



Efektivitas biopestisida pada tanaman vanili dalam melawan *Fusarium oxysporum* f.sp *vanillae*

LAILIYAH MAULIDATUL HASANAH, MIATIN ALVIN SEPTIANASARI, NURFAJRI EKA FITRI, DAN MUKHAMAD SU'UDI*

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember

Kata kunci:

Aglaophenia sp.,
BNR,
minyak cengkeh,
minyak serai wangi,
Vanilla planifolia

ABSTRAK: Tanaman vanili (*Vanilla planifolia* Andrews) merupakan salah satu komoditas ekspor Indonesia yang tersebar hampir di seluruh Indonesia. Namun, masalah yang harus dihadapi oleh petani tanaman vanili yaitu tanaman vanili yang mudah terserang penyakit seperti busuk batang akibat serangan patogen berupa jamur *Fusarium oxysporum* f.sp. *vanillae* yang berpengaruh terhadap produktivitas tanaman vanili. Tujuan dari penulisan artikel ini yaitu memberikan informasi berupa beberapa agen biopestisida yang berpotensi dalam melawan *Fusarium oxysporum* f.sp. *vanillae* pada tanaman vanili. Metode yang dilakukan dalam penyusunan artikel ini yaitu berupa studi literatur dari berbagai referensi. Ada tiga agen biopestisida yang berpotensi dalam melawan *Fusarium oxysporum* f.sp. *vanillae* yaitu penggunaan minyak cengkeh dan minyak serai, penggunaan ekstrak *Aglaophenia* sp. serta penggunaan BNR dan modifikasi penggunaan BNR dengan ekstrak daun tembakau.

Keywords:

Aglaophenia sp.,
BNR,
clove oil,
citronella oils,
Vanilla planifolia

ABSTRACT: Vanilla plants (*Vanilla planifolia* Andrews) are one of export commodities in Indonesia which spread to almost all areas in Indonesia. However, the problem must be faced by vanilla's plant farmers is vanilla plants susceptible to diseases such as stem rot due to pathogen attack from *Fusarium oxysporum* f.sp. *vanillae* which affect its productivity of vanilla plants. The purpose for this review is to disseminate information about some of potential biopesticide agents against *Fusarium oxysporum* f.sp. *vanillae* on vanilla plant. The method used in arranging this article is literature studies from various references. There are three potential biopesticide agents against *Fusarium oxysporum* f.sp. *vanillae* are, the use of clove oil and citronella oils, the use of *Aglaophenia* sp. extract and the use of BNR with modification BNR's mix with tobacco's leaf extract.

1 PENDAHULUAN

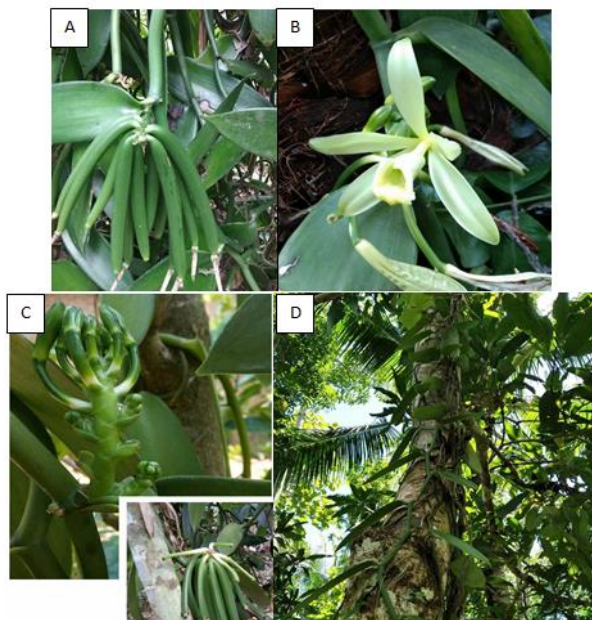
Tanaman vanili (*Vanilla planifolia* Andrews) merupakan tanaman tropis dan termasuk dalam famili Orchidaceae. Vanili berasal dari negara Meksiko [1]. Bagian buahnya dapat dimanfaatkan dalam industri makanan, minuman, farmasi, dan kosmetik karena memiliki kandungan vanillin ($C_8H_8O_3$) yang memiliki aroma khas. Tanaman ini sudah mulai berkembang dan dibudidayakan di daerah tropis salah satunya ialah Indonesia. Persebaran vanili di Indonesia hampir tersebar di seluruh wilayah, dengan sentra produksi di daerah Bali, Jawa, Sulawesi dan Sumatera [2]. Tanaman vanili memiliki lebih dari 100 spesies yang telah diketahui, namun hanya tiga spesies yang memiliki relevansi praktis yaitu, *V. planifolia*, *V. tahitensis*, dan *V. pompona*. Spesies *V. planifolia* sejauh ini merupakan

