

KEEFEKTIFAN BEBERAPA SENYAWA KIMIA SEBAGAI AGEN PENGINDUKSI RESISTENSI TANAMAN SAWI TERHADAP PENYAKIT BERCAK DAUN *Curvularia*

EFFECTIVENESS OF SEVERAL CHEMICAL SUBSTANCES AS RESISTANCE INDUCER AGENST OF MUSTARD GREENS AGAINST *Curvularia* LEAF SPOT DISEASE

Tarkus Suganda*, Dinda Yulindar Wulandari

Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran

Korespondensi: tarkus.suganda@gmail.com

Diterima: 13 Mei 2019/ Disetujui 03 Oktober 2019

ABSTRAK

Penyakit bercak daun *Curvularia* merupakan penyakit baru pada tanaman sawi. Pengendalian penyakit dengan fungisida sintetik sangat berbahaya karena daun sawi dikonsumsi sebagai sayuran mentah atau pengolahan minimal, untuk itu diperlukan alternatif cara pengendalian yang lebih aman bagi kesehatan seperti menginduksi resistensi tanaman menggunakan bahan kimia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keefektifan beberapa bahan penginduksi resistensi seperti asam salisilat, kitin, K_2HPO_4 , dan vitamin B_1 . Sementara, Bion M1/48, bahan penginduksi komersial, digunakan sebagai pembanding. Bahan penginduksi diaplikasikan melalui cara perendaman benih dan disemprotkan. Pada perlakuan perendaman, benih direndam dalam suspensi bahan penginduksi selama 12 jam, sedangkan pada perlakuan penyemprotan, bahan penginduksi disemprotkan satu kali yaitu dua hari sebelum inokulasi dilakukan. Inokulasi patogen yang digunakan memiliki suspensi konidia kerapatan 5×10^5 konidia ml^{-1} . Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan empat ulangan. Pengamatan dilakukan terhadap masa inkubasi dan intensitas penyakit. Hasil pengujian menunjukkan bahwa perendaman benih asam salisilat, kitin dan K_2HPO_4 , mampu menunda kemunculan gejala sakit lebih lama dibandingkan Bion M 1/48. Terhadap intensitas penyakit, asam salisilat, kitin, dan K_2HPO_4 , juga efektif menginduksi resistensi tanaman sawi terhadap penyakit bercak daun *Curvularia*. Ketiga senyawa kimia ini potensial untuk digunakan sebagai pengganti fungisida sintesis dalam mengendalikan penyakit bercak daun *Curvularia* pada tanaman sawi.

Kata kunci: asam salisilat, Bion M 1/48, kitin, K_2HPO_4 , vitamin B_1

ABSTRACT

Curvularia leaf spot is a new disease on mustard green (*Brassica juncea* L.). The diseases control with synthetic fungicide is dangerous since mustard green leaves are freshly consumed or with minimum treatments. Therefore, a safer alternative method must be sought such inducing plant resistance using chemical inducers. This research aimed to evaluate effectiveness of salicylic acid, chitin, K_2HPO_4 , vitamin B_1 , as resistance inducers. Meanwhile,

Bion M 1/48, a commercial inducer, was used as the check treatment. These substances were applied as either seed soaking or spraying. In the soaking treatment, the seeds were soaked for 12 hours duration, whereas in the spraying treatment, chemicals were applied once, at two days before inoculation with conidial suspension of 5×10^5 conidia ml⁻¹. Experimental plants were arranged in a Randomized Block Design with four replicates. Observation was carried out on incubation period and disease intensity. Results showed that soaking the seed in salicylic acid, chitin and K₂HPO₄ was able to delay the appearance of symptoms, better than of Bion M 1/48. Towards disease intensity, salicylic acid, chitin, and K₂HPO₄ were also effective in inducing resistance of mustard green leaves against *Curvularia* leaf spot. The three substances were potential to be applied as an alternative to synthetic fungicide in managing *Curvularia* leaf spot on the mustard green.

