

## Ketahanan Beberapa Genotipe *Hibiscus cannabinus* terhadap *Meloidogyne incognita*

### Resistance of Several *Hibiscus cannabinus* genotypes Against *Meloidogyne incognita*

Parnidi<sup>1,2</sup>, Lita Soetopo<sup>1</sup>, Damanhuri<sup>1</sup>, Marjani<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universitas Brawijaya, Malang 65145

<sup>2</sup>Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat, Malang 65152

#### ABSTRAK

Kenaf merupakan salah satu tanaman yang menghasilkan serat alam. Infeksi *Meloidogyne incognita* (nematoda puru akar) pada tanaman kenaf menyebabkan tanaman kerdil sehingga menurunkan produksi tanaman. Penelitian ini bertujuan menentukan ketahanan tujuh genotipe kenaf terhadap *M. incognita*. Percobaan dilakukan dengan menginfestasi tanaman kenaf yang berumur 15 hari setelah tanam (HST) dengan *M. incognita* pada populasi 40 nematoda juvenil 2 per 100 g tanah. Medium tanam yang digunakan ialah tanah berpasir dengan komposisi pasir 55%, debu 36%, dan liat 17%. Variabel ketahanan terdiri atas indeks puru akar dan faktor reproduksi nematoda. Analisis asam salisilat, fenol, lignin serta beberapa variabel pertumbuhan tanaman dilakukan pada umur tanaman 75 HST. Diantara tujuh genotipe tanaman kenaf yang dievaluasi terdapat 3 genotipe yang toleran (KR4, KR15 dan KR5) dan 4 genotipe sangat rentan (KR1, KR6, Kin2, dan DS028). Genotipe yang memiliki respons toleran terhadap *M. incognita* menunjukkan peningkatan senyawa fenol, asam salisilat, dan lignin pada akar dibandingkan dengan kontrol. Penurunan tinggi tanaman, bobot segar tajuk, dan bobot segar akar bervariasi akibat infeksi *M. incognita*.

Kata kunci: asam salisilat, fenol, lignin, nematoda puru akar, tanah berpasir

#### ABSTRACT

Kenaf (*Hibiscus cannabinus*) is known as a source of natural fibers. Infection of *Meloidogyne incognita* (root-knot nematode) in kenaf plants causes stunting of plants, thereby reducing crop production. This study aimed to determine the resistance of seven kenaf genotypes against *M. incognita*. The experiment was conducted by infesting kenaf plants aged 15 days after planting (DAP) with *M. incognita* in a population of 40 juvenile nematodes 2 per 100 g of soil. The planting medium used was sandy soil with a composition of 55% sand, 36% dust, and 17% clay. The resistance variable consisted of root knot index and nematode reproduction factors. Analysis of salicylic acid, phenol, lignin and several plant growth variables were carried out at 75 DAP. Among the seven kenaf plant genotypes evaluated, there were 3 tolerant genotypes (KR4, KR15 and KR5) and 4 highly susceptible genotypes (KR1, KR6, Kin2, and DS028). Genotypes that had a tolerant response to *M. incognita* showed an increase in phenolic compounds, salicylic acid, and lignin in the roots compared to the control. The decrease in plant height, crown fresh weight, and root fresh weight varied due to *M. incognita* infection.

Key word: lignin, phenol, root knot nematode, salicylic acid, sandy soil

\*Alamat penulis korespondensi: Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat, Jalan Raya Karangploso KM.4 Kotak Pos 199: Malang: Jawa Timur: 65152: Indonesia;  
Tel: 0341-491447; Faks: 0341-485121, Surel: nikicro@yahoo.co.id.

## PENDAHULUAN

Kenaf (*Hibiscus cannabinus*) merupakan tanaman penghasil serat yang diperoleh dari kulit batangnya dengan proses perendaman dan penyesetan. Diversifikasi penggunaan serat kenaf di antaranya ialah sebagai bahan pengemas, karpet, tekstil, papan serat, papan material, geotekstil, kertas berkualitas tinggi, dan komposit (Sudjindro 2009; Faruq *et al.* 2013; Mukhammad 2013), dan bahan baku pulp (Kardiansyah *et al.* 2014).

Salah satu kendala dalam pengembangan kenaf pada lahan kering ialah investasi *Meloidogyne* spp. atau nematoda puru akar (NPA) yang merupakan salah satu penyebab penyakit penting. Infeksi NPA menyebabkan tanaman tumbuh kerdil dan menyebabkan kehilangan hasil pada tanaman kenaf mencapai 19% (Budi *et al.* 2009), bahkan hingga 32%–67% (Lawrence dan McLean 1992). Tahery *et al.* (2011) melaporkan infeksi NPA pada kenaf dapat menurunkan bobot batang kenaf sampai 3 ton/ha. Tahery *et al.* (2011) menyatakan bahwa tinggi tanaman, diameter batang, bobot batang dan akar mengalami penurunan pada populasi nematoda 5000/500 cm<sup>3</sup> tanah. Empat puluh juvenil/100 g tanah pada populasi awal menunjukkan telah mampu menurunkan produksi kenaf (Dalmadiyo *et al.* 1989). Kerusakan tanaman akibat NPA meningkat seiring dengan jumlah nematoda yang menginfeksi jaringan akar. Tanaman kenaf pada umumnya rentan terhadap *M. arenaria*, *M. incognita*, dan *M. javanica* (Lawrence dan McLean 1992).

