

**PENGARUH TIPE SHAKER DAN ISOLAT TERHADAP KONSENTRASI
Indole acetic acid (IAA) PADA PRODUKSI PUPUK HAYATI CAIR DI PT
GREAT GIANT PINEAPPLE**

(Skripsi)

Oleh

FARRA KURNIA DEWI



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018**

ABSTRAK

PENGARUH TIPE SHAKER TERHADAP KONSENTRASI *Indole acetic acid* (IAA) PADA PRODUKSI PUPUK HAYATI CAIR DI PT GREAT GIANT PINEAPPLE

Oleh

FARRA KURNIA DEWI

Intensitas penanaman yang sangat tinggi terhadap lahan PT Great Giant Pineapple (GGP) sebagai media tanam perlu dilakukan peremajaan. Cara peremajaan tanah ada berbagai macam yaitu secara kimia, mekanis, dan biologis. Peremajaan tanah dengan cara biologis dapat dilakukan dengan cara mengaplikasikan pupuk hayati cair. Pupuk hayati merupakan alternatif memanfaatkan organisme tertentu untuk membantu menyediakan unsur hara serta membantu pertumbuhan tanaman. Industri pupuk yang dikembangkan PT GGP akan melakukan pengembangan produk dari pupuk hayati cair dengan memperbanyak *Indole acetic acid* (IAA). Cara memperbanyak metabolit sekunder yang berupa IAA yaitu dengan memberikan gangguan berupa jenis shaker.

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah untuk peningkatan kualitas produk pupuk hayati cair dan dengan adanya pengembangan produk dari pupuk hayati cair maka *Departement Soil Sustainability* GGF memiliki banyak macam produk pupuk yang mengakibatkan menambah *benefit cost* pada *Departement* tersebut. Selain itu, hasil penelitian dapat digunakan sebagai acuan penelitian selanjutnya.

Shaker yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu shaker horizontal dan orbital dengan menggunakan masa penyimpanan selama 0, 8, 16, 24, dan 32 hari. Pada penelitian ini dilakukan uji konsentrasi IAA menggunakan HPLC, TPC menggunakan media Na, Ymea, Ca, AL, dan Tsa, TC, pH, Briks, dan uji perkecambahan (*Bioassay*). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa shaker yang optimum menghasilkan jumlah IAA adalah shaker horizontal dari tiap – tiap waktu penyimpanan.

Kata kunci : *Indole acetic acid* (IAA), pupuk hayati cair, dan shaker.

ABSTRACT

EFFECT OF SHAKER TYPE ON CONCENTRATION OF *Indole acetic acid* (IAA) ON LIQUID FERTILIZER PRODUCTION IN PT GREAT GIANT PINEAPPLE

By

FARRA KURNIA DEWI

The intensity of very high planting of PT Great Giant Pineapple (GGP) land as a planting medium needs to be rejuvenated. The way of the land of the land there are various kinds that are chemical, mechanical, and biological. Rejuvenation of soil by biological means can be done by applying liquid biological fertilizer. Biological fertilizers are an alternative to utilizing certain organisms to help provide nutrients and help plant growth. The fertilizer industry developed by PT GGP will develop the product of liquid biological fertilizer by increasing the indole acetic acid (IAA). How to reproduce the secondary metabolite in the form of IAA that is by giving a form of shaker disorder.

As for the benefits of this research is to improve the quality of liquid biological fertilizer products and with the development of products from liquid biological fertilizer, Soil Sustainability GGF Department has many kinds of fertilizer

products that result in added benefit cost to the Department. In addition, the results of the research can be used as reference for further research.

Shakers to be used in this research are horizontal and orbital shakers using storage periods for 0, 8, 16, 24, and 32 days. In this research, IAA concentration test using HPLC, TPC using Na, Ymea, Ca, AL, and Tsa, TC, pH, Briks, and germination test (Bioassay) were used. The results of this study indicate that the optimum shaker produces the amount of IAA is the horizontal shaker of each storage time.

Keywords: Indole acetic acid (IAA), liquid biological fertilizer, and shaker

PENGARUH TIPE SHAKER TERHADAP KONSENTRASI *Indole acetic acid* (IAA) PADA PRODUKSI PUPUK HAYATI CAIR DI PT GREAT GIANT PINEAPPLE

Oleh

FARRA KURNIA DEWI

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN

Pada

Jurusan Teknik Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018**

**Judul Skripsi : PENGARUH TIPE SHAKER TERHADAP
KONSENTRASI *Indole acetic acid* (IAA)
PADA PRODUKSI PUPUK HAYATI CAIR
DI PT GREAT GIANT PINEAPPLE**

Nama Mahasiswa : Farra Kurnia Dewi

Nomor Pokok Mahasiswa : 1214071030

Jurusan / Program Studi : Teknik Pertanian

Fakultas : Pertanian



Agus Haryanto

Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P.
NIP. 196505271993031002

Sandi Asmara

Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si
NIP. 196210101989021002

2. Ketua Jurusan Teknik Pertanian

Agus Haryanto

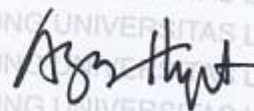
Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P.
NIP 196505271993031002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P.



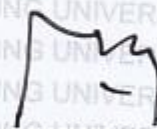
Sekretaris

: Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si.



Penguji

Bukan Pembimbing : Dr. Ir. Sugeng Triyono, M.Sc.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.

NIP 196110201986031002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 4 Juni 2018

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya bernama **Farra Kurnia Dewi NPM 1214071030**, dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya yang dibimbing oleh Komisi Pembimbing, 1) **Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P.** dan 2) **Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si.** berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini berisi material yang dibuat sendiri dan hasil rujukan beberapa sumber lain (buku, jurnal, dll) yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 04 Mei 2018

Yang membuat pernyataan


Farra Kurnia Dewi
NPM.1214071030



RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Desa Gunung Batin Baru Kabupaten Lampung Tengah pada tanggal 14 April 1994, sebagai anak pertama dari tiga bersaudara, dari Bapak (alm) Mat Iksan dan Ibu Bandiyah. Pendidikan Sekolah Dasar di SD Xaverius Gunung Batin diselesaikan pada tahun 2000 – 2006, pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMP Xaverius Gunung Batin diselesaikan pada tahun 2006 – 2009, pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMA Fransiskus Bandar Lampung diselesaikan pada tahun 2009 – 2012. Pada tahun 2012 penulis dinyatakan lulus dan terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Ujian Mandiri Universitas Lampung (UM UNILA).