Keywords: salicylic acid, Bion M 1/48, chitin, K₂HPO₄, vitamin B₁

PENDAHULUAN

Tanaman sawi (*Brassicae juncea* L.) merupakan sayuran yang memiliki nilai ekonomi tinggi karena banyak disukai masyarakat. Tanaman sawi banyak mengandung berbagai senyawa yang baik untuk kesehatan termasuk karotenoid, senyawa fenol, dan glukosinolat yang berfungsi dalam mendetoksifikasi racun dalam tubuh manusia (Frazie *et al.*, 2017).

Sebagai sayuran daun, konsumen menuntut daun sawi harus mulus dan bebas dari penyakit, padahal daun sawi banyak terserang penyakit bercak daun yang disebabkan oleh beberapa jamur dan bakteri. Serangan penyakit bercak daun selain dapat menurunkan produksi hingga 45% juga dapat menurunkan mutu daun sawi (Ahmad & Ashraf, 2016).

Baru-baru ini, dilaporkan terdapat jamur patogen baru pada tanaman sawi, yaitu *Curvularia* sp., yang belum pernah dilaporkan sebelumnya di Indonesia (Suganda & Wulandari, 2018). Jamur ini, selain menyebabkan bercak pada daun, juga menyebabkan daun yang terinfeksi menguning, sehingga daun tanaman sawi yang terinfeksi penyakit bercak daun menjadi tidak laku untuk dijual.

Tuntutan konsumen yang menginginkan daun sawi berwarna hijau mulus menyebabkan petani melakukan berbagai upaya untuk melindungi tanaman sawinya dengan penggunaan insektisida dan fungisida secara intensif. Berdasarkan survei terhadap petani sawi, petani menyemprotkan pestisida terhadap tanaman sawi setiap 3-5 hari sekali. Hal ini akan sangat membahayakan konsumen karena daun sawi dikonsumsi segar, selain juga berdampak buruk bagi lingkungan.

Salah satu pengendalian alternatif untuk mengendalikan penyakit tanaman dapat dilakukan dengan penginduksian resistensi menggunakan berbagai perlakuan eksternal (Dewen *et al.*, 2017), misalnya dengan pengaplikasian asam salisilat dan kitin (Triki *et al.*, 2018); K₂HPO₄ (Baloch *et al.*, 2019); Vitamin B₁ (Ahn, 2005), dan Benzothiadiazole (El-Mohamedy *et al.*, 2017). Benzothiadiazole di Indonesia dipasarkan sebagai fungisida dengan nama dagang Bion M 1/48.

BAHAN DAN METODE

Percobaan ini menggunakan metode eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok, terdiri atas 12

perlakuan dengan 4 ulangan. Rancangan acak kelompok digunakan karena perlakuan diberikan dalam dua cara yang berbeda, yaitu melalui perendaman benih dan penyemprotan. Percobaan dilaksanakan di Rumah Kaca Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran di Jatinangor dari bulan Agustus sampai September 2018.

Bahan kimia yang digunakan ialah vitamin B, koloidal kitin, asam salisilat, K_2HPO_4 , Bion M 1/48 dan air sebagai kontrol. Bahan penginduksi diaplikasikan dengan dua metode perlakuan, yaitu (1) digunakan untuk merendam benih dan (2) disemprotkan (Sarwar *et al.*, 2010). Benih sawi merupakan produksi PT East West Seed yang diperoleh dari toko penyedia sarana produksi pertanian di Pasar Tanjungsari Kabupaten Sumedang.