Nematoda puru akar dapat dikendalikan dengan beberapa teknik pengendalian di antaranya: penggunaan nematisida kimia, rotasi tanaman, dan penggunaan tanaman yang resisten. Penggunaan nematisida kimia dapat menyebabkan kerusakan lingkungan dan kesehatan manusia karena toksisitasnya yang tinggi sehingga penggunaannya dibatasi. Penggunaan tanaman tahan terhadap nematoda merupakan cara pengendalian yang efektif untuk menekan kepadatan populasi nematoda dan membatasi ambang kerusakan, sehingga dapat menekan kehilangan hasil tanaman (de

Deus Barbosa *et al.* 2009; Davis dan Stetina 2016; Costa *et al.* 2017).

Informasi ketahanan kenaf terhadap *Meloidogyne* spp. telah dilaporkan oleh Supriyono dan Hidayah (2004); Supriyono dan Suhara (2007) dari yang rentan hingga sangat rentan. Infeksi nematoda merusak tanaman dan mengakibatkan luka pada jaringan, terutama selama proses migrasi dan perluasan bagian yang dimakan (Tahery *et al.* 2011). Tanaman pada umumnya mengenali dan bereaksi terhadap adanya parasit atau patogen yang masuk dengan mengaktifkan respons ketahanannya. Tanaman yang mengalami gangguan atau stres akibat kerusakan mekanis atau infeksi cendawan, bakteri, virus, dan nematoda dapat menstimulasi metabolisme senyawa fenolat (Kosuge 1969). Senyawa fenolat yang dibentuk sebagai respons tanaman yang mengalami luka pada umumnya ditunjukkan oleh peningkatan sintesis turunan-turunan asam sinamat, yaitu asam salisilat dan lignin (Babenko *et al.* 2019). Asam salisilat adalah salah satu agens penginduksi ketahanan yang dilaporkan dapat digunakan untuk pengendalian patogen tanaman. Menurut Hayat *et al.* (2010) asam salisilat ialah senyawa fenol sederhana yang berperan penting dalam mengatur proses fisiologi dan respons imunitas tanaman.

Mekanisme ketahanan tanaman kenaf terhadap *M. incognita* di Indonesia belum banyak dipelajari. Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan penelitian berkaitan dengan mekanisme ketahanan tanaman kenaf, terutama keterlibatan fenol, asam salisilat, dan lignin dalam menurunkan populasi *M. incognita*.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan Penelitian

Penelitian ini menggunakan benih tujuh genotipe kenaf yang berasal dari Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat. Genotipe yang dipakai yaitu genotipe yang memiliki produksi serat tinggi berumur pendek (KR1 dan DS028) dan produksi serat yang tinggi dan berumur panjang (KR6, Kin2, KR4, KR5, dan KR15).

*M.incognita* juvenil instar 2 merupakan koleksi dari balai penelitian yang sama. Perbanyakan nematoda ini dilakukan pada tanaman tomat. Ekstraksi dan isolasi juvenil instar 2 dalam tanah menggunakan metode sentrifugasi (Dalmadiyo *et al.* 1989; Budi 2009).

Medium tanam untuk menanam benih kenaf merupakan campuran tanah berpasir steril (pasir 55%, debu 36%, dan liat 17%). Sterilisasi medium tanam menggunakan larutan formalin 4%. Medium tanam dimasukkan ke dalam pot kantong plastik berukuran 30 cm x 30 cm.

### Pelaksanaan Percobaan

Percobaan ini disusun dalam rancangan petak terbagi. Sebagai petak utama adalah penggunaan tujuh genotip dan sebagai anak petak adalah perlakuan nematoda dan tanpa nematoda (kontrol). Masing-masing perlakuan diulang 3 kali. Setiap ulangan terdiri atas 15 pot tanaman dan setiap pot berisi satu tanaman. Inokulasi nematoda dilakukan 15 hari setelah tanam (HST). Sebanyak 40 ekor nematoda juvenil 2 per 100 g tanah diletakkan pada sekeliling daerah perakaran kenaf.

### Penanaman dan Pemeliharaan Tanaman

Benih kenaf ditanam dalam polibag ukuran 30 x 30 cm dengan media tanah berpasir steril dengan perbandingan pasir 55%, debu 36% dan liat 17%. Sterilisasi media tanam menggunakan larutan formalin 4%.

Pemupukan menggunakan dosis 3 g N + 1.5 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 1.5 g K<sub>2</sub>O per tanaman. Pupuk N diberikan dalam bentuk urea serta pupuk P dan K dalam bentuk phonska. Pupuk phonska diberikan pada umur 10 HST dan pupuk urea diberikan pada 30 HST (Marjani 2015). Pemeliharaan penyiangan, pemberian air, dan pengendalian hama dan penyakit disesuaikan dengan kondisi tanaman. Selama percobaan tidak dilakukan penyemprotan nematisida.

### Peubah Pengamatan

Setelah berumur 75 HST tanaman dibongkar dan selanjutnya dilakukan pengamatan terhadap beberapa peubah

pertumbuhan tanaman diantaranya tinggi tanaman, diameter batang bagian bawah, bobot segar tajuk, bobot segar batang, dan bobot segar akar, jumlah puru akar, jumlah juvenil instar 2 pada media, analisis asam salisilat, fenol, dan lignin. Peubah pengamatan dilakukan terhadap 10 sampel tanaman pada masing-masing ulangan.

