

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

1. Waktu Muncul Tunas

Data waktu muncul tunas dan sidik ragam disajikan pada Tabel Lampiran 1a dan 1b. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa faktor agen hayati memberikan pengaruh nyata sedangkan metode aplikasi memberikan pengaruh sangat nyata terhadap waktu muncul tunas. Sidik ragam juga menunjukkan interaksi antara faktor agen hayati dan metode aplikasi memberikan pengaruh tidak nyata terhadap waktu muncul tunas.

Tabel 2. Rata-rata waktu muncul tunas (hari) bibit setek lada perlakuan berbagai agen hayati dan cara aplikasinya

Agen Hayati	Metode Aplikasi			Rata-rata	NP BNT 5%
	M1 (Direndam)	M2 (Media Kompos)	M3 (Media Tanam)		
A0 (Tanpa Agen Hayati)	36,89	31,67	32,22	33,59 ^c	
A1 (Trichoderma 50g)	31,89	26,78	27,33	28,67 ^a	
A2 (Mikoriza 20g)	33,67	29,00	32,89	31,85 ^b	1,29
A3 (Trichoderma 50g + Mikoriza 20g)	31,78	27,22	23,22	27,41 ^a	
Rata-rata	33,56 ^b	28,67 ^a	28,92 ^a		
NP BNT 5%		0,97			

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda (a,b,c) pada baris yang sama dan kolom yang sama berarti berbeda nyata pada taraf uji BNT 5%.

Hasil uji BNT 5% pada Tabel 2 menunjukkan bahwa waktu muncul tunas tercepat pada trichoderma 50g + mikoriza 20g (A3) dengan rata-rata waktu muncul tunas tercepat 27,41 hari berbeda nyata dengan tanpa agen hayati (A0) dengan rata-rata waktu muncul tunas terlambat 33,59 hari dan perlakuan A2. Sedangkan

perlakuan metode aplikasi menunjukkan bahwa waktu muncul tunas tercepat pada media kompos (M2) dengan rata-rata waktu muncul tunas tercepat 28,67 hari berbeda nyata dengan perlakuan direndam (M1) dengan rata-rata muncul tunas terlama 33,56 hari. Namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan metode aplikasi media tanam M3.

2. Panjang Tunas

Data jumlah tunas dan sidik ragam disajikan pada Tabel Lampiran 2a dan 2b. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa faktor agen hayati memberikan pengaruh sangat nyata terhadap jumlah tunas, sedangkan pada perlakuan metode aplikasi serta interaksi antara faktor agen hayati dengan metode aplikasi memberikan pengaruh tidak nyata terhadap jumlah tunas.

Tabel 3. Rata-rata panjang tunas (cm) bibit setek lada umur 12 MST perlakuan berbagai agen hayati dan cara aplikasinya

Agen Hayati	Metode Aplikasi			Rata-rata	NP BNT 5%
	M1 (Direndam)	M2 (Media Kompos)	M3 (Media Tanam)		
A0 (Tanpa Agen Hayati)	9,30	6,83	6,26	7,46 ^c	0,69
A1 (Trichoderma 50g)	12,13	13,48	13,98	13,20 ^{bc}	
A2 (Mikoriza 20g)	13,03	14,90	12,02	13,32 ^b	
A3 (Trichoderma 50g + Mikoriza 20g)	14,12	15,20	13,73	14,35 ^a	
Rata-rata	12,15	12,60	11,50		

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda (a,b,c) pada baris yang sama dan kolom yang sama berarti berbeda nyata pada taraf uji BNT 5%.

Hasil uji BNT 5% pada Tabel 3 menunjukkan bahwa panjang tunas tertinggi pada perlakuan Trichoderma 50g + mikoriza 20g (A3) dengan rata-rata panjang tunas 14,35 cm berbeda nyata dengan perlakuan tanpa agen hayati (A0) dengan rata-rata panjang tunas 7,46 cm. Perlakuan agen hayati Trichoderma memberikan panjang

tunas yaitu 13,20 tidak berbeda nyata pada Mikoriza 20 g (A2) dan tanpa agen hayati (A0). Namun berbeda nyata pada perlakuan Trichoderma 50 g + Mikoriza 20 g (A3).

