

LAPORAN AKHIR

**KERJASAMA PENELITIAN, PENGKAJIAN, DAN PENGEMBANGAN
PERTANIAN STRATEGIS LITBANG PERTANIAN**

**PAKET TEKNOLOGI BAKTERI PERAKARAN PEMACU
PERTUMBUHAN TANAMAN DENGAN PUPUK KANDANG DAN
NANO PESTISIDA SERAI WANGI UNTUK PENGENDALIAN
PENYAKIT VSD TANAMAN KAKAO**



OLEH

Dr. HALIATUR RAHMA, S.Si., MP

Dr. JUMSU TRISNO, SP., MSi

Dr. RITANOVERIZA, MSc

Dr. SRI YULIANI

Ir. MARTINIUS, MS

Ir. REFLIN, MS

BIDANG PRIORITAS : KAKAO

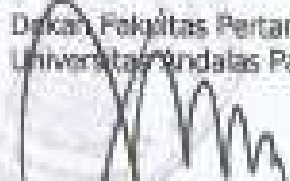
UNIVERSITAS ANDALAS PADANG

2017

LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN HASIL KEGIATAN

1. Judul Kegiatan : Paket Teknologi Bakteri Perakaran Pemacu Pertumbuhan Tanaman Dengan Pupuk Kandang Dan Nano Pestisida Serai Wangi Untuk Pengendalian Penyakit Vsd Tanaman Kakao
6. Penanggung Jawab Kegiatan :
7. Nama : Dr. HALIATUR RAHMA, S.Si., MP
Pangkat/Golongan : Penata Tk I/III C
Jabatan :
Struktural :
Fungsional : Lektor
8. Lokasi Kegiatan : Universitas Andalas
11. Nilai Kontrak : Rp. 146.045.000,-
12. Sumber Dana : Sekretariat Badan Litbang Pertanian Tahun Anggaran 2017

Dekan Fakultas Pertanian
Universitas Andalas Padang


Dr. Ir. Nurul Busniah, MS
NIP. 196406081989031001

Padang, 23 November 2017
Penanggungjawab Kegiatan


Dr. Haliatur-Rahma, S.Si., MP
NIP. 197205252006042001

Mengetahui
Kepala Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat
Universitas Andalas


Dr. Ir. Popo Ungas Gabot Syafrewi Dineta, MT
NIP. 196607091992031003

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penyakit VSD (*Vascular streak dieback*) merupakan penyakit mematikan tanaman kakao, karena menyerang jaringan pembuluh titik tumbuh. Perkembangan dan penyebaran penyakit ini di Indonesia sangat cepat, karena penyakit VSD ini pertama kali di temukan pada tahun 1983 di pulau sebatik (Kalimantan Timur), dan pada tahun 2013 hampir semua pertanaman kakao terinfeksi penyakit tersebut (Harni dan Khaerati, 2013; Dhana *et al.* 2013). Di Sumatera Barat penyakit ini pertama kali dilaporkan pada tahun 2015 dengan insidensi 58,82% - 100% dan intensitas 24,29% - 44,7% (Trisno *et al.* 2016). Kerugian akibat penyakit VSD di seluruh dunia dapat mencapai 30.000 ton per tahun setara dengan US\$ 28 juta (World Cocoa Asosiasi, 2001). Di Indonesia, khususnya Sumatera Barat potensi kehilangan hasilnya belum ada laporannya. Hasil survei dan wawancara dengan petani di Kabupaten Padang Pariaman dan Kabupaten Limapuluh Kota, banyak kebun-kebun kakao yang sudah dimusnahkan dan diganti dengan tanaman lain, karena adanya penyakit yang menyebabkan daun-daun gugur, tanaman gundul dan tidak lagi menghasilkan. Disisi lain, perawatan kebun yang kurang baik dapat mempercepat penyebaran penyakit di lapang. Pertanaman kakao di Indonesia umumnya adalah perkebunan rakyat, dimana dalam pengelolaan dan perawatan belum dilakukan dengan baik.

Berbagai upaya pengendalian penyakit tersebut sudah dilakukan, akan tetapi belum efektif. Wahap dan Sulle (2008) melaporkan penyakit VSD dapat dikendalikan dengan cara (1) menempatkan bibit pada lokasi yang terisolasi dan karantina selama 6 bulan, (2) pemangkasan cabang yang sakit satu kali sebulan dan drainase yang baik, (3) Penanaman klon tahan dan (4) penggunaan fungisida *propiconazole* dan *biloxazole*. Harni dan Baharuddin (2014) menambahkan penyakit ini sulit dikendalikan karena berada dalam jaringan pembuluh. Oleh sebab itu perlu dicarikan teknologi yang memanfaatkan potensi alami yang dimungkinkan dapat mengendalikannya. Penggunaan minyak cengkeh dan ekstrak Serai Wangi potensial untuk pengendalian penyakit VSD karena dapat menekan perkembangan penyakit 38,6 % dan 31,6%. Herman *et al* (2014) melaporkan pemanfaatan Trichoderma untuk pengendalian jamur *O. theobromae* juga sangat potensial. Hasil pengujian menunjukkan bahwa jamur Trichoderma isolat UNTAD dapat menekan perkembangan jamur *O. theobromae* sampai 85,75 %.

Dari data penyebaran dan perkembangan penyakit tersebut serta pengelolaan kebun yang kurang baik, sangat memungkinkan penyakit VSD ini akan menghancurkan produksi kakao

di Indonesia. Oleh sebab itu, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian menjadikan tanaman kakao menjadi komoditi prioritas penelitian. Salah satu prioritas adalah mengelola perkembangan penyakit VSD melalui pemanfaatan sumberdaya hayati. Penelitian ini menawarkan cara pengelolaan penyakit VSD dengan pemanfaatan bakteri pemacu pertumbuhan tanaman untuk meningkatkan ketahanan tanaman kakao terhadap penyakit VSD serta pemanfaatan pestisida nabati dari tanaman serai wangi dapat dimanfaatkan untuk membatasi penyebaran spora jamur penyebabnya.

Pemanfaatan bakteri perakaran untuk meningkatkan ketahanan tanaman sudah banyak dilaporkan seperti penggunaan *P. flourescens* LPK1.9, *B. Subtilis* TD1.3 dan *B. Subtilis* TD1.8 untuk tanaman cabai terhadap penyakit virus daun kuning keriting dengan penekanan perkembangan penyakit sampai 75% (Trisno *et al*, 2013), *Serratia marsescens* dan *Bacillus* sp untuk tanaman jagung terhadap penyakit layu pembuluh (stewart) (Rahma *et al*. 2014). *Bacillus* sp., *Pseudomonas* sp., dan *Enterobacter* spp. mempunyai kemampuan meningkatkan ketahanan tanaman kakao terhadap penyakit VSD. Bahan organik lokal sebagai bahan perbanyak massal bakteri perakaran sangat tersedia di lapang. Pemanfaatan bahan organik lokal ini selain sebagai formulasi massal bakteri, juga dapat mempercepat proses pematangan bahan organik yang dimanfaatkan tanaman sebagai biofertilizer. Ketersediaan formulasi biopestisida dan biofertilizer dari bakteri tersebut akan dapat meningkatkan ketahanan Tanaman kakao terhadap penyakit VSD di lapang.

Disisi lain, pemanfaatan pestisida nabati dari tanaman serai wangi dapat dimanfaatkan untuk membatasi penyebaran spora jamur penyebabnya. Tanaman serai wangi dilaporkan merupakan salah satu pestisida nabati yang potensial untuk mengendalikan patogen tumbuhan (Noveriza, 2013). Serai wangi, diketahui dapat mengendalikan beberapa OPT. Berdasarkan hasil penelitian tahun 2014 menggiling bunga cengkeh sampai dengan ukuran nanometer dapat meningkatkan kandungan eugenol sebesar 9,9%. Insektisida nabati berbahan aktif eugenol formulasi CKH (Cengkeh): LAS (Linear Alkylbenzen Sulfonate Sodium) = 25 : 25 dan CKH (Cengkeh) : TEA (Trietanolamin) = 35 : 15 pada konsentrasi 5 ml/l dapat menurunkan populasi *N. lugens* dengan nilai EI > 70% dan relatif aman bagi musuh alami. Menurut Harni dan Baharuddin (2014), minyak cengkeh, serai wangi, dan bawang putih dapat menurunkan persentase dan intensitas serangan penyakit VSD pada tanaman kakao. Persentase penurunan intensitas serangan terbesar dan nyata diperoleh pada perlakuan minyak cengkeh dan serai wangi, masing-masing 38,6% dan 31,6% dan keduanya potensial digunakan sebagai fungisida

nabati untuk mengendalikan penyakit VSD. Sedangkan untuk pengendalian patogen virus, menurut Mariana dan Noveriza (2013) minyak serai wangi konsentrasi 1,2% dapat menurunkan jumlah lesio yang muncul sehingga memiliki potensi menekan perkembangan *Potyvirus*. Menurut Nakahara *et al.* (2003), kandungan utama minyak atsiri serai wangi adalah geraniol dan citronellal. Citronellal dapat menghambat cendawan *Aspergillus*, *Penicillium* dan *Eurotium* 100% pada dosis 112 mg/L. Nano pestisida terdiri atas partikel kecil dari bahan aktif pestisida atau struktur kecil dari bahan aktif yang berfungsi sebagai pestisida (Bergeson, 2010). Nano emulsi dan nano enkapsulasi adalah salah satu teknik nano pestisida yang sudah banyak digunakan dan efektif untuk pengendalian penyakit tanaman (Bouwmeester *et al.*, 2009; Bergeson, 2010).

Nanoemulsi adalah sistem emulsi yang *transparent*, tembus cahaya dan merupakan dispersi minyak air yang distabilkan oleh lapisan film dari surfaktan atau molekul surfaktan, yang memiliki ukuran droplet berkisar 50 – 500 nm (Shakeel, *et al.*, 2008). Ukuran droplet nanoemulsi yang kecil membuat nanoemulsi stabil secara kinetik sehingga mencegah terjadinya sedimentasi dan kriming selama penyimpanan (Solans, *et al.*, 2005). Selain itu, nanoemulsi dengan sistem emulsi minyak dalam air (o/w) merupakan salah satu alternatif untuk meningkatkan kelarutan dan stabilitas komponen bioaktif yang terdapat dalam minyak (Yuliasari dan Hamdan, 2012).

Besarnya potensi dari BP3T seperti *P. flourescen*, *Basillus* sp dan *Serratia marsescens* dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap berbagai patogen tanaman, maka penggunaan bakteri tersebut dimungkinkan juga dapat meningkatkan ketahanan tanaman kakao terhadap penyakit VSD. Disamping itu, Pemanfaatan nano emulsi dari minyak atsiri serai wangi juga akan meningkatkan kemampuannya dalam mengendalikan atau menekan perkembangan patogen penyebab penyakit VSD. Maka penelitian ditujukan untuk mendapatkan formula BP3T-Pupuk Kandang yang mampu menekan perkembangan penyakit VSD ≥ 50 %. Setelah tanaman ditingkatkan pertumbuhan dan ketahanannya dengan formula BP3T-Pupuk kandang, aplikasi nano emulsi minyak atsiri serai wangi dapat membatasi penyebaran patogen dan menekan perkembangan penyakit VSD ≥ 30 %. Dari paket aplikasi formula BP3T-Pupuk Kandang dan minyak atsiri serai wangi diharapkan dapat menekan perkembangan penyakit VSD ≥ 75 %.

Hasil penelitian Tahun I Pupuk kandang sapi sebagai bahan pembawa Formulasi BP3T lebih unggul dibandingkan pupuk kandang ayam. Jenis BP3T AJ14+ (*Alcaligenes faecalis*) formula pupuk kandang sapi potensial sebagai penginduksi pertumbuhan bibit kakao dan dapat dijadikan kandidat Biofertilizer. Jenis BP3T LPK1.9 (*Pseudomonas fluorescens* LPK1.9) dengan formula pupuk kandang sapi potensial sebagai penginduksi ketahanan bibit kakao terhadap penyakit VSD dan dapat dijadikan kandidat biokontrol. Formula BP3T potensial untuk aplikasi lapangan didapatkan dalam bentuk granular dengan bahan pembawa tepung tapioka. Pestisida nabati serai wangi baik formula nano dan minyak (EC) dapat menekan pertumbuhan koloni jamur pada jaringan petiol dengan efikasi 100% dan helaian daun dengan efikasi 30,70 – 87,50 %. Formula namo emulsi lebih efektif dibandingkan formula minyak (EC) dalam menekan pertumbuhan koloni jamur *C. theobromae* secara in vivo dan menekan perkembangan penyakit VSD di lapang dengan dosis 1%.

1.2 Tujuan

Mendapatkan (1) formulasi bakteri pemacu pertumbuhan tanaman (BP3T) dengan bahan organik lokal yang dapat digunakan sebagai biopestisida dan biofertilizer. (2) formulasi pestisida nabati dari tanaman serai wangi, dan (3) kombinasi aplikasi formula dilapangan dari formulasi yang didapatkan, untuk pengendalian penyakit VSD (*Vascular streak deaback*) tanaman kakao.

a. Tujuan Tahun I

- 1) Mendapatkan jenis BP3T dan pupuk kandang potensial untuk formulasi biopestisida dan biofertilizer.
- 2) Mendapatkan formulasi dan dosis aplikasi pestisida nabati di lapang

b. Tujuan Tahun II

- 1) Mendapatkan formulasi BP3T-pupuk kandang yang efektif sebagai biopestisida dan biofertilizer untuk pengendalain penyakit VSD kakao di lapang.
- 2) Mendapatkan paket kombinasi teknologi aplikasi formulasi biopestisida BP3T dan pestisida nabati Nano Serai Wangi 1% untuk pengendlian penyakit VSD Kakao di lapang.

c. Tujuan Tahun III

- 1) Diseminasi dan aplikasi teknologi ditingkat petani.
- 2) Mendapatkan formulasi biopestisida BP3T dan pestisida nabati Serai Wangi siap aplikasi massal.

Secara umum hasil penelitian ini dapat meningkatkan produksi kakao nasional dan Sumatera Barat khususnya. Menyediakan alternatif pestisida yang dapat diperbanyak sendiri, ditingkat petani dengan memanfaatkan bahan organik lokal sekaligus dapat digunakan sebagai biofertilizer. Menyediakan pestisida yang ramah lingkungan sehingga sesuai dengan kebijakan kementerian pertanian yang mengembangkan industri pertanian yang berkelanjutan. Dapat menurunkan biaya produksi sehingga meningkat pendapatan petani.

1.3 Keluaran

Luaran yang ditargetkan: (1) Formulasi biopestisida berbahan aktif BP3T dan formulasi pestisida nabati serai wangi untuk pengendalian penyakit VSD tanaman kakao. (2) Paket teknologi aplikasinya di lapangan.

Luaran Tahun I

- 1) Jenis BP3T dan pupuk kandang potensial untuk formulasi biopestisida dan biofertilizer.
- 2) Formulasi dan dosis aplikasi pestisida nabati serai wangi yang mampu mengendalikan penyakit VSD ≥ 30 % di lapangan.
- 3) Dari Penelitian Tahun I telah didapatkan luaran sebagai berikut:
 - a. Diperoleh Pupuk kandang sapi sebagai bahan pembawa Formulasi BP3T yang lebih baik dibandingkan pupuk kandang ayam.
 - b. Diperoleh BP3T AJ14+ (*Alcaligenes faecalis*) formula pupuk kandang sapi potensial sebagai penginduksi pertumbuhan bibit kakao sebagai kandidat Biofertilizer.
 - c. Diperoleh BP3T LPK1.9 (*Pseudomonas flourescens* LPK1.9) dengan formula pupuk kandang sapi potensial sebagai penginduksi ketahanan bibit kakao terhadap penyakit VSD sebagai kandidat biokontrol.
 - d. Diperoleh Formula BP3T potensial untuk aplikasi di lapangan dalam bentuk granular dengan bahan pembawa tepung tapioka.
 - e. Pestisida nabati serai wangi baik formula nano dan minyak (EC) mampu menekan pertumbuhan koloni jamur pada jaringan petiol dengan efikasi 100% dan helaian daun dengan efikasi 30,70 – 87,50 %.
 - f. Formula nano emulsi ternyata lebih efektif dibandingkan formula minyak (EC) dalam menekan pertumbuhan koloni jamur *C. theobromae* secara in vivo dan menekan perkembangan penyakit VSD di lapang dengan dosis 1%.