Pada perlakuan (1), benih sawi direndam dalam suspensi perlakuan selama 12 jam, lalu ditiriskan. Setelah ditiriskan, benih ditanam dalam polibeg berisi media tanam sebanyak 5 kg (Sarwar *et al.*, 2010). Pada perlakuan (2) dilakukan penyemprotan pada bibit. Sebelumnya, benih ditanam pada polibeg dan ditumbuhkan. Ketika tanaman sudah memiliki 2-3 daun sempurna, pada perlakuan penyemprotan, bahan penginduksi disemprotkan sampai seluruh permukaan tanaman basah (Fayadh *et al.*, 2013). Konsentrasi yang digunakan, untuk vitamin B ialah : a. 30 mM (Boubakri *et al.*, 2016), b. koloidal kitin 1 g l⁻¹ (Suganda, 2001), c. asam salisilat 5% (Sarwar *et al.*, 2011), d. K_2HPO_4 13,6 g l⁻¹ (Sarwar *et al.*, 2011), dan e. Bion M 1/48 1,5 g l⁻¹ (Sarwar *et al.*, 2011).

Dua hari setelah pengaplikasian bahan penginduksi, tanaman diinokulasi dengan suspensi konidia *Culvuraria* sp. dengan kerapatan 5×10^5 konidia ml⁻¹, yang telah

ditambah dengan 2 ml Tween 80 per 100 ml suspensi. Penyemprotan dengan suspensi konidia dilakukan sampai terjadi *run-off*. Penginokulasian dilaksanakan bersamaan untuk seluruh tanaman percobaan.

Parameter yang diamati adalah: (1) masa inkubasi, yaitu waktu pertama kali gejala penyakit bercak daun muncul sejak tanaman diinokulasi; dan (2) intensitas penyakit, yang diamati perkembangannya setiap hari. Intensitas penyakit bercak daun dihitung menggunakan skor keparahan penyakit (*Disease Severity Index/DSI*) menggunakan skala 0-9 (Sabry *et al.*, 2015). Pengamatan terhadap produksi tidak dilakukan karena penelitian lebih difokuskan kepada pengaruh perlakuan terhadap resistensi tanaman. Data hasil pengamatan diuji dengan Uji F (Anova) dan dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf nyata 95% menggunakan program SPSS versi 21.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Efek bahan penginduksi terhadap masa inkubasi

Masa inkubasi, yaitu waktu yang diperlukan mulai dari saat inokulasi sampai munculnya gejala penyakit. Hasil percobaan, menunjukkan bahwa masa inkubasi penyakit bercak daun *Curvularia* dapat diperpanjang dengan pengaplikasian bahan kimia yang diuji (Tabel 1). Tetapi hal ini hanya terjadi pada pengaplikasian bahan penginduksi melalui perendaman benih, sedangkan pada penginduksi dengan penyemprotan, tidak ada perbedaan masa inkubasi antar perlakuan.

Data hasil pengujian ini menunjukkan bahwa aplikasi bahan penginduksi mampu meningkatkan resistensi tanaman sebagaimana ditunjukkan dengan semakin

lamanya gejala penyakit muncul. Semakin lama masa inkubasi menunjukkan bahwa terjadi proses penghambatan infeksi oleh patogen (Leclerc *et al.*, 2014). Pada perlakuan perendaman benih dengan asam salisilat dan K_2HPO_4 , gejala penyakit sama sekali tidak muncul, artinya tanaman menjadi resisten, sementara pada perlakuan kontrol tanaman sawi terinfeksi dan gejala muncul hanya dalam waktu dua hari setelah inokulasi (HSI).

Tabel 1. Masa inkubasi munculnya gejala bercak daun *Curvularia* di rumah kaca akibat perlakuan bahan penginduksi.

Perlakuan	Masa inkubasi (hari HSI)
Perendaman Benih:	
Kontrol (air)	2
Vitamin B	3
Kitin	11
Asam salisilat	Sehat
K_2HPO_4	Sehat
Bion 1/48	3
Penyemprotan Bibit:	
Kontrol (air)	3
Vitamin B	2
Kitin	3
Asam salisilat	3
K_2HPO_4	2
Bion 1/48	2

Keterangan: HSI = hari setelah inokulasi

Pada perlakuan bahan penginduksi dengan cara penyemprotan bibit, masa inkubasi penyakit bercak daun *Curvularia* cenderung tidak berbeda satu sama lain atau hanya berselisih 1 hari. Hal ini berbeda dengan cara perendaman benih. Selisih masa inkubasinya lebih bervariasi dan cenderung lebih lama. Hal ini menunjukkan

bahwa perlakuan secara penyemprotan yang hanya satu kali belum efektif menekan masa inkubasi penyakit bercak daun *Curvularia*.