Pada bulan Juli – Agustus 2016 penulis melaksanakan praktik umum di PT. Great Giant Pineapple Terbanggi Besar Kabupaten Lampung Tengah, dengan judul kajian “Mempelajari Proses Produksi Pupuk Hayati Cair Di PT Great Giant Foods”.

Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata di Desa SanggaBuana (SB 12) Kecamatan Way Seputih, Kabupaten Lampung Tengah dengan tema “Pemberdayaan Kampung Berbasis Informasi Dan Teknologi”. Pada tahun 2018, tepatnya pada tanggal 4 Juni, penulis dapat menyelesaikan skripsinya dengan judul Pengaruh Tipe Shaker dan Isolat Terhadap Konsentrasi *Indole acetic acid* (IAA) Pada Produksi Pupuk Hayati Cair Di PT Great Giant Pineapple.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Rahmat Sering Datang Kepada Kita Dalam Bentuk Kesakitan, Kehilangan,
Dan Kekecewaan; Tetapi Jika Kita Sabar, Kita Segera Akan
Melihat Bentuk Aslinya (Joseph Addison)*

*Hiduplah Seperti Pohon Kayu Yang Lebat Buahnya. Hidup Di Tepi Jalan
Dan Dilempari Orang Dengan Batu, Tetapi Dibalas Dengan Buah (Abu
Bakar Sibli).*

*Tiada Keyakinanlah Yang Membuat Orang
Takut Menghadapi Tantangan, Dan Saya Percaya Pada Diri Saya Sendiri
(Muhammad Ali)*

Alhamdulillah.. Alhamdulillah..

Alhamdulillahirobbil' alamin..

Ya Allah, Kubersujud Dihadapan Mu, Engkau Berikan Aku Kesempatan
untuk Bisa Sampai di Penghujung Perjuanganku Menempuh
Pendidikan Ini, Segala Puji Bagi Mu Ya Allah.

Kupersembahkan Sebuah Karya Ini

Untuk

Bapak Mat Iksan (Alm) dan Ibu Bandiyah

Kedua Orang Tuaku Tercinta yang Telah Memberikan Kasih Sayang,
Segala Dukungan, dan Cinta Kasih yang Tiada Terhingga yang Tiada
Mungkin Dapat Kubalas. Terimakasih Papi, Terima Kasih Mami.

Adik - Adik Ku

dan Semua Keluarga Besar

Tiada Hari yang Paling Membahagiakan dan Mengharukan Saat
Berkumpul Bersama Semua Keluarga Besar. Terima Kasih Atas Doa,
Dukungan, Serta Bantuannya Selama Ini. Aku Akan Menjadi Bagian dari
Keluarga yang Dapat Membanggakan dan Dapat Diandalkan.

Serta

Almamater Tercinta Universitas Lampung

Fakultas Pertanian

Jurusan Teknik Pertanian

Teknik Pertanian Angkatan 2012

SANWACANA

Alhamdulillah puji syukur atas kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Shalawat serta salam senantiasa saya haturkan kepada baginda Rasulullah Muhammad SAW beserta keluarga, para sahabat, dan umatnya hingga akhir zaman. Penulisan skripsi ini diajukan untuk memenuhi syarat memperoleh gelar sarjana pada Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Judul yang penulis ajukan adalah “Pengaruh Tipe Shaker dan Isolat Terhadap Konsentrasi Indole acetic acid (IAA) Pada Produksi Pupuk Hayati Cair Di PT Great Giant Pineapple”.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dan kesalahan. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan, bimbingan, dan arahan dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan skripsi. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P. selaku Dosen Pembimbing I, Dosen Pembimbing Akademik, dan Ketua Jurusan Teknik Pertanian Universitas

- Lampung yang telah meluangkan waktu, memberikan masukan, bimbingan, dan saran selama penelitian hingga penyusunan skripsi;
2. Bapak Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si. selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu, memberikan bimbingan, masukan, dan saran dalam proses penyusunan skripsi ini;
 3. Bapak Dr. Ir. SugengTriyono, M.Sc. selaku Dosen Pembahas yang telah meluangkan waktu untuk bimbingan selama perkuliahan, memberikan kritik dan saran dalam penyusunan skripsi ini;
 4. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
 5. Seluruh dosen dan karyawan Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung atas pengetahuan, arahan, bimbingan, dan bantuan yang telah diberikan selama ini;
 6. Ibu Ir. T.E Sukmaratri selaku Manager LOB Plant PT Great Giant Pineapple atas motivasi, arahan, bimbingan, bantuan, dan ijin untuk melakukan penelitian yang telah diberikan kepada saya.
 7. Muhammad Roiyan, Mas Didi, Mbak Ita, dan analis product development LOB Plant atas bantuan dan dukungan selama melakukan penelitian.
 8. Fandi Prastio, S. Kom terima kasih atas motivasi yang telah diberikan selama ini;

9. Teman seperjuangan Juppy Damay Lantika, Della Eka Putri, Fikri, dan seluruh angkatan 12 Teknik Pertanian Universitas Lampung yang selalu menjadi penyemangat, saling memberikan motivasi, dan dorongan dalam menjalankan kuliah, terima kasih atas kebersamaan dan bantuannya selama ini.

Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan Bapak, Ibu, serta rekan-rekan sekalian. Dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk semua pihak di masa yang akan datang

Bandar Lampung, 4 Juni 2018

Penulis,

Farra Kurnia Dewi

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
I. PENDAHULUAN.....	2
1.1. Latar Belakang dan Masalah.....	2
1.2. Tujuan Penelitian.....	4
1.3. Manfaat Penelitian.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Pertanian Organik.....	5
2.2. Pupuk Hayati.....	6
2.3. Metabolit Sekunder.....	7
2.4. Auksin/ IAA (Indool Acetic Acid).....	9
III. METODE PENELITIAN.....	12
3.1. Waktu dan Tempat.....	12
3.2. Alat dan Bahan Penelitian.....	12
3.3. Rancangan Percobaan.....	13
3.4. Pelaksanaan Penelitian.....	14
3.4.1. Persiapan Inokulum / Prekultur/Biang.....	14
3.4.2. Persiapan Media dan Sterilisasi Media.....	15
3.4.3. Inokulasi.....	15
3.4.4. Inkubasi.....	15
3.4.5. Panen.....	16
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	20

4.1. Hasil Analisa IAA	20
4.1.1. Anaslisa Kuantitatif IAA menggunakan HPLC	20
4.1.2. Analisis Kualitatif IAA.....	24
4.2. Analisa Total Plate Count (TPC).....	28
4.3. Analisa pH dan Padatan Total Terlarut.....	33
4.4. Uji Bioassay	36
4.5. Analisa Total Count.....	44
DAFTAR PUSTAKA	47

