

**LAPORAN
PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT**



**PENGEMBANGAN PAKET TEKNOLOGI FORMULA BP3T-PUPUK
KANDANG SAPI DAN NANO PESTISIDA SERAI WANGI UNTUK
PENGENDALIAN PENYAKIT VSD TANAMAN KAKAO DI TINGKAT
PETANI**

Oleh

Dr. Haliatur Rahma, S.Si. MP

Dr. Jumsu Trisno, SP. MSi

Dr. Sri Wahyuni, SP. MSi

Dr. Rita Noveriza, MSc

Drs. Nusyirwan, MSi

Ir. Martinius, MS

Ir. Reflin, MP

**SATUAN KERJASAMA BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN
PERTANIAN KANTOR PUSAT JAKARTA**

Dengan

**LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
UNIVERSITAS ANDALAS**

(Nomor: 31.91/PL.040/H.1/02/2018.K Tanggal 12 Februari 2018)

PENDAHULUAN

A. Analisis situasi

Sumatera Barat merupakan salah satu sentra produksi kakao di Indonesia. Penyakit mati ranting yang diduga sebagai penyakit *vascular streak dieback* (VSD) dijumpai di beberapa lokasi pertanaman kakao. Insidensi penyakit dengan keparahan yang tinggi dapat menyebabkan kematian tanaman. Penyakit VSD (*Vascular streak dieback*) merupakan penyakit mematikan tanaman kakao, karena menyerang jaringan pembuluh titik tumbuh. Penyakit ini pertama kali dilaporkan pada tahun 2015 dengan insidensi 58,82% - 100% dan intensitas 24,29% - 44,7% (Trisno *et al.* 2016). 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 *Basillus* 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 marsecens* 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 %.

B. Permasalahan Mitra

Kakao merupakan salah satu komoditas andalan perkebunan di Indonesia, karena dapat berperan mendorong pengembangan wilayah dan agroindustri. Tahun 2005, Sumatera Barat mulai mencanangkan diri sebagai salah satu daerah pengembangan kakao di Indonesia. Pada tahun 2014 luas pertanaman kakao 154 129 ha, dengan produksi mencapai 88 967 ton per tahun (Nasrul 2015). Perkebunan kakao di Sumatera Barat sebagian besar dikelola oleh rakyat, dengan produktivitas dan mutu yang masih rendah. Produktivitas kakao di Indonesia dipengaruhi oleh beberapa hal, terutama kurangnya pemeliharaan yang dilakukan oleh petani dan adanya gangguan dari organisme pengganggu tanaman (OPT).

Dua penyakit penting pada kakao di Indonesia ialah busuk buah phytophthora (BBP), dan vascular streak dieback (VSD) (Sukamto dan Junianto 2010). Penyakit VSD merupakan salah satu kendala utama dalam budi daya kakao karena perkembangan dan penyebarannya yang cepat. Di Indonesia penyakit ini pertama kali ditemukan pada tahun 1983 di Pulau Sebatik Kalimantan Timur dan pada tahun 2006 sudah tersebar di hampir seluruh pertanaman kakao di Indonesia (Halimah dan Sukamto 2006), tahun 2009 di Jembrana Bali (Dewi 2011), dan tahun 2013 di Sumatera Utara (Dhana et al. 2013). Pada bulan September-Oktober 2015 di beberapa lokasi pertanaman kakao di Sumatera Barat ditemukan gejala penyakit yang menyerupai penyakit VSD dengan gejala: daun menguning sampai ke ujung ranting, pada bekas duduk daun terlihat tiga noktah berwarna coklat.

Gejala lanjut menunjukkan daun gugur, ranting gundul, dan pucuk mati. Tanaman yang terserang akan meranggas dan kemudian mati secara perlahan.