Luaran Tahun II

- 1) **Formulasi BP3T-pupuk kandang sapi yang efektif sebagai biopestisida dan biofertilizer untuk pengendalian penyakit VSD kakao di lapang.**
- 2) **Paket kombinasi teknologi aplikasi formulasi biopestisida BP3T dan pestisida nabati Nano Serai Wangi 1% untuk pengendalian penyakit VSD Kakao di lapang.**
- 3) **Dari penelitian tahun II telah didapatkan luaran sebagai berikut:**
 - a. **Diperoleh formulasi campuran BP3T *Serratia marsescens* AR1 dan *Pseudomonas fluoresecens* LPK1-9 dengan pupuk kandang sapi (100 g/100 g tanah) (A3B2) sebagai biofertilizer, yang mampu memacu pertumbuhan bibit kakao di Rumah Kaca, dengan efektivitas 67,83%.**
 - b. **Diperoleh formulasi campuran BP3T *Serratia marsescens* AR1 dan *Pseudomonas fluoresecens* LPK1-9 dengan pupuk kandang sapi (150 g/pohon) (A3B3) sebagai biofertilizer, yang mampu memacu pertumbuhan bibit kakao di Lapangan, dengan efektivitas 714,46%.**
 - c. **Diperoleh paket kombinasi formulasi campuran BP3T *Serratia marsescens* AR1 dan *Pseudomonas fluoresecens* LPK1-9 dengan pupuk kandang sapi (150 g/100 g tanah) dan Nano serai wangi (A3N3) sebagai biopestisida, yang mampu menekan intensitas keparahan penyakit VSD di Lapangan dan di Rumah Kaca, dengan efektivitas 66,47%.**
 - d. **Diperoleh paket kombinasi formulasi campuran BP3T *Serratia marcescens* AR1 dan *Pseudomonas flourescens* LPK1-9 dengan pupuk kandang sapi (5 kg/pohon) dan nano serai wangi (A3N1) sebagai biofertilizer di Lapangan, dengan efektivitas 198,86%.**
 - e. **Diperoleh Formula BP3T potensial untuk aplikasi di lapangan dalam bentuk granular dengan bahan pembawa tepung tapioka.**
 - f. **Diperoleh paket kombinasi formulasi campuran BP3T *Serratia marsescens* AR1 dan *Pseudomonas fluoresecens* LPK1-9 dengan pupuk kandang sapi (150 g/100 g tanah) dan Nano serai wangi (A3N3) sebagai penginduksi ketahanan tanaman kakao, dengan kandungan asam salisilat 8,758 ppm/gr daun.**

Luaran Tahun III

1. **Enam kelompok tani terlatih SLPHT penyakit VSD.**
2. **Paket teknologi BP3T dan nano pestisida Serai Wangi siap aplikasi massal**

1.4 Potensi Manfaat dan Dampak

Kegiatan ini merupakan pengendalian penyakit VSD tanaman kakao dengan memanfaatkan bakteri perakaran pemacu pertumbuhan tanaman (BP3T) dan pestisida nabati Serai Wangi. Membuat formulasi bakteri tersebut dengan bahan organik lokal sehingga dapat diaplikasi di lapangan oleh petani. Membuat formulasi pestisida nabati Serai Wangi dan mendapatkan metode aplikasi yang efektif di lapangan.

Penelitian ini adalah pemanfaatan BP3T dan pestisida nabati Serai Wangi untuk pengendalian penyakit VSD tanaman kakao di lapang. Penelitian dirancang selama 3 tahun dengan tahap penelitian sebagai berikut: Tahun I: *Percobaan (1)* : Jenis BP3T dan pupuk kandang potensial untuk meningkatkan pertumbuhan bibit tanaman kakao. *Percobaan (2)*: Jenis BP3T dan pupuk kandang yang potensial meningkatkan ketahanan bibit kakao terhadap penyakit VSD. Penelitian rumah kaca dengan tujuan menyeleksi BP3T dan pupuk kandang potensial. Menggunakan rancangan petak terbagi dengan perlakuan 5 jenis BP3T (Koleksi peneliti : Jumsu Trisno dan Haliatur Rahma) dan dua jenis pupuk kandang (sapi dan ayam). *Percobaan (3)*: Formula pestisida nabati Serai Wangi dan dosisi aplikasi lapangan. Tujuan mendapatkan dosis dan ekstrak bahan aktif potensial. Tahun II: Aplikasi formulasi BP3T-pupuk kandang sapi untuk meningkatkan ketahanan kakao terhadap penyakit VSD. *Percobaan (1)* : Jenis dan dosisi aplikasi formulasi BP3T. Penelitian di rumah kaca dan lahan petani dengan rancangan acak kelompok faktorial dengan perlakuan jenis formulasi berbagai dosis BP3T. *Percobaan (2)* : Kombinasi aplikasi formulasi BP3T-pupuk kandang sapi dan pestisida Serai Wangi Nano emulsi 1% untuk mengetahui kompatibilitasnya dalam mengendalikan penyakit VSD. Tahun III : Diseminasi dan uji massal paket formulasi biopestisida di tingkat petani. Percobaan penelitian dalam bentuk demplot dengan metode sekolah lapang (SL-PHT) pengendalian penyakit VSD tanaman kakao dengan memanfaatkan bahan organik lokal sebagai formulasi BP3T.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penyakit VSD pada Kakao

Vascular streak dieback (VSD) merupakan penyakit penting pada tanaman kakao. Penyakit ini disebabkan oleh jamur kelompok Basidiomycetes, yaitu *Oncobasidium theobromae* Taibot and Keane. Di Indonesia, penyakit VSD ditemukan pertama kali pada tahun 1960-an (Tan, 1992). Penyakit dieback (mati pucuk) ini mudah dibedakan dengan mati pucuk yang disebabkan oleh afktor lingkungan maupun oleh serangan hama (Bridgland, 1996). Infeksi sumber inokulum biasanya dari tanaman yang sudah menghasilkan, yang menyebar ke tanaman lain melalui angin. Kehilangan produksi karena penyakit VSD diperkirakan mencapai 25-40%. Serangan berat dari jamur tersebut dapat mematikan tanaman dan pada tanaman belum berproduksi.

Gejala Infeksi

Infeksi terjadi ketika basidiospora yang dilepaskan dari basidia pada malam hari dibawa oleh angin dan mendarat pada daun muda. Spora berkecambah dan menembus langsung kutikula di atas vena ke dalam xilem dari daun ke ranting. Gejala pertama pada bibit (umur 3-6 bulan) terjadi 2-4 bulan (Keane, 1981). Selama waktu tersebut, tanaman muda atau ranting menumbuhkan 2 atau 3 buah. Sehingga menimbulkan gejala khas yang sama pada batang tanaman muda Atau ranting, yaitu: (1) gejala nekrosis dengan bintik-bintik yang tetap berwarna hijau) pada satu daun. Biasanya pada flush kedua atau ketiga di belakang pucuk. Daun ini akan gugur dalam waktu 2-3 hari, diikuti oleh daun di atas dan di bawahnya. Sehingga menampilkan pola khas yang berupa ranting ompong, yaitu daun-daun yang termuda dan tertua pada ranting yang masih utuh. Sementara, daun-daun di antaranya gugur. (2) Pembengkakan lentisel pada batang atau ranting di bawah daun terinfeksi yang mengakibatkan kulit tampak kasar. (3) Tiga noktah hitam pada jaringan pengangkut yang tampak apabila berkas tapak daun yang gugur pada ranting di sayat. (4) Tunas aksiler yang tumbuh sepanjang batang atau ranting. (5) klorosis dan nekrosis di antara vena daun muda pada flush terakhir dari ranting atau cabang sakit. (6) Garis cokelat pada batang atau ranting sampai 16 cm di bawah dan di atas daun. (7) Pucuk pada tanaman muda atau ranting yang terjadi hanya beberapa minggu pada bibit muda atau 5 bulan pada ranting tanaman dengan panjang 1 m. Pengamatan morfologi jamur pada bahan tanaman dari PNG, Malaysia dan Indonesia menunjukkan bahwa jamur *vascular dieback* sama (Keane dan Prior, 1991). Demikian pula,

semua gejala penyakit yang berasosiasi dengan VSD ditemukan di Jawa (Purwantara dan Pawirosoemarjo, 1989).

Epidemiologi

Ketika daun gugur pada musim hujan, hifa tumbuh dari tapak daun membentuk sporokarp yang tampak seperti lapisan beludru putih menutup tapak daun dan kulit ranting di sekitarnya. Pembentukan basidia dan pelepasan basidiospora terjadi terutama pada malam hari setelah sporokarp basah oleh air hujan atau embun (Keane *et al.*, 1972). Suasana gelap merangsang sporulasi. Basidiospora terbentuk 8-12 jam setelah gelap (Prior, 1982).

Sporokarp tetao fertil selama rata-rata 10 hari pada ranting yang masih di pohon. Tetapi segera berhenti menghasilkan spora setelah 2 hari pada ranting yang dipangkas. Basidiospora tidak mengalami dormansi dan memerlukan air bebas untuk perkecambahan spora dan infeksi. Apabila suspensi spora ditempatkan pada daun muda. Spora berkecambah dalam waktu 30 menit jika air tidak menguap, tetapi segera berhenti tumbuh daun apabila daun menguap (Prior, 1979). Perkembangan penyakit sangat terbatas, infeksi sulit terjadi pada jarak lebih dari 80 m dari tanaman kakao sakit. Hal ini terjadi karena beberapa pembatas. Antara lain setiap infeksi hanya menghasilkan sporokarp secara sporadis ketika daun gugur pada cuaca basah. Kurang dari 10% daun yang gugur mampu menghasilkan sporokarp.

Sporokarp mempunyai umur pendek, sporulasi pada sporokarp hanya terjadi pada malam hari dan hanya bila cukup lembab. Spora *O. Theobromae* dapat terbawa angin dan menginfeksi dengan baik jika angin bertiup pelan (Keana *et al.*, 1971). Udara yang tenang menyebabkan spora turun dengan kecepatan 0,5 -20 mm/detik tergantung pada ukuran spora (Semangun, 2000). Halimah dan Sukamto mengatakan bahwa angin yang perlahan, mengakibatkan spora pada flush sehingga terjadi proses infeksi.

Infeksi dan perkembangan penyakit VSD sangat ditentukan juga oleh kelembaban udara. Kelembaban udara yang tinggi dapat terjadi kondensasi yang menyebabkan spora lebih berat. Sehingga lebih mudah jatuh. Kecepatan spora jatuh dua kali lipat pada udara yang lembab dibandingkan pada udara kering (Halimah dan Sukamto, 2007). Semangun (2001) menyatakan bahwa kondisi udara yang yang lembab menyebabkan spora *O. Theobromae* menjadi lebih kuat dan sebaliknya pada tanaman menyebabkan sukulentis yang dapat mengurangi ketahanan terhadap patogen.

2.2 Formulasi Rizobakteri

Pengendalian biologi menggunakan mikroorganisme yang mengkoloni rizosfer, permukaan dan di dalam jaringan sehat tanaman telah diterapkan sebagai alternatif pengendalian yang menjanjikan. Jika dibandingkan dengan pestisida kimia dan lebih baik digunakan dalam pengelolaan tanaman (Shu-Bin *et al.*, 2012).

Untuk mempertahankan hidupnya dalam jangka waktu yang panjang pada kondisi optimal secara berkelanjutan dan mudah diaplikasikan dalam perbanyakan massal, isolat rizobakteri perlu diformulasi. Bahan formula yang dapat digunakan dalam formulasi agen hayati adalah tepung tapioka, tepung talk, tanah gambut, limbah padat tahu dan minyak nabati (Bashan *et al.*, 2014). Menurut Ardakani *et al.* (2010) bahan pembawa organik dan anorganik dapat meningkatkan kestabilan dan efektivitas agen hayati untuk pengendalian penyakit tanaman.

Sebagian para ahli fitopatologi beranggapan bahwa biopestisida hanya efektif mengendalikan berbagai patogen pada percobaan dengan skala laboratorium, tetapi seringkali gagal ketika diaplikasikan di lapangan. Bahan aktif biopestisida (rizobakteri) mengalami penurunan populasi dengan cepat apabila dihadapkan langsung pada kondisi yang tidak menguntungkan bagi kehidupannya. Oleh karena itu jenis formulasi dan komposisi formula biopestisida memegang peranan penting dalam meningkatkan keefektifannya di lapangan. Jones & Burges (1998) menyebutkan empat fungsi utama formulasi biopestisida, yaitu (1) untuk menstabilkan organisme (rizobakteri bahan aktif biopestisida) selama proses produksi, distribusi, dan penyimpanan, (2) untuk memudahkan dalam penanganan dan aplikasi produk, sehingga mudah didistribusikan pada sasaran dalam bentuk dan sifat yang terbaik, (3) untuk melindungi agens hayati dari faktor lingkungan yang membahayakan pada tempat sasaran, dalam hal ini meningkatkan persistensi, dan (4) untuk meningkatkan aktivitas mikroorganisme melalui peningkatan aktivitas, reproduksi, kontak, dan interaksi dengan hama atau organisme penyebab penyakit sasaran.

Tepung tapioka merupakan bahan pembawa terbaik untuk formulasi *Pseudomonas fluorescens* (Advinda, 2009) dan formulasi bakteri rizoplan untuk mengendalikan *X. axonopodis* pv. *alii* pada bawang merah (Farlina *et al.*, 2009). Vidhyasekaran *et al.* (1997) melaporkan *P. fluorescens* yang diformulasi dalam tepung talk masih tetap efektif sampai 6 bulan penyimpanan pada suhu ruang, karena memiliki kelembaban yang sangat rendah dan relatif hidropobik, sehingga memiliki periode penyimpanan lebih lama. Penyakit hawar daun bakteri pada kapas

yang disebabkan oleh bakteri Xam dengan bentuk formulasi cair dan tepung talk (Rajendran *et al.*, 2006) dan penyakit karat pada kedelai (Priyatno *et al.*, 2007). Fatima *et al.* (2009) melaporkan bahwa penggunaan rizobakteri mampu meningkatkan ketahanan tanaman gandum terhadap *R. solani*. Khaeruni *et al.* (2011) mengemukakan bahwa pencampuran tiga isolat rizobakteri indigenos *Bacillus subtilis* ST21b, *B. cereus* ST21e, dan *Serratia* galur SS29a yang diformulasikan dalam bahan pembawa gambut dan lempung mampu menekan perkembangan penyakit layu fusarium pada tanaman tomat sampai 60%.

2.3 Nano Pesticida Serai Wangi

Nanoemulsi adalah sistem emulsi yang *transparent*, tembus cahaya dan merupakan dispersi minyak air yang distabilkan oleh lapisan film dari surfaktan atau molekul surfaktan, yang memiliki ukuran droplet berkisar 50–500 nm (Shakeel *et al.* 2008). Ukuran droplet nanoemulsi yang kecil membuat nanoemulsi stabil secara kinetik sehingga mencegah terjadinya sedimentasi dan kriming selama penyimpanan (Solans *et al.* 2005). Selain itu, nanoemulsi dengan sistem emulsi minyak dalam air (*oil in water* atau o/w) merupakan salah satu alternatif untuk meningkatkan kelarutan dan stabilitas komponen bioaktif yang terdapat dalam minyak (Yuliasari dan Hamdan 2012).

Formulasi nanopartikel, saat ini sudah dipelajari secara ekstensif dan dapat meningkatkan kemampuan aktivitas mikrobial dari minyak atsiri (Pedro *et al.* 2013). Mariana dan Noveriza (2013) juga melaporkan aplikasi minyak serai wangi 1,2% dapat menghambat perkembangan virus mosaik nilam sebesar 89,78%. Kelemahan utama dari pestisida nabati yang mengandung minyak atsiri adalah mudah menguap dan tidak stabil. Oleh karena itu, bahan aktif minyak atsiri perlu diformulasikan dalam bentuk yang lebih stabil, seperti partikel nano. Teknologi nano dapat memperkecil partikel hingga berukuran nano (10⁻⁹ m) dan diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas bahan aktif minyak atsiri. Selanjutnya, dengan sentuhan enkapsulasi, bahan aktif tidak mudah menguap dan lebih stabil. Nanopestisida terdiri atas partikel kecil dari bahan aktif pestisida atau struktur kecil dari bahan aktif yang berfungsi sebagai pestisida (Bergeson 2016). Nanoemulsi dan nanoenkapsulasi adalah salah satu teknik nanopestisida yang sudah banyak digunakan dan efektif untuk pengendalian penyakit tanaman (Bergeson 2016; Bouwmeester *et al.* 2009; Noveriza, *et al.*, 2017).

Menurut Yuliani dan Noveriza (2016), ukuran droplet minyak serai wangi pada formula nanoemulsi berkisar antara 70-140 nm (rata-rata 114,5 nm), Nanopartikel pestisida berpotensi

digunakan dalam perlindungan tanaman, terutama dalam pengelolaan penyakit tanaman. Nanopartikel dapat bertindak terhadap patogen tanaman dalam cara yang mirip dengan pestisida kimia. Banyak perusahaan membuat formulasi yang mengandung nano-partikel dalam berbagai ukuran 100-250 nm yang dapat larut dalam air sehingga lebih efektif dari pestisida yang sudah ada untuk menekan patogen sasaran.

Pembuatan nanopestisida dilakukan melalui proses nanoemulsifikasi menggunakan energi rendah dengan mekanisme difusi spontan dan inversi fase. Pada mekanisme difusi spontan, nanoemulsi terbentuk melalui proses difusi fase terdispersi (campuran minyak dan emulsifier) ke dalam fase pendispersi (air) yang terjadi secara spontan akibat kedekatan polaritas antara kedua fase. Proses difusi ini meninggalkan droplet minyak berskala nano dalam fase air (*oil in water* atau o/w). Pada mekanisme fase inversi, pembentukan nanoemulsi terjadi melalui dua tahap, yaitu pembentukan emulsi *water in oil* (w/o) yang selanjutnya berbalik fase menjadi o/w. Emulsi w/o terbentuk ketika sejumlah air ditambahkan ke dalam fase campuran antara minyak dan emulsifier. Pada jumlah air tertentu, fase minyak dan emulsifier akan terdispersi ke dalam fase air membentuk o/w sehingga secara keseluruhan, emulsi akan terbentuk melalui mekanisme w/o/w. Nanoemulsi dibentuk dengan penambahan emulsifier yang mengandung Tween 80. Emulsifier ditambahkan pada persentase 10-100% dari fase minyak (bahan aktif) yang digunakan. Fase pendispersi dibuat dari bufer fosfat untuk menjaga kestabilan pH emulsi sehingga destabilisasi emulsi akibat pengaruh pH dapat diabaikan. Nanoemulsi minyak serai wangi terbentuk melalui kedua mekanisme emulsifikasi pada persentase emulsifier Tween 80 yang berbeda. Pada mekanisme inversi fase, nanoemulsi minyak serai wangi mulai terbentuk pada persentase emulsifier 40%, sedangkan pada mekanisme difusi spontan, nanoemulsi mulai terbentuk pada persentase emulsifier 50%. Pada persentase emulsifier yang rendah, emulsi tidak terbentuk. Pada peningkatan persentase emulsifier, secara berangsur pemisahan fase yang terjadi semakin menurun. Nanoemulsi yang diperoleh disimpan dalam botol gelas untuk digunakan lebih lanjut (Noveriza, *et. al.*, 2017).

