

## **Pengaruh kombinasi kitosan *soluble liquid* dan pestisida sintetik terhadap pertumbuhan dan hasil panen cabai keriting di Nganjuk**

*Effect of combination of soluble liquid chitosan and synthetic pesticide on plant growth and yield of curly chili in Nganjuk*

Ciptadi Achmad YUSUP<sup>\*</sup>), Sri WAHYUNI, Deden Dewantara ERIS, PRIYONO & SISWANTO

Pusat Penelitian Bioteknologi dan Bioindustri Indonesia, Jl. Taman Kencana No. 1. Bogor 16128, Indonesia

Diterima tgl 22 Januari 2022/ Disetujui tgl 7 April 2022

### **Abstract**

*Chitosan has the potential as a biostimulant also as an antagonistic agent due to its antimicrobial activity. These dual benefits were the superiority of chitosan and potentially to be developed further. The objective of this study was to analyze the effect of soluble liquid (SL) chitosan on the growth and yield of curly chili. The variety of curly chili used was Kribo with three treatments examined i.e. the application of single chitosan SL (P1), the combination of chitosan SL and synthetic pesticide (P2), and the conventional application of synthetic pesticide that considered as control (K). Each treatment was replicated four times. The application of chitosan SL was conducted at 21, 42, and 63 days after planting (DAP), while the application of synthetic pesticide was conducted depending on the field conditions. The plant parameters observed were canopy width, plant height, leaf color, and number, and weight of fruits. The observation results were analyzed using table of variance. The results showed that the application of chitosan SL increased the canopy width by 16.3% and plant height by 11.5% compared to control at 99 DAP. The number of fruits per plant also increased by 123% on P1 and 20% on P2 treatment. The fruit weight was also increased by 42.6% on P2 and 18% on P1 treatment. The conversion result showed that single chitosan SL application was able to increase the yield of curly chili per hectare up to 163%, while the combination of chitosan SL and synthetic pesticide resulted in 71% increase in curly chili yield compared to the control.*

[*Keywords: antagonistic agent, biostimulant, chili var. Kribo, production, soluble liquid*]

<sup>\*</sup>Korespondensi penulis: [ciptadi.a.yusup@gmail.com](mailto:ciptadi.a.yusup@gmail.com)

### **Abstrak**

Kitosan memiliki potensi sebagai biostimulan dan juga agen antagonis karena memiliki aktivitas anti mikroba. Kedua manfaat ini yang menjadi keunggulan kitosan dan berpotensi untuk dikembangkan lebih lanjut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh aplikasi kitosan *soluble liquid* (SL) terhadap pertumbuhan dan hasil panen tanaman cabai keriting. Varietas cabai keriting yang digunakan adalah Kribo dengan tiga perlakuan yang diuji, yakni aplikasi kitosan SL tunggal (P1), kombinasi kitosan SL dengan pestisida sintetik (P2) dan aplikasi pestisida sintetik secara konvensional sebagai kontrol (K). Masing-masing perlakuan diulang empat kali. Aplikasi kitosan SL dilakukan pada umur tanaman 21, 42 dan 63 hari setelah tanam (HST), sedangkan aplikasi pestisida sintetik dilakukan berdasarkan kondisi di lapangan. Parameter tanaman yang diamati antara lain lebar kanopi, tinggi tanaman, warna daun, serta jumlah, dan berat buah. Hasil pengamatan dianalisis menggunakan tabel sidik ragam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi kitosan SL mampu meningkatkan lebar kanopi dan tinggi tanaman sebesar 16,3% dan 11,5% terhadap kontrol pada umur tanaman 99 HST. Jumlah buah per tanaman juga mengalami kenaikan sebesar 123% pada perlakuan P1 dan 20% pada perlakuan P2. Berat per buah mengalami kenaikan sebesar 42,6% pada perlakuan P2 dan 18% pada perlakuan P1. Hasil konversi menunjukkan bahwa aplikasi kitosan SL tunggal mampu meningkatkan produksi cabai keriting per hektar hingga 163%, sedangkan aplikasi kombinasi kitosan SL dan pestisida sintetik meningkatkan produksi sebesar 71% dibandingkan kontrol.

[*Kata kunci: agen antagonis, biostimulan, cabai var. Kribo, produksi, soluble liquid*]

## Pendahuluan

Kitosan merupakan turunan dari kitin yang sudah diketahui memiliki potensi sebagai agen biokontrol (Hassan & Chang, 2017). Kitin merupakan biopolimer terbanyak dan terpenting kedua yang penggunaannya sangat luas, mulai dari bahan tambahan pada industri makanan, pengikat lemak, pelapis benih, dan pupuk, hingga bahan baku kosmetik (Barikani *et al.*, 2014). Sebagai agen biokontrol, kitosan memiliki beberapa keunggulan diantaranya adalah biodegradabilitas, non-toksik, biokompatibilitas, dan memiliki efek fungisidal (Barikani *et al.*, 2014; Maluin *et al.*, 2019). Kitosan memiliki keunggulan lain yang tidak dimiliki oleh agen biokontrol lainnya, yaitu memiliki potensi untuk menginduksi resistensi tanaman (Liu *et al.*, 2019a; De Vega *et al.*, 2021) dan meningkatkan keanekaragaman mikroba di rizhosfer (Park & Chang, 2012).