tanaman yang memiliki nilai paling penting di antara ketiganya. Unsur kimia utama vanili adalah *vanillin* (4-hydroxy-3-methoxybenzaldehyde) yang pertama kali diisolasi dari vanili oleh Goble di 1858. Senyawa rasa aromatik polar vanilin, etil vanilin, 4-hidroksi benzaldehida, 4-asam hidroksi benzoat, 4-hidroksi benzil alkohol, asam vanili, kumarin, piperonal, asam anisat dan anisaldehyde biasanya ditemukan dalam ekstrak rasa vanili alami dan buatan [3].

Ciri morfologi vanili antara lain memiliki batang berbentuk sulur, berwarna hijau dan agak lunak, memiliki ruas dan setiap ruas berukuran 10-15 cm. Daun tunggal dan tumbuh secara berselang seling dengan pangkal daun membalut batang vanili. Bentuk daun pipih bulat telur, dan ujung meruncing. Bunga keluar dari ketiak daun di bagian pucuk batang. Bunga berbentuk tandan berwarna hijau kebiruan pucat dan beraroma wangi. Tanaman ini

* Corresponding Author: msuudi52@gmail.com

memiliki dua jenis akar yaitu akar gantung dan akar tersusun di dalam tanah. Akar yang menggantung melekat kuat pada pohon atau media rambatannya dan juga bergantung di udara, berbeda dengan akar rambat yang menjalar hingga mencapai permukaan tanah [1].



Gambar 1. Morfologi *Vanilla planifolia* Andrews (A: Buah, B: Bunga, C: Kuncup bunga dan tahap pembuahan awal, D: Tanaman vanili pada inang).

Habitat yang cocok untuk tanaman vanili adalah terletak pada ketinggian 0-1500 mdpl dan curah hujan 1500-3000 mm/tahun dengan suhu udara berkisar 15-30°C. Namun demikian, pertumbuhan terbaik tanaman ini berada di daerah dengan suhu udara 21-32°C dan curah hujan 1778-2286 mm/tahun. Daerah yang memiliki tingkat kesesuaian tinggi bagi tanaman vanili diwajibkan memiliki periode bulan basah selama 7-8 bulan, dan bulan kering 2-3 bulan per tahun. Tanaman vanili dapat mengalami kematian jika terdapat bulan kering selama empat bulan berturut-turut dalam satu tahun [4]. Vanili merupakan tanaman yang tahan terhadap naungan serta memerlukan tanaman lain atau suatu tegakan sebagai inang sebagai tempat rambat [5]. Tanaman vanili sejak tahun 1850 mulai ditanam secara komersial di Jawa barat, dan mulai menyebar di beberapa daerah di Indonesia sejak tahun 1864. Negara penghasil vanili saat ini jika diurutkan dari tingkat produksi terbanyak dimulai dari Indonesia, Madagaskar, China, dan Mexico [6].

Permasalahan yang dihadapi petani vanili saat ini adalah adanya penyakit yang menyerang tanaman vanili. Penyakit ini dapat menyebabkan produktivitas tanaman vanili menurun serta menyebabkan ke-

matian pada tanaman. Munculnya penyakit pada tanaman vanili dapat disebabkan oleh jamur seperti, busuk batang, antraknosa, bercak coklat pada buah, dan busuk pangkal batang, serta disebabkan oleh parasit seperti karat merah [7]. Salah satu penyakit yang paling sering menyerang tanaman vanili adalah penyakit busuk batang. Busuk batang pada tanaman vanili disebabkan oleh jamur *Fusarium oxysporum* f.sp. *vanillae*. Kerugian petani akibat kematian vanili oleh penyakit busuk batang dapat mencapai 50-100%. Selain itu, busuk batang pada tanaman vanili juga memperpendek umur produksi dan menurunkan kualitas buah [8,9].

