

Pengaruh Kitosan Nano terhadap Penyakit Bercak Coklat (*Alternaria solani* Sor.) pada Tanaman Tomat

Sukmono Suwignyo¹, Hersanti^{2*}, dan Fitri Widiyanti²

¹SMKPP Negeri Sembawa Kementerian Pertanian

Jl. Palembang-Pangkalan Balai Km. 29 Sembawa Palembang

²Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran

Jl. Raya Bandung Sumedang KM 21 Jatinangor Jawa Barat 45363

*Alamat korespondensi: hersanti16@unpad.ac.id

INFO ARTIKEL	ABSTRACT/ABSTRAK
Diterima: 02-08-2021 Direvisi: 12-11-2021 Dipublikasi: 23-01-2022	Effect of Chitosan Nano Particles on Early Blight Disease (<i>Alternaria solani</i> Sor.) in Tomato
Keywords: Antifungi, Nanoparticles, Seedlings	<p>Early blight disease caused by <i>A. solani</i> is an important disease in Indonesia because of the loss of up to 78%. The use of chemical fungicides continuously by farmers has negative impacts on the environment and humans' health. Several studies reported that chitosan Nano Particles (NPs) can inhibit the growth of various phytopathogenic fungi both <i>in vitro</i> and <i>in vivo</i>. In addition to being an antifungal, chitosan NPs can also function as a plant growth promoter. The objectives of this research were to evaluate chitosan NPs as a growth promoter and its <i>in vitro</i> and <i>in vivo</i> antifungal character. Chitosan NPs was evaluated for its growth promotory in tomato seed germination and antifungal character, including inhibition of the growth of <i>A. solani</i> colonies on PDA, and suppression of early blight disease at polybag experiment. Completely randomized design was used in this research with various concentrations and different methods of application as treatments. The concentrations used were 25 ppm, 50 ppm, 75 ppm, and 100 ppm, while the application method was seed priming and drenching in the root area. From the results, it can be concluded that chitosan NPs, showed substantial growth promotory effect on tomato seed germination and fresh weight at 25 ppm, 50 ppm, 75 ppm, and 100 ppm. At 75 ppm concentration of chitosan NPs, caused 72,7% inhibition of the growth of <i>A. solani</i> colonies in the <i>in vitro</i> experiment. In polybag experiment, 25 ppm, 50 ppm, and 75 ppm of chitosan NPs had the highest disease suppression in tomato plants compared to other treatments. In general, chitosan NPs exhibited potential growth promotory and antifungal character at low concentration against early blight disease in tomato plants.</p>
Kata Kunci: Antijamur, Partikel nano, Perkecambahan	<p>Penyakit bercak coklat (<i>A. solani</i>) dapat menyebabkan kehilangan hasil panen tomat sampai dengan 78%. Penggunaan fungisida kimia yang dilakukan oleh petani secara terus menerus dilaporkan menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Beberapa penelitian melaporkan bahwa penggunaan kitosan nano dapat menghambat pertumbuhan berbagai jamur tanaman baik secara <i>in-vitro</i> maupun <i>in-vivo</i>. Selain sebagai antijamur, kitosan nano juga dapat berfungsi sebagai pemacu pertumbuhan tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kitosan nano sebagai pemacu pertumbuhan dan sebagai antijamur terhadap <i>A. solani</i>, penyebab penyakit bercak coklat, baik secara <i>in vitro</i> maupun <i>in vivo</i>. Percobaan yang dilakukan</p>

meliputi pengujian pengaruh kitosan nano dalam perkecambahan benih tomat dan penghambatan pertumbuhan koloni jamur *A. solani* secara *in vitro*, sedangkan secara *in vivo* yaitu aplikasi kitosan nano pada tanaman tomat dalam skala polibag. Rancangan acak lengkap digunakan dalam percobaan ini dengan konsentrasi dan cara aplikasi kitosan nano sebagai perlakuan. Konsentrasi yang digunakan yaitu 25 ppm, 50 ppm, 75 ppm, dan 100 ppm, sedangkan cara aplikasi yang digunakan yaitu perendaman benih dan penyiraman di daerah perakaran. Hasil percobaan menunjukkan bahwa kitosan nano dengan konsentrasi 25 ppm, 50 ppm, 75 ppm, dan 100 ppm mempunyai efek pemacu pertumbuhan dengan parameter persentase daya kecambah dan berat basah kecambah. Konsentrasi kitosan nano 75 ppm memiliki pengaruh penghambatan terhadap pertumbuhan koloni jamur *A. solani* tertinggi sebesar 72,7%. Pada pengujian skala polibag, konsentrasi perlakuan 25 ppm, 50 ppm, dan 75 ppm mempunyai nilai penekanan terhadap penyakit tertinggi dibandingkan perlakuan yang lain. Secara umum bahwa kitosan nano dengan konsentrasi yang rendah berpotensi untuk digunakan sebagai pemacu pertumbuhan benih dan antijamur terhadap *A. solani*, penyebab penyakit bercak coklat pada tanaman tomat.

