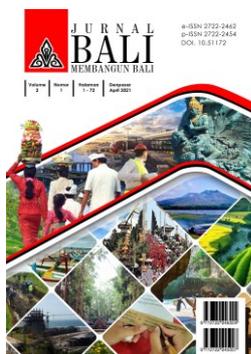




## Aplikasi Teknologi Inovasi Pupuk Organik Cair Bio-Inokulum Plus Guna Peningkatan Pertumbuhan dan Produksi Tanaman

I Wayan Sunada  
Badan Riset dan Inovasi Daerah Provinsi Bali  
Email: [wayansunada1967@gmail.com](mailto:wayansunada1967@gmail.com)



### Sejarah Artikel

Diterima pada  
23 Februari 2021

Direvisi pada  
25 Februari 2021

Disetujui pada  
27 Maret 2021

### Abstrak

**Tujuan:** Penelitian ini bertujuan untuk (1) membuktikan bahwa pupuk organik cair Bio-Inoculum Plus dapat digunakan sebagai pupuk. ZPT juga merupakan biopestisida, dan (2) memperoleh bio-inokulum ditambah pupuk organik cair dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman.

**Metode penelitian:** Kegiatan penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Februari sampai dengan Oktober 2019, pada beberapa komoditas tanaman baik stek tanaman buah, tanaman yang sulit berbuah maupun untuk peningkatan produksi tanaman dilakukan di beberapa daerah baik di Provinsi Bali bahkan di daerah Provinsi Nusa Tenggara Timur. Hasil penelitian dilakukan dengan analisis kualitatif.

**Hasil dan pembahasan:** Hasil yang diperoleh dari aplikasi pupuk organik cair Bio-Inoculum pada perbanyakan tanaman buah dengan menggunakan stek sampai tunas dan akar membutuhkan waktu antara 7-18 hari. Untuk mempercepat pertumbuhan tanaman, percepat pembungaan dan pembuahan pada tanaman yang sulit tumbuh bunga dan buahnya.

**Implikasi:** Pupuk organik cair Bio-Inoculum dapat menggantikan peran pupuk anorganik (meminimalkan bahkan menghilangkan) dan pertumbuhan tanaman menjadi lebih subur, lebih sehat dan meningkatkan hasil panen sebesar 15-30%.

**Kata Kunci:** pertanian organik, pupuk organik cair bio-inokulum, perbanyakan stek tanaman, pembungaan dan pemupukan, produksi

### Abstract

**Purpose:** The research aims to (1) prove that the liquid organic fertilizer Bio-Inoculum Plus can be used as fertilizer. ZPT is also a biopesticide, and (2) obtain bio-inoculum plus liquid organic fertilizer can increase plant growth and production.

**Research method:** This research activity was carried out starting from February to October 2019, on several plant commodities both on fruit plant cuttings, plants that were difficult to bear fruit and for increased crop production carried out in several areas both in Bali Province and even in East Nusa Tenggara Province. The results of the study were conducted by qualitative analysis.

**Results and discussion:** The results obtained from the application of liquid organic fertilizer Bio-Inoculum on the propagation of fruit plants using cuttings to sprout shoots and roots take between 7-18 days. To accelerate plant growth, accelerate flowering and fruiting on plants that are difficult to grow flowers and fruit.

**Implication:** Bio-Inoculum liquid organic fertilizer can replace the role of inorganic fertilizers (minimize and even eliminate) and plant growth to be more fertile, healthier and increase crop yields by 15-30%.

**Keywords:** organic agriculture, bio-inoculum liquid organic fertilizer, propagation of plant cuttings, flowering and fertilization, production

## PENDAHULUAN

Rendahnya kesuburan tanah terkait dengan ketersediaan bahan organik dan adanya senyawa kimia pencemar tanah yang digunakan terus menerus yang dapat

menjadi masalah utama dalam budidaya pertanian. Oleh karenanya hal-hal tersebut dapat menyebabkan terjadi biodiversitas mikroba tanah, menurunkan kandungan kimia tanah dan kualitas fisik tanah yang digunakan dalam budidaya pertanian, serta memudahkan tanaman terserang hama dan penyakit. Guna mengatasi permasalahan tersebut, perlu adanya penerapan sistem pertanian berkelanjutan yang ramah lingkungan dengan meminimalkan atau meniadakan penggunaan bahan kimia baik pupuk maupun pestisida kimia dalam budidaya tanaman pertanian. Hal tersebut dapat dilakukan dengan meningkatkan penggunaan pupuk organik.

Penerapan pertanian organik di Provinsi Bali mulai dilakukan sejak tahun 2009 yang terbukti meningkatkan kesadaran masyarakat petani dalam mewujudkan pertanian ramah lingkungan dengan menggunakan pupuk organik pada budidaya tanaman. Pupuk organik yang baik adalah pupuk yang dapat digunakan untuk memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah, serta tersertifikasi berdasarkan uji laboratorium yang memenuhi standar mutu pupuk. Pupuk organik tersebut dapat diperoleh dalam bentuk padat atau cair.

Pupuk organik cair merupakan jenis pupuk berbentuk cair, mudah larut dalam tanah dan membawa unsur-unsur penting untuk kesuburan tanah. Pupuk organik cair dapat dengan cepat mengatasi defisiensi hara, tidak bermasalah dalam pencucian hara dan mampu menyediakan hara dengan cepat. Pupuk organik cair umumnya tidak merusak tanah dan tanaman walaupun digunakan sesering mungkin. Pupuk organik cair juga memiliki bahan pengikat, sehingga jika larutan pupuk diberikan ke permukaan tanah dapat secara langsung digunakan tanaman. Pupuk organik cair diharapkan juga mempunyai kandungan ZPT yang mampu mempercepat pertumbuhan dan perkembangan tanaman, mampu menekan perkembangan hama dan patogen yang mengganggu pertanaman serta mempunyai bahan baku yang murah dan mudah didapat serta dibuat oleh petani (Namara, 2008 dalam Juwaningsih, dkk, 2018).

