

Tingkat Ketahanan 70 Aksesori Plasma Nutfah Kenaf terhadap *Fusarium oxysporum* Schlecht

Assessment of Kenaf Germplasm Against *Fusarium oxysporum* Schlecht

Supriyono dan Titiek Yulianti

Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat
Jln. Raya Karangploso, Kotak Pos 199, Malang, Indonesia
E-mail: supriyono_sp@yahoo.co.id

Diterima: 18 September 2015; direvisi: 25 Agustus 2016; disetujui: 14 September 2016

ABSTRAK

Salah satu penyakit penting yang sangat merugikan tanaman kenaf adalah penyakit layu *Fusarium* yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* Schlecht. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi tingkat ketahanan aksesori kenaf terhadap jamur *Fusarium oxysporum*. Penelitian dilakukan di laboratorium dan rumah kaca Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat, Malang menggunakan rancangan acak lengkap) yang diulang tiga kali. Dalam evaluasi ini digunakan 70 aksesori dan 1 aksesori tahan (BG-52-135) yang digunakan sebagai kontrol. Inokulasi dilakukan pada 7 hari setelah tanam (HST) menggunakan suspensi spora dengan kerapatan 10^5 /ml sebanyak 100 ml setiap bak. Pengamatan intensitas serangan dilakukan mulai 10–40 hari setelah inokulasi (HSI) dengan interval pengamatan lima hari. Pengamatan persentase diskolorisasi batang dilakukan sekali pada 50 HSI. Hasil pengujian memperoleh 1 aksesori (FJ/017) sangat tahan dengan intensitas serangan terendah (0,83%) dan 14 aksesori tahan dengan intensitas serangan $\leq 10\%$, 28 aksesori dengan ketahanan moderat, dan 27 aksesori yang rentan terhadap infeksi *F. oxysporum*. Aksesori FJ/017 (aksesori yang sangat tahan) dan 14 aksesori yang tahan: 1064(SUC/012), 1061(SRB/082), 1035(FJ/005), 839(PARC/2709), 955(FJ/003), 842(PARC/2712), 1095(SUC/003), 838(PARC/2708), 957(FJ/007), 1065(SUC/023), 1042(CHN/056), 145(BL/118), 1036(FJ/006), dan 778(PARC/2466) dapat digunakan sebagai sumber ketahanan pada perakitan varietas baru.

Kata kunci: *Hibiscus cannabinus*, penyakit tanaman, *Fusarium oxysporum*, ketahanan, plasma nutfah

ABSTRACT

One of the important disease that very detrimental to kenaf is *Fusarium* wilt caused by *Fusarium oxysporum* Schlecht. The purpose of this study was to evaluate the response of 70 kenaf germplasm accessions against *F. oxysporum*. The study was conducted at the Phytopatology Laboratory and screen house of Indonesian Sweetener and Fiber Crops Research Institute, Malang using completely randomized design with three replicates. Seventy accessions and one resistant accession as control (1267 (BG-52-135) were used in this study. Inoculation of *Fusarium* was done 7 days after sowing (das) by sprinkling 100 ml of spore suspension into the soil. Observation of disease intensity started at 10–40 days after inoculation (dai) and repeated every five days. Percentage of stalk discolorization was estimated at 50 dai. The results showed that accession 1040 (FJ/017) had the lowest disease intensity (0.83%), hence was categorized as a highly resistant accession. Fourteen accessions were categorized as resistant with disease intensity below or equal to 10%; 28 accessions were moderate resistant; and 27 accessions were susceptible. FJ/017 (the highest resistant accession) and 14 resistant accessions (1064(SUC/012), 1061(SRB/082), 1035(FJ/005), 839(PARC/2709), 955(FJ/003), 842(PARC/2712), 1095(SUC/003), 838(PARC/2708), 957(FJ/007), 1065(SUC/023), 1042(CHN/056), 145(BL/118), 1036 (FJ/006), dan 778(PARC/2466)) could be used as resistant genetic sources in developing new varieties.

Keywords: *Hibiscus cannabinus*, disease, *Fusarium oxysporum*, resistance, germplasm

PENDAHULUAN

Saat ini kenaf merupakan tanaman industri penting dengan nilai ekonomis yang cukup tinggi. Selain sebagai penghasil serat untuk keperluan karung goni dan karpet, kenaf juga digunakan sebagai bahan baku pulp dan kertas, *fiber board*, *geo textile*, *bioremediation*, *oil absorbent* (Sudjindro 2009). Mengingat demikian banyak manfaat kenaf, maka kebutuhan pengembangan dan perakitan varietas unggul harus berdasar kebutuhan tersebut di atas. Selain memiliki produksi tinggi dan kualitas sesuai kebutuhan, varietas unggul yang dirakit sebaiknya juga tahan terhadap penyakit. Oleh karena itu, koleksi plasma nutfah yang merupakan sumber genetik untuk perakitan varietas perlu dievaluasi ketahanannya terhadap penyakit. Balittas memiliki ratusan koleksi plasma nutfah kenaf, namun baru 167 aksesori yang telah diuji ketahanannya terhadap *Fusarium*. Dari hasil tersebut diperoleh 34 aksesori yang tahan, 12 aksesori moderat, dan 121 aksesori rentan dan sangat rentan. Dalma-diyo *et al.* (2000) menguji ketahanan 77 aksesori kenaf terhadap *F. oxysporum*. Dari 77 aksesori tersebut diperoleh 41 aksesori sangat tahan, 12 aksesori tahan, 7 aksesori moderat, 12 aksesori rentan, dan 5 aksesori sangat rentan.

