

Application of Trichoderma Biofertilizer Formulated with Tofu Waste and Cow Manure in Soybean Crops

[Aplikasi Pupuk Hayati Trichoderma Yang Di Formulasi Dengan Limbah Tahu Dan Kotoran Sapi Pada Tanaman Kedelai]

Muhammad Nuril Iman¹⁾, Dr. Sutarman, Ir., MP.^{2)*}

¹⁾ Program Studi Agroteknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾ Program Studi Agroteknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

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

Abstract. *The purpose of this study was to determine the effect of the combination of Trichoderma biofertilizer as a soil treatment combined with its liquid formula with a carrier of distilled water or liquid tofu waste on the vegetative growth of soybean plants of the Deja 1 variety. The experiment was arranged factorially in a Randomized Block Design (RAK) with three replications. The first factor of biofertilizer given to the soil consisted of without and with soil treatment, while the second factor was spraying liquid biofertilizer consisting of a formulation of distilled water, a formulation with tofu waste, and without biofertilizer. The variables observed were: height, number of leaves, leaf area, and stem diameter. Data were analyzed using 5% ANOVA and the percentage increase in growth was calculated compared to the control. The application of Trichoderma biofertilizer has not provided a significant response to plant growth. Spraying Trichoderma biofertilizer with a carrier of distilled water was able to increase plant height, number of leaves, leaf area, and stem diameter of soybean plants by 10.1%, 13.7%, 34.9%, and 23.3% respectively at 30 days after planting. Application of Trichoderma biofertilizer through leaf spraying can be an alternative to substitute chemical fertilizers in the future.*

Keywords - Biofertilizer, Soybean, Tofu Waste, Trichoderma

Abstrak. *Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh kombinasi pupuk hayati Trichoderma sebagai soil treatment yang dikombinasikan formula cairnya dengan bahan pembawa air destilat atau limbah tahu cair terhadap pertumbuhan vegetative tanaman kedelai varietas Deja 1. Percobaan disusun secara faktorial dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan ulangan tiga kali. Faktor pertama biofertilizer yang diberikan ke dalam tanah terdiri atas tanpa dan dengan soil treatment, sedangkan faktor kedua adalah penyemprotan biofertilizer cair terdiri atas formulasi air destilat, formulasi dengan limbah tahu, dan tanpa biofertilizer. Variabel yang diamati adalah: tinggi, jumlah daun, luas daun, dan diameter batang. Data dianalisis dengan ANOVA 5% dan dihitung persentasi peningkatan pertumbuhan terhadap kontrol. Aplikasi pupuk hayati Trichoderma belum memberikan respons pertumbuhan tanaman yang nyata. Penyemprotan biofertilizer Trichoderma dengan bahan pembawa air destilat mampu meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, dan diameter batang tanaman kedelai masing-masing sebesar 10,1%, 13,7%, 34,9%, dan 23,3% pada 30 hari setelah tanam. Aplikasi biofertilizer Trichoderma melalui penyemprotan daun dapat menjadi alternatif bagi substitusi pupuk kimia di masa mendatang.*

Kata Kunci - Biofertilizer, kedelai, limbah Tahu, Trichoderma

I. PENDAHULUAN

Kedelai (*Glycine max* L.) adalah tanaman palawija yang sangat penting untuk memenuhi kebutuhan gizi manusia. Karena jumlah proteinnya yang tinggi, tanaman kedelai disebut "world's miracle". Untuk memenuhi kebutuhan protein masyarakat dengan harga terjangkau, kedelai dapat diolah menjadi berbagai produk, seperti tahu, tempe, susu, dan tepung (Rizal & Susanti, 2018). Karena pengadaan kedelai dalam negeri tidak memenuhi target, kebutuhan tahu 40%, tempe 50%, dan minyak kedelai 10% harus diimpor oleh Indonesia. Tidak ada peningkatan dalam produksi kedelai Indonesia, dan data terbaru menunjukkan penurunan [1].