### Penghitungan Jumlah Puru

Akar tanaman dicuci, ditiriskan, dan dihitung jumlah puru akar yang ada. Jumlah puru dianalisis menggunakan indeks puru yang diperkenalkan oleh Canto-Saenz (1985). Indeks puru dikelompokkan dalam lima skala, yaitu 0, tidak ada puru; 1, 1–15 puru; 2, 16–35 puru; 3, 36–50 puru; 4, 51–100 puru; dan 5, > 100 puru.

### Penghitungan Jumlah Juvenil Instar 2 pada Medium Tanam

Ekstraksi juvenil instar 2 pada medium tanam dilakukan dengan metode Dalmadiyo *et al.* (1989). Sebanyak 100 g sampel tanah ditambahi 125 mL air, disentrifugasi (Merck TDL-5A) pada kecepatan 2000 rpm selama 15 menit. Tanah yang mengendap dalam tabung ditambahi larutan gula (486 g L<sup>-1</sup>), selanjutnya disentrifugasi pada kecepatan 2000 rpm selama 15 menit. Supernatan dituang ke saringan 400 mesh dan dibilas dengan air mengalir sampai larutan gulanya hilang. Suspensi nematoda diamati jumlah juvenilnya menggunakan mikroskop. Selanjutnya faktor reproduksi (R) nematoda dihitung dengan rumus (Sasser dan Hartman 1984):

$$R = \frac{Pf}{Pi}, \text{ dengan}$$

Pi, populasi awal juvenil nematoda pada saat inokulasi; dan Pf, populasi akhir juvenil.

### Analisis Asam Salisilat

Asam salisilat diukur menggunakan metode (Fatmawati dan Herlina 2017). Sebanyak 0.5 g potongan akar berukuran 1 cm dihaluskan dengan menambahkan 10 mL metanol. Suspensi hasil ekstraksi disentrifugasi selama 20 menit hingga tidak berwarna dan ada endapan. Suspensi disaring, dimasukkan ke

dalam labu ukur 10 mL, ditambahi metanol sampai tanda batas. Pengukuran absorbansi dengan panjang gelombang 302 nm menggunakan spektrofotometer (Merck Spectroquant pharo 300). Kandungan asam salisilat ditentukan dengan dilakukan larutan standar asam salisilat 0.001%.

### Analisis Fenol

Kandungan total fenol diukur mengikuti metode *folin-ciocalteu* yang absorbansinya diukur pada panjang gelombang 765 nm (Pourmorad *et al.* 2006). Standar asam galat dibuat dengan konsentrasi 100 ppm. Sebanyak 0.2 g akar kenaf ditambahi 2 mL etanol 80%. Akar yang sudah ditambahi etanol ini, etanolnya diambil sebanyak 0.1 mL kemudian ditambahi 1.2 mL akuades steril dan dihomogenkan. Setelah itu, sebanyak 0.1 mL pereaksi *folin ciocalteu* ditambahkan dan didiamkan selama 5 menit, lalu ditambahkan 0.4 mL Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 20%, dan diinkubasi selama 30 menit. Larutan ini siap diukur kandungan total fenolnya dengan spektrofotometer (Merck Spectroquant pharo 300).

### Analisis Kandungan Lignin

Analisis kandungan lignin total dilakukan dengan metode Klason. Sebanyak 0.5 g (misal a g) akar dicampur dengan 100 mL larutan deterjen asam (ADS), dipanaskan, diekstraksi selama 60 menit, dan disaring dengan cawan penyaring menggunakan pompa vakum. Residu dibilas dengan air panas beberapa kali dan terakhir dicuci dengan aseton. Selanjutnya sampel dikeringkan pada suhu 105 °C dan didinginkan dalam eksikator.

Sampel diletakkan dalam wadah cawan yang berisi air setinggi 1 cm yang sebelumnya ditutup dengan penutup karet. Sampel ditambahkan 25 mL larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 72% (15°C). Sampel diekstrak dingin selama 3 jam dan diaduk setiap 1 jam. Selanjutnya sampel disaring dan dicuci dengan air panas (90-100 °C) sebanyak 3 kali. Sampel dikeringkan dalam oven (105 °C) selama 8 jam, setelah dingin ditimbang (b g). Residu yang ada dalam cawan diabukan selama 3 jam (1500°C) setelah dingin ditimbang kembali

(c g). Dari data yang diperoleh, kandungan lignin dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Lignin (\%)} = \frac{(b - c)}{a} \times 100\%$$

### Analisis Data

Data indeks puru akar dan faktor reproduksi nematoda dilakukan analisis gabungan seperti yang dilakukan oleh Sasser and Hartman (1984) untuk mengetahui dan menggolongkan tingkat ketahanan tanaman terhadap infeksi nematoda puru akar (Tabel 1). Data hasil pengamatan kandungan asam salisilat, fenol, lignin pada akar dan pertumbuhan tanaman dianalisis dengan analisis ragam menggunakan software SPSS.16. Apabila hasil analisis ragam menunjukkan beda nyata, data kemudian diuji lanjut menggunakan uji *duncan multi range test* (DMRT) pada taraf kepercayaan 5%. Analisis korelasi antara variabel jumlah puru dengan kandungan asam salisilat, fenol dan lignin pada akar untuk mengetahui hubungan antara variabel-variabel tersebut.