Pengembangan pupuk organik cair alternatif yang sekaligus bersifat sebagai pestisida, mampu bersahabat dengan alam, juga memberikan nilai tambah berlipat ganda sangat dianjurkan. Persyaratan dalam pembuatan pupuk organik cair alternatif adalah mengandung unsur hara lengkap baik makro dan mikro yang berperan dalam penyediaan unsur hara tanaman, juga berisikan mikroba yang mempunyai sifat penting dalam fiksasi nitrogen dan pelarut fosfat yang berfungsi sebagai zat pengatur tumbuh (ZPT) seperti *Azotobacter* sp, *Azospirillum*, *Bacillus* sp., *Pseudomonas*, *Rhizobium* sp., *Aspergillus pinicillium* dan *Aspergillus niger* (Herliyana, dkk., 2012; Nugroho, 2012).

Pupuk organik cair Bio-Inokulum Plus merupakan pupuk alternatif yang merupakan pupuk organik cair hasil dari teknologi inovasi berfungsi ganda sebagai

pupuk, ZPT juga biopestisida. Pupuk tersebut mengandung hara lengkap seperti C-organik, N, P, K, Fe, Mn, Cu, Zn, B, Co dan Mo; ZPT seperti auksin (IAA), GA3 dan Sitokinin (Kinetin dan Zeatin) juga berisikan mikroba *Azospirillum* sp., bakteri pelarut pospat (*Bacillus* sp. dan *Pseudomonas* sp.), Actinomycetes, *Trichoderma* sp. dan *Beauveria bassiana*. Bahan organik yang digunakan dalam pembuatan pupuk organik cair Bio-Inokulum Plus merupakan bahan yang mudah diperoleh di masyarakat petani dengan murah juga mudah dibuat. Bahan organik yang digunakan mampu bersinergi dengan penambahan mikroba yang potensial sehingga dapat menghasilkan hara makro, hara mikro, ZPT dan asam-asam organik, agen biokontrol yang bersifat non-patogen. Oleh karenanya perlu pembuktian penggunaan pupuk organik cair Bio-Inokulum Plus diharapkan mampu menyediakan nutrisi yang baik untuk baik pada stek tanaman buah, tanaman yang sulit berbuah maupun untuk peningkatan produksi pertanaman.

Penelitian ini mempertanyakan permasalahan: (1) Apakah pupuk organik cair Bio-Inokulum Plus dapat digunakan sebagai pupuk, ZPT juga sebagai biopestisida, dan (2) Apakah pupuk organik cair Bio-Inokulum Plus dapat digunakan untuk mempercepat perbanyakan stek tanaman buah; mempercepat pertumbuhan tanaman, pembungaan dan pembuahan pada tanaman yang sulit berbunga dan berbuah; serta meningkatkan produksi tanaman pertumbuhan dan produksi tanaman. Penelitian bertujuan untuk: (1) membuktikan bahwa pupuk organik cair bio-inokulum plus dapat digunakan sebagai pupuk, zpt juga sebagai biopestisida. (2) mendapatkan pupuk organik cair bio-inokulum plus mampu meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman.

Manfaat penelitian yang dapat diperoleh adalah memberikan informasi ilmiah tentang pupuk organik cair Bio-Inokulum Plus sebagai pupuk alternatif yaitu sebagai pupuk, ZPT plus biopestisida serta hasil aplikasinya pada pertanaman yang dapat digunakan untuk memperbaiki kesuburan tanah dan meningkatkan produksi tanaman. Selain itu juga mendukung sistem budidaya sehat dan berwawasan lingkungan dan berkelanjutan, khususnya dalam memperbaiki kesuburan tanah dan meningkatkan produksi tanaman.

### **Pupuk Organik Bio-Inokulum Plus**

Pupuk organik cair Bio-Inokulum Plus selain berfungsi sebagai pupuk, juga berfungsi sebagai ZPT dan biopestisida. Pupuk organik cair Bio-Inokulum Plus terbuat dari bahan baku lokal yang mudah didapat dan mudah dalam proses pembuatannya. Bahan lokal yang digunakan dalam pupuk organik cair Bio-Inokulum Plus adalah rebung, bongol pisang, touge, lamtoro, tomat, air kelapa, urine sapi, air cucian beras,

gula merah, mol dari limbah buah dan sayuran serta dekomposter, juga mikroba *Trichoderma* sp. dan *Beauveria bassiana*. Proses pembuatan pupuk organik Bio-Inokulum Plus memiliki ciri spesifik, yaitu fermentasi dilakukan sebanyak 2 kali. Proses fermentasi tahap I bertujuan untuk mendapatkan pupuk organik cair dengan kandungan hara makro dan mikro yang lengkap dengan beberapa mikroba penghasil Zat Perangsang Tumbuh (ZPT) yaitu *Azospirillum* sp dan Bakteri Pelarut Fosfat (*Bacillus* sp dan *Pseudomonas* sp). Sedangkan proses fermentasi tahap II bertujuan untuk mengikat dan memperbanyak *Trichoderma* sp. dan *Beauveria* sp. ke dalam media organik cair. *Trichoderma* sp. bersifat antagonis terhadap jamur lainnya dan *Beauveria bassiana* merupakan jamur entomopatogen yang dapat menimbulkan penyakit pada serangga.

### **Teknologi Inovasi Pupuk Organik Cair Bio-Inokulum**

Pupuk organik cair Bio-Inokulum Plus yang merupakan pupuk organik berbentuk cair yang berfungsi untuk mempercepat pertumbuhan tanaman, mempercepat pembungaan, mempercepat pertumbuhan stek tanaman, memperbaiki kesuburan tanah, memaksimalkan penyerapan unsur hara oleh tanaman, meningkatkan hasil panen, sebagai pengendali organisme pengganggu tanaman (baik berupa hama dan mikroba patogen) dan mengurangi penggunaan pupuk anorganik (kimia) sehingga mendukung sistem pertanian yang berkelanjutan dan ramah lingkungan.