Kitosan memiliki aktivitas antifungal yang secara efektif menghambat pertumbuhan miselia, sporulasi, perkecambahan, dan pemanjangan spora dari cendawan patogen *Fusarium* spp. (Al-Hetar *et al.*, 2011; Mejdoub-Trabelsi *et al.*, 2020), *Phytophthora* sp. (Sunpapao & Pornsuriya, 2014), *Alternaria* sp. dan cendawan patogen lainnya (López-Mora *et al.*, 2013; Liu *et al.*, 2019a). Selain itu kitosan juga memiliki aktivitas antibakteri yang menghambat pertumbuhan bakteri patogen seperti *Xanthomonas* sp. (Li *et al.*, 2016; Moon *et al.*, 2020), *Pseudomonas* sp. (Liu *et al.*, 2019b) dan *Erwinia* sp. (Oh *et al.*, 2019). Kitosan juga dapat menekan tingkat infeksi virus tanaman dengan menginduksi reaksi hipersensitif tanaman inang yang terinfeksi *cucumber mosaic virus* (CMV), *peanut stunt virus* (PSV) dan *tobacco mosaic virus* (TMV) (Nagorskaya *et al.*, 2014; Jia *et al.*, 2016).

Xing *et al.* (2014) melaporkan dua mekanisme kitosan dalam menekan penyakit tanaman, yakni mekanisme langsung dengan toksin mikrobial terhadap patogen target dan mekanisme tak langsung dengan menginduksi respons ketahanan tanaman. Meski memiliki aktivitas antimikroba, namun kitosan tidak berbahaya bagi lingkungan, aman bagi manusia dan mamalia serta aman terhadap mikroba bermanfaat non-target yang ada di sekitar rhizosfer (Hassan & Chang, 2017). Dwifungsi dari kitosan yang dapat berperan sebagai biopestisida sekaligus biostimulan memiliki potensi yang baik untuk dikembangkan sebagai bagian dari kegiatan pengendalian hama dan penyakit terpadu. Kitosan sebagai bahan aktif biopestisida dan biostimulan memerlukan formulasi untuk mempermudah dalam produksi, transportasi, penyimpanan dan aplikasi (Hazra & Purkait, 2019). Formulasi kitosan berkembang dari mulai formulasi konvensional hingga formulasi nanopartikel (Wahyudin & Sari, 2012; Yudhasmita & Nugroho,

2017; Eris *et al.*, 2019). *Soluble liquid* (SL) merupakan salah satu formulasi pestisida konvensional yang berbasis air dan memiliki keunggulan daya campur yang baik dengan air, tidak memerlukan pengadukan yang lama, dan minim endapan (Hazra & Purkait, 2019). Formulasi SL dipilih karena metode aplikasi yang digunakan adalah *foliar spray*, sehingga efektivitasnya dapat dioptimalkan.

Penelitian mengenai aplikasi kitosan pada tanaman cabai telah banyak dilakukan, terutama sebagai biofungisida untuk mengendalikan penyakit antraknosa (Sarwono *et al.*, 2013; Akter *et al.*, 2018), sebagai perlakuan benih (Chookhongkha *et al.*, 2012b), sebagai biostimulan dalam menginduksi pertumbuhan tanaman cabai (Rattana & Sangsanga, 2018; Sari *et al.*, 2020; Stone, 2020), dan sebagai pelapis buah *edible* untuk meningkatkan daya simpan (Priyadarshi *et al.*, 2018; Muthmainnah, 2019). Penelitian tersebut dilakukan pada tanaman cabai merah dan cabai rawit, sedangkan pada tanaman cabai keriting masih belum dilakukan. Cabai keriting sendiri lebih disukai masyarakat Indonesia karena memiliki rasa yang lebih pedas dibandingkan dengan cabai merah besar (Berlian *et al.*, 2015). Namun serangan organisme pengganggu tanaman (OPT) merupakan hambatan utama dalam proses budidaya cabai, setidaknya terdapat lebih kurang enam hama dan lima penyakit utama yang menyerang tanaman cabai (Meilin, 2014). Pengendalian yang dilakukan sejauh ini dengan menggunakan pestisida sintetik. Namun demikian, penggunaan pestisida sintetik memiliki dampak negatif bagi lingkungan, berbahaya bagi manusia dan mamalia, dan membunuh berbagai organisme menguntungkan (Mahmood *et al.*, 2016). Aplikasi kitosan sebagai perlakuan benih cabai yang dikombinasikan dengan aplikasi kitosan secara semprot mampu menekan kejadian penyakit antraknosa sekaligus meningkatkan pertumbuhan tanaman cabai merah (Akter *et al.*, 2018; Rattana & Sangsanga, 2018). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh aplikasi kitosan SL terhadap pertumbuhan dan hasil panen tanaman cabai keriting.