Varietas unggul dan pupuk anorganik sama-sama berkontribusi terhadap peningkatan produktivitas; namun, penggunaan pupuk anorganik yang berlebihan akan mempengaruhi lingkungan, kondisi fisik tanah, kesuburan biologis, kesehatan tanaman yang dibudidayakan, dan perilaku konsumen [2]. Untuk menyeimbangkan pupuk anorganik, pupuk organik harus ditambahkan [3]. Selain memberikan nutrisi bagi tanaman, pupuk organik dapat memperbaiki struktur tanah, meningkatkan penyerapan air, dan memperbaiki kondisi tanah [4].

Memanfaatkan sumber daya yang ada saat ini untuk memproduksi pupuk diperlukan untuk mengatasi kekurangan dan mahalnya pupuk anorganik [5]. Kotoran sapi dan limbah dari usaha tahu merupakan dua sumber daya yang dapat

digunakan [6]. Air limbah tahu memiliki pH 4-5 dan terdiri dari 25-50% karbohidrat, 40-60% protein, dan 10% lemak [7]. Limbah air tahu mengandung 43,37 mg/l nitrogen, 114,36 mg/l fosfor, dan 223 mg/l kalium yang dapat diolah kembali untuk membuat pupuk organik [8]. Pupuk organik cair yang dihasilkan dari limbah air tahu memiliki komponen N (1,16%), komponen P (1,137%), komponen K (5,803%), dan komponen C-Organik (0,04%) yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman [9], [10].

Di sisi lain kotoran sapi mengandung N : 2,2 % , P₂₀₅ : 4,34 % , dan K₂O : 0,09%, yang semuanya merupakan komponen yang cukup penting untuk pertumbuhan tanaman. Jumlah pupuk kandang yang diaplikasikan dan tetap berada di dalam tanah mempengaruhi unsur hara yang tersedia bagi tanaman [11]. Sehingga mendorong arah pertumbuhan tanaman ke arah yang lebih positif. Pupuk yang terbuat dari kotoran sapi dan limbah air tahu merupakan contoh bahan organik yang paling baik dimanfaatkan oleh tanaman setelah terurai [12], [13].

Untuk meningkatkan produksi dan pertumbuhan kedelai, *Trichoderma* dapat digunakan. *Trichoderma* menginfeksi akar tanaman kedelai dan bertindak sebagai agen biologis untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman, membuat akar yang terinfeksi menjadi lebih besar daripada akar yang tidak terinfeksi [14].

Karena mereka memiliki banyak akar, yang memungkinkan penyerapan nutrisi secara maksimal, tanaman dapat tumbuh dengan baik. *Trichoderma* juga dapat menguras nutrisi tanah, membuat glikotoksin dan antibiotik viridial yang melindungi tanaman dari penyakit, dan mengeluarkan enzim seperti kitinase dan β -1,3-glukanase yang dapat membunuh sel patogen [15]. mampu menciptakan mikronutrien seperti zat besi, mangan, dan magnesium yang membantu metabolisme tanaman, serta asam organik seperti fumarat, glukonat, dan asam sitrat yang dapat menurunkan pH tanah dan melarutkan fosfat [16].

Limbah air tahu dan kotoran sapi adalah bahan organik yang berpotensi sebagai bahan pembawa agen hayati efektif yang dapat berperan baik sebagai pupuk hayati (biofertilizer) dan biopestisida [17]. Dengan demikian kedua limbah pertanian yang biasa digunakan sebagai pupuk organik tersebut akan memberi efek yang lebih tinggi dibandingkan hanya dengan menggunakan pupuk organik dari kedua bahan tersebut. Namun demikian belum banyak diungkap intensitas pemberian pupuk organik cair dari limbah tahu tersebut dan aplikasinya sebagai pembawa agen hayati yang dapat memberikan pertumbuhan optimal khususnya terhadap tanaman kedelai. Di lain pihak belum banyak diungkap efektivitas *Trichoderma* yang diformulasi sebagai pemupukan di tanah (*soil treatment*) dan pemupukan lewat daun (*aphical treatment*) [18], [19].

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pupuk hayati *Trichoderma* sebagai pemupukan lewat tanah (*soil treatment*) yang dikombinasikan dengan penyemprotan tajuk (*apical treatment*) formula cairnya dengan bahan pembawa air destilat atau limbah tahu cair terhadap pertumbuhan vegetative tanaman kedelai varietas Deja 1.

