

Pengaruh Isolat *Fusarium* sp. dan *Rhizopus* sp. pada Berbagai Teknik Inokulasi Terhadap Pembentukan Kemedangan pada Tanaman Gaharu (*Gyrinops Versteegii*)

The Effect of Isolat *Fusarium* sp. and *Rhizopus* sp. in Inoculation Techniques to The Form of Kemedangan in Agarwood (*Gyrinops versteegii*)

Ilham Roby Haryanto¹, Bambang Hermiyanto^{1*} dan Suhartiningsih Dwi Nurcahyanti¹

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember

Diterima 20 Februari 2016/Disetujui 12 September 2016

ABSTRACT

*Forming kemedangan agarwood is influenced by isolate factor and inoculation technique. This research purposes to distinguish the effect between *Fusarium* sp. and *Rhizopus* sp. and various fungus inoculation technique forming kemedangan agarwood by *G. versteegii* in Jember. This analysis was done by using factorial Randomized Complete Block Design (RCBD) which consists of two factors. First factor (A) is a type of shaped inocula of kemedangan agarwood that composes the three degrees, A1 = *Fusarium* sp. in liquid area, A2 = *Rhizopus* sp. in liquid area, A3 = Isolat *Fusarium* sp. and *Rhizopus* sp. in liquid area. Second factor (B) is inoculation technique that composes the three stages, B1 = Injection B2 = Infusion, B3 = Bamboo stick (satay steak), so as reaching 9 experiment combinations or experiment settings. Every attempt is repeated by three times, while it will be 27 tests to agarwood. The result of the analysis shows that fungus *Fusarium* sp. and its infusion are able to shape the highest kemedangan Agarwood that based on colored infected cell, infected tissues quantity, and infected aroma.*

Keywords : *Gyrinops versteegii*, *Fusarium* sp., *Rhizopus* sp., kemedangan agarwood

ABSTRAK

Pembentukan kemedangan gaharu dipengaruhi oleh faktor jenis isolat dan teknik inokulasi. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan pengaruh antara jenis isolat *Fusarium* sp. dan *Rhizopus* sp. dan berbagai teknik inokulasi jamur pembentuk kemedangan gaharu pada tanaman *G. versteegii* di jember. Penelitian ini dilakukan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial yang terdiri dari dua faktor. Faktor pertama (A) adalah jenis inokulan pembentuk kemedangan gaharu yang terdiri dari tiga taraf, A1 = Isolat *Fusarium* sp. dalam media cair, A2 = Isolat *Rhizopus* sp. dalam media cair, A3 = Isolat *Fusarium* sp. dan *Rhizopus* sp. dalam media cair. Faktor kedua (B) adalah teknik inokulasi yang terdiri dari tiga taraf, B1 = Suntik (injeksi), B2 = Infus, B3 = Stik bambu (tusuk sate) sehingga diperoleh 9 kombinasi percobaan atau plot percobaan. Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga terdapat 27 perlakuan pada tanaman gaharu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jamur *Fusarium* sp. dengan teknik suntik dapat membentuk kemedangan gaharu yang paling tinggi berdasarkan variabel warna jaringan terinfeksi, luas jaringan terinfeksi dan aroma jaringan terinfeksi.

Kata kunci : *Gyrinops versteegii*, *Fusarium* sp., *Rhizopus* sp., kemedangan gaharu

PENDAHULUAN

Indonesia adalah salah satu produsen gaharu terbesar di dunia dan menjadi tempat tumbuh endemik beberapa spesies gaharu komersial dari marga *Aquilaria* sp. dan *Gyrinops versteegii* (Murdan, 2008). Gubal gaharu yang banyak diperdagangkan adalah gubal yang terbentuk secara alami, sehingga untuk mendapatkannya para pemburu menebang pohon

gaharu yang tumbuh di hutan dan berakibat pada penurunan populasi. Beberapa tahun ke belakang sudah banyak para petani yang membudidayakan tanaman gaharu, tetapi proses pembentukan gubal secara alami membutuhkan waktu yang lama dengan berbagai faktor pembatas seperti jenis jamur penginfeksi yang spesifik dalam menghasilkan gubal (Susmianto dkk., 2014).

*Penulis Korespondensi : b.hermiyanto@gmail.com

Shimada dkk. dalam Suhendra dkk. (2012) menyatakan bahwa, masuknya mikroba kedalam jaringan tanaman dianggap sebagai benda asing sehingga sel tanaman akan menghasilkan suatu senyawa fitoaleksin yang berfungsi sebagai pertahanan terhadap penyakit atau patogen. Senyawa fitoaleksin tersebut dapat berupa resin berwarna coklat dan beraroma harum, serta menumpuk pada pembuluh *xylem* dan *floem* untuk mencegah meluasnya luka ke jaringan lain. Namun, apabila mikroba yang menginfeksi tanaman dapat mengalahkan sistem pertahanan tanaman maka gaharu tidak terbentuk dan bagian tanaman yang luka dapat membusuk.