## Bahan dan Metode

### Lokasi penelitian

Penelitian dilaksanakan di Desa Nglawak, Kecamatan Prambon, Kabupaten Nganjuk, Jawa Timur pada bulan April – Agustus 2019. Varietas cabai keriting yang digunakan adalah Kribo.

### Perlakuan dan aplikasi kitosan

Komponen perlakuan yang diuji pada penelitian ini tersaji pada Tabel 1. Masing-masing perlakuan terdiri atas 4 bedeng dengan satu bedeng pembatas

untuk masing-masing ulangan. Jumlah tanaman per bedeng adalah 62 tanaman, dengan jumlah tanaman sampel untuk masing-masing ulangan adalah 5 tanaman. Aplikasi kitosan SL dan pestisida sintetik dilakukan secara *foliar spray* pada pagi hari dengan menggunakan *knapsack sprayer* sesuai jadwal yang tercantum pada Tabel 1. Aplikasi pestisida dilakukan berdasarkan hasil pengamatan insidensi serangan OPT oleh petani di lapangan.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak kelompok (RAK) dengan luas petak percobaan adalah 2.000 m<sup>2</sup> yang terdiri atas 60 bedengan dengan jarak tanam 45 x 70 cm. Setiap bedengan ditutupi oleh mulsa silver-hitam. Biostimulan kitosan yang digunakan dalam formula *soluble liquid* (SL) merupakan produk hasil pengembangan Pusat Penelitian Bioteknologi dan Bioindustri Indonesia (PPBBI).

#### Pengamatan dan analisis data

Pengamatan dilakukan terhadap beberapa parameter yaitu lebar kanopi, tinggi tanaman, warna daun, jumlah, dan berat buah. Selain itu pengamatan juga dilakukan terhadap kejadian serangan OPT yang dilakukan secara hamparan. Pengamatan dilakukan pada umur tanaman 38 HST dan pada 99 HST, sedangkan pengamatan hasil panen

dilanjutkan hingga umur tanaman 120 HST. Pengamatan warna daun menggunakan *IRRI leaf color chart*. Hasil pengamatan kemudian dianalisis menggunakan tabel sidik ragam, uji lanjut dilakukan pada parameter yang berbeda nyata menggunakan Uji Tukey dengan selang kepercayaan 95% menggunakan perangkat lunak *Minitab 19*.

## Hasil dan Pembahasan

### *Pertumbuhan vegetatif*

Hasil pengamatan vegetatif menunjukkan bahwa pada umur 38 HST seluruh parameter pengamatan tidak berbeda nyata. Hal ini disebabkan karena aplikasi kitosan SL yang baru dilaksanakan pada umur tanaman 30 HST, sehingga pengaruhnya belum dapat terlihat. Aplikasi kitosan SL mampu memengaruhi lebar kanopi, tinggi tanaman dan warna daun cabai keriting secara signifikan pada umur 99 HST (Tabel 2). Aplikasi tunggal kitosan SL mampu meningkatkan lebar kanopi sebesar 16,34% dan tinggi tanaman sebesar 11,53% terhadap kontrol. Hasil ini sejalan dengan hasil penelitian Chookhongkha *et al.* (2012a), yang melaporkan aplikasi kitosan dapat meningkatkan diameter kanopi, tinggi tanaman dan lebar daun tanaman cabai yang ditanam secara *in vitro*.

Tabel 1. Komponen perlakuan yang diuji  
Table 1. Component of the treatments tested