III. METODOLOGI

Kegiatan penelitian dalam rangka mendapatkan formula biopestisida berbahan aktif rizobakteri indigenus dan pestisida nabati untuk pengendalian penyakit layu pembuluh (VSD) tanaman kakao telah dimulai pada tahun 2015 [menghasilkan satu Artikel yang sudah terbit di Jurnal Fitopatologi Indonesia, dengan tema Temuan Penyakit Baru].

Percobaan (1). Jenis dan dosis aplikasi formulasi BP3T-pupuk kandang

1.1 Rancangan Penelitian

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok dalam Faktorial yang terdiri atas 2 Faktor yaitu Jenis Formulasi BP3T dan Dosis Aplikasi formulasi BP3T, dosis aplikasi akan disesuaikan untuk percobaan di rumah kaca maupun lapangan.

1.2 Pelaksanaan

1.2.1 Penyiapan BP3T dan Bahan Organik

BP3T *Serratia marsecens* AR1 dan *Pseudomonas fluorescens* LPK1.9 berasal dari koleksi Dr. Haliatur Rahma dan Dr. Jumsu Trisno merupakan BP3T potensial sebagai penginduksi pertumbuhan tanaman dan agens biokontrol (hasil penelitian Tahun I). Isolat diremajakan dan diperbanyak dalam media air kelapa. Bahan pembawa berupa k pupuk kandang sapi berasal dari petani di lahan penelitian. Formulasi BP3T-pupuk kandang sapi diinkubasi selama 1 bulan untuk mendapatkan formula biofertilizer dan agen biokontrol.

1.2.2 Perbanyakkan Jamur Patogen (*Ceratobasidium theobromae*)

Patogen *C. theobromae* diisolasi dari ranting dan daun tanaman kakao VSD di Kabupaten Padang Pariaman, Sumatera Barat. Isolasi jamur dilakukan dengan metode *moist chamber* dengan modifikasi inkubasi dalam kotak hitam dengan suhu 20°C dan metode tanam langsung pada media WA dan PDA. Penyiapan populasi jamur dilakukan dengan penumbuhan pada media PDA diperkaya ekstrak tulang daun kakao (Handoko *et al*, 2014).

1.2.3 Percobaan Rumah Kaca

Bibit kakao yang berumur 3 bulan di tanam pada media tanah- BP3T-Pupuk sapi kandang (sesuai perlakuan). Bibit kakao yang digunakan adalah bibit hasil okulasi umur 3 bulan. Percobaan dilakukan rumah kaca di rancang menggunakan rancangan Acak Kelompok Faktorial. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok dalam Faktorial yang terdiri atas 2 Faktor yaitu Jenis Formulasi BP3T dan dosis aplikasi formulasi BP3T:

Faktor A (Jenis formulasi BP3T-pupuk kandang sapi):

A0: Tanpa Formulasi

A1: Formulasi BP3T *Serratia marsescens* ARI-pupuk kandang sapi

A2: Formulasi BP3T *Pseudomonas fluorescens* LPK1.9-pupuk kandang sapi

A3: Kombinasi Formulasi BP3T-pupuk kandang sapi

Faktor B (dosis aplikasi formulasi BP3T-pupuk kandang

B0: 0 g/ 100 g tanah

B1: 50 g/100 g tanah

B2: 100 g/100 g tanah

B3: 150 g/100 g tanah

Masing-masing perlakuan di ulang sebanyak 4 kali, 1 unit perlakuan di ulang 4 kali, total tanaman keseluruhan adalah 64 tanaman.

a. Inokulasi Jamur Patogen (*Ceratobasidium theobromae*)

Setelah bibit berumur 1 bulan setelah aplikasi dilakukan inokulasi *C. theobromae* menggunakan metoda injeksi pada jaringan daun dengan populasi 10^6 basidiospora/ml (Handoko *et al*, 2014).

b. Analisis Produksi asam salisilat

Analisis ini bertujuan untuk melihat kemampuan isolat BP3T dalam mengendalikan patogen, dengan kemampuannya memproduksi Asam Salisilat (AS). Analisis menggunakan metode Meyer *et al* (1992).

c. Parameter Pengamatan

Parameter pengamatan yang digunakan meliputi 2 kategori: (1) Parameter terhadap pertumbuhan tanaman yang terdiri dari : tinggi bibit, jumlah dan lebar daun, bobot basah dan kering tajuk, bobot basah dan kering akar bibit. Tinggi tanaman dan jumlah daun diamati setiap bulan selama 6 bulan, sedangkan bobot basah dan kering diakhir penelitian. Analisis data dengan menghitung efektifitas perlakuan dibandingkan kontrol. (2a) Parameter terhadap perkembangan penyakit VSD yang terdiri dari : masa inkubasi (gejala pertama), persentase dan intensitas serangan. Analisis data dengan menghitung efektifitas perlakuan dibandingkan kontrol. (2b). Mekanisme ketahanan tanaman dengan analisis produksi asam salisilat yang dihasilkan akar dan daun tanaman. (2c). Populasi BP3T, dihitung dengan menggunakan metode pengenceran dari media tumbuh. Pengamatan dilakukan pada awal penelitian, 3 bulan setelah

aplikasi dan 6 bulan setelah aplikasi (akhir penelitian). Analisis perkembangan populasi BP3T dibandingkan dengan perlakuan kontrol.

1.2.4 Percobaan di Lapangan

Formulasi BP3T-pupuk kandang diinkubasi selama 1 bulan untuk mendapatkan kandidat biofertilizer. BP3T-Pupuk kandang sapi di aplikasi sesuai perlakuan pada bagian akar tanaman kakao milik petani di Kabupaten Padang Pariaman dan Kabupaten Limapuluh Kota (yang telah di beri perlakuan pada Penelitian Tahun I). Aplikasi BP3T dilakukan 1 kali dalam 3 bulan (sesuai perlakuan (Juli dan September). Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok dalam Faktorial yang terdiri atas 2 Faktor yaitu Jenis Formulasi BP3T dan dosis aplikasi formulasi BP3T. Faktor A (Jenis formulasi BP3T-pupuk kandang sapi):

A0: Tanpa Formulasi

A1: Formulasi BP3T *Serratia marsescens* ARI-pupuk kandang sapi

A2: Formulasi BP3T *Pseudomonas fluorescens* LPK1.9-pupuk kandang sapi

A3: Kombinasi Formulasi BP3T-pupuk kandang sapi

Faktor B (dosis aplikasi formulasi BP3T-pupuk kandang sapi):

B0: 0 kg

B1: 5 kg

B2: 10 kg

B3: 15 kg

Masing-masing perlakuan di ulang sebanyak 4 kali, 1 unit perlakuan di ulang 4 kali, total tanaman keseluruhan adalah 64 tanaman.

Perawatan Tanaman

Perawatan tanaman kakao mengikuti cara petani, yaitu penyiangan, bobokor, pemangkasan setiap 3 bulan.

a. Parameter Pengamatan

Pengamatan dilakukan terhadap gejala serangan, perkembangan penyakit dengan menghitung *area under disease progress curve* (AUDPC), persentase serangan, intensitas serangan setiap bulan, dan tingkat efikasi formula di akhir pengamatan.

Percobaan (2): Kombinasi aplikasi formulasi BP3T-pupuk kandang sapi dan formulasi pestisida Serai Wangi Nano emulsi 0,1%, untuk mengetahui kompatibilitasnya dalam mengendalikan penyakit VSD.

2.1 Rancangan Percobaan

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok dalam Faktorial yang terdiri atas 2 Faktor yaitu Jenis Formulasi BP3T-pukan-Nano emulsi 1% dan dosis aplikasi formulasi BP3T. Dosis aplikasi akan disesuaikan dengan aplikasi di rumah kaca maupun lapangan.

2.2 Penyiapan Formula Serai Wangi Nano Emulsi

Tanaman serai wangi diperoleh dari Kebun Percobaan Balitro Laing Solok, Sumatera Barat. Penyiapan formula Nano emulsi minyak serai wangi dilaksanakan di Laboratorium Proteksi Tanaman Balitro dan Laboratorium Nano Balai Besar Pasca Panen, Bogor yang dilaksanakan berdasarkan modifikasi dari metoda Bouchemal *et al.* (2004).

2.3 Pelaksanaan

1. Aplikasi Formulasi BP3T-pupuk kandang sapi+ Nano Emulsi 1%

a. Rumah Kaca

Pelaksanaan percobaan ini mengikuti prosedur yang sama dengan percobaan A. Formulasi BP3T-pupuk kandang diinkubasi selama 1 bulan untuk mendapatkan kandidat biofertilizer. BP3T-Pupuk kandang dijadikan media tumbuh bibit tanaman kakao sesuai perlakuan (sama seperti percobaan A). Dan Formula Nano emulsi disemprotkan menggunakan sprayer sebanyak 25 ml per tanaman yang dilakukan 1 kali dalam 1 bulan. Bibit kakao yang digunakan adalah bibit hasil okulasi umur 3 bulan.

Faktor A (Jenis formulasi BP3T-pupuk kandang-Formulasi Serai Wangi Nano Emulsi 0,1%):

A0: Tanpa Formulasi

A1: Formulasi BP3T *Serratia marsescens* AR1-pupuk kandang sapi+Formulasi Serai Wangi Nano Emulsi 1%

A2: Formulasi BP3T *Pseudomonas fluoresecens* LPK1.9-pupuk kandang sapi+Formulasi Serai Wangi Nano Emulsi 1%

A3: Kombinasi Formulasi BP3T-pupuk kandang sapi+Formulasi Serai Wangi Nano Emulsi 1%

Faktor B (dosis aplikasi formulasi BP3T-pupuk kandang

B0: 0 g/100 g tanah

B1: 50 g/100 g tanah

B2: 100 g/ 100 g tanah

B3: 150 g/100 g tanah

- b. Masing-masing perlakuan di ulang sebanyak 4 kali, 1 unit perlakuan di ulang 4 kali, total tanaman keseluruhan adalah 64 tanaman.

c. Pengamatan

Parameter pengamatan meliputi parameter yang sama dengan Percobaan A. yaitu: Parameter pengamatan yang digunakan meliputi 2 kategori: (1) Parameter terhadap pertumbuhan tanaman yang terdiri dari : tinggi bibit, jumlah dan lebar daun, bobot basah dan kering tajuk, bobot basah dan kering akar bibit. Tinggi tanaman dan jumlah daun diamati setiap bulan selama 6 bulan, sedangkan bobot basah dan kering diakhir penelitian. Analisis data dengan menghitung efektifitas perlakuan dibandingkan kontrol. (2a) Parameter terhadap perkembangan penyakit VSD yang terdiri dari : masa inkubasi (gejala pertama), persentase dan intensitas serangan. Analisis data dengan menghitung efektifitas perlakuan dibandingkan kontrol. (2b). Mekanisme ketanaman tanaman dengan analisis produksi asam salisilat yang dihasilkan akar dan daun tanaman. (2c). Populasi BP3T, dihitung dengan menggunakan metode pengenceran dari media tumbuh. Pengamatan dilakukan pada awal penelitian, 3 bulan setelah aplikasi dan 6 bulan setelah aplikasi (akhir penelitian). Analisis perkembangan populasi BP3T dibandingkan dengan perlakuan kontrol.

d. Lapangan

Formulasi BP3T-pupuk kandang diinkubasi selama 1 bulan untuk mendapatkan kandidat biofertilizer. BP3T-Pupuk kandang sapi di aplikasi sesuai perlakuan pada bagian akar tanaman kakao milik petani di Kabupaten Padang Pariaman dan Kabupaten Limapuluh Kota (yang telah di beri perlakuan pada Penelitian Tahun I) sesuai perlakuan sama seperti percobaan A. Formula serai wangi Nano emulsi 1% disemprotkan menggunakan sprayer pada semua bagian tanaman dengan jumlah volume 250 ml per pohon. Aplikasi kombinasi formula dilakukan setiap satu bulan selama 5 bulan. Faktor A (Jenis formulasi BP3T-pupuk kandang-Formulasi Serai Wangi Nano Emulsi 1%):

A0: Tanpa Formulasi

A1: Formulasi BP3T *Serratia marsescens* AR1-pupuk kandang sapi+Formulasi Serai Wangi Nano Emulsi 1%.

A2: Formulasi BP3T *Pseudomonas fluorescens* LPK1.9-pupuk kandang sapi+Formulasi Serai Wangi Nano Emulsi 1%.

A3: Kombinasi Formulasi BP3T-pupuk kandang sapi+Formulasi Serai Wangi Nano Emulsi 1%.

Faktor B (dosis aplikasi formulasi BP3T-pupuk kandang

B0: 0 g

B1: 5 kg

B2: 10 kg

B3: 15 kg

Masing-masing perlakuan di ulang sebanyak 4 kali, 1 unit perlakuan di ulang 4 kali, total tanaman keseluruhan adalah 64 tanaman.

e. Perawatan Tanaman

Perawatan tanaman kakao mengikuti cara petani, yaitu penyiangan, bobokor, pemangkasan setiap 3 bulan.

f. Parameter Pengamatan

Pengamatan dilakukan terhadap gejala serangan, perkembangan penyakit dengan menghitung area under disease progress curve (AUDPC), persentase serangan, intensitas serangan setiap bulan, dan tingkat efikasi formula di akhir pengamatan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Percobaan (1). Jenis dan dosis aplikasi formulasi BP3T-pupuk kandang

A. Introduksi BP3T-Pupuk Kandang dan Nano Serai Wangi Terhadap Pertumbuhan dan Penginduksi Ketahanan Bibit Kakao di Rumah Kaca

1. Introduksi BP3T Terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao

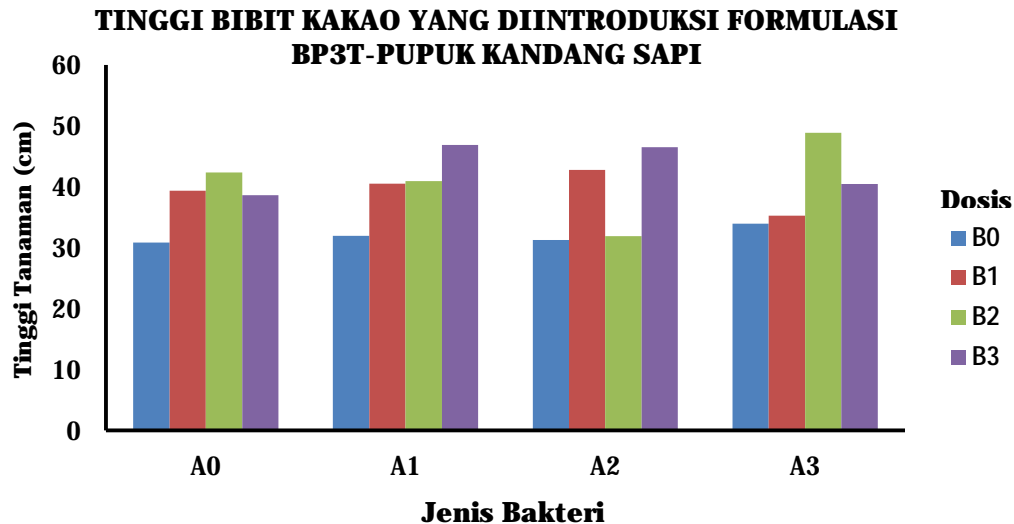
Percobaan ini sudah dilakukan 2 kali. Pertama aplikasi BP3T pada benih tanggal 16 Juni 2017. Hasil yang didapatkan tidak sesuai dengan yang diharapkan. Pada perlakuan BP3T-pupuk kandang hanya 25 % benih yang mampu berkecambah dan 20% pada kontrolnya. Selanjutnya, Bibit yang tumbuh dipelihara sampai saat ini, tetapi tidak berkembang dengan baik dan mati.

Kegiatan ini dilakukan untuk mendapatkan formulasi BP3T-pupuk kandang sapi + nano serai wangi sebagai pemacu pertumbuhan dan penginduksi ketahanan bibit kakao terhadap penyakit VSD. Introduksi BP3T-pupuk kandang sapi ini dilakukan sebelum tanam dengan mencampurkan ke dalam pupuk kandang sapi. Formulasi BP3T-pupuk kandang sapi yang diintroduksi pada bibit kakao menunjukkan respon berbeda tidak nyata terhadap parameter pertumbuhan tanaman. Formulasi campuran BP3T *marsescens* AR1 dan *Pseudomonas fluorescens* LPK1-9 (A3B2) dengan dosis 100 g/100 g tanah, memberikan dampak pertumbuhan lebih baik dibandingkan kontrol dan perlakuan lain. Tinggi bibit kakao yang diintroduksikan formulasi BP3T-pupuk kandang, menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata diantara semua perlakuan. Perbandingan tinggi tanaman yang diintroduksi BP3T-pupuk kandang sapi dan kontrol dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Perbandingan tinggi bibit kakao yang diintroduksi BP3T-Pupuk kandang Sapi dibandingkan kontrol (5 Bulan Setelah tanam).

Formulasi campuran BP3T tersebut, juga mampu meningkatkan tinggi tanaman, jumlah, panjang dan lebar daun kakao dengan efektivitas berturut-turut 59,84%, 107,84%, 46,07% dan 57,58%. Hasil pengamatan terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, panjang dan lebar daun bibit kakao dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Tinggi bibit kakao yang diintroduksi BP3T-Pupuk kandang Sapi dibandingkan kontrol (5 Bulan Setelah tanam).

Umumnya hampir semua perlakuan mampu meningkatkan meningkatkan tinggi bibit kakao. Berdasarkan hasil analisis sidik ragam terhadap jumlah, panjang dan lebar daun didapatkan efektivitas yang bervariasi (1,64%-107,8%) (Tabel 1). Dimana, Formulasi campuran BP3T *marsescens* AR1 dan *Pseudomonas fluorescens* LPK1-9 (A3B2) dengan dosis 100 g/100 g tanah, secara konsisten memberikan respon yang lebih baik.

