

**KARAKTERISTIK AGRONOMIK EMPAT GENOTIPE
KEDELAI (*Glycine max*, L. Merrill) TAHAN KARAT
DAUN (*Phakopsora pachyrhizi* Syd.)**

**KARYA ILMIAH TERTULIS
(SKRIPSI)**

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk
Menyelesaikan Pendidikan Program Strata Satu pada
Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan
Fakultas Pertanian Universitas Jember



Oleh

**Ambar Susanti
NIM : FIEI 95231**

S

Asal : Hordis	Klass
Terima : 7 JUL 2001	632
No Induk : 10236208	SUS
	k

**UNIVERSITAS JEMBER, FAKULTAS PERTANIAN
2001**

PEMBIMBING

Dr. Ir. Endang Budi Trisusilowati, MS (DPU)

Dr. Ir. M. Setyo Poerwoko, MS (DPA)

Diterima oleh :

FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS JEMBER

Sebagai Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi)

Dipertahankan pada

Hari : Senin

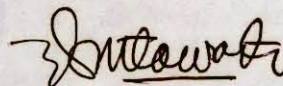
Tanggal : 16 April 2001

Pukul : 11.00-14.00 WIB

Tempat : Fakultas Pertanian
Universitas Jember

Tim Penguji

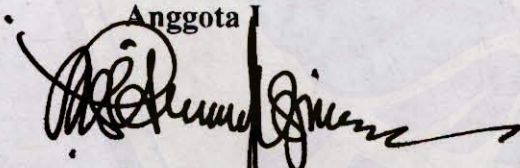
Ketua



(Dr. Ir. Endang Budi Trisusilowati, MS)

NIP. 130 531 982

Anggota I



(Dr. Ir. M. Setyo Poerwoko, MS)

NIP. 131 120 335

Anggota II



(Ir. Tatang Pranata, Dpl. Agr.)

NIP. 131 593 403

Mengetahui

Dekan Fakultas Pertanian



(Dr. Arie Mudjiharjati, MS)

NIP. 130 609 808

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadiran Allah Swt atas segala rahmat dan hidayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan hasil penelitian dalam bentuk Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi) dengan judul **Karakteristik Agronomik Empat Genotipe Kedelai (*Glycine max*, L. Merrill) Tahan Karat Daun (*Phakopsora pachyrhizi* Syd.)**. Skripsi tersebut diajukan untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan jenjang strata satu dalam bidang ilmu pertanian.

Di dalam proses penyusunan hasil penelitian sejak merencanakan penelitian tidak terlepas dari sumbang fikir dan bantuan fasilitas dari pihak perorangan maupun lembaga. Sehubungan dengan hal tersebut pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dekan dan Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Jember atas ijin dan kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk mengikuti pendidikan strata satu di Fakultas Pertanian khususnya di Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan.
2. Dr. Ir. Endang Budi Trisusilowati, MS selaku Dosen Pembimbing Utama dan Dr. Ir. M. Setyo Poerwoko, MS selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah memberikan bimbingan dan arahan serta saran dalam melaksanakan penelitian dan penyusunan laporan dalam bentuk Skripsi.
3. Ir. Tatang Pranata, Dpl. Agr. selaku Tim Penguji Anggota II
4. Semua pihak yang telah memberikan dorongan baik moril maupun materiil selama penelitian sampai terwujudnya laporan ini.

Harapan penulis semoga Karya Ilmiah Tertulis yang telah tersusun ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Jember, April 2001

Penulis

ABSTRAK

Ambar Susanti. 9515101231. Karakteristik Agronomik Empat Genotipe Kedelai (*Glycine max*, L. Merrill) Tahan Karat Daun (*Phakopsora pachyrhizi* Syd.)

Empat genotipe kedelai hasil seleksi Pedigree yaitu ZKJ 1-5-1, ZKJ 1-7, 92-SY-3, dan KKS 10 yang dilaporkan memiliki ketahanan terhadap karat daun kedelai, dipelajari apakah memiliki karakteristik agronomik yang dapat digunakan sebagai indikator ketahanan suatu genotipe terhadap karat daun kedelai. Respon empat genotipe tersebut terhadap infeksi karat daun kedelai diuji melalui inokulasi buatan di rumah kaca. Karakteristik agronomik yang diamati dapat dijadikan indikator ketahanan terhadap karat daun kedelai ialah warna daun yang lebih gelap, tekstur daun yang lebih kaku, dan bulu daun yang lebih rapat. Penelitian yang mendalam untuk mendeteksi ketahanan suatu genotipe berdasarkan komponen biokimia sangat diperlukan dalam membantu upaya penelusuran genotipe-genotipe kedelai yang tahan terhadap penyakit khususnya karat daun kedelai.

Kata kunci: Kedelai/Genotipe/ Karakteristik agronomik/Indikator ketahanan/Karat daun kedelai (*P. pachyrhizi*)

RINGKASAN

Ambar Susanti. 9515101231. Karakteristik Agronomik Empat Genotipe Kedelai (*Glycine max*, L. Merrill) Tahan Karat Daun (*Phakopsora pachyrhizi* Syd.) (dibimbing oleh Dr. Ir. Endang Budi Trisusilowati, MS dan Dr. Ir. M. Setyo Poerwoko, MS).

Penyakit karat daun kedelai (*Phakopsora pachyrhizi* Syd.) merupakan penyakit penting pada tanaman kedelai yang dapat mengakibatkan rendahnya produksi kedelai di Indonesia. Salah satu alternatif pengendalian penyakit karat daun ialah penggunaan varietas tahan. Empat genotipe kedelai yaitu ZKJ 1-5-1, ZKJ 1-7, 92-SY-3, dan KKS 10 dari hasil uji seleksi Pedigree dilaporkan memiliki ketahanan terhadap karat daun kedelai. Pada pengujian di lapangan, empat genotipe tersebut menunjukkan intensitas penyakit karat yang relatif rendah yaitu kurang dari 30 persen.

Salah satu bentuk ketahanan suatu varietas atau genotipe terhadap penyakit dapat dicirikan berdasarkan karakteristik agronomik tanaman. Pada penelitian ini, karakteristik agronomik empat genotipe kedelai tahan karat daun dari hasil seleksi Pedigree tersebut telah dipelajari agar dapat digunakan sebagai indikator untuk mendeteksi genotipe atau varietas kedelai yang tahan terhadap karat daun kedelai. Respon empat genotipe kedelai tersebut terhadap infeksi patogen karat daun diuji pula melalui inokulasi buatan di rumah kaca.

Karakteristik agronomik empat genotipe kedelai tersebut diamati dengan mendeskripsi ciri-ciri agronomi tanaman pada saat tanaman berumur 20-25 hari dan dibandingkan dengan varietas Lokon yang rentan. Variabel yang digunakan untuk menilai karakteristik agronomik ialah morfologi daun (bentuk daun, sifat bulu daun, permukaan daun, kerapatan bulu daun, dan warna daun), kedudukan daun, tinggi tanaman, dan umur pembungaan. Tanaman diinokulasi patogen karat 10-15 hari setelah penanaman benih di rumah kaca, dengan meniru penularan alami, yaitu daun-daun kedelai yang terinfeksi karat daun yang mengandung urediospora (sebagai sumber inokulum) ditempelkan pada bagian atas dalam sungkup plastik milar dan pada saat inokulasi setiap tanaman ditutup dengan

sungkup yang telah mengandung inokulum selama 48 jam. Jumlah inokulum yang digunakan pada setiap tanaman sama. Untuk setiap genotipe termasuk Lokon digunakan tanaman yang tidak diinokulasi patogen karat. Pada tanaman yang terinfeksi, selain karakteristik agronomik dan komponen hasil terutama keadaan polong (penambahan jumlah polong hampa), diamati pula intensitas penyakit. Intensitas penyakit diamati selang tujuh hari sekali pada saat mulai terjadi infeksi sampai tanaman berumur sekitar 65 hari. Intensitas penyakit ditentukan berdasarkan nilai kategori serangan dengan rumus $IP = \{\sum(n \times v)/Z \times N\} \times 100\%$ (IP = intensitas penyakit karat, n = jumlah daun dari setiap nilai kategori, v = nilai kategori, Z = nilai kategori tertinggi, N = jumlah daun yang diamati). Nilai kategori yang digunakan yaitu, kategori 1 (0 pustul/cm² luasan daun), kategori 2 (1-8 pustul/cm² luasan daun), kategori 3 (9-16 pustul/cm² luasan daun), dan kategori 4 (lebih dari 16 pustul/cm² luasan daun). Untuk membandingkan intensitas penyakit karat dan pengaruh infeksi terhadap komponen hasil setiap genotipe, data dianalisis menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan uji jarak berganda duncan (*Duncan Multiple Range Test / DMRT*) 5%.