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Notasi Sampel	14
2. Pecahan Analisis Sidik Ragam IAA Kuantitatif	21
3. Uji Lanjut Shaker dan Isolat pada IAA HPLC	21
4. Uji Lanjut Waktu Terhadap Konsentrasi IAA	21
5. Pecahan Analisis Sidik Ragam TPC Na	28
6. Uji Lanjut Shaker dan Isolat Pada TPC Media Na	29
7. Uji Lanjut Waktu Terhadap Jumlah Mikroba Pada analisis TPC Pada Media Na	29
8. Pecahan Analisis Sidik Ragam TPC Ca.....	30
9. Uji Lanjut Shaker dan Isolat Pada Analisis TPC Media Ca	30
10. Uji Lanjut Waktu Terhadap Jumlah Mikroba Pada Analisis TPC Media Ca	31
11. Pecahan Analisis Sidik Ragam TPC Al	32
12. Uji Lanjut Shaker dan Isolat Pada Analisis TPC Media Al.....	32
13. Uji Lanjut Waktu Terhadap Jumlah Mikroba Pada Analisis TPC Media Al	32
14. Data pH dan °Brix.....	33
15. Analisis Sidik Ragam Pecahan Brix	34
16. Uji Lanjut Shaker dan Isolat Terhadap °Brix.....	34
17. Uji Lanjut Waktu Brix	34
18. Pecahan Analisis Sidik Ragam pH	35
19. Uji Lanjut Shaker dan Isolat Terhadap pH	36
20. Lanjut Waktu terhadap pH.....	36

21. Pecahan Sidik Ragam Panjang Batang	37
22. Uji Lanjut Waktu Terhadap Panjang Batang	37
23. Uji Lanjut Shaker dan Isolat Terhadap Panjang Batang	38
24. Pecahan Sidik Ragam Panjang Daun	38
25. Uji Lanjut Shaker dan Isolat Terhadap Panjang Daun.....	39
26. Uji Lanjut Waktu Terhadap Panjang Daun.....	39
27. Pecahan Sidik Ragam Panjang Akar.....	40
28.Uji Lanjut Shaker dan Isolat Terhadap Panjang Akar	40
29. Uji Lanjut Waktu Terhadap Panjang Akar	41
30. Analisis Pecahan Sidik Ragam Jumlah Akar.....	41
31. Uji Lanjut Shaker dan Isolat Terhadap Jumlah Akar.....	42
32. Uji Lanjut Waktu Terhadap Jumlah Akar.....	42
33. Pecahan Analisis Sidik Ragam Jumlah Daun	43
34. Uji Lanjut Shaker dan Isolat Terhadap Jumlah Daun	43
35. Analisis Sidik Ragam Pecahan TC	44
36. Uji Lanjut Shaker dan Isolat Terhadap Jumlah Mikroba total pada Analisis TC	44
37. Uji Lanjut Waktu Terhadap Analisis TC	45
38. Komposisi pembuatan medium Nutrient agar (NA).....	53
39. Komposisi pembuatan medium Potato Dextrose Agar (PDA)	53
40. Komposisi pembuatan medium Plate Count Agar (PCA)	53
41. komposisi pembuatan larutan salin	54
42. Hasil Anlisa Konsentrasi (ppm) IAA menggunakan HPLC	63
43.. Hasil Analisa TPC Media Ca.....	63
44. Hasil Analisa TPC Media Al	64
45. Hasil Analisa pH dan brix.....	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Bagan Alir Penelitian.....	19
2. Kurva Konsentrasi IAA	22
3. IAA Kualitatif hari ke 0-ke 32	26
4. Inkubasi Bioassay pada Bioassay Chamber.....	37
5. <i>Tuang Media NA/ PCA / PDA</i> ke dalam Petridish	56
6. Cara untuk melapisi tepi petridish dengan plastik wrapping	56
7. Autoclave yang digunakan untuk sterillisasi	65
8. Isolat yang digunakan dalam media L	65
9. Media untuk biakan isolat.....	66
10. Proses Pengorkan Isolat Pada Agar Miring	66
11. Inokulasi Isolat ke Media L dan PF	67
12. Sampel L dan PF Pada Shaker Orbital.....	67
13. Media Agar Na, Ymea, dan Tsa.....	68
14. Sampel L dan PF Pada Shaker Horizontal.....	68
15. Penyimpanan Sampel.....	69
16. Inkubasi TPC	69
17. Inkubator Yang Digunakan Untuk Menyimpan Cawan Petri TPC	70
18. Proses Inject Sampel Pada Uji Bioassay.....	70

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang dan Masalah

PT Great Giant Pineapple (GGP) merupakan salah satu perusahaan swasta terbesar di Indonesia yang terletak di Provinsi Lampung tepatnya di Jalan Lintas Sumatera KM. 77 Terbanggi Besar, Kabupaten Lampung Tengah. GGP merupakan perusahaan yang bergerak pada sektor perkebunan dengan luas area \pm 32.000 ha. PT GGF melakukan penanaman nanas secara intensif pada lahan perkebunan milik GGP baik dalam aplikasi pupuk kimia maupun pengolahan tanah. Tanah GGP intensitas penanamannya sudah sangat tinggi sehingga pemanfaatan media tanah tersebut harus diremajakan. Cara peremajaan tanah ada berbagai macam yaitu secara kimia, mekanis, dan biologis. Peremajaan tanah secara biologis dipilih GGP untuk diaplikasikan. Hal ini dikarenakan metode biologis lebih murah, tidak mencemari lingkungan, dan mendukung *sustainable agriculture*. Kebijakan dengan metode biologis diimplementasikan GGP dengan mendirikan industri pupuk hayati cair.

Pupuk hayati merupakan alternatif untuk memanfaatkan organisme tertentu dalam jumlah yang banyak untuk menyediakan unsur hara serta membantu pertumbuhan tanaman yaitu dengan menambat Nitrogen dari udara dan menyediakan Fosfor dalam tanah (Sutanto, 2002). Menurut Saraswati (2015) pupuk hayati bersumber dari bahan baku yang dapat diperbaharui sehingga sifatnya ramah lingkungan dan dapat

mengurangi kebiasaan penggunaan pupuk kimia secara perlahan. Setiap tanaman selalu membutuhkan unsur hara, karena ketersediaan unsur hara di dalam tanah dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Pemenuhan unsur hara pada media tanam umumnya dilakukan dengan cara pemupukan (Sinulingga dkk, 2015).