Tabel 1. Rata-rata jumlah daun, panjang, dan lebar daun bibit kakao setelah aplikasi BP3T-pupuk kandang sapi di rumah kaca, umur 5 bulan setelah tanam (BST)

Perlakuan	Σ Daun (helai)	Efektivitas (%)	Panjang daun (cm)	Efektivitas (%)	Lebar Daun (cm)	Efektivitas (%)
A3B2	26,50 A	107.84	32,50 A	46.07	13,00 A	57.58
A2B3	22,25 AB	74.51	30,00 AB	34.83	10,50 ABCDEF	27.27
A1B3	20,50 AB	60.78	30,25 AB	35.96	12,00 AB	45.45
A2B1	20,00 AB	56.86	26,25 ABCD	17.98	11,25 ABC	36.36
A1B1	22,00 AB	72.55	23,25 ABCD	4.49	9,00 BCDEF	9.09
A1B2	23,25 AB	82.35	28,50 ABC	28.09	9,50 BCDEF	15.15

A3B3	23,00 AB	80.39	27,00 ABCD	21.35	11,25 ABC	36.36
A0B1	22,75 AB	78.43	23,25 ABCD	4.49	9,25 BCDEF	12.12
A0B3	22,75 AB	78.43	29,75 ABC	33.71	10,75 ABCD	30.3
A3B1	22,25 AB	74.51	27,75 ABCD	24.72	9,50 BCDEF	15.15
A3B0	19,75 AB	54.9	18,25 D	-17.98	8,25 CDEF	0
A2B2	17,75 AB	39.22	18,50 D	-16.85	6,50 F	-21.21
A1B0	13,75 B	7.84	18,25 D	-17.98	7,75 DEF	-6.06
A2B0	14,50 B	13.73	20,25 D	-8.99	8,25 CDEF	0
A0B2	12,75 B	0	22,25 BCD	0	7,25 EF	-6.06
A0B0	12,75 B	0	22,25 BCD	0	8,25 CDEF	0

Keterangan:

*A0B0, A1B0, A2B0, A3B0 = Tanpa Formulasi, A1B1,2,3 = AR1+Dosis Pupuk yang berbeda, A2B1,2,2 = LPK1-9+Dosis Pupuk yang berbeda, A3B1,2,3 = AR1+LPK1-9+Dosis Pupuk yang berbeda. N = Nano Serai Wangi.

**Angka yang diikuti huruf yang sama, berbeda tidak nyata pada Uji Lanjut Tukey pada taraf nyata 5%.

a. Introduksi Nano Serai Wangi untuk Pengendalian Penyakit VSD pada Bibit Kakao

Introduksi nano serai wangi (konsentrasi 0,1%) dilakukan sebelum dan sesudah inokulasi patogen. Introduksi pertama, dilakukan sehari sebelum inokulasi patogen (sore hari) berupa penyemprotan terhadap bibit kakao. Introduksi kedua, dilakukan sebulan setelah inokulasi patogen. Selanjutnya dilakukan introduksi secara rutin, 1 kali sebulan hingga bibit berumur 6 BST (Gambar 3).



Gambar 3. Penyemprotan nano serai wangi terhadap bibit kakao di Rumah kaca umur 4 Minggu Setelah Tanam.

b. Perbanyak sumber inokulum *C. theobromae*

Bagian tanaman yang bergejala VSD (daun dan ranting) dibawa ke laboratorium untuk identifikasi patogen penyebab. Isolasi patogen penyebab dilakukan dengan metode *moist*

chamber pada kotak hitam dan diinkubasi suhu 21°C. Jamur *C. theobromae* adalah jamur obligat (tidak dapat diperbanyak dengan media pertumbuhan buatan PDA). Untuk keperluan penelitian ini diperlukan sumber inokulum untuk inokulasi buatan, maka dilakukan percobaan untuk mendapatkan sumber inokulum. Metode *moist chamber* pada kotak hitam dapat merangsang pertumbuhan jamur dari daun dan bagian tanaman yang bergejala, metode ini digunakan untuk perbanyak sumber inokulum. Dari hasil *moist chamber* ini diperoleh jamur pada bagian ujung daun bergejala VSD dan dari tulang daun yang terluka. Untuk perbanyak sumber inokulum dilakukan pemotongan daun sebagai sumber inokulum pada tanaman uji (Gambar 4).



Gambar 4. Pertumbuhan *C. theobromae* pada helaian daun kakao setelah *moist chamber* dalam kotak hitam umur 3 hari setelah inkubasi.

c. Inokulasi jamur *C. theobromae*

Inokulasi buatan *C. theobromae* pada daun bibit kakao dilakukan dengan Metode Penempelan inokulum pada permukaan daun. Bagian permukaan bawah daun tanaman uji ditusuk dengan jarum steril. Biakan jamur *C. theobromae* dari hasil *moist chamber* (Gambar 5) dipotong 1 cm² dan selanjutnya ditempelkan pada bagian permukaan bawah daun, penempelan biakan jamur dilakukan dengan menggunakan selotip.



Gambar 5. Inokulasi jamur *C. Theobromae* pada tanaman kakao umur 4 MST.

Hasil pengamatan gejala dengan metode penempelan ini menunjukkan gejala mirip dengan gejala awal VSD setelah 2 bulan inokulasi. Gejala pertama serangan VSD menunjukkan gejala klorosis pada daun dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Gejala serangan VSD yang diinokulasi *C. Theobromae* umur 3 minggu setelah inokulasi.

2. Induksi Ketahanan bibit kakao

Kemampuan formula BP3T-pupuk kandang sapi dalam menginduksi ketahanan bibit kakao dinilai berdasarkan indikator tinggi bibit, jumlah daun, panjang daun terpanjang, lebar daun terlebar berbeda atau tidaknya antara perlakuan dan kontrol (indikator pertumbuhan). Selain itu, indikator penurunan (1) Keparahan penyakit VSD (masa inkubasi, keparahan penyakit VSD dan produksi asam salisilat).

a. Masa Inkubasi jamur *C. theobromae* pada Bibit Kakao

Aplikasi formulasi BP3T-pupuk kandang+nano serai wangi pada bibit kakao, umumnya mampu memperpanjang masa inkubasi *C. theobromae*. Masa inkubasi *C. theobromae* paling cepat terdapat pada kontrol sedangkan masa inkubasi *C. theobromae* paling lama terdapat pada perlakuan A1N3 dan A2N3 (6,7 hari). Masa inkubasi *C. theobromae* paling cepat terdapat pada perlakuan A0N2 (4,3 hari). Masa inkubasi *C. theobromae* pada bibit kakao yang diperlakukan dengan BP3T-Pupuk Kandang dan Nano Serai Wangi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Masa inkubasi *C. theobromae* pada bibit kakao yang diperlakukan BP3T-Pupuk Kandang dan Nano Serai Wangi di Rumah Kaca

Perlakuan	Masa Inkubasi (hari)	Perlakuan	Masa Inkubasi (hari)
AONO	4,7	AOBO	5
AON1	5,3	AOB1	5,3
AON2	4,3	AOB2	6
AON3	5	AOB3	5

A1NO	5,3	A1BO	6,3
A1N1	6	A1B1	5,3
A1N2	5,7	A1B2	6,7
A1N3	6,7	A1B3	6
A2NO	5,3	A2BO	5,7
A2N1	4,3	A2B1	6,3
A2N2	5,3	A2B2	6,7
A2N3	6,7	A2B3	6
A3NO	5	A3BO	5,3
A3N1	5	A3B1	6,3
A3N2	5,7	A3B2	5,7
A3N3	5,3	A3B3	6

Keterangan: AOBO, A1BO, A2BO, A3BO = Tanpa Formulasi, A1B1,2,3 = AR1+Dosis Pupuk yang berbeda, A2B1,2,2 = LPK1-9+Dosis Pupuk yang berbeda, A3B1,2,3 = AR1+LPK1-9+Dosis Pupuk yang berbeda. N = Nano Serai Wangi.

b. Persentase Bibit Kakao Terserang VSD

Hasil inokulasi buatan menunjukkan gejala yang mirip dengan gejala penyakit VSD, masa inkubasi patogen berlangsung selama 2 bulan. Persentase tanaman terinfeksi adalah 100%, baik pada tanaman yang di beri perlakuan dengan BP3T-pupuk kandang sapi dan BP3T-pupuk kandang sapi+nano pestisida serai wangi (Data pada Tabel 3).

Tabel 3. Persentase bibit kakao terserang VSD yang diperlakukan dengan BP3T-Pupuk Kandang dan Nano Serai Wangi 2 bulan setelah inokulasi (tanaman berumur 3 bulan setelah tanam)

Perlakuan	Persentase Bibit Terserang (%)	Perlakuan	Persentase Bibit Terserang (%)
AONO*	100	AOBO	100
AON1	100	AOB1	100
AON2	100	AOB2	100
AON3	100	AOB3	100
A1NO	100	A1BO	100
A1N1	100	A1B1	100
A1N2	100	A1B2	100
A1N3	100	A1B3	100
A2NO	100	A2BO	100
A2N1	100	A2B1	100
A2N2	100	A2B2	100
A2N3	100	A2B3	100
A3NO	100	A3BO	100

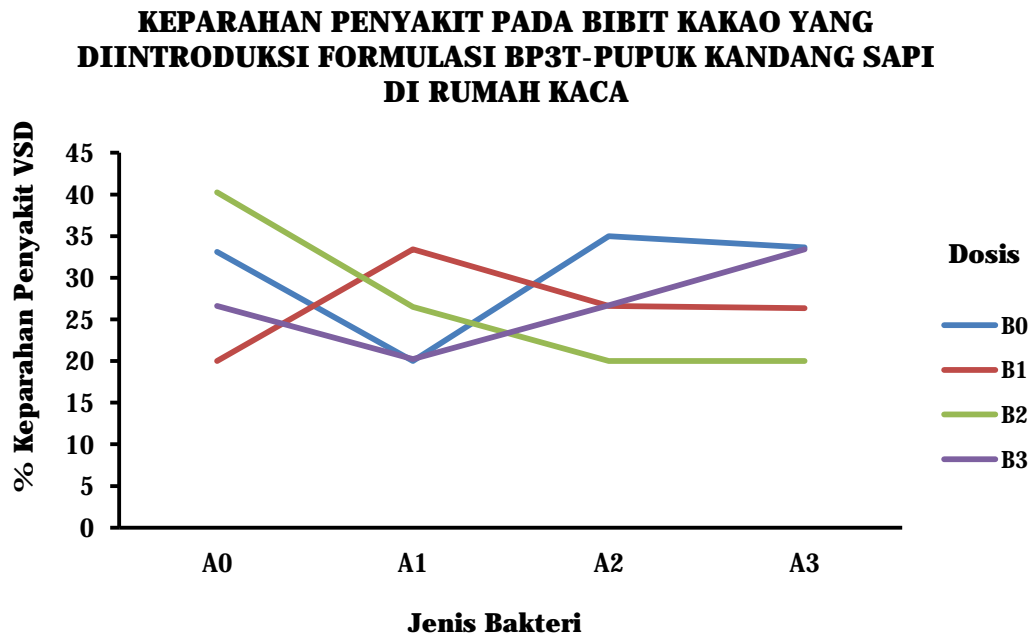
A3N1	100	A3B1	100
A3N2	100	A3B2	100
A3N3	100	A3B3	100

Keterangan:

* AOBO, A1BO, A2BO, A3BO = Tanpa Formulasi, A1B1,2,3 = AR1+Dosis Pupuk yang berbeda, A2B1,2,2 = LPK1-9+Dosis Pupuk yang berbeda, A3B1,2,3 = AR1+LPK1-9+Dosis Pupuk yang berbeda. N = Nano Serai Wangi.

c. Keparahan Penyakit VSD pada bibit kakao di Rumah Kaca

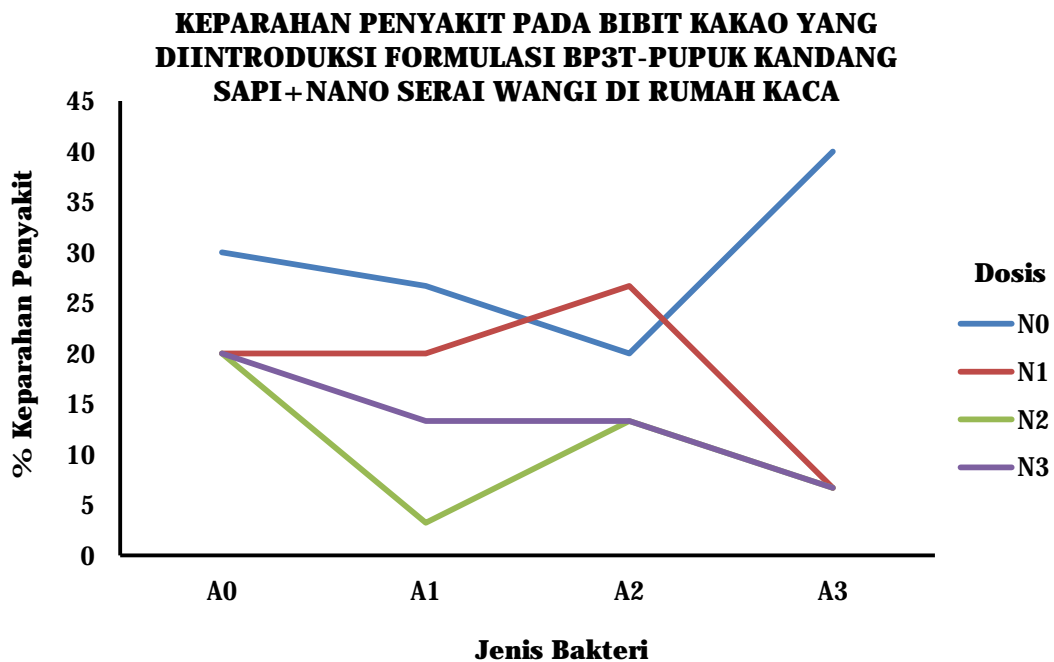
Keparahan penyakit VSD pada bibit kakao di Rumah Kaca setelah introduksi BP3T-Pupuk Kandang sapi dapat dilihat pada Gambar 7. Keparahan penyakit VSD pada kontrol lebih tinggi dibanding perlakuan. Formulasi potensial dalam mengurangi keparahan penyakit VSD di Rumah Kaca ini adalah campuran BP3T *marsescens* AR1 dan *Pseudomonas fluorescens* LPK1-9 + pupuk kandang sapi dengan dosis 100 g/100 g tanah (A3B2), dengan keparahan penyakit sebesar 20,00%. Selanjutnya, diikuti formulasi *Pseudomonas fluorescens* LPK1-9 dengan dosis 50 g/100 g tanah (A2B1), dengan keparahan penyakit 25,00%.



Gambar 7. Tinggi bibit kakao yang diintroduksi BP3T-Pupuk kandang Sapi dibandingkan kontrol (5 Bulan Setelah tanam).

Keparahan penyakit VSD pada bibit kakao yang diintroduksi formulasi BP3T-pupuk kandang sapi + nano serai wangi lebih rendah dibanding kontrol. Formulasi potensial dalam

mengurangi keparahan penyakit VSD di Rumah Kaca ini adalah campuran BP3T *marsescens* AR1 dan *Pseudomonas fluorescens* LPK1-9 + pupuk kandang sapi + nano serai wangi dengan dosis 150 g/100 g tanah (A3N3), dengan keparahan penyakit sebesar 6,00%. Selanjutnya, diikuti formulasi campuran BP3T *marsescens* AR1 dan *Pseudomonas fluorescens* LPK1-9 + pupuk kandang sapi + nano serai wangi dengan dosis 100 g/100 g tanah (A3N2), dengan keparahan penyakit 13,00%. Keparahen penyakit VSD pada bibit kakao di Rumah Kaca setelah introduksi BP3T-Pupuk Kandang sapi + nano serai wangi dapat dilihat pada Gambar 8.

