

Application of Trichoderma Biofertilizer on Sweet Potato Plants (*Ipomoea batatas L.*)

[Aplikasi Biofertilizer Trichoderma Pada Tanaman Ubi Jalar (*Ipomoea batatas L.*)]

Izzat Khadafi Haikal¹⁾, Sutarman²⁾

¹⁾Program Studi Agroteknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾Program Studi Agroteknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: sutarman@umsida.ac.id

Abstract. This study aimed to evaluate the effects of *Trichoderma asperellum* biological agents applied through the soil and foliar spray, along with their interaction, on the vegetative growth of cassava. The spore density in the propagule suspension for foliar spray was equal to that in the solid form used for soil treatment, at $10^5 \text{ CFU} \cdot \text{mL}^{-1}$. The experiment used a factorial Randomized Block Design with four replications. Observed variables included plant height, number of leaves, stem diameter, and yield per 1.5 m^2 plot. Data were analyzed using 5% ANOVA and Tukey's test. Results showed that soil application significantly enhanced growth and yield, while foliar spray had no significant effect. Interaction effects were only significant for plant height. The best results were obtained from fertilizer application at planting, with 34.0cm plant height, 114 leaves, 10.05cm stem diameter, and 2,686.6g yield per plot. This indicates the effectiveness of soil-applied *Trichoderma* at early planting stages.

Keyword – *Trichoderma*, biofertilizer, crown spraying, soil treatment

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efek agen hidup *Trichoderma asperellum* yang diaplikasikan melalui tanah dan semprotan daun, beserta interaksinya, terhadap pertumbuhan vegetatif singkong. Kepadatan spora dalam suspensi propagul untuk semprotan daun sama dengan kepadatan spora dalam bentuk padat yang digunakan untuk pengolahan tanah, yaitu sebesar $10^5 \text{ CFU} \cdot \text{mL}^{-1}$. Percobaan menggunakan Rancangan Blok Acak faktorial dengan empat kali ulangan. Variabel yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, dan hasil per petak 1.5 m^2 . Data dianalisis menggunakan ANOVA 5% dan uji Tukey. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi tanah secara signifikan meningkatkan pertumbuhan dan hasil, sedangkan semprotan daun tidak memberikan efek yang signifikan. Efek interaksi hanya signifikan untuk tinggi tanaman. Hasil terbaik diperoleh dari aplikasi pupuk saat tanam, dengan tinggi tanaman 34,0 cm, 114 daun, diameter batang 10,05 cm, dan hasil per petak 2.686,6 g. Hal ini menunjukkan efektivitas *Trichoderma* yang diaplikasikan ke tanah pada tahap awal penanaman.

Kata Kunci – pupuk hidup, *Trichoderma*, Penyemprotan tajuk, soill treatment

I. PENDAHULUAN

Saat ini ketergantungan petani terhadap pestisida maupun pupuk kimia semakin menghawatirkan. Penggunaan pestisida dan pupuk kimia seolah-olah sudah menjadi fenomena yang tidak dapat dipisahkan lagi dengan produksi tanaman oleh petani. Meskipun penggunaan bahan kimia terbukti dapat memberikan hasil yang cepat dan juga maksimal, tetapi pemakaian bahan kimia secara terus-menerus justru dapat menimbulkan dampak negatif, baik pada kualitas tanah, lingkungan sekitar, maupun kesehatan manusianya sendiri. Dampak dari penggunaan pupuk kimia secara berlebihan dapat mengakibatkan penurunan kesuburan tanah, mengurangi keanekaragaman mikroorganisme yang bermanfaat bagi tanah, serta dapat menimbulkan residu yang dapat mencemari lingkungan [1]. Penggunaan pestisida kimia yang berlebihan dapat menimbulkan resistensi pada hama tanaman. Hama apabila secara terus menerus mendapatkan paparan Pestisida kimia akan lebih cepat beradaptasi dan berevolusi menjadi lebih kebal. Hal ini mengharuskan petani untuk meningkatkan dosis penggunaan Pestisida dan cenderung meningkat dari waktu ke waktu. Lebih parahnya lagi, hal-hal seperti ini justru akan membuat hama semakin kuat, dan menciptakan lingkaran yang sulit diputus [2].

Menurut data yang dipublikasikan Sekretaris Jendral Kementerian Pertanian [3], sejak tahun 2019 dengan produksi ubi jalar nasional sebesar 1.516.000 ton mencapai produksi tertinggi pada tahun 2022 yaitu 1.990.000 ton sebelum turun drastis menjadi 1.684.000 pada tahun 2023 dengan laju penurunan produksi 15,4%. Dengan berbagai potensi kendala dalam produksi, maka di tahun-tahun mendatang terancam turun pula. Kondisi ini akan mendorong adanya impor, khususnya dalam rangka penyediaan bahan pangan terkait turunan ubi jalar.

Potensi ancaman dalam penurunan produksi biasanya bersifat kompleks terdiri dari kombinasi yang bersifat biotis dan abiotis yaitu serangan hama dan penyakit dan tingkat kesuburan tanah lahan yang rendah akibat cekaman yang disebabkan oleh penggunaan bahan kimia sintetis baik sebagai pupuk maupun pesisida, kemasaman tanah, peningkatan salinitas akibat endapan air irigasi [4].