Penyakit pada tanaman kenaf cukup banyak, antara lain adalah: layu *Fusarium* yang disebabkan oleh jamur *Fusarium oxysporum* Schlecht, busuk batang dan daun yang disebabkan oleh jamur *Phoma*, rebah kecambah yang disebabkan oleh *Rhizoctonia solani*, *Pythium sp.*, *Sclerotium rolfsii*, dan nematoda *Meloidogyne spp.*

Di antara penyakit-penyakit tersebut di atas, layu *Fusarium* merupakan penyakit paling penting pada tanaman kenaf di Indonesia dan juga di negara-negara yang mengembangkan kenaf di seluruh dunia. Penyakit ini agak sulit dikendalikan karena *F. oxysporum* memiliki banyak inang dan berkembang dengan baik di daerah tropis, wilayah di mana kenaf tumbuh dengan baik. Suhu optimum dalam tanah untuk infeksi akar sekitar 28–30°C (Rodriguez-Gfilvez

& Mendgen 1995). Selain menyerang kenaf, *F. oxysporum* menyerang tanaman kapas, dan serangannya biasanya didahului dengan infeksi nematoda puru akar *Meloidogyne spp.* (Bennett *et al.* 2011). Amusa *et al.* (2005) juga menyatakan bahwa *F. oxysporum* merupakan penyakit penting sehingga menjadi faktor pembatas produksi pada tanaman Rosela di Afrika. Hasil survei yang dilakukan di beberapa sentral penanaman kenaf yang ada di Pati, Jombang, dan Nganjuk, menunjukkan intensitas penyakit sangat fluktuatif, berkisar antara 3,2%– 49,00% (Santoso 2004).

Selain itu, jamur ini sulit dikendalikan karena *F. oxysporum* bersifat saprofit sehingga mampu bertahan hidup di dalam tanah dan sisa-sisa tanaman sakit ketika tanaman inang tidak ada dalam bentuk miselia, khlamidospora atau mikrokonidia dan makrokonidia (Agrios 2005).

F. oxysporum menginfeksi tanaman kenaf pada berbagai stadia mulai benih berkecambah, tanaman muda, sampai tanaman dewasa. Jamur ini menyerang benih kenaf baik yang belum maupun yang sedang berkecambah hanya dalam waktu beberapa hari setelah tanam (Batson *et al.* 2000). Biasanya infeksi berawal dari ujung rambut akar yang bersentuhan dengan jamur yang berada di dalam tanah. Kecambah maupun tanaman muda yang sakit biasanya batangnya mengalami diskolorasi sebelum layu dan mati. Pada tanaman dewasa gejala layu disertai daun berubah warna kekuningan. Pangkal batang busuk berwarna cokelat dimulai dari akar sampai pangkal batang di atas permukaan tanah. Apabila batang dibelah melintang maupun membujur jaringan pembuluh berubah warna cokelat (Yulianti & Supriyono 2009). Diskolorisasi batang merupakan gejala khas infeksi oleh spesies *Fusarium* (Agrios 2005). Gejala tersebut merupakan akibat dari akumulasi senyawa fenolik dalam sel atau jaringan yang terurai/rusak, biasanya disertai dengan miselia jamur dalam jaringan yang terinfeksi (Punja *et al.* 2007). Doan & Davis (2009) mengukur diskolorisasi batang sebagai

data penunjang tingkat ketahanan tanaman kapas terhadap *F. oxysporum* f. sp. *vasinfectum*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi ketahanan 70 aksesi plasma nutfah kenaf terhadap infeksi *F. oxysporum*.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di laboratorium penyakit dan rumah kaca Balai Penelitian Pemanis dan Tanaman Serat (BALITTAS), Malang menggunakan rancangan acak lengkap (RAL), dengan 3 ulangan. Plasma nutfah yang diuji 70 aksesi dan sebagai kontrol tahan digunakan aksesi nomor 1267 (BG-52-135). Setiap nomor ditanam 40 biji dalam bak plastik berukuran 45 x 30 x 15 cm³ yang berisi pasir steril. Inokulum jamur diperoleh dari tanaman kenaf yang terserang *F. oxysporum* yang kemudian diisolasi, dimurnikan dan diperbanyak pada media PDA. Inokulasi dilakukan mengikuti metode Dalmadiyo *et al.* (2000) dengan sedikit modifikasi. Pada Dalmadiyo *et al.* (2000), inokulasi dilakukan dengan mencelup bibit berumur 7 hari selama dua jam ke dalam suspensi *F. oxysporum*. Pada metode ini, inokulasi dilakukan pada 7 hari setelah tanam (HST) dengan menyiram setiap bak dengan 100 ml suspensi *F. oxysporum* (kepadatan konidia 10⁵ konidia/ml). Hal ini dilakukan untuk menghindari bibit mengalami stres akibat pencabutan. Selain itu, untuk memberikan kondisi yang mirip dengan kondisi lapang, di mana patogen berada di dalam tanah dan beradaptasi di lingkungan tanah.