Produk pupuk hayati cair yang diproduksi oleh *Departement Soil Sustainability*, GGP merupakan pengembangan pupuk hayati *biofertilizer* (meliputi kegiatan formulasi, produksi, dan aplikasi pada skala riset) yang telah dikembangkan sejak tahun 2007. Teknologi fermentasi yang ada pada proses pembuatan pupuk *biofertilizer* ini bertujuan untuk meningkatkan kesuburan lahan dengan pemanfaatan mikroba kompleks dan keseimbangannya di dalam tanah. Proses fermentasi yang dimaksud adalah perombakan senyawa organik yang dilakukan mikroorganisme yang melibatkan enzim yang dihasilkannya atau dengan kata lain fermentasi merupakan perubahan struktur kimia dari bahan-bahan organik dengan memanfaatkan agen-agen biologis terutama enzim sebagai biokatalis.

Industri pupuk yang dikembangkan GGP adalah produk pupuk hayati cair (PHC) dengan kapasitas produksi sebanyak 4.1 juta liter (L) / tahun. Seiring berjalannya waktu, pada November 2008 telah dikembangkan menjadi dua produk yaitu *biofertilizer* (BF) dan pupuk hayati cair. Pupuk hayati cair merupakan pengembangan dari produk BF yang memiliki kandungan bahan organik lebih dari 6%. PHC yang diproduksi oleh GGP diaplikasikan ke seluruh wilayah *Plantation Group* (PG) GGP. Selain untuk komoditi GGP, pupuk hayati cair ini juga dikomersilkan kepada petani yang tersebar di 10 kabupaten yang ada di Provinsi Lampung dan Pulau Jawa dengan kemasan 1 liter, 2 liter, dan 5 liter.

Berdasarkan penggunaan PHC baik di lahan GGP maupun di pasaran ternyata pihak GGP selaku produsen merasakan perlunya meningkatkan kualitas PHC karena ketatnya persaingan dengan produk serupa dan kebutuhan peningkatan produksi di kebun sendiri. Salah satu upaya yang dilakukan oleh GGP dalam peningkatan kualitas PHC adalah dengan memperbanyak IAA. IAA sebagai zat pengatur tumbuh (ZPT) memiliki peranan dalam mempercepat pertumbuhan tanaman. Fungsi ini yang menjadi latar belakang adanya peningkatan kualitas PHC.

Berdasarkan kondisi tersebut maka dalam penelitian ini kegiatan yang dilakukan adalah member gangguan atau guncangan terhadap mikroba agar menghasilkan metabolit sekunder berupa IAA pada pupuk hayati cair. Jenis guncangan untuk menghasilkan metabolit sekunder sangat berpengaruh terhadap jumlah metabolit yang dihasilkan. Pada guncangan arah horizontal mikroba akan mengeluarkan metabolit sebanyak – banyaknya, sedangkan pada guncangan orbital mikroba tidak mengalami stress karena hanya berputar -putar mengikuti alur. Untuk menghasilkan kedua bentuk guncangan digunakan dua jenis *shaker* yaitu *shaker* orbital dan horizontal. Untuk mengetahui banyaknya metabolit yang bisa terbentuk dengan penggunaan *shaker* terbut menjadi latar belakang dilakukannya penelitian ini.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah untuk:

1. Mengetahui pengaruh tipe *shaker* dan jenis isolate pada pembentukan metabolit sekunder (IAA).
2. Mengetahui jumlah metabolik sekunder dari media pupuk hayati cair dan PF yang berupa *IndoleAcetic Acid* (IAA).

1.3. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah untuk peningkatan kualitas produk pupuk hayati cair dan dengan adanya pengembangan produk dari pupuk hayati cair maka *Departement Soil Sustainability* GGP memiliki banyak macam produk pupuk yang mengakibatkan menambah *benefit cost* pada *Departement* tersebut. Selain itu, hasil penelitian dapat digunakan sebagai acuan penelitian selanjutnya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pertanian Organik

Pertanian organik merupakan pertanian yang menghindarkan bahan kimia dan pupuk yang dapat meracuni lingkungan (Sutanto, 2002). Pertanian organik bertujuan untuk mendapatkan kondisi lingkungan yang sehat juga berusaha untuk mendapatkan hasil produksi yang maksimal dengan sumber daya alami mendaur ulang limbah – limbah pertanian yang ada. Dengan kata lain, pertanian organik merupakan suatu gerakan “kembali ke alam”.

Pada prinsipnya pertanian organik sejalan dengan pengembangan pertanian dengan masukan teknologi rendah (*low input technology*) dan upaya menuju pembangunan pertanian berkelanjutan. Kita mulai sadar tentang potensi teknologi, kerapuhan lingkungan, dan budidaya manusia dalam merusak lingkungan. Pertanian berkelanjutan dengan masukan teknologi rendah adalah membatasi ketergantungan pada pupuk anorganik dan bahan kimia pertanian lainnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa apabila pertanian organik dilakukan dengan baik maka akan

cepat memulihkan tanah yang sakit akibat penggunaan bahan kimia pertanian lainnya. Perlu kita ketahui, bahwa ketersediaan sumber daya alam ada batasnya. Apabila secara terus menerus menggunakan pupuk kimia maka akan berdampak pada polusi udara dan polusi tanah. Penggunaan pupuk organik maupun pupuk hayati dapat mencegah polusi dan mendukung sistem pertanian berkelanjutan.

2.2. Pupuk Hayati

Dewasa ini pertanian organik banyak diterapkan kembali sebagai pertanian alami umumnya disebut sebagai pertanian yang ramah lingkungan. Pertanian organik tersebut adalah suatu cara bertani untuk menghasilkan produk yang sehat dan berkesinambungan yang tidak merusak ekosistem alami, tanpa atau secara minimal menggunakan pestisida, pupuk kimia, dan zat kimia lainnya. Penggunaan pupuk organik pada saat ini makin dirasakan penting untuk mengembalikan produktivitas lahan yang kian menurun.

Pupuk hayati adalah sebuah komponen yang mengandung mikroorganisme hidup yang diberikan ke dalam tanah sebagai inokulan untuk membantu menyediakan unsur hara tertentu bagi tanaman. Pupuk hayati dapat berisi bakteri atau fungi yang berguna bagi tanaman (Andriawan, 2010).

Beberapa bakteri yang digunakan dalam pupuk hayati antara lain *Azetobacter* sp., *Azospirillum* sp., *Lactobacillus* sp., *Pseudomonas* sp., dan *Rhizobium* sp.

