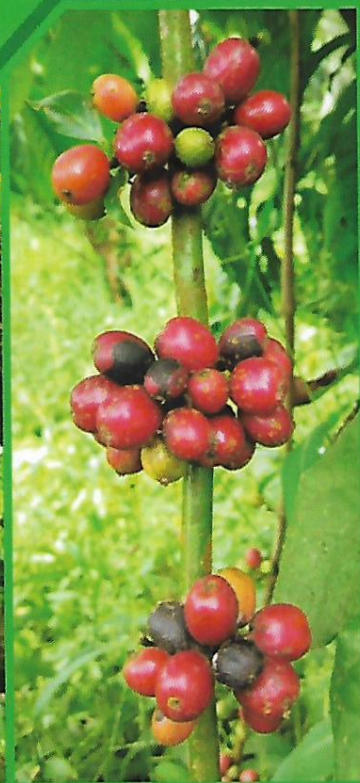
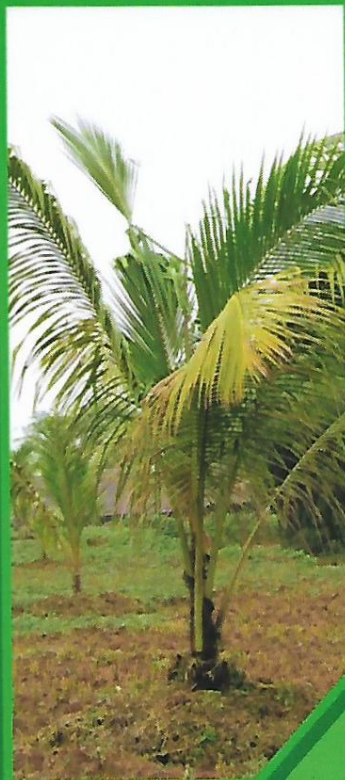


ISBN: 978-602-96419-2-9

PROSIDING SEMINAR NASIONAL PERLINDUNGAN TANAMAN PERKEBUNAN

“Perlindungan Tanaman Perkebunan untuk Kesejahteraan
Rakyat dan Bangsa”

Bogor
25 Oktober
2016



Unit Kajian Pengendalian Hama Terpadu
Departemen Proteksi Tanaman
Fakultas Pertanian
Institut Pertanian Bogor

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL

PERLINDUNGAN TANAMAN PERKEBUNAN

BOGOR, 25 OKTOBER 2016

Tema

“Perlindungan Tanaman Perkebunan untuk Kesejahteraan Rakyat dan Bangsa”



UNIT KAJIAN PENGENDALIAN HAMA TERPADU
DEPARTEMEN PROTEKSI TANAMAN
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
2017

Tim Penyusun

Reviewer:

Ir. Djoko Prijono, MAgr.Sc
Dr. Ir. Abdul Munif, MSc.Agr
Dra. Dewi Sartiami, MSi
Dr. Efi Toding Tondok, SP., MSc.Agr
Dr. Ir. Giyanto, MSi
Dr. Ir. I Wayan Winasa, MSi
Dr. Ir. Idham Sakti Harahap, MSi
Dr. Ir. Nina Maryana, MSi
Dr. Ir. Pudjianto, MSi

Dr. Ir. Purnama Hidayat, MSc
Dr. Ir. R. Yayi Munara Kusumah, MSi
Dr. Ir. Ruly Anwar, MSi
Dr. Ir. Supramana, MSi
Fitriani-grum Kurniawati, SP., MSi
Dr. Ir. Suryo Wiyono, MSc.Agr
Dr. Ir. Swastiko Priyambodo, MSi
Dr. Ir. Teguh Santoso, DEA

Penyunting Naskah

Nadzirum Mubin, SP., MSi
Mahardika Gama Pradana, SP

Layout

Nadzirum Mubin, SP., MSi

Desain Sampul

Suryadi, SP

Ucapan Terima Kasih

Direktorat Kajian Strategis dan Kebijakan Pertanian (DKSKP) – IPB
Perhimpunan Entomologi Indonesia (PEI) Cabang Bogor
Perhimpunan Fitopatologi Indonesia (PFI) Komda Bogor

UNIT KAJIAN PENGENDALIAN HAMA TERPADU

DEPARTEMEN PROTEKSI TANAMAN

FAKULTAS PERTANIAN

INSTITUT PERTANIAN BOGOR

Telp 0251-8629364; Faks 0251-8629362

Email: pkpht.ipb@gmail.com

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim
Assalamu alaikum wr. wb

Pertama-tama marilah kita panjatkan puji dan syukur kehadirat Allah SWT, karena atas izin dan perkenan-Nya pagi hari ini kita dapat hadir bersama dalam rangka Seminar Nasional Perlindungan Tanaman Perkebunan ini.

Bapak dan Ibu sekalian yang saya hormati,

Seminar ini mengambil tema “Perlindungan Tanaman untuk Kesejahteraan Rakyat dan Bangsa” merupakan cita-cita besar kita bersama yang diharapkan dapat berlanjut untuk menjadi program yang baik sampai terwujudnya kesejahteraan rakyat dan bangsa khususnya dibidang Perkebunan. Melalui seminar ini dapat dilahirkan gagasan yang dapat melahirkan kprogram dan teknologi dan bahkan lebih dari itu. Semoga dengan seminar ini diharapkan dapat terbangunnya jaringan yang baik antar berbagai pihak terutama yang memiliki konsen terhadap bidang perkebun. Demikian juga melalui Seminar Perlindungan Tanaman Perkebunan, kami dari panitia mengharapkan dapat membangkitkan kembali kejayaan dann kecintaan kita kepada komoditas perkebunan yang menjadi primadona Indonesia. Hal ini tidak berlebihan karena dalam 2 tahun terakhir ini hanya lebih sering terdengar kegiatan UPSUS PAJALE atau Upaya Khusus Pengembangan padi, jagung, dan kedelai. Karena sesungguhnya komoditi perkebunan ini memiliki potensi yang sangat besar untuk meningkatkan kesejahteraan bangsa selain sebagai sumber devisa negara. Komoditi Perkebunan memiliki potensi yang luar biasa, sehingga tidak salah jika dahulu Belanda tertarik untuk datang karena potensi dan manfaat yang luar biasa dari komoditi Perkebunan nusantara seperti lada, pala, cengkih, dan lain sebagainya.

Dalam rangka mendukung kemajuan komoditi perkebunan, maka peran perlindungan tanaman perkebunan berperan sangat penting untuk mencegah, menekan gangguan organsime yang merugikan serta untuk meningkatkan daya saing perkebunan. Oleh karena itu diharapkan melalui seminar ini kembali akan muncul semangat dan motivasi kita terutama kami dari perguruan tinggi ini untuk terus menggali dan mengembangkan teknologi dan manajemen perlindungan tanaman perkebunan yang tepat dan berkelanjutan.