Informasi keberadaan penyakit VSD dan patogen penyebabnya di Sumatera Barat belum pernah dilaporkan. Guest dan Keane (2007) melaporkan bahwa penyakit VSD tanaman kakao di Papua New Guinea dan Asia Selatan disebabkan oleh *Oncobasidium theobromae*. Samuels et al. (2012) menambahkan bahwa penyakit VSD kakao di Malaysia dan Indonesia disebabkan oleh *Ceratobasidium theobromae*. Harni dan Baharuddin (2014) juga menyebutkan patogen penyebab penyakit VSD di Sulawesi ialah *C. theobromae*. Tulisan ini menjelaskan tentang identifikasi cendawan penyebab penyakit VSD pada tanaman kakao di Sumatera Barat.

C. Tujuan Kegiatan

Kegiatan sosialisasi dan pemasyarakatan penggunaan formula BP3T-Pupuk Kandang Sapi dan Nano Pestisida Serai Wangi Untuk Pengendalian Penyakit VSD Tanaman Kakao Di Tingkat Petani pada Kelompok Tani Inovasi, Buah lobek, Aroma dan Maju Sejahtera di Kecamatan Guguk dan Talago Kabupaten Lima Puluh Kota, bertujuan untuk :

1. Meningkatkan pengetahuan petani kakao tentang konsep Pengendalian Hama Terpadu (PHT).
2. Meningkatkan pengetahuan petani kakao bahaya penggunaan pestisida sintetis.
3. Memperkenalkan dan memasyarakatkan penggunaan agens hayati PGPR sebagai salah satu komponen PHT, sehingga dapat diterapkan petani kakao untuk mengendalikan penyakit pada tanaman kubis.
4. Memberikan contoh penggunaan agens hayati di lapang dan cara perbanyakannya secara sederhana.
5. Memperkenalkan dan memberikan alat perbanyakan massal bakteri sebagai agens pengendali hayati patogen *Oncobasidium theobromae*.

D. Target Luaran

Melalui kegiatan ini diharapkan Kelompok Tani tersebut di atas memperoleh manfaat pada berbagai aspek, antara lain:

1. Memahami OPT yang menyerang tanaman kakao dan Memiliki pengetahuan cara pengendalian OPT yang aman, ramah lingkungan dan murah.
2. Mampu memperbanyak agens hayati dengan teknologi yang mudah dan murah sehingga mampu menekan biaya produksi
3. Terjadi penurunan tingkat serangan OPT pada tanaman kakao sehingga kuantitas dan kualitas tanaman kakao yang dihasilkan menjadi lebih baik.
4. Meningkatkan produksi serta mengurangi penggunaan pestisida sintetis pada tanaman kakao. Sehingga dapat mengurangi residu pestisida sintetis yang berdampak negatif terhadap kesehatan manusia.
5. Mewujudkan petani yang berwawasan lingkungan dengan mengandalkan keterpaduan teknologi teruji dan keterampilan serta kemampuan para petani itu sendiri.

E. Khalayak Sasaran

Untuk mencapai hasil pengabdian kepada masyarakat yang lebih optimal, maka sasaran utama pengabdian masyarakat di kecamatan Guguk dan Talago adalah petani kakao, Pemuka masyarakat, PPL. Dalam hal ini, diharapkan mereka mampu memberi motivasi kepada petani untuk mensosialisasikan juga pemakaian PGPR sebagai agens hayati untuk pengendalian OPT tanaman kakao.

F. Kelayakan Perguruan Tinggi

Tim pelaksana pengabdian masyarakat ini terdiri atas staf pengajar yang sudah berpengalaman dalam penelitian, membangun jaringan, mengatasi masalah yang berhubungan dengan masyarakat. Selain itu tim pelaksana merupakan staf pengajar yang telah lama bergerak dalam bidang pengendalian hayati. Dalam beberapa tahun terakhir penelitian serta aplikasi lapang menggunakan berbagai agens hayati seperti *Trichoderma*, Rizobakteria, PGPR serta musuh alami telah intensif dilakukan, didukung oleh sarana laboratorium serta bahan penunjang yang sangat membantu dalam pengembangan penelitian sehingga hasil penelitian ini bisa diterapkan ke masyarakat.