PENDAHULUAN

Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) merupakan salah satu komoditas unggulan tanaman hortikultura di Indonesia. Produksi tomat di Provinsi Jawa Tengah mengalami fluktuasi, bahkan cenderung mengalami penurunan dari mulai tahun 2017-2020 (BPS, 2021). Salah satu penyebab tidak optimalnya produksi tomat yaitu adanya gangguan berupa penyakit bercak coklat. Penyakit bercak coklat pada tomat ini disebabkan oleh jamur *Alternaria solani* Sor. Serangan *A. solani* pada tanaman tomat mengakibatkan busuk pada pangkal buah, busuk buah, dan bercak konsentris pada daun (Kemmitt, 2002; Kalay et al., 2015). Kehilangan hasil yang disebabkan serangan *A. solani* pada tanaman tomat dapat mencapai 5-78% (Kemmitt, 2002). Selain varietas tanaman, periode kritis tanaman juga berpengaruh terhadap kehilangan hasil yang disebabkan oleh *A. solani*. Periode kritis tanaman tomat terhadap serangan *A. solani* adalah saat memasuki fase generatif yaitu 50-60 hari setelah semai (Sumaraw, 1999).

Berbagai pengendalian *A. solani* yang telah dilakukan belum memberikan hasil yang optimal. Di antara pengendalian tersebut yang banyak dilakukan adalah pengendalian menggunakan fungisida berbahan aktif kimia. Penggunaan fungisida berbahan aktif kimia sintetik yang terus menerus dilaporkan menimbulkan efek negatif terhadap kesehatan manusia dan pencemaran lingkungan, selain itu dapat menimbulkan resistensi patogen

terhadap fungisida, resurgensi patogen, residu fungisida pada buah dan tanaman, serta kematian organisme bukan sasaran seperti musuh alami (Adhikari et al., 2017). Berdasarkan hal tersebut, maka dibutuhkan alternatif fungisida yang lebih aman dan ramah lingkungan, salah satunya dengan menggunakan kitosan.

Penggunaan kitosan sebagai antijamur telah mengalami banyak perkembangan, salah satunya kitosan dalam ukuran partikel nano. Kitosan nano mempunyai tingkat kelarutan dan aktivitas antijamur yang tinggi dibandingkan dengan kitosan biasa. Hal ini sesuai dengan penelitian Saharan et al. (2013) yang melaporkan bahwa kitosan nano mampu menghambat pertumbuhan miselium *A. alternata*, *Macrophomina phaseolina*, dan *Rhizoctonia solani* sebesar 89,5%, 63% dan 60,1% secara *in vitro*, sedangkan secara *in vivo* aplikasi kitosan nano mampu menghambat perkembangan penyakit yang disebabkan oleh *A. solani* dan *Fusarium oxysporum* pada tanaman tomat sebesar 87,7% dan 61,1% (Saharan et al., 2015). Selain sebagai antijamur, kitosan nano juga dapat meningkatkan aktivitas antioksidan dan enzim hidrolitik yang berfungsi sebagai cadangan makanan bagi embrio, sehingga mampu meningkatkan persentase perkecambahan benih tomat (Saharan et al., 2015). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kitosan nano sebagai pemacu pertumbuhan dan antijamur terhadap *A. solani*, penyebab penyakit bercak coklat pada tanaman tomat, baik secara *in vitro* maupun *in vivo*.

BAHAN DAN METODE

Pembuatan Kitosan Nano

Kitosan nano diperoleh dari Functional Nano Powder University Center of Excellence (FiNder U CoE) Universitas Padjadjaran. Metode pembuatan kitosan nano yaitu gelas ionik dengan pelarut asam asetat. Konsentrasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah 25 ppm, 50 ppm, 75 ppm, dan 100 ppm.

Pengujian Kitosan Nano pada Perkecambahan Tanaman Tomat

Pengujian ini menggunakan metode menurut Saharan *et al.* (2015) dengan sedikit modifikasi. Benih tomat varietas Servo F1 dicuci menggunakan aquades sebanyak tiga kali. Benih yang telah dicuci kemudian direndam selama 30 menit dalam 10 ml suspensi kitosan nano dengan konsentrasi 25 ppm, 50 ppm, 75 ppm, dan 100 ppm, sedangkan perlakuan kontrol menggunakan aquades dan larutan asam asetat 1%. Benih yang telah direndam kemudian ditiriskan dan diletakkan dalam wadah plastik yang telah dilapisi dengan kertas merang lembab di bagian dasarnya. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak tiga kali dengan setiap wadah plastik berisi

10 benih. Wadah yang telah berisi benih kemudian ditutup dan diinkubasi dalam ruang yang gelap. Setelah 7 hari inkubasi kemudian diamati persentase perkecambahan benih, tinggi kecambah, panjang akar, dan berat basah kecambah.