Berdasarkan hasil inokulasi buatan di rumah kaca terbukti bahwa empat genotipe yang diuji, yaitu ZKJ 1-5-1, ZKJ 1-7, 92-SY-3, dan KKS 10 menunjukkan intensitas penyakit yang lebih rendah dibandingkan dengan varietas Lokon yang rentan. Besarnya intensitas penyakit pada saat 20 hari setelah inokulasi masing-masing ZKJ 1-5-1 (33.33 persen), ZKJ 1-7 (33.33 persen), 92-SY-3 (36.11 persen), KKS 10 (36.11 persen), dan varietas Lokon (41.67 persen). Infeksi patogen karat daun pada empat genotipe tersebut ternyata juga hanya menyebabkan penambahan jumlah polong hampa yang lebih kecil dibandingkan dengan varietas Lokon. Di antara empat genotipe yang diuji, ZKJ 1-7 mengalami penambahan jumlah polong hampa yang paling sedikit.

Terdapat perbedaan warna, tekstur, jumlah bulu/cm² luasan daun dan kedudukan daun pada empat genotipe kedelai yaitu ZKJ 1-5-1, ZKJ 1-7, 92-SY-3, dan KKS 10 dengan varietas Lokon yang rentan. Warna daun pada empat genotipe tersebut terlihat lebih gelap dibandingkan dengan varietas Lokon yang rentan. Tekstur daun yang kaku dan berbulu rapat juga dimiliki oleh empat

genotipe tersebut. Di antara empat genotipe yang diuji, ZKJ 1-7 mempunyai bulu daun yang lebih rapat. Ditinjau dari kedudukan daun, ZKJ 1-5-1, ZKJ 1-7, dan 92-SY-3 menunjukkan kedudukan daun yang mendatar atau agak mendatar. Berbeda dengan KKS 10 dan varietas Lokon yang kedudukannya rebah. Namun tidak ada korelasi positif antara kedudukan daun dengan jumlah tanaman yang terinfeksi. Umur pembungaan dan tinggi tanaman juga tidak ada hubungannya dengan ketahanan empat genotipe kedelai yang diuji, jadi tidak dapat digunakan sebagai indikator ketahanan.

Karakteristik agronomik yang dapat dijadikan indikator ketahanan suatu genotipe kedelai terhadap patogen karat daun ialah warna daun yang gelap, tekstur daun yang kaku, dan bulu daun yang lebih rapat. Penelitian yang mendalam untuk mendeteksi ketahanan suatu genotipe berdasarkan komponen biokimia sangat diperlukan dalam membantu upaya penelusuran genotipe-genotipe kedelai yang tahan terhadap penyakit khususnya karat daun kedelai.

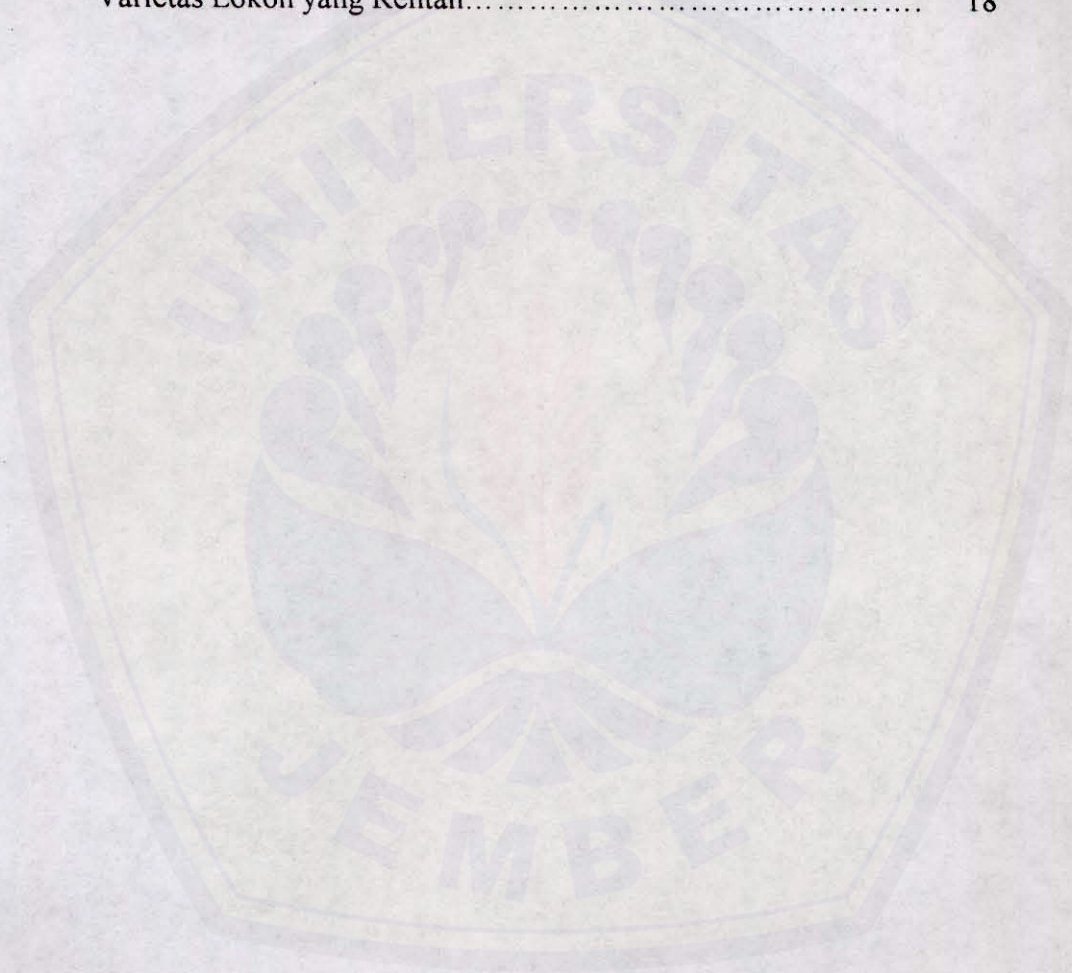
**Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian
Universitas Jember, Tahun 2001**

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Permasalahan.....	1
1.2 Tujuan dan Kegunaan Penelitian.....	2
1.3 Hipotesis.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Karakteristik Penyakit Karat Daun Kedelai.....	4
2.2 Pemanfaatan Varietas Tahan Untuk Pengendalian Penyakit Karat Daun.....	6
2.3 Karakteristik Ketahanan Tanaman Kedelai Terhadap Penyakit Karat Daun.....	7
III. BAHAN DAN METODE	
3.1 Bahan dan Alat.....	9
3.2 Metode Penelitian.....	9
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	12
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	19
DAFTAR PUSTAKA.....	20
LAMPIRAN.....	23

