

Bidang Ilmu :PERTANIAN

**LAPORAN PENELITIAN
BERBASIS /BERPOTENSI HKI**



**KAJIAN FORMULA DAN METODE APLIKASI UNTUK *DRAFTING*
PATEN PENGEMBANGAN ISOLAT RHIZOBAKTERI *INDIGENOUS*
MERAPI SEBAGAI PUPUK HAYATI PADA PADI LAHAN KERING**

PENGUSUL

**Ketua : Ir. Agung Astuti, MSi, NIDN : 0523096201
Anggota : Ir. Sarjiyah, MS, NIDN : 001809196102
Ir. Hariyono, MP, NIDN : 0030036501**

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

Agustus, 2016

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	ii
DAFTAR ISI	iii
RINGKASAN	iv
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Permasalahan	2
C. Tujuan	2
D. Output Penelitian	3
II. KERANGKA TEORITIK	
A. Rhizobacteri	4
B. Formula dan Metode Aplikasi Pupuk Hayati ...	4
III. ROADMAP PENELITIAN BERBASIS RIP	6
IV. METODE PENELITIAN	7
V. HASIL DAN PEMBAHASAN	11
VI. KESIMPULAN DAN SARAN	22
DAFTAR PUSTAKA	23
LAMPIRAN DRAF INVENSI HKI	26

RINGKASAN

Untuk mengatasi permasalahan gagal panen di musim kemarau panjang maka penting digunakan pupuk hayati pada varietas padi tahan kering (gogo). Rhizobakteri sebagai pupuk hayati dapat memobilisasi hara, produksi hormon tumbuh, fiksasi Nitrogen atau pengaktifan mekanisme ketahanan terhadap kekeringan (Thakuria *et al.*, 2004). Agung_Astuti (2012) menemukan mikrobial yang dapat tumbuh dan bertahan di perakaran rumput *pioneer* pasca erupsi gunung Merapi tahun 2010. Hasil identifikasi menunjukkan Rhizobakteri *indigenus* Merapi isolat MB dan MD memiliki kemampuan osmotoleran yang tahan terhadap cekaman osmotik hingga $> 2,75$ M NaCl. Sedang beberapa penelitian sebelumnya melaporkan bahwa Rhizobakteri yang telah diperoleh, tahan terhadap cekaman maksimal 1,8M (Ikhwan, 2008). Berarti isolat Rhizobakteri *indigenus* Merapi kemampuannya lebih baik dan dapat dimanfaatkan sebagai pupuk hayati, pada tanaman padi di lahan kering.

Aplikasi Rhizobakteri *indigenus* Merapi pada padi IR-64 menggunakan perendaman bibit pada inokulum cair 2 ml/bibit, menunjukkan hasil yang baik dalam peningkatan pertumbuhan vegetatif tanaman padi yang bertahan tanpa penyiraman hingga 6 hari (KL<12%) (Agung_Astuti dkk, 2013b). Namun dengan metode inokulasi perendaman bibit, telah terjadi fase penyesuaian Rhizobakteri (*lag fase*) selama 3 minggu pada pertumbuhan awal padi. Sedangkan dengan formula padat Rhizobakteri *indigenus* Merapi yang diaplikasi pada benih padi Segreng (4-6 g/kg benih) kemudian disemai pada suatu wadah, maka hasilnya akan mempersingkat *lag fase* menjadi 1 minggu (Sarjiyah dkk., 2014a).

Banyak produk pupuk hayati komersial dengan formula cair dan padat yang diinokulasikan pada benih atau bibit, bahkan ada yang langsung disemprotkan di lahan. Namun permasalahannya belum ada metode sebelumnya, yang melaporkan tentang formula padat yang diinokulasi pada benih kemudian disemai pada suatu wadah selama pembibitan. Diduga formulasi padat dengan metode inokulasi pada benih tersebut, Rhizobakteri *indigenus* Merapi akan berkembang selama pembibitan, sehingga pada saat penanaman sudah terjadi asosiasi yang menguntungkan dengan tanaman. Perlu diteliti tentang efektivitas inokulum Rhizobakteri *indigenus* Merapi dengan berbagai formula dan metode aplikasi. Tujuan penelitian adalah : 1. Menentukan metode aplikasi inokulum Rhizobakteri *indigenus* Merapi yang paling tepat bentuk formulasi yang efektif pada budidaya padi Segreng Handayani. 2. Menguji formula padat dengan inokulasi di benih kemudian disemai pada suatu wadah selama pembibitan, merupakan cara terbaik dibanding formula dan metode lain pada pupuk hayati komersial.

Percobaan eksperimen yang disusun RAL dengan rancangan percobaan faktor tunggal terdiri dari 6 perlakuan yaitu : A. inokulum padat pd benih, dibibitkan pd besek, tanam; B. inokulum padat pd benih, dibibitkan dilahan, tanam; C. Inokulum cair rendam benih, dibibitkan dilahan, tanam; D. Inokulum cair rendam bibit, tanam; E. inokulum cair siram/kocor dlm pembibitan, tanam; F. Inokulum cair semprot di tanah sawah macak-macak, tanam.

Hasil penelitian membuktikan formula padat inokulum Rhizobakteri *indigenus* Merapi diinokulasi di benih kemudian disemai pada suatu wadah selama pembibitan, merupakan formula paling efektif dengan metode paling tepat dibanding formula dan metode lain pada pupuk hayati komersial, dan belum pernah ada sebelumnya. Untuk itu dibuat **Drafting Paten** didaftarkan pada HKI.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kemarau panjang berdampak signifikan terhadap penurunan produksi padi. Produksi padi Nasional tahun 2014 mengalami penurunan 0,94 % dibandingkan tahun 2013 (BPS, 2014). Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka penting dilakukan upaya peningkatan produksi, dengan penggunaan pupuk hayati pada varietas padi tahan kering (gogo). Rhizobakteri sebagai pupuk hayati dapat memobilisasi hara, produksi hormon tumbuh, fiksasi Nitrogen atau pengaktifan mekanisme ketahanan terhadap kekeringan (Thakuria *et al.*, 2004).

Agung_Astuti (2012) menemukan mikrobial yang dapat tumbuh dan bertahan di perakaran rumput *pioneer* pasca erupsi gunung Merapi Yogyakarta pada tahun 2010. Hasil identifikasi dan karakterisasi menunjukkan bahwa Rhizobakteri *indigenous* Merapi isolat MB dan MD memiliki kemampuan osmotoleran yang tahan terhadap cekaman osmotik hingga $> 2,75$ M NaCl. Sedang beberapa penelitian sebelumnya melaporkan bahwa Rhizobakteri yang telah diperoleh, tahan terhadap cekaman maksimal 1,8M (Ikhwan, 2008). Hal ini berarti isolat Rhizobakteri *indigenous* Merapi kemampuannya lebih baik dan dapat dimanfaatkan sebagai pupuk hayati, khususnya pada tanaman padi di lahan kering. Disamping itu, isolat MD ternyata lebih kuat melarutkan Phosphat dibanding isolat MA dan MB, namun isolat MA dan MB kemampuan Nitrifikasi dan Amonifikasinya sangat kuat daripada isolat MD. Isolat tersebut mampu berkolonisasi di rhizosfer tanaman padi dalam cekaman kekeringan dengan populasi isolat MA-MB-MD tertinggi ($76,68 \times 10^9$ cfu/ml) (Agung_Astuti, 2013a).