Mikroba yang terdapat dalam pupuk hayati dapat memasok unsur hara. Pupuk hayati bermanfaat untuk mengaktifkan serapan hara oleh tanaman, menekan *soil bornedisease*, mempercepat proses pengomposan, memperbaiki struktur tanah, dan menghasilkan substansi aktif yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. *Rhizobium* sp. adalah satu mikroba yang digunakan dalam pupuk hayati cair. Bakteri ini mampu menghasilkan metabolik sekunder berupa IAA.

2.3. Metabolit Sekunder

Metabolisme menghasilkan senyawa yang disebut metabolit. Metabolit dibagi menjadi dua yaitu metabolit primer dan metabolit sekunder. Metabolit primer merupakan senyawa yang dihasilkan pada fase eksponensial dan digunakan untuk pertumbuhan bakteri itu sendiri. Sedangkan metabolit sekunder merupakan senyawa yang dihasilkan pada fase pertumbuhan stasioner. Senyawa metabolik sekunder tidak digunakan untuk pertumbuhan bakteri melainkan digunakan sebagai agensia pertanian.

Metabolit sekunder merupakan senyawa yang diproses oleh makhluk, tumbuhan, mikrobia, dan hewan melalui proses biosintesis yang digunakan untuk menunjang kehidupan namun tidak vital sebagaimana gula, asam amino, dan asam lemak (Aziz, 2014).

Pengertian lain menurut Murniasih (2008) metabolit sekunder adalah senyawa-senyawa hasil biosintetik turunan dari metabolit primer yang umumnya diproduksi oleh organisme yang berguna untuk pertahanan diri dari lingkungan maupun dari serangan organisme lain. Sedangkan substansi yang dihasilkan oleh organisme melalui metabolisme dasar digunakan untuk pertumbuhan dan perkembangan organisme yang bersangkutan disebut dengan metabolit primer. Ciri – ciri metabolit sekunder adalah:

1. Tidak terlibat langsung dalam metabolisme atau kehidupan dasar seperti: pertumbuhan, bereproduksi, dan perkembangan.
2. Tidak esensial. Makna dari tidak esensial ini adalah tidak menyebabkan kematian dalam jangka pendek. Ketiadaan jangka panjang menyebabkan kelemahan dalam pertahanan diri survival estetika menarik serangga.
3. Berperan terhadap pertahanan diri terhadap musuh.
4. Pemanfaatan oleh manusia yaitu sebagai obat, parfum, dan aroma bumbu.

Bakteri *Rhizobium leguminosarum* sp merupakan bakteri yang memiliki banyak manfaat bagi tanaman. Bakteri ini tergolong kelompok bakteri baik sehingga keberadaannya sangat penting karena dapat menyuburkan tanah pertanian, memfiksasi nitrogen (N-bebas) yang ada di udara. *Rhizobium* sp merupakan satu – satunya bakteri endofitik tanaman legume yang memiliki kemampuan penghasil fitohormon IAA dan diformulasikan dalam LOB sebagai *Planth Growth Promotor Regulation* (PGPR) (Herawati, dkk 2007).

2.4. Auksin/ IAA (Indool Acetic Acid)

Beberapa bakteri endofit mempunyai potensi yang dapat dimanfaatkan sebagai penghasil metabolit sekunder dan penghasil hormon yang dapat merangsang pertumbuhan tanaman. Salah satu hormon yang dihasilkan oleh bakteri endofit yaitu *Indool acetic acid* (IAA) atau dengan nama lain auksin. Auksin berperan sebagai hormon pemacu pertumbuhan pada tanaman dan biasanya ditemukan pada jaringan meristem.

Auksin memiliki peranan penting dalam pertumbuhan tanaman. Peranan auksin pertama kali ditemukan oleh ilmuwan Belanda Fritz Went (1903 – 1990). Hormon auksin memiliki fungsi yaitu membantu proses percepatan pertumbuhan baik pertumbuhan batang, mempercepat perkecambahan, membantu pembelahan sel, membantu

pemasakan buah, dan mengurangi jumlah biji dalam buah. Hormon auksin ini bekerja secara sinergis dengan hormon sitokinin dan giberelin.

Zat pengatur tumbuh terdiri dari golongan sitokinin dan auksin. Auksin mempunyai peran ganda tergantung pada struktur kimia, konsentrasi, dan jaringan tanaman yang diberi perlakuan (Lestari, 2011). Seringkali ZPT yang secara alami ada dalam tanaman berada di bawah optimal, sehingga dibutuhkan sumber dari luar untuk menghasilkan respon yang maksimal.

Cara kerja hormon auksin adalah menginisiasi pemanjangan sel dan juga memacu protein tertentu yang ada di membrane plasma sel tumbuhan untuk memompa ion H^+ ke dinding sel. Auksin banyak digunakan dalam perpanjangan sel dengan metode kultur jaringan, pembentukan akar adventif, dan menghambat pertumbuhan tunas adventif atau tunas ketiak (Karjadi dan Buchory, 2008).

Zat pengatur tumbuh (ZPT) merupakan senyawa organik bukan hara yang mempengaruhi proses fisiologi suatu tanaman (Widyastuti dan Tjokrokusumo, 2006). Berdasarkan sumbernya, ZPT dapat diperoleh baik secara alami maupun sintetik. Umumnya ZPT alami langsung tersedia di alam dan berasal dari bahan organik, contohnya air kelapa, urin sapi, dan ekstraksi dari bagian tanaman (Shahab et al. 2009; Zhao 2010). ZPT yang bersumber dari bahan organik lebih bersifat ramah

lingkungan, mudah didapat, aman digunakan, dan lebih murah. Pertumbuhan tanaman akan lebih optimal jika ditambahkan zat pengatur tumbuh (ZPT).

Penambahan zat pengatur tumbuh eksogen tersebut akan mengubah level zat pengatur tumbuh endogen sel. Level zat pengatur tumbuh ini akan menjadi faktor pemicu untuk proses-proses tumbuh dan morfogenesis. ZPT yang sering digunakan adalah Indole Acetic Acid (IAA), Naphthalene Acetic Acid (NAA), 2,4-Dichlorophenoxy Acetic Acid (2,4-D) dari kelompok Auksin dan Benzil Amino Purin (BAP), Kinetin, Zeatin dari kelompok sitokinin (Eko dkk, 2015).

III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium *Product Development LOB Plant* PT GGF Jalan Lintas Sumatera KM. 77 Terbanggi Besar Lampung Tengah pada bulan Oktober 2017 - Maret 2018.