DAFTAR TABEL

Nomor	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Karakteristik Agronomik Genotipe Kedelai Tahan Karat Daun Hasil Seleksi Pedigree.....	12
2.	Besarnya Hambatan Tinggi Tanaman dan Keadaan Polong Empat Genotipe Kedelai Tahan Karat Daun Hasil Seleksi Pedigree dan Varietas Lokon yang Rentan.....	18

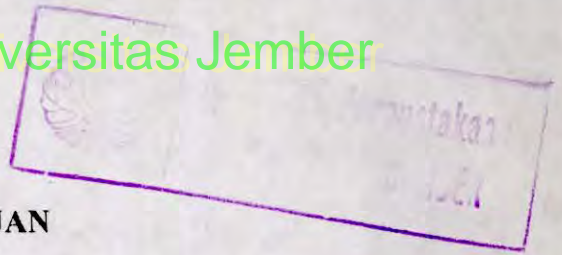


DAFTAR GAMBAR

Nomor	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Karakteristik Warna Daun Genotipe Kedelai Tahan Karat Daun A. ZKJ 1-5-1; B. ZKJ 1-7; C. 92-SY-3; D. KKS 10; E. Varietas Lokon.....	13
2.	Karakteristik Bulu Daun Genotipe Kedelai Tahan Karat Daun dan Varietas Lokon yang Rentan Dilihat dari Permukaan Bawah Daun. A. ZKJ 1-7; B. Varietas Lokon (Pembesaran 3X).....	14
3.	Bercak Karat Daun Kedelai dan Bentuk Urediospora Patogen A. Bercak Karat berupa Pustul/Uredia Patogen Berisi Urediospora (Pembesaran Mikroskopik 15X) B. Urediospora <i>P. pachyrhizi</i> (Pembesaran Mikroskopik 400X).....	17

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	<u>Lampiran</u>	Halaman
1.	Jumlah Bulu/cm ² Luasan Daun Atas Empat Genotipe Kedelai Tahan Karat Daun Hasil Seleksi Pedigree dan Varietas Lokon yang Rentan.....	23
2.	Jumlah Bulu/cm ² Luasan Daun Bawah Empat Genotipe Kedelai Tahan Karat Daun Hasil Seleksi Pedigree dan Varietas Lokon yang Rentan.....	24
3.	Umur Pembungaan Empat Genotipe Kedelai Tahan Karat Daun Hasil Seleksi Pedigree dan Varietas Lokon yang Rentan (Tanpa Diinokulasi <i>P. pachyrhizi</i>).....	25
4.	Umur Pembungaan Empat Genotipe Kedelai Tahan Karat Daun Hasil Seleksi Pedigree dan Varietas Lokon yang Rentan (Diinokulasi <i>P. pachyrhizi</i>).....	26
5.	Intensitas Penyakit Karat Empat Genotipe Kedelai Tahan Karat Daun Hasil Seleksi Pedigree dan Varietas Lokon yang Rentan 20 Hari Setelah Diinokulasi <i>P. pachyrhizi</i>	27
6.	Besarnya Hambatan Tinggi Tanaman Empat Genotipe Kedelai Tahan Karat Daun Hasil Seleksi Pedigree dan Varietas Lokon yang Rentan Setelah Terinfeksi <i>P. pachyrhizi</i>	28
7.	Penambahan Jumlah Polong Hampa Empat Genotipe Kedelai Tahan Karat Daun Hasil Seleksi Pedigree dan Varietas Lokon yang Rentan Setelah Terinfeksi <i>P. pachyrhizi</i>	29



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Permasalahan

Selama fase pertumbuhan tanaman kedelai senantiasa terjadi kemungkinan adanya gangguan hama dan penyakit. Gangguan penyakit pada kedelai mulai dianggap penting sejak timbulnya penyakit karat yang hebat pada tahun 1962 (Somaatmadja dkk., 1985). Penyakit karat daun kedelai disebabkan oleh *Phakopsora pachyrhizi* Syd., yang merupakan penyakit penting pada tanaman kedelai di berbagai negara, dan menjadi kendala terhadap upaya untuk mempertahankan produksi di tingkat petani. Berdasarkan laporan AVRDC (1985, dalam Talanca dan Soenartiningih, 1997), penurunan produksi akibat karat daun kedelai di Australia, Filipina, Muangthai, dan Taiwan masing-masing sebesar 70-95 persen, 80 persen, 65-100 persen, dan 68 persen. Wrather *et al.* (1997) membuat taksiran kehilangan hasil kedelai akibat penyakit tersebut selama tahun 1994 dari negara-negara penghasil kedelai, dan di Indonesia dapat mencapai 200 ton per tahun.

Upaya yang telah dilakukan untuk mengendalikan penyakit tersebut ialah menggunakan tanaman yang bukan inang patogen, menanam kedelai serempak pada awal musim kemarau atau awal musim penghujan dengan curah hujan maksimal 50 mm per 10 hari (Semangun, 1991). Menurut Hardaningsih (1993) saat ini yang masih efektif dilakukan ialah penggunaan fungisida triadimefon, triadimenol, dan bitertanol. Namun dengan harga pestisida yang tidak sesuai kondisi ekonomi petani dan dampak pencemaran lingkungan akibat aplikasi pestisida, maka upaya pengendalian penyakit tersebut menjadi masalah yang perlu mendapat perhatian.

Salah satu alternatif pengendalian penyakit tanaman yang relatif murah dan aman terhadap lingkungan ialah penggunaan varietas tahan. Sejauh ini varietas kedelai yang digunakan secara luas di Indonesia yang termasuk tahan terhadap *P. pachyrhizi* ialah Petek, Mojosari, No. 29, No. 986, Orba, Galunggung, dan Guntur (Semangun, 1991).

Ketahanan suatu varietas terhadap penyakit umumnya dapat mengalami perubahan dengan munculnya ras patogen baru yang lebih virulen, sehingga senantiasa diperlukan upaya perakitan varietas untuk memperoleh varietas baru yang lebih tahan terhadap penyakit melalui program pemuliaan.

Sumarno dkk. (1983) mengemukakan bahwa perakitan varietas kedelai yang tahan dapat diperoleh dari persilangan antara varietas unggul yang memiliki produksi tinggi dengan varietas yang telah diketahui tahan terhadap patogen sebagai tetua. Dari hasil persilangan tersebut diperoleh galur harapan yang produksinya tinggi dan cukup tahan terhadap penyakit karat daun kedelai. Proses perakitan varietas didahului dengan kegiatan melakukan seleksi terhadap berbagai genotipe yang tersedia sebagai plasma nuftah.

Pengetahuan mengenai karakteristik agronomik dari genotipe kedelai yang tahan terhadap karat daun kedelai sangat diperlukan sebagai kriteria untuk memilah genotipe-genotipe yang diperkirakan memiliki ketahanan terhadap karat daun kedelai sebelum dilakukan pengujian respon genotipe melalui uji penularan.

Empat genotipe kedelai yaitu ZKJ 1-5-1, ZKJ 1-7, 92-SY-3, dan KKS 10 melalui seleksi Pedigree pada penelitian Hibah Bersaing VIII/I 1999/2000 Dr. M.S. Poerwoko, MS. (Laboratorium Pemuliaan Tanaman Jurusan Agronomi, Fakultas Pertanian UNEJ) menunjukkan intensitas penyakit karat daun kedelai yang relatif rendah, yaitu kurang dari 30 persen dan terpilih sebagai genotipe yang tergolong tahan terhadap karat daun kedelai dibandingkan dengan genotipe lain yang diuji (Komunikasi pribadi).