## HASIL

### Ketahanan Kenaf Terhadap *Meloidogyne incognita*

Jumlah puru dan faktor reproduksi *M. incognita* berbeda pada genotipe kenaf yang diuji dan menunjukkan tingkat ketahanan pada tanaman (Tabel 2). Berdasarkan indeks puru akar dan faktor reproduksi nematoda pada tujuh genotipe kenaf yang diuji, tingkat ketahanannya menunjukkan perbedaan. Kenaf genotipe KR4, KR5, dan KR15 menunjukkan

Tabel 1 Hubungan antara indeks puru akar dan faktor R dengan tingkat ketahanan terhadap *Meloidogyne incognita*

Indeks puru	Faktor R*	Tingkat ketahanan
≤ 2	≤ 1	Tahan ( <i>resistant</i> ) (R)
≤ 2	> 1	Toleran ( <i>tolerant</i> ) (T)
> 2	≤ 1	Rentan ( <i>susceptible</i> ) (S)
> 2	> 1	Sangat rentan ( <i>over-susceptible</i> ) (OS)

\*Faktor R = Pf/Pi, dengan: Pf = populasi larva nematoda puru akar dalam tanah akhir; Pi, populasi larva nematoda puru akar dalam tanah awal.

sifat toleran terhadap *M. incognita*, sedangkan genotipe DS028, KR6, KR1, dan Kin2 sangat rentan.

**Pertumbuhan Kenaf yang Diinokulasi *Meloidogyne incognita***

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa infeksi *M. incognita* berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, bobot segar tajuk, dan bobot segar akar (Tabel 3). Pengaruh infeksi oleh *M. incognita* terhadap pertumbuhan tanaman kenaf genotipe KR4, KR15, dan KR5 lebih kecil dibandingkan dengan genotipe yang lainnya. Penurunan tinggi tanaman, bobot segar tajuk, dan bobot segar akar pada genotipe KR 4 akibat infeksi oleh *M. incognita* jelasyang paling kecil. Sementara itu, penurunan tinggi tanaman, bobot segar tajuk, dan bobot segar akar yang paling besar ialah pada genotipe KR1.

**Pengaruh Infeksi *M. incognita* terhadap Fenol, Asam Salisilat, dan Lignin**

Infeksi *M. incognita* berpengaruh terhadap kadar asam salisilat, fenol, dan lignin total pada akar tanaman kenaf. Hasil analisis kadar asam salisilat, fenol, dan lignin total pada tanaman kenaf umur 75 HST menunjukkan perbedaan nyata. Peningkatan kadar fenol tertinggi dibandingkan dengan kontrol terdapat pada genotipe KR4, peningkatan kadar asam salisilat dan lignin tertinggi terdapat pada KR15 dan terendah pada genotipe KR1 (Tabel 4). Hal tersebut mengindikasikan bahwa genotipe KR4, KR15, dan KR5 memberikan respons ketahanan terhadap adanya infeksi *M. incognita* yang lebih reaktif dibandingkan dengan genotipe lainnya.

Bukti adanya keterlibatan asam salisilat, fenol, dan juga lignin sebagai sistem pertahanan kenaf terhadap *M. incognita* dapat

Tabel 2 Jumlah puru, skor puru, faktor reproduksi dan tingkat ketahanan tujuh genotipe kenaf terhadap nematoda puru akar pada 75 hari setelah tanam

Genotipe	Jumlah puru	Indeks puru*	Faktor reproduksi	Kriteria ketahanan KR4, KR5 dan KR15
KR1	110.08 b	5.66	6.69 b	Sangat rentan
KR4	34.87 a	2.03	2.05 a	Toleran
KR5	34.49 a	2.06	2.13 a	Toleran
KR6	53.26 a	4.54	3.81 ab	Sangat rentan
KR15	34.55 a	2.04	2.02 a	Toleran
Kin2	107.53 b	5.33	6.21 b	Sangat rentan
Ds028	47.99 a	3.45	3.14 ab	Sangat rentan

\*Indeks puru tidak dilakukan analisis

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%.

Tabel 3 Pengaruh infeksi *Meloidogyne incognita* terhadap pertumbuhan tujuh genotipe kenaf 75 hari setelah tanam

Genotipe	Tinggi (cm)			Bobot Segar Tajuk (g)			Bobot Segar Akar (g)		
	Kontrol	<i>M. incognita</i>	Penurunan (%)	Kontrol	<i>M. incognita</i>	Penurunan (%)	Kontrol	<i>M. incognita</i>	Penurunan (%)
KR1	141.00c	97.34a	32.26	408.83d	300.05a	28.34	159.39c	114.47a	30.28
KR4	185.92i	162.81g	12.02	568.33k	514.64i	9.59	238.81i	209.95g	12.19
KR5	171.67h	142.68d	17.12	572.89k	492.49h	14.81	220.11h	189.97e	14.04
KR6	156.14f	121.08c	23.45	584.50l	468.37f	20.07	239.10i	197.56f	18.21
KR15	183.58i	158.30f	14.30	541.50j	476.83g	12.05	246.84j	220.42h	11.53
Kin2	166.00g	118.20bc	30.54	447.33e	335.31b	25.53	218.50h	160.04c	28.06
DS028	152.67d	117.44b	23.68	477.94g	380.55c	20.73	170.99d	135.89b	21.68