Kami ingin melaporkan bahwa seminar ini dihadiri kurang lebih 180 orang dengan peserta dari mahasiswa S1, S2, S3 dan 40 % dari universitas luar mulai dari Universitas Syiah Kuala Aceh bahkan hingga Universitas Pattimura dan Universitas Manokwari Papua serta para peneliti dari instansi pemerintah dan swasta. Kami mengucapkan terima kasih kepada Dekan Fakultas Pertanian, penghargaan dan terima kasih kepada Direktur Perlindungan Tanaman Perkebunan, Dirjen Perkebunan, Kementan atas dukungan dan kehadirannya. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada PT RPN yang diwakili oleh Dr. Gede Wibawa dan kepada Ir Indra Syahputra, MSi dari PT Socfin Indonesia yang berkenan sebagai

narasumber dalam seminar sehingga menambah kualitas seminar ini dengan pengalamannya yang panjang di bidang perkebunan. Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada para pemakalah baik dalam bentuk oral maupun poster dalam seminar ini. Semua makalah baik dari narasumber maupun dari pemakalah akan segera dikumpulkan dalam suatu prosiding seminar nasional. Harapan kami semoga seminar ini akan memberikan semangat bagi para mahasiswa untuk tidak takut meneliti bidang perlindungan komoditas perkebunan karena selama ini banyak mahasiswa yang masih enggan meneliti komoditas perkebunan karena waktunya lebih lama dibandingkan dengan tanaman pangan.

Saya menyampaikan terima kasih kepada para undangan dan mohon maaf bila dalam pelaksanaan seminar ini ada sesuatu yang kekurangan. Semoga seminar ini memberikan manfaat bagi kita semua.

Wassalamu alaikum wr.wb

Bogor, Oktober 2016

Ketua Pelaksana


Dr. Ir. Abdul Munif, MSc.Agr

DAFTAR ISI

	Hal
Kata Pengantar	
Ketua Pelaksana Seminar	iii
Sambutan	
Ketua Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian-IPB	ix
Dekan Fakultas Pertanian-IPB	xi
MAKALAH UTAMA	
Kebijakan Nasional dalam Pengembangan Perkebunan di Indonesia	1
Dudi Gunadi (Direktur Perlindungan Tanaman Perkebunan, Direktorat Jenderal Perkebunan, Kementerian Pertanian)	
Agenda Riset dan Pendekatan <i>Problem Solving</i> dalam Mendukung Perlindungan Tanaman Perkebunan	5
Gede Wibawa, Happy Widiastuti, Arif Rakhman Hakim (PT Riset Perkebunan Nusantara)	
Pengendalian Hama Terpadu Biointensif pada Tanaman Perkebunan	18
Suryo Wiyono (Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, IPB)	
<i>Socfindo Newest Planting Material, High Yielding and Resistance to Disease</i> (<i>Ganoderma & Fusarium</i>) - <i>The First Answer to Sustainability Problems</i>	24
Indra Syahputra, Dadang Affandi, Deni Arifiyanto, Nicholas Turnbull (PT Socfin Indonesia, Indonesia)	
MAKALAH PENDUKUNG	
A. Inventarisasi dan Keanekaragaman: Hama dan Musuh Alaminya pada Tanaman Perkebunan	30
1. Inventarisasi Parasitoid Ulat Api <i>Setora nitens</i> WLK. (Lepidoptera : Limacodidae) Asal Perkebunan Kelapa Sawit di Kecamatan Perhentian Raja Kabupaten Kampar Provinsi Riau	31
(Boris Satriyo Situmorang, Rusli Rustam, dan Desita Salbiah)	
2. Keanekaragaman Spesies Rayap pada Perkebunan Kelapa Sawit dan Karet Milik Rakyat di Jambi	42
(Tri Utami dan Idham Sakti Harahap)	

3. Biodiversitas Serangga pada Ekosistem Kelapa Sawit Terpapar Insektisida Jangka Panjang 53
(**Tjut Ahmad Perdana Rozziansha, A. E. Prasetyo, dan A. Susanto**)
4. *Hyposidra talaca* Walker (Lepidoptera: Geometridae) dan Parasitoidnya pada Perkebunan Teh Rakyat dan Perkebunan Teh Milik Perusahaan Negara 65
(**Abdul Aris Pradana dan Pudjianto**)
5. Pola Distribusi *Hypothenemus hampei* Ferr. (Penggerek Buah Kopi) pada Tanaman Kopi 77
(**Itji Diana Daud, Nurariaty Agus, dan M. Hendry N**)
6. Keanekaragaman Hymenoptera Parasitoid pada Vegetasi Gulma di Perkebunan Kelapa Sawit 82
(**Herry Marta Saputra, Nina Maryana, dan Pudjianto**)
7. Fluktuasi Populasi Kumbang *Oryctes rhinoceros* L. pada Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Diberi Mulsa Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Tanaman Penutup Leguminosa *Mucuna bracteata* pada Tanaman Belum Menghasilkan 91
(**Hafiz Fauzana, A. Sutikno, dan J. Handoko**)
8. Interaksi Tritropik dan Keanekaragaman Parasitoid pada Perkebunan Kelapa Sawit di Jambi 99
(**Muhammad Iqbal Tawakkal, Damayanti Buchori, Pudjianto, dan Dadan Hindayana**)
9. Keragaman dan Peran Serangga Permukaan Tanah pada Pola Tanam Agroforestri di Dua Tipe Komunitas Zona Rehabilitasi Taman Nasional Gunung Gede Pangrango 111
(**Masfiro Lailati, Yati Nurlaeni, dan Indriani Ekasari**)
10. Identifikasi dan Sebaran Hama Penyakit pada Tanaman Pala di Kabupaten Maluku Tengah 122
(**Jeffij V. Hasinu, Gratiana NC Tuhumury, dan Saartje Helena Noya**)

11. Penangkaran Semi Alami dan Siklus Hidup Kupu-Kupu Sayap Burung (*Ornithoptera priamus*) dan Kupu-Kupu Raja (*Troides oblongomaculathus*) di Kawasan Taman Wisata Alam Gunung Meja Manokwari, Papua Barat
(**Rawati Panjaitan**, Iwan, dan Hengky Lukas Wambrauw) 135
- B. Inventarisasi dan Keanekaragaman: Penyakit dan Agens Hayatinya pada Tanaman Perkebunan** 142
12. Inventarisasi Penyakit pada Tanaman Pala (*Myristica fragrans* Houtt.) di Kabupaten Bogor, Jawa Barat
(Elvira Rachmawati dan **Bonny Poernomo Wahyu Soekarno**) 143
13. Keragaman Nematoda Parasit Tanaman pada Rizofer dan Akar Kina (*Cinchona ledgeriana*) di Gambung, Indonesia
(Ankardiansyah Pandu Pradana, Muhammad Firdaus Oktafiyanto, Deden Dewantara Eris, dan **Abdul Munif**) 156
14. Kelimpahan dan Keragaman Bakteri Endofit Asal Tanaman Arecaceae (Pejibaye (*Bactris gasipaes*), Kelapa Sawit (*Elaeis guinensis*), Kelapa Kopyor (*Cocos nucifera*), Aren (*Arenga pinata*) dan Nibung (*Oncosperma filamentosa*)
(Deden Dewantara Eris, Agus Purwantara, Bonny Poernomo Wahyu Soekarno, dan **Abdul Munif**) 168
15. Karakteristik Isolat *Phytophthora capsici* Patogen Busuk Pucuk Vanili pada Media Ekstrak Daun Vanili
(**Efi Taufiq** dan Bonny Poernomo Wahyu Soekarno) 195
16. Ekplorasi Bakteri Endofit Pemicu Pertumbuhan Tanaman Kakao pada Daerah Endemis Penyakit VSD (Vascular Streak Dieback)
(**Giyanto**, Tatit Sastrini, Dono Wahyuno, dan Wartono) 201
- C. Pengelolaan Hama dan Penyakit pada Tamaman Perkebunan** 212
17. Pengelolaan Mekanis Hama Babi Hutan pada Perkebunan Kelapa di Pulau Gebe, Maluku Utara
(**Swastiko Priyambodo**) 213
18. Ketertarikan Beberapa Spesies Serangga Terhadap Perangkap Warna Kuning pada Pertanaman Jambu Mete di Nusa Tenggara Barat (NTB)
(**Rismayani**, Rohimatun, Mahrita Willis, Yurista Sulistyowati, dan I Wayan Laba) 223