Ubi jalar (*Ipomoea batatas L.*) adalah salah satu komoditas pangan lokal yang memiliki potensi sebagai sumber karbohidrat alternatif pengganti beras. Salah satu keunggulan dari tanaman ini yaitu ubi jalar mudah untuk beradaptasi dengan berbagai jenis lahan dan juga iklim, sehingga tanaman ini dapat dibudidayakan secara luas di berbagai daerah. Dengan pengelolaan yang baik, ubi jalar sangat potensial untuk dikembangkan sebagai sumber pangan alternatif yang dapat mendukung ketahanan pangan lokal [5]. Sayangnya, produktivitas ubi jalar masih sering terhambat oleh masalah kesuburan tanah dan serangan hama yang memerlukan penanganan khusus. Para petani ubi jalar dihadapkan pada kebutuhan untuk menjaga produksi sambil tetap mempertimbangkan dampak lingkungan dan kesehatan yang mungkin ditimbulkan dari pemakaian bahan kimia.

Pertanian organik merupakan salah satu pendekatan untuk mewujudkan pertanian berkelanjutan yang ramah terhadap lingkungan. Pertanian berkelanjutan atau yang biasanya disebut sustainable agriculture, adalah praktik budidaya tanaman dengan memanfaatkan sumber daya yang dapat diperbarui ataupun yang tidak dapat di perbarui. Tujuannya yaitu untuk meminimalisir dampak negative terhadap lingkungan yang disebabkan penggunaan Pestisida atupun pupuk kimia [2]. Konsep pertanian organik mencakup beberapa aspek penting seperti pemanfaatan sumber daya, kualitas dan kuantitas hasil produksi, serta keberlanjutan lingkungan. Dalam praktiknya, proses produksi yang berkelanjutan lebih focus pada penggunaan pupuk hayati yang lebih ramah terhadap lingkungan[6].

Dalam rangka mencari solusi untuk pertanian berkelanjutan, muncul alternatif inovatif sebagai pengganti dari pupuk dan pestisida kimia, yaitu dengan pemanfaatan agen hayati seperti *Trichoderma*. *Trichoderma sp.* merupakan salah satu jamur saprofit tanah yang secara alami dapat menjadi parasit yang menyerang banyak jenis jamur penyebab penyakit tanaman (spektrum pengendalian luas) [7]. *Trichoderma sp.* adalah jamur yang secara alami terdapat di tanah dan memiliki kemampuan untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman serta dapat melindungi tanaman dari serangan patogen yang ada di sekitar perakaran tanaman [8]. Pemanfaatan *Trichoderma* sebagai biofertilizer dapat diintegrasikan dengan fungsinya sebagai agen biokontrol, sehingga diharapkan jamur ini dapat mendukung kelangsungan produksi tanaman sekaligus mencegah patogen menjadi resisten terhadap fungisida . Sebagai biopestisida *Trichoderma* dapat berfungsi sebagai agen pengendali penyakit pada tanaman dengan cara alami. Ada beberapa mekanisme cara kerja dari jamur *Trichoderma* diantaranya yaitu, bersaing dengan patogen untuk ruang dan nutrisi, menghasilkan senyawa antagonistik yang menghambat pertumbuhan patogen, serta merangsang sistem pertahanan tanaman [9].

Pemanfaatan agen hayati *Trichoderma* sebagai biofertilizer dan biopestisida pada tanaman ubi jalar menawarkan solusi alami yang ramah lingkungan, sekaligus meningkatkan kesehatan tanah secara jangka panjang [10]. Tidak hanya membantu mengurangi ketergantungan pada pupuk dan pestisida kimia, penggunaan *Trichoderma* juga mendukung praktik pertanian berkelanjutan yang lebih aman dan efisien. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam mendukung produktivitas pertanian, menjaga kualitas lingkungan, serta mendorong petani untuk beralih ke metode pertanian yang lebih sehat dan berkelanjutan [11].

Penelitian ini akan mengeksplorasi efektivitas aplikasi biofertilizer dan biopestisida *Trichoderma* pada tanaman ubi jalar, khususnya dalam meningkatkan kualitas tanah, memperkuat ketahanan tanaman, dan mengoptimalkan hasil panen. Saat ini hilirisasi riset terkait agen hayati *Trichoderma* khususnya isolate koleksi Laboratorium Mikrobiologi dan teknologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo sudah mulai dilakukan. Untuk itu perlu dilakukan pengujian efektivitasnya baik sebagai biofertilizer karena fungsinya menyediakan nutrisi bagi tanaman, maupun sebagai biopestisida karena peran perlindungan bagi tanaman. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh agen hayati *Trichoderma esperellum* yang diaplikasikan melalui tanah (soil treatment) dan melalui tajuk (foliar spray) serta kemungkinan interaksinya terhadap pertumbuhan vegetative maupun generative tanaman Ubi Jalar.