Jamur berperan penting terhadap proses pembentukan gubal gaharu, terutama pada gaharu budidaya yang digunakan untuk mempercepat pembentukan gubal. Jenis jamur yang dapat diaplikasikan sebagai inokulan terhadap tanaman penghasil gaharu yaitu jamur *Fusarium* sp. (Iskandar dan Suhendra, 2012). Jamur *Fusarium* sp. dianggap sangat merugikan karena dapat menginfeksi tumbuhan dan menghasilkan senyawa mikotoksin sebagai racun yang dapat menyebabkan tumbuhan mengalami layu patologis dan menyebabkan kematian (Ngittu dkk., 2014).

Tanaman penghasil gaharu seperti tanaman lainnya yaitu sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor untuk tumbuh dan berkembang dengan baik. Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman penghasil gaharu lebih banyak berasal dari alam seperti intensitas sinar matahari, kelembapan, curah hujan dan pH tanah (Setyaningrum dan Saporito, 2014). Selain faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman gaharu, juga terdapat faktor yang berpengaruh terhadap pembentukan gubal gaharu seperti faktor patologis dan nonpatologis serta teknik inokulasi. Teknik inokulasi sendiri terdiri dari berbagai macam metode seperti metode suntik, metode infus dan metode stik bambu atau tusuk sate (Setyaningrum dan Saporito, 2014).

Menurut Mega dkk., (2012), formulasi inokulan *Fusarium* sp. dan *Rhizopus* sp. dalam campuran media padat dan cair berpengaruh nyata terhadap pembentukan gubal gaharu berdasarkan variabel warna, tingkat keharuman dan kandungan senyawa resin gubal gaharu. Jenis isolat *Fusarium* sp. dan *Rhizopus* sp. sangat berpengaruh terhadap pembentukan gubal atau kemedangan gaharu. Keterkaitan antara kedua jenis jamur tersebut dengan teknik inokulasi masih belum pernah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk

membandingkan pengaruh antara jenis isolat *Fusarium* sp. dan *Rhizopus* sp. dengan teknik inokulasi jamur pembentuk kemedangan tanaman penghasil gubal gaharu.

METODOLOGI PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Jember dan Inokulasi buatan di kebun gaharu yang berlokasi di Taman Botani Kecamatan Sukorambi Kabupaten Jember, Jawa Timur pada bulan November 2015 sampai bulan Mei 2016.

Persiapan Penelitian

Isolasi *Fusarium* sp. dan *Rhizopus* sp.

Fusarium sp. diisolasi dari sampel tanaman pisang dan *Rhizopus* sp. diisolasi dari buah durian yang terserang penyakit dilapang. Isolasi dilakukan dengan memotong bagian sampel yang terkena gejala dan sehat berukuran 1 cm x 1 cm. Sampel yang telah dipotong kemudian dibilas menggunakan klorox 30% dan aquades steril lalu dikeringkan menggunakan tisu steril. Sampel yang telah bersih kemudian dibiakkan pada media PDA dalam petridish dan diinkubasi selama 7 hari (Ngittu dkk., 2014). Biakan murni yang telah didapatkan dari kedua jamur kemudian diamati menggunakan mikroskop untuk melihat ciri morfologi *Fusarium* sp. (Suciati dkk., 2014) dan *Rhizopus* sp. (Smith dan Hursepuny, 2015).

Menghitung Kerapatan Spora *Fusarium* sp. dan *Rhizopus* sp.

Penghitungan kerapatan spora pada penelitian ini menggunakan standar dari penelitian (Suhendra dkk., 2012) yaitu 10^6 spora/ml. Kerapatan spora dihitung dengan meneteskan 1 ml suspensi pada Hemacytometer naubauer kemudian diamati menggunakan mikroskop binokuler perbesaran 400 kali. Hasil yang diperoleh kemudian dihitung menggunakan rumus dari Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan (BBPPTP) Surabaya (2014) yaitu:

$$S = \frac{X \times 10^3}{L \times t \times d}$$

Keterangan :

S = kepekatan spora/ml,

X = rerata total spora yang dihitung,

L = luas kotak hitung (0,04 x 5 = 0,2 mm²),

t = kedalaman bidang hitung (0,1 mm),

d = factor pengenceran,

10^3 = volume suspensi yang dihitung (1 ml = 10^3 mm³)

Kompatibilitas *Fusarium* sp. dan *Rhizopus* sp.

