief E. S. 1985. **Kesuburan dan Pemupukan Tanah Pertanian.** Pustaka Buana. Bandung.
- Simanungkalit, R. D. M. 2001. **Aplikasi pupuk hayati dan pupuk kimia; suatu pendekatan terpadu.** Buletin Agrobiol, volume 4:56-61.
- Sutedjo, M. 2010. **Pupuk dan cara pemupukan.** Jakarta Rineka Cipta.
- Syahputra, A.A. 2015. **Uji beberapa dosis pupuk hayati berbahan aktif *Bacillus* sp. pada pertumbuhan dan hasil padi sawah (*Oryza sativa* L.) dengan metode SRI.** Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Riau. Pekanbaru. (Tidak dipublikasikan)
- Tinendung, R. 2014. **Uji formulasi *Bacillus* sp. sebagai pemacu pertumbuhan tanaman Padi Sawah (*Oryza sativa* L.).** Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Riau. Pekanbaru. (Tidak dipublikasikan)
- Vasundevan, P., M. S. Reddy., S. Kavitha., V. B. Priyadarisini., S. Bharathkumar., J. W. Klopfer and S. S. Gnanamanickam. 2002. **Role of biological preparation in enhancement of rice seedling growth and grain yield.** Journal Current Science. Volume 83 (9): 1140-1143.
- Vonderwell J. D, S. A. Enebak and L. J. Samuelson. 2001. **Influence of two plant growth-promoting rhizobacteria on loblolly pine root respiration and IAA activity.** Journal Forest Science. 47 (2): 197-202.
- Waluyo, L. 2009. **Mikrobiologi Lingkungan.** Malang: UMM Press.
- Wiryanta, W.T.B. 2004. **Bertanam Tomat.** Agromedia Pustaka. Jakarta.