Perlakuan / <i>Treatments</i>	Komponen aplikasi / <i>Application components</i>	Dosis dan volume semprot (VS) / <i>Doses and spray volume (VS)</i>	Waktu aplikasi (HST)* / <i>Application time (DAP)*</i>
Pestisida konvensional (kontrol) (K) / <i>Conventional pesticide (control) (C)</i>	- Insektisida / <i>Insecticide</i> :		
	Fipronil 50 gL <sup>-1</sup>	400 mL/Ha; VS: 15 L	30; 38; 45
	Abamektin 36 gL <sup>-1</sup>	200 mL/Ha; VS: 15 L	30; 38; 45; 50; 55; 60
	Imidakloprid 200 gL <sup>-1</sup>	300 mL/Ha; VS: 15 L	38
	Metomil 40%	1400 gr/Ha; VS: 15 L	30; 38; 45; 50
- Fungisida / <i>Fungicide</i> :			
	Mankozeb 80%	300 gr/Ha; VS: 15 L	45; 48; 51; 54; 57; 60; 63; 65;
	Klorotalonil 75%	300 gr/Ha; VS: 15 L	68 58; 61; 65
Kitosan <i>Soluble Liquid</i> (SL) Tunggal (P1) / <i>Single Chitosan Soluble Liquid (SL) (P1)</i>	Kitosan SL / <i>Chitosan SL</i>	25 cc/L; VS: 15 L	21; 42; 63
Kombinasi Kitosan SL + Pestisida Sintetik (P2) / <i>Combination of Chitosan SL + Synthetic Pesticide (P2)</i>	Kitosan SL // <i>Chitosan SL</i> - Insektisida / <i>Insecticide</i> :	25 cc/L; VS: 15 L	21; 42; 63
Fipronil 50 gL <sup>-1</sup>	400 mL/Ha; VS: 15 L	30; 38; 45	
Abamektin 36 gL <sup>-1</sup>	200 mL/Ha; VS: 15 L	30; 38; 45; 50; 55; 60	
Imidakloprid 200 gL <sup>-1</sup>	300 mL/Ha; VS: 15 L	38	
Metomil 40%	1400 gr/Ha; VS: 15 L	30; 38; 45; 50	
- Fungisida / <i>Fungicide</i> :			
Mankozeb 80%	300 gr/Ha; VS: 15 L	45; 48; 51; 54; 57; 60; 63; 65;	
Klorotalonil 75%	300 gr/Ha; VS: 15 L	68 58; 61; 65	

\*HST: hari setelah tanam. Aplikasi berdasarkan pengamatan insidensi serangan organisme pengganggu tanaman (OPT).

\*DAP: days after planting. Application based on the incidence of plant pest organism attack.

Perbedaan konsentrasi kitosan memiliki pengaruh yang penting terhadap persentase kenaikan performa vegetatif tanaman (Chookhongkha *et al.*, 2012a). Peningkatan parameter vegetatif ini diduga dikarenakan kitosan menginduksi pertumbuhan cabang dan daun, melalui peningkatan aktivitas fotosintesis (Pichyangkura & Chadchawan, 2015; Abdullah *et al.*, 2019). Hasil penelitian lain menunjukkan aplikasi kitosan juga dapat meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah daun pada berbagai tanaman sayuran dan hortikultura (El-Miniawy *et al.*, 2013; Salachna & Zawadziska, 2014).

Kombinasi aplikasi kitosan SL dengan pestisida sintetik tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap tinggi tanaman jika dibandingkan dengan kontrol. Sedangkan pada parameter lebar kanopi, aplikasi kitosan SL dengan kombinasi pestisida sintetik menghasilkan lebar kanopi yang tidak berbeda nyata dengan aplikasi kitosan SL tunggal. Parameter warna daun pada umur tanaman 99 HST menunjukkan bahwa tanaman cabai keriting yang diaplikasikan kombinasi kitosan SL dengan pestisida sintetik memiliki warna daun yang lebih hijau dibandingkan dengan kontrol.

#### *Hasil panen*

Parameter generatif yang diamati adalah jumlah buah cabai yang dihasilkan per tanaman dan berat per buah cabai. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa aplikasi kitosan SL mampu meningkatkan produksi buah cabai secara signifikan. Dibandingkan dengan kontrol, aplikasi kitosan SL tunggal meningkatkan jumlah buah per tanaman sebesar 123% (Gambar 1). Sedangkan perlakuan kombinasi kitosan SL dengan pestisida sintetik meningkatkan jumlah buah cabai per tanaman sebesar 20% dibandingkan dengan kontrol. Aplikasi kitosan pada tanaman lain juga secara signifikan meningkatkan hasil panen pada tanaman kopi (Nguyen Van *et al.*, 2013), stroberi (El-Miniawy *et al.*, 2013) dan jagung (Wahyuni *et al.*, 2019) tanpa memengaruhi kualitas buah yang dihasilkan.

Kombinasi aplikasi kitosan SL dengan pestisida sintetik mampu meningkatkan berat buah cabai sebesar 42,6% dibandingkan kontrol. Buah cabai yang di beri perlakuan kitosan SL tunggal memiliki berat 18% lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol (Gambar 1). Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi kitosan SL mampu meningkatkan berat buah cabai secara signifikan. Hasil penelitian lain melaporkan bahwa aplikasi kitosan mampu meningkatkan hasil panen hingga 138% pada tanaman tomat