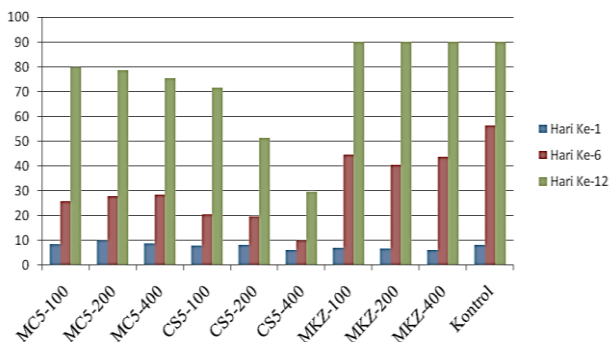
Fusarium oxysporum f.sp. *vanillae* adalah jenis jamur yang memiliki variabilitas tinggi. Hal ini disebabkan oleh sifat genetik dan respon fenotipnya terhadap perubahan lingkungan. Monospora *F. oxysporum* f.sp. *vanillae* berwarna putih pada medium PDA [9]. Pertumbuhan *F. oxysporum* f.sp. *vanillae* dipicu oleh kadar kelembaban yang tinggi dengan kisaran suhu 25-30°C pada pertumbuhan *in vitro* [9,10]. Pertumbuhan *F. oxysporum* f.sp. *vanillae* yang mudah pada kondisi lembab harus ditanggulangi, menyadari bahwa di Indonesia yang memiliki iklim tropis dan beberapa wilayahnya terdapat curah hujan yang cukup tinggi. Penggunaan pestisida dalam menekan pertumbuhan *F. oxysporum* f.sp. *vanillae* memiliki potensi merugikan karena selain mengganggu keseimbangan lingkungan juga dapat menimbulkan berbagai macam permasalahan. Residu yang terdapat pada pestisida memiliki kemungkinan dapat membunuh organisme lain, membuat organisme tujuan lebih tahan, dapat meresap dan terakumulasi dalam buah, serta dapat mencemari tanah dan perairan. Oleh karena itu, perlu adanya solusi lain yang dapat menghambat pertumbuhan patogen seperti *F. oxysporum* f.sp. *vanillae* yang ramah lingkungan dan dapat membunuh organisme target. Salah satu alternatif yang dapat digunakan ialah menggunakan biopestisida yang merupakan agen biologi yang mampu menghambat atau menekan pertumbuhan patogen [11].

Karya ini berupa ulasan artikel menggunakan metode studi literatur dengan mengoleksi sumber referensi melalui pencarian berupa artikel, buku dan situs resmi pemerintah. Artikel yang diambil berupa artikel nasional maupun internasional. Pencarian literatur menggunakan kata kunci: anggrek *Vanilla planifolia*, anggrek vanilla, permasalahan anggrek vanilla di Indonesia, penyakit anggrek vanilla, biopestisida *F. oxysporum* f.sp. *vanillae* dan kata kunci lain yang terkait.

2 HASIL DAN PEMBAHASAN

Persamaan Daya Hambat Minyak Cengkeh dan Serai Wangi Terhadap *F. oxysporum f.sp. vanillae*

Uji efektivitas minyak cengkeh dan serai wangi dalam skala laboratorium menunjukkan adanya daya hambat terhadap konidia dan miselium *F. oxysporum f.sp. vanillae*. Pada penelitian [12] penggunaan fungisida nabati (minyak cengkeh dan serai wangi) dibandingkan dengan fungisida sintesis mankozeb (MKZ). Hasil penelitian menunjukkan pemberian minyak cengkeh + minyak serai wangi pada dosis 5 ml/l (minyak cengkeh 10% + minyak serai wangi 10%) lebih efektif dalam menghambat pertumbuhan miselium, produksi konidia serta intensitas serangan *F. oxysporum f.sp. vanillae* strain Fov.F117. Rata-rata diameter koloni jamur *F. oxysporum f.sp. vanillae* strain Fov.F117 yang diberi perlakuan fungisida nabati dapat dilihat pada Gambar 2 yang menunjukkan adanya daya hambat fungisida nabati terhadap *F. oxysporum f.sp. vanillae* strain Fov.F117 [12].



Gambar 2. Rata-rata diameter koloni jamur *F. oxysporum f.sp. vanillae* strain Fov.F117 perlakuan 1 hari, 6 hari dan 12 hari [12].