TINJAUAN PUSTAKA

Tanaman Kakao

Kakao (*Theobromae cacao* L.) merupakan salah satu tanaman perkebunan dan komoditas ekspor penting di Indonesia. Penyebaran kakao di Indonesia pada tahun 2013 sudah mencapai areal seluas 1.677.250 ha yang sebagian besar, 95%, dikelola oleh perkebunan rakyat. Areal tanaman kakao tersebar hampir di seluruh wilayah Indonesia dan sentral produksi berada di Sulawesi masing-masing Sulawesi Barat 164.382 ha, Sulawesi Selatan 221.000 ha, Sulawesi Tengah 224.526 ha dan Sulawesi Tenggara 246,508 ha [1].

Budidaya kakao di Desa Andomesinggo, Kecamatan Besulutu, Kabupaten Konawe menghadapi beberapa kendala tingginya serangan hama dan penyakit, serta tanaman kakao telah berumur tua, sehingga dapat menurunkan kuantitas dan kualitas produksi. Penyakit utama yang disebabkan oleh *Phytophthora palmivora* dan *Oncobasidium theobromae* telah menyerang pada semua bagian tanaman kakao [2,3,4,5]. Pengendalian terhadap penyakit pada umumnya sulit untuk dilakukan dan seringkali memberikan hasil yang tidak konsisten. Pengendalian penyakit dilakukan menggunakan fungisida berbahan aktif tembaga, dilakukan secara periodik untuk menjamin kepastian hasil, yang merupakan komponen biaya terbesar pemeliharaan, 40% dari biaya pemeliharaan [6].

Fluktuasi harga kakao dan efek samping penggunaan fungisida terhadap lingkungan dan kesehatan masyarakat menyebabkan pengendalian kimiawi menjadi tidak efektif dan tidak ekonomis, sehingga perlu dicarikan alternatif pengendalian lain yang secara bertahap dapat mengurangi ketergantungan terhadap fungisida kimiawi. Pengembangan varietas tahan sangat penting dilakukan untuk mengurangi penggunaan fungisida kimiawi. Varietas yang terdapat di Desa Andomesinggo meliputi PA 300, K 2, ICCRI 03, ICS 40, ICS 60 dan DR 1. PA 300, K2, ICCRI 03, ICS 40, ICS 60 merupakan jenis forastero yang tahan terhadap penyakit tanaman kakao dan DR1 merupakan jenis criolo yang rentan terhadap penyakit [7,8]. Ketahanan tanaman dapat mengalami perubahan karena adanya perbedaan curah hujan pada suatu daerah. Perubahan tersebut dapat

menyebabkan pergeseran ketahanan tanaman pada suatu daerah, sehingga perlu dilakukan pencarian terhadap varietas yang telah dilepas oleh pemerintah. Pencarian varietas tahan dapat dilakukan dengan pengamatan lapangan dan pengujian terhadap buah kakao, serta isolasi gen terekspresi pada tanaman kakao yang terserang jamur sebagai data awal yang dapat dimanfaatkan dalam mengkonstruksi galur-galur potensial yang dapat mengendalikan timbulnya penyakit tumbuhan yang disebabkan oleh jamur.

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 lembab menyebabkan spora *O. Theobromae* menjadi lebih kuat dan sebaliknya pada tanaman menyebabkan sukulentis yang dapat mengurangi ketahanan terhadap patogen.

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 diformula 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%.