Pada penelitian ini empat genotipe tersebut digunakan sebagai bahan kajian untuk menelaah adanya karakteristik agronomik pada empat genotipe kedelai yang tahan karat daun.

1.2 Tujuan dan kegunaan Penelitian

Penelitian bertujuan untuk mempelajari (1) karakteristik agronomik empat genotipe kedelai tahan karat daun dari hasil seleksi Pedigree yang dapat digunakan sebagai indikator ketahanan suatu genotipe terhadap karat daun

kedelai, dan (2) respon empat genotipe tersebut terhadap infeksi karat daun kedelai melalui inokulasi buatan di rumah kaca.

Hasil penelitian bermanfaat sebagai bahan informasi mengenai karakteristik agronomik yang dapat digunakan sebagai penciri genotipe kedelai yang tahan karat daun (*P. pachyrhizi*).

1.3 Hipotesis

Empat genotipe kedelai tahan karat daun (*P. pachyrhizi*) mempunyai karakteristik agronomik sebagai indikator yang mendukung sifat ketahanan terhadap penyakit karat daun dibandingkan dengan yang rentan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karakteristik Penyakit Karat Daun Kedelai

Penyakit karat daun kedelai disebabkan oleh *Phakopsora pachyrhizi* Syd., bersifat parasit obligat, dan menghasilkan urediospora sebagai inokulum yang potensial untuk terjadinya epidemi penyakit. Menurut Semangun (1991) uredia bentuknya seperti piknidium, dan di pusat bagian uredia yang menonjol terbentuk lubang yang menjadi jalan keluarnya urediospora. Urediospora berbentuk bulat pendek, bulat telur, hialin sampai coklat kekuning-kuningan, berukuran 15-34 X 15-24 μm , dengan dinding hialin yang tebalnya 1-1.5 μm , dan berduri halus. Sudjadi (1984 dalam Semangun, 1991) mengemukakan bahwa terdapat dua ras *P. pachyrhizi* pada kedelai, yaitu ras dengan gejala bercak halo berwarna coklat yang lebih virulen daripada yang tidak menunjukkan bercak halo berwarna coklat.

Perkembangan penyakit karat daun kedelai sangat dipengaruhi oleh faktor kelembaban, kecepatan angin, dan konsentrasi spora yang tersebar di udara (Sastrahidayat, 1992). Seperti yang dilaporkan juga oleh Sastrahidayat (1989) penyebaran urediospora patogen karat dapat dilakukan melalui perantara angin, selain itu menurut Yeh (1989) penyebaran urediospora juga dibantu oleh percikan air. Sudjadi dkk. (1985 dalam Trisusilowati dkk., 1997) sebelumnya telah melaporkan bahwa perkembangan penyakit karat daun dipengaruhi oleh suhu, intensitas penyinaran, dan curah hujan. Menurut Sumarno dan Sudjadi (1977 dalam Semangun, 1991) serangan patogen karat daun yang lebih berat terjadi pada pertanaman kedelai di saat musim hujan.

Gejala penyakit karat daun tampak pada daun, tangkai daun, dan kadang-kadang pada batang kedelai (Semangun, 1991). Sastrahidayat (1989) mengemukakan bahwa patogen karat daun menginfeksi tanaman inang umumnya langsung melalui epidermis, baik pada permukaan atas maupun bawah daun. Sudjadi (1979 dalam Dahlan dan Mansyurdin, 1989) melaporkan bahwa *P. pachyrhizi* dapat menginfeksi daun kedelai mulai dari jaringan epidermis, kemudian serangan terus berkembang ke arah jaringan mesofil daun, yaitu parenkim polisade dan spons. Gejala awal serangan patogen karat daun berupa

bercak kecil berwarna coklat kelabu, dan kemudian berubah menjadi coklat tua. Menurut Semangun (1991) bercak-bercak karat terlihat sebelum pustul pecah. Bercak tampak bersudut-sudut karena dibatasi oleh tulang-tulang daun di dekat tempat terjadinya infeksi. Yeh (1989) mengemukakan bahwa bercak tersebut dapat berkembang lebih besar dengan meningkatnya umur daun. Pada bercak tua berukuran 1-2 mm² terdapat lebih dari satu uredia. Sastrahidayat (1989) melaporkan bahwa daun yang muda relatif lebih rentan dibandingkan yang tua dengan jumlah bercak dan tingkat infeksi lebih tinggi.

Menurut Mc Lean (1979, dalam Arifin, 1992) terdapat perbedaan tipe infeksi patogen karat daun yang terjadi antara tanaman kedelai yang bersifat rentan dengan yang resisten. Infeksi yang terjadi pada tanaman kedelai yang rentan menunjukkan pertumbuhan hifa dari hasil penetrasi apresorium pada sel epidermis yang tumbuh cepat terutama pada jaringan spon pada mesofil, dan bercabang banyak pada ruang interseluler. Pada saat 168 jam setelah inokulasi, uredia yang terbentuk sudah mengalami diferensiasi, dan 240 jam setelah inokulasi uredia telah pecah menembus sel epidermis bawah. Beberapa uredia terbentuk pada jaringan polisade dan urediospora dilepaskan dengan jalan memecahkan epidermis atas. Gejala yang tampak ialah nekrosis berlubang pada daun kedelai. Zone nekrotik terus meningkat bersamaan dengan penyebaran hifa. Pada tanaman kedelai yang resisten, pertumbuhan fungi membutuhkan waktu yang lebih lama, misalnya untuk perluasan hifa membutuhkan waktu sampai 120 jam setelah inokulasi. Pertumbuhan fungi terhenti sebelum uredia mengalami diferensiasi, sehingga gejala yang tampak merupakan intermediat antara tipe infeksi pada tanaman yang imun dan rentan. Pada tanaman kedelai yang imun tidak tampak adanya gejala infeksi.

Menurut Prawirodihardjo (1985 dalam Talanca dan Soenartiningih, 1997) apabila terjadi serangan berat patogen karat daun kedelai, bercak karat akan menutupi seluruh permukaan daun dan akhirnya terjadi pengguguran daun sebelum waktunya. Sudjadi (1979) melaporkan bahwa serangan patogen karat daun yang berat dapat mengakibatkan berkurangnya pembentukan polong, jumlah biji, dan berat biji. Menurut Sutakaria (1964 dalam Dahlan dan Mansyurdin,

1989) serangan patogen karat daun pada kedelai biasanya terjadi pada tanaman umur 30-40 hari setelah tanam. Hardaningsih dkk. (1986) melaporkan bahwa serangan patogen karat yang berat pada saat tanaman kedelai berumur 50-71 hari sangat berpengaruh menurunkan hasil tanaman kedelai, karena periode tersebut merupakan fase pengisian polong. Gangguan fase pembentukan dan pengisian polong akibat laju fotosintesis bersih pada tanaman kedelai menurun dengan adanya kenaikan intensitas penyakit karat daun. Berkaitan dengan hal tersebut, Talanca dan Soenartiningih (1997) mengemukakan bahwa apabila penyakit karat daun timbul setelah fase pembentukan polong, maka tidak akan berpengaruh terhadap produksi kedelai.