II. METODE

Penelitian ini dilaksanakan di lahan pertanian Desa Pasinan, Kecamatan Pacet, Kabupaten Mojokerto, yang berada pada ketinggian 450 meter di atas permukaan laut. Penelitian berlangsung dari bulan September hingga Desember 2024, dengan dukungan kebutuhan percobaan dari Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini cukup sederhana namun fungsional. Bahan utamanya meliputi bibit ubi jalar, pupuk hayati *Trichoderma* formula padat, biopestisida *Trichoderma* cair, dan nanopartikel cair. Sedangkan alat bantu yang digunakan meliputi karung, cangkul, ember, timbangan, jangka sorong, penggaris, meteran, alat tulis, dan kamera untuk dokumentasi visual.

Rancangan percobaan disusun secara faktorial dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK), dengan dua faktor perlakuan. Faktor pertama adalah aplikasi biofertilizer formula padat (soil treatment) yang terdiri atas tiga taraf

perlakuan, yaitu: tanpa aplikasi biofertilizer namun menggunakan pupuk kimia lengkap (S0), aplikasi biofertilizer dua minggu setelah tanam (S1), dan aplikasi biofertilizer pada 1,5 bulan setelah tanam (S2). Faktor kedua yaitu aplikasi formula cair yang terdiri atas dua taraf: tanpa penyemprotan biofertilizer cair (A0), dan penyemprotan biofertilizer Trichoderma formula cair (A1). Seluruh perlakuan ini diulang empat kali, sehingga total terdapat 24 satuan percobaan yang disusun secara acak ditunjukkan dalam skema tata letak percobaan.

Tahapan pelaksanaan penelitian dimulai dari pengolahan lahan, yang dilakukan dengan mencangkul atau menggunakan traktor untuk memecah tanah hingga gembur, disertai pembuatan guludan untuk mendukung pengairan [12]. Pembibitan dilakukan dengan metode stek batang, menggunakan batang dari tanaman ubi jalar yang sehat dan berumur ± 2 bulan. Setiap stek ditanam dengan jarak 15x20 cm di atas guludan sepanjang 3 meter dan lebar 70 cm [13]. Untuk aplikasi biofertilizer padat, diberikan pada usia 2 minggu (S1) dan 1,5 bulan (S2) setelah tanam, masing-masing sebanyak 50 gram per tanaman. Perlakuan kontrol (S0) diberi pupuk kimia dasar berupa Phonska, Urea, dan TSP (10-10-5) dengan dosis 10 gram per tanaman. Sementara itu, biofertilizer cair dibuat dengan mencampurkan Trichoderma cair dan nanopartikel dalam perbandingan 2:1, kemudian diencerkan dalam 1 liter air, diaduk dan diinkubasi selama 6 jam sebelum disemprotkan ke tajuk tanaman setiap dua minggu mulai usia 2 minggu setelah tanam. Penanaman dilakukan dengan menancapkan stek batang sepanjang 8–10 cm, dan pemeliharaan tanaman meliputi penyiraman gulma setiap 7 hari sekali, pengendalian hama penyakit secara insidental, serta pemupukan sesuai kebutuhan tanaman.

Perawatan tanaman ubi jalar selama masa percobaan dilakukan secara intensif hingga panen untuk memastikan pertumbuhan optimal. Penyiraman dilakukan secara teratur sesuai kebutuhan tanaman dan kondisi cuaca, serta penyiraman gulma dilakukan secara manual untuk menghindari kompetisi hara. Pengendalian hama dan penyakit dilakukan secara preventif menggunakan pestisida nabati sesuai kebutuhan, tanpa mengganggu aktivitas biofertilizer. Aplikasi penyemprotan biofertilizer pada tajuk dilakukan sesuai perlakuan, dengan frekuensi yang telah ditentukan. Tanaman dipanen pada usia panen optimal setelah 91 Hari Setelah Tanam (HST), dan parameter hasil seperti bobot umbi diukur segera setelah panen untuk memperoleh data yang akurat.

Variabel yang diamati meliputi: panjang tanaman yang diukur dari pangkal tanaman hingga ujung tajuk pada masa vegetatif tanaman, jumlah daun yang dihitung pada waktu yang sama, diameter batang diukur menggunakan jangka sorong, dan bobot umbi ditimbang saat panen untuk mengetahui hasil per tanaman. Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan sidik ragam sesuai RAK. Apabila terdapat pengaruh yang nyata atau sangat nyata, maka dilanjutkan dengan uji BNJ pada taraf 5%.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Panjang Sulur Tanaman

Hasil analisis ragam, menunjukkan bahwa aplikasi biofertilizer yang diaplikasikan sebagai soil treatment dan penyemprotan tajuk terjadi interaksi pada semua pengamatan yaitu umur 35, 65, dan 92 HST. Hal ini karena F hitung lebih besar dari F tabel 5% dan 1%. Rata-rata pengaruh interaksi antara aplikasi biofertilizer secara pemupukan dan penyemprotan tajuk disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata pengaruh interaksi biofertilizer yang diaplikasikan sebagai soil treatment dan penyemprotan tajuk terhadap pertambahan panjang tanaman ubi jalar pada 35, 65, dan 91 HST

Aplikasi biofertilizer Trichoderma	Panjang sulur tanaman (cm)		
	35 HST	65 HST	91 HST
Tanpa <i>soil treatment</i> dan tanpa penyemprotan tajuk	16,78d	24,60d	32,10d
<i>Soil treatment</i> dan tanpa penyemprotan tajuk	17,90f	26,23f	33,98f
<i>Soil treatment</i> 1,5 BST dan tanpa penyemprotan tajuk	15,88b	23,23b	29,98b
Tanpa <i>soil treatment</i> dan penyemprotan tajuk	17,08e	24,93e	32,58e
<i>Soil treatment</i> dan penyemprotan tajuk	15,15a	21,95a	28,68a
<i>Soil treatment</i> 1,5 BST dan penyemprotan tajuk	16,40c	24,10c	30,95c
BNJ 5%	0,11	0,31	0,24

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama adalah tidak berbeda pada uji BNJ 5%; 1 BST adalah satu bulan setelah tanam.