Uji kompatibilitas dilakukan dengan menumbuhkan *Fusarium* sp. dan *Rhizopus* sp. secara bersama dalam satu petridish dan diukur diameternya. Selain itu, juga dilakukan isolasi *Fusarium* sp. dan *Rhizopus* sp. secara tunggal dalam petridish yang berisi media PDA. Diameter jamur diukur menggunakan software scion image seperti pada Penelitian Setiawan (2016). Indeks kompatibel (IK) sendiri dihitung menggunakan rumus yang diadopsi dan dimodifikasi dari Hamilton dan Attia (dalam Hanudin dkk., 2012).

$$IK = \frac{\text{Pertumbuhan Mikroorganisme tunggal}}{\text{Pertumbuhan Mikroorganisme gabungan}}$$

Keterangan :

$IK \leq 1$ = Campuran mikroorganisme kompatibel

$IK \geq 1$ = Campuran mikroorganisme tidak kompatibel

Pelaksanaan Penelitian

Inokulasi *Fusarium* sp. dan *Rhizopus* sp. pada Tanaman *G. versteegii*

Inokulasi dilakukan pada tanaman berumur 3 tahun yang memiliki diameter batang 3-8 cm. Batang tanaman di bor dengan kedalaman 1/3 (2-3 cm) dari diameter pohon, pelubangan paling bawah dilakukan dengan tinggi lebih dari 20 cm dari permukaan tanah, satu pohon terdapat 3 ulangan dengan jarak lubang 10 cm antar ulangan, pelubangan dilakukan secara melingkar dengan sudut kemiringan 30° (Suhendra dkk., 2012).

Masa Inkubasi Patogen di Lapang

Inkubasi dihitung mulai awal inokulum diaplikasikan pada *G. versteegii* sampai tanaman menunjukkan gejala terserang oleh patogen *Fusarium* sp. dan *Rhizopus* sp. (Harmaningrum, 2015).

Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial yang terdiri dari dua faktor. Faktor pertama (A) adalah jenis inokulan pembentuk kemedangan gaharu yang terdiri dari tiga taraf, A1 = Isolat *Fusarium* sp. A2 = Isolat *Rhizopus* sp. A3 = Isolat *Fusarium* sp. dan *Rhizopus* sp. Faktor kedua (B) adalah teknik inokulasi yang terdiri dari tiga taraf, B1 = Suntik (injeksi), B2 = Infus, B3 = Tusuk bambu, sehingga diperoleh 9 kombinasi percobaan atau plot percobaan. Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga terdapat 27 perlakuan pada tanaman gaharu.

Variabel pengamatan

Warna Jaringan Terinfeksi

Pengamatan perubahan warna dilakukan sebanyak satu kali yaitu pada 90 hari setelah inokulasi (hsi). Tingkat perubahan warna kayu ditetapkan berdasarkan sistem skor 0 = Putih, 1 = Putih kecokelatan, 2 = Cokelat, 3 = Cokelat kehitaman. Pengamatan perubahan warna dilakukan dengan cara kulit batang di sekitar lubang bor dikupas, kemudian bagian yang mengalami perubahan warna diambil sebagai sampel yang akan di uji secara organoleptik. Uji organoleptik dinyatakan dengan rerata skor dari lima responden (Rahayu dkk. dalam Winarsih dkk., 2011).

Luas Jaringan Terinfeksi

Pengukuran luas infeksi dilakukan pada 90 hari setelah inokulasi di sekitar titik pengeboran. Batang di sekitar titik bor dikupas kulitnya lalu diukur luas infeksi menggunakan kertas kalkir. Data pengukuran luasan menggunakan kertas kalkir kemudian dikonversi pada millimeter blok untuk mengetahui luas dengan nilai satuan centimeter persegi (cm²) (Rahayu dkk. dalam Winarsih dkk., 2011).

Tingkat Aroma Jaringan Terinfeksi

Pengamatan aroma dilakukan sebanyak satu kali yaitu pada 90 hari setelah inokulasi (hsi). Sampel yang telah diambil kemudian dibakar untuk mengetahui aroma dari kemedangan gaharu. Tingkat aroma ditetapkan melalui uji organoleptik yang dinyatakan dari rerata skor lima responden. Skor 0 = Tidak beraroma gaharu, 1 = Aroma gaharu tipis, 2 = Aroma sama dengan standart gaharu, 3 = Aroma lebih tajam dari standart gaharu, 4 = Aroma sangat tajam dari standart gaharu (Rahayu dkk. dalam Winarsih dkk., 2011).

Analisis Data

Data hasil pengamatan diolah menggunakan sidik ragam (ANOVA). dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan **Tabel 1** diatas, warna jaringan terinfeksi tidak dipengaruhi oleh jenis isolat dan teknik inokulasi berdasarkan sidik ragam anova. Luas jaringan terinfeksi dipengaruhi oleh jenis isolat dan teknik inokulasi serta interaksi. Tingkat aroma dipengaruhi oleh teknik inokulasi, namun tidak dipengaruhi oleh jenis isolat dan interaksi.