Pengamatan gejala serangan *F. oxysporum* dilakukan 10 hari setelah inokulasi (HSI) dengan interval waktu pengamatan 5 hari sampai dengan 40 HSI. Interval waktu pengamatan ini sekaligus digunakan untuk menghitung laju perkembangan penyakit dengan rumus (Nirwanto 2007) sebagai berikut:

R : (dx/dt) di mana

R : laju perkembangan penyakit

dx : kenaikan intensitas penyakit pada pengamatan kedua

dt : lama/periode pengamatan

Gejala serangan dinyatakan dalam indeks keparahan penyakit. Keparahannya penyakit dihitung dengan rumus (Abadi 2000):

$$I = \frac{n}{N} \times 100\%$$

Keterangan: I = Indeks keparahan penyakit

n = Jumlah tanaman layu atau mati

N = Jumlah tanaman yang diamati

Kategori ketahanan tanaman ditentukan berdasarkan kriteria Mandal (1988), yaitu:

Sangat Tahan (ST) = ≤1% tanaman sakit

Tahan (T) = 1,1–10,0% tanaman sakit

Moderat (M) = 10,1–20,0% tanaman sakit

Rentan (R) = 20,1–50,0% tanaman sakit

Sangat Rentan (SR) = > 50% tanaman sakit

Selain indeks keparahan penyakit, dilakukan juga pengamatan diskolorasi batang pada 50 HSI. Persentase diskolorasi batang dihitung dengan rumus (Sudjono & Sudarmadi 1990):

$$P = \frac{C}{D} \times 100\%$$

P: Persentase diskolorasi

C: Panjang xylem yang mengalami perubahan warna pucat kecoklatan diukur dari pangkal batang

D: Panjang seluruh batang

HASIL DAN PEMBAHASAN

Intensitas keparahan Penyakit

Intensitas keparahan penyakit akibat serangan *Fusarium* pada 70 aksesi plasma nutfah kenaf bervariasi (Tabel 1). Berdasarkan indeks keparahan penyakit pada 40 HSI, 70 aksesi yang diuji memiliki kriteria ketahanan yang bervariasi (Mandal 1988). Aksesi 1040 (FJ/017) termasuk ke dalam golongan aksesi yang sangat tahan karena memiliki serangan yang sangat rendah (0,83%), 14 aksesi termasuk ke dalam kriteria aksesi yang tahan dengan tingkat keparahan penyakit berkisar

Tabel 1. Intensitas keparahan penyakit 70 aksesori kenaf akibat serangan *F. oxysporum* dan laju perkembangan penyakit beserta kriteria ketahanannya

No	Aksesori	Keparahan penyakit (%)	Laju perkembangan penyakit (%/hari)	Kategori tingkat ketahanan
1.	Kontrol	0	0,00	Sangat tahan
2.	1040(FJ/017)	0,83	0,03	Sangat Tahan
3.	1064(SUC/012)	2,08	0,07	Tahan
4.	1061(SRB/082)	2,92	0,07	Tahan
5.	1035(FJ/005)	4,17	0,11	Tahan
6.	839(PARC/2709)	4,58	0,13	Tahan
7.	955(FJ/003)	5,83	0,19	Tahan
8.	842(PARC/2712)	5,93	0,20	Tahan
9.	1095(SUC/003)	7,92	0,26	Tahan
10.	838PARC/2708)	8,33	0,28	Tahan
11.	957(FJ/007)	8,33	0,25	Tahan
12.	1065(SUC/023)	8,75	0,25	Tahan
13.	1042(CHN/056)	8,83	0,23	Tahan
14.	145(BL/118)	9,17	0,26	Tahan
15.	1036(FJ/006)	9,58	0,31	Tahan
16.	778(PARC/2466)	9,78	0,31	Tahan
17.	1086(SRB/070)	10,42	3,47	Moderat
18.	664(BL/052)	10,73	3,35	Moderat
19.	1060(SRB/077)	11,25	3,75	Moderat
20.	1066(SUC/028)	11,25	3,64	Moderat
21.	1037(FJ/007)	11,67	3,89	Moderat
22.	1063(SRB/120)	12,50	4,17	Moderat
23.	1038(FJ/010)	12,92	4,31	Moderat
24.	1067(SUC/044)	13,33	4,33	Moderat
25.	1092(SUC/032)	13,33	4,44	Moderat
26.	663(CHN/027)	14,08	4,69	Moderat
27.	1088(SUC/045)	15,28	5,09	Moderat
28.	1033(FJ/001)	15,42	4,58	Moderat
29.	1094(SUC/022)	15,42	5,14	Moderat
30.	1096(FJ/004)	15,42	4,86	Moderat
31.	780PARC/2488)	16,25	5,42	Moderat
32.	784(PARC/2618)	16,61	5,54	Moderat
33.	1070(BC/032)	16,67	3,75	Moderat
34.	1034(FJ/004)	17,08	5,42	Moderat
35.	665(DS/002)	18,09	5,43	Moderat
36.	47(DS/024)	18,33	5,83	Moderat
37.	980BL/011)	18,75	6,25	Moderat
38.	792(PARC/2633)	18,80	6,27	Moderat
39.	1062(SRB/115)	19,17	6,11	Moderat
40.	427(DS/027)	19,35	6,17	Moderat
41.	423(DS/019)	19,58	5,83	Moderat
42.	790(PARC/2630)	19,58	6,53	Moderat
43.	798(PARC/2646)	20,00	6,67	Moderat
44.	1041(FJ/018)	20,00	6,67	Moderat
45.	743(BL/107)	20,42	6,39	Rentan
46.	835(PARC/2705)	20,42	5,70	Rentan
47.	134(BL/050)	20,83	6,53	Rentan
48.	147(BL/137)	21,25	7,08	Rentan
49.	982(X/024)	21,25	7,08	Rentan
50.	1059(SRB/069)	21,25	7,08	Rentan
51.	45(DS/022)	21,67	6,81	Rentan
52.	297(NY/069)	21,67	7,22	Rentan
53.	1068(SUC/046)	22,50	7,50	Rentan
54.	836(PARC/2706)	22,92	7,64	Rentan
55.	785(PARC/2619)	23,44	7,81	Rentan
56.	48(DS/025)	23,75	7,64	Rentan
57.	424(DS/020)	23,75	7,22	Rentan
58.	291(G – 45)	23,9	6,99	Rentan
59.	290(Everglades)	24,17	7,92	Rentan
60.	837(PARC/2707)	24,17	8,06	Rentan
61.	782(PARC/2613)	24,58	8,19	Rentan
62.	46(DS/023)	25,00	7,22	Rentan