Inokulasi Rhizobakteri *indigenous* Merapi pada tanaman padi dalam kondisi cekaman air (KL 40 %) nyata berpengaruh lebih baik terhadap semua parameter pertumbuhan tanaman padi. Aplikasi Rhizobakteri *indigenous* Merapi pada tanaman padi IR-64 menggunakan perendaman bibit pada inokulum cair medium Luria Bertani Cair (LBC) 2 ml/bibit, menunjukkan hasil yang baik dalam peningkatan pertumbuhan vegetatif tanaman padi yang bertahan tanpa penyiraman hingga 6 hari (KL<12%) (Agung_Astuti dkk, 2013b). Sedangkan inokulum Rhizobakteri *indigenous* Merapi pada padi Segreng, mampu menghasilkan padi lebih banyak dibandingkan varietas Ciherang (30,5%) dan IR-64 (34,6%), dengan

bulir gabah yang lebih bernas dan meningkatkan tinggi tanaman serta jumlah anakan (Agung_Astuti dkk., 2014b).

Namun dengan metode inokulasi perendaman bibit, telah terjadi fase penyesuaian Rhizobakteri (*lag fase*) selama 3 minggu pada pertumbuhan awal padi. Sedangkan dengan formula padat Rhizobakteri *indigenous* Merapi yang diaplikasi pada benih padi Segreng (4-6 g/kg benih) kemudian disemai pada suatu wadah, maka hasilnya akan mempersingkat *lag fase* menjadi 1 minggu (Sarjiyah dkk., 2014a).

B. Permasalahan

Banyak produk pupuk hayati komersial dengan formula cair dan padat yang diinokulasikan pada benih atau bibit, bahkan ada yang langsung disemprotkan di lahan. Namun belum ada metode sebelumnya, yang melaporkan tentang formula padat yang diinokulasi pada benih kemudian disemai pada suatu wadah selama pembibitan. Diduga formulasi padat dengan metode inokulasi pada benih tersebut, Rhizobakteri *indigenous* Merapi akan berkembang selama pembibitan, sehingga pada saat penanaman sudah terjadi asosiasi yang menguntungkan dengan tanaman. Dengan demikian, perlu diteliti tentang efektivitas inokulum Rhizobakteri *indigenous* Merapi dengan berbagai formula dan metode aplikasi.

Beberapa permasalahan inokulasi Rhizobakteri *indigenous* Merapi pada padi Segreng dengan cekaman kekeringan adalah:

1. Bagaimana metode aplikasi inokulum Rhizobakteri *indigenous* Merapi yang tepat dan manakah bentuk formulasi yang paling efektif?
2. Apakah formula padat dengan inokulasi di benih kemudian disemai pada suatu wadah selama pembibitan, memberikan hasil terbaik dibanding formula dan metode lain pada pupuk hayati komersial?

C. Tujuan

1. Menentukan metode aplikasi inokulum Rhizobakteri *indigenous* Merapi yang paling tepat bentuk formulasi yang efektif pada budidaya padi Segreng Handayani.

2. Menguji formula padat dengan inokulasi di benih kemudian disemai pada suatu wadah selama pembibitan, merupakan cara terbaik dibanding formula dan metode lain pada pupuk hayati komersial.

D. Output Penelitian

Target dari penelitian ini adalah dapat membuktikan bahwa formula padat inokulum Rhizobakteri *indigenous* Merapi yang diinokulasi di benih kemudian disemai pada suatu wadah selama pembibitan, merupakan formula paling efektif dengan metode paling tepat dibanding formula dan metode lain pada pupuk hayati komersial, dan belum pernah ada sebelumnya sehingga selanjutnya dapat dibuat **Drafting Paten** untuk didaftarkan pada HKI.

II. KERANGKA TEORITIK

A. *Rhizobacteri indigenus* Merapi

Asosiasi *Rhizobacteri indigenus* Merapi dengan padi Segreng mampu menghasilkan senyawa osmoprotektan, sehingga tanaman tahan penyiraman 6 hari sekali (KL<12%) dengan bulir gabah yang lebih bernas dibanding IR64 dan mampu meningkatkan tinggi tanaman serta jumlah anakan (Agung_Astuti dkk., 2014). Penelitian Susilowati, dkk. (1997) penggunaan isolat tunggal *Rhizobakteri* (A82) menunjukkan pertumbuhan yang baik pada kadar lengas 40% pada tanaman padi gogo jika di banding dengan yang tanpa inokulasi pada kadar lengas 80%.

B. Formula dan Metode Aplikasi Pupuk Hayati

Pupuk hayati (*biofertilizer*) merupakan sekumpulan organisme hidup yang aktivitasnya bisa memperbaiki kesuburan tanah (Risnandar, 2012). Aplikasi pupuk hayati dengan pengurangan dosis pupuk NPK hingga 25 % menghasilkan pertumbuhan dan hasil padi sawah yang tidak berbeda dengan aplikasi 1 dosis pupuk NPK. Namun apabila aplikasi pupuk hayati saja pengaruhnya sama dengan tanpa pemupukan NPK (Andriawan, 2010).

Menurut Suryani dan Kiswanto (2013) Cara aplikasi pupuk hayati cair dilapangan dapat dilakukan sebagai berikut;

1. Persemaian, benih direndam semalam pada larutan (1 liter pupuk hayati cair untuk 1 Ha tanaman), semua benih harus terendam. Untuk pupuk hayati Ultra Gen diaplikasikan dengan merendam benih sebanyak 20-50 ml biang pupuk Ultra Gen ditambah 1 liter air, kemudian didiamkan selama 15 menit (Ultra gen, 2015) dan pupuk hayati Tiens Feng Shou (TFS) diaplikasikan juga dengan merendam benih kedalam larutan TFS yang telah di encerkan air dengan perbandingan (1:25) selama 30 menit sebelum ditanam (Tieng Feng Shou (TFS), 2015).
2. Saat tanam celupkan akar bibit padi sebelum ditanam (1 liter pupuk hayati cair untuk 1 Ha bibit). Selain itu, pupuk hayati BioNutrient diaplikasikan dengan merendam akar bibit padi ke dalam larutan BioNutrient selama 15-30 menit sebelum tanam (Sigit, 2011). Pada tahun 2014 Agung_Astuti dkk melakukan Metode aplikasi ini. Yaitu, mencabut bibit dengan hati-hati dari

petak persemaian, kemudian akar bibit padi setiap satu lubang tanaman di rendam dalam 2 ml suspensi *Rhizobakteri indigenus* Merapi.

3. Fase Pertumbuhan semprotkan larutan yang telah diencerkan pada barisan tanaman pada saat berumur 4 MST dan 6-7 MST masing-masing 2 Liter/Ha. Metode aplikasi ini diterapkan pupuk hayati Bio-PORTAM, yaitu; dengan 3 liter/Ha disemprotkan pada padi saat berumur 7 HST dan 3 Liter/Ha disemprotkan pada umur 21 HST (Bio-Portam, 2015).