3. Jumlah Tunas

Data jumlah tunas dan sidik ragam disajikan pada Tabel Lampiran 3a dan 3b. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa faktor agen hayati memberikan pengaruh sangat nyata dan perlakuan metode aplikasi memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah tunas. Sidik ragam juga menunjukkan interaksi antara factor agen hayati dan metode aplikasi memberikan pengaruh sangat nyata terhadap jumlah tunas.

Tabel 4. Rata-rata jumlah tunas bibit setek lada umur 12 MST perlakuan berbagai agen hayati dan cara aplikasinya

Agen Hayati	Metode Aplikasi			Rata-rata	NP BNT 5%
	M1 (Direndam)	M2 (Media Kompos)	M3 (Media Tanam)		
A0 (Tanpa Agen Hayati)	1,44 ^{b_t}	2,67 ^{a_t}	1,78 ^{b_t}	1,96	0,54
A1 (Trichoderma 50g)	3,44 ^{b_{rs}}	2,89 ^{c_s}	4,78 ^{a_r}	3,70	
A2 (Mikoriza 20g)	2,89 ^{b_s}	3,33 ^{b_s}	4,33 ^{a_{rs}}	3,52	
A3 (Trichoderma 50g + Mikoriza 20g)	3,89 ^{ab_r}	4,33 ^{a_r}	3,11 ^{b_s}	3,78	
Rata-rata	2,92	3,31	3,50		

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda (a,b) pada baris dan (r,s,t) pada kolom berarti berbeda nyata pada taraf uji BNT 5%.

Hasil uji BNT 5% pada Tabel 4 menunjukkan bahwa perlakuan A3 (Trichoderma 50g + Mikoriza 20g) adalah yang paling efektif dalam meningkatkan jumlah tunas pada setek tanaman lada perdu dengan rata-rata tertinggi 3,78. Perlakuan A1 (Trichoderma 50g) juga memberikan hasil yang baik, tetapi tidak sebaik A3 (Trichoderma 50g + Mikoriza 20g). Perlakuan A2 (Mikoriza 20g)

memberikan hasil yang lebih rendah dibandingkan A3 dan A1 tetapi lebih baik dari A0 (tanpa agen hayati). Hasil ini menunjukkan bahwa perlakuan yang diterapkan dapat memperngaruhi jumlah tunas setek tanaman lada perdu secara signifikan dengan perlakuan A3 sebagai pilihan terbaik untuk hasil yang optimal.

Hasil uji BNT 5% pada Tabel 4 menunjukkan bahwa perlakuan metode aplikasi M3 (media tanam) adalah metode aplikasi yang paling efektif dalam meningkatkan jumlah tunas pada setek tanaman lada perdu dengan hasil rata-rata tertinggi 3,50 dibandingkan perlakuan yang lainnya.

Hasil uji BNT pada Tabel 4 menunjukkan hasil jumlah tunas terbanyak pada kombinasi Trichoderma 50g dan perlakuan media tanam (A1M3) dengan rata-rata jumlah tunas 4,78 tunas berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan tanpa agen hayati dan metode metode aplikasi direndam (A0M1) hanya memiliki rata-rata jumlah tunas 1,44 tunas. Pada kombinasi Trichoderma 50g + Mikoriza 20g dengan metode aplikasi media kompos (A3M2) dan kombinasi Mikoriza 20g dengan metode aplikasi media tanam (A2M3) memberikan hasil yang sama yaitu 4,33 tunas namun hasil ini tidak seefektif pada kombinasi Tirchoderma 50g dengan metode aplikasi media tanam (A1M3). Ini menandakan bahwa ada kombinasi optimal antara agen hayati Trichoderma 50g + Mikoriza 20g yang digunakan dan metode aplikasi media tanam dapat memaksimalkan jumlah tunas terhadap setek tanaman lada perdu.