Patogen karat daun kedelai mampu mempertahankan daya perkecambahan dan infeksi pada tanaman lain di sekitar pertanaman kedelai, dan sisa-sisa tanaman kedelai yang terinfeksi (Sinaga, 1979). Inokulum primer bisa berasal dari urediospora pada tumbuhan inang lain yang terinfeksi patogen karat daun kedelai. Sudjadi (1979, dalam Dahlan dan Mulyeni, 1989) melaporkan ada beberapa tanaman leguminosae yang dapat menjadi inang patogen karat daun kedelai (*P. Pachyrhizi*) yaitu *Calopogonium mucunoides*, *Crotalaria juncea*, *Dolichos lablab*, *Pachyrhizus erosus*, *Phaseolus radiatus*, *Phaseolus vulgaris*, dan *Vigna unguiculata*.

2.2 Pemanfaatan Varietas Tahan Untuk Pengendalian Penyakit Karat Daun

Penggunaan varietas kedelai yang mempunyai ketahanan mantap terhadap patogen karat merupakan salah satu komponen utama pengendalian penyakit karat daun kedelai (Murdan, 1986). Sudjadi (1979) mengemukakan bahwa dalam usaha mencari varietas atau galur kedelai yang tahan melalui program pemuliaan untuk ketahanan terhadap patogen karat merupakan cara yang lebih ekonomis, sedangkan menurut Roosiana dkk. (1997) penggunaan genotipe yang tahan atau toleran akan bertahan lebih lama serta merupakan cara yang paling aman. Sumarno dan Sudjadi (1977, dalam Sastrahidayat, 1989) melaporkan bahwa varietas kedelai yang tahan terhadap penyakit karat daun kedelai dapat mengendalikan kerugian akibat kehilangan hasil sebesar 36 persen, sementara

pada varietas yang rentan, kerugian dapat mencapai 80 persen. Sampai saat ini, beberapa varietas kedelai yang diketahui tahan terhadap penyakit karat daun kedelai yaitu Orba (Sumarno dan Sudjadi, 1977 dalam Semangun, 1991), Kerinci (Hardaningsih dkk., 1986), dan Tidar-8-3 (Hardaningsih dan Soegito, 1994). Varietas kedelai yang diketahui cukup tahan yaitu Wilis dan Raung (Dahlan dan Mansyurdin, 1989), sedangkan yang termasuk rentan yaitu varietas TK 5 (Sumarno dan Sudjadi, 1977 dalam Semangun, 1991), Lokon (Hardaningsih dkk., 1986), Ringgit (Sastrahidayat, 1992), dan Galunggung (Dahlan dan Mansyurdin, 1989).

2.3 Karakteristik Ketahanan Tanaman Kedelai terhadap Penyakit Karat Daun

Secara umum, tumbuhan dapat bertahan dari serangan patogen dengan kombinasi dua senjata dimiliki yaitu (1) sifat-sifat struktur yang berfungsi sebagai penghalang fisik dan menghambat patogen mendapatkan peluang masuk dan menyebar di dalam tumbuhan, dan (2) reaksi-reaksi biokimia yang terjadi di dalam sel dan jaringan tumbuhan (Agrios, 1996).

Tanaman kedelai dikatakan memiliki ketahanan morfologi terhadap patogen karat daun yang ditentukan oleh kerapatan bulu, ketebalan kutikula, bentuk dan warna daun (Fanani *et al.*, 1981 dalam Talanca dan Soenartiningsih, 1997). Ketahanan tersebut dipengaruhi pula oleh suhu dan kelembaban. Zaiter *et al.* (1997) melaporkan bahwa permukaan daun yang mempunyai bulu relatif sedikit lebih memberi peluang patogen mengadakan kontak dengan epidermis daun secara lebih sering sehingga memungkinkan terjadi infeksi patogen.

Ketebalan dan kekuatan dinding bagian luar sel-sel epidermis nampaknya merupakan faktor penting dalam ketahanan beberapa jenis tumbuhan terhadap patogen-patogen tertentu. Sel-sel epidermis yang berdinding kuat dan tebal akan membuat penetrasi secara langsung mengalami kesulitan (Agrios, 1996). Menurut Sudjadi (1979, dalam Roosiana dkk., 1997) kutikula daun pada kultivar kedelai yang tahan lebih tebal daripada kutikula pada kultivar yang rentan. Sastrahidayat (1989) juga melaporkan bahwa masa inkubasi patogen karat pada daun muda

tanaman kedelai relatif lebih cepat dibanding yang tua, hal tersebut berhubungan dengan ketebalan dinding sel epidermis, lapisan kutikula maupun substansi yang terakumulasi di atasnya. Sussman dan Halvorson (1966 dalam Sastrahidayat, 1989) mengemukakan bahwa adanya substansi yang sesuai dengan spora yang dikeluarkan dari tanaman dapat membantu dalam proses perkecambahan spora maupun perkembangannya

Tanaman kedelai diketahui mampu menghasilkan fitoaleksin berupa gliseolin, yang juga dapat menentukan ketahanan terhadap infeksi patogen (Agrios, 1996). Semangun (1996) mengemukakan bahwa tumbuhan yang tahan maupun yang rentan dapat menghasilkan fitoaleksin, tetapi pada tumbuhan yang tahan pembentukannya lebih cepat dan lebih banyak. Fitoaleksin adalah senyawa yang dihasilkan oleh tumbuhan inang, dan sifatnya khas tumbuhan tersebut, jadi tidak ditentukan oleh sifat patogen. Vegetti *et al.* (1975 dalam Roosiana dkk., 1997) melaporkan bahwa senyawa quinon yang bersifat racun dihasilkan oleh tanaman kedelai yang terinfeksi patogen melalui oksidasi phenol. Quinon yang terakumulasi secara cepat dapat membatasi penyebaran infeksi patogen.

Sastrahidayat (1990) mengatakan bahwa tumbuhan dapat terhindar dari penyakit, karena tumbuhan ini telah melampaui fase dimana tumbuhan sudah terpengaruh ketika tidak ada patogen atau ketika kondisi lingkungan tidak memungkinkan untuk infeksi. Menurut Talanca dan Soenartiningsih (1997) pada tanaman kedelai fase pertumbuhan yang paling rentan terhadap penyakit karat daun kedelai adalah fase mulai berbunga dan fase buku ke enam, sedangkan fase pertumbuhan yang tahan pada saat mulai membentuk polong dan pengisian biji.

III. BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan dan Rumah Kaca Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Jember pada bulan Oktober 1999 sampai dengan Februari 2000.

2.1 Bahan dan Alat

Bahan dan alat yang digunakan yaitu benih empat genotipe kedelai tahan karat daun *P. pachyrhizi* hasil seleksi Pedigree dari hasil Penelitian Hibah Bersaing VIII/I 1998-1999 Dr. Ir. M. Setyo Poerwoko, MS¹⁾ yaitu ZKJ 1-5-1 dari tetua Wilis dengan Mlg 2527, ZKJ 1-7 dari tetua Wilis dengan varietas introduksi Occumani, 92-SY-3 dan KKS 10 yang diperoleh dari Mr. Chen Keng Feng Taiwan, benih varietas Lokon (diperoleh dari Balitkabi Muneng), tanaman kedelai yang menunjukkan gejala karat daun (sebagai sumber inokulum), air suling, kapas steril, sungkup plastik, nampan plastik, haemocytometer, dan alat inokulasi lainnya.

2.2 Metode Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan penyandraan untuk mendiskripsi karakteristik agronomik dari empat genotipe kedelai tahan karat daun, yaitu ZKJ 1-5-1, ZKJ 1-7, 92-SY-3, dan KKS 10. Setiap genotipe kedelai yang diuji ditanam dalam polibag dan untuk setiap polibag digunakan dua benih dengan tiga ulangan. Deskripsi ciri-ciri karakteristik agronomik pada setiap genotipe dicatat pada saat tanaman berumur 20-25 hari dan dibandingkan dengan varietas Lokon yang dilaporkan rentan terhadap karat daun kedelai (Hardaningsih dkk., 1986). Variabel yang digunakan untuk menilai karakteristik agronomik ialah morfologi daun (bentuk daun, sifat bulu daun, permukaan daun, kerapatan bulu daun, dan warna daun), kedudukan daun, tinggi tanaman, dan umur pembungaan.