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%.

dilihat dari hubungan antara jumlah puru yang terbentuk dan kadar asam salisilat, fenol, dan lignin total yang terbentuk pada akar. Hasil analisis korelasi menunjukkan korelasi yang nyata antara variabel jumlah puru dan fenol, asam salisilat, dan juga lignin total pada akar. Variabel jumlah puru akar berkorelasi negatif terhadap jumlah asam salisilat, fenol, dan kadar lignin total pada akar (Tabel 5). Artinya peningkatan jumlah puru akar yang terbentuk pada akar tanaman akan menyebabkan kadar asam salisilat, fenol, dan lignin total mengalami penurunan atau sebaliknya. Asam salisilat berkorelasi nyata dan bernilai positif terhadap jumlah fenol dan juga jumlah lignin total.

### PEMBAHASAN

Ketahanan tujuh genotipe kenaf terhadap *M. incognita* yang dianalisis menggunakan analisis gabungan antara indeks puru dan faktor reproduksi nematoda menunjukkan bahwa genotipe KR4, KR15, dan KR5 merupakan genotipe yang toleran terhadap *M. incognita*. Hasil ini berbeda dari Yulianti dan Supriyono (2009) yang menyatakan bahwa genotipe

KR4, KR15, dan KR5 memiliki ketahanan moderat tahan terhadap *Meilodogyne* spp.

Ketahanan tanaman digolongkan menjadi lima kelas: tahan, moderat tahan, moderat rentan, rentan, dan sangat rentan. Kementan (1997) dan Budi *et al.* (2009) menyatakan bahwa KR6 merupakan genotipe kenaf yang rentan terhadap *Meloidogyne* spp. Genotipe DS028 merupakan genotipe yang rentan terhadap *M. incognita* (Supriyono dan Suhara 2007) dan genotipe KR1 serta Kenafindo Agribun 2. Kayembe (2015) menyatakan bahwa sampai saat ini belum terdapat varietas kenaf yang memiliki sifat tahan terhadap nematoda.

Infeksi oleh *M. icognita* pada tanaman kenaf dapat menurunkan tinggi tanaman, bobot segar tajuk, dan bobot segar akar. Tinggi tanaman dan diameter batang merupakan komponen yang dapat digunakan sebagai tolok ukur hasil serat kenaf. Adanya penurunan pertumbuhan tanaman menjadi kerdil, batangnya kecil mengakibatkan penurunan hasil tanaman (Adegbite 2018). Hasil penelitian ini sesuai pernyataan Tahery *et al.* (2011) yang mengemukakan bahwa

Tabel 4 Jumlah kandungan asam salisilat, fenol, dan lignin pada akar tanaman kenaf yang diinokulasi *Meloidogyne incognita* setelah umur 75 HST

Genotipe	Fenol (mg/g)			Salisilat (mg/g)			Lignin (%)		
	Kontrol	<i>M. incognita</i>	Peningkatan (%)	Kontrol	<i>M. incognita</i>	Peningkatan (%)	Kontrol	<i>M. incognita</i>	Peningkatan (%)
KR1	0.24a	0.27c	14.60	0.43a	0.47c	8.14	26.55a	28.17b	6.14
KR4	0.29de	0.45i	65.50	0.59g	0.76k	31.07	44.09f	55.98i	27.07
KR5	0.28d	0.41h	51.90	0.56e	0.69j	23.33	43.75f	52.61h	20.33
KR6	0.27c	0.33g	23.60	0.51d	0.57f	12.12	29.55c	32.53d	10.12
KR15	0.29e	0.46i	62.50	0.61i	0.83l	37.29	47.89g	29.26c	31.29
Kin2	0.25b	0.30f	18.55	0.44a	0.51d	8.35	27.22a	36.55e	7.35
DS028	0.24a	0.31f	24.72	0.46b	0.60h	11.77	29.35c	62.82j	10.77

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%.

Tabel 5 Korelasi antara jumlah puru akar dan jumlah asam salisilat, fenol, dan lignin pada akar kenaf

Variabel	Jumlah puru	Asam salisilat	Fenol	Lignin
Jumlah Puru	1			
Asam salisilat	-.80**	1		
Fenol	-.82**	.88**	1	
Lignin	-.75**	.92**	.85**	1

\*\*Berbeda nyata pada tingkat kepercayaan 1%.

infeksi *M. incognita* dapat menurunkan tinggi tanaman kenaf sampai 24.79%.

Berdasarkan pada tinggi tanaman, bobot segar tajuk, dan bobot segar akar dari tujuh genotipe kenaf, genotipe KR4, KR15, dan KR5 dibuktikan mengalami penurunan pada peubah yang diujikan jika dibandingkan dengan genotipe lainnya. Hal tersebut mengindikasikan bahwa tiga genotipe tersebut memiliki tingkat ketahanan terhadap *M. incognita* lebih tinggi dibandingkan dengan genotipe lainnya. Sementara itu, genotipe KR1 mengalami penurunan yang paling besar. Akar tanaman merupakan organ yang sangat penting untuk pertumbuhan tanaman dan reproduksi. Tanaman yang memiliki sistem perakaran panjang dan banyak, ditunjukkan dari bobot segar akar, akan baik dalam mengeksploitasi sumber air dan mineral dalam tanah dan toleran terhadap stres yang diakibatkan oleh faktor biotik ataupun abiotik.