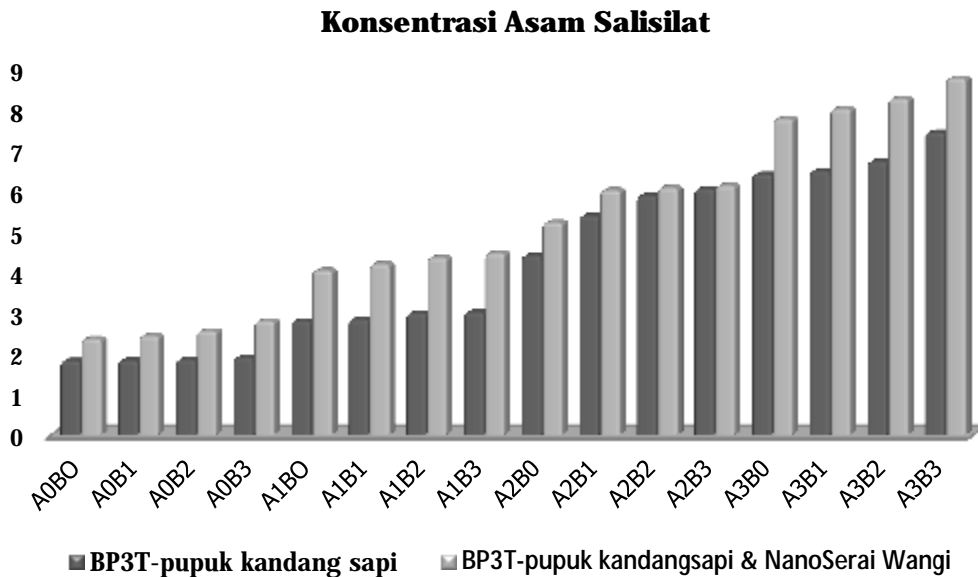


Gambar 8. Tinggi bibit kakao yang diintroduksi BP3T-Pupuk kandang Sapi dibandingkan kontrol (5 Bulan Setelah tanam).

d. Kandungan Asam Salisilat Daun bibit Kakao yang diintroduksi Formulasi BP3T-pupuk kandang sapi+Nano Serai Wangi

Kemampuan BP3T-pupuk kandang sapi dalam menginduksi ketahanan bibit kakao ditandai dengan dihasilkannya asam salisilat dari tanaman yang terinduksi. Aplikasi beberapa BP3T-pupuk kandang sapi menghasilkan kadar asam salisilat yang berbeda dari bibit tanaman kakao yang terinduksi. Hasil analisis terhadap produksi asam salisilat pada daun bibit kakao, menunjukkan semua daun kakao yang diintroduksikan formulasi BP3T-pupuk kandang sapi+Nano Serai Wangi, memproduksi asam salisilat lebih tinggi dibanding kontrol. Kandungan Asam salisila paling tinggi yaitu formulasi campuran BP3T *marsescens* AR1 dan *Pseudomonas*

fluorescens LPK1-9 + nano serai wangi dengan dosis 150 g/100 g tanah (A3N3) sebesar 8,758 ppm, diikuti formulasi campuran BP3T *marsescens* AR1 dan *Pseudomonas fluorescens* LPK1-9 (A3B2) + nano serai wangi dengan dosis 100 g/100 g tanah (A3N2) sebesar 8,255 ppm. Kandungan asam salisilat masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Kandungan asam salisilat (ppm)/5 gram daun bibit kakao terinfeksi VSD setelah aplikasi BP3T-pupuk kandang sapi dan nano pestisida serai wangi di rumah kaca

e. Kerapatan Populasi Rizobakteri dalam Formulasi BP3T-pupuk kandang Sapi

Rizobakteri dalam formulasi BP3T-pupuk kandang sapi dihitung kerapatannya menggunakan metode pengenceran (*serial dilution*). Pengenceran dilakukan hingga 10^{-6} . Sebanyak 0,1 ml suspensi dibiakkan pada media *Nutrient Agar* (NA). Kemudian diinkubasi selama 3 x 24 jam. Kerapatan populasi rizobakteri tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Populasi rizobakteri dalam formulasi BP3T-pupuk kandang setelah 3 bulan penyimpanan

Perlakuan	Populasi (10^6 cfu/g tanah)
<i>Serratia marsescens</i> AR1 (A1)	2,24
<i>Pseudomonas fluorescens</i> LPK1-9 (A2)	4,5
Campuran AR1+LPK1-9 (A3)	12,58

f. Analisis Kandungan Unsur Hara Formulasi BP3T-Pupuk Kandang Sapi

Unsur hara makro dan mikro pada pupuk kandang yang sudah mengandung rizobakteri di analisis kandungan unsur haranya menggunakan metode yang telah ditetapkan. Analisis kandungan unsur hara, pH, dan kadar air dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Analisis kandungan unsur hara, pH, dan kadar air pupuk kandang-BP3T

Parameter Analisis	Satuan	Kontrol	AR1	LPK1-9
pH: H ₂ O		7,39	8,12	8,12
KCl		6,97	7,53	7,53
N Total	%	1,31	0,14	0,19
P Tersedia	Ppm	157,36	148,35	155,62
K	Me/100 gr	0,15	0,18	0,19
Na	Me/100 gr	0,51	0,42	0,41
Ca	Me/100 gr	0,47	0,38	0,41
Mg	Me/100 gr	0,72	0,79	0,82
KTK	Me/100 gr	43,89	20,52	36,07
Al-dd	Me/100 gr	Ttd	Ttd	Ttd
C-Organik	%	6,09	5,47	6,04
Bahan Organik	%	10,51	9,43	10,42
KA	%	16,91	19,64	26,27
KKA	%	1,17	1,19	1,26
C/N		4,02	39,07	31,79

Kandungan C organik pada AR1 lebih rendah dibandingkan kontrol dan LPK1-9. Pada perlakuan kandungan C organiknya menjadi lebih rendah. Hal ini diduga C organik tersebut dimanfaatkan untuk kepentingan hidup rizobakteri untuk kebutuhan hidupnya. Sama halnya dengan kandungan bahan organik, perlakuan rizobakteri lebih rendah kandungan bahan organik dibandingkan kontrol. Selanjutnya, senada dengan kandungan Na, P tersedia, Ca, juga lebih rendah dibanding kontrol. Sedangkan untuk kandungan K, perlakuan BP3T lebih tinggi dibandingkan kontrol.

Percobaan 2. Aplikasi Kombinasi Formulasi BP3T-Pupuk Kandang Sapi dan Formulasi Pestisida Serai Wangi Nano Emulsi 0,1% di Lapang

Persiapan aplikasi formulasi BP3T-pupuk kandang sapi dan formulasi pestisida serai wangi nano emulsi 0,1% berupa pengadukan suspensi rizobakteri dengan pupuk kandang.

Selanjutnya, diinkubasi selama 4 minggu (Gambar 10). Selanjutnya, penyemprotan nano serai wangi pada tanaman kakao di Lapang dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 10. Persiapan aplikasi formulasi BP3T-pupuk kandang sapi dan formulasi pestisida serai wangi nano emulsi 0,1%: A. Pengadukan suspensi rizobakteri dengan pupuk kandang, B. Pengadukan dan penimbangan formulasi BP3T-pupuk kandang sapi yang siap untuk diintroduksi ke lapangan.



Gambar 11. penyemprotan nano serai wangi pada tanaman kakao di Lapang

a. Aplikasi Lapang

Aplikasi lapang dilakukan dilahan petani di dua Kabupaten: Padang Pariaman dan Limapuluh Kota. Kabupaten Padang Pariaman di Nagari Gadur Kecamatan 2 x 11 anam lingkungan dan Kabupaten Limapuluh Kota di Jorong Belubus Nagari Koto Tinggi Kecamatan Guguak. Kondisi kebun kakao yang diaplikasikan BP3T-Pupuk Kandang dan formulasi pestisida serai wangi nano emulsi 0,1% dapat dilihat pada Gambar 12.



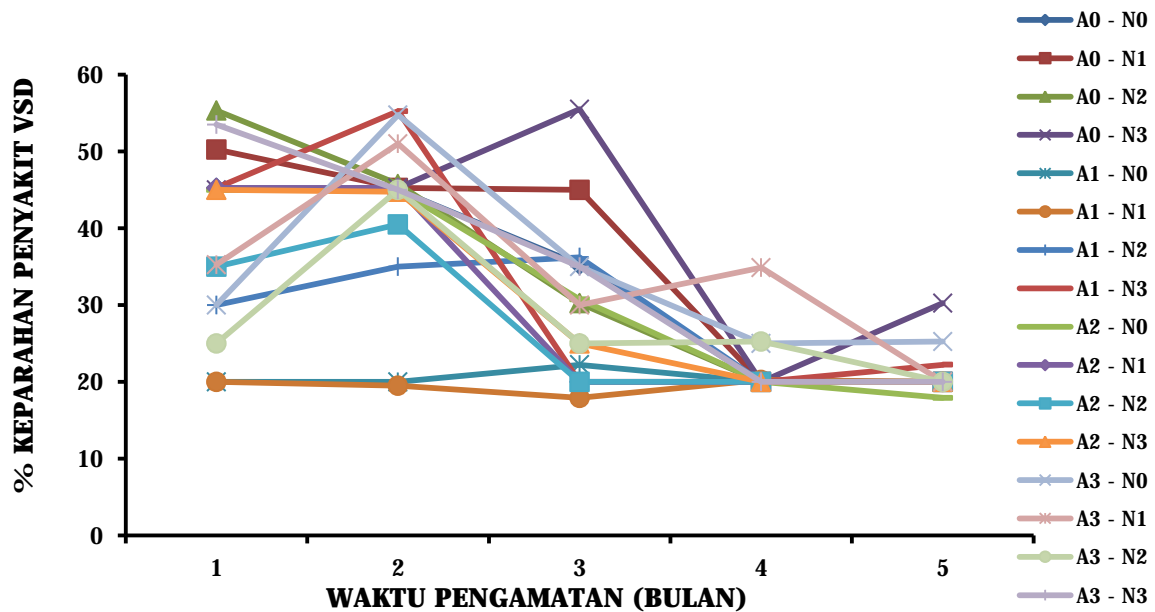
Gambar 12. Kondisi kebun kakao yang diaplikasikan BP3T-Pupuk Kandang dan formulasi pestisida serai wangi nano emulsi 0,1%.

b. Keparahan Penyakit VSD di Lapang

1. Keparahan Penyakit VSD di Kabupaten Padang Pariaman

Intensitas serangan penyakit VSD pada tanaman kakao di Padang Pariaman setelah introduksi BP3T-Pupuk Kandang dan formulasi pestisida serai wangi nano emulsi 0,1% dapat dilihat pada Gambar 13. Analisis pola perkembangan penyakit dilakukan dengan memanfaatkan data keparahan penyakit selama 5 bulan. Keparahan penyakit VSD cenderung meningkat pada pengamatan ke 2 (Agustus). Namun, ada juga yang mengalami penurunan (A3N3, A2N3, A1N3). Pengamatan bulan ke 3 dan seterusnya, hampir semua perlakuan mengalami penurunan keparahan setelah adanya introduksi BP3T-pupuk kandang+nano serai wangi. Formulasi potensial dalam mengurangi keparahan penyakit VSD adalah campuran BP3T *marsescens* AR1 dan *Pseudomonas fluorescens* LPK1-9 + nano serai wangi dengan dosis 15 kg/pohon (A3N3), dengan keparahan penyakit sebelum aplikasi sebesar 60,25% berkurang menjadi 19,75%. Selanjutnya, diikuti formulasi campuran BP3T *marsescens* AR1 dan *Pseudomonas fluorescens* LPK1-9 + nano serai wangi dengan dosis 10 kg/pohon (A3N2), dengan keparahan penyakit sebelum aplikasi sebesar 60,00% berkurang menjadi 19,75%.

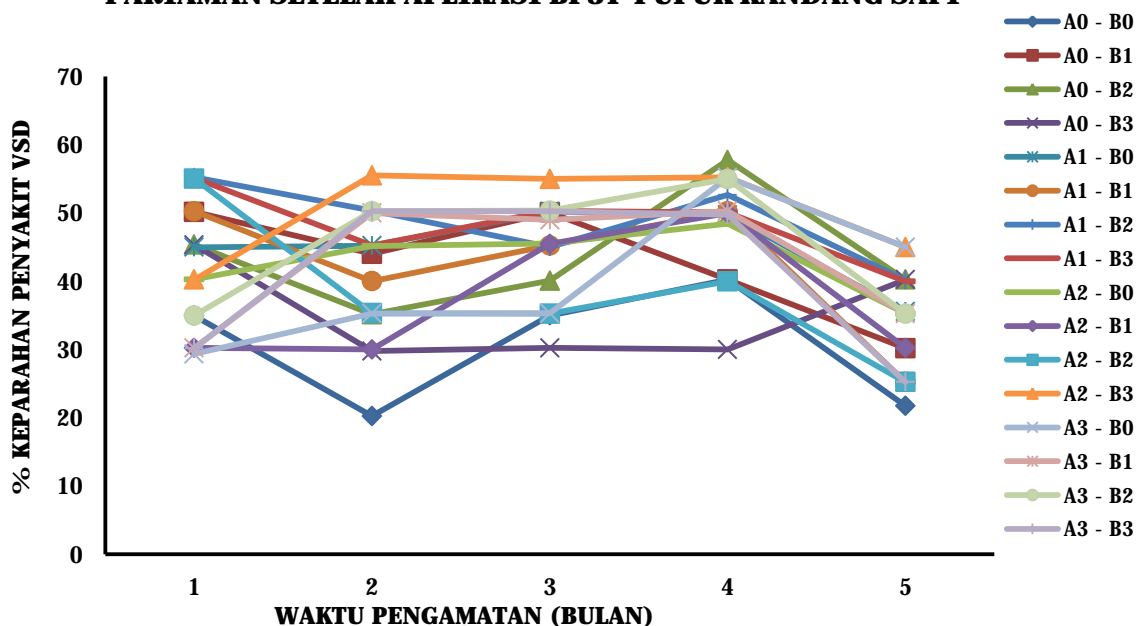
PERKEMBANGAN PENYAKIT VSD TANAMAN KAKAO DI PADANG PARIAMAN SETELAH APLIKASI BP3T-PUPUK KANDANG SAPI DAN NANO PESTISIDA SERAI WANGI



Gambar 13. Keparahan Penyakit VSD setelah aplikasi BP3T-Pupuk Kandang Sapi dan Nano Pestisida Serai Wangi di Kabupaten Padang Pariaman pada bulan ke-5

Perbedaan keparahan penyakit ini juga terlihat pada perlakuan BP3T-pupuk kandang tanpa nano serai wangi. Keparahan penyakit VSD cenderung mengalami penurunan pada pengamatan ke 2 (Agustus). Pengamatan bulan ke 3 hampir semua perlakuan mengalami keparahan yang konstan setelah adanya introduksi BP3T-pupuk kandang. Formulasi potensial dalam mengurangi keparahan penyakit VSD adalah campuran BP3T *marsescens* AR1 dan *Pseudomonas fluorescens* LPK1-9 dengan dosis 10 kg/pohon (A3B2), dengan keparahan penyakit sebelum aplikasi sebesar 50,00% berkurang menjadi 25,00%. Selanjutnya, diikuti formulasi campuran BP3T *marsescens* AR1 dan *Pseudomonas fluorescens* dengan dosis 10 kg/pohon (A3B2), dengan keparahan penyakit sebelum aplikasi sebesar 55,00% berkurang menjadi 30,00%. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 14.

**PERKEMBANGAN PENYAKIT VSD TANAMAN KAKAO DI PADANG
PARIAMAN SETELAH APLIKASI BP3T-PUPUK KANDANG SAPI**



Gambar 14. Keparahan Penyakit VSD setelah aplikasi BP3T-Pupuk Kandang Sapi di Kabupaten Padang Pariaman pada bulan ke-5

Laju perkembangan penyakit VSD dan AUDPC tanaman kakao yang diintroduksi formulasi BP3T-pupuk kandang sapi di Kabupaten Padang Pariaman dapat dilihat pada Tabel 6. Perkembangan laju infeksi paling tinggi terdapat pada formulasi campuran BP3T *marsescens* AR1 dan *Pseudomonas fluorescens* dengan dosis 0 kg/pohon (A3B0), dengan nilai AUDPC 2,13 hari*%. Selanjutnya, laju infeksi paling tinggi pada perlakuan formulasi BP3T-pupuk kandang sapi+nano serai wangi terdapat pada perlakuan A1N0 (formulasi *marsescens* AR1 dosis 0 kg/pohon) dan A1N1 (formulasi *marsescens* AR1 dosis 5 kg/pohon), dengan nilai laju infeksi 0,12 (dengan nilai AUDPC 0,82 dan 0,78 hari*%).

Tabel 6. AUDPC Perkembangan penyakit VSD pada tanaman kakao di Padang Pariaman setelah aplikasi BP3T-pupuk kandang sapi & nano pestisida serai wangi.

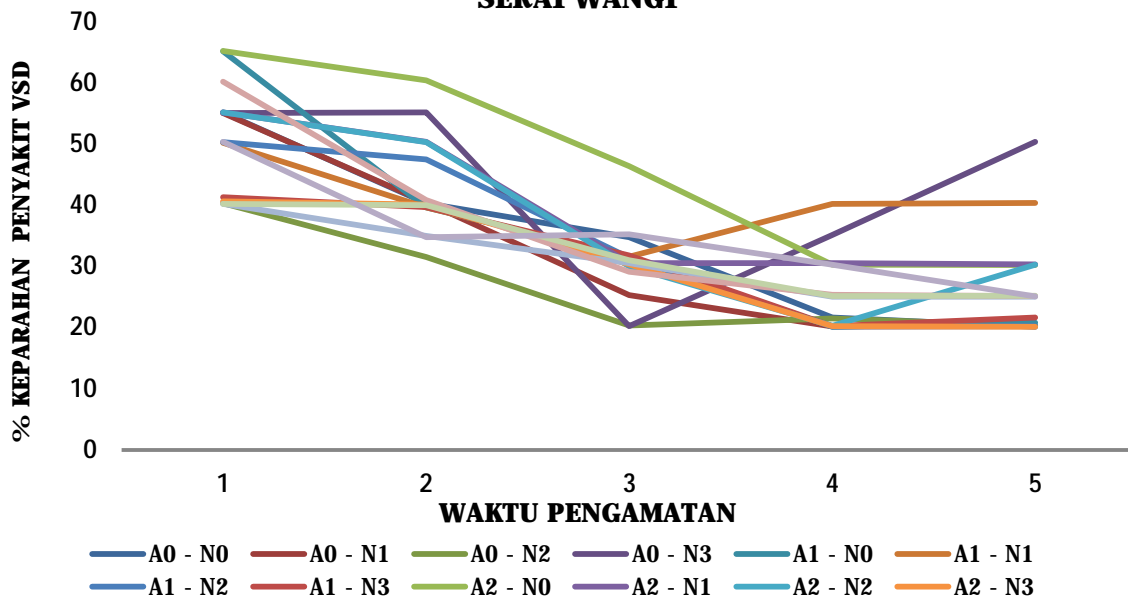
Aplikasi BP3T-Pupuk Kandang dan Nano Pesticida serai Wangi			Aplikasi BP3T- Pupuk Kandang		
PERLAKUAN	AUDPC	R	PERLAKUAN	AUDPC	R
A0N0	1,78	-0,12	A0B0	1,55	0,02
A0N1	1,45	-0,36	A0B1	2,09	0,03
A0N2	1,34	-0,84	A0B2	2,25	0,09
A0N3	1,58	-0,11	A0B3	1,68	0,08
A1N0	0,82	0,12	A1B0	2,28	0,06

A1N1	0,78	0,12	A1B1	2,11	0,008
A1N2	1,16	0,02	A1B2	2,42	0,07
A1N3	1,29	-0,19	A1B3	2,38	0,07
A2N0	1,27	-0,22	A2B0	2,19	0,06
A2N1	1,54	-0,37	A2B1	1,96	0,06
A2N2	1,08	-0,04	A2B2	1,83	-0,002
A2N3	1,22	-0,19	A2B3	2,59	0,12
A3N0	1,42	0,04	A3B0	2,13	0,13
A3N1	1,43	-0,04	A3B1	2,25	0,08
A3N2	1,54	-0,37	A3B2	2,36	0,08
A3N3	1,37	-0,55	A3B3	1,78	0,04

2. Keparahan Penyakit VSD di Kabupaten Lima Puluh Kota

Analisis pola perkembangan penyakit VSD di Kabupaten Lima Puluh Kota juga dilakukan dengan memanfaatkan data keparahan penyakit selama 5 bulan. Keparahan penyakit VSD di Lokasi ini sama halnya dengan keparahan penyakit di Kabupaten Padang Pariaman. Keparahan penyakit mengalami peningkatan dan pengurangan. Hampir semua perlakuan dari pengamatan 1 hingga 5 mengalami penurunan keparahan penyakit. Sebagian perlakuan juga mengalami peningkatan. Formulasi potensial dalam mengurangi keparahan penyakit VSD adalah campuran BP3T *marsescens* AR1 dan *Pseudomonas fluorescens* LPK1-9 + nano serai wangi dengan dosis 15 kg/pohon (A3N3), dengan keparahan penyakit sebelum aplikasi sebesar 65,00% berkurang menjadi 20,00%. Intensitas serangan penyakit VSD pada tanaman kakao di Kabupaten Lima Puluh Kota setelah introduksi BP3T-Pupuk Kandang dan formulasi pestisida serai wangi nano emulsi 0,1% dapat dilihat pada Gambar 15.