Pupuk organik cair Bio-Inokulum Plus memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan pupuk organik cair lainnya karena selain berfungsi sebagai pupuk juga ZPT dan biopestisida yang dapat mengendalikan organisme pengganggu seperti hama dan patogen. Bahan organik yang digunakan mampu menunjukkan sinergi dengan penambahan mikroba yang potensial sehingga dapat menghasilkan hara makro, hara mikro, ZPT, asam-asam organik dan biokontrol yang bersifat non-patogen. Pupuk organik cair ini dibuat dari bahan-bahan organik yang digunakan mudah diperoleh di sekitar masyarakat dengan harga terjangkau. Bahan dan proses pupuk organik cair Bio-Inokulum Plus memiliki perbedaan dengan pupuk organik cair lainnya. Pupuk organik cair ini menggunakan bahan organik yang mudah diperoleh di sekitar masyarakat dan harganya terjangkau. Proses pembuatan pupuk organik cair Bio-Inokulum Plus memiliki ciri spesifik, yaitu fermentasi dilakukan sebanyak 2 kali.

Pada proses fermentasi tahap I bertujuan untuk mendapatkan pupuk organik cair dengan kandungan hara makro dan mikro yang lengkap dengan beberapa mikroba penghasil Zat Perangsang Tumbuh (ZPT) yaitu *Azospirillum* dan Bakteri Pelarut Fosfat (*Bacillus* sp. dan *Pseudomonas* sp.), mikroba yang berfungsi sebagai agen biokontrol

yang bersifat non patogen. Actinomycetes yang sangat berperan dalam proses dekomposisi. Fermentasi merupakan salah satu cara untuk mendapatkan ZPT organik dari tanaman. Penggunaan bahan organik seperti rebung, bonggol pisang, taube dan air kelapa, difermentasi menggunakan MOL dan dekomposter, merupakan metode terbaik untuk mendapatkan pupuk organik sekaligus sumber ZPT.

*Azospirillum* sp. mampu menghasilkan zat pengatur tumbuh seperti Auksin (IAA), Giberelin (GA3), serta senyawa yang menyerupai sitokinin. *Azospirillum* menghasilkan IAA yang berguna untuk mempercepat pertumbuhan tanaman, perkembangan akar lateral, merangsang kerapatan dan panjang rambut akar, yang menyebabkan meningkatnya serapan hara.

Bakteri pelarut fosfat *Bacillus* dan *Pseudomonas* merupakan bakteri hidrokarbonoklastik yang mampu mendegradasi berbagai jenis hidrokarbon. Penggunaan bakteri pelarut P sebagai pupuk hayati mempunyai keunggulan antara lain hemat energi, tidak mencemari lingkungan, mampu membantu meningkatkan kelarutan P yang terserap, menghalangi terserapnya P pupuk oleh unsur-unsur penyerap dan mengurangi toksisitas  $Al^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$ , dan  $Mn^{2+}$  terhadap tanaman pada tanah asam, menghasilkan ZPT serta menahan penetrasi patogen akar dengan mengkolonisasi akar dan menghasilkan senyawa antibiotik yang berfungsi sebagai agen biokontrol non-patogen (Oktrisna, dkk., 2017).

Actinomycetes memiliki dinding sel dari polimer-polimer gula, asam amino dan asam gula yang berperan untuk mematikan patogen, berkontribusi dalam produksi enzim, hidup sebagai saprofit dan aktif mendekomposisi bahan organik sehingga dapat menjaga dan meningkatkan kesuburan tanah serta siklus kehidupan pada ekosistem tanah. Dimana organisme perombak bahan organik memegang peranan penting karena sisa organik yang telah mati diurai menjadi unsur-unsur yang dikembalikan ke dalam tanah (N, P, K, Ca, Mg, dan lain-lain) dan atmosfer ( $CH_4$  atau  $CO_2$ ) sebagai hara yang dapat digunakan kembali oleh tanaman, sehingga siklus hara berjalan dengan baik demikian juga proses kehidupan dapat berlangsung dengan baik karena aktivitas organisme perombak bahan organik, saling mendukung keberlangsungan proses siklus hara dalam tanah. Mikroba perombak bahan organik digunakan untuk mempercepat proses dekomposisi sisa-sisa tanaman mengandung lignin dan selulosa, selain itu juga untuk meningkatkan biomassa dan aktivitas mikroba tanah, mengurangi penyakit, larva insek, biji gulma, volume bahan buangan, sehingga pemanfaatannya dapat meningkatkan kesuburan dan kesehatan tanah.

Pada proses fermentasi tahap II bertujuan untuk mengikat dan memperbanyak *Trichoderma* sp. dan *Beauveria* sp., ke dalam media organik cair. *Trichoderma* sp. bersifat antagonis terhadap jamur lainnya, yang dikembangkan sebagai agen

biokontrol pertumbuhan jamur yang bersifat patogen. Aktivitas antagonis tersebut meliputi persaingan parasitisme, predasi, maupun pembentukan toksin. Oleh karena itu *Trichoderma* sp. dimanfaatkan untuk biofungisida melawan perkembangan jamur patogen pada tanaman seperti *Sclerotium rolfsii*, *Sclerotium rolfsii*, *Rizoctonia solani*, *Rigidiforus lignosus*, *Fusarium moniliforme* dan *Fusarium oxysporum*. *Trichoderma* sp. juga berperan sebagai organisme pengurai atau dekomposer, stimulator pertumbuhan tanaman, juga berkemampuan memicu memproduksi perakaran sehat, meningkatkan kedalaman akar, meningkatkan kecepatan tumbuh akar dan perkembangan tanaman.