(Sathiyabama *et al.*, 2014) dan 27,9% pada tanaman okra (Mondal *et al.*, 2012) yang disebabkan oleh peningkatan jumlah buah dan berat buah per tanaman. Jika dikonversi ke produksi cabai per hektar dengan populasi per hektar adalah 17.000 tanaman, didapatkan hasil panen sebesar 1,58 ton/ha untuk kontrol, 4,14 ton/ha untuk perlakuan P1 dan 2,7 ton/ha untuk perlakuan P2. Hasil ini menunjukkan bahwa aplikasi kitosan SL tunggal mampu meningkatkan produksi buah cabai keriting sebesar 163% dibandingkan dengan kontrol, sedangkan untuk perlakuan kombinasi kitosan SL dan pestisida sintetik meningkat sebesar 71%. Hal ini diduga dikarenakan aplikasi pestisida cukup intensif yang menyebabkan populasi serta keanekaragaman serangga penyerbuk menjadi lebih sedikit pada petak kontrol dan perlakuan P2 dibandingkan petak perlakuan P1. Aplikasi pestisida merupakan salah satu penyebab penurunan dari biodiversitas dan populasi dari serangga polinator (Brittain *et al.*, 2010; Baskar *et al.*, 2017; Sponsler *et al.*, 2019; Hashimi *et al.*, 2020), hal ini berhubungan dengan toksisitas dan luasnya spektrum dari pestisida. Berkurangnya serangga penyerbuk dapat menyebabkan penurunan jumlah buah yang terbentuk.

#### *Insidensi penyakit*

Insidensi beberapa penyakit yang menyerang tanaman cabai diamati secara hamparan pada petak pengamatan. Hal ini karena minimnya kejadian penyakit yang dijumpai saat penelitian dilakukan, sehingga menyebabkan penyebaran kejadian penyakit yang tidak merata. Pada tanaman cabai tidak ditemukan adanya serangan penyakit utama yaitu antraknosa (*Colletotrichum capsici*), busuk buah *Phytophthora*, dan layu *Fusarium*. Aplikasi kitosan SL tunggal cenderung memiliki insidensi serangan virus mozaik lebih rendah dibandingkan kedua perlakuan lainnya (Tabel 3). Berbeda halnya dengan insidensi serangan fitoplasma, dimana perlakuan kitosan SL tunggal memiliki insidensi tertinggi. Insidensi serangan penyakit layu bakteri pada seluruh petak perlakuan cenderung sangat rendah. Hasil penelitian lain melaporkan bahwa aktivitas anti-mikroba dari kitosan mampu menurunkan kejadian penyakit bercak daun pada tanaman tomat (Sathiyabama *et al.*, 2014), antraknosa pada buah naga (Ali *et al.*, 2014) dan anggur (Muñoz *et al.*, 2009). Minimnya kejadian penyakit ini diduga karena penelitian dilakukan pada musim kemarau, sehingga memiliki curah hujan dan kelembaban yang rendah.

Tabel 2. Pengaruh perlakuan terhadap parameter vegetatif tanaman cabai keriting pada umur tanaman 38 dan 99 (HST)  
 Table 2. Effect of treatments on vegetative parameters of curly chili plant at 38 and 99 (DAP)

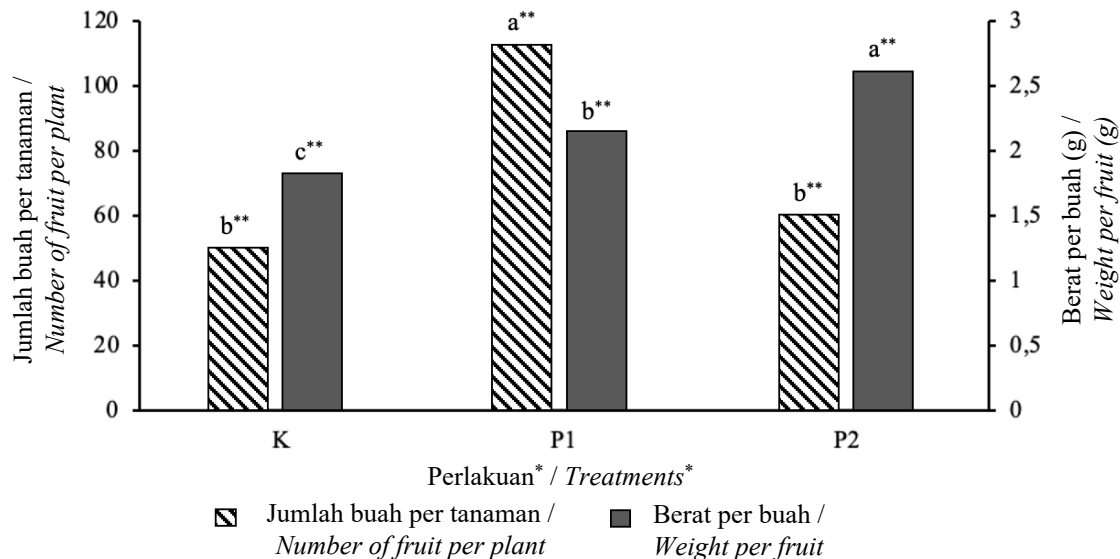
Perlakuan* / Treatments*	Umur tanaman (hari)** / Plant age (days)**					
	38			99		
	Lebar kanopi/ canopy width (cm)	Tinggi tanaman/ Plant height (cm)	Warna daun/ leaf color	Lebar kanopi/ Canopy width (cm)	Tinggi tanaman/ Plant height (cm)	Warna daun/ Leaf color
K / C	37,80 a	47,75 a	4,10 a	53,92 b	60,00 b	4,46 b
P1 / P1	38,70 a	51,70 a	3,80 a	62,58 a	66,92 a	4,58 ab
P2 / P2	40,85 a	49,55 a	4,15 a	58,52 a	62,75 b	5,00 a

\*K: kontrol. P1: kitosan SL tunggal. P2: kitosan SL + pestisida sintetik.