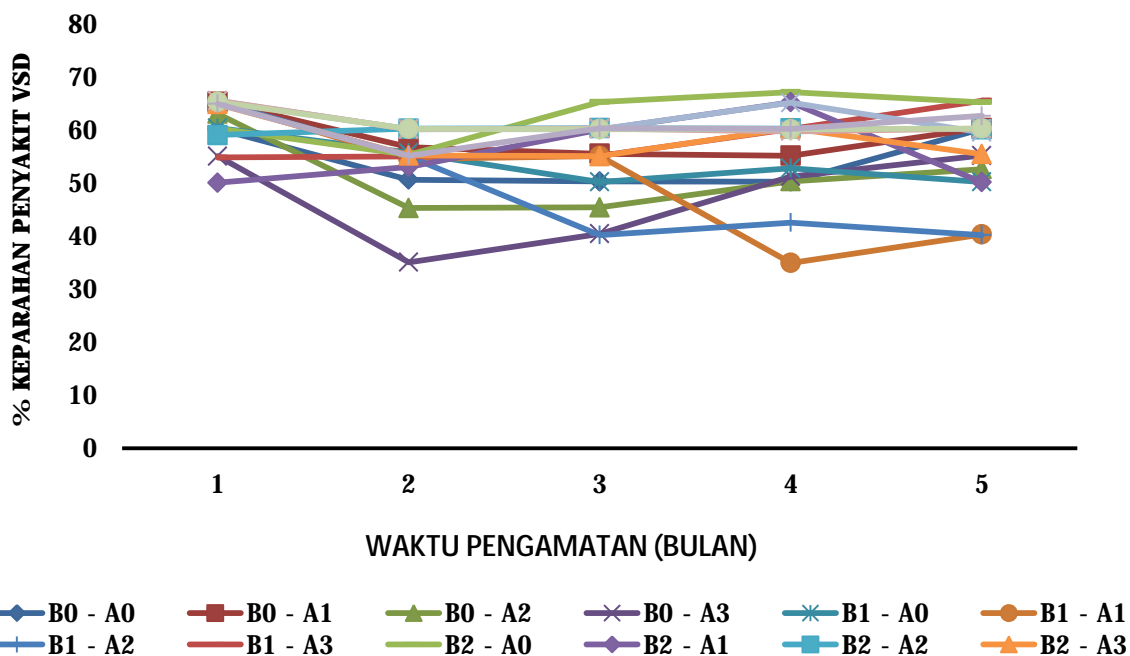
PERKEMBANGAN PENYAKIT VSD TANAMAN KAKAO DI LIMA PULUH KOTA SETELAH APLIKASI BP3T-PUPUK KANDANG SAPI DAN NANO SERAI WANGI



Gambar 15. Keparahan Penyakit VSD setelah aplikasi BP3T-Pupuk Kandang Sapi dan Nano Pestisida Serai Wangi di Kabupaten Lima Puluh Kota pada bulan ke-5

Keparahan penyakit ini juga terlihat pada perlakuan BP3T-pupuk kandang tanpa nano serai wangi. Keparahan penyakit VSD cenderung mengalami penurunan pada pengamatan ke 2 (Agustus). Pengamatan bulan ke 3 hampir semua perlakuan mengalami keparahan yang konstan setelah adanya introduksi BP3T-pupuk kandang. Formulasi potensial dalam mengurangi keparahan penyakit VSD adalah campuran BP3T *marsescens* AR1 dan *Pseudomonas fluorescens* LPK1-9 dengan dosis 10 kg/pohon (A3B2), dengan keparahan penyakit sebelum aplikasi sebesar 64,75% berkurang menjadi 40,00%. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 16.

PERKEMBANGAN PENYAKIT VSD PADA TANAMAN KAKAO DI LIMA PULUH KOTA SETELAH APLIKASI BP3T-PUPUK KANDANG SAPI



Gambar 16. Keparahan Penyakit VSD setelah aplikasi BP3T-Pupuk Kandang Sapi di Kabupaten Lima Puluh Kota pada bulan ke-5

Laju perkembangan penyakit VSD dan AUDPC tanaman kakao yang diintroduksi formulasi BP3T-pupuk kandang sapi di Kabupaten Lima Puluh Kota dapat dilihat pada Tabel 7. Perkembangan laju infeksi paling tinggi terdapat pada A1B1 (formulasi *marsescens* AR1 dosis 5 kg/pohon), dengan nilai laju infeksinya 0,48 (dengan nilai AUDPC 2,35 hari*%). Selanjutnya, laju infeksi paling tinggi pada perlakuan formulasi BP3T-pupuk kandang sapi+nano serai wangi terdapat pada perlakuan formulasi BP3T *marsescens* AR1 dengan dosis 15 kg/pohon (A1N3), dengan nilai laju infeksi 0,50 dan AUDPC 1,23 hari*%.

Tabel 7. AUDPC Perkembangan penyakit VSD pada tanaman kakao di Lima Puluh Kota setelah aplikasi BP3T-pupuk kandang sapi & nano pestisida serai wangi.

Aplikasi BP3T-pupuk kandang dan Nano			Aplikasi BP3T-pupuk kandang		
Perlakuan	AUDPC	laju Infeksi	Perlakuan	AUDPC	Laju Infeksi
A0N0	1,55	0,43	A0B0	2,67	0,18
A0N1	1,24	0,49	A0B1	2,65	0,11
A0N2	1,04	0,44	A0B2	3,17	0,11
A0N3	1,63	0,49	A0B3	3,10	0,17

A1N0	1,35	0,49	A1B0	2,88	0,18
A1N1	1,56	0,07	A1B1	2,35	0,48
A1N2	1,34	0,48	A1B2	2,86	0,13
A1N3	1,23	0,50	A1B3	3,03	0,17
A2N0	1,85	0,23	A2B0	2,50	0,12
A2N1	1,54	0,23	A2B1	2,32	0,04
A2N2	1,43	0,58	A2B2	3,00	0,19
A2N3	1,21	0,48	A2B3	3,03	0,18
A3N0	1,23	0,36	A3B0	2,35	0,15
A3N1	1,38	0,35	A3B1	2,93	0,23
A3N2	1,29	0,35	A3B2	2,88	0,14
A3N3	1,38	0,15	A3B3	2,39	0,19

C. Parameter pertumbuhan tanaman kakao di Lapang

1. Parameter pertumbuhan tanaman kakao di Kabupaten Padang Pariaman

Introduksi BP3T-pupuk kandang sapi pada tanaman kakao memberikan dampak positif terhadap pertumbuhan tanaman kakao di Kabupaten Padang Pariaman. Formulasi campuran BP3T *marsescens* AR1 dan *Pseudomonas fluorescens* LPK1-9 (A3B1) dengan dosis 5 kg/pohon, memberikan dampak pertumbuhan lebih baik dibandingkan kontrol dan perlakuan lain. Panjang buah, diameter buah, dan jumlah tunas kakao yang diintroduksi formulasi BP3T-pupuk kandang, menunjukkan efektivitas paling tinggi diantara semua perlakuan (Tabel 8).

Tabel 8. Efektivitas Formula BP3T-Pupuk Kandang Sapi terhadap Panjang, Diameter, Jumlah Buah Kakao dan Tunas di Kabupaten Padang Pariaman

Perlakuan	Panjang Buah (cm)	EF (%)	Diameter Buah (cm)	EF (%)	Jumlah buah	EF (%)	Jumlah Tunas	EF (%)
A3B1	15,00	1400	6,25	316.7	10,25	925	24,50	216.13
A1B3	14,25	1325	5,25	250	10,25	925	16,50	112.9
A3B0	14,25	1325	5,75	283.3	6,00	500	20,25	161.29
A3B2	12,50	1150	2,75	233.3	9,25	825	22,00	183.87
A3B3	12,00	1100	5,00	233.3	5,00	400	23,75	206.45
A2B2	11,70	1070	5,00	233.3	6,75	575	21,00	170.97
A1B2	9,00	800	2,75	83.3	6,25	525	13,75	77.42
A1B0	8,00	700	3,00	100	4,50	350	15,50	100
A2B1	8,00	700	3,25	116.7	2,25	125	5,50	-29.03
A0B2	7,25	625	2,75	83.3	5,00	400	8,50	9.68
A0B3	7,00	600	1,50	0	5,00	400	18,00	132.26

A1B1	6,00	500	2,25	50	2,00	100	14,00	80.65
A2B0	3,75	275	1,50	0	5,00	400	17,25	122.58
A2B3	1,00	0	2,50	66.7	1,00	0	22,00	183.87
A0B1	1,00	0	2,50	66.7	1,00	0	7,75	0
A0B0	1,00	0	2,50	66.7	1,00	0	7,75	0

Keterangan:

*EF= Efektivitas, A0B0, A1B0, A2B0, A3B0 = Tanpa Formulasi, A1B1,2,3 = AR1+Dosis Pupuk yang berbeda, A2B1,2,2 = LPK1-9+Dosis Pupuk yang berbeda, A3B1,2,3 = AR1+LPK1-9+Dosis Pupuk yang berbeda. N = Nano Serai Wangi.

**Angka yang diikuti huruf yang samapada kolom yang sama, berbeda tidak nyata pada Uji Lanjut Tukey taraf nyata 5%.

Formulasi campuran BP3T *marsescens* AR1 dan *Pseudomonas fluorescens* LPK1-9 + nano serai wangi (A3N2) dengan dosis 10 kg/pohon, memberikan dampak pertumbuhan lebih baik dibandingkan kontrol dan perlakuan lain (Efektivitas di atas 35%). Panjang buah, diameter buah, dan jumlah tunas tanaman kakao yang diintroduksi formulasi BP3T-pupuk kandang+nano serai wangi, menunjukkan efektivitas paling tinggi diantara semua perlakuan (Tabel 9).

Tabel 9. Efektivitas Formula BP3T-Pupuk Kandang Sapi dan Nano Pestisida Serai Wangi terhadap Panjang, Diameter, Jumlah Buah Kakao dan Tunas di Kabupaten Padang Pariaman

Perlakuan	Panjang Buah (cm)	EF (%)	Diameter buah (cm)	EF (%)	Jumlah buah	EF (%)	Jumlah Tunas	EF (%)
A2N3	16.75	131.25	5.70	111.11	4.25	6.25	4.25	6.25
A1N0	13.75	225.00	5.50	103.70	7.50	87.50	7.50	87.50
A1N3	13.75	118.75	5.50	103.70	3.25	-18.75	3.25	-18.75
A0N2	13.00	243.75	5.50	103.70	10.00	150.00	10.00	150.00
A3N3	13.00	50.00	5.50	103.70	2.00	-50.00	2.00	-50.00
A2N1	12.00	-6.25	6.75	150.00	1.00	-75.00	1.00	-75.00
A0N1	10.50	125.00	3.00	11.11	4.00	0.00	4.00	0.00
A2N2	9.25	318.75	3.50	29.63	13.25	231.25	13.25	231.25
A1N1	9.00	200.00	3.70	37.03	6.75	68.75	6.75	68.75
A3N1	9.00	0.00	4.00	48.15	1.25	-68.75	1.25	-68.75
A3N2	8.75	243.75	3.70	37.04	10.50	162.50	10.00	150.00
A1N2	6.50	25.00	4.00	48.15	1.75	-56.25	1.75	-56.25
A3N0	6.00	225.00	2.00	-25.92	6.75	68.75	6.75	68.75
A0N3	5.00	162.50	2.00	-25.92	6.50	62.50	6.50	62.50
A0N0	4.00	125.00	2.70	0.00	4.00	0.00	4.00	0.00
A2N0	3.75	62.50	0.00	-100.00	2.00	-50.00	2.00	-50.00

Keterangan:

*EF= Efektivitas, AOBO, A1BO, A2BO, A3BO = Tanpa Formulasi, A1B1,2,3 = AR1+Dosis Pupuk yang berbeda, A2B1,2,2 = LPK1-9+Dosis Pupuk yang berbeda, A3B1,2,3 = AR1+LPK1-9+Dosis Pupuk yang berbeda. N = Nano Serai Wangi.

2. Parameter pertumbuhan tanaman kakao di Kabupaten Lima Puluh Kota

Panjang buah, diameter buah, dan jumlah tunas kakao yang diintroduksi formulasi BP3T-pupuk kandang, menunjukkan efektivitas paling tinggi diantara semua perlakuan. Formulasi campuran BP3T *marsescens* AR1 dan *Pseudomonas fluorescens* LPK1-9 (A3B3) dengan dosis 15 kg/pohon, memberikan dampak pertumbuhan lebih baik dibandingkan kontrol dan perlakuan lain. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Efektivitas Formula BP3T-Pupuk Kandang Sapi terhadap Panjang, Diameter, Jumlah Buah Kakao dan Tunas di Kabupaten Lima Puluh Kota

Perlakuan	Panjang Buah (cm)	EF (%)	Diameter Buah (cm)	EF (%)	Jumlah Buah	EF (%)	jumlah tunas	EF (%)
A3B3	16.75	15.51	7	47.36	17.5	25	26.75	67.18
A0B2	12	-17.24	5.5	15.789	6	-57.14	9	-43.75
A3B1	13	-10.34	5.2	9.47	4.5	-67.85	14	-12.5
A1B0	11.5	-20.68	5.2	9.47	20.5	46.42	22.75	42.18
A2B2	13.25	-8.62	5	5.26	5.5	-60.71	9	-43.75
A0B0	14.5	0	4.75	0	14	0	16	0
A3B2	6.75	-53.44	4	-15.78	8	-42.85	15.25	-4.68
A3B0	9.75	-32.75	3.5	-26.31	10.25	-26.78	18.5	15.62
A2B3	8.25	-43.10	3.25	-31.57	15	7.14	7.75	-51.56
A2B0	8.25	-43.10	2.75	-42.1	6	-57.14	19.75	23.43
A0B3	7	-51.72	2.25	-52.63	2.25	-83.92	17.25	7.81
A1B2	6.5	-55.17	2	-57.89	1.75	-87.5	17.75	10.9
A1B3	3.75	-74.13	1	-78.94	4.5	-67.85	12.5	-21.87
A1B1	3.5	-75.86	0.75	-84.21	8	-42.85	18.5	15.62
A2B1	3.25	-77.58	0.75	-84.21	12.75	-8.92	21	31.25
A0B1	2.25	-84.48	0.25	-94.73	1	-92.85	5.5	-65.62

Keterangan:

*AOBO, A1BO, A2BO, A3BO = Tanpa Formulasi, A1B1,2,3 = AR1+Dosis Pupuk yang berbeda, A2B1,2,2 = LPK1-9+Dosis Pupuk yang berbeda, A3B1,2,3 = AR1+LPK1-9+Dosis Pupuk yang berbeda. N = Nano Serai Wangi.

Formulasi campuran BP3T *marsescens* AR1 dan *Pseudomonas fluorescens* LPK1-9 + nano serai wangi (A3N1) dengan dosis 5 kg/pohon berpotensi meningkatkan pertumbuhan di Kabupaten Lima Puluh Kota (Efektivitas di atas 75%). Panjang buah, diameter buah, dan

jumlah tunas tanaman kakao yang diintroduksi formulasi BP3T-pupuk kandang+nano serai wangi, menunjukkan efektivitas paling tinggi diantara semua perlakuan (Tabel 11).

Tabel 11. Efektivitas Formula BP3T-Pupuk Kandang Sapi terhadap Panjang, Diameter, Jumlah Buah Kakao dan Tunas di Kabupaten Lima Puluh Kota

Perlakuan	Panjang Buah (cm)	EF (%)	Diameter Buah (cm)	EF (%)	Jumlah Buah	EF (%)	Jumlah Tunas	EF (%)
A3N1	19.25	92.5	7.5	150	29,75	63,01	77,5	100
A0N3	13.5	35	5.65	88.33	11	-39.72	38	-1.93
A2N1	12	20	5.2	73.33	12.25	-32.87	40.5	4.51
A1N2	12.75	27.5	4.5	50	5.75	-68.49	25	-35.48
A1N1	10	0	4.25	41.66	3.75	-79.45	37	-4.51
A3N2	11.25	12.5	4.25	41.66	5.25	-71.23	35	-9.67
A2N3	10.5	5	4	33.33	9	-50.68	17.25	-55.48
A0N2	9.25	-7.5	3.7	23.33	9.25	-49.31	1.5	-96.12
A2N2	10	0	3.5	16.66	8.25	-54.79	11.75	-69.67
A1N3	9.5	-5	3.2	6.66	22.25	21.91	66.75	72.25
A0N0	10	0	3	0	18.25	0	38.75	0
A3N3	8	-20	3	0	5	-72.60	49.25	27.09
A3N0	8.25	-17.5	2.7	-10	13,75	-24,65	31.5	-18.71
A1N0	7.75	-22.5	2.5	-16.66	20.75	13.69	26	-32,90
A2N0	8.25	-17.5	2.5	-16.66	4	-78.08	22.5	-41.93
A0N1	10	0	1.75	-41.66	10	-45.20	47.5	22.58

Keterangan:

*A0B0, A1B0, A2B0, A3B0 = Tanpa Formulasi, A1B1,2,3 = AR1+Dosis Pupuk yang berbeda, A2B1,2,2 = LPK1-9+Dosis Pupuk yang berbeda, A3B1,2,3 = AR1+LPK1-9+Dosis Pupuk yang berbeda. N = Nano Serai Wangi.