*Beauveria bassiana* merupakan jamur entomopatogen yang dapat menimbulkan penyakit pada serangga. Jamur tersebut menginfeksi tubuh serangga melalui dengan kontak inang yaitu kulit, kemudian masuk ke dalam tubuh inang melalui saluran pencernaan, spirakel dan lubang lainnya, kemudian mengeluarkan racun "Beauverin" yang merusak jaringan tubuh serangga sehingga tubuh serangga menjadi mengeras seperti mumi dan tertutup oleh benang-benang hifa berwarna putih. Selain itu, *Beauveria bassiana* tidak meninggalkan residu beracun atau fitotoksin pada hasil pertanaman, tanah maupun aliran air serta mudah diproduksi dan dapat menginfeksi walang sangit dan wereng batang coklat pada pertanaman padi, kutu *Aphis* pada pertanaman sayuran.

## METODE PENELITIAN

Kegiatan penelitian ini dilaksanakan dimulai bulan Pebruari hingga Oktober 2019, pada beberapa komoditas tanaman baik pada stek tanaman buah, tanaman yang sulit berbuah maupun untuk peningkatan produksi pertanaman yang dilakukan di beberapa daerah baik di Provinsi Bali bahkan di Provinsi Nusa Tenggara Timur. Hasil penelitian dilakukan dengan analisis kualitatif.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### **Hasil Standarisasi Pupuk Organik Cair**

Standarisasi kandungan bahan pada pupuk organik cair telah diatur dan ditetapkan dalam Peraturan Menteri Pertanian No. 70/Permentan/SR.140/10/2011. Standarisasi kandungan pH menurut Peraturan Menteri Pertanian (Permentan) No. 70/Permentan/SR. 140/10/2011 bahwa kualitas pH pupuk organik cair yang baik adalah 4-9, dan pH pupuk organik cair Bio-Inokulum Plus adalah antara 7,03 yang tergolong dalam pH netral dan memenuhi standar Permentan. C-organik pupuk organik cair Bio-Inokulum Plus adalah 7,11% yang masih memenuhi standar Permentan dengan nilai C-organik min 6%. Hasil analisis unsur hara makro N dan K memenuhi standar kualitas sebagai pupuk organik cair yaitu mengandung N 5,11% dan K 4,49%

sedangkan standar Permentan unsur hara makro N dan K 3-6%. Kandungan hara P yang melebihi standar (9.11 %) sedangkan standar Permentan unsur hara makro P 3-6%. Unsur hara Ca, dan Mg tidak memiliki standar kualitas dari Permentan maupun hasil POC Bio-Inokulum Plus.

Unsur hara mikro Fe (tersedia) memiliki kualitas yang masuk dalam standar pupuk organik cair yaitu 25,01 ppm yang ditetapkan dalam Permentan adalah 5–50 ppm. Zn (390.01 ppm) memiliki kualitas yang masuk dalam standar Permentan (250–5000 ppm). Pada unsur hara Mn memiliki nilai lebih rendah (36.05 ppm) dari standar Permentan (250–5000 ppm). Pupuk organik cair Bio-Inokulum Plus memiliki kandungan unsur Co (13,01 ppm) dan Mo (3,50 ppm) yang sesuai dengan standar Permentan (Co = 5-20 ppm dan Mo = 2-10 ppm). Hanya unsur B yang tidak terdeteksi pada pupuk organik cair Bio-Inokulum Plus.

Tabel 1. Standarisasi Kandungan pH dan Hara Makro Mikro, Kandungan ZPT dan Mikroba dalam Pupuk Organik Cair Bio-Inokulum Plus Berdasarkan Standar Mutu Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik Berdasarkan Permentan No.70/Permentan/SR.140/B/2011 [Sumber : Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/SR.140/10/2011 dan Hasil Uji Lab BPTP Lombok, 2019]

Hasil Analisis POC	Standar Menteri Pertanian	Kandungan POC Bio-Inokulum Plus
pH	4 – 9	7.03
C org	min 6%	7.11 %
N	3 – 6%	5.11 %
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3 – 6%	9.11 %
K <sub>2</sub> O	3 – 6%	4.49 %
Ca	-	-
Mg	-	-
Fe (total)	90 – 900 ppm	-
Fe (tersedia)	5-50 ppm	25.01 ppm
Cu	250 – 5000 ppm	430.1 ppm
Zn	250 – 5000 ppm	390.01 ppm
Mn	250 – 5000 ppm	36.05 ppm
B	125-2500 ppm	Tidak terdeteksi
Co	5-20 ppm	13.01 ppm
Mo	2-10 ppm	3.50 ppm
Standar Pupuk Hayati	Kandungan ZPT dan Mikroba dalam POC Bio-Inokulum Plus	
	ZPT:	
	Auksin (IAA)	98,46 ppm
	Giberelin (GA <sub>3</sub> )	120,22 ppm
	Sitokinin:	
	Kinetin	117,49 ppm
	Zeatin	95,41 ppm
Total sel hidup:	Total sel hidup:	

Bakteri	$\geq 10^7$ cfu/ml	Total bakteri	1,46x10 <sup>9</sup> Cfu/ml
<i>Azospirillum sp</i>	$\geq 10^8$ cfu/m	<i>Azospirillum sp.</i>	1,41x10 <sup>9</sup> Mpn/ml
<i>Bacillus sp</i>	$\geq 10^8$ cfu/m	Bakteri Pelarut	8,5x10 <sup>8</sup> Cfu/ml
		Pospat:	
		<i>Bacillus sp.</i>	
<i>Pseudomonas sp</i>	$\geq 10^8$ cfu/ml	Bakteri Pelarut	9,86x10 <sup>6</sup> Cfu/ml
		Pospat:	
		<i>Pseudomonas sp.</i>	
<i>Actinomycetes sp.</i>	$\geq 10^6$ cfu/ml	Total <i>Actinomycetes sp.</i>	7x10 <sup>3</sup> Cfu/ml
Fungi	$\geq 10^4$ propagul/ml	Total <i>Trichoderma sp.</i>	3,6x10 <sup>6</sup> propagul/ml
		Total <i>Beauveria bassiana</i>	3,6x10 <sup>6</sup> propagul/ml