Ketahanan suatu tanaman terhadap infeksi oleh nematoda puru akar terjadi melalui pra-pembentukan molekul beracun, adanya penghalang fisik, reaksi hipersensitif, dan senyawa antimikrob (fitoaleksin) (Nuryani *et al.* 2001). Fitriyanti dan Sumardiyono (2009) menyatakan bahwa respons ketahanan tanaman terhadap nematoda puru akar dapat berupa akumulasi fenol dan asam salisilat, serta terbentuknya lignin yang lebih awal terjadi di dalam dinding sel inang. Beberapa respons pertahanan biokimia pada tanaman terhadap patogen ialah terbentuknya senyawa fenol dan asam salisilat (Kawano dan Bouteau 2013). Selain itu, sifat toleran kenaf terhadap *M. incognita* diduga akibat adanya peran senyawa metabolit sekunder seperti fenol, asam salisilat, dan lignin (Dhakshinamoorthy *et al.* 2014; Miedes *et al.* 2014). Salah satu reaksi jaringan tumbuhan terhadap infeksi patogen ialah meningkatnya senyawa fenol. Senyawa ini dapat menghambat enzim hidrolisis, termasuk enzim pektolitik yang dihasilkan oleh patogen.

Kandungan senyawa fenolik pada tanaman pisang kultivar toleran dan agak toleran terhadap nematoda puru akar *Radopholus similis* lebih tinggi dibandingkan dengan

pisang kultivar rentan. Senyawa fenolik pada tanaman berperan dalam meningkatkan ketahanan tanaman dan menekan perkembangan patogen (Vagiri *et al.* 2017). Adanya fenol pada akar tanaman berperan dalam mekanisme ketahanan secara biokimia.

Pada jaringan tanaman yang diinfeksi oleh patogen kandungan fenolnya (di antaranya asam salisilat) lebih tinggi daripada jaringan tanaman sehat (Martanto *et al.* 2003). Asam salisilat berfungsi sebagai signal ketahanan terhadap infeksi patogen. Asam salisilat dalam jaringan tanaman dapat merespons infeksi patogen. Ketika tanaman terinfeksi oleh patogen, biosintesis asam salisilat meningkat sehingga jalur transduksi asam salisilat teraktivasi dan menyebabkan ketahanan tanaman meningkat (Wiyayanti *et al.* 2016).

Asam salisilat merupakan metabolit sekunder yang berperan penting sebagai sinyal dalam aktivasi respons pertahanan tanaman terhadap patogen (Hayat *et al.* 2010). Tubuh nematoda tersusun dari kitin, adanya asam salisilat pada akar tanaman akan melisiskan sel kutikula nematoda sehingga mengurangi mobilitas dan akhirnya nematoda akan mati (Damayanti *et al.* 2018).

Dinding sel daerah yang terinfeksi patogen seringkali mengandung turunan-turunan asam sinamat yang berperan dalam lignifikasi. Lignin terdiri atas bahan yang tahan terhadap peruraian oleh sebagian besar mikroorganisme, mempunyai rantai panjang dan tersusun atas fenol-fenol. Oleh karena sifatnya yang sulit terurai maka lignin berperan dalam ketahanan (Liu *et al.* 2018). Senyawa fenol dan lignin hubungannya sangat erat karena senyawa fenol dapat membentuk lignin yang merupakan proteksi alami dari tanaman terhadap serangan faktor biotik. Senyawa fenolik diketahui dapat membentuk lignin dan juga dapat meningkatkan kandungan auksin alami yang selanjutnya dapat membentuk tiloses sebagai penghalang fisik dalam menghadapi serangan faktor biotik (Nuryani *et al.* 2001; Fitria dan Masnilah 2020). Pertumbuhan dan perkembangan nematoda dapat terhambat karena adanya lignifikasi dan rintangan mekanik yang dimiliki oleh tanaman.

Mekanisme penghambatan patogen oleh lignifikasi ialah antara lain dengan cara meningkatkan ketahanan mekanik dinding sel, mengurangi kerentanan dinding sel terhadap degradasi oleh enzim patogen, menghambat difusi patotoksin dan nutrisi, menghambat perkembangan patogen karena aktivitas daya racun senyawa prekursor lignin dan lignifikasi patogen (Liu *et al.* 2018). Lignifikasi yang lebih intensif pada jaringan akar genotipe KR4, KR5, dan KR15 menyebabkan nematoda yang berada di dalam jaringan tidak mampu berkembang dan menyelesaikan siklus hidupnya dengan baik. Hal ini disebabkan nematoda tidak mampu mendegradasi dinding sel inang yang mengalami lignifikasi atau mungkin terhambat karena aktivitas daya racun senyawa prekursor lignin (asam salisilat). Lignifikasi juga terjadi pada jaringan akar genotipe uji yang lain dan jumlahnya lebih sedikit dibandingkan dengan genotipe KR4, KR15, dan KR5.