19. Sistem Tanam Agroforestri, Keanekaragaman, dan Kelimpahan Artropoda Predator di Taman Nasional Gunung Gede Pangrango, Resort Nagrak, Sukabumi, Jawa Barat 231
(**Yati Nurlaeni**, Indriani Ekasari, dan Masfiro Lailati)
-  20. Aktivitas Nematisidal Daun, Batang, dan Bunga *Tithonia diversifolia* terhadap Nematoda Puru Akar *Meloidogyne incognita* secara *in vitro* 241
(Muhammad F. Oktafiyanto, Ankardiansyah P. Pradana, dan **Abdul Munif**)
21. Faktor-Faktor Lingkungan dan Teknik Budidaya yang Berkaitan dengan Penyakit Kanker Batang Kopi di Kabupaten Tanggamus, Lampung 251
(**Andika Septiana Suryaningsih** dan Suryo Wiyono)
22. Seduhan Daun dan Buah Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) untuk Mengendalikan Nematoda Perongga Akar *Radopholus similis* secara *in vitro* 262
(Ahmed Ibrahimalrashid Yousif Mohamedelamin, Ankardiansyah P. Pradana, Muhammad F. Oktafiyanto, Diana Putri, dan **Abdul Munif**)
23. Studi Sumber Inokulum, Cara Penyebaran Patogen, dan Pengujian Fungisida untuk Pengendalian Penyakit Lapuk Batang dan Cabang pada Tanaman Karet 270
(**Alchemi Putri Juliantika Kusdiana** dan Tri Rapani Febbiyanti)
24. Perkembangan Penyakit pada Tanaman Pala (*Myristica Fragrans* Houtt.) di Sentra Tanaman Pala Kabupaten Bogor, Jawa Barat 287
(Umi Astutik dan **Bonny Poernomo Wahyu Soekarno**)
25. Aktifitas Biokontrol Bakteri Endofit Asal Tanaman Kopi terhadap Cendawan Patogen *Sclerotium* sp. secara *in vitro* 297
(**Abdul Munif**, Dwi Halimah, dan Giyanto)

Lampiran

- Daftar peserta seminar 306

SAMBUTAN KETUA DEPARTEMEN PROTEKSI TANAMAN

Assalamualaikum wr.wb.

Pertama kami ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas kedatangan dan kesediaan bapak ibu sekalian untuk menghadiri dan berpartisipasi aktif dalam acara yang semarak ini.

Yang kedua seminar ini diselenggarakan oleh beberapa pihak yaitu Departemen Proteksi Tanaman, Kajian Strategis dan Kebijakan Pertanian IPB, Perhimpunan Fitopatologi Indonesia komda Bogor, Perhimpunan Entomologi Indonesia cabang Bogor yang telah mendukung pelaksanaan acara ini. Perlu kita ketahui bahwa perkebunan adalah salah satu sub sektor di pertanian yang sangat penting selain meningkatkan peranan ekonomi yang kita tahu juga sebagai *national brand* yang menjadi identitas bangsa. Identitas bangsa seperti yang diceritakan oleh Pak Munif bahwa dulu VOC, Portugis, Spanyol berpindah ke Indonesia karena rempah-rempah yang merupakan tanaman perkebunan. Jadi pala, lada, cengkeh, dan sebagainya itu luar biasa dan sekarang masih memberikan peranan yang sangat penting. Sehingga peran ekonomi dan stabilitas bangsa tidak divonis disitu saja, tetapi juga menghadapi berbagai macam tantangan dan permasalahan. Ketika kita tidak perhatikan dan tidak kita urus tidak akan menjadi nilai ekonomi lagi dan menjadi kebanggaan nasional lagi. Sehingga ini bukan menjadi masalah yang ringan tetapi menjadi masalah yang berat. Kita tahu semua, terdapat penyakit-penyakit baru disamping pengaruh abiotik misalnya kebakaran, kekeringan, kebanjiran, hama dan penyakit yang baru. Sebagai contoh, kompleks perkebunan cengkeh dengan ribuan pohon mati tidak masuk koran dibandingkan permasalahan wereng batang coklat. Jadi ada perbedaan sensitivitas masyarakat, terutama media massa mengenai masalah-masalah perlindungan perkebunan. Sehingga perkebunan sebagai kebanggaan nasional ataupun arti ekonomi tidak *given*. Salah satu upaya adalah bagaimana menjawab isu-isu tersebut dan tentunya dengan berbagai penelitian, kajian, selain itu juga bagaimana melaksanakan program, dan diseminasi. Bagaimana mengatasi masalah-masalah itu yang sebenarnya luar biasa besar. Selain itu, terdapat hal yang paling penting tidak hanya dalam permasalahan hama dan penyakit saja tetapi juga terkait komoditasnya. Komoditas perkebunan ini jarang ditemui permasalahan yang besar. Hal ini dimungkinkan hambatan tersebut terdapat dalam sekat-sekat struktural, ada yang di bawah kementerian pertanian, swasta, perguruan tinggi, litbang, dan BUMN. Dimana *stakeholder* tersebut jarang ketemu dan komunikasi juga agak kurang. Sehingga seminar ini diharapkan menjadi perekat atau mengumpulkan informasi, mengumpulkan komunitas perkebunan dalam suatu forum yang mungkin suatu saat nanti menjadi embrio. Wadah tidak terlalu penting yang lebih penting adalah kegiatannya bentuk komunitasnya itu ada. Selanjutnya, selain menjalin komunitas perkebunan dan juga mengumpulkan informasi penelitian dan kajian terkait dengan perlindungan perkebunan terserah dari mana perguruan tinggi, litbang, swasta, dan lembaga-lembaga terkait perkebunan. Mudah-mudahan forum ini menjadi wadah untuk mengumpulkan informasi dan pengalaman dan

juga kajian yang terserap dari berbagai tempat tadi. Menjadi tali pengikat dari informasi-informasi tersebut dan digabungkan menjadi suatu yang bermanfaat bagi akademik, pemerintahan, dan berbagai jajaran pelayanan di bidang perkebunan dan masyarakat pada umumnya.

Kami ucapkan selamat datang di Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian dan Institut Pertanian Bogor.