Hasil yang diperoleh dalam penelitian [12] menunjukkan bahwa pada hari ke-6 hingga hari ke-12 penggunaan CS 5 dengan konsentrasi 400 ppm memiliki tingkat pengaruh paling tinggi, yang diikuti oleh CS 5 konsentrasi 200 ppm, dan 100 ppm. Sedangkan penggunaan fungisida sintesis MKZ tidak menunjukkan adanya daya hambat terhadap *F. oxysporum f.sp. vanillae* strain Fov.F117 hingga hampir sama dengan hasil yang ditunjukkan oleh kontrol. Hasil tersebut berbeda nyata apabila dibandingkan dengan fungisida nabati kombinasi minyak cengkeh dan minyak serai wangi.

Fusarium oxysporum dapat dihambat pertumbuhannya dengan serai wangi karena serai wangi memiliki kandungan senyawa minyak atsiri [13].

Minyak atsiri yang telah diujikan mampu menghambat koloni *F. oxysporum* dapat dilihat pada Gambar 3. yang telah diujikan selama 3, 5, dan 7 hari.

Grafik Diameter *F. oxysporum* Setelah Perlakuan



Gambar 3. Diameter *Fusarium oxysporum* yang dipengaruhi oleh penambahan minyak atsiri serai wangi dan kontrol. Keterangan: F1= Konsentrasi 2% ekstrak serai wangi; F2= Konsentrasi 4% ekstrak serai wangi; F3= Konsentrasi 6% ekstrak serai wangi; K-= Kontrol tanpa perlakuan; K+= Kontrol dengan penambahan fungisida (dithane) [13].

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan [12,13], dapat diketahui bahwa ekstrak serai dan minyak cengkeh memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan jamur *F.oxysporum f.sp. vanillae* pada tanaman vanili. Hal ini menunjukkan bahwa serai dan minyak cengkeh memiliki potensi sebagai agen biopestisida yang dapat digunakan oleh petani tanaman vanili dalam mengatasi masalah busuk akar akibat infeksi *F.oxysporum f.sp. vanillae*. Namun, uji lapang perlu dilakukan untuk mengetahui efektivitas ekstrak serai dan minyak cengkeh dalam menghambat *F.oxysporum f.sp. vanillae*. Hal ini dibutuhkan untuk dilakukan karena penelitian tersebut masih terbatas oleh skala laboratorium, sehingga perlu uji lebih lanjut untuk mengetahui efektivitasnya mengingat kondisi lapang jauh berbeda dengan kondisi laboratorium yang dapat dikontrol.

Daya Hambat *Aglaophenia sp.* Terhadap Pertumbuhan *F. oxysporum f.sp. vanilla*

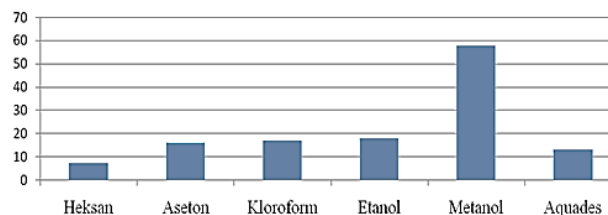
Potensi fungisida alami (biopestisida) bukan hanya berasal dari biota darat, namun juga dapat diperoleh dari biota laut. Salah satu biota laut yang sudah teruji pada penelitian [14], yaitu *Aglaophenia sp.* yang dapat menghambat pertumbuhan dari *F. oxysporum f.sp. vanillae*. Percobaan pada penelitian tersebut menggunakan beberapa jenis biota laut seperti kelompok alga laut yang diekstraksi dengan pelarut etanol terdiri dari *Eucheuma cottonii* dengan diameter zona hambat sebesar 9 mm dan nilai MIC 0,3%, *Gracilaria arcuata* memiliki diameter zona hambat