Tabel 1 menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan aplikasi biofertilizer pada panjang sulur ubi jalar di setiap periode pengamatan (35, 65, dan 91 HST). Pada 35 HST, perlakuan "soil treatment dan penyemprotan tajuk" (15,15a) memiliki nilai terendah dan berbeda nyata dengan semua perlakuan lain, sementara "soil treatment tanpa penyemprotan tajuk" (17,90f) memberikan nilai tertinggi. Pola serupa terlihat pada 65 dan 91 HST, di mana kombinasi soil treatment dan penyemprotan tajuk secara konsisten menghasilkan pertumbuhan terpendek (a), sedangkan soil treatment tanpa penyemprotan tajuk (f) menunjukkan pertumbuhan terbaik. Hal ini menegaskan bahwa interaksi antara metode aplikasi soil treatment dan penyemprotan tajuk berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan sulur.

Perbedaan huruf pada kolom juga mengungkap bahwa efek perlakuan semakin jelas seiring waktu. Misalnya, pada 91 HST, semua perlakuan memiliki huruf unik (a-f), menunjukkan bahwa setiap kombinasi aplikasi biofertilizer memberikan dampak yang benar-benar berbeda terhadap pertambahan panjang sulur. Nilai BNJ yang meningkat dari 0,11 (35 HST) menjadi 0,31 (65 HST) dan 0,24 (91 HST) mencerminkan peningkatan keragaman respons tanaman seiring pertumbuhan. Kombinasi soil treatment 1,5 BST dan penyemprotan tajuk (30,95c) pada 91 HST, secara signifikan lebih baik dibandingkan perlakuan soil treatment + penyemprotan tajuk (28,68a), tetapi tetap lebih rendah dibandingkan kontrol tanpa perlakuan (32,10d). Data ini mengindikasikan bahwa aplikasi soil treatment saja (tanpa penyemprotan) lebih efektif, sementara kombinasi dengan penyemprotan justru menghambat pertumbuhan. Dengan demikian, pemilihan metode aplikasi biofertilizer perlu dipertimbangkan secara cermat berdasarkan fase pertumbuhan tanaman. Pertumbuhan yang signifikan ini menegaskan bahwa Trichoderma bukan hanya sekadar penghuni tanah biasa, melainkan pemain utama dalam simfoni pertumbuhan tanaman khususnya ubi jalar [14].

B. Jumlah Daun

Hasil analisis ragam, menunjukkan bahwa aplikasi biofertilizer yang diaplikasikan sebagai soil treatment dan penyemprotan tajuk terjadi interaksi pada semua pengamatan yaitu umur 35, 65, dan 92 HST. Hal ini karena F hitung lebih besar dari F tabel 5% dan 1%. Rata-rata pengaruh interaksi antara aplikasi biofertilizer secara pemupukan dan penyemprotan tajuk disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata Jumlah Daun pada interaksi pemberian biofertilizer yang diaplikasikan sebagai soil treatment dan penyemprotan tajuk tanaman ubi jalar pada 35, 65, dan 91 HST.

Aplikasi biofertilizer Trichoderma	Jumlah Daun (helai)		
	35 HST	65 HST	91 HST
Tanpa <i>soil treatment</i> dan tanpa penyemprotan tajuk	93,50a	105,25a	114,00bc
<i>Soil treatment</i> dan tanpa penyemprotan tajuk	94,00a	98,25a	106,50a
<i>Soil treatment</i> 1,5 BST dan tanpa penyemprotan tajuk	103,25b	106,25a	113,25abc
Tanpa <i>soil treatment</i> dan penyemprotan tajuk	103,25b	111,00b	116,50c
<i>Soil treatment</i> dan penyemprotan tajuk	94,25a	103,00a	108,75ab
<i>Soil treatment</i> 1,5 BST dan penyemprotan tajuk	93,25a	108,50b	116,00c
BNJ 5%	7,62	8,18	6,89

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama adalah tidak berbeda pada uji BNJ 5%; 1 BST adalah satu bulan setelah tanam

Tabel 2 menyajikan data rata-rata jumlah daun ubi jalar pada 35, 65, dan 91 Hari Setelah Tanam (HST) berdasarkan interaksi perlakuan biofertilizer Trichoderma yang diaplikasikan melalui soil treatment (perlakuan tanah) dan penyemprotan tajuk (daun). Pada 35 HST, perlakuan "Soil treatment 1,5 BST dan tanpa penyemprotan tajuk" serta "Tanpa soil treatment dan penyemprotan tajuk" menunjukkan jumlah daun tertinggi (103,25 helai), berbeda nyata dari perlakuan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa baik perlakuan soil treatment jangka panjang (1,5 bulan setelah tanam) maupun penyemprotan tajuk secara terpisah mampu merangsang pertumbuhan daun lebih cepat pada fase awal pertumbuhan.