Terima kasih kami sampaikan kepada peserta dari Aceh sampai Maluku dan Papua, dukungan dari Fakultas Pertanian, dan dari intensive speaker.

Wassalamu alaikum wr. wb.

Bogor, Oktober 2016
Ketua,

Dr. Ir. Suryo Wiyono, MSc.Agr

SAMBUTAN DEKAN FAKULTAS PERTANIAN-IPB

Bismillahirrahmanirrahim
Assalamualaikum wr. wb

Selamat pagi, salam sejahtera untuk kita semua

Puji Syukur marilah kita panjatkan kehadirat Allah SWT yang pada hari ini kita mendapatkan rahmat dan hidayah-Nya, nikmat kesehatan, sehingga kita dapat bertemu di tempat ini untuk mengikuti suatu seminar yang sangat penting terkait dengan perlindungan tanaman perkebunan dengan tema “Perlindungan Tanaman Perkebunan untuk Rakyat dan Bangsa”. Saya mengucapkan terima kasih atas kehadiran bapak ibu dan saudara-saudara sekalian dan juga mengucapkan selamat datang di Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor.

Bapak dan Ibu sekalian yang saya hormati, seperti kita ketahui bahwa Indonesia yang berada di daerah tropis ini menjadi tempat atau lingkungan yang sangat sesuai tidak hanya untuk tanaman tetapi juga cocok untuk organisme pengganggu tanaman (OPT). Seperti kita ketahui bahwa luas komoditi tanaman perkebunan di Indonesia mungkin saat ini sudah sekitar 23 juta hektar dimana 70% merupakan perkebunan rakyat, yang kita tahu produktivitasnya mungkin hanya 50% dari potensinya. Selain itu, produktivitas yang rendah tersebut disebabkan oleh beberapa hal seperti penggunaan benih unggul yang masih rendah, penerapan teknologi di tingkat petani yang juga masih rendah, dan serangan OPT yang dapat menyebabkan kehilangan hasil dan menurunkan kualitas produk. Kerugian akibat OPT pada 13 komoditas perkebunan seperti kelapa, kelapa sawit, karet, kopi, kakao, cengkeh, lada, tebu, teh, tembakau, nilam, jambu mete, dan kapas setiap tahunnya dapat mencapai triliunan rupiah. Pada tahun 2012 menurut Dirjen Perkebunan sampai 2 triliunan dan setiap tahun terus meningkat.

Saudara sekalian, menurut Jendral Perkebunan jenis OPT yang masih menjadi ancaman dalam meningkatkan produktivitas dan hasil antara lain hama penggerek buah kakao, VSD, dan busuk buah pada kakao, kemudian hama penggerek buah pada kopi, penyakit busuk pangkal batang dan kepik penghisap pada lada, penyakit jamur akar putih, kering alur sadap pada karet, hama *Rhynchophorus* sp., *Brontispa* sp., tungau dan lainnya. Termasuk pada kelapa sawit ulat api dan busuk pangkal batang yang diakibatkan oleh *Ganoderma*.

Saudara sekalian, semua itu butuh mendapatkan perhatian dari kita semua. Sesuai dengan peraturan perundangan yang berlaku, perlindungan tanaman tersebut dapat dilakukan dengan menerapkan sistem pengendalian hama terpadu (PHT). PHT saat ini kita tahu belum bisa dilaksanakan secara optimal. Peran pemerintah, swasta, perguruan tinggi, dan tentu himpunan profesi sangat diperlukan untuk terus meningkatkan pengendalian dan membawa peran dalam kesadaran masyarakat dalam pengendalian OPT tersebut. Saya rasa telah banyak upaya pemerintah untuk masalah tersebut, Dirjen Perkebunan juga sudah banyak program, kita tahu ada program sekolah lapang pengendalian hama terpadu

(SLPHT), kemudian juga penerbitan buku-buku, dan pelatihan-pelatihan. Saya rasa kementerian pertanian telah banyak melakukan itu. Namun mungkin karena besarnya permasalahan dan tantangan yang dihadapi, masalah ekonomi, dan masalah perubahan genetik yang sering terjadi pada OPT tersebut, sehingga upaya-upaya seperti ini tidak ada habisnya, selalu ada saja permasalahan yang baru atau aktual yang terus menerus kita hadapi. Oleh karena itu, saya menyambut baik adanya kegiatan ini, selain bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan yang baru juga terus meningkatkan kesadaran masyarakat agar permasalahan OPT pada tanaman perkebunan dapat dicegah sedini mungkin dan juga dapat menghimpun hasil-hasil penelitian yang dapat didesiminasikan dalam masyarakat dalam pengendalian OPT tersebut serta dalam seminar ini ada sharing informasi antar peneliti sehingga permasalahan yang besar ini bisa kita pikirkan dan kita bisa hadapi bersama.

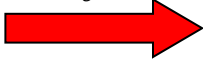
Saudara sekalian yang saya hormati terimakasih atas kehadiran bapak ibu sekalian pada seminar yang sangat penting ini. Dengan kehadiran dan peran serta peserta sekalian, saya yakin seminar ini dapat mencapai tujuan dan sasaran yang kita inginkan bersama. Ucapan terima kasih juga saya tujukan kepada Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian IPB, dan seluruh panitia yang telah bekerja dengan baik untuk terselenggaranya seminar ini.

Dengan mengucapkan Bismillahirrahmanirrahim Seminar Nasional Tanaman Perkebunan dengan tema Perlindungan Tanaman Perkebunan untuk Kesejahteraan Rakyat dan Bangsa resmi dibuka. Semoga Allah SWT memberikan yang terbaik buat kita semua. Selamat berseminar semoga sukses.
Terima kasih. Billahi taufiq walhidayah

Wassalamu alaikum wr. wb.

Bogor, Oktober 2016
Dekan Fakultas Pertanian-IPB

Dr. Ir. Agus Purwito, MSc.Agr



Aktivitas Nematisidal Daun, Batang, dan Bunga *Tithonia diversifolia* terhadap Nematoda Puru Akar *Meloidogyne incognita* secara *in vitro*
(*in vitro* Nematicidal Activity of Leaves, Stems, and Flowers of *Tithonia diversifolia* against Root-Knot Nematode *Meloidogyne incognita*)

Muhammad Firdaus Oktafiyanto, Ankardiansyah Pandu Pradana, dan Abdul Munif
Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor
Email: abdulmunif@ipb.ac.id

ABSTRACT

Root-knot nematode *Meloidogyne incognita* is a soil-borne pathogen in plantation crops. Tea, coffee, pepper, tobacco, and patchouli plant have been reported as host of this nematode. Environmentally friendly, inexpensive, and effective technique is required to control the population of *M. incognita*. Utilization of tithonia plant as botanical nematicide is an alternative solution needs to be applied. A total of 1:10 (w/v) of leaves, stems, and flowers of tithonia was boiled. Further, the decoction was used in the *in vitro* mortality test of J2 of *M. incognita*. The result showed that decoction of leaves, stems, and flowers of tithonia at various concentrations led to nematicidal effect against *M. incognita*. Best performance of nematicidal activity was found in the decoction of flowers at a concentration of 50%. This study provides new information concerning nematicidal effect of decoction of leaves, stems, and flowers of tithonia against *M. incognita*.