Tabel 1. Nilai F-hitung pada taraf kepercayaan tabel 5 % untuk semua variabel penelitian pada fase pembentukan kemedangan gaharu

Variabel Penelitian	Nilai F-Hitung		
	Jenis Isolat (A)	Teknik Inokulasi (B)	Interaksi (A x B)
Warna jaringan terinfeksi (skor)	1,00 ns	0,78 ns	1,06 ns
Luas jaringan terinfeksi (cm)	17,52**	29,09**	9,64**
Tingkat aroma (skor)	3,29 ns	4,54 *	1,46 ns

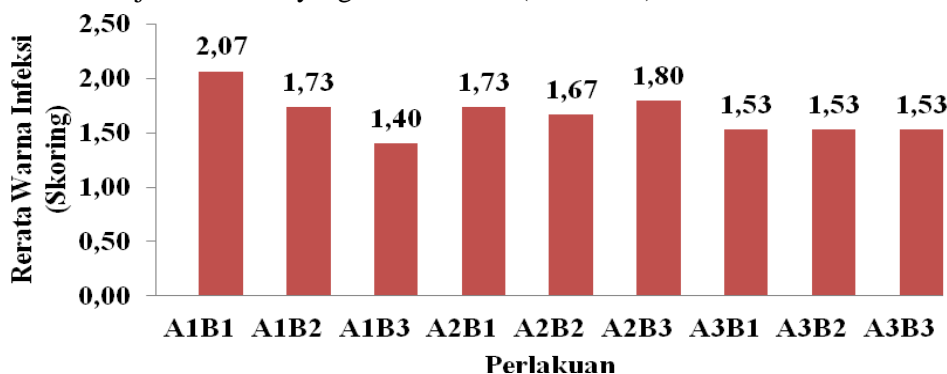
Keterangan : (ns) tidak berbeda nyata; (*) berbeda nyata; (**) berbeda sangat nyata

Warna Jaringan Terinfeksi

Pengamatan warna infeksi dilakukan pada akhir penelitian yaitu 90 hsi yang dinyatakan dalam rerata nilai skoring dari lima responden. Berikut merupakan hasil pengamatan dan perhitungan sidik ragam pada tabel 5%.

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, diketahui bahwa variabel warna jaringan terinfeksi menunjukkan hasil yang tidak

berbeda nyata pada sidik ragam anova. Perlakuan terbaik pada *Fusarium* sp. dengan teknik inokulasi suntik (A1B1) yang memiliki nilai rata-rata skor perlakuan 2,07 dan masuk dalam kategori warna cokelat. Perlakuan terendah pada *Fusarium* sp. dengan teknik inokulasi tusuk bambu (A1B3) yang memiliki nilai rata-rata skor perlakuan 1,40 dan masuk dalam kategori putih kecokelatan (Gambar 1).



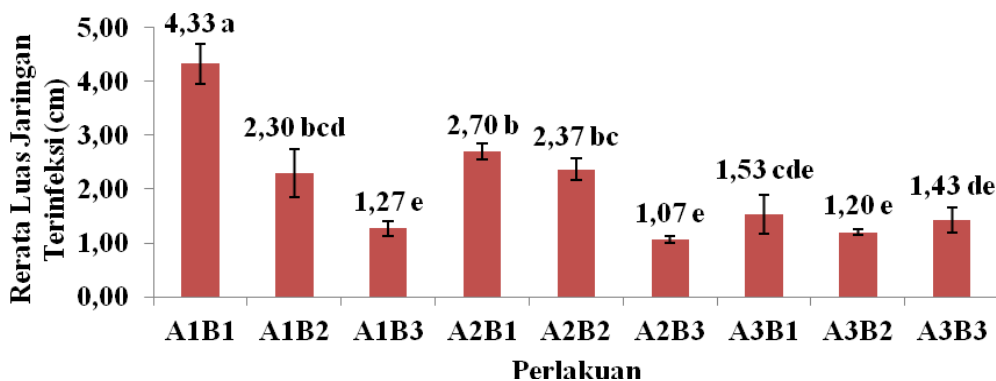
Gambar 1. Warna jaringan terinfeksi pada pembentukan kemedangan gaharu; Skor 0 = Putih; 1 = Putih kecokelatan; 2 = Cokelat; 3 = Cokelat kehitaman; A1B1 (*Fusarium* sp.+ teknik suntik); A1B2 (*Fusarium* sp.+ teknik infus); A1B3 (*Fusarium* sp.+ teknik tusuk bambu); A2B1 (*Rhizopus* sp.+ teknik suntik); A2B2 (*Rhizopus* sp.+ teknik infus); A2B3 (*Rhizopus* sp.+ teknik tusuk bambu); A3B1 (Kombinasi *Fusarium* sp. dan *Rhizopus* sp.+ teknik suntik); A3B2 (Kombinasi *Fusarium* sp. dan *Rhizopus* sp.+ teknik infus); A3B3 (Kombinasi *Fusarium* sp. dan *Rhizopus* sp.+ teknik tusuk bambu)