Pengujian Penghambatan Pertumbuhan Koloni Jamur *A. solani* secara *In Vitro*

Pengujian penghambatan kitosan nano terhadap koloni jamur *A. solani* dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi PAU Bioteknologi UGM. Pengujian dilakukan menurut metode Suganda dkk. (2020) dengan sedikit modifikasi. Kitosan nano dan media PDA masing-masing konsentrasi dituangkan ke dalam Petri dish sekitar 10 ml. Aquades digunakan untuk perlakuan kontrol. Media yang telah padat kemudian diinokulasi dengan biakan *A. solani* yang diambil dengan *cork borer* (diameter 5 mm) dari biakan yang sedang tumbuh dan diletakkan ditengah-tengah Petri dish. Media kemudian diinkubasi pada ruangan yang gelap. Pengamatan diameter koloni dilakukan setiap hari sampai pertumbuhan jamur pada perlakuan kontrol penuh. Aktivitas penghambatan dihitung dengan menggunakan rumus di bawah ini:

$$\text{Penghambatan} = \frac{\text{diameter kontrol} - \text{diameter perlakuan}}{\text{diameter kontrol}} \times 100\%$$

Penyiapan Inokulum *A. solani*

Daun tomat yang memperlihatkan gejala penyakit bercak coklat diambil dari lahan pertanaman tomat di Desa Selomoyo Kecamatan Kaliangkrik Kabupaten Magelang. Daun yang bergejala tersebut ditimbang sebanyak 200 g kemudian ditambahkan aquades sebanyak 1,8 liter. Daun tersebut digojog pelan untuk melepaskan spora jamur yang menempel di daun. Setelah \pm 10 menit dilakukan pemanenan spora *A. solani* dari cairan bekas gojogan daun dan kemudian dilakukan penghitungan kerapatan suspensi spora menggunakan *haemocytometer*. Sebanyak 1 ml suspensi diteteskan ke dalam slide *haemocytometer* dan diamati menggunakan mikroskop. Jumlah spora dihitung pada 5 kotak sampel pada *haemocytometer*. Kerapatan spora dihitung dengan rumus menurut Sugandadkk. (2020):

$$\text{Jumlah spora/ml} = X.Fp. 10^4$$

Keterangan:

X = Jumlah rata-rata spora dari 5 kotak sampel yang diamati

Fp = Faktor pengenceran

Dalam pengujian ini didapatkan kerapatan spora adalah $4,4 \times 10^4$ spora/ ml. Suspensi spora tersebut kemudian ditambahkan 2% Tween-80 sebanyak 40 ml sebelum diinokulasikan ke tanaman tomat.

Rancangan Percobaan

Pengujian aplikasi kitosan nano pada tanaman tomat dilakukan di dalam *screenhouse* yang terletak di Desa Ngadirejo Kecamatan Salaman Kabupaten Magelang dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap.

Terdapat 11 perlakuan dengan 2 kelompok perlakuan yang digunakan yaitu cara aplikasi dan konsentrasi kitosan nano yang digunakan. Cara aplikasi yang digunakan yaitu dengan cara perendaman benih dan penyiraman di daerah perakaran pada saat tanaman dipindahtanamkan ke dalam media polibag, sedangkan konsentrasi yang digunakan yaitu 25 ppm, 50 ppm, 75 ppm, dan 100 ppm.

Perlakuan kontrol yang digunakan yaitu aplikasi dengan hanya aquades dan hanya asam

asetat 1% sehingga total terdapat 11 perlakuan (Tabel 1). Setiap perlakuan terdiri dari 3 ulangan, dan setiap ulangan terdiri dari 5 tanaman dengan satu polibag berisi satu tanaman.