Keywords: active ingredients, botanical nematicide, decoction, extract, mortality

PENDAHULUAN

Nematoda puru akar (NPA) *Meloidogyne incognita* merupakan patogen yang menginfeksi beberapa tanaman perkebunan. *M. incognita* dilaporkan menginfeksi tanaman kakao (Sharma 1977), kopi (Carneiro *et al.* 2004), nilam (Neog & Bora 2007), tembakau (Sosa-Moss *et al.* 1983), dan lada (Ravindra *et al.* 2014). Akar tanaman yang terinfeksi oleh nematoda ini akan menunjukkan gejala puru, yaitu munculnya benjolan-benjolan pada akar. Puru pada akar menyebabkan akar tidak mampu bekerja secara optimal dalam menyerap air dan nutrisi dari tanah. Terganggunya penyerapan air dan nutrisi berpengaruh pada menurunnya kualitas dan kuantitas produk akhir tanaman yang terinfeksi (McClure *et al.* 1974; Sosa-Moss *et al.* 1983).

Infeksi NPA di Indonesia pada tanaman perkebunan telah dilaporkan, seperti infeksi pada tanaman tembakau di Temanggung (Yulianti 2015). NPA juga dilaporkan menginfeksi tanaman kopi di Kabupaten Lampung Barat, dan Kabupaten Tanggamus Provinsi Lampung.

Frekuensi absolut NPA pada tanaman kopi di kedua kabupaten tersebut berkisar 0.17

sampai dengan 0.40. Populasi *Meloidogyne* spp. pada tanaman kopi di Kabupaten Lampung Barat dan Kabupaten Tanggamus merupakan populasi nematoda parasit tertinggi setelah *Pratylenchus* sp., dan *Radopholus* sp (Swibawa 2014). Nematoda ini juga dilaporkan menyebabkan penyakit kuning pada tanaman lada di beberapa daerah di Indonesia. Penyakit kuning tanaman lada di Provinsi Bangka Belitung dilaporkan disebabkan oleh infeksi *Meloidogyne* spp., *Radopholus* sp., dan *Fusarium oxysporum* (Daras & Pranowo 2009).

Populasi NPA di tanah perlu dikelola agar tidak menimbulkan kehilangan hasil yang berarti pada tanaman perkebunan. Pengelolaan populasi NPA perlu dilakukan secara bijak agar tidak menimbulkan efek negatif bagi lingkungan dan produk perkebunan. Salah satu bentuk pengelolaan patogen yang ramah lingkungan adalah memanfaatkan ekstrak nabati sebagai substitusi pestisida kimia sintetik (Cook et al. 2006; Pavela 2007). Tanaman-tanaman yang mengandung senyawa antimikroba memiliki potensi yang besar untuk dimanfaatkan sebagai pengendali hama dan patogen (Chariandy et al. 1999; Kagale et al. 2004).

Tithonia diversifolia atau sering disebut dengan tanaman tithonia atau ki pahit adalah tanaman liar yang banyak tumbuh di sekitar aliran sungai, pekarangan dan lahan pertanian. Tanaman ini dikategorikan sebagai gulma berdaun lebar yang memiliki pertumbuhan sangat cepat (Olabode et al. 2007). *Tithonia* sudah banyak digunakan sebagai pestisida nabati untuk mengendalikan hama dan patogen tanaman karena tanaman ini mengandung senyawa flavonoid, tanin terpenoid, dan saponin yang mampu menurunkan intensitas serangan hama dan patogen (Adedire & Akinneye 2004).

Tindakan pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT) di lapangan sering terkendala oleh faktor harga bahan pengendali yang mahal, atau teknik aplikasi yang kurang praktis bagi petani. Petani tanaman perkebunan terutama golongan petani kecil membutuhkan teknik pengendalian OPT yang efektif, terjangkau secara ekonomi, namun mudah untuk dilakukan. *Tithonia* sebagai tanaman yang mudah ditemui, dan mengandung senyawa antimikroba berpotensi menjawab masalah di atas. Meskipun memiliki potensi yang besar, namun sampai saat ini keefektifan rebusan tanaman tersebut dalam mengendalikan *M. incognita* belum banyak dilaporkan. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh informasi keefektifan daun, batang, dan bunga *Tithonia diversifolia* pada berbagai konsentrasi dalam mengendalikan *Meloidogyne incognita* secara *in vitro*.

BAHAN DAN METODE

Penyediaan Rebusan Daun, Batang, dan Bunga *Tithonia diversifolia*

Tanaman tithonia diperoleh dari kebun milik petani di Kecamatan Dramaga, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. Bagian tanaman diperoleh atas izin pemilik lahan. Masing-masing bahan (daun, batang, dan bunga) ditimbang kemudian dicampur akuades dengan perbandingan 1:10 (w/v). Campuran tersebut direbus hingga mendidih di dalam gelas kaca. Rebusan kemudian didinginkan hingga suhu mencapai 25 °C – 28 °C. Rebusan yang telah

dingin kemudian disaring menggunakan saringan dengan ukuran 500 mesh agar diperoleh suspensi yang bersih. Suspensi tersebut diukur keasamannya menggunakan kertas pH, kemudian disimpan di botol kaca pada suhu 4 °C sampai dengan digunakan untuk pengujian (Elya & Shodiq 2012).

Penyediaan J2 *Meloidogyne incognita*

Akar tanaman tomat yang terinfeksi *M. incognita* dicuci dengan air mengalir dengan hati-hati. Akar yang telah bersih kemudian dipotong dengan ukuran ± 2 cm. Potongan akar dimasukkan kedalam larutan yang mengandung 1% natrium hipoklorit. Akar yang berada di dalam larutan tersebut kemudian dikocok dengan keras selama 5 menit untuk mendapatkan telur *M. incognita*. Telur yang diperoleh kemudian disaring menggunakan saringan dengan ukuran 500 mesh, dan dibilas sampai bau natrium hipoklorit hilang. Telur yang terdapat di saringan kemudian dimasukkan ke dalam cawan sirakus, lalu diinkubasi selama 5 hari agar menetas. Nematoda J2 yang baru menetas disimpan pada suhu 4 °C sampai dengan digunakan untuk pengujian (Coolen 1979).

Uji Aktivitas Nematisidal

Sebanyak 40 J2 *M. incognita* di dalam 1 mL akuades dimasukkan ke dalam botol kaca. Suspensi tersebut kemudian dicampur dengan rebusan daun, batang, dan buah tithonia dengan konsentrasi setiap rebusan adalah 10%, 20%, 30%, dan 50%. Sebagai kontrol suspensi diberi akuades steril dengan konsentrasi yang sama dengan perlakuan. Dua puluh empat jam setelah perlakuan nematoda di dalam botol disaring menggunakan saringan berukuran 500 mesh dan dicuci hingga bersih. Nematoda yang telah dicuci kemudian dimasukkan ke cawan sirakus untuk diamati. Pengamatan dilakukan 12 jam dan 24 jam setelah perlakuan (Nitao et al. 1999).