Efek bahan penginduksi terhadap intensitas penyakit bercak daun *Curvularia*

Data hasil pengamatan mengenai efek dari pemberian bahan penginduksi terhadap perkembangan penyakit bercak daun *Curvularia* pada tanaman sawi disajikan pada Tabel 2, sementara perkembangan penyakit mulai dari hari ke-2 setelah inokulasi sampai hari ke-11, disajikan sebagai Gambar 1. Pengamatan terhadap intensitas serangan dilakukan sampai hari ke-11 setelah inokulasi karena tanaman sudah memperlihatkan kesiapan untuk dipanen sesuai dengan praktik budidaya tanaman sawi. Selain itu, perkembangan penyakit sudah stabil yang ditunjukkan dengan tidak adanya infeksi lanjutan.

Berdasarkan pengamatan terhadap intensitas penyakit terlihat bahwa cara aplikasi bahan penginduksi melalui perendaman benih menunjukkan intensitas penyakit yang lebih rendah dibandingkan dengan intensitas penyakit pada cara aplikasi penyemprotan. Dengan pengaplikasian perendaman benih, asam salisilat dan K_2HPO_4 mampu menginduksi ketahanan secara total, karena sampai 11 hari setelah inokulasi, tanaman sawi sama sekali tidak terinfeksi oleh jamur *Curvularia*. Hal ini berbeda sangat nyata dengan perlakuan kontrol. Perlakuan lain yang juga cukup menekan intensitas penyakit bercak daun *Curvularia* adalah perlakuan kitin.

Tabel 2. Persentase intensitas penyakit bercak daun *Curvularia* pada tanaman sawi di rumah kaca yang diinduksi dengan agen penginduksi melalui perendaman benih dan penyemprotan bibit.

Perlakuan	Intensitas penyakit pada hari ke-11 HSI (%)
Perendaman benih :	
Kontrol (air)	13,50 c
Vitamin B	5,00 bc
Kitin	1,00 a
As. Salisilat	0,00 a
K ₂ HPO ₄	0,00 a
Bion M 1/48	12,25 c
Penyemprotan bibit :	
Kontrol (air)	11,25 c
Vitamin B	12,50 c
Kitin	6,00 bc
As. Salisilat	12,50 c
K ₂ HPO ₄	13,50 c
Bion M 1/48	12.25 c

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf nyata 95%.

Kurang efektifnya pengaplikasian dengan cara penyemprotan terhadap bibit, diduga disebabkan oleh karena konsentrasi bahan aktif yang kontak dengan permukaan daun tanaman lebih sedikit, apalagi tidak semua bahan aktif yang kontak dengan permukaan daun terabsorpsi oleh jaringan tanaman. Dibutuhkan waktu agar bahan penginduksi meresap ke jaringan permukaan daun tanaman. Sementara pada perlakuan perendaman, tersedia waktu yang cukup (12 jam) untuk terjadinya kontak antara benih sawi dengan senyawa bahan penginduksi. Selain itu, pengaplikasian penyemprotan bahan penginduksi dilakukan hanya sekali, sehingga efek

penginduksiannya mungkin masih kurang. Salah satu kelemahan pengaplikasian bahan penginduksi melalui penyemprotan adalah pengaplikasian bahan penginduksi harus lebih dari sekali (Baloch *et al.*, 2019).