Tabel 1 (lanjutan)

No.	Aksesi	Keparahan penyakit (%)	Laju perkembangan penyakit (%/hari)	Kategori tingkat ketahanan
63.	428(NY/012)	25,00	7,36	Rentan
64.	292(G – 51)	25,42	8,20	Rentan
65.	420(DS/005)	25,83	8,33	Rentan
66.	426(DS/026)	25,83	8,19	Rentan
67.	1057SRN/038)	26,67	8,20	Rentan
68.	953(CUBANO)	27,08	8,33	Rentan
69.	1069(SR/056)	27,08	7,92	Rentan
70.	789PARC/2629)	29,58	9,30	Rentan
71.	1058(SRB/053)	30,42	3,86	Rentan

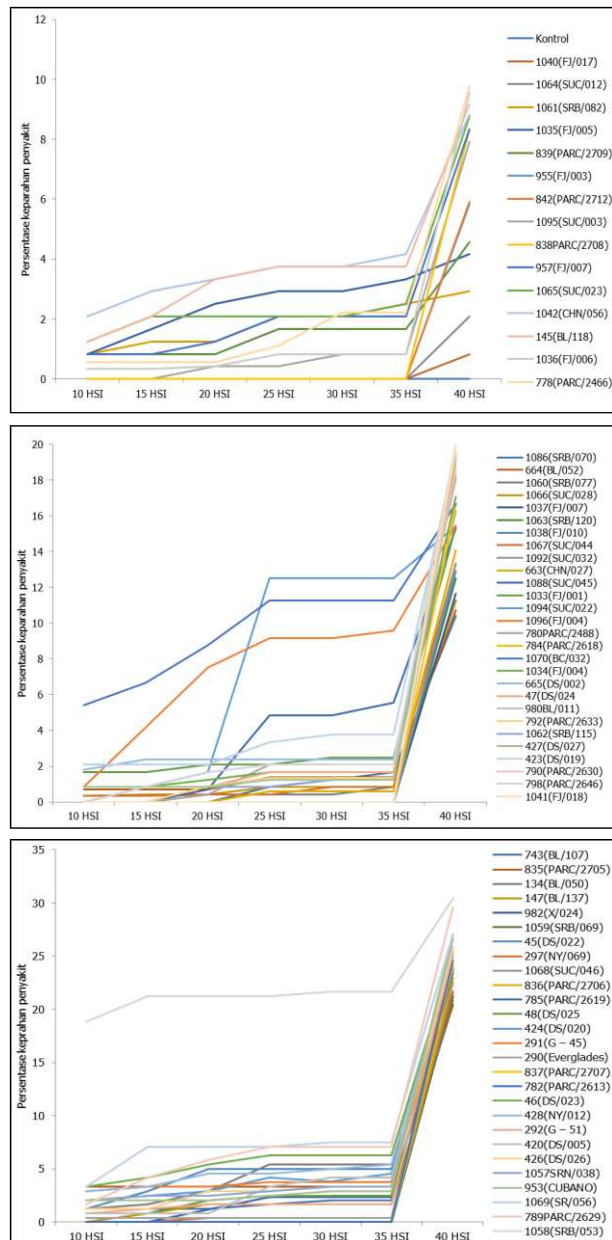
antara 2,08–9,78%; 28 aksesi moderat tahan dengan tingkat keparahan penyakit berkisar antara 10,42–20,00%, dan 27 aksesi rentan dengan tingkat keparahan penyakit berkisar antara 20,42–30,42% (Tabel 1).