\*C: control. P1: single chitosan SL. P2: chitosan SL + synthetic pesticide.

\*\*Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata berdasarkan uji Tukey pada tingkat kepercayaan 95%.

\*\*Numbers followed with same letter in same column are not significantly different (Tukey test at 95% of confidence level).



Gambar 1. Pengaruh perlakuan terhadap jumlah buah per tanaman dan berat buah cabai keriting per bedeng  
 Figure 1. Effect of treatments to number of fruits per plant and fruit weight of curly chili per row

\*K: kontrol. P1: kitosan SL tunggal. P2: kitosan SL + pestisida sintetik.

\*C: control. P1: single chitosan SL. P2: chitosan SL + synthetic pesticide.

\*\*Huruf yang sama di dalam grafik yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji Tukey pada tingkat kepercayaan 95%.

\*\*Same letter in same graphic showing not significantly different (Tukey test at 95% of confidence level).

Tabel 3. Pengaruh perlakuan terhadap insidensi penyakit tanaman cabai keriting  
 Table 3. Effect of treatments on curly chili plant diseases incidence

Perlakuan* / Treatments*	Insidensi penyakit tanaman (%) / Plant disease incidence (%)		
	Virus Mosaik / Mosaic Virus	Fitoplasma / Phytoplasma	Layu Bakteri / Bacterial Wilt
K / C	1,13	0,16	0,08
P1 / P1	0,85	0,25	0,00
P2 / P2	1,27	0,17	0,08

\*K: kontrol. P1: kitosan SL tunggal. P2: kitosan SL + pestisida sintetik.

\*C: control. P1: single chitosan SL. P2: chitosan SL + synthetic pesticide.

### Kesimpulan

Aplikasi kitosan SL pada tanaman cabai keriting baik secara tunggal maupun dikombinasikan dengan pestisida sintetik mampu meningkatkan lebar kanopi, tinggi tanaman, dan juga meningkatkan hasil panen secara signifikan dibandingkan dengan kontrol. Pengaruh aplikasi kitosan SL terlihat saat tanaman cabai keriting memasuki fase generatif. Aplikasi kitosan SL tunggal menghasilkan peningkatan jumlah buah cabai per tanaman tertinggi, sedangkan aplikasi kitosan SL yang dikombinasikan dengan pestisida sintetik menghasilkan berat buah cabai tertinggi. Secara keseluruhan, aplikasi kitosan SL tunggal meningkatkan produksi buah cabai keriting tertinggi dibandingkan dengan kontrol. Tanaman cabai keriting yang diaplikasikan kitosan SL tunggal juga memiliki insidensi penyakit virus mosaik dan layu bakteri yang terendah. Aplikasi kitosan SL sebagai biostimulan dapat menjadi solusi untuk meningkatkan keragaan pertumbuhan dan hasil panen tanaman cabai keriting, sekaligus juga menekan insidensi penyakit.