Konfirmasi Mortalitas Nematoda

Nematoda yang mati dan inaktif seringkali susah dibedakan karena sama-sama tidak menunjukkan aktivitas (bergerak). Uji konfirmasi bertujuan agar tidak terdapat kekeliruan dalam melakukan penghitungan mortalitas nematoda. Sebanyak 40 g NaOH dilarutkan ke dalam 1 liter akuades. Larutan tersebut diteteskan ke suspensi yang mengandung nematoda dengan perbandingan 1:100 (v/v). Setelah ditetesi NaOH, suspensi diinkubasi selama 5 menit. Nematoda yang inaktif akan kembali aktif setelah ditetesi NaOH. Nematoda yang masih hidup akan bergerak aktif kembali atau akan menunjukkan bentuk tubuh yang tidak lurus, sedangkan nematoda yang mati akan terdeteksi bentuk tubuhnya lurus (Harada & Yoshiga 2015; Xiang & Lawrence 2016).

Analisis Statistik

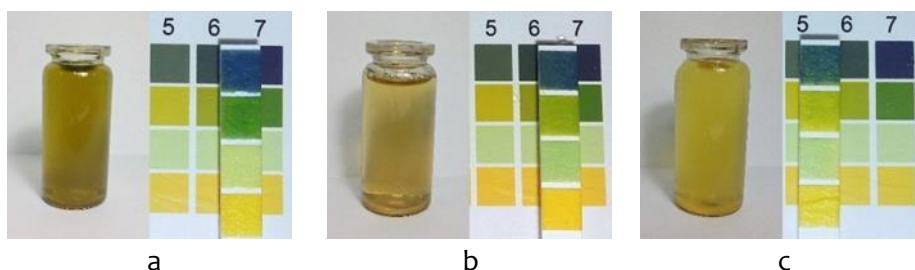
Analisis data dilakukan pada akhir pengamatan menggunakan analisis ragam pada taraf α 0.05. Apabila berbeda nyata maka dilakukan uji lanjut menggunakan uji DMRT pada taraf 5%. Aplikasi yang digunakan untuk analisis adalah DSAASTAT versi 1.021.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tanaman tithonia dipilih sebagai bahan dalam percobaan karena tanaman ini mudah ditemukan di Indonesia. Tithonia memiliki nilai ekonomi yang rendah, dan jarang dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari. Biasanya tithonia tumbuh secara liar di pekarangan, atau ditepian kebun, sawah, dan jalan. Beberapa petani menganggap tanaman ini sebagai gulma karena pertumbuhannya yang cepat dan sering tumbuh di sekitar tanaman utama (Barus 2003).

Pemanfaatan tithonia dalam dunia pertanian masih relatif sedikit. Meskipun belum banyak dimanfaatkan, tanaman tithonia memiliki potensi sebagai mulsa (Akbar *et al.* 2014), bahan dasar pembuatan kompos, dan pupuk hijau (Surya *et al.* 2013; Pramudika *et al.* 2014). Potensi lainnya yang dimiliki tanaman ini adalah sebagai insektisida nabati. Ekstrak tanaman ini telah diketahui efektif mengendalikan *Telfairia occidentalis* (Akanbi *et al.* 2007). Ekstrak ethanol daun tithonia dilaporkan mampu menghambat pertumbuhan cendawan *Penicillium atrovenetium*, *Aspergillus niger*, *Geotrichum candidium* dan *Fusarium flocciferum* (Liasu & Ayandele 2008). Penelitian di Kenya menunjukkan ekstrak tithonia berpotensi sebagai bahan pengendali rayap (Adoyo *et al.* 1997).

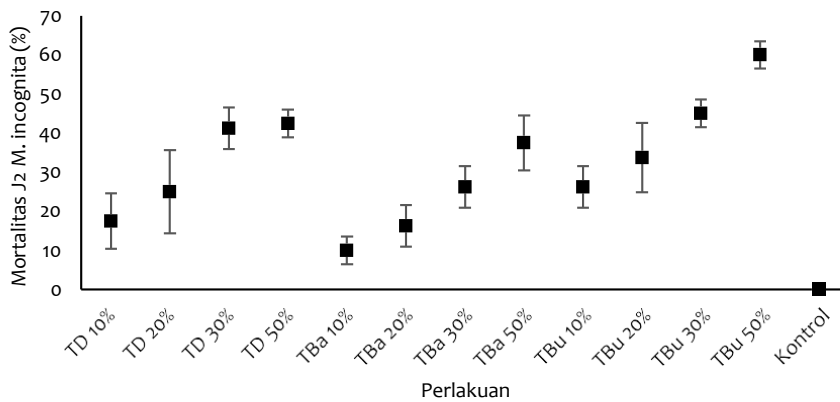
Hasil rebusan daun, batang, dan buah tithonia memiliki warna yang berbeda. Rebusan daun berwarna hijau tua kecokelatan dan keruh, rebusan batang berwarna hijau kekuningan dan sedikit keruh, sedangkan rebusan bunga berwarna kuning dan sedikit keruh. Nilai pH dari rebusan daun dan batang berkisar antara 6 sampai dengan 7, sedangkan rebusan bunga berkisar antara 5 sampai dengan 6. Perbedaan tersebut diduga karena perbedaan kandungan kimia yang terkandung di dalam setiap rebusan. Lebih lanjut hasil rebusan disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1 Rebusan daun (a), batang (b), dan bunga (c) tithonia menunjukkan warna dan pH yang berbeda

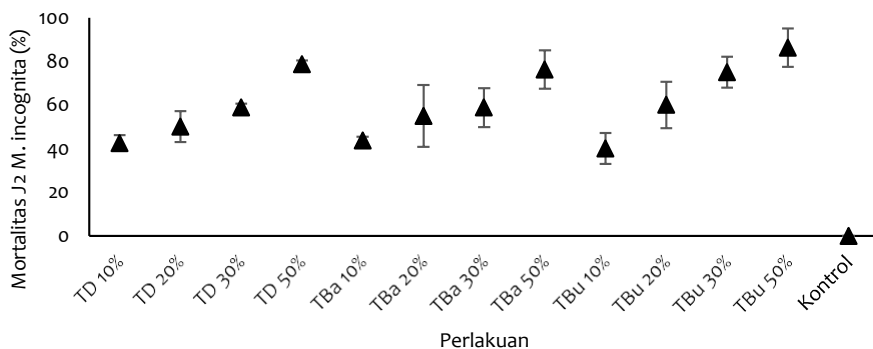
Aplikasi rebusan daun, batang, dan daun tithonia pada berbagai konsentrasi menunjukkan mampu membunuh *J2 M. incognita* antara 10% sampai dengan 60%. Pada setiap bagian tanaman (daun/batang/bunga) menunjukkan mortalitas nematoda semakin tinggi pada aplikasi rebusan dengan konsentrasi yang makin tinggi. Rebusan daun mampu membunuh *J2 M. incognita* 17.5% sampai dengan 42.5%, rebusan batang mampu membunuh 10% sampai dengan 37.5%, dan rebusan bunga mampu membunuh 26.25% sampai dengan

60%. Lebih lanjut keefektifan rebusan tithonia dalam membunuh *J2 M. incognita* disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2 Mortalitas *J2 M. incognita* pada perlakuan rebusan daun, batang, dan bunga tithonia dengan berbagai konsentrasi 12 jam setelah perlakuan (Keterangan; TD: rebusan daun tithonia, TBa: rebusan batang tithonia, TBU: rebusan bunga tithonia)

Rebusan daun, batang, dan bunga tithonia lebih efektif dalam membunuh *J2 M. incognita* setelah diaplikasikan 24 jam. Selama 24 jam rebusan tithonia mampu membunuh 40% sampai dengan 86.25% *J2 M. incognita*. Mortalitas rebusan daun berkisar antara 42.5% sampai dengan 78.75%, rebusan batang 43.75% sampai dengan 76.25%, dan rebusan bunga 40% sampai dengan 86.25%. Mortalitas *J2 M. incognita* pada perlakuan 24 jam terdapat pada Gambar 3.