Pada pengamatan tersebut terlihat bahwa *F. oxysporum* telah menginfeksi beberapa aksesi kenaf pada 10 HSI dan berkembang sampai 40 hari yang berarti bahwa patogen mampu masuk ke dalam jaringan inang dan menimbulkan infeksi setelah inokulasi. Namun, kecepatan laju perkembangan penyakit masing-masing varietas bervariasi. Pada 10 sampai 35 HSI, perkembangan penyakit tidak terlalu cepat.

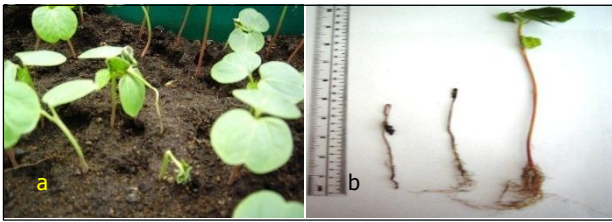
Hal ini disebabkan gejala awal serangan *Fusarium* pada kenaf belum menyebabkan layu, kecuali pangkal batang terlihat nekrosis. Namun, pada 35 ke 40 HSI, indeks keparahan penyakit meningkat tajam (Gambar 1), tanaman banyak yang layu dan mati (Gambar 2). Ketika tanaman dicabut, daerah sekitar perakaran tanaman yang sakit (pangkal batang) terlihat nekrosis dan terjadi diskolorasi (Gambar 3).

Persentase Diskolorasi

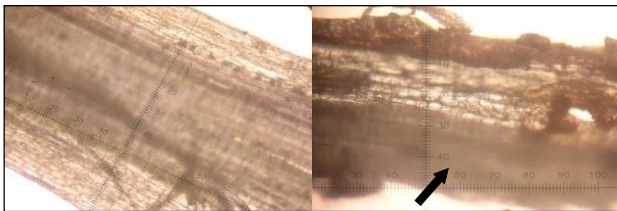
Diskolorisasi berawal dari pangkal batang dan berkembang ke atas. Tingkat diskolorasi akar dan batang kenaf disajikan dalam Tabel 2. Dilihat dari persentase diskolorasi, terdapat kecenderungan semakin besar persentasenya semakin rentan aksesi tersebut. Persentase diskolorasi terbesar (49,37%) terdapat pada aksesi nomor 1058 (SRB/053) yang merupakan aksesi yang paling rentan,



Gambar 1. Perkembangan penyakit pada aksesi kenaf a. tahan, b. moderat, c. rentan



Gambar 2. a. Gejala layu dan rebah kecambah, b. Tanaman sakit (1 & 2) dan tanaman sehat (3)



Gambar 3. a. Penampang membujur batang sehat, b. Penampang membujur batang tanaman sakit (tanda panah: berkas pembuluh yang mengalami diskolorasi)

disusul dengan aksesori 789 426 (DS/026) dengan persentase diskolorasi 44,48%. Aksesori 1040(FJ/017) yang merupakan aksesori sangat tahan memiliki persentase diskolorasi terendah (5,63%). Diskolorasi ditandai dengan perubahan warna berkas pembuluh menjadi coklat akibat polifenol jamur masuk ke dalam pembuluh. Polifenol ini akan mengalami polimerisasi menjadi melanin yang berwarna coklat oleh enzim polifenol oksidase tumbuhan inang. Selanjutnya, tanaman yang terinfeksi mengalami pembusukan, nekrosis, klorosis, tanaman layu dan kematian tanaman (Ooi & Saleh 1999. Menurut Singh *et al.* (2013), gejala diskolorasi yang berat dapat menyebabkan kematian tanaman sehingga aksesori-aksesori yang rentan akan mengalami diskolorasi yang berat sebelum akhirnya layu dan mati. Itulah sebabnya, tanaman yang rentan cenderung persentase diskolorasinya juga tinggi. Dalma-diyo *et al.* (2000) menyatakan bahwa ada penghambatan perkembangan diskolorasi pada *xylem* pada tanaman yang tahan terhadap serangan *F. oxysporum*.

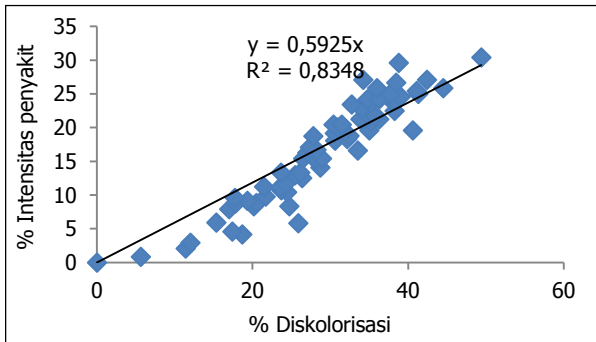
Dalam penelitian ini, ada kecenderungan aksesori yang tingkat keparahan penyakitnya

Tabel 2. Persentase diskolorasi aksesori kenaf akibat serangan *F. oxysporum* pada 50 HSI