### Daftar Pustaka

- Abdullah NHL, S Salleh & ANA Wahid (2019). Influence of liquid biofertilizer, oligochitosan and chemical fertilizer on plant growth and yield of greenhouse-grown okra, *Abelmoschus esculentus* (L.). In: *Proceedings of the Research and Development Seminar Nuklear Malaysia*. Selangor, 30 Oktober - 1 November 2018 p, 275-275.
- Akter J, R Jannat, MM Hossain, JU Ahmed & MT Rubayet (2018). Chitosan for plant growth promotion and disease suppression against anthracnose in chilli. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 3(3), 806-817.
- Al-Hetar MY, MA Zainal Abidin, M Sariah & MY Wong (2011). Antifungal activity of chitosan against *Fusarium oxysporum* f. Sp. *cubense*. *J Appl Polym Sci* 120(4), 2434-2439.
- Ali A, N Zahid, S Manickam, Y Siddiqui, PG Alderson & M Maqbool (2014). Induction of lignin and pathogenesis related proteins in dragon fruit plants in response to submicron chitosan dispersions. *Crop Protect* 63(2014), 83-88.
- Barikani M, E Oliaei, H Seddiqi & H Honarkar (2014). Preparation and application of chitin and its derivatives: A review. *Iranian Polymer Journal* 23(4), 307-326.
- Baskar K, V Sudha & M Jayakumar (2017). Effect of pesticides on pollinators. *MOJ Ecology & Environmental Science* 2(8), 52.
- Berlian Z, S Syarifah & DS Sari (2015). Pengaruh pemberian limbah kulit kopi (*coffea robusta* l.) terhadap pertumbuhan cabai keriting (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Biota* 1(1), 22-32.
- Brittain CA, M Vighi, R Bommarco, J Settele & SG Potts (2010). Impacts of a pesticide on pollinator species richness at different spatial scales. *Basic Appl Ecol* 11(2), 106-115.
- Chookhongkha N, S Miyagawa, Y Jirakiattikul & S Photchanachai (2012a). Chili growth and seed productivity as affected by chitosan. In *16<sup>th</sup> International Conference on Innovations in Engineering & Technology*, Bangkok 26-27 Desember 2015 p, 146-149.
- Chookhongkha N, T Spondilok & S Photchanachai (2012b). Effect of chitosan and chitosan nanoparticles on fungal growth and chilli seed quality. In: *International Conference on Postharvest Pest and Disease Management in Exporting Horticultural Crops*, Bangkok 21-24 Februari 2012 p, 231-237.
- De Vega D, N Holden, PE Hedley, J Morris, E Luna & A Newton (2021). Chitosan primes plant defence mechanisms against botrytis cinerea, including expression of avr9/cf-9 rapidly elicited genes. *Plant, Cell Environ* 44(1), 290-303.
- El-Miniawy SM, ME Ragab, SMS Youssef & AAF Metwally (2013). Response of strawberry plants to foliar spraying of chitosan. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences* 9(6), 366-372.
- Eris DD, S Wahyuni, SM Putra, CA Yusup, AS Mulyatni, S Siswanto, EH Krestini & C Winarti (2019). Pengaruh nanokitosan-ag/cu pada perkembangan penyakit antraknosa pada cabai. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia* 24(3), 201-208.
- Hashimi MH, R Hashimi & Q Ryan (2020). Toxic effects of pesticides on humans, plants, animals, pollinators and beneficial organisms. *APRJ*, 5(4), 37-47.
- Hassan O & T Chang (2017). Chitosan for eco-friendly control of plant disease. *Article in Asian Journal of Plant Pathology* 11(2), 53-70.
- Hazra DK & A Purkait (2019). Role of pesticide formulations for sustainable crop protection and environment management: A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 8(2), 686-693.
- Jia X, Q Meng, H Zeng, W Wang & H Yin (2016). Chitosan oligosaccharide induces resistance to

- tobacco mosaic virus in arabidopsis via the salicylic acid-mediated signalling pathway. *Scientific Reports* 6(1), 1-12.
- Li B, Y Zhang, Y Yang, W Qiu, X Wang, B Liu, Y Wang & G Sun (2016). Synthesis, characterization, and antibacterial activity of chitosan/tio<sub>2</sub> nanocomposite against *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*. *Carbohydrate Polymers* 152, 825-831.
- Liu J, X Zhang, JF Kennedy, M Jiang, Q Cai & X Wu (2019a). Chitosan induces resistance to tuber rot in stored potato caused by *Alternaria tenuissima*. *International Journal of Biological Macromolecules* 140, 851-857.
- Liu Y, Y Jiang, J Zhu, J Huang & H Zhang (2019b). Inhibition of bacterial adhesion and biofilm formation of sulfonated chitosan against *Pseudomonas aeruginosa*. *Carbohydrate Polymers* 206, 412-419.
- López-Mora LI, P Gutiérrez-Martínez, S Bautista-Baños, LF Jiménez-García & HA Zavaleta-Mancera (2013). Evaluation of antifungal activity of chitosan in *Alternaria alternata* and in the quality of 'tommy atkins' mango during storage. *Revista Chapingo. Serie Horticultura* 19(3), 315-331.
- Mahmood I, SR Imadi, K Shazadi, A Gul & KR Hakeem (2016). Effects of pesticides on environment. In: KR Hakeem, MS Akhtar & SNA Abdullah (ed). *Plant, soil and microbes: Volume 1: Implications in crop science*. Cham, Springer International Publishing. p. 253-269.
- Maluin FN, MZ Hussein, NA Yusof, S Fakurazi, AS Idris, NH Zainol Hilmi & LD Jeffery Daim (2019). Preparation of chitosan-hexaconazole nanoparticles as fungicide nanodelivery system for combating ganoderma disease in oil palm. *Molecules*, 24(13), 2498.
- Meilin A (2014). *Hama dan penyakit pada tanaman cabai serta pengendaliannya*. Jambi, Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jambi.
- Mejdoub-Trabelsi B, S Touihri, N Ammar, A Riahi & M Daami-Remadi (2020). Effect of chitosan for the control of potato diseases caused by *Fusarium* species. *J Phytopathol* 168(1), 18-27.
- Mondal MMA, MA Malek, A Puteh & MR Ismail (2012). Effect of foliar application of chitosan on growth and yield in okra. *Australian Journal of Crop Science* 6(5), 918-921.
- Moon C, D-J Seo, Y-S Song & W-J Jung (2020). Antibacterial activity of various chitosan forms against *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines*. *International Journal of Biological Macromolecules* 156, 1600-1605.
- Muñoz Z, A Moret & S Garcés (2009). Assessment of chitosan for inhibition of *Colletotrichum* sp. on tomatoes and grapes. *Crop Protect* 28(1), 36-40.
- Muthmainnah N, Suratman & Solichatun (2019). Postharvest application of an edible coating based on chitosan and gum arabic for controlling respiration rate and vitamin c content of chilli (*Capsicum frutescens* L.). In: *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Central Java, 25-28 September 2018 p, 012028.
- Nagorskaya V, A Reunov, L Lapshina, V Davydova & I Yermak (2014). Effect of chitosan on tobacco mosaic virus (TMV) accumulation, hydrolase activity, and morphological abnormalities of the viral particles in leaves of *N. tabacum* L. cv. *samsun*. *Virol Sin* 29(4), 250-256.
- Nguyen Van S, H Dinh Minh & D Nguyen Anh (2013). Study on chitosan nanoparticles on biophysical characteristics and growth of robusta coffee in green house. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology* 2(4), 289-294.
- Oh J-W, SC Chun & M Chandrasekaran (2019). Preparation and in vitro characterization of chitosan nanoparticles and their broad-spectrum antifungal action compared to antibacterial activities against phytopathogens of tomato. *Agronomy* 9(1), 21.
- Park K-C & T-H Chang (2012). Effect of chitosan on microbial community in soils planted with cucumber under protected cultivation. *Horticultural Science & Technology* 30(3), 261-269.
- Pichyangkura R & S Chadchawan (2015). Biostimulant activity of chitosan in horticulture. *Scientia Horticulturae* 196, 49-65.
- Priyadarshi R, B Kumar & YS Negi (2018). Chitosan film incorporated with citric acid and glycerol as an active packaging material for extension of green chilli shelf life. *Carbohydrate Polymers* 195, 329-338.
- Rattana T & T Sangsanga (2018). Plant growth promoting activity of two plant extracts combined with chitosan on chilli seedlings. In *International Conference on Food, Agriculture and Biotechnology*. Mahasarakham, 30-31 Agustus 2018 p, 146-155.
- Salachna P & A Zawadziska (2014). Effect of chitosan on plant growth, flowering and corms yield of potted freesia. *Journal of Ecological Engineering* 15(3), 97-102.
- Sari SG, E Selvia, C Nisa & AB Junaidi (2020). Pengaruh pemberian komposit kitosan asap cair terhadap pertumbuhan cabai rawit merah