17-19 mm dengan nilai MIC 0,2%. Kelompok spons (porifera) yang diekstraksi dengan pelarut metanol terdiri dari *Haliclona* sp. dengan diameter zona hambat 18 mm dan nilai MIC 0,2%, *Tedaria ignis* diameter zona hambat 18 mm dengan nilai MIC 0,2%, *Amorphinopsis* sp. memiliki diameter zona hambat 15 mm dan nilai MIC 0,5%, famili Tetillidae diameter zona hambat 10 mm, nilai MIC 7,0%, famili Raspaliidae diameter zona hambat 19 mm, dan nilai MIC 0,5%, *Spongilla* sp. diameter zona hambat 23 mm, dan nilai MIC 0,3% serta *Clathrina* sp. yang memiliki diameter zona hambat 9 mm dan nilai MIC 5,0. Dari jenis terumbu karang (Cnidaria) menggunakan *Aglaophenia* sp. dengan pelarut metanol yang memiliki diameter zona hambat sebesar 58 mm dan nilai MIC 0,05. Pengujian antifungi yang dihasilkan menunjukkan bahwa bahan yang paling tepat untuk digunakan sebagai biopestisida adalah *Aglaophenia* sp. karena memiliki nilai MIC (Minimum Inhibitory Concentration) <0,1%. MIC merupakan nilai minimum dari konsentrasi ekstrak dalam membentuk zona bening. Nilai MIC yang layak diuji sebagai fungisida menurut [15,16] sebesar 0,1% (w/v). Sedangkan nilai MIC dari biota laut selain *Aglaophenia* sp. >0,1% (w/v).

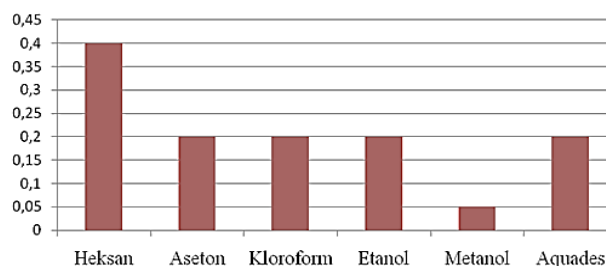
Ekstraksi *Aglaophenia* sp. dilakukan dengan menggunakan beberapa pelarut yang juga dapat mempengaruhi nilai MIC dan zona hambat ekstrak *Aglaophenia* sp. dijelaskan pada Gambar 4 dan Gambar 5. Metode yang digunakan dalam mengetahui zona hambat adalah metode sumuran pada PDA dimana isolat *Fusarium oxysporum* fsp. *vanillae* dicampur dengan media PDA cair. Setelah memadat dibuat sumuran dan kemudian ditambah ekstrak *Aglaophenia* sp. dengan berbagai macam pelarut untuk mengetahui tingkat keefektifan yang paling tinggi dalam menghasilkan zona hambat.

Standar MIC yang digunakan dalam penelitian [14] mengacu pada [15,16], menyebutkan bahwa standar MIC yang dapat digunakan untuk agen biopestisida adalah dibawah 0,1. Sehingga berdasarkan data Gambar 4 dapat diketahui bahwa ekstrak metanol *Aglaophenia* sp. efektif dalam menekan pertumbuhan *Fusarium oxysporum* fsp. *vanillae* dengan nilai MIC 0,05%. Berdasarkan hal tersebut dapat diketahui bahwa ekstrak metanol *Aglaophenia* sp. berpotensi sebagai agen biopestisida tanaman vanili. Uji lanjutan juga perlu dilakukan untuk mengetahui efektifitas ekstrak metanol *Aglaophenia* sp. dalam menghambat pertumbuhan *Fusarium oxysporum* fsp. *vanillae*. Namun hal yang perlu diingat yaitu penggunaan *Aglaophenia* sebagai agen biopestisida perlu diimbangi dengan upaya konservasi untuk menghindari eksploitasi secara besar-besaran yang

nantinya berpengaruh terhadap keseimbangan ekosistem laut.



Gambar 4. Diameter zona hambat penambahan ekstrak *Aglaophenia* sp. terhadap *F. oxysporum* [14]



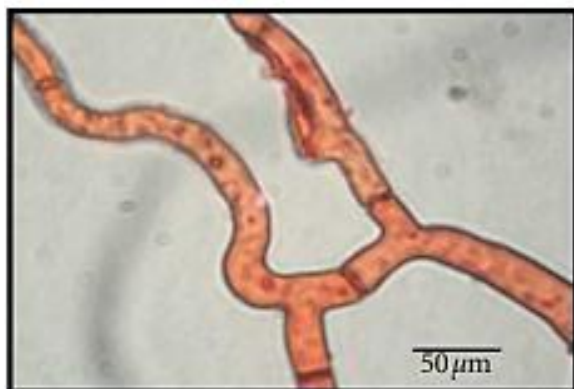
Gambar 5. Persentase MIC ekstrak *Aglophenia* sp. dengan beberapa pelarut [14]