Aksesori	% Diskolorasi	Aksesori	% Diskolorasi
Kontrol	0,00	980BL/011)	27,81
1040(FJ/017)	5,63	792(PARC/2633)	32,46
1064(SUC/012)	11,38	1062(SRB/115)	30,55
1061(SRB/082)	12,01	427(DS/027)	31,77
1035(FJ/005)	18,68	423(DS/019)	34,99
839(PARC/2709)	17,40	790(PARC/2630)	40,57
955(FJ/003)	25,85	798(PARC/2646)	31,11
842(PARC/2712)	15,35	1041(FJ/018)	30,87
1095(SUC/003)	17,00	743(BL/107)	30,41
838PARC/2708)	24,72	835(PARC/2705)	31,47
957(FJ/007)	20,16	134(BL/050)	35,22
1065(SUC/023)	17,80	147(BL/137)	36,29
1042(CHN/056)	20,46	982(X/024)	34,50
145(BL/118)	19,32	1059(SRB/069)	33,84
1036(FJ/006)	17,74	45(DS/022)	34,94
778(PARC/2466)	21,69	297(NY/069)	35,75
1086(SRB/070)	24,41	1068(SUC/046)	38,25
664(BL/052)	23,70	836(PARC/2706)	33,97
1060(SRB/077)	21,46	785(PARC/2619)	32,74
1066(SUC/028)	23,61	48(DS/025)	35,26
1037(FJ/007)	24,24	424(DS/020)	38,04
1063(SRB/120)	26,35	291(G – 45)	38,27
1038(FJ/010)	25,46	290(Everglades)	34,73
1067(SUC/044)	23,64	837(PARC/2707)	36,27
1092(SUC/032)	26,13	782(PARC/2613)	39,02
663(CHN/027)	28,72	46(DS/023)	41,28
1088(SUC/045)	28,03	428(NY/012)	37,68
1033(FJ/001)	26,48	292(G – 51)	41,08
1094(SUC/022)	28,10	420(DS/005)	35,97
1096(FJ/004)	28,92	426(DS/026)	44,48
780PARC/2488)	27,02	1057SRN/038)	38,47
784(PARC/2618)	33,51	953(CUBANO)	34,23
1070(BC/032)	28,22	1069(SR/056)	42,42
1034(FJ/004)	27,36	789PARC/2629)	38,77
665(DS/002)	30,61	1058(SRB/053)	49,37
47(DS/024)	32,16		

tinggi, persentase diskolorasinya juga tinggi. Hasil regresi linier antara keparahan penyakitnya dan persentase diskolorasinya memiliki koefisien korelasi yang sangat tinggi, yaitu $R^2= 0,834$ (Gambar 4).

Sampai saat ini, mekanisme ketahanan tanaman kenaf terhadap serangan *F. oxysporum* belum jelas. Menurut Abadi (2000), mekanisme pertahanan suatu tanaman ada tiga, yakni: reaksi pertahanan sitoplasmik di mana sitoplasma menjadi butiran kecil dan memadat, sehingga menyebabkan miselium patogen hancur dan invasi patogen akan berhenti. Mekanisme kedua adalah struktur pertahanan dinding sel yang meliputi perubahan



Gambar 4. Korelasi antara keparahan penyakit dengan diskolorisasi dalam bentuk regresi linier

morfologi dalam dinding sel atau tumbuhan membentuk tilosa yang terdapat dalam pembuluh akibat adanya serangan patogen. Menurut Agrios (2005) tilosa merupakan protoplasma sel-sel parenkim yang tumbuh melebihi normal. Tilosa mempunyai dinding selulosa yang berukuran besar dan berjumlah banyak sehingga menyumbat pembuluh secara menyeluruh, akibatnya patogen tidak dapat menembus jaringan tanaman. Mekanisme ketiga adalah tanaman tidak memiliki senyawa yang dibutuhkan patogen untuk berkembang atau tersedia dalam jumlah yang tidak mencukupi.

Selain itu, tanaman mampu menghasilkan senyawa fitoaleksin yang bersifat toksin bagi patogen atau mampu menginaktivkan toksin atau enzim yang dihasilkan oleh patogen. Misalnya, stilbenes, coumarin, (neo) lignan, konjugat fenilpropanoid, dan flavonoid (Dixon *et al.* 2002; Naoumkina *et al.* 2010). Senyawa-senyawa ini dianggap senyawa antimikroba yang terlibat dalam pertahanan tanaman (Daayf *et al.* 2012; Konig *et al.* 2014). Senyawa fitoaleksin lainnya adalah fenol; *o*-Hibiscanone (3,8-dimethyl-1,2-naphthoquinon. Bell *et al.* (1998) menemukan bahwa *o*-Hibiscanone (3,8-dimethyl-1,2-naphthoquinon) dari kelompok senyawa fitoaleksin trinolcadalene yang diekstrak dari tanaman kenaf mampu mematikan *F. oxysporum* f. sp. *vas-infectum* pada dosis 12 µg/ml. Sie *et al.* (2011) juga melaporkan bahwa meskipun aktivitas polyphenoloxidase (PPO) yang mengoksidasi

fenol menjadi senyawa kuinon yang beracun diperkirakan memiliki peran penting dalam ketahanan tanaman terhadap penyakit, namun pada tanaman rosela keberadaan senyawa fenol bukan bagian yang penting dalam sistem pertahanan tanaman terhadap serangan *F. oxysporum*. Kandungan lignin juga berpengaruh terhadap ketahanan tanaman dari serangan patogen. Tanaman tomat yang tahan terhadap bakteri *Ralstonia. Solanacearum* memiliki kandungan total fenolat larut dan lignin secara signifikan lebih tinggi dari pada tanaman yang rentan (Mandal *et al.* 2011; 2013).