Sedangkan metode aplikasi pupuk hayati padat dapat dilakukan sebagai berikut:

1. Cara aplikasi pupuk hayati padat dengan merek dagang Remicr, dilakukan dengan merendam benih padi pada air selama 24 jam kemudian ditiriskan, selanjutnya dimasukan kedalam ember atau baskom dan dicampur dengan 1 saset (50 g) serbuk Remicr dan diaduk sampai rata melekat dipermukaan benih. Setelah itu, benih di peram atau dikecambahkan dengan cara dimasukan kedalam bakul yang pinggirnya telah dialasi daun pisang atau jati, benih dibiarkan sampai berkecambah. Setelah benih berkecambah, disebar di petak persemaian yang telah di pupuk dengan pupuk kompos/kandang sebanyak 50 kg/ 500 m². Bibit akan dipindahkan kelahan setelah berumur 18-20 hari (Remicr, 2015).
2. Hasil penelitian Agung_Astuti dkk (2014b) telah mencoba metode aplikasi inokulum padat *Rhizobakteri indegenous* Merapi yaitu dengan merendam benih padi di dalam air selama 24 jam kemudian ditiriskan dan dicampur dengan inokulum *Rhizobakteri indegenous* Merapi yang ditambahkan perekat berupa indostik dengan penggunaan sebanyak 0,03% (v/w) dan dikering angin. Selanjutnya benih disemai ke dalam wadah dan dibibitkan selama 3 minggu. Pada saat penanaman, diambil 2 bibit dengan sedikit medianya untuk satu lubang tanam.

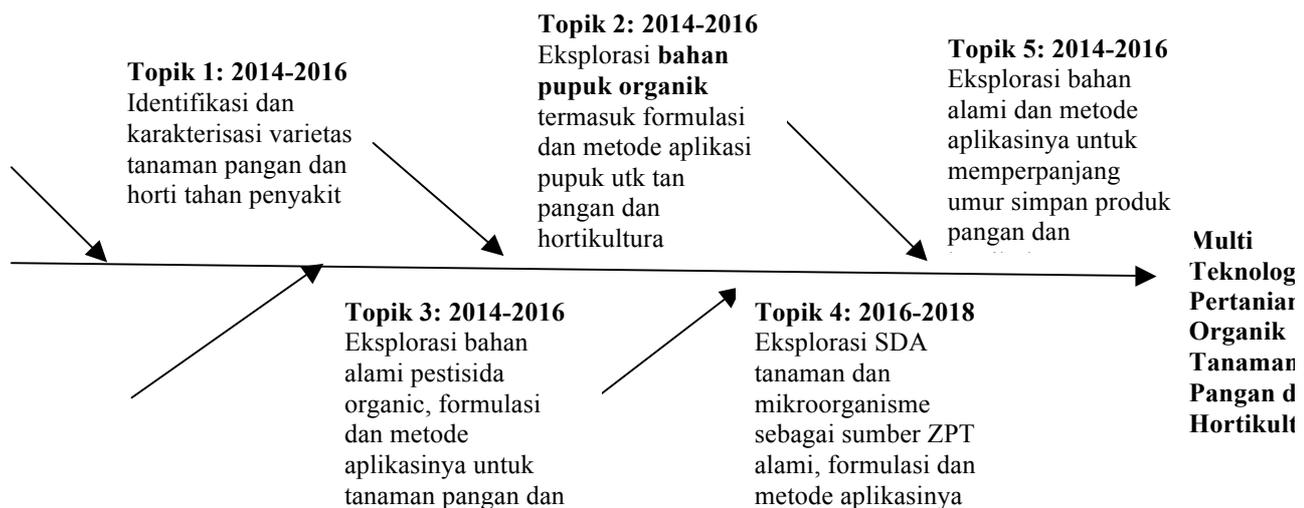
III. ROADMAP PENELITIAN BERBASIS RIP

Mengacu kepada Agenda Riset Universitas Muhammadiyah Yogyakarta 2012–2016 kajian yang diprioritaskan dalam skema Penelitian Unggulan Prodi Agroteknologi ditetapkan bersifat semi *top down*, yaitu: **Pertanian Organik**, yang **Output akhir** : Multi Teknologi Pertanian Organik Tanaman Pangan dan Hortikultura. Adapun salah satu **isu strategisnya** adalah **Pupuk**, yang **konsep pemikirannya** sebagai berikut : 1. Penggunaan pupuk buatan mengakibatkan kerusakan lingkungan, menambah biaya produksi, dan menimbulkan ketergantungan. 2. Penurunan subsidi produksi pupuk sehingga harga menjadi mahal. Untuk itu **penyelesaian masalahnya** adalah : Pemanfaatan sumber daya alam (tanaman, limbah pertanian, mikroorganisme) potensial untuk substitusi pupuk buatan pada tanaman pangan dan hortikultura, Sedang **topik riset** yang diperlukan adalah Eksplorasi sumber daya alam potensial seperti bahan pupuk organik, termasuk **formulasi dan metode aplikasi pupuk** (cara, dosis/konsentrasi, frekuensi) untuk tanaman pangan dan hortikultura.

Dengan demikian maka penelitian ini yang berjudul : “**Kajian Formula Dan Metode Aplikasi Untuk Drafting Paten Pengembangan Isolat Rhizobakteri *Indigenus* Merapi Sebagai Pupuk Hayati Pada Padi Lahan Kering**”. Sangat jelas mendukung Roadmap penelitian berbasis RIP dari Prodi Agroteknologi Fakultas Pertanian UMY.

Semua bidang kajian diarahkan berujung pada pembangunan dan pembinaan karakter bangsa. Rumusan topik riset Program Studi Agroteknologi tahun 2014-2016 diuraikan dalam bentuk 4 diagram *fishbone* sebagai berikut:

1. Isu strategis : Pertanian Organik Output akhir : Multi Teknologi Pertanian Organik Tanaman Pangan dan Hortikultura



IV. METODE PENELITIAN

A. Tahapan-Tahapan Penelitian

Pembuatan inokulum padat dan cair Rhizobacteri , aplikasi pada benih dan bibit, penanaman padi.

B. Lokasi Penelitian

Laboratorium Agrobioteknologi. Green Hose, Lahan Percobaan Fak. Pertanian UMY.

C. Model Yang Digunakan

Percobaan eksperimen yang disusun dam Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan menggunakan Rancangan Percobaan Faktor Tunggal.

D. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian menggunakan desain percobaan faktor tunggal yaitu kombinasi Formula inokulum dan metode aplikasi terdiri dari 6 perlakuan, yaitu :

- A. inokulum padat pd benih, dibibitkan pd besek, tanam
- B. inokulum padat pd benih, dibibitkan dilahan, tanam
- C. Inokulum cair rendam benih, dibibitkan dilahan, tanam
- D. Inokulum cair rendam bibit, tanam
- E. inokulum cair siram/kocor dlm pembibitan, tanam
- F. Inokulum cair semprot di tanah sawah macak-macak, tanam

E. Teknik Pengumpulan

Setiap perlakuan diulang 3 kali sehingga ada 18 unit percobaan. Setiap unit terdiri dari 7 tanaman yaitu 3 tanaman sampel, 3 tanaman korban dan 1 tanaman cadangan.