Perujukan dan Pengutipan Efektifitas Binucleate Rhizoctonia (BNR) dalam Menekan Pertumbuhan *F. oxysporum* f.sp. *vanilla*

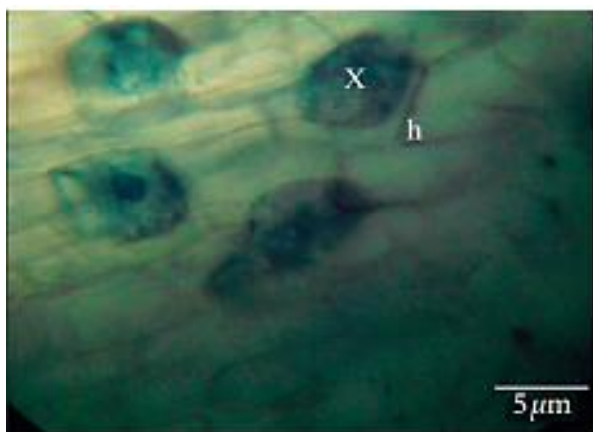
Binucleate *Rhizoctonia* (BNR) merupakan kelompok mikoriza yang bersimbiosis dengan akar tanaman anggrek termasuk tanaman vanili [17]. Manfaat mikoriza bagi tanaman yaitu membantu tanaman untuk menyerap unsur-unsur hara dalam tanah, sehingga penyerapan nutrisi tanaman dapat maksimal dan kebutuhan nutrisi tanaman terpenuhi [18]. Selain itu BNR memiliki kemampuan dalam meningkatkan resistensi tanaman dari kekeringan [19], juga mampu menghalangi perkembangan *F. oxysporum* f.sp. *vanilla* secara *in vitro* [20]. BNR memiliki kemampuan dalam mendegradasi zat kitin yang merupakan komponen dinding sel *F. oxysporum* f.sp. *vanilla*, sehingga BNR dapat digolongkan sebagai agen biopestisida. Pemanfaatan mikroorganisme termasuk BNR sebagai biopestisida memberikan banyak manfaat karena mikroorganisme tersebut berperan sebagai produsen enzim dan *Plant Growth Promoting Fungi* (PGPR) yang dapat memproduksi metabolit pengatur pertumbuhan dan menyediakan nutrisi bagi tanaman [19,21].

Mekanisme BNR dalam menekan pertumbuhan *F. oxysporum* f.sp. *vanilla* dengan akar tanaman dengan cara menginfeksi akar tanaman dan membentuk peloton (struktur khusus berupa kumpulan hifa pada akar tanaman yang berasosiasi dengan *Rhizoctonia*) pada jaringan tanaman vanili dapat

dilihat pada Gambar 6 dan Gambar 7. Adanya BNR pada tanaman vanili yang terinfeksi *F. oxysporum* f.sp. akan menghambat germinasi konidia dari *F. oxysporum* f.sp. dan melisiskan sel *F. oxysporum* f.sp. Dekomposisi *F. oxysporum* f.sp. tersebut nantinya berperan dalam menyediakan nutrisi dan sumber nutrisi bagi BNR [19].



Gambar 6. Hifa BNR (*Binucleate Rhizoctonia*) pada akar vanili di bawah mikroskop binokuler (perbesaran 50x) [19].



Gambar 7. Jaringan akar vanili yang diinokulasi oleh BNR: (x) peloton dan (h) hifa internal, di bawah mikroskop binokuler (pembesaran 50x) [19].

Uji efektifitas BNR sebagai biopestisida juga dikombinasikan dengan penggunaan biopestisida lain dalam menghambat pertumbuhan *F. oxysporum* f.sp. *vanilla* pada tanaman vanili, salah satunya yaitu penggunaan ekstrak daun *Nicotiana tabacum*. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa ekstrak daun *Nicotiana tabacum* berperan sebagai agen biopestisida beberapa fungi dan insekta [22, 23, 24, 25, 26], sehingga [19] melakukan penelitian dengan melakukan uji efektifitas BNR yang dikombinasikan dengan biopestisida dari ekstrak daun *Nicotiana tabacum* dalam menekan pertumbuhan *F. oxysporum* f.sp. *vanilla*. Hasil penelitian dari [19] menunjukkan bahwa kombinasi biopestisida BNR dan *Nicotiana*

tabacum berinteraksi positif dalam membunuh patogen tanah serta meningkatkan kandungan nitrogen, fosfor, dan kalium yang merupakan sumber nutrisi bagi tanaman vanili. Komponen-komponen tersebut sangat bermanfaat bagi tanaman vanili dan merupakan komponen esensial untuk pertumbuhan dan produktivitas tanaman vanili.