Tingkat keasaman (pH) pupuk organik cair berkaitan erat dengan kematangan proses dekomposisi asam-asam organik yang terkandung dalam pupuk organik cair yang telah diberikan. Bahan organik seperti dedaunan, limbah kotoran ternak, limbah air kelapa dan lain-lain merupakan hasil dekomposisi asam-asam organik yang berperan dalam mereduksi aktivitas aluminium dalam tanah sehingga produksi ion H<sup>+</sup> akibat terhidrolisisnya Al akan menurun. Pupuk cair dikatakan baik dan siap diaplikasikan jika tingkat kematangannya sempurna. Fermentasi berjalan dengan baik diketahui dari keadaan bentuk fisiknya, dimana fermentasi yang berhasil ditandai dengan adanya bercak-bercak putih pada permukaan cairan, warna cairan yang dihasilkan pada proses pemeraman cairan adalah coklat muda dengan bau yang tidak menyengat dengan pH 4.0 (Kambar, dkk., 2016). Menurut Indriani (2002), kisaran pH yang baik untuk pupuk organik cair yaitu sekitar 6,5–7,5 (netral). Sutanto (2002) menambahkan bahwa biasanya pH agak turun pada awal proses fermentasi karena aktivitas bakteri yang menghasilkan asam. Dengan munculnya mikroorganisme lain dari bahan yang didekomposisikan, maka pH bahan akan naik setelah beberapa hari dan kemudian berada pada kondisi netral.

Peningkatan C-organik disebabkan oleh karbon (C) yang merupakan penyusun utama dari bahan organik itu sendiri. Adanya penambahan bahan organik berbanding lurus dengan peningkatan C-Organik (Wahyudi (2009) dalam Febrianna, dkk., (2018)). Zulkarnain, Prasetya, dan Soemarno (2012) menambahkan bahwa pengaplikasian bahan organik memberikan pengaruh nyata terhadap kadar C-organik. Afandi, et al., (2015) dalam Febrianna, dkk., (2018), menyatakan bahwa karbon merupakan sumber makanan mikroorganisme, sehingga keberadaan C-organik dalam pupuk organik cair akan memacu kegiatan mikroorganisme, sehingga meningkatkan proses dekomposisi pupuk organik cair dan juga reaksi-reaksi yang memerlukan bantuan mikroorganisme, misalnya fiksasi nitrogen. Apabila bahan organik telah mengalami dekomposisi maka

akan dihasilkan sejumlah senyawa karbon seperti  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CH}_4$ , dan C (Febrianna, dkk., 2018).

Kandungan hara N memiliki peranan penting sebagai penyusun klorofil yang menjadikan daun berwarna hijau. Penambahan hara P pada tanaman akan meningkatkan pembentukan dan pertumbuhan bagian vegetatif tanaman sebab unsur Fosfor (P) berperan dalam menyimpan dan memindahkan energi untuk sintesis karbohidrat, protein, dan proses fotosintesis (Kambar, dkk., 2016). Senyawa-senyawa hasil fotosintesis disimpan dalam bentuk senyawa organik yang kemudian dibebaskan dalam bentuk ATP untuk pertumbuhan tanaman. Unsur tersebut juga memiliki peranan sebagai pemindahan energi sampai pada segi penyusunan gen. Unsur hara K memiliki peranan pada efisiensi penggunaan air serta mengendalikan proses membuka dan menutupnya stomata (Widijanto et al. (2007) dalam Delima, dkk., (2018)). Unsur N, K, Fe, Mn, Zn dan Mg merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap terbentuknya klorofil (Abidin (1991) dalam Juwaningsih (2018)). Salisbury & Ross (1995), mengatakan bahwa pupuk organik cair selain mengandung nitrogen yang menyusun dari semua protein, asam nukleat dan klorofil juga mengandung unsur hara mikro antara lain unsur Mn, Zn, Fe, S, B, Ca dan Mg. Magnesium digunakan tanaman untuk membentuk inti sel pada molekul klorofil. Sesuai dengan pendapat Hadisuwito (2007) yang menyatakan bahwa, magnesium berfungsi membantu proses pembentukan hijau daun atau klorofil. Kekurangan magnesium dapat menyebabkan pucuk bagian di antara jari-jari daun tampak tidak berwarna. Unsur hara mikro tersebut berperan sebagai katalisator dalam proses sintesis protein dan pembentukan klorofil. Poerwowidodo (1992), menyatakan bahwa protein merupakan penyusun utama protoplasma yang berfungsi sebagai pusat proses metabolisme dalam tanaman yang selanjutnya akan memacu pembelahan dan pemanjangan sel. Unsur hara nitrogen (N) dan unsur hara mikro tersebut berperan sebagai penyusun klorofil sehingga meningkatkan aktivitas fotosintesis tersebut akan menghasilkan fotosintat yang mengakibatkan perkembangan pada jaringan meristematis daun. Maka pupuk organik cair berperan sangat penting dalam memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah juga tanaman. Murbandono (2000) menyatakan bahwa penambahan pupuk organik cair ke dalam tanah akan menyebabkan satu atau beberapa kation dibebaskan dari ikatannya secara absorptif menjadi ion bebas yang dapat diserap oleh akar tanaman.

Pupuk organik cair Bio-Inokulum Plus selain mengandung hara makro dan mikro, juga mengandung ZPT dan mikroorganisme yang membantu proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman serta pengendali patogen yang dapat dilihat pada kandungan mikroba dalam pupuk organik cair Bio-Inokulum Plus memenuhi standar hayati sebagai pupuk organik cair yang dikeluarkan oleh Permentan dalam jumlah kandungan bakteri,

Azospirilum sp, Basillus sp, Pseudomonas sp, Actinoycetes sp, Trichoderma sp dan Beauveria sp.