Sedangkan untuk aksesori dalam kelompok rentan, kerentanan dimungkinkan terjadi karena tanaman mampu menghasilkan substansi-substansi yang dibutuhkan oleh patogen, sehingga patogen dapat berkembang dengan cepat pada tubuh tanaman. Selain itu, tanaman memiliki pertahanan struktural yang lemah sehingga mudah ditembus oleh patogen, seperti jaringan epidermis akar yang tipis.

Peningkatan intensitas serangan mengalami peningkatan tajam dari 35 HSI ke 40 HSI, namun gejala layu dan kematian tidak bertambah setelah 40 HSI. Seperti yang dikatakan oleh Morrison *et al.* (1999), serangan patogen akan menurun dengan bertambahnya umur tanaman karena kandungan lignin yang meningkat.

KESIMPULAN

Dari 70 aksesori yang telah diuji terdapat 1 aksesori (1040 (FJ/017) yang tergolong sangat tahan dengan keparahan penyakit, laju perkembangan penyakit, dan persen diskolorisasi terendah yaitu masing-masing 0,83%; 0,03%; dan 5,63% per hari. Empat belas aksesori dikategorikan tahan, karena keparahan penyakitnya di bawah 10% dan memiliki laju perkembangan penyakit rendah antara 0,07–0,31% per hari. Aksesori tersebut adalah 1064 (SUC/012), 061(SRB/082), 1035(FJ/005), 839 (PARC/2709) 955(FJ/003), 842 (PARC/2712) 1095(SUC/003), 838PARC/2708), 957(FJ/007),

1065(SUC/023), 1042(CHN/ 056), 145(BL/118), 1036(FJ/006), dan 778(PARC/2466). Dua puluh delapan aksesori tergolong memiliki ketahanan moderat, dan 27 aksesori adalah aksesori yang rentan terhadap *F. oxysporum*. Dengan demikian, dari 70 aksesori yang diuji, 15 aksesori dapat digunakan sebagai sumber ketahanan dalam merakit varietas baru kenaf.

UCAPAN TERIMAKASIH

Kami mengucapkan terimakasih yang tak terhingga kepada: Badan Litbang Pertanian yang telah membiayai dan memfasilitasi penelitian, Prof. Dr. Nurindah sebagai Reviewer, Endah Yuniarti, dan Utomo selaku teknisi penyakit tanaman dan semua pihak yang membantu dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, AL 2000, *Ilmu penyakit tumbuhan dasar-dasar dan penerapannya*, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang, 284 hlm.
- Agrios, GN 2005, *Plant pathology*, 5th edn., Academic Press, New York, 952 p.
- Amusa, NA, Adegbite AA & Oladapo, MO 2005, Vascular wilt of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L. var. *sabdariffa*) in the humid forest region of South-Western Nigeria, *Journal of Plant Pathology*, 4 (2):122–125.
- Batson Jr, WE, Caceres, J & Carvajal, R 2000, Evaluation of selected seed treatment fungicides and combinations for kenaf stand establishment, Research Report of Mississippi Agricultural & Forestry Experiment Station, Mississippi University, 22(10):4.
- Bell, AA, Stipanovic, RD, Zhang, J, Mace, ME & Reibenspies, JH 1998, Identification Trinorcadalene Phytoalexins Formed by *Hibiscus cannabinus*, *Phytochemistry*, 38:320–339.
- Bennett, RS, Spurgeon, DW, deTar, WR, Gerik, JS, Hutmacher, RB & Hanson, BD 2011, Efficacy of four soil treatments against *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* on cotton, *Plant Dis.*, 95:967–976.
- Daayf, F, El-Hadrami, A, El-Bebany, AF, Henriquez, MA, Yao, Z & Derksen, H 2012, *Phenolic compounds in plant defense and pathogen counter-defense mechanisms*, in Cheyner, V *et al.* (eds.), Recent Advances in Polyphenol Research, Wiley-Blackwell, Oxford, UK, doi:10.1002/9781118299753.ch8.
- Dalmadiyo, D, Suhara, C, Supriyono & Sudjindro 2000, Evaluasi ketahanan aksesori kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) terhadap penyakit layu *Fusarium oxysporum* Schlecht, *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*, 6(2):29–32.
- Damadoran, T, Kumar, N & Kavino, M 2009, Breeding and evaluation of *Musa* hybrids resistant to *Fusarium oxysporum* f. *oxysporum*, *cubense* race 1, *Fruits*, 64:3–12.
- Dixon, RA, Achnine, L, Kota, P, Liu, CJ, Reddy, MS & Wang, L 2002, The phenylpropanoid pathway and plant defense—a genomics perspective, *Mol. Plant Pathol.*, 3:371–390 doi:10.1046/j.1364-3703.2002.00131.x.
- Doan, HK & Michael-Davis, R 2014, Evaluation of *Fusarium* wilt resistance in six upland cotton germplasm lines, *The Journal of Cotton Science*, 18:430–434.
- Konig, S, Feussner, K, Kaefer, A, Landesfeind, M, Thurow, C & Karlovsky, P 2014, Soluble phenylpropanoids are involved in the defense response of *Arabidopsis* against *Verticillium longisporum*, *New Phytol.*, 202:823–837 doi:10.1111/nph.12709.
- Mandal, N 1988, Evaluation of germplasm for disease resistance in jute, paper presented for The International Training of “Jute and Kenaf Breeding Varietal Improvement” IJO/JARI/ (ICAR), Barrackpore, India, 9 p.
- Mandal, S, Kar, I, Mukherjee, AK & Acharya, P 2013, Elicitor-induced defense responses in *Solanum lycopersicum* against *Ralstonia solanacearum*, *Sci. World J.*, 25:5610–5618.
- Mandal, S, Das, RK & Mishra, S 2011, Differential occurrence of oxidative burst and antioxidative mechanism in compatible and incompatible interactions of tomato and *Ralstonia solanacearum*, *Plant Physiol. Biochem.*, 49: 117–123.
- Morrison III, W, Akin, DE; Archibald, DD; Dodd, RB & Raymer, PL 1999, Chemical and instrumental characterization of maturing kenaf core and bast, *Industrial Crops and Products*, 10:21–34.