Tabel 1. Rancangan perlakuan

Kode perlakuan	Perlakuan
K	Kontrol (aquades)
A	Asam asetat 1% rendam siram
B	Asam asetat 1% rendam
C	Kitosan nano 25 ppm rendam siram
D	Kitosan nano 25 ppm rendam
E	Kitosan nano 50 ppm rendam siram
F	Kitosan nano 50 ppm rendam
G	Kitosan nano 75 ppm rendam siram
H	Kitosan nano 75 ppm rendam
I	Kitosan nano 100 ppm rendam siram
J	Kitosan nano 100 ppm rendam

Aplikasi Kitosan Nano pada Tanaman Tomat dalam Skala Polibag

Benih tomat varietas Servo F1 digunakan dalam percobaan ini. Benih direndam ke dalam kitosan nano selama 30 menit kemudian disemai dalam wadah plastik yang telah dilapisi kertas merang lembab, sedangkan perlakuan kontrol direndam dalam aquades dan asam asetat 1%. Setelah satu minggu kemudian bibit dipindahkan ke media pembibitan menggunakan baki yang berisi tanah steril dan kompos dengan perbandingan 2:1.

Setelah bibit berumur 20 hari kemudian bibit dipindahkan ke polibag yang berisi tanah steril dan kompos dengan perbandingan 2:1. Pada saat dipindahtanamkan, sebanyak 20 ml perlakuan disiramkan di sekitar daerah perakaran (Ramkissoon *et al.*, 2016), sedangkan perlakuan kontrol disiram dengan aquades dan asam asetat 1%. Polibag diletakkan di *screenhouse*. Inokulasi spora *A. solani*

pada kerapatan $4,4 \times 10^4$ spora/ml dilakukan pada saat tanaman berumur 46 HSS (hari setelah semai) sebanyak 10 ml per tanaman.

Inokulasi *A. solani* dilakukan dengan cara melukai daun tanaman menggunakan jarum. Sebanyak 5 ml inokulum diusapkan pada daun yang telah dilukai menggunakan kuas, sedangkan 5 ml sisanya disemprotkan ke seluruh daun pada satu tanaman tomat. Setelah itu tanaman disungkup dengan plastik transparan selama 3 hari untuk menjaga kelembaban agar tetap tinggi (Saharan *et al.*, 2015).

Tingkat keparahan atau intensitas penyakit diamati setiap 3 hari sekali dengan melihat proporsi gejala pada satu tanaman tomat menurut Hersanti *et al.* (2019) sebagai berikut:

0 = tidak terjadi gejala penyakit,

1 = daun bergejala penyakit sebesar $0 < x < 12\%$,

2 = daun bergejala penyakit sebesar $12\% < x < 25\%$,

3 = daun bergejala penyakit sebesar $25\% < x < 50\%$,

4 = daun bergejala penyakit sebesar $50\% < x < 75\%$,

5 = daun bergejala penyakit sebesar $75\% < x < 100\%$.

Intensitas penyakit dihitung dengan rumus di bawah ini:

$$IP = \frac{\sum (nxv)}{N \times Z} \times 100\%$$

Keterangan :

IP = intensitas penyakit

n = jumlah tanaman dengan skor yang sama

v = nilai skor tingkat keparahan penyakit

N = jumlah tanaman sampel

Z = skor tertinggi

Tingkat efikasi pengendalian penyakit (TE) dihitung dengan menggunakan rumus menurut Saharan *et al.* (2015) seperti di bawah ini.

$$TE = \frac{\text{Intensitas penyakit pada kontrol} - \text{Intensitas penyakit pada perlakuan}}{\text{Intensitas penyakit pada kontrol}} \times 100\%$$

Analisis Data

Data hasil pengamatan dianalisis dengan *Analysis of Varians* (ANOVA) menggunakan program SPSS 16. Apabila terdapat perbedaan nyata pengaruh perlakuan maka dilakukan uji lanjut menggunakan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Kitosan Nano pada Perkecambahan Tanaman Tomat

Pengujian ini dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh kitosan nano sebagai pemacu pertumbuhan bibit melalui perendaman benih tomat. Benih yang diperlakukan dengan kitosan nano mempunyai nilai yang lebih tinggi pada

parameter daya kecambah dan berat basah kecambah dibandingkan dengan perlakuan kontrol seperti tertera pada Tabel 2 dan Gambar 1.

Konsentrasi kitosan nano 25 ppm, 50 ppm, dan 75 ppm memiliki daya kecambah lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi 100 ppm dan kontrol. Selain itu, perlakuan kitosan nano juga menyebabkan berat basah kecambah lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol. Pada konsentrasi yang rendah, perlakuan 25 ppm mempunyai hasil pertumbuhan lebih baik dibandingkan perlakuan 50 ppm, dan 75 ppm jika dilihat dari parameter daya kecambah, tinggi kecambah dan panjang akar. Secara garis besar dapat dilihat bahwa konsentrasi kitosan nano yang rendah memiliki nilai yang lebih tinggi pada ketiga parameter dibandingkan dengan konsentrasi tinggi dan kontrol. Hal ini sesuai dengan pernyataan Saharan *et al.*, (2015) yang melaporkan

bahwa kitosan nano pada konsentrasi yang rendah memberikan efek yang lebih baik pada parameter daya kecambah, panjang akar, tinggi, dan berat basah kecambah.

