

Fitoaleksin dan Ketahanan Tanaman

Oleh:
Siti Muslimah Widyastuti
Christanti Sumardiyono
Ani Widiastuti



Jl. Margonda Raya No. 100, Pondok Cina, Depok Telp. 78881112
Jl. Akses Kelapa Dua, Cimanggis Telp. 8727541
Jl. Salemba Raya No. 53, Jakarta Pusat Telp. 3906518
Jl. Kenari No. 13 Jakarta Pusat Telp. 3190220
Jl. KH. Noer Ali, kalimalang Bekasi Telp. 88860118



PENERBIT GUNADARMA

Fitoaleksin dan Ketahanan Tanaman

Oleh:

Siti Muslimah Widyastuti

Christanti Sumardiyono

Ani Widiastuti



Penerbit Gunadarma

Judul buku : Fitoaleksin dan Ketahanan Tanaman
Penulis : Siti Muslimah Widyastuti, Christanti Sumardiyono,
Ani Widiastuti
Gambar Sampul : Restu Ibu
Diterbitkan pertama kali oleh : Penerbit Gunadarma
Hak cipta dilindungi oleh Undang-undang
Jakarta 2023
I S B N



PENERBIT GUNADARMA

KATA PENGANTAR

Produksi pertanian untuk memenuhi kebutuhan dasar manusia terus meningkat dari waktu ke waktu. Sejalan dengan itu, maka terasa makin penting adanya varietas unggul untuk mendukung kebutuhan tersebut. Penyakit tanaman merupakan faktor yang penting dalam budidaya tanaman karena dapat menurunkan produktivitas dan menimbulkan kerugian yang besar. Salah satu tujuan pengembangan varietas unggul ialah mendapatkan varietas tahan dengan ketahanan yang tinggi terhadap penyakit tumbuhan. Penggunaan varietas tahan merupakan cara pengelolaan penyakit yang paling efektif, murah dan ramah lingkungan. Untuk mendapatkan varietas unggul diperlukan dukungan berbagai ilmu pengetahuan antara lain mekanisme ketahanan tanaman terhadap penyakit. Dalam mekanisme ketahanan terhadap penyakit tumbuhan, fitoaleksin memegang peranan yang penting. Pada saat ini di Indonesia belum tersedia buku yang serba cakup dalam bidang fitoaleksin dan mekanisme ketahanan terhadap penyakit tumbuhan, yang mencakup teknologi molekuler.

Buku ini diharapkan dapat digunakan sebagai acuan pustaka dalam bidang fitoaleksin dan ketahanan terhadap penyakit tumbuhan bagi mahasiswa atau siapapun yang tertarik pada bidang ini.

Penulis menyadari bahwa buku ini masih jauh dari sempurna, belum dapat memasukan semua artikel terkini yang tersebar di berbagai jurnal ilmiah. Untuk itu kritik dan saran dari para pembaca sangat diharapkan.

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Prodi Bioteknologi Sekolah Pasca Sarjana UGM yang telah mendukung penulisan buku ajar ini. Kepada Betha dan Ardi yang dengan tekun dan tidak kenal lelah membantu penyelesaian buku ini, penulis mengucapkan terimakasih dan penghargaan yang tinggi.

Buku ini tidak mungkin sampai kepada para pembaca tanpa kesediaan Penerbit Gunadarma Jakarta untuk menerbitkan buku ini. Sehubungan dengan hal itu, penulis menyampaikan penghargaan yang tinggi dan ucapan terima kasih kepada Rektor Universitas Gunadarma Jakarta.