Dinding sel tanaman terhindar dari serangan patogen dengan cara menimbun lignin atau suberin di dalam dinding sel. Adanya lignin pada dinding sel merupakan mekanisme ketahanan secara fisik (Nuryani *et al.* 2001).

Ketahanan tanaman kenaf terhadap *M. incognita* menunjukkan tiga genotipe toleran, yaitu KR4, KR15, dan KR5 sedangkan empat genotipe sangat rentan, yaitu KR1, Kin2, KR6, dan DS028. Sifat toleran pada genotipe KR4, KR15, dan KR5 diikuti dengan peningkatan kadar fenol, asam salisilat, dan lignin setelah terinfeksi oleh *M. incognita*. Asam salisilat, fenol, dan lignin berkorelasi negatif dengan jumlah puru akar. Penurunan tinggi tanaman, bobot segar tajuk, dan bobot segar akar akibat infeksi *M. incognita* terkecil terdapat pada genotipe KR4 dengan rata-rata 11.26%. Sementara itu, penurunan tinggi tanaman, bobot segar tajuk, dan bobot segar akar terbesar terdapat pada genotipe KR1 dengan rata-rata 30.29%.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian,

Kementerian Pertanian Republik Indonesia yang memberikan dana penelitian dan Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat untuk fasilitas laboratorium, juga kepada Titiek Yulianti, Evi Dwi Safitri, dan Rina Zazilatul Khoiroh yang membantu penelitian.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Adegbite AA. 2018. Response of selected kenaf cultivars to *Meloidogyne incognita* under greenhouse conditions. *Int J Adv Agric Res.* 6(4):55–58.
- Babenko LM, Smirnov OE, Romanenko KO, Trunova OK, Kosakivska IV. 2019. Phenolic compounds in plants: Biogenesis and functions. *Ukr Biochem J.* 91(3):5–18. DOI: <https://doi.org/10.15407/ubj91.03.005>.
- Budi US, Sudjindro, Purwati RD. 2009. Variasi ketahanan genotipe kenaf (*Hibiscus cannabinus L.*) terhadap nematoda puru akar (*Meloidogyne incognita*). *J Litrii* 15(2):60–65. <http://dx.doi.org/10.21082/jlitri.v15n2.2009.60-65>.
- Canto-Saenz M. 1985. The nature of resistance to *Meloidogyne incognita*: An advanced treatise on *Meloidogyne*. *Biol. Control*, 1:225–231.
- Costa GAS, Hugo VSB, Giband M, Augusto PVB, Rodrigues F, Rúbia M da R. 2017. Inheritance of resistance to *Meloidogyne incognita* race 3 in cotton accession TX 25. *Acta Scientiarum.* 39(3):331–337. DOI: <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v39i3.32563>.
- Dalmadiyo G, Pusposendjojo N, Rahayu BT. 1989. Effect of initial population densities of root knot nematode (*Meloidogyne spp*) on growth and yield of kenaf (*H. cannabinus L.*). *BPPS UGM.* 2(1B):165–176.
- Damayanti AP, Rahardjo BT, Tarno H. 2018. Pengaruh pemberian plant growth promoting rhizobacteria (*Pseudomonas fluorescens*) terhadap nematoda puru akar *Meloidogyne sp.* pada tanaman tomat. *J HPT.* 6(1):26–34. Retrieved from <http://jurnalhpt.ub.ac.id/index.php/jhpt/article/view/269/293>