Pada konsentrasi tinggi, jumlah partikel kitosan nano lebih banyak dibandingkan dengan konsentrasi rendah. Hal ini dimungkinkan bahwa jumlah partikel kitosan nano yang terserap ke dalam benih lebih banyak pada saat perendaman benih. Seperti diketahui, bahwa peningkatan pertumbuhan bibit oleh kitosan nano yang berhasil dilaporkan yaitu melalui peningkatan penyerapan partikel kitosan nano pada permukaan benih (Li *et al.*, 2019). Kelebihan partikel yang terserap tersebut dapat menyebabkan keracunan pada benih sehingga menyebabkan proses metabolisme pertumbuhan benih tidak optimal.

Tabel 2. Pengaruh kitosan nano pada perkecambahan benih tomat

Perlakuan	Pertumbuhan kecambah tomat pada 7 hari setelah semai			
	Daya kecambah (%)	Tinggi kecambah (cm)	Panjang akar (cm)	Berat basah (g)
Kontrol	83,3 a	6,97 ab	5,53 ab	0,11 a
Asam asetat 1%	100 c	7,63 b	5,02 a	0,15 ab
25 ppm	100 c	6,91 ab	7,04 b	0,17 b
50 ppm	100 c	6,17 a	6,05 ab	0,29 c
75 ppm	100 c	6,84 ab	5,51 ab	0,28 c
100 ppm	90 b	8,00 b	5,97 ab	0,32 c

Keterangan: Angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%.

Beberapa penelitian menyebutkan bahwa kitosan nano mempunyai aktivitas fisiologis yang positif pada konsentrasi yang rendah, sedangkan pada konsentrasi yang tinggi cenderung menghambat pertumbuhan bibit (Guan *et al.*, 2009; Saharan *et al.*, 2016), bahkan dapat menginduksi apoptosis pada sel tanaman (Wang *et al.*, 2008; Zhang *et al.*, 2012).

Beberapa proses yang terjadi pada benih yang berkecambah di antaranya adalah aktivasi enzim respirasi, pemecahan molekul makanan dan mobilisasi cadangan makanan bagi embrio. Adanya komponen kitosan pada Cu-partikel kitosan nano yang terserap pada benih dapat meningkatkan produksi *de-novo* dan aktivasi enzim pendegradasi pati dan protein, serta dapat memobilisasi cadangan makanan bagi embrio (Saharan *et al.*, 2015). Pemecahan pati ini dilakukan oleh enzim α -amilase, sedangkan pemecahan protein dilakukan oleh enzim protease. Perlakuan kitosan nano menyebabkan peningkatan aktivitas enzim protease dan α -amilase

yang menyebabkan peningkatan protein dan gula yang terlarut (Hameed *et al.*, 2013). Hal ini sejalan dengan hasil penelitian (Li *et al.*, 2019) yang melaporkan bahwa benih gandum yang direndam dalam formulasi kitosan nano mengalami peningkatan jumlah kandungan protein yang terlarut pada bibitnya dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Seperti diketahui, total kandungan protein yang terlarut merupakan parameter fisiologis yang penting dalam perkembangan dan metabolisme benih yang merefleksikan berapa protein yang disintesis, protein yang terdegradasi dan yang terlibat dalam proses metabolisme.

Mekanisme lain yang dilaporkan oleh Li *et al.* (2019) bahwa kitosan nano yang terserap pada benih dapat menginduksi ekspresi gen pensintesis auksin dan IAA (*Indole Acetic Acid*). Kandungan IAA *endogenous* meningkat pada akar dan batang bibit gandum yang diperlakukan dengan perendaman kitosan nano sebesar 39% dan 56%.

Seperti diketahui, IAA adalah hormon yang esensial dalam banyak aspek pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Perlakuan perendaman dengan kitosan nano selain berfungsi untuk

meningkatkan kualitas bibit juga dapat menginduksi ketahanan tanaman melawan jamur patogen tanaman.



Gambar 1. Efek kitosan nano pada perkecambahan tanaman tomat 7 HSS

Penghambatan Kitosan Nano terhadap Pertumbuhan Koloni Jamur *A. solani* secara *In Vitro*

Pengujian ini untuk melihat penghambatan kitosan nano sebagai antijamur secara *in vitro*, yaitu dengan melihat diameter koloni jamur *A. solani*. Berdasarkan hasil analisis statistik diperoleh bahwa, perlakuan kitosan nano memiliki diameter koloni jamur *A. solani* lebih rendah dibandingkan dengan kontrol (Gambar 2). Selain itu, perlakuan perbedaan konsentrasi kitosan nano yang diberikan juga memiliki nilai penghambatan yang berbeda. Konsentrasi kitosan nano 75 ppm memiliki aktivitas penghambatan yang paling tinggi dibandingkan dengan konsentrasi yang lain yaitu sebesar 72,7% (Tabel 3).