4. Jumlah Daun

Data jumlah daun dan sidik ragam disajikan pada Tabel Lampiran 4a dan

4b. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan berbagi agen hayati

(A), pemberian metode aplikasi (M) dan interaksi antara agen hayati dan metode

aplikasi (AM) memberikan pengaruh sangat nyata terhadap jumlah daun.

Tabel 5. Rata-rata jumlah daun (helai) bibit setek lada umur 12 MST perlakuan berbagai agen hayati dan cara aplikasinya

Agen Hayati	Metode Aplikasi			Rata-rata	NP BNT 5%
	M1 (Direndam)	M2 (Media Kompos)	M3 (Media Tanam)		
A0 (Tanpa Agen Hayati)	1,33 ^{b_t}	2,33 ^{a_t}	1,67 ^{b_t}	1,78	0,45
A1 (Trichoderma 50g)	3,17 ^{b_{rs}}	3,00 ^{b_{st}}	3,83 ^{a_r}	3,33	
A2 (Mikoriza 20g)	2,67 ^{b_s}	3,33 ^{ab_s}	3,67 ^{a_{rs}}	3,22	
A3 (Trichoderma 50g + Mikoriza 20g)	3,50 ^{b_r}	4,33 ^{a_r}	2,83 ^{c_s}	3,56	
Rata-rata	2,67	3,25	3,00		

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda (a,b) pada baris dan (r,s,t) pada kolom berarti berbeda nyata pada taraf uji BNT 5%.

Hasil uji BNT 0,05 pada Tabel 5. menunjukkan bahwa hasil rata-rata menunjukkan bahwa pemberian agen hayati Trichoderma 50g + Mikoriza 20g (A3) secara signifikan lebih efektif dalam menghasilkan jumlah daun pada setek tanaman lada perdu dengan rata-rata mencapai 3,56 helai jauh melebihi perlakuan lainnya. Perlakuan Trichoderma 50g (A1) dan (A2) menunjukkan jumlah daun yang signifikan dibandingkan tanpa agen hayati (A0), dengan rata-rata masing-masing 3,33 helai daun dan 3,22 helai daun tetapi masih di bawah A3. Sebaliknya, perlakuan tanpa agen hayati (A0) menghasilkan rata-rata jumlah daun tersedikit yaitu 1,78, menunjukkan efektivitasnya yang sangat kurang.

Hasil uji BNT pada Tabel 5 menunjukkan hasil jumlah daun terbanyak pada kombinasi Trichoderma 50g + mikoriza 20g dan metode aplikasi kompos (A3M2) dengan jumlah daun terbanyak 4,33 helai dan berbeda sangat nyata pada kombinasi perlakuan tanpa agen hayati dan metode aplikasi direndam (A0M1) dengan jumlah daun tersedikit 1,33. Ini menandakan bahwa kombinasi Trichoderma 50g + Mikoriza 20g dan metode aplikasi media kompos (A3M2) menghasilkan jumlah daun yang optimal pada setek tanaman

5. Volume Akar

Data volume akar dan sidik ragam disajikan pada Tabel Lampiran 5a dan 5b. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa faktor agen hayati dan metode aplikasi memberikan pengaruh sangat nyata terhadap volume akar. Sementara interaksi antara faktor agen hayati dan metode aplikasi dan metode aplikasi memberikan pengaruh nyata terhadap volume akar.

Tabel 6. Rata-rata volume akar (ml) bibit setek lada umur 12 MST perlakuan berbagai agen hayati dan cara aplikasinya

Agen Hayati	Metode Aplikasi			Rata-rata	NP BNT 5%
	M1 (Direndam)	M2 (Media Kompos)	M3 (Media Tanam)		
A0 (Tanpa Agen Hayati)	45,63 ^{b_u}	55,69 ^{a_u}	53,59 ^{ab_t}	51,64	2,24
A1 (Trichoderma 50g)	62,24 ^{b_t}	74,28 ^{a_t}	72,78 ^{ab_{st}}	69,77	
A2 (Mikoriza 20g)	75,32 ^{b_s}	80,39 ^{a_s}	74,88 ^{b_s}	76,86	
A3 (Trichoderma 50g + Mikoriza 20g)	78,21 ^{c_r}	87,17 ^{a_r}	82,99 ^{b_r}	82,79	
Rata-rata	65,35	74,38	71,06		

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda (a,b) pada baris dan (r,s,t,u) pada kolom berarti berbeda nyata pada taraf uji BNT 5%.