Azospirillum sp merupakan salah satu mikroorganisme yang dimanfaatkan dalam pertanian. Bakteri ini memiliki kemampuan menambat  $N_2$  dan menghasilkan fitohormon. Fitohormon adalah hormon tumbuhan yang berupa senyawa organik yang dibuat pada suatu bagian tanaman dan kemudian diangkut ke bagian lain, yang dengan konsentrasi rendah menyebabkan suatu dampak fisiologis. Fitohormon yang dihasilkan berupa auksin, giberelin, sitokinin dan etilen (Nugroho, 2012) seperti dalam pupuk organik cair Bio-Inokulum Plus (Auksin (IAA) 98,46 ppm, Giberelin (GA3) 120,22 ppm, Sitokinin: Kinetin 117,49 ppm dan Zeatin 95,41 ppm).

Bakteri Bacillus sp merupakan bakteri endofit membutuhkan C-organik dan N-organik sebagai sumber energi dan pertumbuhannya. Bakteri tersebut menghasilkan hormon pemacu pertumbuhan tanaman yang dapat merangsang pertumbuhan akar lateral, sehingga penyerapan unsur hara lebih optimal. Bacillus sp juga menghasilkan hormon pertumbuhan yang dapat menginduksi pertumbuhan tanaman karena mampu menstimulasi pertumbuhan tanaman (Oktrisna, dkk., 2017).

Bakteri Pseudomona sp. merupakan bakteri hidrokarbonoklastik yang mampu mendegradasi berbagai jenis hidrokarbon. Penggunaan bakteri Pseudomonas penting dalam upaya bioremediasi lingkungan akibat pencemaran minyak bumi. Pseudomonas sp. menggunakan hidrokarbon untuk pertumbuhannya, hidrokarbon alifatik jenuh merupakan proses aerobik (menggunakan oksigen) (Budiyanto, 2011). Pseudomonas dapat membentuk antibiotik yang disebut siderophore. Siderophore adalah senyawa organik selain antibiotik yang dapat berperan dalam pengendalian hayati penyakit tumbuhan yang diproduksi secara ekstrasel, senyawa dengan berat molekul rendah dengan afinitas yang sangat kuat terhadap besi (III) atau  $Fe^{+3}$ . Kemampuan Siderophore mengikat besi (III) merupakan pesaing terhadap mikroorganisme lain, dalam menekan pertumbuhan mikroorganisme patogen (Sriningsih dan Shovitri, 2015).

Actinomycetes sp., biasanya hidup di dalam tanah, dapat memunculkan aroma tertentu yang mempengaruhi mood setelah hujan turun dan berperan penting dalam proses pelapukan/perombakan bahan organik kompleks menjadi bahan organik yang lebih sederhana dan dapat langsung digunakan oleh organisme lain. Actinomycetes, yang strukturnya merupakan bentuk antara dari jamur dan bakteri, menghasilkan zat-zat anti mikroba dan asam amino yang dikeluarkan oleh bakteri fotosintetik dan bahan organik. Actinomycetes seperti benang-benang jamur, humus dan mengikat satu partikel tanah dengan lainnya sampai membentuk agregat dan struktur tanah.

Actinomycetes juga memproduksi sejumlah bahan kimia seperti asam-asam organik yang dapat merekatkan partikel-partikel tanah.

Trichoderma adalah organisme pengurai, agen hayati dan stimulator pertumbuhan, sekaligus sebagai penghambat pertumbuhan mikroorganisme penyebab penyakit bagi tanaman. Oleh karenanya, Trichoderma juga berperan penting dalam pengolahan lahan tanpa melakukan pembakaran. Guna menghambat pertumbuhan mikroorganisme penyakit, spora Trichoderma akan menempel pada badan jamur lain dengan membentuk hifa (benang spora) yang mengikat dan menggulung jamur lain hingga jamur tersebut mati. Beberapa jenis jamur patogen yang dapat dihambat perkembangbiakannya oleh Trichoderma sp antara lain *Rigidiforus lignosus* (penyebab penyakit jamur akar putih), *Fusarium oxysporum* (penyebab penyakit busuk batang fusarium), *Rizoctonia solani* (penyebab penyakit busuk pelepah pada jagung), *Fusarium moniliforme* (penyebab penyakit layu fusarium) dan penyebab penyakit busuk batang dari *Sclerotium rolfsii*, *Ganoderma*, *Phytium* sp., serta *Sclerotium rolfsii*. Trichoderma dapat digunakan untuk pengendalian *Pyricularia oryzae* penyebab penyakit Blas pada padi (Hidayat, dkk., 2014).

Cendawan penyebab penyakit pada serangga (entomopatogen) adalah *Beauveria bassiana* (bals.) Vuill sorok, umumnya digunakan dalam pengendalian hama pada budidaya tanaman secara organik (Hirose, et al., 2001). Cendawan *B. bassiana* adalah patogen serangga yang memiliki kisaran inang luas dan mampu bersimbiosis dengan tanaman. Kemampuan untuk bersimbiosis dengan tanaman menjadi faktor yang dominan dalam memparasitasi serangga yang melibatkan sumber karbon dan nitrogen yang tinggi yang terkandung di dalam tubuh serangga (Ortiz-urquiza dan Keyhani, 2016).

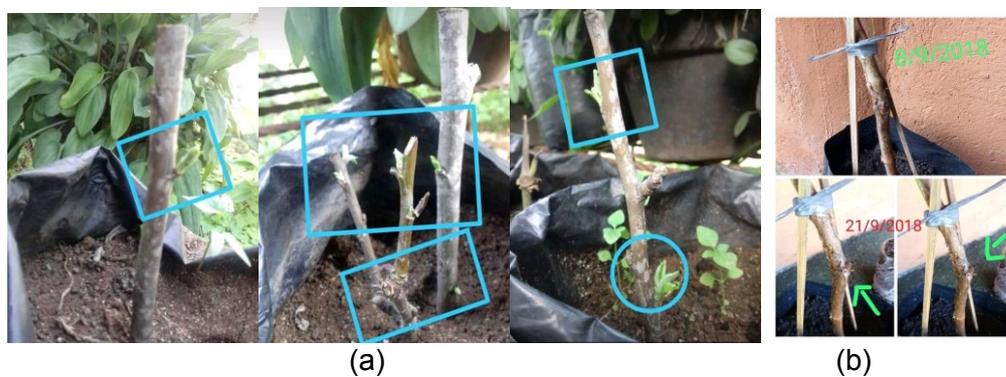
#### Hasil Aplikasi Pupuk Organik Cair Bio-Inokulum