Untuk membuktikan bahwa setiap genotipe yang diuji dengan karakteristik agronomik yang dimiliki memang benar tahan terhadap karat daun kedelai,

¹⁾ Dosen pada Program Studi Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Jember

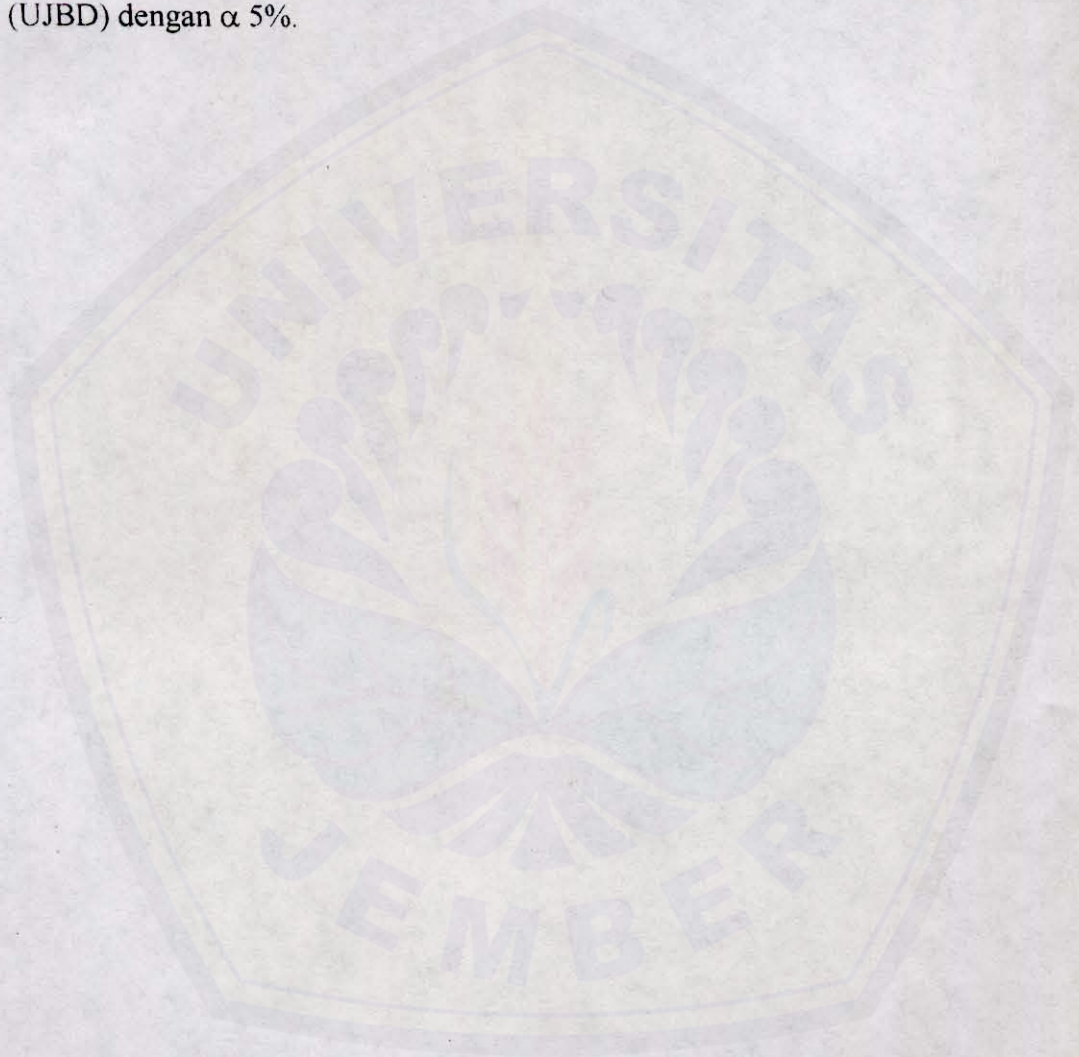
dilakukan inokulasi patogen karat daun kedelai secara buatan di rumah kaca. Tanaman diinokulasi 10-15 hari setelah penanaman benih. Inokulasi dilakukan dengan meniru penularan secara alami, yaitu tanaman disungkup dengan kurungan plastik milar dan pada permukaan atas bagian dalam sungkup ditempelkan daun-daun kedelai yang terinfeksi karat daun sebagai sumber inokulum. Untuk setiap polibag digunakan 5g daun-daun kedelai yang terinfeksi karat dengan kerapatan pustul urediospora 10-20 pustul/cm² luasan daun. Pada saat inokulasi tanaman disungkup dalam waktu 48 jam, setelah itu sungkup dibuka dan tanaman dipelihara di rumah kaca selama percobaan berlangsung. Sebagai pembanding inokulasi dilakukan pula pada varietas Lokon. Untuk setiap genotipe digunakan tanaman yang tidak diinokulasi karat daun kedelai sebagai kontrol.

Untuk memastikan bahwa semua genotipe yang diuji dapat terinfeksi patogen karat daun kedelai, inokulasi dilakukan pula di laboratorium. Cara yang dilakukan dengan mencelupkan sampel daun kedelai sehat dengan umur yang sama ke dalam suspensi urediospora karat daun kedelai dengan kepekatan suspensi spora rata-rata $4,4 \times 10^6$ spora/ml (5g daun seperti pada percobaan inokulasi di rumah kaca dilarutkan dalam 100 ml air). Sampel daun yang telah diinokulasi diletakkan pada nampan yang dilapisi dengan spon basah, dan selama percobaan kondisi kelembaban tempat percobaan dipertahankan.

Pada tanaman yang terinfeksi dari hasil inokulasi di rumah kaca, selain pengamatan karakteristik agronomik dan komponen hasil (keadaan polong, penambahan jumlah polong hampa) dilakukan pula pengamatan intensitas penyakit. Intensitas penyakit diamati mulai saat pertama terjadi infeksi dan pengamatan berikutnya dengan selang tujuh hari sampai tanaman berumur 63-65 hari. Intensitas penyakit dihitung dengan menggunakan nilai kategori serangan dan ditentukan dengan rumus $IP = \{\sum(n \times v)/Z \times N\} \times 100\%$ (IP = intensitas penyakit karat, n = jumlah daun dari setiap nilai kategori, v = nilai kategori, Z = nilai kategori tertinggi, N = jumlah daun yang diamati) (Sastrahidayat, 1992). Nilai kategori yang digunakan berdasarkan penggolongan menurut Quebral dan Opina (1978) yaitu, kategori 1 (0 pustul/cm² luasan daun), kategori 2 (1-8

pustul/cm² luasan daun), kategori 3 (9-16 pustul/cm² luasan daun), dan kategori 4 (lebih dari 16 pustul/cm² luasan daun).

Untuk membandingkan intensitas penyakit karat daun kedelai dan pengaruh infeksi terhadap komponen hasil pada setiap genotipe, data dianalisis berdasarkan rancangan acak lengkap (RAL) dengan uji jarak berganda Duncan (UJBD) dengan α 5%.



V. KESIMPULAN DAN SARAN

Karakteristik agronomik yang dapat dijadikan indikator ketahanan suatu genotipe kedelai terhadap patogen karat daun ialah warna daun yang lebih gelap, tekstur daun yang kaku, dan bulu daun yang lebih rapat. Kedudukan daun, tinggi tanaman, dan umur pembungaan tidak dapat digunakan sebagai indikator ketahanan.