Pada 65 dan 91 HST, pola peningkatan jumlah daun cenderung terus berlanjut, terutama pada perlakuan yang melibatkan penyemprotan tajuk. Pada 65 HST, dua perlakuan yang disertai penyemprotan tajuk menunjukkan jumlah daun yang lebih tinggi dan berbeda nyata dari perlakuan tanpa penyemprotan. Perbedaan ini berlanjut pada 91 HST, di mana perlakuan dengan penyemprotan tajuk—termasuk yang dikombinasikan dengan soil treatment 1,5 BST—menghasilkan jumlah daun tertinggi (hingga 116,50 helai), yang berbeda nyata dari beberapa perlakuan lain.

C. Diameter Batang

Hasil analisis ragam, menunjukkan bahwa aplikasi biofertilizer yang diaplikasikan sebagai soil treatment dan penyemprotan tajuk terjadi interaksi pada semua pengamatan yaitu umur 35, 65, dan 92 HST. Hal ini karena F hitung lebih besar dari F tabel 5% dan 1%. Rata-rata pengaruh interaksi antara aplikasi biofertilizer secara pemupukan dan penyemprotan tajuk disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata Diameter Batang Tanaman Ubi Jalar interaksi pada berbagai pemberian biofertilizer yang diaplikasikan sebagai soil treatment dan penyemprotan tajuk pada 35, 65, dan 91 HST.

Aplikasi biofertilizer Trichoderma	Diameter Batang (helai)		
	35 HST	65 HST	91 HST
Tanpa <i>soil treatment</i> dan tanpa penyemprotan tajuk	8,35a	9,03bc	9,53b
<i>Soil treatment</i> dan tanpa penyemprotan tajuk	7,50a	8,03a	9,30a
<i>Soil treatment</i> 1,5 BST dan tanpa penyemprotan tajuk	8,63a	9,30cd	9,88bc
Tanpa <i>soil treatment</i> dan penyemprotan tajuk	9,10a	9,50d	10,23c
<i>Soil treatment</i> dan penyemprotan tajuk	7,55a	8,28a	9,03a
<i>Soil treatment</i> 1,5 BST dan penyemprotan tajuk	7,83a	8,83b	9,50b
BNJ 5%	3,60	0,41	0,47

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama adalah tidak berbeda pada uji BNJ 5%

Tabel 3 menunjukkan rata-rata diameter batang tanaman ubi jalar pada 35, 65, dan 91 HST berdasarkan kombinasi perlakuan biofertilizer Trichoderma melalui soil treatment dan penyemprotan tajuk. Pada 35 HST, tidak terdapat perbedaan nyata antar perlakuan karena seluruh nilai diameternya diikuti oleh huruf yang sama ("a"), dan nilai BNJ 5% sebesar 3,60 terlalu besar dibandingkan selisih antar nilai. Ini menunjukkan bahwa pada fase awal pertumbuhan, aplikasi biofertilizer belum memberikan dampak signifikan terhadap diameter batang.

Namun, pada 65 dan 91 HST, mulai terlihat perbedaan nyata. Perlakuan "Tanpa soil treatment dan penyemprotan tajuk" memberikan diameter batang terbesar, yakni 9,50 mm pada 65 HST dan 10,23 mm pada 91 HST, berbeda nyata dari sebagian besar perlakuan lainnya. Ini mengindikasikan bahwa penyemprotan tajuk memiliki pengaruh lebih besar terhadap pembesaran batang dibandingkan soil treatment, terutama tanpa perlakuan awal pada tanah. Sebaliknya, perlakuan soil treatment saja, baik yang biasa maupun 1,5 BST, menghasilkan diameter batang yang relatif lebih kecil, terutama pada akhir pengamatan. Nilai BNJ 5% yang lebih kecil pada 65 dan 91 HST (0,41 dan 0,47) memungkinkan deteksi perbedaan yang lebih sensitif antar perlakuan, memperkuat kesimpulan bahwa penyemprotan tajuk memberikan kontribusi positif terhadap pertumbuhan batang pada fase pertumbuhan menengah dan lanjut.

Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian lain, yang menunjukkan bahwa pemberian PGPR akar bambu berpengaruh terhadap diameter batang tanaman [15]. Aplikasi Trichoderma sp. dapat meningkatkan bobot umbi kentang dengan waktu aplikasi 8 hari sekali [16]. Meskipun penelitian ini tidak secara langsung berkaitan dengan diameter batang ubi jalar, hasilnya menunjukkan bahwa Trichoderma sp. dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman umbi-umbian. Rata-rata pengaruh interaksi antara aplikasi biofertilizer secara pemupukan dan penyemprotan tajuk disajikan pada Tabel 3.