Keefektifan asam salisilat, kitin, dan K₂HPO₄ sebagai bahan penginduksi resistensi tanaman sawi terhadap penyakit bercak daun yang diperoleh dalam penelitian ini juga sejalan dengan berbagai laporan bahwa ketiganya dilaporkan efektif terhadap berbagai jenis penyakit pada berbagai jenis tanaman. Asam salisilat dan kitin juga sudah dilaporkan mampu menekan penyakit busuk akar oleh *Fusarium solani* dan rebah kecambah oleh *Rhizoctonia solani* pada kacang panjang sampai 78% di lapangan (El-Mohamedy *et al.*, 2017).

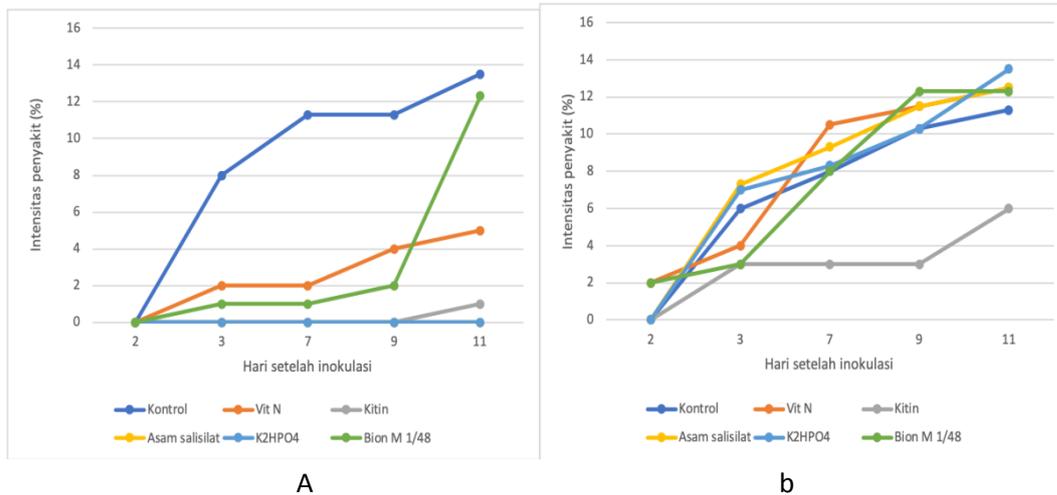
Penekanan oleh ketiga bahan kimia tersebut merupakan induksi terhadap resistensi tanaman karena dalam percobaan ini dirancang untuk tidak terjadi kontak antara bahan kimia yang digunakan dengan jamur *Curvularia* sp., baik pada perlakuan perendaman benih maupun pada perlakuan penyemprotan.

Dalam penelitian ini asam salisilat, kitin dan K₂HPO₄ memperlihatkan kemampuan yang lebih baik dibandingkan Bion M 1/48 yang merupakan senyawa kimia terdaftar resmi dan dipasarkan secara komersial sebagai bahan penginduksi resistensi tanaman. Pada perlakuan dengan cara perendaman benih (Gambar 1a), terlihat bahwa perkembangan penyakit pada tanaman yang diinduksi melalui perendaman benih selalu lebih rendah dibandingkan dengan kontrol, tetapi pada perlakuan dengan Bion M 1/48 pada hari ke-11 intensitas penyakitnya menunjukkan persentase yang mendekati perlakuan

kontrol. Diduga, efek induksi oleh Bion M 1/48 sudah menghilang mulai hari ke-9.

Sementara itu, pada cara penginduksian dengan penyemprotan (Gambar 1b), penyakit berkembang seiring bertambahnya waktu, kecuali pada perlakuan kitin, yang

intensitas penyakitnya selalu lebih rendah. Ini membuktikan bahwa cara aplikasi penyemprotan kurang berhasil menginduksi resistensi tanaman sawit terhadap penyakit bercak daun *Curvularia*.