Luas Jaringan Terinfeksi

Berdasarkan hasil sidik ragam anova, luas jaringan terinfeksi dipengaruhi oleh jenis isolat, teknik inokulasi dan interaksi. Berikut merupakan hasil perhitungan sidik ragam menggunakan uji lanjut DMRT pada taraf kepercayaan 5 %.

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan uji DMRT taraf 5 %, *Fusarium* sp. menggunakan teknik suntik (A1B1) menunjukkan hasil yang berbeda dengan semua perlakuan. Perlakuan *Fusarium* sp. dengan teknik infus (A1B2) menunjukkan hasil yang tidak berbeda dengan perlakuan *Rhizopus* sp. menggunakan teknik suntik (A2B1) dan *Rhizopus* sp. dengan teknik infus (A2B2).

Perlakuan *Fusarium* sp. menggunakan teknik tusuk bambu (A1B3) menunjukkan hasil yang tidak berbeda dengan perlakuan *Rhizopus* sp. menggunakan teknik tusuk bambu (A2B3), kombinasi *Fusarium* sp. dan *Rhizopus* sp. dengan teknik suntik (A3B1), kombinasi *Fusarium* sp. dan *Rhizopus* sp. dengan teknik infus (A3B2) serta kombinasi *Fusarium* sp. dan *Rhizopus* sp. dengan teknik tusuk bambu (A3B3). Perlakuan terbaik ditunjukkan oleh *Fusarium* sp. menggunakan teknik suntik (A1B1) dengan rerata luas infeksi 4,33 cm dan terendah ditunjukkan oleh perlakuan *Rhizopus* sp. menggunakan teknik tusuk bambu (A2B3) dengan rerata luas infeksi 1,07 cm (Gambar 2).

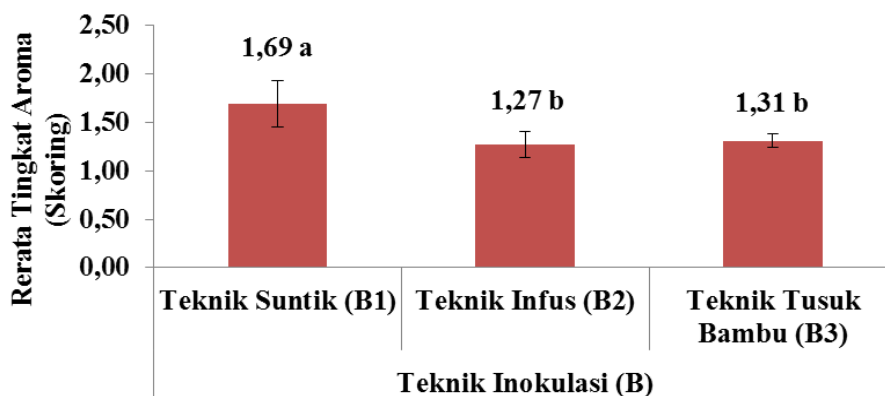


Gambar 2. Luas jaringan terinfeksi pada pembentukan kemedangan gaharu yang disebabkan oleh *Fusarium* sp. dan *Rhizopus* sp.; A1B1 (*Fusarium* sp.+ teknik suntik); A1B2 (*Fusarium* sp.+ teknik infus); A1B3 (*Fusarium* sp.+ teknik tusuk bambu); A2B1 (*Rhizopus* sp.+ teknik suntik); A2B2 (*Rhizopus* sp.+ teknik infus); A2B3 (*Rhizopus* sp.+ teknik tusuk bambu); A3B1 (Kombinasi *Fusarium* sp. dan *Rhizopus* sp.+ teknik suntik); A3B2 (Kombinasi *Fusarium* sp. dan *Rhizopus* sp.+ teknik infus); A3B3 (Kombinasi *Fusarium* sp. dan *Rhizopus* sp.+ teknik tusuk bambu)