Yogyakarta, Januari 2023

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
SINOPSIS.....	vii
BAB I PATOGEN, PATOGENISITAS, DAN PATOGENESIS	1
1.1 ASPEK-ASPEK EVOLUSIONAL PATOGEN TANAMAN	1
1.2 VARIASI DAN SPESIALISASI PATOGENISITAS	6
1.3 FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB VARIASI PATOGENISITAS.....	7
1.4 APAKAH PATOGENISITAS ITU?	8
1.4.1. Patogen dan Patogenisitas	8
1.4.2 Faktor-faktor Penyebab Penyakit (Faktor-faktor Virulensi).....	10
1.4.2.1 Enzim sebagai faktor virulensi	10
1.4.2.2 Toksin sebagai faktor penyebab penyakit	11
1.4.2.2.1 Toksin spesifik inang (<i>Host - specific toxin</i> ; HST).....	12
1.4.2.2.2 Toksin non-spesifik inang.	17
1.4.2.2.3 Senyawa toksik yang timbul akibat interaksi inang - parasit.	21
1.4.2.3 Peranan zat pengatur tumbuh (<i>growth regulator</i>) dalam patogenesis	22
1.4.2.4 Peranan polisakarida dalam patogenesis	25
1.4.3 Pematangan Reaksi Ketahanan Tanaman Inang oleh Patogen	25
1.5 PATOGENESIS.....	26
1.5.1 Perlekatan patogen pada permukaan tanaman	28
1.5.2 Penetrasi patogen ke dalam jaringan inang.....	30
1.5.3 Proses Infeksi	37
1.5.4 Perusakan sel tumbuhan oleh infeksi patogen	40
1.5.5 Kolonisasi dan reproduksi patogen pascapenetrasi.	41
1.5.6 Respons Tumbuhan akibat Infeksi Patogen	42
1.5.7 Penyebaran patogen dari inang	49
DAFTAR PUSTAKA	51
BAB II KETAHANAN TANAMAN TERHADAP PATOGEN	55
2.1 KETAHANAN (<i>RESISTANCE</i>) DAN KERENTANAN (<i>SUSCEPTIBILITY</i>)	55
2.1.1 Tumbuhan tahan penyakit	56
2.1.2 Tingkatan ketahanan	58
2.1.3 Mekanisme ketahanan tumbuhan terhadap patogen.....	59

2.2	INTERAKSI MOLEKULER DALAM KETAHANAN TANAMAN	61
2.2.1	Konsep <i>Bilayer</i> Ketahanan Dasar Tanaman dalam Interaksi Molekuler	62
2.2.2	Jalur Transduksi Sinyal pada <i>PAPMs-triggerred</i> immunity (PTI)	68
2.2.3	Faktor transkripsi berkaitan dengan ketahanan tanaman	70
2.2.3.1	Pathogenesis Related Protein (PR-Protein)	71
2.2.3.2	Peran Asam Salisilat dan Asam Jasmonat dalam Ketahanan Tanaman....	73
2.3	KETAHANAN STATIS DAN KETAHANAN KONSTITUTIF	79
2.3.1	Penghalang Fisik untuk Melawan Penetrasi mikroba.....	79
2.3.2	Karakteristik fisik, struktur anatomi , dan kimiawi daun	81
2.3.3	Komponen-komponen Tanaman sebagai Sumber Makanan Patogen	88
2.3.4	Senyawa Antimikrobia pada Tanaman.....	89
2.3.5	Kekurangan pengenalan antara inang dan patogen	96
2.3.5.1	Kekurangan reseptor inang dan tempat yang sensitif untuk toksin	96
2.3.5.2	Kekurangan substansi yang esensial untuk patogen	97
2.3.5.3	Senyawa penghambat (inhibitor)	97
2.4	KETAHANAN DINAMIS/ KETAHANAN AKTIF/ KETAHANAN TERIMBAS	97
2.4.1	Ketahanan Terimbas Setempat	98
2.4.2	Ketahanan Terimbas Sistemik.....	108
DAFTAR PUSTAKA		109
BAB III MEKANISME KETAHANAN TANAMAN TINGKAT TINGGI TERHADAP SERANGAN MIKROORGANISME		
3.1	MEKANISME PENGIMBASAN REAKSI KETAHANAN PADA TANAMAN	123
3.1.1	Elisitor, Substansi Pemacu Reaksi Ketahanan	123
3.1.2	Mekanisme Pengenalan Elisitor oleh Sel Tanaman inang	126
3.1.3	Ekspresi Gen pada Respon Ketahanan	128
3.1.4	Ketahanan Perolehan Sistemik atau <i>Systemic Acquired Resistance</i> (SAR) dan Ketahanan Sistemik Terimbas atau <i>Induced Systemic Resistance</i> (ISR)	130
3.1.4.1	Ketahanan Perolehan Sistemik atau <i>Systemic Acquired Resistance</i> (SAR)	131
3.1.4.2	Ketahanan Sistemik Terinduksi atau <i>Induced Systemic Resistance</i> (ISR)	132
3.1.4.3	<i>Priming</i> : Persiapan untuk Menyerang yang Tak Tampak.....	134
3.2	PENGHAMBATAN REAKSI KETAHANAN TANAMAN INANG OLEH PATOGEN KOMPATIBEL	136
3.2.1	Bukti Biologis Penekanan Reaksi Ketahanan	136
3.2.2	Mekanisme Penekanan Reaksi Ketahanan.....	136
3.2.3	Penghambatan Ekspresi Gen yang Berhubungan dengan Reaksi Ketahanan...	141
3.3	DETOKSIFIKASI FITOALEKSIN OLEH JAMUR PATOGEN	141