3 KESIMPULAN

Terdapat tiga agen biopestisida yang berpotensi dalam mengatasi permasalahan busuk batang pada vanili yaitu minyak serai wangi dan minyak cengkeh, ekstrak *Aglaophenia* sp., dan BNR yang dimodifikasi dengan ekstrak daun tembakau. Minyak cengkeh dan serai wangi memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan *F. oxysporum* f.sp. *vanillae* pada dosis 5 ml/l dengan konsentrasi 10% minyak cengkeh dan 10% minyak serai wangi dalam skala laboratorium. Ekstrak *Aglaophenia* sp. mampu menekan pertumbuhan *F. oxysporum* f.sp. *vanillae* secara optimal menggunakan pelarut metanol dengan nilai MIC yang dihasilkan sebesar 0.05%. Kombinasi antara BNR dan ekstrak daun tembakau berkorelasi positif dalam membunuh *F. oxysporum* f.sp. *vanillae* serta meningkatkan kandungan nutrisi bagi tanaman vanili.

REFERENSI

- [1] Samadi, B. *Budidaya Vanili*. Angkasa, 2021.
- [2] Nurcahyani, E., Issirep, S., Hadisutrisno, B., & Suharyanto, E. Penekanan Perkembangan Penyakit Busuk Batang Vanili (*Fusarium oxysporum* f.sp. *vanillae*) Melalui Seleksi Asam Fusarat Secara In Vitro. *J. Hpt Tropika* **2017**, 12(1), 12–22.
- [3] Sujalmi, S., Suharso, S., Supriyanto, R., & Buchari, B. Determination Of Vanillin In Vanilla (*Vanilla planifolia* Andrews) From Lampung Indonesia By High Performance Liquid Chromatography. *Indonesian Journal of Chemistry* **2005**, 5(1), 7–10.
- [4] Supriadi, H., EA, M. H., & Wardiana, E. Analisis Komponen Hasil Vanili Alor Pada Beberapa Agroekologi Di Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri* **2014**, 20(3), 142-150.
- [5] Suharti, S. Pola Pemanfaatan Lahan Dengan Aneka Usaha Kehutanan (AUK) Di Jawa Barat: Studi Kasus Di KPH Sumedang, Cianjur, Dan Sukabumi. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam* **2007**, 4(3), 301–313.
- [6] Anggraeni, I, Nurhadi, E., & Widayanti, S. Ekspor Vanili Dan Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Indonesia. *Berkala Ilmiah Agribisnis AGRIDEVINA* **2019**, 8(2), 99-114.
- [7] Hermanto, B., Nanda, & Sudirman, A. Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Pada Tanaman Vanili