Tingkat Aroma Kemedangan Gaharu

Berdasarkan hasil sidik ragam anova, tingkat aroma dipengaruhi oleh teknik inokulasi dan tidak dipengaruhi oleh jenis isolat serta interaksi. Berikut merupakan hasil perhitungan sidik ragam anova menggunakan uji lanjut DMRT pada taraf kepercayaan Tabel 5. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan uji DMRT taraf 5 %, perlakuan teknik inokulasi suntik (B1) menunjukkan hasil yang berbeda dengan

perlakuan teknik infus (B2) dan teknik tusuk bambu (B3). Perlakuan teknik infus (B2) menunjukkan hasil yang tidak berbeda dengan teknik tusuk bambu (B3). Teknik inokulasi suntik menunjukkan tingkat aroma yang paling baik dengan rerata nilai skoring 1,69 dan masuk dalam kategori aroma gaharu tipis. Teknik inokulasi infus menunjukkan tingkat aroma paling rendah dengan rerata nilai skoring 1,27 dan juga masuk dalam kategori aroma gaharu tipis (Gambar 3).



Gambar 3. Teknik inokulasi terhadap aroma kemedangan gaharu; Skor 0 = Tidak beraroma gaharu; 1 = Aroma gaharu tipis; 2 = Aroma sama dengan standart gaharu; 3 = Aroma lebih tajam dari standart gaharu; 4 = Aroma sangat tajam dari standart gaharu

Luas Jaringan Terinfeksi

Perlakuan terbaik pada variabel luas jaringan terinfeksi ditunjukkan oleh *Fusarium* sp. dengan teknik suntik (A1B1). Keefektifan *Fusarium* sp. dengan teknik suntik diduga dipengaruhi oleh faktor patogen, teknik inokulasi dan ketahanan tanaman gaharu. Menurut Carolina (2012), infeksi yang diakibatkan oleh jamur *Fusarium* sp. dan stressing terjadi pada pembuluh kayu yang dapat menyebabkan menurunnya

kemampuan sel serta jaringan dalam melaksanakan fungsi-fungsi fisiologisnya.

Menurut Putri (2011), perkembangan penyakit diawali dari tahap pra infeksi seperti melekatnya spora dan hifa pada permukaan inang, perkecambahan spora, pembentukan struktur penetrasi seperti apresorium yang dilanjutkan dengan terjadinya infeksi dan kolonisasi. Pelekatan spora merupakan tahap awal jamur melakukan kontak dengan inang yang menentukan keberhasilan infeksi. Proses

pelekatan dipengaruhi oleh bahan ekstraseluler dan struktur kimia yang dihasilkan jamur. Bahan berupa protein dan glukoprotein untuk melindungi spora dari metabolit sekunder yang dihasilkan inang.

Prins dkk. dalam Putri (2011) menyebutkan bahwa spora yang telah stabil akan berkecambah dengan membentuk tabung kecambah. Gula dan asam amino yang diekresikan oleh inang juga dapat mempercepat proses perkecambahan spora. Mekanisme penetrasi yang dihasilkan oleh jamur mencakup aktivitas penetrasi secara fisik, enzimatis dan toksisitas. Mekanisme patogenesis secara fisik terjadi karena terbentuknya struktur khusus penetrasi seperti apresorium sebelum menembus jaringan inang.

Nugraheni (2010) menyebutkan bahwa miselium jamur yang telah menginfeksi jaringan pembuluh *xylem* akan terbawa ke bagian lain tanaman sehingga mengganggu peredaran nutrisi dan air. Walker dan Susetyo (dalam Nugraheni, 2010) menyebutkan bahwa jamur *Fusarium* sp. akan membentuk polipeptida atau likomarasmin setelah menginfeksi pembuluh *xylem* yang dapat mengganggu permeabilitas membran plasma dari tanaman. Suhu udara yang berkisar antara 27 sampai 28 °C diduga juga berpengaruh terhadap keefektifan *Fusarium* sp. dengan teknik suntik. Putri (2013) menyatakan bahwa *Fusarium* sp. berkembang pada suhu 21 sampai 33 °C dengan suhu optimum 28 °C.

Perlakuan terendah pada variabel luas jaringan terinfeksi ditunjukkan oleh *Rhizopus* sp. dengan teknik tusuk bambu (A2B3). Rendahnya perlakuan *Rhizopus* sp. dengan teknik tusuk bambu diduga dipengaruhi oleh faktor suhu udara, teknik inokulasi, kelembapan dan curah hujan. Suhu udara di lokasi penelitian yang berkisar antara 27 sampai 28 °C. Asnawati (2008) menyatakan bahwa suhu optimal untuk pertumbuhan *Rhizopus* sp. berkisar antara 35 sampai 44 °C. Reaksi metabolisme akan meningkat seiring dengan peningkatan suhu sampai batas tertentu.