Gambar 3 Mortalitas *J2 M. incognita* pada perlakuan rebusan daun, batang, dan bunga tithonia dengan berbagai konsentrasi 24 jam setelah perlakuan (Keterangan; TD: rebusan daun tithonia, TBa: rebusan batang tithonia, TBU: rebusan bunga tithonia)

Hasil penelitian menunjukkan ekstrak daun, batang, dan bunga tithonia pada berbagai konsentrasi memiliki potensi mengurangi jumlah inokulum *J2 M. incognita*. Secara statistik pengamatan 12 jam setelah perlakuan menunjukkan seluruh perlakuan kecuali rebusan batang pada konsentrasi 10% berbeda dengan kontrol. Hasil terbaik terdapat pada perlakuan menggunakan rebusan bunga tithonia pada konsentrasi 50% (Tabel 1a). Aplikasi selama 24 jam memberikan hasil yang relatif sama, yaitu seluruh perlakuan berbeda dengan kontrol. Rebusan bunga tithonia juga menunjukkan hasil terbaik pada aplikasi selama 24 jam (Tabel 1b).

Tabel 1 Mortalitas *J2 M. incognita* pada berbagai perlakuan rebusan tanaman tithonia selama 12 jam (a), dan 24 jam (b)

Perlakuan	Mortalitas (%)	Perlakuan	Mortalitas (%)
a		b	
Kontrol 10%	0 a	Kontrol 10%	0 a
Kontrol 20%	0 a	Kontrol 20%	0 a
Kontrol 30%	0 a	Kontrol 30%	0 a
Kontrol 50%	0 a	Kontrol 50%	0 a
TBa 10%	10 ab	TBu 10%	40 b
TBa 20%	16.25 bc	TD 10%	42.5 b
TD 10%	17.5 bc	TBa 10%	43.75 bc
TD 20%	25 cd	TD 20%	50 bcd
TBa 30%	26.25 cde	TBa 20%	55 bcd
TBu 10%	26.25 cde	TBa 30%	58.75 cd
TBu 20%	33.75 CDE	TD 30%	58.75 cd
TBa 50%	37.5 ef	TBu 20%	60 d
TD 30%	41.25 f	TBu 30%	75 e
TD 50%	42.5 f	TBa 50%	76.25 e
TBu 30%	45 f	TD 50%	79.375 e
TBu 50%	60 g	TBu 50%	86.25 e

Keterangan: TD (rebusan daun tithonia), TBa (rebusan batang tithonia), TBu (rebusan bunga tithonia). Angka-angka pada kolom yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada p-value 0.05 (uji selang berganda Duncan).

Rebusan daun, batang, dan bunga tithonia efektif membunuh *J2 M. incognita* karena tithonia mengandung senyawa antimikroba. Tithonia juga diketahui mengandung saponin pada bagian batang dan bunganya (Ogundare 2007). Saponin bersifat toksik terhadap hewan berdarah dingin. Saponin juga dapat menurunkan tegangan permukaan membran sel sehingga permeabilitas membran sel meningkat. Saat permeabilitas membran meningkat secara tidak terkendali maka akan terjadi kebocoran sel, selanjutnya terjadi

kematian. Saponin juga diketahui dapat menurunkan aktivitas enzim protease dalam saluran pencernaan serangga (Francis *et al.* 2002; Mandal *et al.* 2005; Chen 2008).

Hasil pengamatan menunjukkan nematoda yang diberi perlakuan menggunakan rebusan daun, batang, dan bunga tithonia tidak mengalami kerusakan tubuh. Kematian nematoda diduga karena adanya senyawa yang bersifat racun di dalam rebusan daun, batang, dan bunga tithonia. Lebih lanjut gambar nematoda yang mati karena rebusan tithonia terdapat pada Gambar 4.

Beberapa komponen utama pada ekstrak daun tithonia adalah asam palmiat, 9-pentadikadien-1-ol, benzil benzoat, dan sesquiterpen lakton (Moronkola *et al.* 2007; Chagas-Paula *et al.* 2012). Senyawa-senyawa aktif tersebut diduga juga berperan dalam memberi efek mortalitas terhadap *J2 M. incognita*. Senyawa lainnya seperti flavonoid dan terpenoid juga diketahui mampu mempengaruhi sistem fisiologis mikroba seperti nematoda. Terpenoid diketahui dapat menjadi racun kontak dan racun perut bagi beberapa jenis serangga. Keberadaan terpenoid akan mengganggu sistem syaraf serangga, dan menyebabkan kematian (Sachs *et al.* 1996; Isman 2006).



Gambar 4 *J2 M. incognita* yang mati karena perlakuan rebusan daun, batang, dan bunga tithonia tidak menunjukkan kerusakan pada tubuhnya

KESIMPULAN

Penelitian ini memberikan informasi baru bahwa rebusan daun, batang, dan bunga tithonia memiliki aktivitas nematisidal terhadap *J2 M. incognita*. Rebusan bunga tithonia dengan konsentrasi 50% memiliki performa terbaik dalam mengendalikan populasi *J2 M. incognita*.

DAFTAR PUSTAKA

- Adedire C, Akinneye J. 2004. Biological activity of tree marigold, *Tithonia diversifolia*, on cowpea seed bruchid, *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). *Annals of Applied Biology*. 144(2):185-189. Doi: 10.1111/j.1744-7348.2004.tb00332.x
- Adoyo F, Mukalama JB, Enyola M. 1997. Using *Tithonia* concoctions for termite control in Busia District, Kenya. *ILEIA Newsletter*. 13(4):24-25.