- Capsicum frutescens* Linn. *Biotropika: Journal of Tropical Biology* 8(1), 8-12.
- Sarwono E, M Nurdin & J Prasetyo (2013). Pengaruh kitosan dan *trichoderma* sp. Terhadap keparahan penyakit antraknosa (*Colletotrichum capsici* (Syd.) Butl. Et Bisby) pada buah cabai (*Capsicum annuum* L.). *Jurnal Agrotek Tropika* 1(3), 336-240.
- Sathiyabama M, G Akila & R Einstein Charles (2014). Chitosan-induced defence responses in tomato plants against early blight disease caused by *Alternaria solani* (Ellis and Martin) Sorauer. *Arch. Phytopathol. Plant Protect* 47(14), 1777-1787.
- Sponsler DB, CM Grozinger, C Hitaj, M Rundlöf, C Botías, A Code, EV Lonsdorf, AP Melathopoulos, DJ Smith & S Suryanarayanan (2019). Pesticides and pollinators: A socioecological synthesis. *Sci. Total Environ* 662, 1012-1027.
- Stone N (2020). Foliar application of chitosan to growth in chilli pepper plants (*Capsicum annuum* L.). *CCAMLR Sci* 27(1), 7-13.
- Sunpapao A & C Pornsuriya (2014). Effects of chitosan treatments on para rubber leaf fall disease caused by *Phytophthora palmivora* Butler - a laboratory study. *J Sci Technol* 36(5), 507-512.
- Wahyudin I & AM Sari (2012). Pengaruh waktu pengadukan terhadap rendemen nanopartikel kitosan pada proses pembuatan nanopartikel kitosan dengan cara pengendapan. *Konversi* 1(2), 1-4.
- Wahyuni S, CA Yusup, DD Eris, SM Putra, AS Mulyatni, Siswanto, Priyono. Peningkatan hasil dan penekanan kejadian penyakit pada jagung manis (*Zea mays* var. Bonanza) dengan pemanfaatan biostimulan berbahan kitosan. *Menara Perkebunan* 87(2), 131-139.
- Xing K, X Zhu, X Peng & S Qin (2014). Chitosan antimicrobial and eliciting properties for pest control in agriculture: A review. *Agron Sustain Dev* 35, 569-588.
- Yudhasmita S & AP Nugroho (2017). Sintesis dan aplikasi nanopartikel kitosan sebagai adsorben cd dan antibakteri koliform. *Biogenesis* 5(1), 42-48.