Nano Pestisida 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 PENGABDIAN

Kegiatan ini merupakan kegiatan awal semua aktivitas diseminasi yang akan dilakukan oleh Tim peneliti. Tujuan kegiatan ini adalah untuk memperkenalkan sekilas program diseminasi yang akan dilaksanakan. Selain untuk memperkenalkan program, juga untuk melihat sejauh mana minat atau animo petani target terhadap program yang akan dilaksanakan. Pada akhir pertemuan dibuat sebuah kesepakatan, bahwa bagi kelompok yang berminat untuk dapat mendaftarkan kelompoknya. Kegiatan ini juga untuk menghindari kesan bahwa pelaksanaan kegiatan yang bersifat keproyekan yang berorientasi materi tapi berupa keinginan petani untuk menerima teknologi yang ditawarkan sehingga terdapat kesepakatan untuk melaksanakan inovasi. Pada kegiatan ini di undang sebanyak enam kelompok petani calon penerima diseminasi yang terdiri dari 10 orang untuk masing masing kelompoknya.

Dengan segala kondisi tersebut, dipandang perlu mensosialisasikan teknik pengendalian penyakit pada tanaman kubis dengan menggunakan agens hayati dari kelompok PGPR dan perbanyakan massal agens hayati yang tidak membutuhkan biaya besar dan mudah dilaksanakan. Teknologi yang ditawarkan adalah teknologi yang aplikatif, efektif dan efisien. Kegiatan ini diharapkan tingkat serangan penyakit kakao menjadi berkurang sehingga produksi tanaman kakao petani meningkat sekaligus meningkatkan pendapatan anggota kelompok tani. Kegiatan pengabdian ini berkoordinasi dengan lembaga penyuluhan pertanian setempat yaitu Penyuluh Pertanian Lapangan (PPL).

Kegiatan akan dibagi menjadi dua sesi yakni sesi pelatihan dan praktek lapangan. Pelatihan dilaksanakan selama dua hari pada Minggu pertama bulan kedua kegiatan dengan materi teori dan praktek. Pemateri dapat berasal dari peneliti dari Litbang Pertanian, dosen/peneliti dari perguruan tinggi dan petani pakar/praktisi yang sudah mendapat pengakuan secara nasional. Dengan materi teori sebagai berikut:

- a. Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT) tanaman kakao
- b. Penyakit VSD pada tanaman kakao
- c. Pengendalian penyakit VSD/penyakit kakao

d. Pengendalian hayati penyakit tanaman menggunakan mikroorganisme dan pestisida nabati

Sedangkan materi praktek adalah sebagai berikut:

- a. Teknik diagnosa, deteksi dan pengendalian OPT khususnya penyakit VSD di lapang
- b. Teknik pembuatan formulasi BP3T-pupuk kandang sapi
- c. Pengenalan dan penerapan Nano pestisida serai wangi untuk pengendalian VSD di lapang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sosialisasi Informal Program Pengabdian

Kegiatan ini merupakan kegiatan awal semua aktivitas pengabdian yang akan dilakukan oleh Tim peneliti. Tujuan kegiatan ini adalah untuk memperkenalkan sekilas program yang akan dilaksanakan. Selain untuk memperkenalkan program, juga untuk melihat sejauh mana minat atau animo petani target terhadap program yang akan dilaksanakan. Kegiatan ini juga untuk menghindari kesan bahwa pelaksanaan kegiatan yang bersifat keproyekan yang berorientasi materi tapi berupa keinginan petani untuk menerima teknologi yang ditawarkan sehingga terdapat kesepakatan untuk melaksanakan inovasi. Pada kegiatan ini di undang sebanyak empat kelompok petani calon penerima diseminasi yang terdiri dari 15 orang untuk masing masing kelompoknya (Gambar 1). Selanjutnya, Kepala Desa dan Pemuka masyarakat di Kecamatan Guguak dan Kecamatan Talago Kabupaten Lima Puluh Kota.



Gambar 1. Sosialisasi program kegiatan diseminasi ke petani, pemuka masyarakat, PPL, Kepala Desa: a). Di Kenagarian Sungai Talang, b). Di Kenagarian Tujuh Koto, Kabupaten Lima Puluh Kota.