- Davis RF, Stetina SR. 2016. Resistance and tolerance to nematodes in cotton. Di dalam RLB. Galbieri eJean (Ed.), *Nematoïdes fitoparasitas do algodoeiro nos cerrados brasileiros: Biologia e medidas de controle* (1st ed). Cuiaba (BR): Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) Instituto. Hlm 1–242.
- De Deus Barbosa AEA, da Rocha Fragooso R, de Lima e Souza DDS, Freire Ê, de Oliveira Neto OB, Viana AAB, Grossi-de-Sa MF. 2009. Differentially expressed genes in cotton plant genotypes infected with *Meloidogyne incognita*. *Plant Sci.* 177:492–497. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2009.07.013>.
- Dhakshinamoorthy S, Mariama K, Elsen A, De Waele D. 2014. Phenols and lignin are involved in the defence response of banana (*Musa*) plants to *Radopholus similis* infection. *Nematology.* 16(5):565–576. DOI: <https://doi.org/10.1163/15685411-00002788>.
- Faruq G, Alamgir MA, Rahman MM, Motior MR, Zakaria HP, Marchalina B, Mohamed NA. 2013. Morphological charecterization of kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) in Malaysian tropical environment using multivariate analysis. *J Anim Plant Sci.* 23(1):60–67.
- Fatmawati F, Herlina L. 2017. Validasi metode dan penentuan kadar asam salisilat bedak tabur dari pasar majalaya. *EduChemia.* 2(2):141–150. DOI: <https://doi.org/10.30870/educhemia.v2i2.1187>.
- Fitria, Masnilah R. 2020. Respon ketahanan dan kandungan senyawa fenol enam varietas kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill terhadap penyakit busuk pangkal batang (*Sclerotium rolfsii* Sacc .). *Berkala Ilmu Pertanian.* 3(1):27–32.
- Fitriyanti D, Sumardiyono C. 2009. Mekanisme ketahanan kentang (*Solanum tuberosum*) terhadap nematoda sista kuning (*Globodera rostochiensis*). *J HPT Tropika.* 9(1):46–53. DOI: <https://doi.org/10.23960/j.hptt.1946-53>.
- Hayat Q, Hayat S, Irfan M, Ahmad A. 2010. Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: A review. *Environ Exp Bot.* 68(1):14–25. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2009.08.005>.
- Kardiansyah T, Sugesty S. 2014. Karakteristik pulp kimia mekanis dari kenaf (*Hibiscus cannabinus* L) untuk kertas lainer. *J Selulosa.* 4(1):37–46. DOI: <https://doi.org/10.25269/jsel.v4i01.55>.
- Kawano T, Bouteau F. 2013. Crosstalk between intracellular and extracellular salicylic acid signaling events leading to long-distance spread of signals. *Plant Cell Rep.* 32(7):1125–1138. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00299-013-1451-0>.
- Kayembe KP. 2015. Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) fibre yield and quality as affected by water, nitrogen, plant population and row spacing [dissertation]. Pretoria: University of Pretoria. Retrieved from <http://www.repository.up.ac.za/handle/2263/46041>
- Kementan. 1997. 727/Kpts/TP.240/7/97. Indonesia
- Kosuge T. 1969. The Role of phenolics in host response to infection. *Annu Rev Phytopathol.* 7:195–222. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.py.07.090169.001211>.
- Lawrence G, McLean K. 1992. Host status response of kenaf (*H. cannabinus*) to *Meloidogyne incognita* race 4, *M. javanica*, *Hoplolaimus magnitylus*, and *Rotylenchulus reniformis*. *Nematropica.* 22(2):247–250.
- Liu Q, Luo L, Zheng L. 2018. Lignins: biosynthesis and biological functions in plants. *Int J Mol Sci.* 19(2):1–16. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms19020335>.
- Marjani. 2015. Efisiensi seleksi di hari pendek untuk meningkatkan hasil serat tanaman kenaf [disertasi]. Yogyakarta (ID): Universitas Gajah Mada.
- Martanto EA, Sumardiyono C, Semangun H, Hadisutrisno B. 2003. Peranan asam salisilat pada interaksi inang-patogen penyakit kudis ubijalar (*Elsinoe batatas*). *JPTI.* 9(2):92–98.
- Miedes E, Vanholme R, Boerjan W, Molina A. 2014. The role of the secondary cell wall in

- plant resistance to pathogens. *Front Plant Sci.* 5:1–13. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00358>.
- Mukhammad AFH. 2013. Potensi serat batang (*bast fibers*) sebagai penguat biokomposit untuk aplikasi otomotif. *Traksi.* 13(2):38–51.
- Nuryani Y, Mustika I, Syukur C. 2001. Kandungan fenol dan lignin tanaman nilam hibrida (*Pogostemon* sp.) hasil fusi protoplas. *J Littri.* 7(4):104–107. DOI: <http://dx.doi.org/10.21082/jlittri.v7n4.2001.104-107>.
- Pourmorad F, Hosseinimehr SJ, Shahabimajid N. 2006. Antioxidant activity, phenol and flavonoid contents of some selected Iranian medicinal plants. *Planta Med.* 5(11):1142–1145. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-2007-987042>.
- Sasser JN, Hartman KM. 1984. *Standardization of Host Suitability studies and reporting of Resistance to Root-Knot Nematodes.* North Carolina (US): North Carolina State University Graphics.
- Sudjindro. 2009. Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) produk-produk diversifikasi kenaf. In E. Sulistyowati (Ed.), *Monograf Balittas Kenaf* (Edisi ke-1). Malang (ID): IAARD Press. Hlm 87–95.
- Supriyono, Hidayah N. 2004. Evaluasi ketahanan aksesi kenaf terhadap nematoda puru akar (*Meloidogyne spp.*). Laporan Hasil Penelitian. Malang (ID): Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat Malang.
- Supriyono, Suhara C. 2007. Evaluasi ketahanan plasma nutfah kenaf dan kerabatnya terhadap *Fusarium* sp. dan nematoda puru akar *Meloidogyne* spp. Laporan Hasil Penelitian. Malang (ID): Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat Malang.
- Tahery Y, Aini NAS, Abdul-Hamid H, Puad MA, Norlia B. 2011. Status of root knot nematode disease on kenaf cultivated on bris soil in Kuala Terengganu. *World Appl Sci J.* 5(9):1287–1295.
- Vagiri M, Johansson E, Rumpunen K. 2017. Phenolic compounds in black currant leaves - an interaction between the plant and foliar diseases. *J Plant Interact.* 12(1):193–199. DOI: <https://doi.org/10.1080/17429145.2017.1316524>.
- Wijayanti KS, Rahardjo BT, Himawan T. 2016. Pengaruh PGPR terhadap penekanan populasi nematoda puru akar (*Meloidogyne incognita* (Kofoid and White) Chitwood) pada tanaman kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.). *Bul Tan Tembakau Serat Minyak Indust.* 8(1):30–39. DOI: <https://doi.org/10.21082/bultas.v8n1.2016.30-39>.
- Yulianti T, Supriyono. 2009. Penyakit tanaman kenaf dan pengendaliannya. Di dalam Sulistyowati E (Ed.), *Monograf Balittas Kenaf* Edisi ke-1. Malang (ID): IAARD Press. Hlm. 93–105.