Hasil uji BNT 5% pada Tabel 6 menunjukkan bahwa rata-rata pada pemberian agen hayati Trichoderma 50g dan Mikoriza 20g (A3) menghasilkan volume akar terbesar yaitu 82,79 ml secara signifikan menghasilkan volume akar terbesar dan jauh lebih efektif dibandingkan perlakuan lainnya. Perlakuan Mikoriza 20g (A2) dan Trichoderma 50g (A1) juga menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan tanpa agen hayati (A0), dengan rata-rata masing-masing 76,86 ml dan 69,77 ml, namun tidak seefektif Trichoderma 50g + Mikoriza 20g (A3). Perlakuan tanpa agen hayati (A0) yang memiliki volume akar rata-rata 51,64 ml tidak memberikan volume akar yang terbaik dan terbukti tidak efektif. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan Trichoderma 50g + Mikoriza 20g (A3) adalah konsentrasi yang terbaik dalam meningkatkan volume akar pada setek tanaman lada perdu.

Hasil uji BNT 5% pada Tabel 6 menunjukkan bahwa hasil rata-rata metode aplikasi media kompos (M2) secara signifikan lebih efektif dalam meningkatkan volume akar pada setek tanaman lada perdu dengan rata-rata mencapai 74,38 ml dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Hasil uji BNT 5% pada Tabel 6 menunjukkan hasil volume akar terbesar pada kombinasi Trichoderma 50g + mikoriza 20g dan metode aplikasi media kompos (A3M2) dengan volume terbesar 87,17 ml dan berbeda nyata dengan kombinasi tanpa agen hayati dan metode aplikasi direndam (A0M1) dengan volume terkecil 45,63 ml. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian agen hayati Trichoderma 50g + Mikoriza 20g memberikan hasil yang terbaik dibandingkan dengan perlakuan lain, seperti

perlakuan tanpa agen hayati dan metode aplikasi direndam (A0M1) sehingga menghasilkan volume akar rendah.

6. Luas Daun

Data luas daun dan sidik ragam disajikan pada Tabel Lampiran 6a dan 6b.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan agen hayati memberikan pengaruh sangat nyata dan perlakuan metode aplikasi memberikan pengaruh sangat nyata. Sidik ragam juga menunjukkan interaksi perlakuan metode aplikasi dan perlakuan agen hayati memberikan pengaruh nyata terhadap luas daun

Tabel 7. Rata-rata luas daun (cm²) bibit setek lada umur 12 MST perlakuan berbagai agen hayati dan cara aplikasinya

Agen Hayati	Metode Aplikasi			Rata-rata	NP BNT 5%
	M1 (Direndam)	M2 (Media Kompos)	M3 (Media Tanam)		
A0 (Tanpa Agen Hayati)	8,64	21,67	12,58	14,30 ^c	2,75
A1 (Trichoderma 50g)	36,60	45,25	46,20	42,69 ^a	
A2 (Mikoriza 20g)	39,30	43,33	43,83	42,16 ^{ab}	
A3 (Trichoderma 50g + Mikoriza 20g)	39,31	39,81	39,07	39,40 ^b	
Rata-rata	30,96	37,52	35,42		

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda (a,b,c) pada baris dan (r,s,t) pada kolom berarti berbeda nyata pada taraf uji BNT 5%.

Hasil uji BNT 5% pada Tabel 7 dengan hasil rata-rata pemberian berbagai agen hayati pada luas daun stek tanaman lada perdu menunjukkan hasil yang lebih tinggi pada perlakuan A1 (Trichoderma 50g) dengan nilai rata-rata 42,69 cm² menghasilkan luas daun terlebar pada stek tanaman lada perdu berbeda nyata pada A1 (tanpa agen hayati) menghasilkan luas daun terkecil yaitu 14,30 cm². Perlakuan A2 (Mikoriza 20 g) juga menunjukkan hasil yang tinggi dengan rata-rata 42,16 tidak

berbeda nyata pada perlakuan agen hayati A3 (Trichoderma 50g + Mikoriza 20g) dan A1 (Trichoderma 50g).