Gambar 1. Perkembangan intensitas penyakit bercak daun *Curvularia* pada perlakuan bahan penginduksi melalui perlakuan benih (a) dan penyemprotan bibit (b)

Kitin merupakan komponen dari sel tubuh jamur sedangkan tanaman tidak memiliki kitin, tetapi sudah banyak direview bahwa tanaman menghasilkan enzim kitinase sebagai alat perlawanan terhadap infeksi jamur (Lopez-Moya *et al.*, 2019). Kitin memang sudah dikenal mampu menginduksi resistensi berbagai jenis tanaman terhadap patogen. Kitin sebagai bahan penginduksi resistensi tanaman memiliki mekanisme kerja yang bervariasi. Selain merangsang terbentuknya perintang mekanis dan kimiawi juga dalam menyintesis molekul baru dan enzim yang terlibat dalam respon perlawanan tanaman, seperti asam jasmonat, dan asam salisilat (Lopez-Moya *et al.*, 2019). Dalam beberapa kasus, kitin juga dilaporkan menginduksi reaksi hipersensitif di sekitar sel tempat infeksi akibat berakumulasinya senyawa

metabolit sekunder yang terlibat dalam pertahanan tanaman, seperti lignin, kalose, fitoaleksin, *pathogenesis-related protein*, dan enzim-enzim PAL, peroksidase dan kitinase (Orzali *et al.*, 2017).

Mekanisme penginduksian oleh K_2HPO_4 telah dilaporkan oleh berbagai literatur (Hasanuzzaman *et al.*, 2018; Orober *et al.*, 2002). Mekanismenya adalah menyebabkan terjadinya kematian sel lokal dan merangsang sintesis superoksida dan asam salisilat yang diketahui terlibat dalam menginduksi resistensi tanaman terhadap patogen (Orober *et al.*, 2002). Sementara itu, Vitamin B dilaporkan mampu menginduksi tanaman cabai terhadap TMV (Torky, 2016), dan pada tanaman padi terhadap jamur *Pyricularia oryzae*, penyebab penyakit blas (Ahn, 2005) memiliki mekanisme mengaktifkan ekspresi

gen PR (*pathogenesis-related*) dan pengaturan enzim protein kinase.

Asam salisilat merupakan hormon yang meregulasi berbagai aspek pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman, termasuk resistensi tanaman terhadap berbagai cekaman. Mekanisme kerja asam salisilat adalah menempel (*bound*) dan mengganggu berbagai aktivitas protein yang terlibat dalam proses patogenesis oleh patogen (Dempsey & Klessig, 2017).

Dengan demikian, terdapat peluang untuk mengendalikan penyakit bercak daun *Curvularia* menggunakan senyawa kimia yang lebih murah dibandingkan dengan Bion M 1/48, karena asam salisilat, kitin dan K_2HPO_4 dapat diperoleh dengan mudah di toko-toko kimia. Kurang efektifnya Bion M 1/48 dalam penelitian ini, sejalan dengan laporan Orober *et al.*, (2002) yang menyatakan bahwa Bion M 1/48 juga tidak efektif dalam menginduksi resistensi tanaman mentimun terhadap jamur *Colletotrichum lagenarium*.

Produksi daun sawi dalam penelitian ini tidak diamati dengan alasan bahwa berapa pun besarnya produksi (berat) daun sawi yang dihasilkan, jika terinfeksi penyakit tetap tidak akan laku dijual, terutama karena adanya gejala daun menguning sebagai gejala tambahan akibat serangan penyakit bercak daun *Curvularia* (Suganda & Wulandari, 2018). Namun demikian, dari pengamatan secara umum, pertumbuhan tanaman yang diberi perlakuan dengan cara perendaman menunjukkan tanaman sawi memiliki lebih banyak daun dan lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman yang diberi perlakuan secara penyemprotan. Pemberian bahan penginduksi yang tepat dilaporkan juga dapat meningkatkan hasil dan pertumbuhan tanaman, namun tidak diketahui apakah akibat tertekannya infeksi

patogen atau oleh efek nutrisi (Kumar *et al.*, 2018; Lopez-Moya *et al.*, 2019).