- Akanbi W, Adebayo T, Togun O, Adeyeye A, Olaniran O. 2007. The use of compost extract as foliar spray nutrient source and botanical insecticide in *Telfairia occidentalis*. *World Journal of Agricultural Sciences*. 3(5):642-652.
- Akbar MRA, Nugroho A, Sudiarso S. 2014. Pengaruh mulsa organik pada gulma dan tanaman kedelai (*Glycine max* L.) Var Gema. *Jurnal Produksi Tanaman*. 1(6):478-485.
- Barus E. 2003. *Pengendalian gulma di perkebunan, efektivitas dan efisiensi aplikasi herbisida*. Bekasi (ID): Kanisius.
- Carneiro RM, Tigano MS, Randig O, Almeida MRA, Sarah J-L. 2004. Identification and genetic diversity of *Meloidogyne* spp.(Tylenchida: Meloidogynidae) on coffee from Brazil, Central America and Hawaii. *Nematology*. 6(2):287-298. Doi: 10.1163/1568541041217942.
- Chagas-Paula DA, Oliveira RB, Rocha BA, Da Costa FB. 2012. Ethnobotany, chemistry, and biological activities of the genus *Tithonia* (Asteraceae). *Chemistry & biodiversity*. 9(2):210-235. Doi: 10.1002/cbdv.201100019.
- Chariandy C, Seaforth CE, Phelps R, Pollard G, Khambay B. 1999. Screening of medicinal plants from Trinidad and Tobago for antimicrobial and insecticidal properties. *Journal of Ethnopharmacology*. 64(3):265-270. Doi: 10.1016/S0378-8741(98)00130-5.
- Chen MS. 2008. Inducible direct plant defense against insect herbivores: a review. *Insect science*. 15(2):101-114. Doi: 10.1111/j.1744-7917.2008.00190.x.
- Cook SM, Khan ZR, Pickett JA. 2006. The use of push-pull strategies in integrated pest management. *Annual Review of Entomology*. 52(1):375-400. Doi: 10.1146/annurev.ento.52.110405.091407.
- Coolen W. 1979. Methods for extraction of *Meloidogyne* spp. and other nematodes from roots and soil. Di dalam: Perry RN, Moens M, Starr JL, editor. *Root-knot nematodes*. Cambridge (USA): CABI. Hlm:317-329.
- Daras U, Pranowo D. 2009. Kondisi kritis lada putih Bangka Belitung dan alternatif pemulihannya. *Jurnal Litbang Pertanian*. 28(1):1-6.
- Elya B, Shodiq AM. 2012. Aktivitas antioksidan ekstrak dan fraksi daun cincau hijau rambat (*Cyclea barbata* Miers.) serta identifikasi golongan senyawa dari fraksi yang paling aktif. *Jurnal Bahan Alam Indonesia*. 8(2):1-6.
- Francis G, Kerem Z, Makkar HP, Becker K. 2002. The biological action of saponins in animal systems: a review. *British Journal of Nutrition*. 88(06):587-605. Doi: 10.1079/BJN2002725.
- Harada Y, Yoshiga T. 2015. Distinguishing between inactivated and dead second stage juveniles of *Meloidogyne incognita* using the NaOH method. *Nematological Research*. 45(1):51-55. Doi: 10.3725/jjn.45.51.
- Isman MB. 2006. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annual Review of Entomology*. 51:45-66. Doi: 10.1146/annurev.ento.51.110104.151146.

- Kagale S, Marimuthu T, Thayumanavan B, Nandakumar R, Samiyappan R. 2004. Antimicrobial activity and induction of systemic resistance in rice by leaf extract of *Datura metel* against *Rhizoctonia solani* and *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*. *Physiological and Molecular Plant Pathology*. 65(2):91-100. Doi: 10.1016/j.pmpp.2004.11.008.
- Liasu M, Ayandele A. 2008. Antimicrobial activity of aqueous and ethanolic extracts from *Tithonia diversifolia* and *Bryum coronatum* collected from Ogbomoso, Oyo state, Nigeria. *Advances in Natural and Applied Sciences*. 2(1):31-34.
- Mandal P, Babu SS, Mandal N. 2005. Antimicrobial activity of saponins from *Acacia auriculiformis*. *Fitoterapia*. 76(5):462-465. Doi: 10.1016/j.fitote.2005.03.004.
- McClure MA, Ellis K, Nigh EL. 1974. Post-infection development and histopathology of *Meloidogyne incognita* in resistant cotton. *Journal of Nematology*. 6(1):21-26.
- Moronkola DO, Ogunwande IA, Walker TM, Setzer WN, Oyewole IO. 2007. Identification of the main volatile compounds in the leaf and flower of *Tithonia diversifolia* (Hemsl) Gray. *Journal of Natural Medicines*. 61(1):63-66. Doi: 10.1007/s11418-006-0019-5.
- Neog P, Bora B. 2007. Effect of inoculum levels of *Meloidogyne incognita* on Patchouli. *Annals of Plant Protection Sciences*. 15(1):276-277.
- Nitao JK, Meyer SL, Chitwood DJ. 1999. In-vitro assays of *Meloidogyne incognita* and *Heterodera glycines* for detection of nematode-antagonistic fungal compounds. *Journal of Nematology*. 31(2):172-183.
- Ogundare A. 2007. Antimicrobial effect of *Tithonia diversifolia* and *Jatropha gossypifolia* leaf extracts. *Trends in Applied Sciences Research*. 2(2):145-150.
- Olabode O, Sola O, Akanbi W, Adesina G, Babajide P. 2007. Evaluation of *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) a gray for soil improvement. *World Journal of Agricultural Sciences*. 3(4):503-507.
- Pavela R. 2007. Possibilities of botanical insecticide exploitation in plant protection. *Pest Technology*. 1(1):47-52.
- Pramudika G, Tyasmoro SY, Suminarti NE. 2014. Kombinasi kompos kotoran sapi dan paitan (*Tithonia diversifolia* L.) pada pertumbuhan dan hasil tanaman terung (*Solanum melongena* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*. 2(3):253-259.
- Ravindra H, Sehgal M, Manu T, Murali R, Latha M, Narasimhamurthy H. 2014. Incidence of root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) in black pepper in Karnataka. *Journal of Entomology and Nematology*. 6(4):51-55. Doi: 10.5897/JEN2013.0089.
- Sachs E, Benedict J, Taylor J, Stelly D, Davis S, Altman D. 1996. Pyramiding CryIA (b) insecticidal protein and terpenoids in cotton to resist tobacco budworm (Lepidoptera: Noctuidae). *Environmental Entomology*. 25(6):1257-1266. Doi: 10.1093/ee/25.6.1257.
- Sharma RD. 1977. Nematodes of the cocoa region of Bahia, Brazil: VI. Nematodes associated with tropical fruit trees. *Sociedade Brasileira de Nematologia*. 2:109-125.

- Sosa-Moss C, Barker K, Daykin M. 1983. Histopathology of selected cultivars of tobacco infected with *Meloidogyne* species. *Journal of Nematology* 15(3):392-397.
- Surya BSLRB, Raja LRBSL, Damanik B, Ginting J. 2013. Respons pertumbuhan dan produksi kacang tanah terhadap bahan organik *Tithonia diversifolia* dan pupuk SP-36. *Agroekoteknologi*. 1(3):725-731.
- Swibawa IG. 2014. Komunitas nematoda pada tanaman kopi (*Coffea Canephora* Var. Robusta) muda di Kabupaten Tanggamus Lampung. *Agrotrop*. 4(2):139-147.
- Xiang N, Lawrence KS. 2016. Optimization of in vitro techniques for distinguishing between live and dead second stage juveniles of *Heterodera glycines* and *Meloidogyne incognita*. *PloS One*. 11(5):1-13. Doi: 10.1371/journal.pone.0154818.
- Yulianti T. 2015. Pengelolaan patogen tular tanah untuk mengembalikan kejayaan tembakau Temanggung di Kabupaten Temanggung. *Perspektif*. 8(1):1-16.