Pembahasan

Pengaruh Interaksi Perlakuan

Hasil analisis data menunjukkan adanya interaksi antara agen hayati dan metode aplikasi menunjukkan pengaruh yang signifikan terutama pada parameter jumlah tunas, jumlah daun, dan volume akar. Kombinasi terbaik ditemukan pada perlakuan Trichoderma 50g + Mikoriza 20g dengan metode aplikasi media kompos yang menghasilkan jumlah daun terbanyak (4,33) pada Tabel 5 dan volume akar tertinggi (87,17 ml) pada Tabel 6. Kandungan kompos sangat bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman karena menyediakan berbagai unsur hara makro dan mikro yang diperlukan untuk pertumbuhan optimal.

Penggunaan kompos dapat meningkatkan kesuburan tanah secara keseluruhan. Mikoriza memanfaatkan akar sebagai sumber karbon dan energi sehingga tumbuhan mudah menyerap unsur hara P pada media tanam kompos (Preston, 2007). Pemberian trichoderma menunjukkan efek positif terhadap pertumbuhan tanaman lada. Kombinasi trichoderma dan mikoriza mempercepat perkembangan akar dan meningkatkan ketersediaan unsur hara seperti nitrogen dan fosfor, didukung penelitian Wahyuno (2020) aplikasi agen hayati melalui kompos meningkatkan kolonisasi akar 75% dibanding metode perendaman.

Penelitian Harni (2021), keberhasilan aplikasi agen hayati ditentukan oleh metode aplikasi tepat untuk memastikan kolonisasi optimal pada tanaman inang, sejalan dengan penelitian Sukmadi (2018), kombinasi trichoderma dan mikoriza meningkatkan pertumbuhan bibit lada 45% dibanding kontrol, penggunaan media kompos sebagai agen hayati memberikan kondisi yang optimal bagi perkembangan mikroorganisme karena tersedianya nutrisi dan kelembaban yang sesuai. Didukung penelitian Wahyuno *et al*, (2020) aplikasi agen hayati melalui media kompos dapat meningkatkan kolonisasi akar hingga 75% dibandingkan metode perendaman.

Hasil analisis data menunjukkan terdapat interaksi trichoderma 50g dan media tanam terhadap parameter jumlah tunas terbanyak yaitu 4,78 pada Tabel 4 serta pada Tabel 7 parameter luas daun terbesar yaitu 388,62 pada setek tanaman lada perdu. Pada umumnya jenis agen hayati yang dikembangkan adalah mikroba alami, baik yang hidup saprofit di dalam tanah, air maupun yang hidup didalam jaringan tanaman (endofit) yang bersifat menghambat pertumbuhan dan berkompetisi dalam ruang dan nutrisi dengan patogen sasaran atau bersifat menginduksi ketahanan tanaman (Supriadi, 2006).

Trichoderma harzianum menghasilkan enzim–enzim pengurai yang dapat menguraikan bahan organik. Penguraian ini akan melepaskan hara yang terikat dalam senyawa kompleks menjadi tersedia terutama unsur N, P, dan K. Tersedianya hara–hara tersebut menyebabkan pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik (Lestari dan Indrayati 2000). Hasil Penelitian Suharman (2018) pemberian trichoderma

memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan tanaman lada yaitu panjang tunas, jumlah tunas dan jumlah daun pada tanaman lada perdu.

Pengaruh Agen Hayati Trichoderma dan Mikoriza

Hasil analisis data menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi Trichoderma 50g + Mikoriza 20g (A3) memberikan hasil terbaik pada parameter pengamatan waktu muncul tunas tercepat 27,41 hari dibandingkan perlakuan agen hayati lainnya. Hal ini Mekanisme Trichoderma dan mikoriza dalam pembentukan tunas adalah Trichoderma salah satu jamur yang mampu menguraikan unsur hara N, P, dan S dan unsur hara lain yang bersenyawa dengan Al, Fe, Mn sehingga unsur hara tersebut dapat dimanfaatkan oleh pertumbuhan tanaman.