Dalam percobaan ini juga diperoleh bahwa, konsentrasi kitosan nano 100 ppm memiliki nilai penghambatan yang lebih rendah dibandingkan dengan konsentrasi 25 ppm, 50 ppm, dan 75 ppm. Seperti diketahui, bahwa semakin rendah konsentrasi kitosan nano maka partikel yang dimiliki akan semakin sedikit dan kompak sehingga dapat menghasilkan muatan permukaan yang tinggi. Muatan permukaan kationik yang tinggi dapat mengikat plasma membran jamur *A. solani* lebih kuat dibandingkan dengan kitosan nano pada konsentrasi tinggi (Ing *et al.*, 2012). Lebih lanjut, Ing *et al.*, (2012) menjelaskan mekanisme penghambatan lain yaitu melalui difusi partikel kitosan nano ke dalam sel jamur yang diikuti penghambatan sintesis DNA atau RNA, dan pada akhirnya diikuti kematian

sel jamur. Dalam percobaan ini dimungkinkan bahwa pada konsentrasi 100 ppm, jumlah partikel kitosan nano yang dapat terdifusi ke dalam sel jamur berlebihan sehingga penghambatan terhadap pertumbuhan jamur *A. solani* lebih rendah dibandingkan dengan konsentrasi 25 ppm, 50 ppm, dan 75 ppm.

Tabel 3. Penghambatan kitosan nano terhadap pertumbuhan koloni jamur *A. solani* pada berbagai konsentrasi

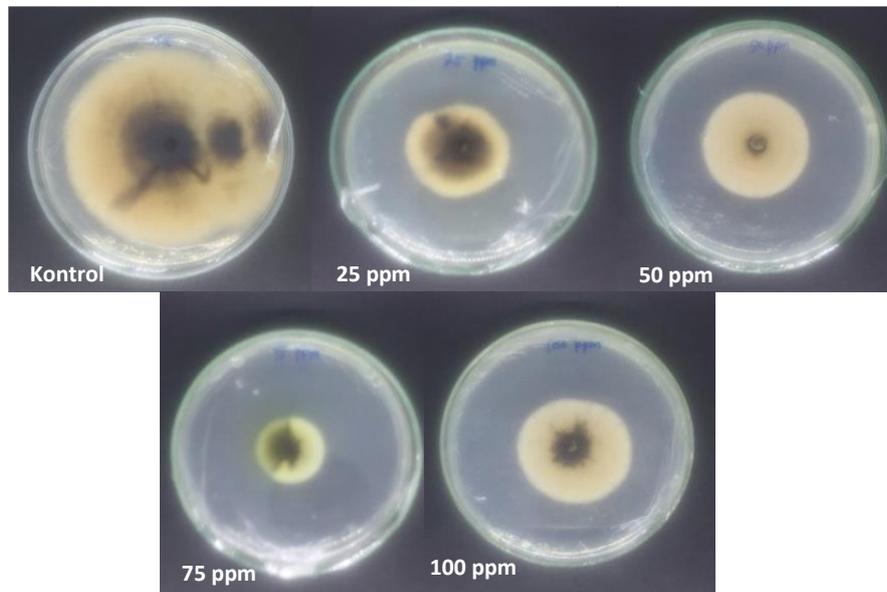
Perlakuan	Rata-rata diameter koloni (cm)	Penghambatan (%)
Kontrol	7,2d	0
25 ppm	3,6b	49,5
50 ppm	4,2b	41,7
75 ppm	1,9a	72,7
100 ppm	5,2c	27,3

Keterangan: Angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%.

Secara prinsip, aktivitas anti jamur partikel kitosan nano sangat ditentukan oleh sifat polikationik kitosan. Terdapat tiga mekanisme aksi kitosan sebagai antijamur. Mekanisme yang pertama yaitu muatan positif kitosan dapat berinteraksi dengan muatan negatif komponen fosfolipid pada plasma membran sel jamur. Hal ini dapat meningkatkan permeabilitas membran dan menyebabkan kebocoran isi sel, yang selanjutnya

dapat menyebabkan kematian sel. Mekanisme yang kedua yaitu kitosan dapat berfungsi sebagai agen pengkelat dengan mengikat unsur esensial sehingga menyebabkan nutrisi esensial tersebut tidak tersedia bagi pertumbuhan jamur. Mekanisme yang ketiga

yaitu dengan memenetrasi dinding sel dan mengikat DNA jamur, selanjutnya kitosan akan menghambat sintesis RNA, sehingga pada akhirnya mengganggu produksi protein dan enzim yang esensial bagi jamur (Ing *et al.*, 2012).