Hasil percobaan ini menunjukkan bahwa pengaplikasian bahan penginduksi resistensi dengan cara perendaman benih lebih efektif dibandingkan dengan cara penyemprotan tanaman. Selain itu, cara pengaplikasiannya juga lebih mudah. Hasil percobaan ini juga mendukung hasil percobaan yang dilakukan oleh Le *et al.* (2012). Selain itu, berdasarkan hasil percobaan ini asam salisilat, kitin dan K_2HPO_4 memiliki peluang untuk digunakan dalam mengendalikan penyakit bercak daun *Curvularia* pada pertanaman organik, karena pada budidaya organik, fungisida sintetik tidak boleh digunakan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil percobaan dapat disimpulkan bahwa:

1. Asam salisilat, kitin dan K_2HPO_4 efektif sebagai bahan penginduksi resistensi tanaman sawi terhadap penyakit bercak daun *Curvularia*.
2. Kemampuan asam salisilat, kitin dan K_2HPO_4 dalam menunda kemunculan gejala dan menekan perkembangan penyakit bercak daun *Curvularia* lebih baik dibandingkan dengan Bion M 1/48.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, A., & Ashraf, Y. (2016). In Vitro and In Vivo Management of Alternaria Leaf Spot of Brassica campestris L. *Journal of Plant Pathology & Microbiology*, 7(7), 1–6.
<https://doi.org/10.4172/2157-7471.1000365>
- Ahn, I.-P. (2005). Vitamin B1 Functions as an Activator of Plant Disease Resistance. *Plant Physiology*, 138(3), 1505–1515.

<https://doi.org/10.1104/pp.104.05869>
3

- Baloch, M. S., Rajput, N. A., Atiq, M., Rehman, A., Khan, S. M., Naveed, K., ... Baloch, N. M. (2019). Effect of Different Plant Activators Against *Rhizoctonia Solani* Causing Root Rot of Chilli. *Pakistan Journal of Phytopathology*, 30(1), 45. <https://doi.org/10.33866/phytopathol.030.01.0441>
- Boubakri, H., Gargouri, M., Mliki, A., Brini, F., Chong, J., & Jbara, M. (2016, September 1). Vitamins for enhancing plant resistance. *Planta*. Springer Verlag. <https://doi.org/10.1007/s00425-016-2552-0>
- Dempsey, D. A., & Klessig, D. F. (2017). How does the multifaceted plant hormone salicylic acid combat disease in plants and are similar mechanisms utilized in humans?. *BMC Biology*, 15(23), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s12915-017-0364-8>
- Dewen, Q., Yijie, D., Yi, Z., Shupeng, L., & Fachao, S. (2017). Plant Immunity Inducer Development and Application. *MPMI*, 30(5), 355–360. <https://doi.org/10.1094/MPMI-11-16-0231-CR>
- El-Mohamedy, R. S. R., Shafeek, M. R., El-Samad, E. E. D. H. A., Salama, D. M., & Rizk, F. A. (2017). Field application of plant resistance inducers (PRIs) to control important root rot diseases and improvement growth and yield of green bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Australian Journal of Crop Science*, 11(5), 496–505. <https://doi.org/10.21475/ajcs.17.11.05.p260>
- Fayadh, H., Al-Maarroof, E. M. G., & Fattah, F. A. (2013). Induced Resistance to Wheat Yellow Rust by Chemical Inducers Induced Resistance to Wheat Yellow 2 Rust by Chemical Inducers. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 3(20), 56–63.
- Fraze, M. D., Kim, M. J., & Ku, K. M. (2017). Health-promoting phytochemicals from 11 mustard cultivars at baby leaf and mature stages. *Molecules*, 22(10), 1–13. <https://doi.org/10.3390/molecules22101749>
- Hasanuzzaman, M., Bhuyan, M. H. M. B., Nahar, K., Hossain, M., Al Mahmud, J., Hossen, M., Fujita, M. (2018). Potassium : A Vital Regulator of Plant Responses and Tolerance to Abiotic Stresses. *Agronomy*, 8(31), 1–29. <https://doi.org/10.3390/agronomy8030031>
- Kumar, M., Brar, A., Yadav, M., Chawade, A., Vivekanad, V., & Pareek, N. (2018). Chitinases — Potential Candidates for Enhanced Plant Resistance towards Fungal Pathogens. *Agriculture*, 8(88), 1–12. <https://doi.org/10.3390/agriculture8070088>
- Le, T. T., Luong, V. D., Ngo, T. T. N., & Pham, V. (2012). Induced systemic resistance against rice grassy stunt virus – a promising field for ecological rice production. *Journal of Vietnamese Environment*, 2(1), 48–53. <https://doi.org/10.13141/jve.vol2.no1.pp48-53>
- Leclerc, M., Doré, T., Gilligan, C. A., Lucas, P., & Filipe, J. A. N. (2014). Estimating the delay between host infection and disease (incubation period) and assessing its significance to the epidemiology of plant diseases. *PLoS ONE*, 9(1). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0086568>
- Lopez-Moya, F., Suarez-Fernandez, M., & Lopez-Llorca, L. V. (2019). Molecular mechanisms of chitosan interactions with fungi and plants. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(332).