Pupuk organik cair Bio-Inokulum Plus telah diaplikasikan pada beberapa komoditas tanaman baik pada stek tanaman buah, tanaman yang sulit berbuah maupun untuk peningkatan produksi pertanian yang dilakukan di beberapa daerah baik di Provinsi Bali bahkan di Provinsi Nusa Tenggara Timur. Dampak yang diberikan dalam stek tanaman buah dan pada tanaman yang sulit berbuah cukup bagus, begitupun dalam meningkatkan produktivitas tanaman dibandingkan dengan pupuk lainnya memberikan hasil yang cukup signifikan.

Aplikasi pupuk organik cair Bio-Inokulum Plus pada perbanyakan tanaman secara stek khususnya tanaman buah-buahan memerlukan waktu antara 7-18 hari mampu merangsang pertumbuhan tunas dan perakaran pada tanaman buah yang sulit diperbanyak dengan stek (Tabel 2 dan Gambar 1).

Tabel 2. Perbanyakkan Stek Tanaman Buah yang Menggunakan Pupuk Organik Cair Bio-Inokulum Plus [Sumber: Hasil Uji Coba di Lapangan, 2019]

No	Lokasi	Komoditas	Bagian Tanaman	Waktu Tumbuh Stek Tunas
1.	Kabupaten Tabanan	Durian	Stek	15 hari
2.	Kota Denpasar	Mangga	Stek	10 hari
3.	Kota Denpasar	Jambu Biji	Stek	10 hari
4.	Kota Denpasar	Srikya	Stek	10 hari
5.	Kota Denpasar	Manggis	Stek	18 hari
6.	Kota Denpasar	Rambutan	Stek	7 hari
7.	Kota Kupang, NTT	Apel	Stek	12 hari
8.	Kota Kupang, NTT	Jeruk nipis	Stek	7 hari
9.	Kota Kupang, NTT	Anggur	Stek	7 hari



Gambar 1. (a) Pertumbuhan Tunas pada Stek Tanaman Apel di Kota Kupang NTT dan (b) Pertumbuhan Tunas pada Stek Tanaman Durian di Kabupaten Tabanan Bali

Tabel 3. Pupuk Organik Cair Bio-Inokulum Plus yang Digunakan untuk Mempercepat Pertumbuhan Tanaman dan Mempercepat Pembungaan [Sumber: Hasil Uji Coba di Lapangan, 2019]

No	Lokasi	Komoditas	Kondisi Awal Tanaman	Jumlah Penyemprotan dan Kondisi Tanaman
1.	Kota Denpasar	Sawo	Sulit berbuah	Tanaman sedikit dipangkas kemudian disemprot dan dikocor disemprot yang dilakukan seminggu sekali, kemudian tanaman mulai belajar berbuah dan bunga/bakal buah tidak rontok.
2.	Kota Denpasar	Jeruk Bali	Sulit berbuah, bunga rontok	Tanaman sedikit dipangkas kemudian disemprot dan dikocor disemprot yang dilakukan seminggu sekali, kemudian tanaman mulai belajar berbuah dan bunga/bakal buah tidak rontok.
3.	Kota Denpasar	Jeruk nipis	Sulit berbuah, bunga rontok	Tanaman sedikit dipangkas kemudian disemprot dan dikocor disemprot yang dilakukan

				seminggu sekali, kemudian tanaman mulai belajar berbuah dan bunga/bakal buah tidak rontok.
4.	Kota Denpasar	Jambu biji	Sulit berbuah, bunga rontok	Tanaman sedikit dipangkas kemudian disemprot dan dikocor disemprot yang dilakukan seminggu sekali, kemudian tanaman mulai belajar berbuah dan bunga/bakal buah tidak rontok.
5.	Kota Denpasar	Belimbing	Sulit berbuah, bunga rontok	Tanaman sedikit dipangkas kemudian disemprot dan dikocor disemprot yang dilakukan seminggu sekali, kemudian tanaman mulai belajar berbuah dan bunga/bakal buah tidak rontok.
6.	Kota Denpasar	Buah naga	Sulit berbuah, bunga rontok	Tanaman sedikit dipangkas kemudian disemprot dan dikocor disemprot yang dilakukan seminggu sekali, kemudian tanaman mulai belajar berbuah dan bunga/bakal buah tidak rontok.
7.	Kota Denpasar	Jambu air	Sulit berbuah, bunga rontok	Tanaman sedikit dipangkas kemudian disemprot dan dikocor disemprot yang dilakukan seminggu sekali, kemudian tanaman mulai belajar berbuah dan bunga/bakal buah tidak rontok.
8.	Kota NTT	Kupang, Mangga Australi	Berbunga tetapi tidak berbuah selama 3 tahun	Disemprot dan dikocor 3x, kemudian berbunga lebat dan telah muncul buah (tidak gugur walaupun angin kencang)
9	Kota NTT	Kupang, Mangga Arumanis	Berbunga lebat tetapi berbuah sedikit dan banyak kutu kemudian dipangkas gundul	Disemprot dan dikocor 3x, 3 minggu kemudian tumbuh tunas lebat, tanpa adanya kutu, 10 bulan kemudian berbunga lebat dan telah muncul buah (tidak gugur walaupun angin kencang)

## SIMPULAN

Berdasarkan uraian maka dapat disimpulkan bahwa pupuk organik cair Bio-Inokulum Plus selain berfungsi sebagai pupuk, juga sebagai ZPT dan biopestisida karena mengandung hara lengkap (seperti C organik, N, P, K, Fe, Mn, Cu, Zn, B, Co dan Mo); ZPT (seperti Auksin (IAA), GA3, Sitokinin (Kinetin dan Zeatin)) dan juga berisikan mikroba (seperti *Azospirillum* sp., Bakteri Pelarut Pospat (*Bacillus* sp. dan *Pseudomonas* sp.), *Actinomycetes*, *Trichoderma* sp. dan *Beauveria bassianai*).