Genotipe kedelai yang tahan karat daun kedelai juga dicirikan dengan relatif kecilnya penambahan jumlah polong hampa. Intensitas penyakit karat daun *P. pachyrhizi* yang ditimbulkan juga lebih rendah dibandingkan dengan varietas yang rentan. Di antara empat genotipe kedelai yang diuji, ZKJ 1-7 memiliki kerapatan bulu yang lebih rapat, dan apabila terinfeksi memperlihatkan penambahan jumlah polong hampa yang paling sedikit sehingga dapat dikatakan mempunyai karakteristik yang lebih baik dibandingkan dengan tiga genotipe lainnya. Penelitian yang mendalam untuk mendeteksi ketahanan suatu genotipe berdasarkan komponen biokimia sangat diperlukan dalam membantu upaya penelusuran genotipe-genotipe kedelai yang tahan terhadap penyakit khususnya karat daun kedelai.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, G.N., 1996. *Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Terjemahan Munzir Busnia dari *Plant Pathology* (1988). Gadjah mada University Press. Yogyakarta. 713p.
- Arifin. 1992. Ketahanan beberapa varietas kedelai terhadap penyakit karat daun (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow). *Skripsi S1*. Fakultas pertanian Universitas Jember. *Tidak dipublikasikan*. 48p
- Brown, J.F., 1980. Mechanism of resistance in plants to infection by patogen. pp: 254-266, in Brown, J.F., A. Kerr, F.D. Morgan, and I.H. Parbery. *Plant Protection*. Australian Vice-Chancellors Commite.
- Dahlan, S. dan Mansyurdin. 1989. Pengaruh serangan jamur *P. pachyrhizi* Syd. terhadap produksi beberapa varietas kedelai. pp: 123-125, dalam Dwijaputra, I.G.P., N. Westen, dan I.B. Oka (Eds.). 1989. *Proc. Kongr. Nas. X dan Seminar Ilmiah PFI*. Denpasar. Nopember 1989.
- _____ dan Mulyeni. 1989. Beberapa segi biologi serangan cendawan karat *Phakopsora pachyrhizi* pada kacang panjang (*Vigna unguiculata*). pp: 174-177, dalam Dwijaputra, I.G.P., N. Westen, dan I.B. Oka (Eds.). 1989. *Proc. Kongr. Nas. X dan Seminar Ilmiah PFI* Denpasar. Nopember. 1989.
- Hardaningsih, S., Nursamsi P., dan Sudarmadi. 1986. Hubungan antara serangan jamur karat (*P. pachyrhizi* Syd.) dengan hasil kedelai. *Penelitian Palawija 1(2)*. Balai Penelitian Tanaman Pangan. Malang: 72-78.
- _____. 1993. Efektivitas beberapa fungisida dalam mengendalikan penyakit karat daun dan meningkatkan hasil kedelai. *Risalah Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan Th. 1993*. Balai Penelitian Tanaman Pangan. Malang: 72-75.
- _____ dan Soegito. 1994. Evaluasi ketahanan kedelai terhadap penyakit karat daun. pp: 161-168, dalam Adisarwanto, T., N. Saleh, A. Kasno, dan Suhartina (Eds.). 1994. *Hasil Penelitian Kacang-Kacangan*. Balittan Malang.
- Mukhlis. 1987. Uji ketahanan beberapa varietas kedelai terhadap penyakit karat (*P. pachyrhizi* Syd.). *Laporan Hasil Penelitian Tanaman Pangan Banjarmasin*. Balittan BanjarBaru: 165-168.

- Murdan. 1986. Studi eksoasi masal kematangan reaksi varietas kedelai terhadap jamur karat *P. pachyrhizi*. Laporan penelitian. Fakultas Pertanian. Universitas Mataram. 43p.
- Quebral, F.C. and O.S. Opina. 1978. Technique in determining pest intensities in legumes. pp: 495-498, in Susan S.L and Pura J.L. (Eds.). *Research Technique in Crops*. PCARRD Book Series No. 35/1985. PCARRD. Philippines.
- Roosiana, N., A. Baihaki, Ridwan S., dan Murdaningsih H. 1997. Hubungan antara aktivitas enzim peroksidase dengan ketahanan tanaman kedelai terhadap penyakit karat. *Zuriat* 8(1). Januari-Juni 1997: 17-26.
- Sastrahidayat, I.R., 1989. Kajian biologi dan ekologi *Phakopsora pachyrhizi* pada tanaman kedelai. *J. Universitas Brawijaya* 1(2): 38-46.
- _____, 1990. *Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Usaha Nasional. Surabaya. 365p.
- _____, 1992. Hubungan antara kerapatan inokulum dan cuaca dengan tingkat serangan penyakit karat (*P. pachyrhizi*) pada tanaman kedelai. pp: 484-492, dalam Machmud, M., M. Kasim, dan L. Gunarto (Eds.). 1992. *Proc. Lokakarya. Balitbangtepa*. Jakarta.
- Semangun, H., 1991. *Penyakit-Penyakit Tanaman Pangan di Indonesia*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 449p.
- _____, 1996. *Pengantar Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 754p.
- Sinaga, Meity., 1979. Ketahanan uredospora *P. pachyrhizi* pada daun kedelai. *Kongr. Nas. V PFI*. Malang. Januari 1979: 1-6.
- Somaatmadja, S., M. Ismunadji, Sumarno, Mahyuddin, S.O. Manurung, dan Yuswadi. 1985. *Kedelai*. Puslitbangtepa. Bogor. 508p.
- Sudantha, I.M., 1987. Reaksi varietas dan umur kedelai terhadap penyakit karat. pp: 421-424, dalam Sastrahidayat, I.R., M.C. Machfud, dan S. Djauhari (Eds.). 1987. *Proc. Seminar Ilmiah Ilmu Penyakit Tumbuhan dan Kongr. Nas. IX PFI*. Surabaya. Nopember 1987.
- Sudjadi, M., 1979. Resistensi varietas/galur kedelai terhadap penyakit karat *Phakopsora pachyrhizi* Syd. *Laporan Kemajuan Penelitian Seri Hama Penyakit* No. 19. Lembaga Pusat Penelitian Pertanian. Bogor: 120-123.

- Sumarno, A. Dimiyati, dan Harnoto. 1983. Penyakit karat daun pada kedelai. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 5(12):12-13.
- Talanca, H., dan Soenartiningih. 1997. Tingkat serangan penyakit karat (*Phakopsora pachyrhizi* Syd.) pada beberapa fase pertumbuhan tanaman kedelai. *Proc. Kongr. Nas. XIV dan Seminar Ilmiah PFI*. Palembang. Oktober 1997: 135-140
- Trisusilowati, E.B., Purwantoro, M.S. Poerwoko, dan A. Tjahjani. 1997. Laju infeksi dan perkembangan penyakit karat kedelai (*P. pachyrhizi*) pada tiga puluh lima genotipe. *Argopura* 19. Jember: 24-30
- Wrather, J.A., T.R. Anderson, D.M. Arsyad, J. Gai, L.D. Ploper, A. Porta-Puglia, H.H. Ram, and J.T. Yorinori. 1997. Soybean disease loss estimates for the top 10 soybean producing countries in 1994. *Plant Dis.* 81: 107-110
- Yeh, C.C., 1989. Soybean rust. pp: 1269-1274, in A.J. Pascale (Ed.). *World Soybean Research Conference IV. Actas Proc.* Buenos Aires
- Zaiter, H., D.P. Coyne, and J.R. Steadman. 1997. Non specific resistance to bean rust and its association with leaf pubescence. pp: 213-214, in Th. Jacobs and J.E. Parlevliet (Eds.). 1997. *Durability of Disease Resistance*. Netherlands.