D. Bobot Umbi

Hasil analisis ragam, menunjukkan bahwa aplikasi biofertilizer yang diaplikasikan sebagai soil treatment dan penyemprotan tajuk terjadi interaksi pada semua pengamatan bobot umbi. Hal ini karena F hitung lebih besar dari F tabel 5% dan 1%. Rata-rata pengaruh interaksi antara aplikasi biofertilizer secara pemupukan dan penyemprotan tajuk disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rata-rata interaksi Bobot Ubi Jalar pada berbagai pemberian biofertilizer yang diaplikasikan sebagai soil treatment dan penyemprotan tajuk.

Aplikasi biofertilizer Trichoderma	Bobot umbi (g)
Tanpa <i>soil treatment</i> dan tanpa penyemprotan tajuk	3003,25b
<i>Soil treatment</i> dan tanpa penyemprotan tajuk	2695,13a
<i>Soil treatment</i> 1,5 BST dan tanpa penyemprotan tajuk	2693,95a

Tanpa <i>soil treatment</i> dan penyemprotan tajuk	4218,38b
<i>Soil treatment</i> dan penyemprotan tajuk	2926,13a
<i>Soil treatment</i> 1,5 BST dan penyemprotan tajuk	2443,70a
BNJ 5%	1110,06

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama adalah tidak berbeda pada uji BNJ 5%

Tabel 4 menyajikan data bobot umbi ubi jalar berdasarkan interaksi perlakuan biofertilizer Trichoderma yang diberikan melalui soil treatment dan penyemprotan tajuk. Dari hasil yang ditampilkan, terlihat bahwa perlakuan "Tanpa soil treatment dan penyemprotan tajuk" menghasilkan bobot umbi tertinggi, yaitu 4218,38 gram, meskipun secara statistik tidak berbeda nyata dengan perlakuan "Tanpa soil treatment dan tanpa penyemprotan tajuk" (3003,25 gram), karena keduanya diikuti oleh huruf yang sama.

Sementara itu, perlakuan lainnya, terutama yang melibatkan soil treatment baik secara biasa maupun 1,5 bulan setelah tanam (BST), baik dengan atau tanpa penyemprotan tajuk, menunjukkan bobot umbi yang lebih rendah dan tidak berbeda nyata satu sama lain. Ini mengindikasikan bahwa penggunaan biofertilizer Trichoderma sebagai soil treatment saja belum tentu efektif dalam meningkatkan bobot umbi. Bahkan, kombinasi antara soil treatment dan penyemprotan tajuk justru menghasilkan bobot umbi yang lebih rendah dibandingkan perlakuan tanpa soil treatment.

Temuan ini selaras dengan hasil penelitian lain yang menunjukkan bahwa penggunaan biofertilizer berbasis Trichoderma sp. secara signifikan meningkatkan hasil ubinan ubi jalar [15]. Kombinasi pupuk hayati dengan bahan organik seperti tulang ikan dan residu tanaman memberikan kontribusi terhadap ketersediaan nutrien, serta mendukung pertumbuhan mikroba tanah yang berperan dalam pembentukan hasil.

E. Pembahasan

Aplikasi biofertilizer ke dalam tanah maupun formula cair melalui penyemprotan tajuk memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap beberapa parameter pertumbuhan dan hasil tanaman ubi jalar. Perlakuan ini terbukti mampu meningkatkan panjang sulur, jumlah daun, diameter batang, serta bobot umbi tanaman secara signifikan pada semua waktu pengamatan.

Meningkatnya panjang sulur dan jumlah daun dapat dikaitkan dengan peran aktif mikroorganisme Trichoderma dalam meningkatkan ketersediaan hara di dalam tanah, terutama nitrogen dan fosfor, yang mendukung pembentukan jaringan vegetatif tanaman secara optimal. Selain itu, metabolit yang dihasilkan oleh Trichoderma, seperti auksin dan senyawa pengatur tumbuh lainnya, juga berkontribusi dalam merangsang pembentukan tunas dan daun baru. Hal ini mendukung pertumbuhan yang lebih cepat dan tajuk tanaman yang lebih rimbun, sehingga proses fotosintesis dapat berjalan dengan efisien.

Diameter batang juga menunjukkan peningkatan yang nyata, yang menandakan bahwa jaringan tanaman menjadi lebih kuat dan sehat. Batang yang lebih besar menunjukkan efisiensi transpor air dan nutrisi yang lebih baik serta memperkuat daya dukung tanaman secara fisik. Efisiensi ini berdampak langsung pada ketahanan tanaman dalam menyerap unsur hara selama masa pertumbuhan.

Efektivitas perlakuan biofertilizer tidak hanya terbatas pada fase vegetatif, namun juga tercermin dalam peningkatan berat umbi sebagai parameter utama hasil. Umbi yang lebih berat mengindikasikan akumulasi fotosintat yang optimal dari tajuk tanaman, serta adanya dukungan sistem perakaran yang sehat akibat peningkatan aktivitas mikroba tanah. Biofertilizer juga membantu memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kapasitas tukar kation, dan menyediakan lingkungan yang mendukung pertumbuhan akar secara optimal.