Aplikasi pupuk organik cair Bio-Inokulum Plus pada perbanyakan tanaman buah-buahan secara stek memerlukan waktu pertumbuhan tunas dan perakaran antara 7-18 hari. Aplikasi pupuk organik cair Bio-Inokulum Plus juga dapat digunakan untuk

mempercepat pertumbuhan tanaman dan mempercepat pembungaan pada tanaman yang sulit berbuah. Aplikasi pupuk organik cair Bio-Inokulum Plus menyebabkan pertumbuhan tanaman lebih sehat dan subur, mampu mengendalikan penyakit dan meningkatkan hasil pertanaman hingga 15-30%.

Pupuk organik cair Bio-Inokulum Plus direkomendasikan sebagai pupuk organik dalam budidaya tanaman namun masih diperlukan pengujian lebih lanjut pada pertanaman di lahan sub optimal guna meningkatkan kualitas pupuk organik cair Bio-Inokulum Plus.

## REFERENSI

- Aditama, PW Aditama; Setiawan, INAF. (2020). Indigenous Bali on Augmented Reality as a Creative Solution in Industrial Revolution 4.0. *Journal of Physics*. 1471, p. 12008.
- Budiyanto M.A.K., 2011. Pemanfaatan Bakteri Pseudomonas untuk Bioremediasi Akibat Pencemaran Minyak Bumi. Posted December 30, 2011. <https://aguskrisnoblog.wordpress.com/2011/12/30/pemanfaatan-bakteri-pseudomonas-untuk-bioremediasi-akibat-pencemaran-minyak-bumi/>. Dikases Tanggal 09 Nopember 2019.
- Delima, S., E.H.A. Juwaningsih dan IK. Sudarma, 2018. Pertumbuhan dan Hasil Selada Krop Akibat Pemberian Berbagai Konsentrasi Pupuk Cair Beberapa Limbah Buah. Laporan Penelitian Tidak Dipublikasikan, Prodi TIH, Jurusan TPH, Politeknik Pertanian Negeri Kupang.
- Febrianna M., P. Sugeng dan K. Novalia, 2018. Pemanfaatan Pupuk Organik Cair untuk Meningkatkan Serapan Nitrogen serta Pertumbuhan dan Produksi Sawi (*Brassica juncea* L.) pada Tanah Berpasir. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan* Vol 5 No 2: 1009-1018, 2018. e-ISSN:2549-9793.
- Hadisuwito, S. 2007. Membuat Pupuk Kompos Cair. Agromedia Pustaka Jakarta.
- Herliyana, Elis Nina dan Munif Abdul, 2012. Komposisi Pupuk Organik Cair Sekaligus Pestisida Organik untuk Tanaman Pertanian terutama Hortikultura. IRR (Intellectual Property Right) no. 3862, ID: P00200900766, Kategori: Paten.
- Hirose, E., Neves, P.M.O.J., Zequi, J.A.C., Martins, L.H., Peralta, C.H. & Moino Jr, A., 2001. Effect of Biofertilizers and Neem Oil on The Entomopathogenic Fungi *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. and *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 44 (4), 419–423.
- Juwaningsih, E.H.A., Nova D. Lussy, dan Chatlynbi T. Br. Pandjaitan, 2018. *Respon Berbagai Aktivator dalam Pupuk Organik Cair dari Limbah Buah Di Pasar dan*

- Konsentrasinya terhadap Pertumbuhan dan Hasil Selada Krop*. Partner Edisi Khusus Desember 2018.
- Kambar P., L. Walunguru dan E.H.A. Juwaningsih, 2016. Karakteristik Fisik dan Kimia Bokashi Padat dan Cair dari Kombinasi Berbagai Jenis Kotoran Hewan. Laporan Penelitian Tidak Dipublikasikan, Prodi TIH, Jurusan TPH, Politeknik Pertanian Negeri Kupang.
- Nugroho, 2012. Pengaruh Bahan Organik terhadap Sifat Biologi Tanah. *Jurnal. Bandar Lampung*. Diakses, 7 Februari 2019.
- Ohorella, Zainuddin, 2012. Pengaruh Dosis Pupuk Organik Cair (POC) Kotoran Sapi terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi Hijau (*Brassica sinensis* L.). *Jurnal Agroforestri*, Volume VII, Nomor 1 Maret 2012.
- Oktrisna D., Puspita F., dan Zuhry E., 2017. Uji Bakteri *Bacillus* sp. Endofit Diformulasi dengan Beberapa Limbah terhadap Tanaman Padi Sawah (*Oryza sativa* L.). *JOM FAPERTA* Vol. 4 No. 1 Februari 2017.
- Ortiz-Urquiza, A. and Keyhani, N.O., 2016. Molecular Genetics of *Beauveria bassiana* Infection of Insects. In: Lovet, B. & St Leger, R.J. (eds.) *Genetics and Molecular Biology of Entomopathogenic Fungi*. 1st ed. 94, Elsevier Inc., pp.165–249.
- Poewowidodo, 1992. Telaah Kesuburan Tanah. Penerbit Angkasa. Bandung.
- Salisbury, B. F. dan C. C.W Ross. 1995. Fisiologi Tumbuhan. Jilid 3 ITB Bandung.
- Sriningsih A., dan Shovitri M., 2015. Potensi Isolat Bakteri *Pseudomonas* sebagai Pendegradasi Plastik. *Jurnal Sains dan Seni ITS* Vol. 4, No.2, (2015) 2337-3520 (2301-928X Print).
- Susanto, R., 2002. *Penerapan Pertanian Organik*, Kanisius, Yogyakarta.