F. Parameter yang diamati/diukur

Variabel pengamatan meliputi populasi bakteri, pertumbuhan vegetatif dan pertumbuhan generatif tanaman padi. Pengamatan dilakukan mulai minggu 1 sampai minggu ke 8.

Tahap 1. Dinamika Populasi Total *Rhizobakteri indigenus* Merapi Selama Masa Pembibitan dan Masa Tanam (cfu/ml)

Pengujian pertumbuhan *Rhizobakteri* menggunakan medium LBA dengan kadar NaCl 0,2 M, pengamatan ini dilakukan pada 3 tahap, yaitu:

a. Pada formula campuran, dilakukan setelah 48 jam shaker dengan tujuan untuk mengetahui *Rhizobakteri* yang diformula tumbuh dan siap untuk diaplikasikan.

b. Setelah pembibitan/penyemaian, kegiatan ini dilakukan pada hari ke 21 setelah persemaian

c. Minggu ke 2, 5 dan 8 setelah tanam/selama budidaya.

Satu gram sampel diencerkan pada botol suntik (10^{-2} ; 10^{-4} ; 10^{-6}) dan 2 tabung reaksi (10^{-7} ; 10^{-8}), sehingga didapat seri pengenceran hingga 10^{-8} . Setiap 0,1 ml pada seri 10^{-6} , 10^{-7} , 10^{-8} diinokulasikan dengan metode permukaan atau *surface plating method* dan setiap seri pengenceran yang diujikan dengan seri pengenceran 10^{-7} , 10^{-8} ; 10^{-9} dilakukan sebanyak 3 kali ulangan. Uji kemampuan hidup mikroba berdasarkan daya viabilitas dan jumlah koloni populasi bakteri. Penghitungan populasi bakteri ini dengan metode *Total Plate Count* (TPC). Jumlah bakteri per ml dapat ditentukan dengan menghitung koloni yang tumbuh dari masing-masing pengenceran.

Tahap 2 : Pertumbuhan Tanaman

1) Akar

a). Panjang akar (cm)

Panjang akar diukur menggunakan penggaris mulai dari pangkal tanaman hingga ujung akar terpanjang. Pengamatan panjang akar dilakukan pada minggu ke- 2, 5 dan 8 setelah tanam pada 3 tanaman korban per perlakuan.

b). Proliferasi akar

Proliferasi akar diketahui dengan mengamati percabangan perakaran tanaman padi. Pengamatan dilakukan pada 1 tanaman korban per perlakuan pada minggu ke-2, ke-5 dan ke-8 setelah tanam. Proliferasi akar dinyatakan secara kualitatif dengan harkat (++++) untuk perakaran yang memiliki percabangan yang rumit serta banyak secara horizontal dan vertikal, (++++) untuk perakaran yang

memiliki percabangan yang cukup banyak, (++) untuk perakaran yang memiliki percabangan akar yang sedang, dan (+) untuk perakaran yang memiliki percabangan akar yang sedikit dan (-) untuk perakaran yang tidak memiliki percabangan.

4). Berat segar dan berat kering akar (g)

Pengamatan bobot segar akar dilakukan dengan cara mencabut tanaman sampel kemudian menimbang bagian akar yang sudah dibersihkan dari tanahnya. Akar ditimbang menggunakan timbangan analitik, dan dinyatakan dalam satuan gram. Selanjutnya akar dijemur di bawah sinar matahari selama 24 jam dan dioven pada suhu 60°C sampai bobotnya konstan. Pengamatan bobot kering akar dilakukan dengan cara menimbang akar yang sudah kering oven menggunakan timbangan analitik dan dinyatakan dalam satuan gram. Penghitungan bobot segar dan kering akar dilakukan pada tanaman sampel minggu ke-8.

2) Tajuk

a). Tinggi tanaman (cm)

Tinggi tanaman diukur dari leher akar sampai dengan bagian tanaman yang tertinggi. Pengamatan dilakukan dengan menggunakan penggaris yang satuannya adalah (cm).

b). Jumlah anakan

Pengamatan jumlah anakan per rumpun dilakukan setiap 1 minggu sekali setelah perlakuan dan berhenti ketika titik maksimum perkembangan vegetative yang ditandai dengan keluarnya malai.

c). Berat segar dan berat kering tanaman

Pengamatan berat segar tanaman dilakukan dengan menimbang tanaman tanaman dengan timbangan elektrik dan dinyatakan dalam gram. Pengamatan berat kering tanaman dilakukan dengan cara memasukkan tanaman tanaman padi ke dalam oven dengan suhu (80-150)°C kemudian setelah konstan ditimbang dengan timbangan elektrik dan dinyatakan dalam gram.

3) Hasil Tanaman.

a) Waktu berbunga (%)

Pengamatan umur berbunga dilakukan saat padi mengalami pembungaan lebih dari 50%.

b) Jumlah Malai

Menghitung jumlah malai dari tanaman sampel pada saat panen, dilakukan dengan menghitung semua malai yang ada dalam rumpun tersebut, baik yang berisi maupun yang hampa. Alat yang digunakan dalam pengamatan adalah bolpoint dan kertas.

c) Berat Biji/Rumpun

Pengamatan dilakukan dengan menimbang bulir padi baik yang berisi ataupun yang hampa pada tanaman sampel yang telah dikeringkan.

d) Berta 100 biji (g)

Pengamatan berat 100 biji dilakukan dengan cara menimbang berat gabah 100 biji dari hasil tanaman sampel masing-masing perlakuan yang telah dikeringkan, kemudian mengukur kadar airnya dengan dikonversikan pada kadar air 14% .

e) Hasil (ton/ha)

Pengamatan dilakukan pada saat panen dari petak hasil perlakuan yaitu dengan mengeringkan bulir gabah kemudian ditimbang diukur kadar airnya kemudian dikonversikan dalam ton/ha pada kadar air 14%.

G. Analisis Data

Data hasil pengamatan setiap hari (kontinyu) dari semua variabel dibuat grafik untuk mengetahui aktivitas sakarifikasi dan fermentasi. Data hasil pengamatan dianalisis dengan sidik ragam pada taraf kesalahan 5% untuk mengetahui pengaruh perlakuan. Jika ada beda nyata antar perlakuan maka dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji *DMRT (Duncan's Multiple Range Test)*.