Sebanyak 4 Kelompok Tani terpilih sebagai target program pengembangan paket teknologi BP3T-pupuk kandang sapi dan nano serai wangi terhadap penyakit VSD di Tingkat petani, yaitu Kelompok Tani Inovasi, Buah Lobek, Aroma dan Maju Sejahtera.

1. Kelompok Tani Inovasi

Kelompok Tani Inovasi merupakan kelompok tani kakao yang berada di nagari Sungai Talang kecamatan Guguak, Kabupaten 50 Kota. Hingga saat ini, kelompok tani Inovasi memiliki anggota sebanyak 8 orang.

2. Kelompok Tani Buah Lobek

Kelompok Tani Buah Lobek merupakan kelompok tani kakao yang berada di nagari Sungai Talang kecamatan Guguak, Kabupaten 50 Kota. Kelompok tani ini berdiri pada tanggal 23 Juli 2017 dengan jumlah anggota sebanyak 14 orang. Berdirinya kelompok tani ini didasari dengan melihat kondisi kebun kakao di lingkungan berdirinya kelompok sangat memprihatinkan, demikian juga dengan kondisi tanamannya. Oleh karena itu, para anggota membentuk kelompok tani Buah Lobek untuk memperbaiki tanaman kakao agar menjadi lebih baik.

3. Kelompok Tani Aroma

Kelompok Tani Aroma merupakan kelompok tani yang berada di nagari Sungai Balantiak, Kecamatan Akabiluru, Kabupaten 50 Kota. Kelompok Tani Aroma saat ini terdiri atas 12 orang anggota, termasuk di dalamnya pengurus inti yang terdiri atas ketua, bendahara, dan sekretaris. Sejak terbentuknya kelompok tani Aroma pada tahun 2014 silam, kegiatan usahatani kakao anggota kelompok lebih terarah, terutama karena kelompok tani ini mewajibkan sistem gotong royong dalam pengelolaan kakao anggota.

4. Kelompok Tani Maju Sejahtera

Kelompok tani Maju Sejahtera merupakan kelompok tani yang berada di nagari Tujuh Koto Talago Kecamatan Guguak Kabupaten 50 Kota. Kelompok tani maju sejahtera telah berdiri sejak bulan Oktober 2016 dengan anggota sebanyak 12 orang. Kelompok tani ini berdiri karena banyaknya anggota kelompok tani Maju Sejahtera yang mulanya tidak termasuk pada anggota kelompok tani manapun, sehingga mereka ingin membentuk kelompok baru agar mendapatkan pendidikan, pelatihan, dan pengetahuan tentang kakao. Oleh sebab itu, terbentuklah kelompok tani Maju Sejahtera.

Pengabdian Masyarakat

Kegiatan ini bertujuan agar petani mampu mendeteksi penyakit VSD dan cara pengendaliannya serta mampu membuat formulasi BP3T-pupuk kandang sapi dan penerapan nano pestisida. Pelatihan dilaksanakan selama dua hari pada Minggu pertama bulan kedua kegiatan dengan materi teori dan praktek. Pemateri dapat berasal dari peneliti dari Litbang Pertanian, dosen/peneliti dari perguruan tinggi dan petani pakar/praktisi yang sudah mendapat pengakuan secara nasional (Gambar 2). Dengan materi teori sebagai berikut:

- a. Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT) tanaman kakao
- b. Penyakit VSD pada tanaman kakao
- c. Pengendalian penyakit VSD/penyakit kakao
- d. Pengendalian hayati penyakit tanaman menggunakan mikroorganisme dan pestisida nabati

Sedangkan materi praktek adalah sebagai berikut:

- a. Teknik diagnosa, deteksi dan pengendalian OPT khususnya penyakit VSD di lapang
- b. Teknik pembuatan formulasi BP3T-pupuk kandang sapi
- c. Pengenalan dan penerapan Nano pestisida serai wangi untuk pengendalian VSD di lapang.