Teknik inokulasi berhubungan dengan penetrasi patogen yang masuk kedalam jaringan tanaman. Penetrasi patogen kedalam jaringan tanaman juga dipengaruhi oleh kelembapan udara dan curah hujan. Kelembapan dilokasi penelitian berkisar antara 88 sampai 90% dan curah hujan Kecamatan Sukorambi berkisar antara 65 sampai 98 mm/hari. Karyantara (2009) menyatakan bahwa, kelembapan udara yang mendukung pertumbuhan tanaman gaharu berkisar antara 60 sampai 80%.

Berdasarkan pernyataan tersebut maka kelembapan dilokasi penelitian terlalu tinggi sehingga infeksi yang dilakukan oleh patogen tidak maksimal. Curah hujan yang tinggi juga akan mempengaruhi terhadap pencucian suspensi spora pada tusuk bambu. Menurut Dinas Pertanian (2015), curah hujan di Kecamatan Sukorambi pada tahun 2000 sampai 2015 berkisar antara 2326 mm/tahun. Karyantara (2009) menyebutkan bahwa, curah hujan yang mendukung pertumbuhan tanaman gaharu berkisar antara 1000 – 2000 mm/tahun.

Tingkat Aroma Kemedangan Gaharu

Jenis isolat *Fusarium* sp. merupakan perlakuan terbaik dibandingkan *Rhizopus* sp, kombinasi *Fusarium* sp. dan *Rhizopus* sp. meskipun tidak berbeda pada sidik ragam anova. Jenis isolat *Fusarium* sp. memberikan aroma yang paling harum dari pada *Rhizopus* sp. Berdasarkan hasil uji DMRT taraf 5%, teknik inokulasi suntik (B1) menunjukkan hasil yang berbeda dengan teknik inokulasi infus (B2) dan teknik inokulasi tusuk bambu (B3). Teknik inokulasi infus tidak berbeda dengan teknik inokulasi tusuk bambu. Teknik inokulasi suntik memberikan aroma yang paling harum dari pada teknik inokulasi infus. Ketiga teknik inokulasi tersebut masuk dalam kategori aroma gaharu tipis meskipun dibedakan dalam perlakuan terbaik dan terendah karena sama-sama berada dalam skor 1 (Gambar 3). Keefektifan teknik inokulasi suntik diduga dipengaruhi oleh faktor patogen, teknik inokulasi, lingkungan dan tanaman.

Iskandar dan Suhendra (2012) menyatakan bahwa beberapa faktor sangat berpengaruh terhadap pembentukan, kuantitas dan kualitas gaharu yang diproduksi oleh tanaman penghasil gaharu hasil budidaya. Faktor-faktor tersebut seperti jenis dan kemurnian mikroorganisme yang digunakan, jenis inokulan yang tepat pada pohon dalam kondisi tertentu, penggunaan inokulan yang unggul, teknik inokulasi yang baik, serta waktu antara inokulasi dan panen. Semakin lama maka mutu gubal yang dihasilkan juga akan semakin tinggi. Perlakuan teknik inokulasi suntik (B1) pada variabel tingkat aroma saling berhubungan dengan luas infeksi dan warna jaringan terinfeksi. Ketiga variabel tersebut menyebutkan bahwa *Fusarium* sp. dengan teknik suntik merupakan perlakuan terbaik (Gambar 1 dan Gambar 2).

Iskandar dan Suhendra (2012) menyatakan bahwa efektifitas hasil penyuntikan ditentukan berdasarkan pengukuran infeksi pada tanaman yang meliputi luas infeksi, tingkat wangi dan tingkat warna. Tingkat perubahan warna kayu dan

tingkat wangi ditetapkan berdasarkan sistem skor. Secara umum semua perlakuan menyebabkan perubahan warna kayu dan menghasilkan perubahan aroma kayu menjadi harum. Subowo (2010) menyatakan bahwa aroma wangi gaharu terbentuk oleh adanya resin yang merupakan metabolit sekunder dari tanaman gaharu untuk merespon infeksi jamur patogen.