- Menggunakan Metode Dempster-Shafer Berbasis Web. *Jurnal Komputasi* **2020**, *8(1)*, 91–102.
- [8] Hadisutrisno, B. Teknik Dan Strategi Perlindungan Tanaman Menghadapi Gangguan Penyakit Layu Fusarium. Simposium Nasional I, Purwokerto, 2-3 Maret 2004.
- [9] Nurcahyani, E., Issirep, S., Hadisutrisno, B., & Suharyanto, E. Penekanan Perkembangan Penyakit Busuk Batang Vanili (*Fusarium oxysporum* f.sp. *vanillae*) Melalui Seleksi Asam Fusarat Secara In Vitro. *J. Hpt Tropika* **2012**, *12(1)*, 12–22.
- [10] Nel, B., Steinberg, C., Labuschagne, N., & Viljoen, A. Isolation and Characterization of Nonpathogenic *Fusarium oxysporum* Isolates from the Rhizosphere of Healthy Banana Plants. *Plant Pathology* **2006**, *55(2)*, 207–216.
- [11] Dwiastuti, M. E., Fajri, M. N., & Yunimar, Y. Potensi *Trichoderma* Spp. Sebagai Agens Pengendali *Fusarium* Spp. Penyebab Penyakit Layu Pada Tanaman Stroberi. *Jurnal Hortikultura* **2016**, *25(4)*, 331-339.
- [12] Tombe, M., Pangeran, D., & Haryani, T. S. Keefektifan Formula Minyak Cengkeh Dan Serai Wangi Terhadap *Fusarium oxysporum* f.sp. *vanillae* Penyebab Busuk Batang Vanili. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri* **2012**, *18(4)*, 143–150.
- [13] Agustini, D., & Widayari, W. Upaya Menekan Pertumbuhan *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* Pada Tanaman Pisang Dengan Aplikasi Biopestisida Nabati Daun Sereh Wangi (*Cymbopogon nardus* L. *randel*). *Agroscience (AGSCI)* **2017**, *7(1)*, 203-213.
- [14] Suada, I. K. Keragaman Aktivitas Antifungi Biota Laut Terhadap *Fusarium oxysporum* f.sp. *vanillae*, Penyebab Busuk Batang Vanili. *Jurnal Bumi Lestari* **2012**, *12(1)*, 66–70.
- [15] Hoffmann, J. J., B.N. Timmermann, B.N. Meclaughlin, & H. Punnapayak. Potential Antimicrobial Activity of Plants from the Southwestern United States. *International Journal of Pharmacognosy* **1993**, *1(2)*, 101–115.
- [16] Andrews, J. M. Determination of Minimum Inhibitory Concentration (MIC). Department of Microbiology Birmingham, 2006, 19p.
- [17] Haryuni, H. Studies on Binucleate Rhizoctonia as a Mycorrhiza and Its Role in Increasing Vanilla Seedling Resistance toward Drought Stress (*Vanilla Planifolia* Andrews) against Drought Stress Doctoral dissertation, 2012.
- [18] Satter, M. A., Hanafi, M. M., Mahmud, T. M. M., & Azizah, H. Influence of Arbuscular Mycorrhiza and Phosphate Rock on Uptake of Major Nutrients by *Acacia Mangium* Seedlings on Degraded Soil. *Biology and Fertility of Soils* **2006**, *42(4)*, 345–349.
- [19] Haryuni, H., Harahap, A. F. P., Priyatmojo, A., & Gozan, M. The Effects of Biopesticide and *Fusarium oxysporum* f.sp. *vanillae* on the Nutrient Content of Binucleate Rhizoctonia -Induced Vanilla Plant. *International Journal of Agronomy* **2020**.
- [20] Haryuni, H., Soemarah, T. K. D., & Supriyadi, T. Efektivitas Jamur Rhizoctonia Binukleat Terhadap Perkembangan Patogen Busuk Batang Vanili (*Fusarium oxysporum* f.sp. *vanillae*) Secara In Vitro. *Jurnal Ilmiah Agrineca* **2014**, *14(2)*.
- [21] Pope, E. J., & Carter, D. A. Phylogenetic Placement and Host Specificity of Mycorrhizal Isolates Belonging to AG-6 and AG-12 in the Rhizoctonia Solani Species Complex. *Mycologia* **2001**, *93(4)*, 712–719.
- [22] Dewi, T. S. K., Supartini, Haryuni, Suprapti, E., Priyadi, S., Ardiyanto, D. D., Priyatmojo, A., & Gozan, M. Effect of Nicotiana tabacum Extract Concentration as Biopesticide on Protein Content of Robusta Coffee Beans and Skin." In International Conference on Science and Education and Technology 2018 (ISET 2018), September 2018.
- [23] Fauzantoro, A., Muharam, Y., & Gozan, M. Improvement of Nicotine Yield by Ethanolic Heat Reflux Extraction of Nicotiana Tabacum Var. Virginia Origin of Ponorogo. *International Journal of Applied Engineering Research* **2017**, *12(23)*, 13891-13897.
- [24] Haryuni, H., Dewi, T. S. K., Dewi, E., Rahman, S. F., & Gozan, M. The Effect of Beauveria bassiana on the Effectiveness of Nicotiana tabacum Extract as Biopesticide against Hypothenemus hampei to Robusta Coffee. *International Journal of Technology* **2019**, *10(1)*, 159–166.
- [25] Putra, D. A., Pramono, A., Fauzantoro, A., & Gozan, M. The Effect of Tobacco Leaves Pyrolysis Extract (*Nicotiana tabacum* L. var. *virginia*) against the Formation of Biofilm by *Staphylococcus aureus*: An in-Vitro Study. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2019, Volume 508, No. 1, pp. 012147.