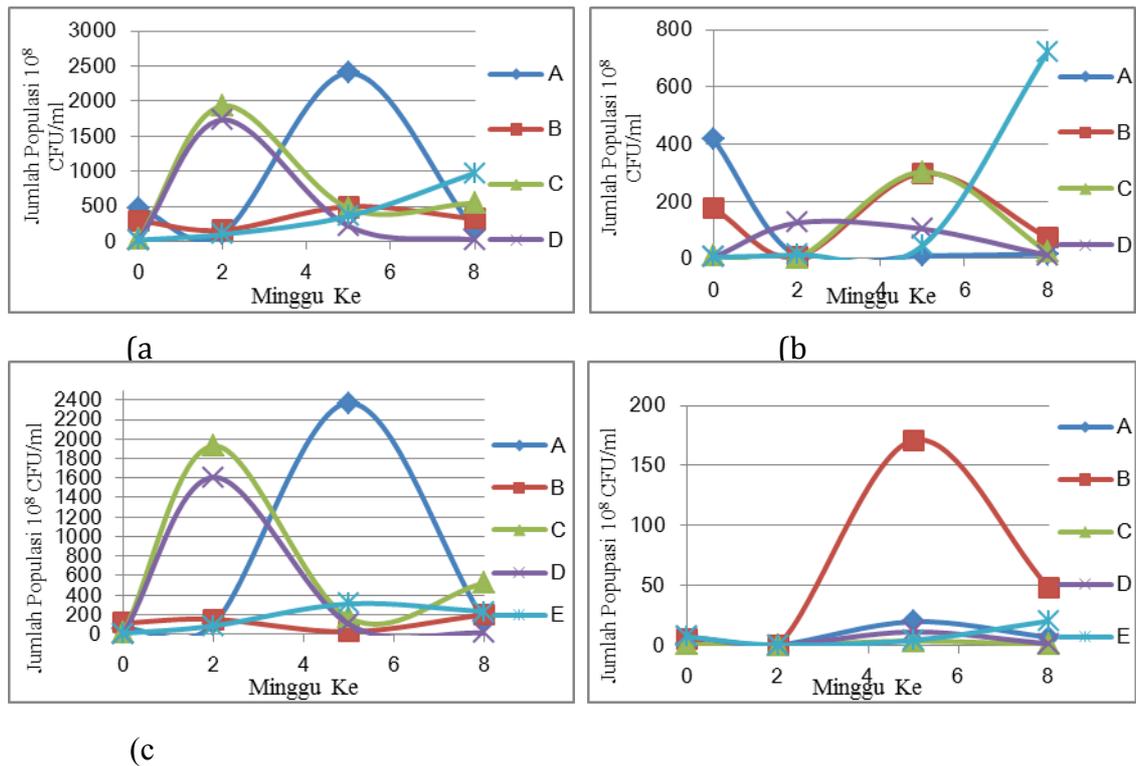
V. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk menentukan metode aplikasi inokulum Rhizobakteri *indigenus* Merapi yang paling tepat bentuk formulasi dan yang efektif pada budidaya padi Segreng Handayani, maka dilakukan pengujian formula padat dengan inokulasi di benih kemudian disemai pada suatu wadah selama pembibitan. Diharapkan akan merupakan metode terbaik dibanding formula dan metode lain pada pupuk hayati komersial.

A. Dinamika Populasi *Rhizobakteri indigenus* Merapi (CFU/ml).

Rhizobakteri *Indigenus* Merapi yang digunakan dalam inokulum adalah isolat MB dan isolat MD, yang memiliki bentuk dan ukuran morfologi serta kemampuan fisiologi yang berbeda, sehingga menjadikan kemampuan beradaptasi dan dinamika populasinya yang berbeda, seperti tersaji pada gambar 1.

Pada gambar 1 minggu ke-0 terlihat populasi bakteri Rhizobakteri *indigenus* MB dan MD mengalami *lag fase* (fase adaptasi). Pada minggu ke-2 aktifitas Rhizobakteri *indigenus* MB mulai terlihat pada Metode aplikasi inokulum cair rendam benih-bibit-tanam dan inokulum cair rendam bibit-tanam (gambar 1.a). Hal tersebut membuktikan bahwa Rhizobakteri mulai menyesuaikan terhadap lingkungan. Menurut Handayani (2012) periode penyesuaian diri bakteri terhadap lingkungan dan lamanya mulai dari satu jam hingga beberapa hari. Lama waktu ini tergantung pada macam bakteri, umur biakan, dan nutrien yang terdapat dalam medium yang disediakan. Pada fase ini bakteri beradaptasi dengan lingkungan, belum mampu mengadakan pembiakan, tetapi metabolisme sel bakteri meningkat dan terjadi perbesaran ukuran sel bakteri.



Gambar 1. Dinamika Populasi : (a) bakteri total (b) bakteri lain (c) *Rhizobacteri indigenous* Merapi isolat MB dan (d) *Rhizobacteri indigenous* Merapi isolat MD Pada Padi Segreng Handayani

Keterangan:

- A: NPK 100% dosis anjuran (Urea=250 kg/h, SP-36=150 kg/h dan KCl=150 kg/h)
- B: NPK75% dosis anjuran + Kompazolla (19,62 g/polybag)
- C: NPK 75 % dosis anjuran + Mikoriza (40 g crude/polybag)
- D: NPK 75 % dosis anjuran + Kompazolla (19,62 g) + Mikoriza (40 g crude)

Pada minggu ke-5 *Rhizobacteri indigenous* Merapi isolat MB pada metode aplikasi inokulum padat-pada benih-dikecambahkan-bibitkan-tanam (b), inokulum cair-pada benih-dibibitkan-tanam (c) dan inokulum cair-rendam bibit-tanam (d) mulai mengalami penurunan jumlah populasi *Rhizobacteri indigenous* Merapi isolat MB. Sedangkan *Rhizobacteri indigenous* Merapi isolat MB pada metode aplikasi inokulum padat-pada benih-dibibitkan-tanam (a) dan inokulum cair-kocor lahan-tanam (e) mengalami puncak pertumbuhan (*log fase*) populasi *Rhizobacteri indigenous* Merapi isolat MB sebesar $2370,5 \times 10^8$ (CFU/ml) dan 311×10^8 (CFU/ml). Sedangkan *Rhizobacteri indigenous* Merapi isolat MD mulai mengalami fase pertumbuhan (*log fase*) pada minggu ke 8 dan metode aplikasi yang mengalami jumlah populasi paling tinggi yaitu pada inokulum padat-pada

benih-dikecambahkan-bibitkan-tanam (b) dengan jumlah populasi sebesar 171×10^8 (CFU/ml).

Pada minggu ke 8 Rhizobakteri *indigenus* Merapi pada beberapa metode aplikasi mulai mengalami fase kematian. Menurut Handayani (2012), fase kematian terjadi disebabkan karena habisnya jumlah makanan dalam medium sehingga pembiakan bakteri berhenti atau disebabkan keadaan lingkungan yang kurang mendukung, karena semakin banyaknya hasil metabolit yang tidak berguna dan mengganggu pertumbuhan bakteri.

B. Pertumbuhan tanaman padi Segreng Handayani

Pertumbuhan tanaman dalam arti sempit berarti pembelahan sel (peningkatan jumlah) dan pembesaran sel (peningkatan ukuran) dan merupakan proses yang tidak dapat berbalik (Gardner *et al.*, 1991). Menurut Hakim *et al.* (1986) pertumbuhan merupakan suatu perkembangan yang progresif dari suatu organisme dan cara yang dapat digunakan untuk mengukur pertumbuhan adalah dengan menyatakannya dalam penambahan berat kering, panjang, tinggi ataupun diameter batang. Hasil analisis sidik ragam terhadap parameter akar tanaman padi Segreng Handayani tersaji pada tabel 1.