KESIMPULAN

Fusarium sp. dengan teknik suntik merupakan kombinasi terbaik dalam membentuk kemedangan gaharu berdasarkan parameter warna, luas dan tingkat aroma jaringan terinfeksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Asnawati, K. 2008. Inkorporasi Kromium pada Media Kedelai yang Difermentasikan dengan *Rhizopus* sp. *Skripsi*. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor.
- Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan Surabaya. 2014. *Metode Perhitungan Jumlah Spora Cendawan*. Intruksi Kerja. Edisi 6 Februari 2014.
- Carolina, S.D.A. 2012. Pengaruh Kombinasi Berbagai Media Tanam dengan Inokulum Cendawan *Acremonium* sp. dan *Fusarium* sp. Terhadap Kualitas Gaharu Pada *Aquilaria crassna*. *Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Pertanian Bogor.
- Dinas Pertanian. 2015. *Keadaan Curah Hujan Kabupaten Jember*. Jember.
- Hanudin., B. Marwoto., Hersanti dan A. Muharam. 2012. Kompatibilitas *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens* dan *Trichoderma harzianum* untuk Mengendalikan *Ralstonia solanacearum* pada Tanaman Kentang. *Hort*. 22(2): 173 - 180.
- Harmaningrum, N.W. 2015. Peningkatan Potensi Agen Hayati untuk Mengendalikan Penyebab Penyakit Antraknosa (*Colletotrichum* sp.) pada Tanaman Cabe Jawa (*Piper retrofractum* Vahl.) Melalui Penambahan Bahan Organik. *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Universitas Jember.
- Iskandar, D dan A. Suhendra. 2012. Uji Inokulasi *Fusarium* sp. untuk Produksi Gaharu pada Budidaya *A. Beccariana*. *Sains dan Teknologi Indonesia*. 14(3): 182 - 188.
- Karyantara, I.D. 2009. Pengaruh Beberapa Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Tanaman Gaharu (*Aquilaria Beccariana* Van Tiegh.). *Skripsi*. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor.
- Murdan. 2008. Inventarisasi Dan Deskripsi Jamur Yang Berasosiasi Dengan Akar Tanaman Gaharu Terinfeksi Busuk Akar Di Pusat Pengembangan Gaharu Senaru. *Prosiding Seminar*.
- Mega, I.M., D.K. Suanda., D.N. Kasniari., W. Suena dan M.A.O. Parwata. 2012. Formulasi Inokulan Jamur Pembentuk Gubal Gaharu Pada Tanaman Ketimunan (*Gyrinops Versteegii*). *Agrotrop*. 2(2): 139 - 144.
- Nugraheni, E.S. 2010. Karakterisasi Biologi Isolat-Isolat *Fusarium* sp. Pada Tanaman Cabai Merah (*Capsicum Annuum* L.) Asal Boyolali. *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Ngittu, Y.S., R.M. Feky., E.T. Trina dan E.F.K. Febby. 2014. Identifikasi Genus Jamur *Fusarium* yang Menginfeksi Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) di Danau Tondano. *Ilmiah Farmasi*. 3(3): 156 - 161.
- Putri, A.L. 2011. Studi Interaksi *Fusarium* sp. dengan Pohon Gaharu (*Aquilaria* sp.) Menggunakan Pendekatan Sitologi. *Tesis*. Sekolah Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Putri, M.S. 2013. Eksplorasi Peran Mikrob Dan Status Hara Tanaman Terhadap Pembentukan Gaharu Pada *Aquilaria Malaccensis*. *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Subowo, Y.B. 2010. Jamur Pembentuk Gaharu Sebagai Penjaga Kelangsungan Hidup Tanaman Gaharu (*Aquilaria* Sp). *Teknik Lingkungan*. 11(2): 167 -173.
- Suhendra, A., P.R. Yuda dan P.H. Dwi. 2012. Aplikasi Inokulasi *Fusarium* Untuk Mempercepat Proses Pembentukan Dan

Produksi Gubal Gaharu Di Kabupaten Penajam Paser Utara Kalimantan Timur. *Prosiding Insinas*.

Setyaningrum, H.D dan C. Saparinto. 2014. *Panduan Lengkap Gaharu*. Jakarta Timur: Penebar Swadaya.

Suciatmih., S. Antonius., I. Hidayat dan T.R. Sulistiyani. 2014. Isolasi, Identifikasi Dan Evaluasi Antagonisme Terhadap *Fusarium Oxysporum* F.Sp. *ubense* (Foc) Secara In Vitro Dari Jamur Endofit Tanaman Pisang. *Berita Biologi*. 13(1): 71 - 83.

Susmianto, A., T. Maman dan S. Pujo. 2014. *Gaharu Inokulasi*. Bogor: Forda Press.

Smith, A dan A. Hursepuny. 2015. Isolasi Dan Identifikasi Jenis Jamur Pada Ubi Kayu

(*Manihot Esculenta* Crants.) Dalam Proses Pembuatan Ubi Kayu Hitam Secara Tradisional Oleh Masyarakat Banda. *Biopendix*. 1(2): 160 -165.

Setiawan, B. 2016. Pengaruh Temperatur Terhadap Pertumbuhan Isolat *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin dan Virulensinya Terhadap Ulat Hongkong (*Tenebrio molitor* L.). *Skripsi*. Program Studi Agroteknologi. Fakultas Pertanian. Universitas Jember.

Winarsih, A., F. Puspita dan M.A. Khoiri. 2011. Pengaruh Stressing Terhadap Percepatan Pembentukan Gubal Gaharu Pada Tanaman Gaharu (*Aquilaria malaccencis*, Lamk). *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Universitas Riau.