3.2. Alat dan Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah LOB, aluminium foil, kapas, wrap, etanol alkohol 75%, kertas label, larutan salkowsky, kertas saring, ethyle acetate (dibeli dari Merck), methanol (dibeli dari Merck), tissue, kertas label. Tsa, Ca- P, Al -P. Sedangkan Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *shaker* orbital, *shaker* horizontal, autoklaf, *petridish*, tabung reaksi, Erlenmeyer, mikroskop, *laminar air flow*, *rotary evaporator*, *sentrifuge*, *syringe filter* 0.22 μm , *syringe*, *vortex*, *haemocytometer*, *hot plate stirrer*, *bioassay chamber*, *micro tube*, botol duran 100 ml, botol duran 250 ml, gelas ukur, timbangan analitik, dan mikro pipet.

3.3. Rancangan Percobaan

Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial. Data pada penelitian ini diuji menggunakan anova split plot dengan software SAS. Penelitian ini menggunakan 2 faktor. Faktor pertama yaitu jenis *shaker* menggunakan *shaker* orbital dan *shaker* horizontal. Faktor kedua yaitu media (jenis isolat), dan split plot menggunakan waktu penyimpanan. Masing – masing faktor dan perlakuan mengalami pengulangan sebanyak 3 kali sehingga didapatkan jumlah sebanyak 12 sample tiap - tiap masa penyimpanan (setiap 8 hari). Pada percobaan ini menggunakan dua (2) media yaitu pupuk hayati cair dengan notasi L dan PF dengan notasi PF. Perlakuan yang diuji pada penelitian ini dinotasikan sebagai berikut:

A. Perlakuan (S)

S1 : *Shaker* horizontal .

S2 : *Shaker* orbital.

B. Waktu(T)

T₁ : 0 hari.

T₂ : 8 hari.

T₃ : 16 hari.

T₄ : 24 hari.

T₅ : 32 hari.

C. Notasi Sampel

Tabel 1. Notasi Sampel

$S_1T_1L_1$	$S_1T_2L_1$	$S_1T_3L_1$	$S_1T_4L_1$	$S_1T_5L_1$	$S_1T_1PF_1$	$S_1T_2PF_1$	$S_1T_3PF_1$	$S_1T_4PF_1$	$S_1T_5PF_1$
$S_1T_1L_2$	$S_1T_2L_2$	$S_1T_3L_2$	$S_1T_4L_2$	$S_1T_5L_2$	$S_1T_1PF_2$	$S_1T_2PF_2$	$S_1T_3PF_2$	$S_1T_4PF_2$	$S_1T_5PF_2$
$S_1T_1L_3$	$S_1T_2L_3$	$S_1T_3L_3$	$S_1T_4L_3$	$S_1T_5L_3$	$S_1T_1PF_3$	$S_1T_2PF_3$	$S_1T_3PF_3$	$S_1T_4PF_3$	$S_1T_5PF_3$
$S_2T_1L_1$	$S_2T_2L_1$	$S_2T_3L_1$	$S_2T_4L_1$	$S_2T_5L_1$	$S_2T_1PF_1$	$S_2T_2PF_1$	$S_2T_3PF_1$	$S_2T_4PF_1$	$S_2T_5PF_1$
$S_2T_1L_2$	$S_2T_2L_2$	$S_2T_3L_2$	$S_2T_4L_2$	$S_2T_5L_2$	$S_2T_1PF_2$	$S_2T_2PF_2$	$S_2T_3PF_2$	$S_2T_4PF_2$	$S_2T_5PF_2$
$S_2T_1L_3$	$S_2T_2L_3$	$S_2T_3L_3$	$S_2T_4L_3$	$S_2T_5L_3$	$S_2T_1PF_3$	$S_2T_2PF_3$	$S_2T_3PF_3$	$S_2T_4PF_3$	$S_2T_5PF_3$

3.4. Pelaksanaan Penelitian

3.4.1. Persiapan Inokulum / Prekultur/Biang

Inokulum merupakan mikrobial yang digunakan sebagai isolat dalam formulasi metabolik sekunder. Konsentrasi inokulum yang digunakan untuk inokulasi setiap tahapnya berbeda – beda. Isolat yang digunakan dalam kegiatan produksi pupuk hayati cair adalah campuran dari beberapa mikrobial yang diisolasi. Isolate tersebut dikelompokkan dalam beberapa kelompok mikroorganisme. Berikut proses pembuatan pre kultur:

- membuat media GGP1, GGP2, dan KINGS B sesuai kebutuhan.
- Sterilisasi menggunakan autoklaf dengan tekanan 121 atm selama 15 menit.
- masukkan 7 isolat ke dalam media GGP1 , GGP2, Kings B.
- Homogenkan selama 24 jam..

3.4.2. Persiapan Media dan Sterilisasi Media

Bahan – bahan yang digunakan pada pembuatan media pupuk hayati cair diantaranya adalah sukrosa, glukosa, *molasses*, ekstrak yeast, *soybean meal*, *fish meal* dan bahan mikro lainnya. Bahan – bahan tersebut ditimbang sesuai dengan komposisi X (terkait hak paten). Bahan – bahan ini berfungsi sebagai sumber makanan dan media pertumbuhan bagi mikroba. Setelah media pupuk hayati cair selesai dipersiapkan kemudian dilakukan sterilisasi yang bertujuan supaya tidak ditumbuhi mikroba kontaminan.

3.4.3. Inokulasi

Inokulasi merupakan proses dimasukkannya mikroba atau bahan efektif ke dalam jaringan hidup. Tahap – tahap inokulasi adalah sebagai berikut:

- a. Ambil media GGP1 dan GGP2 sebanyak x ml menggunakan mikro pipet kemudian masukkan ke dalam media LOB yang sudah steril.
- b. Di shaker sesuai masa inkubasi masing – masing menggunakan shaker orbital dan horizontal dengan rpm 100 selama 8 hari.
- c. Setelah di shaker kemudian sampel di mix kemudian cek kualitas.

3.4.4. Inkubasi

Pada tahap ini sampel pupuk hayati cair diinkubasi selama 8 hari pada *shaker* orbital dan *shaker* horizontal.

3.4.5. Panen

Tahap panen merupakan tahap dimana sampel pupuk hayati cair mulai dianalisa kualitas baik secara kualitatif dan kuantitatif. Pada tahap ini sampel diturunkan dari shaker kemudian dipindahkan ke dalam botol sampel 100ml dan didiamkan pada waktu tunggu 8 hari, 16 hari, 24 hari, dan 32 hari untuk mendapatkan metabolit sekunder yang diinginkan. Data utama dari penelitian ini yaitu analisis kualitas yang dilakukan dengan menghitung jumlah mikroba menggunakan *High Performance Liquid Chromatograph* (HPLC) kemudian kualitatif IAA menggunakan larutan Salkawsky dan *Total Plate Count* (TPC) menggunakan media lengkap (Na, Ymea, Ca, Al, dan Tsa). Data pendukung pada penelitian ini adalah analisis pH, Brix, dan *Total Count* (TC), serta uji *Bioassay*. Parameter yang diamati pada *bioassay* adalah panjang daun, panjang batang, panjang akar, jumlah akar, dan jumlah daun. Inkubasi *bioassay* dilakukan selama 10 hari dan kemudian dianalisa.