Tabel 1. Rerata Pertumbuhan Tanaman Padi diinokulasi Rhizobakteri *indigenus* Merapi.

Perla kuan	Prolifer asi Akar (+)	Panjang Akar (cm)	Berat Segar Akar (g)	Berat Kering Akar (g)	Tinggi Tnm (cm)	Jumlah Anakan	Berat Segar Tmn (g)	Berat Kering Tnm (g)
A	3,67a	17,60a	22,20a	8,49a	53,19a	11,78a	43,42a	12,65a
B	2,33b	15,87a	6,49a	2,09a	48,96a	9,11a	16,69bc	4,38b
C	3,33ab	20,38a	15,92a	6,52a	50,00a	13,44a	34,72ab	9,78ab
D	2,33b	16,63a	4,48a	1,58a	44,43a	6,56a	11,51c	3,36b
E	3,33ab	18,53a	8,15a	2,97a	51,69a	9,55a	18,12bc	5,12b

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji F dan DMRT pada taraf nyata 5%.

- A :Inokulum padat pada benih-dibibitkan-tanam.
- B :Inokulum padat pada benih-dikecambahkan-bibitkan-tanam.
- C :Inokulum cair rendam benih-dibibitkan-tanam.
- D :Inokulum cair rendam bibit-tanam.
- E :Inokulum cair kocor lahan-tanam.

Proliferasi akar: Kemampuan akar dalam menyerap unsur hara dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman dan hasil tanaman itu sendiri. Pertumbuhan akar dipengaruhi oleh kondisi lingkungan meliputi tekstur, jenis tanah, udara dan cara pengolahan tanah (Gardner *et al.*, 1991). Hasil sidik ragam proliferasi akar menunjukkan ada bedanya antar bentuk formula dan metode aplikasi (tabel 1). Bentuk formula padat dengan metode aplikasi inokulum padat pada benih-dibibitkan-tanam memberikan hasil yang lebih baik pada parameter proliferasi akar dibandingkan dengan bentuk formula cair dengan metode aplikasi inokulum cair rendam bibit-tanam. Proliferasi akar mengalami peningkatan dari minggu ke-2 hingga minggu ke-8. Pada minggu ke-2 metode aplikasi inokulum cair kocor lahan-tanam menunjukkan rerata nilai yang paling tinggi yaitu 1,67 (+), kemudian diikuti oleh metode aplikasi inokulum padat pada benih-dibibitkan-tanam dengan rerata nilai sebesar 1,00 (+). Pada minggu ke-5 rerata nilai proliferasi akar setiap metode aplikasi memiliki nilai yang sama sebesar 2,00 (+) kecuali pada metode aplikasi inokulum padat pada benih-dikecambahkan-bibitkan-tanam dengan nilai sebesar 1,33 (+). Sedangkan pada minggu ke-8, rerata nilai proliferasi yang tinggi terdapat pada metode aplikasi inokulum padat pada benih-dibibitkan-tanam dengan nilai 3,67 (+), kemudian diikuti dengan metode aplikasi inokulum cair pada benih-dibibitkan-tanam dan inokulum cair kocor lahan-tanam dengan rerata nilai yang sama yaitu 3,33 (+). Hasil analisis proliferasi akar menunjukkan metode perlakuan dengan inokulum padat pada benih-dibibitkan-tanam, inokulum cair pada benih-dibibitkan-tanam dan inokulum cair kocor lahan-tanam, menunjukkan hasil yang lebih baik. Hal ini dikarenakan metode aplikasi tersebut tidak mengganggu perakaran tanaman padi, sehingga perakaran tanaman dapat berkembang dengan baik dan mampu menyediakan eksudat akar sebagai sumber nutrisi Rhizobakteri yang mengkolonisasi perakaran tanaman padi. Rhizobakteri *indigenous* Merapi yang telah berkolonisasi di sekitar perakaran tanaman padi akan

memanfaatkan senyawa organik yang berupa asam amino (Tryptofan, Metionin, Asam Aspartat dan lainnya) serta Biotin dan Tiamin (Rao, 1994).

Panjang akar: Berdasarkan hasil sidik ragam panjang akar (tabel 1) menunjukkan bahwa tidak ada beda nyata antar bentuk formula dan metode aplikasi. Pada penelitian Agung_Astuti dkk. (2014a) menunjukkan pertumbuhan akar Segreng dengan penambahan inokulum campuran MB+MD memiliki pertumbuhan akar paling banyak yaitu 19,00 cm dibandingkan dengan panjang akar padi dengan varietas Ciherang dan IR-64.

Berat segar akar: Berdasarkan hasil sidik ragam berat segar akar (tabel 1) menunjukkan tidak ada beda nyata antar bentuk formula dan metode aplikasi. Metode aplikasi inokulum padat pada benih-dibibitkan-tanam memberikan hasil yang cenderung lebih tinggi pada parameter berat segar akar sebesar 22,20 g kemudian disusul oleh metode aplikasi inokulum cair rendam benih-bibitkan-tanam dengan berat sebesar 15,92 g. Sedangkan metode aplikasi yang memiliki berat segar akar rendah terjadi pada metode aplikasi inokulum padat pada benih-dikecambahkan-bibitkan-tanam sebesar 6,49 g, metode aplikasi inokulum cair rendam bibit-tanam sebesar 4,48 g dan metode aplikasi inokulum cair kocor lahan-tanam sebesar 8,15 g. Dari hasil penelitian sebelumnya Agung_Astuti dkk. (2014a) menunjukkan berat segar akar padi Segreng Handayani yang di inokulasikan dengan Rhizobakteri *indigenus* Merapi isolat MB+MD, dengan menggunakan metode aplikasi inokulum cair-rendam bibit-tanam memberikan berat segar akar sebesar 6,30 g. Sedangkan pada penelitian lanjutan yang dilakukan Agung_Astuti dkk (2015) menunjukkan hasil sebesar 13,18 g, dengan menggunakan metode aplikasi inokulum padat pada benih-dibibitkan-tanam. Perbedaan metode aplikasi memberikan hasil yang berbeda pada parameter berat segar, hal ini diduga metode aplikasi inokulum padat pada benih-bibitkan-tanam dapat meningkatkan aktifitas Rhizobakteri *indigenus* Merapi isolat MB+MD dalam menghasilkan IAA yang mempengaruhi berat segar akar. Menurut Agung_Astuti (2014b) Rhizobakteri *indigenus* Merapi dapat meningkatkan berat segar akar karena menghasilkan zat pengatur tumbuh IAA. Penyerapan IAA oleh akar berdampak pada peningkatan jumlah rambut akar dan diameter akar,

perluasan sistem perakaran dengan penambahan panjang akar serta perbanyak akar lateral.