Adanya mikoriza membantu penyerapan unsur hara P, aktivitas mikoriza dapat memproduksi asam-asam organik maupun enzim fosfatase yang dapat mengubah unsur P yang berada di zona labil sehingga bisa diserap oleh akar tanaman. Hal ini sependapat dengan Charisma (2012) Adanya sumbangan P pada tanaman maka penambahan nitrogen akan berlangsung dengan cepat karena ketersediaan P dapat merangsang pembelahan sel dan meningkatkan panjang tunas sehingga mempercepat waktu muncul tunas pada tanaman lada.

Hasil analisis data menunjukkan bahwa pada parameter panjang tunas perlakuan Trichoderma 50g dan Mikoriza 20g memberikan pengaruh terbaik yaitu 14,35 cm dapat dilihat pada Tabel 3. Trichoderma merupakan cendawan parasit yang dapat menyerang dan mengambil nutrisi dari cendawan lain. Kemampuan

Trichoderma mampu memarasit cendawan atau patogen tanaman dan bersifat antagonis, karena memiliki kemampuan untuk mematikan atau menghambat pertumbuhan jamur lain (Purwantisari 2009).

Serangan penyakit busuk pangkal batang (*Phytophthora capsici*) yang menyebabkan pembusukan sehingga dapat mengakibatkan kematian tanaman lada dan serangan penyakit kuning seperti *Meloidogyne incognita* dan *Radopholus similis* yang dapat mengganggu penyerapan nutrisi dan air sehingga tanaman mengalami pertumbuhan terhambat yang berujung pada panjang tunas yang lebih pendek. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sudantha (2018) mikoriza yang bersimbiosis dengan akar tanaman dapat menekan perkembangan patogen yang menyerang akar. Trichoderma sp. dalam menekan populasi jamur dalam tanah dan interaksi keduanya dapat menekan berbagai patogen dalam tanah yang menginfeksi melalui akar. Hasil penelitian Carisma (2012) pengaruh dosis kombinasi Trichoderma dan Mikoriza 20g merupakan dosis yang optimal terhadap pertumbuhan tanaman.

Pengaruh Metode Aplikasi

Hasil analisis data menunjukkan bahwa pada metode aplikasi media kompos memberikan hasil yang terbaik pada parameter pengamatan waktu muncul tunas tercepat yaitu 28,67 hari dibandingkan dengan perlakuan metode aplikasi lainnya dapat dilihat pada Tabel 2. Hal ini dikarenakan Kompos mengandung berbagai unsur hara yang penting untuk pertumbuhan tanaman, seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K). Unsur hara ini berperan dalam pembentukan sel baru dan merangsang pertumbuhan tunas.

Penelitian menunjukkan bahwa media tanam yang mengandung kompos dapat mempercepat waktu muncul tunas karena ketersediaan nutrisi yang lebih baik. Kompos merupakan komponen untuk meningkatkan kesuburan tanah yang berperan penting dalam memperbaiki kerusakan fisik tanah akibat pemakaian pupuk anorganik (kimia) pada tanah secara berlebihan yang berakibat rusaknya struktur tanah dalam jangka waktu lama (Hartono et al., 2014).

Wasis dan Fathia (2010) *dalam* Gusta dan Same (2018) menyatakan bahwa Kompos juga berkontribusi pada perbaikan struktur tanah, meningkatkan aerasi, dan kemampuan tanah untuk menahan air. Hal ini penting untuk pertumbuhan akar yang sehat, yang mendukung pertumbuhan tunas. Hasil penelitian Saputra (2020) menunjukkan bahwa penggunaan kompos dapat meningkatkan daya serap air dan memperbaiki kondisi fisik tanah, sehingga mendukung pertumbuhan tunas lebih cepat pada setek tanaman lada.