- Analisa Kuantitatif IAA Menggunakan *High Performance Liquid Chromatograph* (HPLC)

Pada penggunaan alat HPLC menggunakan fase gerak (*mobile phase*) ACN (Aseton Nitril) 25% dan CH₃COOH (1%) 75 % (Isokratik). Dengan panjang gelombang (λ) 280nm. Inject sampel 10 mikron, kolom yang digunakan *Reversed phase* (RP) 18 merk (*Licrospher*). *Flow rate /eluen/mobile phase* 1 ml/menit. Standar yang digunakan 0 , 20, 40, 60, 80, dan 100 ppm. Adapun formula pembuatan standar adalah:

$$M1.V1 = M2.V2 \dots\dots\dots(1)$$

Langkah – langkah preparasi sampel sebelum dianalisa HPLC dapat dilihat pada lampiran 1.

- Analisa Kualitatif IAA

Analisa ini menggunakan Larutan Salkawsky sebanyak 1 ml. analisa ini bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat kandungan IAA atau tidak pada sampel dengan melihat perubahan warna menjadi merah muda pada sampel setelah ditetesi larutan salkawsky dan diinkubasi di tempat gelap selama 30 menit. Langkah – langkah analisa IAA kualitatif terdapat pada lampiran 2.

- Analisa *Total Plate Count* (TPC)

Total Plate Count (TPC) merupakan metode yang digunakan untuk menghitung jumlah mikroba dalam sample dengan menumbuhkan larutan sample ke dalam medium kultur mikroba yang ditempatkan pada *petridish*. Cara kerja analisa TPC terdapat pada lampiran 3

- .Analisa pH

Tujuan dari analisa pH adalah untuk mengetahui reaksi atau derajat keasaman dan kebasaan suatu sampel. Prosedur kerja analisa pH terdapat pada lampiran 4.

- Analisa Padatan Total Terlarut ($^{\circ}$ Brix)

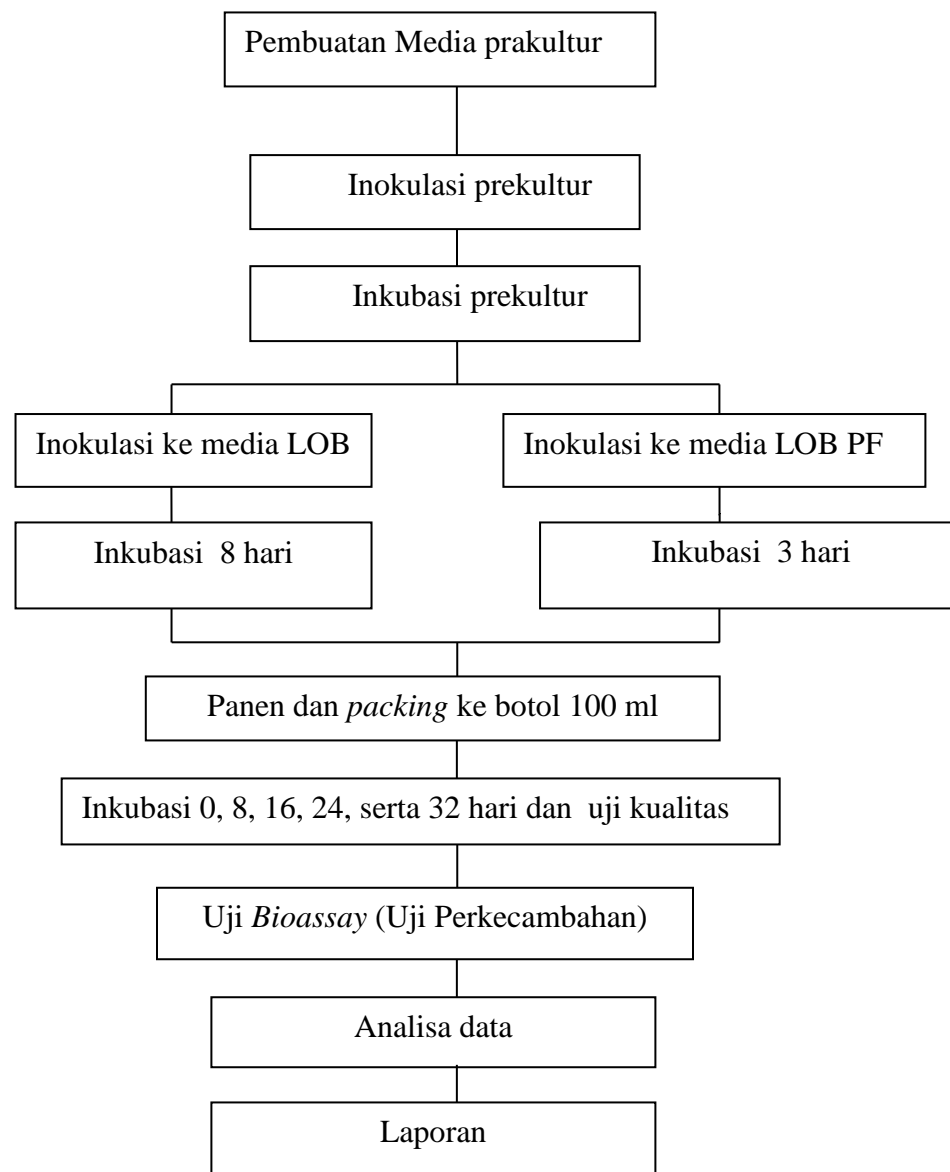
Tujuan dari analisa Brix adalah mengukur indeks refraktif dari sampel. Prosedur kerja dari analisa padatan total terlarut terdapat pada lampiran 5.

- Uji *Bioassay* (Uji Perkecambahan)

Uji *Bioassay* adalah tes dasar kematangan suatu sampel (kompos atau pupuk hayati cair) pada perkecambahan benih dan indikasi pertumbuhan tanaman menggunakan ekstrak cair dari sample pupuk tersebut. Sample (kompos atau pupuk hayati cair) dianggap matang jika nilai indeks perkecambahan $> 60\%$ dibandingkan kontrol (hanya menggunakan aquades). Prosedur kerja uji *bioassay* terdapat pada lampiran 6.