Temuan ini sejalan dengan penelitian pada ubi jalar yang menunjukkan bahwa kombinasi topsoil dan pupuk organik mampu meningkatkan panjang sulur, jumlah daun, serta berat umbi secara signifikan pada tanaman ubi jalar karena adanya peningkatan aktivitas mikroba tanah dan ketersediaan unsur hara [17]. Penelitian lain mendukung hasil penelitian ini, yaitu pemberian trichokompos dapat memperbesar diameter batang dan meningkatkan pertumbuhan tanaman secara umum [18].

Mikroorganisme yang terkandung dalam biofertilizer, seperti bakteri pelarut fosfat dan fungi mikoriza arbuskula, bekerja secara sinergis dengan akar tanaman yang berfungsi untuk meningkatkan ketersediaan hara. Beberapa unsur hara yang paling utama yaitu fosfor dan nitrogen, yang sangat penting dalam fase pertumbuhan vegetative tanaman. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa perlakuan pemupukan menggunakan biofertilizer mampu meningkatkan panjang sulur, jumlah daun, serta diameter batang tanaman secara signifikan yang tidak kalah dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Temuan ini sejalan dengan penelitian lain yang menyebutkan bahwa kombinasi pupuk hayati dan bahan organik dapat memperbaiki struktur tanah serta mempercepat serapan hara oleh akar[14].

Tidak hanya itu, pemberian biofertilizer juga berdampak positif terhadap peningkatan hasil umbi. Proses penambahan nutrisi melalui aktivitas mikroba dalam tanah yang berfungsi mengikat nitrogen dan molarutkan fosfat terbukti mampu meningkatkan pertumbuhan jaringan umbi secara optimal. Hal ini selaras dengan penelitian lain

yang menyebutkan hasil panen ubi jalar meningkat drastis dengan penggunaan kombinasi pupuk hayati dan unsur makro, membuktikan bahwa pendekatan ini layak diterapkan dalam budidaya skala luas. Namun, aplikasi biofertilizer melalui penyemprotan tajuk tidak memberikan pengaruh berarti terhadap pertumbuhan vegetatif maupun bobot umbi. Meskipun demikian, perlakuan ini justru menunjukkan kecenderungan meningkatkan tingkat kemanisan umbi, yang kemungkinan disebabkan oleh peningkatan aktivitas metabolismik dan akumulasi senyawa gula sederhana pada jaringan penyimpanan [19].

Efektivitas biofertilizer sangat bergantung pada faktor lingkungan seperti suhu, kelembaban tanah, dan struktur fisik media tanam. Dalam penelitian lain menegaskan bahwa dalam kondisi lingkungan yang kurang sesuai, kinerja pupuk hayati cenderung menurun [20]. Oleh karena itu, optimisasi dosis dan waktu aplikasi, serta pemahaman karakteristik lahan, menjadi kunci utama dalam mengoptimalkan potensi biofertilizer. Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini mengindikasikan bahwa aplikasi biofertilizer, khususnya melalui tanah, berpotensi besar untuk meningkatkan produktivitas ubi jalar secara berkelanjutan dan ramah lingkungan, menjadikannya alternatif yang layak dalam sistem pertanian modern.

IV. SIMPULAN

Aplikasi biofertilizer yang diaplikasikan sebagai soil treatment dan penyemprotan tajuk terjadi interaksi pada semua pengataman yaitu panjang tanaman, jumlah daun, diameter batang dan bobot umbi. Penggunaan biofertilizer *Trichoderma* sebagai pemupukan dalam budidaya ubi jalar sangat direkomendasikan sebagai alternatif ramah lingkungan terhadap pupuk kimia, serta berpotensi menjadi solusi berkelanjutan dalam meningkatkan hasil pertanian secara ekologis dan ekonomis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik dan lancar. Dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, atas fasilitas dan dukungan teknis yang telah membantu kelancaran proses penelitian. Warga Desa Pasinan, Kecamatan Pacet, Mojokerto, atas izin, kerja sama, dan bantuan selama kegiatan penelitian berlangsung.