DAFTAR PUSTAKA	144
BAB IV BEBERAPA PENELITIAN TENTANG KETAHANAN TANAMAN	150
4.1. Ketahanan tanaman jagung terhadap penyakit bulai	150
4.2. Ketahanan cabai terhadap penyakit <i>Phytophthora capsici</i>	153
4.3. Ketahanan tanaman pisang terhadap penyakit	154
4.4. Ketahanan tanaman kopi terhadap penyakit karat daun	158
4.5. Ketahanan tanaman kakao terhadap penyakit busuk buah	161
4.6. Ketahanan teh terhadap penyakit cacar	162
4.7. Karakterisasi Fitoaleksin dan Pemanfaatan Mikroorganisme Bermanfaat Dalam Pengendalian Hayati Tanaman Terhadap Penyakit	162
4.7.1. Karakterisasi Fitoaleksin Pada Tiga Tanaman Famili Rosaceae	162
4.7.1.1. Isolasi Fitoaleksin	162
4.7.1.2. Akumulasi Fitoaleksin	164
4.7.1.3. Toksisitas Fitoaleksin	165
4.7.2. Pemanfaatan Mikroorganisme Bermanfaat Sebagai Pengendalian Hayati Tanaman Terhadap Penyakit	168
4.8. Pengimbasan Ketahanan Tanaman terhadap Penyakit	169
4.8.1. Pengimbasan ketahanan menggunakan stress panas (<i>Heat shock induced resistance</i>)	169
4.8.2. Pengimbasan ketahanan dengan mikroorganisme bermanfaat	170
4.8.3. Pengimbasan ketahanan dengan bahan kimia non-fungisida	172
DAFTAR PUSTAKA	173
INDEKS	179
GLOSARIUM	204

SINOPSIS

Kebutuhan manusia akan pangan/produksi pertanian terus meningkat. Hal ini perlu diimbangi dengan varietas unggul untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Pengembangan varietas unggul salah satunya yaitu mendapatkan kemampuan tanaman yang tahan terhadap hama dan penyakit. Penggunaan varietas tahan merupakan cara pengelolaan hama dan penyakit yang paling efektif, murah dan tidak mencemari lingkungan. Karenanya perlu dukungan dari berbagai ilmu pengetahuan untuk menghasilkan varietas tahan. Buku fitoaleksin dan mekanisme ketahanan tanaman mencoba menjelaskan respon tanaman terhadap penyakit. Saat ini, di Indonesia belum tersedia buku ajar yang serba cukup dalam bidang fitoaleksin dan mekanisme ketahanan terhadap penyakit tumbuhan, sehingga diharapkan buku ini menjadi salah satu acuan bagi mahasiswa. Penulis berharap buku ini juga dapat memberikan andil dalam melibatkan teknologi terkini untuk mengungkap fenomena-fenomena ketahanan tanaman dalam merespon patogen.



PENERBIT GUNADARMA