- <https://doi.org/10.3390/ijms20020332>
- Orober, M., Siegrist, J., & Buchenauer, H. (2002a). Mechanisms of phosphate-induced disease resistance in cucumber. *European Journal of Plant Pathology*, 108(4), 345–353. <https://doi.org/10.1023/A:1015696408402>
- Orober, M., Siegrist, J., & Buchenauer, H. (2002b). Mechanisms of phosphate-induced disease resistance in cucumber. *European Journal of Horticultural Sciences*, 108, 345–353.
- Orzali, L., Corsi, B., Forni, C., & Riccioni, L. (2017). Chitosan in Agriculture: A New Challenge for Managing Plant Disease. In *Biological Activities and Application of Marine Polysaccharides* (pp. 17–36). Intech. <https://doi.org/10.5772/66840>
- Sabry, S., Ali, A., Abdel-Kader, Da. A., & Abou-Zaid, M. (2015). Control of cabbage alternaria leaf spot disease caused by *Alternaria brassicicola*. *Zagazig Journal of Plant Pathology*, 42(5).
- Sarwar, N., Hayat Zahid, M., Ashfaq, S., & Jamil, F. F. (2011). Induced systemic resistance in chickpea against *Ascochyta blight* by safe chemicals. *Pakistan Journal of Botany*, 43(2), 1381–1387.
- Sarwar, N., Hayat Zahid, M. C., & Haq, I. (2010). Seed treatments induced systemic resistance in chickpea against fusarium wilt in wilt sick field. *Pakistan Journal of Botany*, 42(5), 3323–3326.
- Suganda, T. (2001). Penginduksian resistensi tanaman kacang tanah terhadap penyakit karat. *Jurnal Agrikultura*, 12(2), 83–88.
- Suganda, T., & Wulandari, D. (2018). *Curvularia* sp. Jamur Patogen Baru Penyebab Penyakit Bercak Daun pada Tanaman Sawi. *Jurnal Agrikultura*, 29(3), 119–123. Retrieved from <https://www.britmycolsoc>.
- Torky, Z. A. (2016). Vitamin B Mediated Priming of Disease Resistance and Defense Responses to Tobacco Mosaic Virus in *Capsicum annum* L. Plants. *Journal of Antivirals & Antiretrovirals*, 8(2). <https://doi.org/10.4172/jaa.1000133>
- Triki, E., Trablsi, I., Amri, M., Nefzi, F., Kharrat, M., & Abbas, Z. (2018). Effect of Benzothiadiazole and Salicylic Acid Resistance Inducers on *Orobanche foetida* Infestation in *Vicia faba* Chickpea breeding View project Faba bean Breeding View project Imen Trabelsi. *Tunisian Journal of Plant Protection*, 13(1), 113–125. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/327269386>