REFERENSI

- [1] A. I. Marwantika, “Pembuatan Pupuk Organik Sebagai Upaya Pengurangan Ketergantungan Petani Terhadap Pupuk Kimia Di Dusun Sidowayah, Desa Candimulyo, Kecamatan Dolopo, Kabupaten Madiun,” *InEJ Indones. Engagem. J.*, vol. 1, no. 1, pp. 17–28, 2020, doi: 10.21154/inej.v1i1.2044.
- [2] N. Rachma and A. S. Umam, “Pertanian Organik Sebagai Solusi Pertanian Berkelanjutan Di Era New Normal,” *J. Pembelajaran Pemberdaya. Masy.*, vol. 1, no. 4, p. 328, 2021, doi: 10.33474/jp2m.v1i4.8716.
- [3] Kementerian Pertanian, *Laporan Tahunan Direktorat Jenderal Tanaman Pagan*. 2021. [Online]. Available: <https://tanamanpangan.pertanian.go.id/assets/front/uploads/document/LAPORAN TAHUNAN 2023.pdf>
- [4] R. G. Moulick, S. Das, N. Debnath, and K. Bandyopadhyay, “Potential use of nanotechnology in sustainable and ‘smart’ agriculture: advancements made in the last decade,” *Plant Biotechnol. Rep.*, vol. 14, no. 5, pp. 505–513, 2020, doi: 10.1007/s11816-020-00636-3.
- [5] R. Aisy *et al.*, “Pemanfaatan Ubi Jalar sebagai Alternatif Karbohidrat yang Meningkatkan Ekonomi Warga Banten,” *SEMAR (Jurnal Ilmu Pengetahuan, Teknol. dan Seni bagi Masyarakat)*, vol. 12, no. 1, p. 47, 2023, doi: 10.20961/semar.v12i1.62162.
- [6] D. Dadi, “Pembangunan Pertanian dan sistem Pertanian Organik,” *J. Educ. Dev.*, vol. 9, no. 3, pp. 566–572, 2021, [Online]. Available: <http://journal.ipts.ac.id/index.php/ED/article/view/3031>
- [7] R. T. Qisthi *et al.*, *Pengendalian Hama dan Penyakit Tanaman Pangan dan Hortikultura*. 2021.
- [8] D. Y. Molebila, A. Rosmana, and U. S. Tresnaputra, “Trichoderma Asal Akar Kopi Dari Alor : Karakterisasi Morfologi dan Keefektifannya Menghambat Colletotrichum Penyebab Penyakit Antraknosa secara in Vitro . Trichoderma of Coffee Roots From Alor : Morphological characteristic and in vitro Efficacy to Inhibi,” vol. 16, pp. 61–68, 2020, doi: 10.14692/jfi.16.2.
- [9] M. Sutarman, *Biofertilizer Fungi Trichoderma & Mikoriza*. UMSIDA PRESS, 2016.
- [10] U. Pengendalian, H. Tajuk, D. A. N. Layu, and T. Kentang, “UJI Trichoderma harzianum SEBAGAI BIOFERTILIZER DAN BIOPESTISIDA,” pp. 209–217, 2017.
- [11] S. Purwantisari and B. Hastuti, “Uji Antagonisme Jamur Patogen Phytophthora infestans Penyebab Penyakit Busuk Daun dan Umbi Tanaman Kentang Dengan Menggunakan Trichoderma spp . Isolat Lokal,” vol. 11, no. 1, 2009.

- [12] D. Indrarosa, "APLIKASI PUPUK ORGANIK BERBAHAN KOTORAN SAPI DAN AYAM RUMPUT ODOT (Pennisetum Purpureum cv.Mott)," *J. AgroSainTa WidyaIswara Mandiri Membangun Bangsa*, vol. 5, no. 2, pp. 62–76, 2021, doi: 10.51589/ags.v5i2.71.
- [13] F. Ahmad, "Pengaruh Panjang Stek Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Ubi Jakar (*Ipomoea batatas L.*)," *J. Ilm. Cendekia Eksakta*, no. 82, pp. 67–71, 2021.
- [14] Nadia Kusuma Fardany, "Pengaruh Aplikasi Pupuk Hayati *Trichoderma* sp. dan Kompos terhadap Pertumbuhan Ubi Jalar," *Nadia Kusuma Fardany*, pp. 1–10, 2016.
- [15] A. C Novianantya, N. K Fardany, and N. Nuraini, "Improvement of sweet potato yield using mixtures of ground fish bone and plant residues," *J. Degrad. Min. Lands Manag.*, vol. 4, no. 2, pp. 759–765, 2017, doi: 10.15243/jdmlm.2017.042.759.
- [16] M. Fadail, "Pengujian Bahan Aktif Formula Biofertilizer Cair terhadap Pertumbuhan dan Produksi Bawang Wakegi (*Allium × wakegi Araki*) Testing the Active Ingredients of Liquid Biofertiliser Formula on Growth and Production of Wakegi Onion (*Allium × wakegi Araki*)," vol. 27, no. 2, pp. 154–165, 2024.
- [17] R. Hindersah, E. F. L. Lilipaly, I. Mudakir, I. N. Asyiah, and R. Harni, "ROLE OF MYCORRHIZA HELPER BACTERIA ON MYCORRHIZAL COLONIZATION AND NEMATODE *Pratylenchus coffeae* INFECTION," *Biotropia (Bogor)*., vol. 29, no. 3, pp. 244–253, 2022, doi: 10.11598/btb.2022.29.3.1711.
- [18] E. D. I. Rahman *et al.*, "TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT PADA BUDI DAYA WORTEL (*Daucus carota L.*) TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT PADA BUDI DAYA WORTEL (*Daucus carota L.*)," 2023.
- [19] R. W. Mukhongo, J. B. Tumuhairwe, P. Ebanyat, A. A. H. AbdelGadir, M. Thuita, and C. Masso, "Combined application of biofertilizers and inorganic nutrients improves sweet potato yields," *Front. Plant Sci.*, vol. 8, no. March, pp. 1–17, 2017, doi: 10.3389/fpls.2017.00219.
- [20] D. Kristanto, P. Priyono, and S. Bahri, "UJI PUPUK HAYATI TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL UBI JALAR (*Ipomea batatas L.*)," *InnofarmJurnal Inov. Pertan.*, vol. 21, no. 2, p. 15, 2020, doi: 10.33061/innofarm.v21i2.3424.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.