Lampiran 1. Jumlah Bulu/cm² Luasan Daun Atas Empat Genotipe Kedelai Tahan Karat Daun Hasil Seleksi Pedigree dan Varietas Lokon yang Rentan

Genotipe/ Varietas	Jumlah Bulu/cm ² Luasan Daun Atas			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
ZKJ 1-5-1	76.00	100.00	108.00	284.00	94.67
ZKJ 1-7	96.00	108.00	104.00	308.00	102.67
92-SY-3	108.00	88.00	104.00	300.00	100.00
KKS 10	100.00	92.00	76.00	268.00	89.30
Lokon	68.00	60.00	44.00	172.00	57.33

Sidik Ragam Jumlah Bulu/cm² Luasan Daun Atas Empat Genotipe Kedelai Tahan Karat Daun Hasil Seleksi Pedigree dan Varietas Lokon yang Rentan

Sumber Keragaman	dB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	4027.733	1006.933	6.941 **	3.48	5.99
Galat	10	1450.677	145.067			
Total	14	5478.400				

** = Berbeda sangat nyata

Lampiran 2. Jumlah Bulu/cm² Luasan Daun Bawah Empat Genotipe Kedelai Tahan Karat Daun Hasil Seleksi pedigree dan Varietas Lokon yang Rentan

Genotipe/ Varietas	Jumlah Bulu/cm ² Luasan Daun Bawah			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
ZKJ 1-5-1	188.00	192.00	176.00	556.00	185.33
ZKJ 1-7	228.00	244.00	220.00	692.00	230.67
92-SY-3	204.00	160.00	180.00	544.00	181.33
KKS 10	196.00	160.00	168.00	524.00	174.67
Lokon	112.00	120.00	108.00	340.00	113.33

Sidik Ragam Jumlah Bulu/cm² Luasan Daun Bawah Empat Genotipe Kedelai Tahan Karat Daun Hasil Seleksi Pedigree dan Varietas Lokon yang Rentan

Sumber Keragaman	dB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	21081.600	5270.400	23.98 **	3.48	5.99
Galat	10	2197.333	219.733			
Total	14	23278.933				

** = Berbeda sangat nyata

Lampiran 3. Umur pembungaan Empat Genotipe Kedelai Tahan Karat Daun Hasil Seleksi Pedigree dan Varietas Lokon yang Rentan (Tanpa Inokulasi *P. pachyrhizi*)

Genotipe/ Varietas	Umur Pembungaan (Hari)			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
ZKJ 1-5-1	40.00	39.00	39.00	118.00	39.83
ZKJ 1-7	39.00	42.00	41.00	121.00	40.33
92-SY-3	40.00	40.00	39.00	119.00	39.83
KKS 10	35.00	36.00	36.00	107.00	35.50
Lokon	35.00	34.00	34.00	103.00	33.85

Sidik Ragam Umur pembungaan Empat Genotipe Kedelai Tahan Karat Daun Hasil Seleksi Pedigree dan Varietas Lokon yang Rentan (Tanpa Inokulasi *P. Pachyrhizi*)

Sumber Keragaman	dB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	91.59	22.89	31.19 **	3.48	5.99
Galat	10	7.34	0.73			
Total	14	98.93				

** = Berbeda sangat nyata

Lampiran 4. Umur pembungaan Empat Genotipe Kedelai Tahan Karat Daun Hasil Seleksi Pedigree dan Varietas Lokon yang Rentan (Diinokulasi *P. pachyrhizi*)

Genotipe/ Varietas	Umur Pembungaan (Hari)			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
ZKJ 1-5-1	39.00	42.00	40.00	121.00	40.33
ZKJ 1-7	40.00	38.00	42.00	120.00	40.00
92-SY-3	41.00	39.00	40.00	120.00	40.00
KKS 10	37.00	35.00	34.00	106.00	35.33
Lokon	33.00	35.00	32.00	100.00	33.33

Sidik Ragam Umur pembungaan Empat Genotipe Kedelai Tahan Karat Daun Hasil Seleksi Pedigree dan Varietas Lokon yang Rentan (Diinokulasi *P. Pachyrhizi*)

Sumber Keragaman	dB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	126.40	31.60	13.17 **	3.48	5.99
Galat	10	24.00	2.40			
Total	14	150.40				

** = Berbeda sangat nyata

Lampiran 5. Intensitas penyakit Karat. Empat genotipe kedelai Tahan Karat Daun Hasil Seleksi Pedigree dan Varietas Lokon yang Rentan 20 Hari Setelah Inokulasi *P. pachyrhizi*

Genotipe/ Varietas	Intensitas Penyakit (persen)			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
ZKJ 1-5-1	33.33	33.33	33.33	99.99	33.33
ZKJ 1-7	33.33	33.33	33.33	99.99	33.33
92-SY-3	41.67	33.33	33.33	108.33	36.11
KKS 10	33.33	33.33	41.67	108.33	36.11
Lokon	41.67	41.67	41.67	125.01	41.67

Sidik Ragam Intensitas Penyakit Karat Empat Genotipe Kedelai Tahan Karat Daun Hasil Seleksi Pedigree dan Varietas Lokon yang Rentan 20 Hari Setelah Diinokulasi *P. pachyrhizi*

Sumber Keragaman	dB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	139.113	34.78	37.8 **	3.48	5.99
Galat	10	92.74	0.92			
Total	14	231.853				

** : Berbeda sangat nyata

Lampiran 6. Besarnya Hambatan Tinggi Tanaman Empat Genotipe Kedelai Tahan Karat Daun Hasil Seleksi Pedigree dan Varietas Lokon yang Rentan Setelah terinfeksi *P. pachyrhizi*

Genotipe/ Varietas	Hambatan Tinggi Tanaman (cm)			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
ZKJ 1-5-1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZKJ 1-7	0.00	0.00	0.45	0.45	0.15
92-SY-3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
KKS 10	0.19	0.07	0.10	0.36	0.12
Lokon	0.49	2.00	0.00	2.49	0.83

Sidik Ragam Besarnya Hambatan Tinggi Tanaman Empat Genotipe Kedelai Tahan Karat Daun Hasil Seleksi Pedigree dan Varietas Lokon yang Rentan Setelah Terinfeksi *P. pachyrhizi*

Sumber Keragaman	dB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	0.305	0.076	1.71 ns	3.48	5.99
Galat	10	0.446	0.045			
Total	14	0.751				

ns = Tidak berbeda nyata



Lampiran 7. Penambahan Jumlah Polong Hampa Empat Genotipe Kedelai Tahan Karat Daun Hasil Seleksi Pedigree dan Varietas Lokon yang Rentan Setelah Terinfeksi *P. pachyrhizi*

Genotipe/ Varietas	Polong Hampa (persen)			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
ZKJ 1-5-1	0.00	4.55	1.15	5.70	1.90
ZKJ 1-7	3.63	0.00	0.00	3.63	1.21
92-SY-3	0.00	1.26	4.10	5.36	1.79
KKS 10	3.17	11.97	0.00	15.14	5.05
Lokon	0.88	0.71	21.29	22.88	7.63

Sidik Ragam Penambahan Jumlah Polong Hampa Empat Genotipe Kedelai Tahan Karat Daun Hasil Seleksi Pedigree dan Varietas Lokon yang Rentan Setelah Terinfeksi *P. pachyrhizi*

Sumber Keragaman	dB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	4.26	1.07	0.48 ns	3.48	5.99
Galat	10	21.97	2.20			
Total	14	26.23				

ns : Tidak berbeda nyata