- Naoumkina, MA, Zhao, Q, Gallego-giraldo, L, Dai, X, Zhao, PX & Dixon, RA 2010, Genome-wide analysis of phenylpropanoid defense pathways, *Mol. Plant Pathol.*, 11:829–846 doi:10.1111/j.1364-3703.2010.00648.x.
- Nirwanto, H 2007, Pengantar epidemi dan manajemen penyakit tanaman, UPN "Veteran" Jawa Timur, 129 hlm.
- Nur-Ain-Izzati, MZ, Mohd-Aizat, Z, Nordahliawate, S & Mat-Rasid, I 2014, Morphological and genetic variabilities of fusarium species isolated from kenaf, *Malays. Appl. Biol.*, 43(1): 13–20.
- Ooi, KH & Saleh, B 1999, Kelompok kompatibilitas vegetatif *Fusarium oxysporum*, organisme penyebab layu pembuluh darah pada rosella di Malaysia, *Biotropia*, 12:31–41
- Punja, ZK, Wan, A, Goswami, RS, Verma, N, Rahman, M, Barasubiye, T, Seifert, KA & Lévesque, CA 2007, Diversity of *Fusarium* species associated with discolored ginseng roots in British Columbia, *Canadian Journal of Plant Pathology*, 29:340–353.
- Rodriguez-Gfilvez, E & Mendgen, K 1995, The infection process of *Fusarium oxysporum* in cotton root tips, *Protoplasma*, 189:61–72.
- Santoso, B 2004, *Bioteknologi penyebab penyakit busuk pangkal batang kenaf (Hibiscus cannabinus L.)*, Disertasi S-2, Program Pasca-sarjana Universitas Brawijaya Malang, 164 hlm.
- Sié, RS, Charles, G, Diallo, HA, Koné, D, Toueix, Y, Djè, Y & Branchard, M 2011, Breeding of *Hibiscus sabdariffa* L., Evaluation of resistance to *Fusarium oxysporum* Schlecht. Emend. Snyder and Hans in two varieties, *Agriculture and Biology Journal of North America*, ISSN: 2151-7517, e-ISSN: 2151-7525, doi:10.5251/abjna.2011.2.1.125.133ScienceHuβ, diakses pada 14 April 2016 (<http://www.scihub.org/ABJNA>).
- Singh, RK, Dubey, SR & Srivastava, RK 2013, Status kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) penyakit di distrik zona dataran utara timur Uttar Pradesh, *Jurnal Global Biologi, Pertanian dan Ilmu Kesehatan*, 2(1):72–73.
- Sudjindro 2009, Produk-produk diversifikasi kenaf, dalam *Kenaf, Monograf Balittas*, Balai Penelitian Tembakau dan Tanaman Serat, Malang, hlm. 107–113.
- Sudjono, S & Sudarmadi 1990, *Teknik pengamatan hama dan penyakit*, Pendidikan Program Diploma Satu Pengendalian Hama Terpadu, Fakultas Pertanian UGM, Yogyakarta.
- Yulianti, T & Supriyono 2009, Penyakit Tanaman Kenaf dan Pengendaliannya, dalam *Kenaf, Monograf Balittas*, Balai Penelitian Tembakau dan Tanaman Serat, Malang, hlm. 93–106.
- Zambonelli, A, Zechini D'Aulerio, A, Bianchi, A & Albasini, A 1996, Effects of essential oils on phytopathogenic mould *in vitro*, *Journal Phytopathology*, 144:491–494.