Gambar 2. Pelatihan pengembangan paket teknologi BP3T-pupuk kandang sapi dan nano pestisida serai wangi di tingkat petani; a). Pemberian materi pelatihan oleh nara sumber ke peserta, b). Foto bersama tim peneliti dengan peserta pelatihan.



Gambar 3. Kegiatan pelatihan dan pemberian materi serta diskusi terkait program pelatihan pengembangan paket teknologi BP3T-pupuk kandang sapi dan nano pestisida serai wangi di tingkat petani

Aplikasi Perlakuan

Aplikasi perlakuan teknologi BP3T ini dilakukan pada empat demplot kelompok tani kakao di Kabupaten Lima Puluh Kota. Kegiatan ini bertujuan agar peserta mampu membuat formulasi BP3T- pupuk kandang sapi dan penerapan nano pestisida serai wangi. Masing-masing kelompok tani diberikan perlengkapan fermentor bakteri dan nano pestisida serai wangi (Gambar 4). Harapannya peserta mampu membuat teknologi tersebut secara sederhana dan mandiri. Dalam hal ini perguruan tinggi bertindak sebagai fasilitator.



Gambar 4. Praktek pembuatan sekaligus penyerahan formulasi BP3T menggunakan air kelapa dan diinkubasi menggunakan fermentor sederhana (galon+mesin pompa, selang), ke masing-masing kelompok tani.

Aplikasi formulasi BP3T-pupuk kandang sapi dan penerapan nano pestisida serai wangi juga untuk mengurangi penggunaan pupuk dan pestisida sintetis di kalangan petani. Hasil penelitian sebelumnya didapatkan dosis terbaik dalam menekan perkembangan penyakit VSD adalah 15 kg/pohon. Proses pengadukan suspensi BP3T dengan pupuk kandang sapi dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Proses pengadukan suspensi BP3T dengan pupuk kandang sapi pada masing-masing demplot percobaan.

Penyemprotan nano pestisida serai wangi dilakukan bersamaan dengan aplikasi formulasi BP3T-pupuk kandang sapi. Interval waktu yang digunakan adalah 1 kali dalam sebulan. Perawatan kebun kakao seperti pemangkasan, pembuatan lubang untuk pemupukan BP3T, dan penyemprotan nano pestisida serai wangi dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Sanitasi kebun kakao demplot percobaan; a). Pemangkasan, b). Pembuatan lubang pemupukan BP3T-pupuk kandang sapi di sekeliling tanaman, c). Penyemprotan nano pestisida serai wangi.

Sesuai dengan anggaran yang tersedia maka kegiatan penyuluhan dihadiri 40 orang, yang terdiri atas 10 orang dari masing-masing Kelompok Tani Inovasi, Buah Lobek, Aroma dan Maju Sejahtera. Selain dihadiri oleh anggota Kelompok Tani yang ditunjuk, acara penyuluhan juga dihadiri oleh pemuka masyarakat sehingga kehadiran mereka dapat menjadi motivator bagi petani untuk menerima materi penyuluhan.

Penggunaan agens hayati khususnya formulasi BP3T-pupuk kandang sapi belum pernah dilakukan oleh keempat kelompok tani ini, sehingga ketika acara diskusi mereka sangat antusias mendengarkan pemaparan tim pengabdian. Karena mereka belum pernah menggunakan agens hayati, mereka terlihat sangat tertarik. Melalui kegiatan pelatihan ini dipaparkan juga bagaimana cara memperbanyak agens hayati *Serratia marsescens* dan *Pseudomonas fluorescens* dengan teknik yang mudah dan murah. Hal ini terlihat dari rasa keingintahuan mereka yang tinggi, sehingga pemuka masyarakat sangat berkeinginan agar kerjasama dapat berlanjut sampai mereka dapat memproduksi agens hayati secara mandiri.