Berat kering akar: Berdasarkan hasil sidik ragam berat kering akar (tabel 1) menunjukkan tidak ada beda nyata antar bentuk formula dan metode aplikasi. Metode aplikasi inokulum padat pada benih-dibibitkan-tanam memberikan hasil yang cenderung lebih tinggi pada parameter berat kering akar sebesar 8,49 g kemudian disusul oleh metode aplikasi inokulum cair rendam benih-bibitkan-tanam sebesar 6,52 g dan inokulum cair kocor lahan-tanam dengan berat kering akar sebesar 2,97 g. Sedangkan berat kering akar dengan nilai rendah terjadi pada metode aplikasi inokulum padat benih-kecambahkan-bibitkan-tanam sebesar 2,09 g dan inokulum cair rendam bibit-tanam sebesar 1,58 g. Dari hasil analisis menunjukkan adanya korelasi antara berat segar akar dengan berat kering, dimana metode aplikasi inokulum padat pada benih-bibitkan-tanam menghasilkan berat segar dan berat kering akar yang paling baik.

Tinggi tanaman: Berdasarkan hasil sidik ragam tinggi tanaman (tabel 1) menunjukkan tidak ada beda nyata antar bentuk formula dan metode aplikasi. Metode aplikasi dengan cara inokulum padat-pada benih-dibibitkan-tanam dengan rerata tinggi tanaman sebesar 53,19 cm dan inokulum cair-kocor lahan-tanam memberikan hasil tinggi tanaman yang cenderung lebih baik dengan rerata tinggi tanaman sebesar 51,69 cm, daripada metode aplikasi inokulum cair-rendam bibit-tanam dengan rerata tinggi tanaman sebesar 44,43 cm. Sedangkan metode aplikasi inokulum padat benih-kecambahkan-bibitkan-tanam dan inokulum cair-rendam benih-bibitkan-tanam tidak memiliki pengaruh yang nyata terhadap tinggi tanaman padi. Padi Segreng merupakan padi gogo unggul lokal asli Gunung Kidul, penampakan fisik tanaman padi gogo memiliki tinggi hingga mencapai 90,25 cm (lampiran 4) (Utami dkk., 2009). Kurang produktifnya tinggi tanaman pada setiap metode aplikasi diakibatkan karena pada fase vegetatif tanaman padi mengalami cekaman. Menurut Fauza (2013), adaptasi tanaman padi terhadap cekaman dengan cara pengurangan tanaman (tanaman padi menjadi pendek dan anakan padi sedikit).

Jumlah anakan: Berdasarkan hasil sidik ragam jumlah anakan (tabel 1) menunjukkan tidak ada beda nyata antar bentuk formula dan metode aplikasi.

Metode aplikasi inokulum cair-rendam benih-bibitkan-tanam dan metode aplikasi inokulum padat pada benih-bibitkan-tanam memberikan hasil anakan cenderung lebih baik daripada metode aplikasi inokulum padat pada benih-dikecambahkan-tanam, metode aplikasi inokulum cair kocor lahan-tanam memberikan hasil dan metode aplikasi inokulum cair-rendam bibit-tanam. Hal tersebut dikarenakan metode aplikasi inokulum cair-rendam benih-bibitkan-tanam dan metode aplikasi inokulum padat pada benih-bibitkan-tanam memberikan jumlah anakan diatas 10,14 jumlah anakan produktif. Menurut Utami dkk. (2009) jumlah anakan produktif padi Segreng Handayani sebanyak 10,14 anakan. Metode aplikasi inokulum cair rendam benih-tanam dan metode aplikasi inokulum padat pada benih-dibibitkan-tanam memberikan hasil jumlah anakan diatas jumlah anakan produktif padi Segreng Handayani. Pada penelitian sebelumnya Agung_Astuti dkk. (2015) jumlah anakan produktif padi Segreng Handayani dengan penambahan inokulum Rhizobakteri *indigenous* Merapi MB+MD memberikan hasil sebanyak 11,41 anakan.

Berat segar tanaman: Berdasarkan hasil sidik ragam pada parameter berat segar tanaman (tabel 1) menunjukkan ada beda nyata antar bentuk formula dan metode aplikasi. Metode aplikasi dengan inokulum-padat-pada benih-dibibitkan-tanam memiliki bobot berat segar tanaman yang paling baik yaitu sebesar 43,42 g daripada bobot berat segar yang menggunakan metode aplikasi inokulum cair-rendam bibit-tanam dengan berat segar sebesar 11,51 g. Hal ini didukung dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan Agung_Astuti dkk. (2014a), berat segar tanaman dengan menggunakan inokulum Rhizobakteri *indigenous* Merapi MB+MD sebesar 15,29 g, yang diinokulasikan dengan menggunakan metode aplikasi inokulum cair rendam bibit-tanam.

Berat segar tanaman menunjukkan kandungan air yang berada pada jaringan tanaman. Ketika tanaman dalam cekaman kekeringan maka tanaman akan meresponnya dengan mengatur pembukaan dan penutupan stomata. Penutupan stomata akan menjadikan daun menggulung sehingga transpirasi akan berkurang dan tanaman mampu bertahan pada kondisi air yang terbatas (Mackill *et al.*,1996 dalam Agung_Astuti, 2014c).

Berat kering tanaman: Berdasarkan hasil sidik ragam berat kering tanaman (tabel 1) menunjukkan ada beda nyata antar bentuk formula dan metode aplikasi. Metode aplikasi inokulum padat-pada benih-dibibitkan-tanam memberikan bobot kering yang lebih baik yaitu sebesar 12,65 g, kemudian disusul oleh metode aplikasi inokulum cair-rendam benih-bibitkan-tanam dengan rerata berat kering sebesar 9,78 g. Dari hasil penelitian berat kering tanaman mendapatkan korelasi positif dengan berat segar tanaman. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan Agung_Astuti dkk. (2014a) berat kering tanaman dengan menggunakan inokulum Rhizobakteri *indigenous* Merapi MB+MD sebesar 3,33 g, yang diinokulasikan dengan menggunakan metode aplikasi inokulum cair rendam bibit-tanam.

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Bentuk formula inokulum Rhizobakteri *indigenus* Merapi dan berbagai metode aplikasi yang diaplikasikan pada padi Segreng Handayani di tanah Regosol dengan cekaman kekeringan (penyiraman 6 hari sekali) memiliki pengaruh yang nyata pada parameter proliferasi akar, berat segar tanaman, berat kering tanaman, umur berbunga, berat biji/rumpun dan hasil padi.

Bentuk formula inokulum padat *Rhizobakteri indigenus* Merapi dengan metode aplikasi pada benih-dibibitkan-tanam pada tanah Regosol dengan cekaman kekeringan (penyiraman 6 hari sekali), terbukti merupakan metode paling tepat dan efektif sehingga menghasilkan padi yang tertinggi yaitu sebesar 3, 26 ton/ha.