Pengukuran terhadap panjang, diameter, jumlah buah dan jumlah tunas dilakukan pada akhir pengamatan (Gambar 17).



Gambar 17. Pengukuran panjang dan diameter buah kakao (menggunakan jangka sorong) dan munculnya bunga kakao di Lapangan

TABEL REKAPITULASI HASIL PENELITIAN

Perlakuan	PGPR di Rumah Kaca				Rata-Rata Efektivitas (%)
	% Efektivitas Tinggi Tanaman	% Efektivitas Panjang Daun	% Efektivitas Lebar Daun	% Efektivitas Jumlah Daun	
A3B2	59,84	46,07	57,58	107,84	67,83

Perlakuan	% Efektivitas Penekanan Penyakit di Rumah Kaca	% Efektivitas Penekanan Penyakit di Pariaman	% Efektivitas Penekanan Penyakit di Payakumbuh	% Efektivitas Pengurangan KP di Lima Puluh Kota	% Efektivitas Pengurangan KP di Padang Pariaman	Rata-Rata Efektivitas (%)
A3N3	80	51,96	60	80	60,39	66,47
A3B2	38,93	44,13	38,69	380,95	400	180,54

Perlakuan	Lima Puluh Kota				Rata-Rata Efektivitas	Perlakuan	Kabupaten Padang Pariaman				Rata-Rata Efektivitas
	% Efektivitas Panjang Buah	% Efektivitas Diameter Buah	% Efektivitas Jumlah Tunas	% Efektivitas Jumlah Buah			% Efektivitas Panjang Buah	% Efektivitas Diameter Buah	% Efektivitas Jumlah Tunas	% Efektivitas Jumlah Buah	
A3B3	15,52	47,37	67,19	46,43	44,13%	A3B1	1400	316,7	216,13	925	714,46%
A3N1	92,5	150	100	63,01	101,38%	A3N2	318,75	145,45	100	231,25	198,86%

4.2 Pembahasan

Pertumbuhan tanaman kakao yang diintroduksi dengan formulasi BP3T *Serratia marsescens* AR1 dan *Pseudomonas fluoresecens* LPK1-9 dengan pupuk kandang sapi (100 g/100 g tanah) (A3B2) mampu memicu pertumbuhan bibit kakao di Rumah Kaca, dengan rata-rata efektivitas 67,83%. Selanjutnya, formulasi campuran BP3T *Serratia marsescens* AR1 dan *Pseudomonas fluoresecens* LPK1-9 dengan pupuk kandang sapi (150 g/pohon) (A3B3) juga mampu memacu pertumbuhan bibit kakao di Lapang, dengan rata-rata efektivitas 714,46%. Hal ini menunjukkan introduksi formulasi BP3T-pupuk kandang sapi memberikan respon yang positif bagi pertumbuhan tanaman kakao. Pertumbuhan tanaman secara alami dipengaruhi oleh zat pengatur tumbuh yang terdapat pada jaringan tanaman yang berfungsi mengatur proses fisiologi tanaman seperti pembesaran sel, diferensiasi jaringan, respon terhadap cahaya dan gravitasi (Teale *et al.* 2006). Selain diproduksi oleh tanaman, zat pengatur tumbuh juga diproduksi oleh beberapa bakteri penghuni tanah, seperti *B. subtilis* yang menghasilkan senyawa indole-3-acetic acid (IAA) (Swain *et al.* 2006). Dalam penelitian ini, introduksi formulasi BP3T secara umum mampu meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Hal ini diduga karena *Serratia marsescens* AR1 dan *Pseudomonas fluoresecens* LPK1-9 yang diaplikasikan dapat menghasilkan zat pengatur tumbuh yang mampu memicu pertumbuhan tanaman.

Meningkatnya pertumbuhan tanaman ini tidak terlepas dari interaksi yang saling menguntungkan antara *Serratia marsescens* (AR1) dan *Pseudomonas fluorescens* (LPK1-9) dengan tanaman kakao. Rizobakteri ini mengkoloni perakaran karena memerlukan senyawa metabolit yang dihasilkan tanaman sebagai nutrisinya. Setelah terakumulasi pada perakaran tanaman, bakteri tersebut akan menghasilkan zat pengatur tumbuh, yang mampu menginduksi perakaran tanaman untuk tumbuh dengan baik. Dengan perakaran yang baik maka daya tembus dan daya serap akar terhadap nutrisi akan menjadi lebih baik. Kemampuan ini diduga penyebab jumlah daun, panjang daun, lebar daun kakao lebih tinggi. Kemampuan *Serratia marsescens* (AR1) dan *Pseudomonas fluorescens* (LPK1-9) dalam meningkatkan tinggi tanaman kakao melalui perlakuan benih dan aplikasi lapang, sesuai dengan hasil penelitian Chakraborty *et al.* (2012) bioformulasi *B. megaterium* dalam serbuk gergaji, gabah dan limbah teh efektif meningkatkan pertumbuhan teh (tinggi tanaman dan jumlah daun). Habazar *et al.* (2009) melaporkan bahwa tanaman jahe kultivar Gajah yang diintroduksi dengan formula beberapa

isolat RBI menunjukkan peningkatan pertumbuhan tanaman (tinggi, jumlah daun dan anakan) dibanding kontrol di rumah Kaca.

Pertumbuhan tanaman kakao juga dipengaruhi oleh kemampuan formulasi *Serratia marsescens* (AR1) dan *Pseudomonas fluorescens* (LPK1-9)-pupuk kandang sapi dengan nano serai wangi dalam mengendalikan penyakit VSD. Aplikasi formulasi *Serratia marsescens* (AR1) dan *Pseudomonas fluorescens* (LPK1-9)-pupuk kandang sapi, melalui perlakuan benih dan penyemprotan tanaman pada konsentrasi 0,1% dan frekuensi aplikasi mampu menekan penyakit VSD. Perlakuan benih merupakan strategi awal yang perlu direkomendasikan dalam penggunaan formulasi *Serratia marsescens* (AR1) dan *Pseudomonas fluorescens* (LPK1-9)-pupuk kandang sapi, karena terbukti mampu menekan penyakit VSD dan memicu pertumbuhan tanaman. Kemampuan *Serratia marsescens* (AR1) dan *Pseudomonas fluorescens* (LPK1-9)-pupuk kandang sapi dalam menekan perkembangan patogen melalui perlakuan benih disebabkan karena rizobakteri ini dapat bertahan, berasosiasi, dan terus berkembang pada perakaran tanaman, dan mampu berkompetisi serta menekan patogen (Kilian *et al.* 2000). Aplikasi formulasi ini melalui perlakuan benih diduga mampu menginduksi ketahanan tanaman kakao terhadap VSD.

Interaksi antara waktu inokulasi jamur patogen dan formulasi BP3T-pupuk kandang+nano serai wangi yang digunakan memberikan pengaruh nyata terhadap keparahan penyakit VSD di Rumah Kaca. Semakin lama tanaman tersebut terinfeksi penyakit (taraf waktu inokulasi semakin tinggi) maka tingkat keparahan penyakit pada tiap perlakuan semakin rendah. Secara umum terdapat perbedaan antara perlakuan pada taraf waktu inokulasi yang lebih rendah (5 HSI) dan lebih tinggi (6 HSI). Hal ini menunjukkan perlakuan formulasi BP3T-pupuk kandang sapi + nano serai wangi mampu memperlambat munculnya gejala penyakit VSD. Hal ini juga sejalan dengan Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Wartono *et al.*, (2014) bahwa aplikasi formulasi spora *Bacillus subtilis* B12 mampu memperlambat gejala penyakit hawar daun bakteri pada tanaman Padi dan menekan keparahan penyakitnya mencapai 21,7%.

Pengaruh aplikasi formulasi *Serratia marsescens* (AR1) dan *Pseudomonas fluorescens* (LPK1-9)-pupuk kandang sapi, dalam menekan penyakit VSD terlihat dari nilai area di bawah kurva perkembangan penyakit (AUDPC). Penekanan penyakit semakin baik bila nilai AUDPC semakin kecil. Aplikasi formulasi *Serratia marsescens* (AR1) dan *Pseudomonas fluorescens* (LPK1-9)-pupuk kandang sapi, menyebabkan nilai AUDPC menjadi lebih kecil. Hal ini

menunjukkan aplikasi formulasi *Serratia marsescens* (AR1) dan *Pseudomonas flourescens* (LPK1-9)-pupuk kandang sapi, berpengaruh positif dalam mengendalikan penyakit VSD pada tanaman kakao di Rumah Kaca dan di Lapang. Hal ini ditunjukkan oleh nilai AUDPC yang lebih rendah. Nilai AUDPC pada tanaman kakao di Kabupaten Padang Pariaman yang diaplikasikan formulasi tersebut yaitu 1,37, dengan kontrol 1,78. Selanjutnya, nilai AUDPC pada tanaman kakao di Kabupaten Lima Puluh Kota yaitu: 1,38, sedangkan kontrol 1,55. Hasil penghitungan terhadap efektivitas penekanan, dengan rata-rata 66,47%. Hal serupa juga di laporkan oleh Khaeruni *et al.*, (2014) bahwa formula campuran rizobakteri mampu menekan keparahan penyakit busuk akar rhizoctonia, dengan keparahan menjadi 0%.

Kondisi lingkungan biotik dan abiotik selalu berubah-ubah, sehingga mempengaruhi perkembangan penyakit di lapang. Pada fase pertumbuhan tertentu, penularan penyakit relatif tidak tinggi, namun pada fase berikutnya bisa jadi lebih tinggi. Oleh karena itu, pengendalian penyakit tidak cukup dilakukan melalui perlakuan benih, sehingga perlu dilakukan aplikasi nano pestisida serai wangi melalui penyemprotan. Selain itu, penggunaan nano emulsi serai wangi pada tanaman kakao di Rumah Kaca dan di Lapangan juga mampu menekan keparahan penyakit VSD, dengan efektivitas di atas 60%. Penggunaan kombinasi BP3T-pupuk kandang sapi+nano emulsi serai wangi menunjukkan tingkat kompatibilats yang baik dalam pengendalian penyakit VSD. Hal ini dikarenakan pestisida nano emulsi serai wangi ini mampu menghasilkan senyawa yang bersifat racun bagi patogen tanaman. Menurut Pedro *et al.*, (2013) bahwa formulasi nanopartikel mampu memproduksi bahan aktif seperti minyak atsiri, yang bersifat antititoviral. Nanopartikel dapat mencapai partikel virus/ target karena ukurannya yang ultra kecil dan hal ini dapat membuka bidang baru dalam cara mengendalikan virus pada tanaman (Khan dan Rizvi, 2014).

Lama masa inkubasi jamur patogen pada bibit kakao juga ditunjukkan oleh tingginya produksi asam salisilat. Salah satu indikator terinduksinya suatu tanaman dilihat dari aktivitas fisiologisnya, yaitu kandungan asam salisilat. Hasil analisis terhadap kandungan asam salisilat menunjukkan, kandungan asam salisilat paling tinggi terdapat pada formulasi campuran *Serratia marcesens* (AR1) dan *Pseudomonas flourescens* (LPK1-9) dengan pupuk kandang sapi, dosis 150g/100 g tanah (A3N3) (8,758 ppm) dan terendah pada kontrol (1,817 ppm). Tingginya kandungan asam salisilat pada tanaman yang di introduksi formulasi rizobakteri diduga berhubungan dengan tingkat ketahanan tanaman terhadap infeksi jamur patogen. Menurut Silverman *et al.* (1995) menyatakan bahwa tingkat ketahanan tanaman ditentukan oleh ekspresi

asam salisilat yang berkorelasi positif dengan kandungan asam salisilat. Hal serupa juga dilaporkan oleh Forchetti *et al.* (2010) bahwa perlakuan bakteri endofit *Achromobacter xylosoxidans* dan *Bacillus pumilus* meningkatkan pertumbuhan bibit bunga matahari pada kondisi stress air, memproduksi asam salisilat dan menghambat pertumbuhan jamur patogen.

Asam salisilat mempunyai peranan penting dalam jalur sinyal yang memicu pengimbasan ketahanan sistemik dan berhubungan dengan akumulasi *Pathogenesis-related protein* (protein PR), seperti PR1 (Lyon, 2007). Menurut Heil dan Bostock (2002) asam salisilat berperan dalam jalur pengimbasan ketahanan sistemik yaitu pada tingkat *elicitation* dan *signalling*. Pada tingkat *elicitation*, asam salisilat disintesis sebagai respon terhadap kerusakan mekanik, nekrosis dan stress oksidatif, selanjutnya ditransportasikan secara sistemik. Pada tingkat *signalling*, asam salisilat berperan sebagai pengatur jalur sinyal untuk ekspresi gen yang berhubungan dengan komponen dinding sel, fitoaleksin, protein PR, dan senyawa fenol.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan:

1. **Formulasi campuran BP3T *Serratia marsescens* AR1 dan *Pseudomonas fluorescens* LPK1-9 dengan pupuk kandang sapi (100 g/100 g tanah) (A3B2) sebagai biofertilizer, yang mampu memacu pertumbuhan bibit kakao di Rumah Kaca, dengan efektivitas 67,83%.**
2. Formulasi campuran BP3T *Serratia marsescens* AR1 dan *Pseudomonas fluorescens* LPK1-9 dengan pupuk kandang sapi (150 g/pohon) (A3B3) sebagai biofertilizer, yang mampu memacu pertumbuhan bibit kakao di Lapang, dengan efektivitas 714,46%.
3. **Paket kombinasi formulasi campuran BP3T *Serratia marsescens* AR1 dan *Pseudomonas fluorescens* LPK1-9 dengan pupuk kandang sapi (150 g/100 g tanah) dan Nano serai wangi (A3N3) sebagai biopestisida, yang mampu menekan intensitas keparahan penyakit VSD di Lapangan dan di Rumah Kaca, dengan efektivitas 66,47%.**
4. Paket kombinasi formulasi campuran BP3T *Serratia marsescens* AR1 dan *Pseudomonas fluorescens* LPK1-9 dengan pupuk kandang sapi (5 kg/pohon) dan nano serai wangi (A3N1) sebagai biofertilizer di Lapang, dengan efektivitas 198,86%.
5. **Paket kombinasi formulasi campuran BP3T *Serratia marsescens* AR1 dan *Pseudomonas fluorescens* LPK1-9 dengan pupuk kandang sapi (150 g/100 g tanah) dan Nano serai wangi (A3N3) sebagai penginduksi ketahanan tanaman kakao, dengan kandungan asam salisilat 8,758 ppm/gr daun.**
6. **Formula BP3T potensial untuk aplikasi di lapangan dalam bentuk granular dengan bahan pembawa tepung tapioka.**

5.2 Saran

Sebelum penelitian dilaksanakan, sebaiknya ada perjanjian kerjasama dengan petani pemilik kebun di Lapang.

DAFTAR PUSTAKA

- Advinda L. 2009. Tanggapan Fisiologis Tanaman Pisang yang Diintroduksi dengan Formula *Pseudomonas fluorescens* Terhadap Blood Disease Bacteria (BDB). [Tesis]. Program Pascasarjana Univ. Andalas. Padang.
- Ardakani SS, Heydari A, Khorasani N, & Arjmandi R. 2010. Development of new bioformulations of *Pseudomonas fluorescens* and evaluation of these products against damping-off of cotton seedlings. *J. Plant Pathol.* 92(1): 83–88.
- Bashan Y, de-Bashan LE, Prabhu SR, & Hernandez JP. 2014. Advances in plant growth-promoting bacterial inoculant technology: formulations and practical perspectives (1998–2013). *Plant Soil* 378(1): 1–33.
- Bergeson LL. 2010. Nanosilver: US EPA's pesticide office considers how best to proceed. *Environ. Qual. Manage.* 19:79-85.
- Bouchemal K, Briancon S, Perrier E, Fessi H. 2004. Nano-emulsion formulation using spontaneous emulsification: solvent, oil, and surfactant optimization. *International Journal of Pharmaceutics* 280: 241-251.
- Bouwmeester H, Dekkers S, Noordam MY, Hagens WI, Bulder AS. 2009. Review of health safety aspects of nanotechnologies in food production. *Regul. Toxicol. Pharmacol.* 53:52-62.
- Bridgland, LA., Richardson, JM and Edward IL. 1996). Dieback diseases of cocoa (Part I). *South Pacific Planter* 1, 13-20.
- Chakraborty U, Chakraborty BN, & Chakraborty AP. 2012. Induction of plant growth promotion in *Camellia sinensis* by *Bacillus megaterium* and its bioformulations. *World J. Agr. Sci.* 8(1): 104–112.
- Forchetti, G. Masciarelli O, Izaguirre. M. J, Alemano, S. Alvarez, D. and Abdala, G. 2010. Endophytic bacteria improve seedling growth of sunflower under water stress, produce salicylic acid, and inhibit growth of pathogenic fungi. *Curr. Microbiol.* 61 (6) : 93-485.
- Grainge, M. dan Ahmed, S. 1988. *Handbook of Plants with Pest Control Properties*. New York.: John Wiley and Sons.
- Habazar T, Nasrun, Jamsari, Rusli I, Ernita M, Irfandri, Resti Z, & Yanti Y. 2009. Introduction of rhizobacteria indigenous strains from healthy onion rhizosphere to control *Xanthomonas* leaf blight disease on onion. *International Seminar and Workshop Biodiversity, Biotechnology, and Crop Production*. Padang (ID): PBPI Komisariat Sumatera Barat.
- Halimah dan Sri-Sukanto. 2007. Intensitas Penyakit Vascular Streak Dieback pada sejumlah klon kakao koleksi pusat penelitian kopi dan kakao Indonesia Pelita Perkebunan. 23 (2): 118-128.
- Handoko A, Abadi AL, dan Aini LQ. 2014. Karakterisasi penyakit penting pada pembibitan durian di Desa Plangkongan Kabupaten Magetan dan pengendaliannya dengan bakteri antagonis. *J.HPT.* 2(2): 12-22.