Gambar 2. Penghambatan kitosan nano terhadap pertumbuhan koloni jamur *A. solani* pada berbagai konsentrasi

Pengaruh Kitosan Nano terhadap Intensitas Penyakit Bercak Coklat pada Tanaman Tomat

Pengujian ini untuk mengevaluasi pengaruh kitosan nano dalam menekan perkembangan penyakit bercak coklat pada tanaman tomat pada

skala polibag. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan kitosan nano mampu menekan intensitas penyakit bercak coklat, baik melalui aplikasi perendaman benih maupun penyiraman perakaran seperti terlihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengaruh kitosan nano terhadap intensitas penyakit bercak coklat pada 48 hari setelah inokulasi

Kode Perlakuan	Perlakuan	Intensitas penyakit (%)	TE (%)
K	Kontrol (aquades)	56,6e	0
A	Asam asetat rendam siram	53,1de	6,3
B	Asam asetat rendam	50,6cd	10,7
C	25 ppm rendam siram	47,3bc	16,5
D	25 ppm rendam	42,4ab	25,1
E	50 ppm rendam siram	39,2a	30,8
F	50 ppm rendam	43,2ab	23,7d
G	75 ppm rendam siram	45,4b	19,9
H	75 ppm rendam	47,2bc	16,7
I	100 ppm rendam siram	51,2cd	9,5
J	100 ppm rendam	52,6de	6,9

Keterangan: Angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%.

Dari Tabel 4 dapat dilihat bahwa konsentrasi perlakuan 50 ppm mempunyai nilai intensitas serangan penyakit bercak coklat yang lebih rendah pada perlakuan rendam dan rendam siram, diikuti

dengan konsentrasi 25 ppm rendam, 75 ppm rendam siram, 25 ppm rendam siram serta 75 ppm rendam. Dalam pengujian ini terdapat dua perlakuan aplikasi kitosan nano yaitu perendaman

benih dan penyiraman perakaran. Aplikasi kitosan nano melalui perendaman benih yang diikuti dengan penyiraman perakaran memiliki nilai intensitas serangan yang lebih rendah dibandingkan dengan hanya perlakuan perendaman benih saja, kecuali pada konsentrasi kitosan nano 25 ppm. Jika dilihat lebih detail, konsentrasi kitosan nano 100 ppm mempunyai nilai penekanan yang lebih rendah dibandingkan konsentrasi yang lebih rendah.

Hal tersebut di atas dapat dimungkinkan bahwa partikel kitosan nano yang terdifusi ke dalam jaringan tanaman menyebabkan tanaman mengalami keracunan, pada akhirnya penekanan terhadap penyakit bercak coklat menjadi tidak maksimal, sehingga intensitas serangannya juga lebih tinggi dibandingkan konsentrasi yang lebih rendah.

Hal ini dapat dibuktikan dari kedua pengujian sebelumnya yaitu bahwa perlakuan konsentrasi kitosan nano 100 ppm menyebabkan perkecambahan benih tomat dan penghambatan pertumbuhan koloni jamur *A. solani* secara *in vitro* lebih rendah dibandingkan dengan konsentrasi yang lebih rendah. Berdasarkan hasil perhitungan tingkat efikasi pengendalian penyakit diperoleh bahwa, perlakuan kitosan nano pada semua konsentrasi hanya mampu sedikit menekan intensitas serangan penyakit bercak coklat pada tanaman tomat yang ditanam dalam polibag, kecuali perlakuan kitosan nano 100 ppm. Ing *et al.* (2012) menyatakan bahwa aktivitas antijamur dari partikel kitosan nano sangat dipengaruhi banyak faktor, diantaranya berat molekul, derajat substitusi, konsentrasi, dan nilai potensial zeta dari partikel tersebut.

SIMPULAN

Hasil percobaan menunjukkan bahwa kitosan nano dengan konsentrasi 25 ppm, 50 ppm, 75 ppm, dan 100 ppm mempunyai efek pemacu pertumbuhan, yaitu meningkatkan daya kecambah dan berat basah kecambah tomat. Konsentrasi perlakuan kitosan nano 75 ppm mempunyai efek antijamur terhadap *A. solani* secara *in-vitro* paling tinggi dibandingkan konsentrasi yang lain, yaitu sebesar 72,7%.

Konsentrasi perlakuan kitosan nano 25 ppm, 50 ppm, dan 75 ppm mempunyai nilai penekanan tertinggi terhadap penyakit bercak coklat pada tanaman tomat dibandingkan perlakuan yang lain.