B. Saran

Bentuk formula inokulum padat Rhizobakteri *indigenus* Merapi **perlu dipatenkan untuk metode aplikasinya**, yaitu inokulum padat yang dicampur pada benih, kemudian dibibitkan, lalu ditanam pada tanah Regosol dengan cekaman kekeringan, yaitu tahan dengan penyiraman 6 hari sekali.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung-Astuti. 2012. Isolasi dan Karakterisasi *Rhizobacteri* Akar Rumput di lahan Pasir Vulkanik Merapi. Seminar Ilmiah Fakultas Pertanian UMY.
- Agung-Astuti, Sarjiyah dan Haryono. 2013. a. Uji Potensi *Rhizobacteri indigenus* Lahan Pasir Vulkanik Merapi Untuk Dikembangkan Sebagai Pupuk Hayati Di Lahan Marginal. Prosiding Seminar Nasional Pemanfaatan Lahan Marginal Sumberdaya Lokal. HITI-UNSOED. Purwokerto.
- Agung-Astuti, Sarjiyah dan Haryono. 2013. b. Pengembangan Isolat *Rhizobacteri indigenus* Sebagai Pupuk Hayati Di Untuk Meningkatkan Produktivitas Padi Lahan Kering. Laporan Hibah Dikti Tahun Ke I. Belum dipublikasikan.
- Agung-Astuti, Sarjiyah and Haryono. 2014a. Study Of The Population Dynamic And Growth Of *Rhizobacteria* Indigenus Merapi To Be Developed As Biofertilizer On Drought Tolerant Rice Plant. Proceeding 2nd ICoSI. Springer-verlag, Netherland-TU/e Netherland-UMY. Yogyakarta.
- Agung-Astuti, Sarjiyah, Haryono and Habibi. 2014b. Compatibility Test Of Indigenus Rhizobacterial Isolate Of Merapi With Rice Varieties Under Drought Stress. Proceeding Seminar International Biotechnology Conference (IBC). Konsorsium Bioteknologi Indonesia-LIPI-RISTEK-DEPTAN- UNSRI. Palembang.
- Andriawan, I. 2010. Efektivitas pupuk hayati terhadap pertumbuhan dan hasil padi sawah (*Oryza sativa* L.). <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/44800>. Diakses tanggal 15 Maret 2015.
- Bio-Portam. 2015. Pupuk Hayati Bio-Portam. <https://pupukbioportam.wordpress.com/cara-penggunaan/>. Diakses 20 Maret 2015.
- BPS. 2014. Produksi Tanaman Pangan Angka Ramalan II (Aram II) 2014 dalam Laporan Bulanan Data Sosial Ekonomi. Katalog BPS:9199017. Edisi 54 November 2014.
- Ikhwan, A. 2008. Pengaruh Inokulum *Rhizobacteria* (Tahan kekeringan dan kemasaman) dan Penambahan Pupuk kandang Sapi Terhadap Pertumbuhan dan hasil Kacang tanah. Laporan Penelitian JIPTUMM.
- Fauza, Y. 2013. Pengaruh Cekaman Kekeringan Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Galur-Galur Padi (*Oryza Sativa* L.) Sawah. Skripsi Mahasiswa FP IPB.

- Gardner, Franklin P., R. Brent Pearce dan Roger L. Mitcher. 1991. Fisiologi Tanaman Budidaya. Terjemahan Herawati Susilo dan Subiyanto. Universitas Indonesia. 428 h.
- Hakim, N., M.Y.Nyakpa, A.M. Lubis, S.G Nugroho, M.K. Saul. M.A. Diha, G.B. Hong dan H.H. Bailey. 1986. Dasar-dasar Ilmu Tanah. Universitas Lampung. 488 hlm.
- Handayani, M. 2012. Fase pertumbuhan sel bakteri. [https:// tothelastbreath.wordpress.com/2012/06/11/fase-pertumbuhan -bakteri/](https://tothelastbreath.wordpress.com/2012/06/11/fase-pertumbuhan-bakteri/). Diakses tanggal 10 Desember 2015.
- Kristamtini dan Prajitno AL,. 2009. Karakterisasi Padi Beras Merah Segreng Varietas Unggul Lokal Gunungkidul. Jurnal Ilmu-ilmu Pengetahuan. 5(2):45-51.
- Mieke R.S., Dedeh H.A, Pujawati S. Dan Rida H. 2008. Aplikasi Bakteri Endofitik Penambat N₂ U Tuk Meningkatkan Populasi Bakteri Endofitik Dan Hasil Tanaman Padi Sawah. Jurnal Agrikultura 19 (3) : 13-19
- Risnandar, C. 2012. Pengertian Pupuk Hayati. Bulletin Agribisnis Alamtani. <http://alamtani.com/pupuk-hayati.html>. Akses 15 Maret 2015.
- Sarjijah, Agung-Astuti, Haryono and Amalia F. 2014c. Pengaruh Formulasi Inokulum Padat Dan Bahan Pengemas Terhadap Aktivitas *Rhizobacteri Indigenous* Merapi Dan Pertumbuhan Padi Dalam Cekaman Kekeringan. Prosiding Seminar Nasional FKPTPI-UNAN. Padang.
- Sigit. 2011. Teknik Aplikasi Pupuk Hayati Bionutrient. BPTP Kalbar. <Http://Epetani.Pertanian.Go.Id/Budidaya/Teknik-Aplikasi-Pupuk-Hayati-Bionutrient-289>. Diakses 20 Maret 2015.
- Suryani dan Kuswanto, 2013. Aplikasi Pupuk Hayati Unggulan National (PHUN). Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Lampung. <http://lampung.litbang.pertanian.go.id/ind/images/stories/liptan/phun.pdf>. Akses pada tanggal 17 Maret 2015.
- Susilowati, Yuwono dan Soedarsono (1997). Asosiasi Antara Rhizobakteri Dengan Tanaman Padi Gogo Di Tanah Regosol Pada Berbagai Aras Lengan Tanah. Tesis. Fakultas Pertanian UGM.
- Tangaraj, M., and J.C. O'Toole. 1985 Root Behavior, Field and Laboratory Studies for Rice and non Rice Crops. In Soil Physics and Rice, International Rice Research Institute, Los Banos, Laguna, Philippines.
- Thakuria, D., N.C. Talukdar, C. Goswami, S. Hazarika,R.C. Boro, M.R. Khan. 2004. Characterization and screening of bacteria from rhizosphere of rice grown in acidic soils of Assam. Current Sci 86:978-985.

- Tiens Feng Shou (TFS) . 2015. Tiens Feng Shou Pupuk Hayati.
[Http://Tiensfengshou.Blogspot.Com/P/Cara-Penggunaan.Html](http://Tiensfengshou.Blogspot.Com/P/Cara-Penggunaan.Html).
Diakses 20 Maret 2015.
- Tjasjono Bayong. 1995. *Klomatologi Umum*. Bandung: Penerbit ITB Bandung.
- Ultra Gen. 2015. Pupuk Ultra Gen. <http://pupukorganik.co/cara-aplikasi/>. Diakses
30 Maret 2015.
- Utami D. W., Kristantini, Prajitno al. KS. 2009. Karakterisasi Plasma Nutfah Padi Beras Merah Lokal Asal Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta Berdasarkan Karakter Morfo-Agronomi dan Marka SSRs. Yogyakarta. 51 hal.