Bakteri *Serratia marcescens* menghasilkan pigmen merah yang merupakan metabolit sekunder yang diketahui sebagai prodigiosin yang bersifat antibakteri, antifungal, antiprotozoal, dan anti serangga (Priyatno 2011). Sehingga diharapkan bakteri ini dapat menjadi alternatif pengendalian OPT pada tanaman kakao. Disamping itu, perbanyakkan masal kedua bakteri ini juga cukup mudah dengan memanfaatkan air kelapa segar yang direbus dan ditambahkan gula, kemudian difermentasi selama 7 hari. Aplikasi bakteri ini juga bisa dilakukan pada benih serta disemprotkan pada permukaan tanaman pada saat sore hari untuk menghindari terik sinar matahari dengan aplikasi 5 ml/1L air.

Pada akhir penyuluhan dilakukan penyerahan biakan masal *Serratia marsescens* dan *Pseudomonas fluorescens* (4 galon) serta pupuk kandang kepada Ketua Kelompok Tani, diharapkan penyerahan agens hayati ini merupakan langkah awal untuk pengenalan agens hayati dan akan berlanjut secara kontinyu sehingga petani memiliki kemampuan secara mandiri dalam memproduksi dan mengaplikasikan agens hayati dan kemampuan ini bisa disebarkan ke petani lain di luar kelompok tani mereka.

KESIMPULAN

Dari kegiatan pengabdian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Tanaman kakao milik Kelompok Tani Inovasi, Buah Lobek, Aroma dan Maju Sejahtera terserang penyakit VSD, busuk buah, antraknosa
2. Petani kakao belum mengetahui hama penyakit tanaman kakao dengan baik
3. Petani kakao melakukan pengendalian hama dan penyakit menggunakan pestisida kimia sintetis dengan tidak bijaksana
4. Penggunaan agens hayati BP3T-pupuk kandang sapi dan nano pestisida serai wangi untuk pengendalian OPT tanaman kakao belum pernah dilakukan
5. Adanya kegiatan pengabdian ini mampu meningkatkan pengetahuan petani terhadap OPT yang menyerang tanaman kakao dan pengendaliannya menggunakan formulasi BP3T-pupuk kandang sapi dan nano pestisida serai wangi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pengabdian kepada masyarakat ini terlaksana atas kerjasama Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kantor Pusat Jakarta dengan Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat. Nomor: 31.91/PL.040/H.1/02/2018.K Tanggal 12 Februari 2018. Kepada Dekan Fakultas Pertanian, Ketua dan anggota Kelompok Inovasi, Buah Lobek, Aroma, dan Maju Sejahtera Kenagarian Sungai Talang, Kecamatan Guguak, Kabupaten Lima Puluh Kota serta pemuka masyarakat yang telah ikut berpartisipasi dalam pelaksanaan pengabdian masyarakat ini diucapkan terima kasih

DAFTAR PUSTAKA

- Bergeson LL. 2010. Nanosilver: US EPA's pesticide office considers how best to proceed. *Environ. Qual. Manage.* 19:79-85.
- Dhana NP, Lubis L, Lisnawita. 2013. Isolasi cendawan *Oncobasidium theobromae* (Talbot & Keane) penyebab penyakit *Vascular Streak Dieback* pada tanaman kakao di laboratorium. *J Online Agroekoteknologi.* 2(1):288–293.
- 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
- 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
- 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.
- 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.
- Priyatno TP. 2011. Identifikasi Entomopatogen Bakteri Merah pada Wereng Batang Coklat (*Nilaparvata lugens* Stal.). *J. AgroBiogen* 7(2):85-95. 30 September 2011. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian.
- 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.
- Trisno J, Reflin dan Martinius. 2016. *Vascular Streak Dieback* (VSD) Penyakit Baru Tanaman Kakao di Sumatera Barat. *J. Fitopatol. Indo. In press*
- 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.

Yuliasari S, Hamdan. 2012. Karakterisasi nanoemulsi minyak sawit merah yang disiapkan dengan high pressure homogenizer. Prosiding InSiNas 25-28.