UCAPAN TERIMA KASIH

Artikel ini merupakan bagian dari Program Magister Penulis yang dibiayai oleh beasiswa BPPSDMP Kementerian Pertanian Republik Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhikari, P, Y Oh, and DR Panthee. 2017. Current status of early blight resistance in tomato: an update. *Int.J. Mol. Sci.* 18(10): 1–22.
- BPS. 2021. Luas Panen dan Produksi Tomat Provinsi Jawa Tengah, 2018–2020. Tersedia online pada www.bps.go.id. Diakses 10 Oktober 2021.
- Guan, Y, J Hu, X Wang, and C Shao. 2009. Seed priming with chitosan improves maize germination and seedling growth in relation to physiological changes under low temperature stress. *J. Zhejiang Univ. Sci.* 10(6): 427–33.
- Hameed, A, MA Sheikh, A Hameed, T Farooq, SMA Basra, and A Jamil. 2013. Chitosan priming enhances the seed germination, antioxidants, hydrolytic enzymes, soluble proteins and sugars in wheat seeds. *Agrochimica LVII-N.* 1(July): 31–46.
- Hersanti, Sudarjat, dan A Damayanti. 2019. Kemampuan *Bacillus subtilis* dan *Lysinibacillus* sp. Dalam silika nano dan serat karbon untuk menginduksi ketahanan bawang merah terhadap penyakit bercak ungu (*Alternaria porri* (Ell.) Cif). *Jurnal Agrikultura.* 30(1): 8–16.
- Ing, LY, NM Zin, A Sarwar, and H Katas. 2012. Antifungal activity of chitosan nanoparticles and correlation with their physical properties. *Int. J. Biomater.* 2012: 1–9.
- Kalay, AM, J Patty, dan M Sinay. 2015. Perkembangan *Alternaria solani* pada tiga varietas tanaman tomat. *Jurnal Agrikultura.* 26(1): 1–6.
- Kemmitt, G. 2002. Early Blight of Potato and Tomato. *The Plant Health Instructor.* Pp. 1–7.
- Li, R, J He, Xie H, W Wang, SK Bose, Y Sun, J Hu, and H Yin. 2019. Effects of chitosan nanoparticles on seed germination and seedling growth of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Int. J. Biol. Macromol.* 126: 91–100.
- Ramkissoon, A, F Francis, V Bowrin, R Ramjagathesh, A Ramsuhag, and J

- Jayaraman. 2016. Bio-efficacy of a chitosan based elicitor on *Alternaria solani* and *Xanthomonas vesicatoria* infections in tomato under tropical conditions. *Ann. Appl. Biol.* 1–10.
- Saharan, V, A Mehrotra, R Kathik, P Rawal, SS Sharma, and A Pal. 2013. Synthesis of chitosan based nanoparticles and their in vitro evaluation against phytopathogenic fungi. *Int. J. Biol. Macromol.* 62: 677–83.
- Saharan, V, G Sharma, M Yadav, MK Choudhary, SS Sharma, A Pal, R Raliya, and P Biswas. 2015. Synthesis and in vitro antifungal efficacy of Cu-chitosan nanoparticles against pathogenic fungi of tomato. *Int. J. Biol. Macromol.* 75: 346–53.
- Saharan, V, RV Kumaraswamy, RC Choudhary, S Kumari, A pal, R Raliya, and P Biswas. 2016. Cu-chitosan nanoparticles mediated sustainable approach to enhance seedling growth in maize by mobilizing reserved food. *J. Agric. Food Chem.* 64(31): 6148–55.
- Suganda, T, P Komalasari, E Yulia, dan WD Natawigena. 2020. Uji in vitro keefektifan ekstrak air daun dan bunga kembang telang (*Clitoria ternatea* L.) terhadap jamur *Alternaria solani* penyebab penyakit bercak coklat pada tanaman tomat. *Jurnal Agrikultura.* 31(2): 88–96.
- Sumaraw, SM. 1999. Periode kritis tanaman tomat terhadap serangan *Alternaria solani* (Ell. & G. Martin) Sor. dan faktor penentunya. *Buletin Hama dan Penyakit Tumbuhan.* 11(2): 67–72.
- Wang, W, S Li, X Zhao, Y Du, and B Lin. 2008. Oligochitosan induces cell death and hydrogen peroxide accumulation in tobacco suspension cells. *Pestic. Biochem. Phys.* 90: 106–13.
- Zhang, H, W Wang, H Yin, X Zhao, and Y Du. 2012. Oligochitosan induces programmed cell death in tobacco suspension cells. *Carbohydr. Polym.* 87(3): 2270–78.