- Harni, R dan Baharuddin. 2014. Kefektifan minyak cengkeh, seraiwangi dan ekstrak bawang putih terhadap penyakit Vascular streak dieback (*Ceratobasidium theobromae*) pada kakao. *J.TIDP* 1(3): 167-174
- Heil, M. and Bostock, R. M. 2002. Induced systemic resistance (ISR) against pathogens in the context of induced plant defences. *Ann. Bot.* 89 (5) : 503-512.
- Jones, KA & Burges, HD 1998, 'Technology of formulation and application, in Burges, HD (ed.), *Formulation of microbial Biopesticides: beneficial microorganisms, nemathodes, and seed treatments*', Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, Netherlands, pp. 7-30.
- Keane, PJ. 1972. Aetiology and epidemiology of vascular dieback of cocoa. PhD thesis University Of Papua New Guinea.
- Keane, PJ. 1981. Epidemiology of vascular streak dieback of cocoa. *Annals of applied Biology.* 88: 227-141.
- Khan, M.R. & Rizvi, T.F. (2014) Nanotechnology: Scope and Application in Plant Disease Management. *Plant Pathology Journal.* 13 (3), 214–231.
- Khaeruni A, Syair, Sarmiza. 2011. The effectiveness of rhizobacteria mixture to control fusarium wilt disease and stimulate tomato plant growth in ultisol soil. Di dalam: *Proceeding of International Seminar of Indonesian Phytopathology Society*, 2011 Des 3–5. Solo (ID): Perhimpunan Fitopatologi Indonesia.
- Khaeruni, A. Asniah, Taufik, M. Sutariati, GAK. 2014. Aplikasi Formula Campuran Rizobakteri untuk Pengendalian Penyakit Busuk Akar Rhizoctonia dan Peningkatan Hasil Kedelai di Tanah Ultisol. *J. Fitopatologi Indonesia.* (10); 37-44.
- Kilian, U., B. Steiner, H. Krebs, G. Junge, Schmiedeknecht, and R. Hain. 2000. FZB24 *Bacillus subtilis* – mode of action of a microbial agent enhancing plant vitality. *PflSchutz-Nachr, Bayer* 111: 583-597.
- Lyon, G. 2007. Agents that can elicit induced resistance. In: Walters D, Newton A, and Lyon G. (Eds.). *Induced Resistance for Plant Defence : Sustainable Approach to Crop Protection.* Blackwell Publishing Ltd, Oxford.
- Mariana M dan Noveriza R. 2013. Potensi minyak atsiri untuk mengendalikan *Potyvirus* pada Tanaman Nilam. *Jurnal Fitopatologi Indonesia* 9(1):53-58. DOI: 10.14692/jfi.9.2.53
- Nakahara, K; Alzoreky NS, Yoshihashi T, Nguyen HTT, Trakoontivakorn G. 2003. Chemical composition and antifungal activity of essential oil from *Cymbopogon nardus* (citronella grass). *JARQ* 37 (4): 249-252.
- Noveriza, R., Mardiningsih, T. Iestari, Miftakhurohmah & Mariana, M. (2016) *Antiviral Effect of Clove Oil Combined with Citronella Oil to Control Mosaic Disease and its Vector on Patchouli Plant.* In: Djiwanti, S.R. et al. (eds.) *Innovation on Biotic and Abiotic Stress Management to Maintain Productivity of Spice Crops in Indonesia.* IAARD Press, pp. 91–96.
- Pawirosoemardjo, S dan A. Purwantara. 1989. Gejala penyakit vascular streak dieback pada tanaman kakao di Indonesia. *Menara Perkebunan* 57: 74-78.

- Pedro, A.S., Santo, E., Silva, C. V, Detoni, C. & Albuquerque, E. (2013) *The Use of Nanotechnology as An Approach for Essential Oil-Based Formulations with Antimicrobial Activity*. In: Mendez-Vilas, A. (ed.) *Microbial Pathogens and Strategies for Combating Them: Science, Technology and Education*. Formatex Research Center, pp. 1364–1374.
- Prakash A. dan Rao. J. 1997. *Botanical Pesticides in Agriculture*. New York.: Lewis Publisher.
- Prijono D., J.I. Sudiar, dan Irmayetri. 2006. Insecticidal Activity of Indonesian Plant Extracts Against the Cabbage Head Caterpillar, *Crocidolomia pavonana* (F.) (Lepidoptera:Pyralidae). *J. ISSAAS* 12(1):25-34.
- Prior, C. 1979. Resistance of cocoa to vascular streak dieback disease. *Annals of applied Biology*. 92: 369-376.
- Prior, C. 1982. Basidiospore production of *Oncobasidium theobromae* in dual culture with cocoa calus tissue. *Transactions of the British Mycological Society*. 78: 571-574.
- Priyatno TP, Chaerani, Suryadi Y, & Sudjadi M. 2007. Teknik Produksi dan Formulasi Bakteri Kitinolitik untuk Pengendalian Penyakit Karat Kedelai. Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan (BPTP), Bogor.
- Rahma H, Zainal A, Sinaga MS, Surahman M, dan Giyanto. 2014. Potensi bakteri endofit dalam menekan penyakit layu Stewart (*Pantoea stewartii* subsp. *stewartii*) pada tanaman jagung. *J. HPT Tropika* 14(2): 121-127.
- Rajendran L, Saravanakumar D, Ragunchander T, & Samiyappan R. 2006. Endophytic bacterial induction of defence enzymes against bacterial blight of cotton. Department of Plant Pathology, Centre for Plant Protection Studies, Tamil Nadu Agriculture University, Coimbatore-641003, Tamil Nadu, India.
- Regnault-Roger C. 2005. New Insecticides of Plant Origin for The Third Millennium In: Regnault_Roger BJR, Philogene C, Vincent. C, (Eds.). *Biopesticides of Plant Origin*: Lavoisier Publishing Inc. p 17-35.
- Silverman, P. Seskar, M. Kanter. D, Schweizer, P. Metraux. J. 1995. Salicylic acid in rice (biosynthesis, conjugation, and possible role). *Plant Physiol*. 108 : 633-639.
- Shakeel, F., Baboota, S., Ahuja, A., Ali, J., Faisal, M.S., & Shafiq, S. 2008. Stability evaluation of celecoxib nanoemulsion containing tween 80. *Thai Journal Pharm. Sci*. 32, 4-9.
- Solans, C., Izquierdo, P., Nolla, J., Azemar, N., & Garcia-Celma, M.J. 2005. Nanoemulsions. *Current Opinion in Colloid and Interface Science*, 102-110.
- Shu-Bin L, Mao F, Ren-Chao Z, & Juan H. 2012. Characterization and evaluation of the endophyte *Bacillus* B014 as a potential biocontrol agent for the control of *Xanthomonas axonopodis* pv. *dieffenbachiae* - induced blight of Anthurium. *Biol. Control*. 63(1): 9–16

- Swain, M.R., S.K. Naskar, and R.C. Ray. 2006. Indole-3-acetic acid production and effect on sprouting of yam (*Dioscorea rotundata* L.) minisetts by *Bacillus subtilis* isolated from culturable cowdung microflora. *Polish J. Microbio.* 56(2): 103-110.
- Teale, W.D., I.A. Paponov, and K. Palme. 2006. Auxin in action: signalling, transport and the control of plant growth and development. *Nat. Rev. Mol. Cell Biol.* 7: 847-859.
- Trisno J, Habaza T, Jamsari dan Hidayat SH. 2013. Penapisan kemampuan isolat rizobakteri indigenus dalam meningkatkan ketahanan tanaman cabai terhadap penyakit virus daun kuning keriting. *Prosiding Seminar Nasional dan Rapat tahunan dekan bidang ilmu pertanian BKS wilayah Barat. Pontianak 14 – 20 Maret 2013: 889-902.*
- Trisno J, Reflin dan Martinius. 2016. *Vascular Streak Dieback (VSD) Penyakit Baru Tanaman Kakao di Sumatera Barat. J. Fitopatol. Indo. In press*
- Vidhyasekaran P, Sethuraman K, Rajappan K, & Vasumathi K. 1997. Powder formulations of *Pseudomonas fluorescens* to control pigeonpea wilt. *Biol. Control* 8(3):166–171.
- Yuliasari S, Hamdan. 2012. Karakterisasi nanoemulsi minyak sawit merah yang disiapkan dengan high pressure homogenizer. *Prosiding InSiNas* 25-28.
- Wang and Liung. 2007. Foliar uptake of pesticides present status and future challenge. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 87, 1–8.
- Wartono, Giyanto dan Mutaqin, KH. 2014. Efektivitas Formulasi Spora *Bacillus subtilis* B12 sebagai Agen Pengendali Hayati Penyakit Hawar Daun Bakteri pada Tanaman Padi. *J. Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* (34):1.

Hasil analisis statistic PANJANG BUAH KAKAO setelah aplikasi BP3T-pupuk kandang sapi di KABUPATEN PADANG PARIAMAN
Statistix 8.0 19/11/2017, 22.04.43

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of PANJANG for JENIS

JENIS	Mean	Homogeneous Groups
A3	13.250	A
A1	9.500	AB
A2	6.125	B
A0	5.813	B

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 2.4311
Critical Q Value 3.773 Critical Value for Comparison 6.4863
Error term used: KELOMPOK*JENIS*DOSIS, 45 DF
There are 2 groups (A and B) in which the means are not significantly different from one another.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of PANJANG for DOSIS

DOSIS	Mean	Homogeneous Groups
B2	10.125	A
B1	9.063	A
B3	8.750	A
B0	6.750	A

Hasil analisis statistic terhadap DIAMETER BUAH KAKAO setelah aplikasi BP3T-pupuk kandang sapi di KABUPATEN PADANG PARIAMAN

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of DIAMETER for DOSIS

DOSIS	Mean	Homogeneous Groups
B2	3.8750	A
B1	3.4375	A
B3	3.4375	A
B0	2.5625	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 1.0780
Critical Q Value 3.773 Critical Value for Comparison 2.8761
Error term used: KELOMPOK*DOSIS*JENIS, 45 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of DIAMETER for JENIS

JENIS	Mean	Homogeneous Groups
A3	5.2500	A
A1	3.5625	AB
A2	2.4375	AB
A0	2.0625	B

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 1.0780
Critical Q Value 3.773 Critical Value for Comparison 2.8761
Error term used: KELOMPOK*DOSIS*JENIS, 45 DF

There are 2 groups (A and B) in which the means are not significantly different from one another.

Hasil analisis statistic terhadap JUMLAH BUAH KAKAO setelah aplikasi BP3T-pupuk kandang sapi DI KABUPATEN PADANG PARIAMAN

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of JUMLAH for DOSIS

DOSIS Mean Homogeneous Groups

B2	7.4375	A
B3	4.8125	A
B1	3.5625	A
B0	3.1250	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 1.8445
Critical Q Value 3.773 Critical Value for Comparison 4.9213
Error term used: KELOMPOK*DOSIS*JENIS, 45 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of JUMLAH for JENIS

JENIS Mean Homogeneous Groups

A3	6.7500	A
A1	5.5000	A
A2	3.6250	A
A0	3.0625	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 1.8445
Critical Q Value 3.773 Critical Value for Comparison 4.9213
Error term used: KELOMPOK*DOSIS*JENIS, 45 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

Hasil analisis statistic terhadap JUMLAH TUNAS KAKAO setelah aplikasi BP3T-pupuk kandang sapi di KABUPATEN PADANG PARIAMAN

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of JUMLAH for JENIS

JENIS Mean Homogeneous Groups

A3	21.000	A
A1	14.937	A
A2	13.875	A
A0	13.562	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 4.0381
Critical Q Value 3.773 Critical Value for Comparison 10.774
Error term used: KELOMPOK*JENIS*DOSIS, 45 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of JUMLAH for DOSIS

DOSIS Mean Homogeneous Groups

B3	19.125	A
----	--------	---

B2 16.313 A
B0 15.188 A
B1 12.750 A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 4.0381
Critical Q Value 3.773 Critical Value for Comparison 10.774
Error term used: KELOMPOK*JENIS*DOSIS, 45 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

Hasil analisis statistic terhadap DIAMETER BUAH KAKAO setelah aplikasi BP3T-pupuk kandang sapi & Nano pestisida serai wangi di KABUPATEN PADANG PARIAMAN

Statistix 8.0 19/11/2017, 22.00.22

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of DIAMETER for JENIS

JENIS	Mean	Homogeneous Groups
A1	4.6875	A
A2	4.0000	A
A3	3.8125	A
A0	3.3125	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 1.3003
Critical Q Value 3.773 Critical Value for Comparison 3.4693
Error term used: KELOMPOK*JENIS*DOSIS, 45 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of DIAMETER for DOSIS

DOSIS	Mean	Homogeneous Groups
N3	4.6875	A
N1	4.3750	A
N2	4.1875	A
N0	2.5625	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 1.3003
Critical Q Value 3.773 Critical Value for Comparison 3.4693
Error term used: KELOMPOK*JENIS*DOSIS, 45 DF
There are no significant pairwise differences among the means

Hasil analisis statistic terhadap JUMLAH BUAH KAKAO setelah aplikasi BP3T-pupuk kandang sapi & Nano pestisida serai wangi di KABUPATEN PADANG PARIAMAN

Statistix 8.0 19/11/2017, 22.01.27

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of JUMLAH for DOSIS

DOSIS	Mean	Homogeneous Groups
N2	8.8750	A
N0	5.0625	A
N3	4.0000	A

N1 3.2500 A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 2.9826
Critical Q Value 3.773 Critical Value for Comparison 7.9577
Error term used: KELOMPOK*DOSIS*JENIS, 45 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of JUMLAH for JENIS

JENIS	Mean	Homogeneous Groups
A0	6.1250	A
A3	5.1250	A
A2	5.1250	A
A1	4.8125	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 2.9826
Critical Q Value 3.773 Critical Value for Comparison 7.9577
Error term used: KELOMPOK*DOSIS*JENIS, 45 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

Hasil analisis statistic terhadap JUMLAH TUNAS KAKAO setelah aplikasi BP3T-pupuk kandang sapi & Nano pestisida serai wangi DI KABUPATEN PADANG PARIAMAN

Statistix 8.0 19/11/2017, 22.03.10

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of JUMLAH for DOSIS

DOSIS	Mean	Homogeneous Groups
N2	2.4375	A
N3	2.0000	A
N1	1.7500	A
N0	1.6250	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.6111
Critical Q Value 3.773 Critical Value for Comparison 1.6305
Error term used: KELOMPOK*DOSIS*JENIS, 45 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of JUMLAH for JENIS

JENIS	Mean	Homogeneous Groups
A0	2.5625	A
A3	2.1250	A
A1	1.7500	A
A2	1.3750	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.6111
Critical Q Value 3.773 Critical Value for Comparison 1.6305
Error term used: KELOMPOK*DOSIS*JENIS, 45 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

Hasil analisis statistic terhadap PANJANG BUAH KAKAO setelah aplikasi BP3T-pupuk kandang sapi & Nano pestisida serai wangi di KABUPATEN PADANG PARIAMAN

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of PANJANG for DOSIS**DOSIS Mean Homogeneous Groups**

N3 12.125 A
N1 10.125 A
N2 9.375 A
N0 6.875 A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 2.8228
Critical Q Value 3.773 Critical Value for Comparison 7.5315
Error term used: KELOMPOK*DOSIS*JENIS, 45 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of PANJANG for JENIS**JENIS Mean Homogeneous Groups**

A1 10.750 A
A2 10.438 A
A3 9.188 A
A0 8.125 A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 2.8228
Critical Q Value 3.773 Critical Value for Comparison 7.5315
Error term used: KELOMPOK*DOSIS*JENIS, 45 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

Hasil analisis statistic terhadap DIAMETER BUAH KAKAO setelah aplikasi BP3T-pupuk kandang sapi di Kabupaten LIMA PULUH KOTA

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of DIAMETER for JENIS**JENIS Mean Homogeneous Groups**

A3 4.5000 A
A0 3.1875 A
A2 2.9375 A
A1 2.6875 A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 1.0378
Critical Q Value 3.773 Critical Value for Comparison 2.7688
Error term used: KELOMPOK*JENIS*DOSIS, 45 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of DIAMETER for DOSIS**DOSIS Mean Homogeneous Groups**

B0 4.5000 A
B2 4.1250 A
B3 2.9375 A
B1 1.7500 A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 1.0378
Critical Q Value 3.773 Critical Value for Comparison 2.7688
Error term used: KELOMPOK*JENIS*DOSIS, 45 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

Hasil analisis statistic terhadap JUMLAH BUAH KAKAO setelah aplikasi BP3T-pupuk kandang sapi di Kabupaten LIMA PULUH KOTA

Statistix 8.0 19/11/2017, 21.56.23

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of JUMLAH for DOSIS

DOSIS Mean Homogeneous Groups

B0 11.938 A
B3 10.563 A
B1 6.250 A
B2 5.313 A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 4.4794
Critical Q Value 3.773 Critical Value for Comparison 11.951
Error term used: KELOMPOK*DOSIS*JENIS, 45 DF
There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of JUMLAH for JENIS

JENIS Mean Homogeneous Groups

A3 10.500 A
A2 9.812 A
A1 7.938 A
A0 5.813 A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 4.4794
Critical Q Value 3.773 Critical Value for Comparison 11.951
Error term used: KELOMPOK*DOSIS*JENIS, 45 DF
There are no significant pairwise differences among the means.