- Analisa *Total count* (TC) atau Penghitungan Sel Secara Langsung

Analisa TC merupakan analisa perhitungan mikroba secara langsung menggunakan mikroskop. Pada analisa ini semua mikroba yang hidup maupun mati pada sampel dihitung. Prosedur analisa TC terdapat pada lampiran 7.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Shaker horisontal lebih optimum dibandingkan shaker orbital dalam menghasilkan jumlah IAA pada berbagai waktu penyimpanan. Hal ini mengindikasikan meningkatnya kualitas produksi PHC yang dihasilkan.
2. Pada analisa kuantitatif IAA menggunakan HPLC konsentrasi IAA paling banyak terdapat pada waktu penyimpanan hari ke 24.
3. Untuk analisis TPC dari masing – masing media yang diuji menggunakan shaker orbital memiliki jumlah rata-rata mikroba lebih banyak.
4. Pada analisis *bioassay* dari masing – masing parameter yang diamati secara keseluruhan dipengaruhi oleh interaksi antara perlakuan (shaker dan isolat) dengan waktu.

5.2. SARAN

Dari hasil penelitian ternyata pada hasil uji *bioassay* perlakuan control menghasilkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan yang menggunakan media L dan PF pada karakteristik jumlah daun. Seharusnya hasil dari media L dan PF lebih baik dari perlakuan control. Oleh karena itu perlu dilakukan perlakuan kualitas pembuatan media L dan PF.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriawan, I. 2010. Efektifitas Pupuk Hayati Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Padi Sawah. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Aziz, S. 2010. Senyawa Alam Metabolit Sekunder. Deepublish. Yogyakarta.
- Bose, A., Dharti, S., dan Haresh, K. 2013. Production of Indole 3-acetic acid (IAA) by the white rot fungus *Pleurotus ostearatus* Under Submerged Condition of Jatropha Seedcake. *Mycologi* 4(2):103-111.
- Budiyanto, M., 2004. Mikrobiologi Terapan. Edisi 3. UMM-Press, Malang.
- Calvo, A.M., Wilson, R.A., Bok, J.W., dan Keller, N.W. 2002. Relationship between secondary metabolism and fungal development; *Microbiology Molecular Biology Rev.* 66: 447-459.
- Dwiati, M. 2016. Peran zat pengatur tumbuh auksin dan sitkinin terhadap pertumbuhan semai anggrek *Phalaenopsis*. Pelatihan budidaya anggrek di PKH Banteran. 1-12.
- Eko, K. S., Sari. P. Y., dan Purnama, T. 2015. Pengaruh NAA Dan BAP Terhadap Inisiasi Tunas Mengkudu (*Morinda citrifolia*) Secara In Vitro. *Jurnal Budidaya Tanaman Perkebunan Politeknik Hasnur*. Vol 1 (1) : 1 – 10.
- Fardiaz, S. 1992. Mikrobiologi pengolahan pangan. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi Institut Pertanian Bogor. Bogor. 3 -23.
- Gomez, K.A. dan Gomez, A.A. 1995. Prosedur Statistika untuk Penelitian Pertanian. Sjamsuddin E, Baharsjah S.J., penerjemah. Terjemahan dari: *Statistical Procedures for Agricultural Research*. Ed ke-2. Universitas Indonesia, Jakarta.

- Griffin, D.H. 1994. *Fungal Physiology*, 2nd Edition. San Fransisco, AS. Willey Lis Inc.
- Karjadi, A. K dan Buchory. A. 2008. Pengaruh Auksin dan Sitokinin Terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Jaringan Meristem Kentang Kultivar Granola. *Jurnal Hort.* Vol 18(4) : 380 – 384.
- Khan, M.S., A. Zaidi, M. Ahemad, M. Oves dan Wani, P.A. (2010). Plant Growth Promotion By Phosphate Solubilising Fungi—Current Perspective. *Arch.Agric. Soils.* 56:73–98.
- Kovacs, K. 2009. *Applications of Mossbauer Spectroscopy in Plant Physiology*. ELTE Chemistry Doctoral School. ELTE Institute of Chemistry, Budapest. Disertasi.
- Lestari, E.G. 2011. Peranan Zat Pengatur Tumbuh Dalam Perbanyakan Tanaman Melalui Kultur Jaringan. *Jurnal Agrobiogen*. Vol 7(1) : 63 – 68.
- Mades, F., Eldini., dan Irdawati. 2013. Pengaruh Pemanfaatan Molase Terhadap Jumlah Mikroba Dan Ketebalan Nata Pada Teh Kombucha. *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung, 2013*. 67-72
- Madhusmita, B., Pompi. D., Susanta S.P., dan Boro. R.C. 2017. Phosphate Solubilization By Endophytic Bacteria Isolated From *Oryza Sativa*. *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci* (2017) 6(10): 2713-2721
- Mattjik A.A. dan Sumertajaya. 2006. Perancangan Percobaan. Jilid 1 Edisi ke-2. IPB Press, Bogor.
- Pelezar, M.J., Chan, E.C.S. 1986. *Dasar – Dasar Mikrobiologi I*. Jakarta: UI Press
- Paustian, T., 2007. *Microbiology and Bacteriology*. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Reiny, S, S. 2012. Potensi *Lactobacillus acidophilus* ATCC 4796 sebagai biopreservatif pada rebusan daging ikan tongkol. *Jurnal IJAS*, II (2) : 604 - 613
- Saraswati, R. 2012. Teknologi Pupuk Hayati untuk Efisiensi Pemupukan dan Berkelanjutan Sistem Produksi Pertanian. *Jurnal Pupuk Hayati*. Vol. 68: 727.
- Sinulingga, E.S., Ginting, J., dan Sabrina, T. 2015. Pengaruh Pemberian Pupuk Hayati Cair dan NPK Terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit di *Pre Nursery*. *Jurnal Pupuk Hayati*. Vol. 3(3): 1220.
- Suliasih, W dan A .Muharam. 2010. Aplikasi Pupuk Organik dan Bakteri Pelarut Fosfat Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Tomat dan Aktifitas Mikroba Tanah. *Jurnal Hort*. Vol 20 (3) : 241 -246.

Sutanto, R.2002. Penerapan Pertanian Organik. Kanisius.Yogyakarta.

Yurekli F. dan Topcuoglu ,H. 2003. The Syntesis of Indole -3- acetic acid by the industriallyimportant white rot fungus *Lentinus sajor-caju* underdifferent culture conditions. *Mycol Res*1 (07) 305-309.