II. METODE

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di lahan persawahan Desa Penambangan, Kecamatan Balongbendo, Kabupaten Sidoarjo, Provinsi Jawa Timur, pada bulan Desember 2023 hingga Februari 2024. Selain itu, penelitian juga dilakukan di Laboratorium Agroteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

B. Alat dan Bahan

Alat yang di butuhkan di penelitian ini hand tracktor, cangkul, sabit, penggaris, timbangan digital untuk menunjang penelitian ini yaitu timbangan digital, alat tulis, penggaris, gelas ukur, papan penanda, botol kaca, beaker glass, laminar flow, alat tulis, dan kamera.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih tanaman kedelai varietas Deja 1, *trichoderma* sp yang di kembangkan di laboratorium mikrobiologi prodi agroteknologi, limbah tahu, pupuk kandang sapi, kentang, air destilat, agar-agar, dextrose, chloramphenicol, alkohol 70% .

C. Rancangan Penelitian

Percobaan dalam penelitian ini di susun secara factorial dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 2 faktor dan 3 ulangan, sehingga di peroleh 18 satuan percobaan.

Factor pertama adalah aplikasi *Trichoderma* yang diformulasi dalam kotoran sapi sebagai pemupukan lewat tanah (*Soil Treatment*) dengan 3 taraf yaitu :

- (i) Tanpa *soil treatment* (S0)
- (ii) *Soil treatment* (S1)


Factor kedua adalah aplikasi *Trichoderma* yang diformulasi dalam limbah cair tahu sebagai pemupukan lewat tajuk (*aphical treatment*) terdiri dari 3 taraf yaitu :

- (i) Tanpa *aphical treatment* (A0)
- (ii) *Aphical treatment* tanpa limbah tahu (suspensi *Trichoderma*) (A1)
- (iii) *Aphical treatment* dengan limbah tahu sebagai bahan pembawa (A2)

Tabel 1. Kombinasi Perlakuan

| A | S | |
|----|------|------|
| | S0 | S1 |
| A0 | S0A0 | S1A0 |
| A1 | S0A1 | S1A1 |
| A2 | S0A2 | S1A2 |

Dari kedua kombinasi factor tersebut diperoleh 6 kombinasi perlakuan dan percobaan tersebut di ulang sebanyak 3 kali, sehingga di peroleh 18 satuan percobaan. Seluruh satuan percobaan disusun secara kelompok dengan tata letak seperti tertera pada Gambar 1.

| | | | |
|-----------|------|------|---|
| Ulangan 1 | S0A0 | S1A0 |  |
| | S1A1 | S0A1 | |
| | S1A2 | S0A2 | |
| Ulangan 2 | S0A1 | S0A0 | |
| | S0A2 | S1A2 | |
| | S1A0 | S1A1 | |
| Ulangan 3 | S0A0 | S1A0 | |
| | S0A1 | S1A1 | |
| | S0A2 | S1A2 | |

Gambar 1. Tata Letak Percobaan

D. Pelaksanaan Penelitian

a) Pembuatan Media

Proses pembuatan media PDA proses pembuatan media PDA-kloamfenikol di lakukan dengan cara sebagai berikut : bahan-bahan di siapakan yaitu 100 g ketang,10 g agar,10 g dextrose dan 1 liter aquades.selajutya mengupas kentang dan memotongnya dengan ukuran 1 cm , merebus kentang menggunakan aquadessteril 1 liter selama 30 menit hinga lunak , mengambil ekstrak ketang dan di tamping dalam gelas beker.kemudian di tambahkan agar,dekstroza dan 11 kloramfenikol .setelah semua larutan media di tuang ke dalam botol media dan di tutup rapat menggunakan alumunium foil dan plastic wrap,yang sudah disterilisasi menggunakan aouto klaf selama dua jam dengan suhu 1210 c.

b) Pembuatan Pupuk

Pembuatan Pupuk Organik Cair Limbah Tahu : Pembuatan POC limbah tahu di lakuakan dengan cara teknik inkubasi, limbah tahu di campu dengan thricodema dengan pebandingan 1: 1, limbah tahu yang suda di campur dengan thricodema kemudian dengan di lanjutkan meginkubasi selama seminggu, ketentuan pupuk organic cair limbah tahu yang sudah jadi di lihat dari bau yang seperti tape dan sudah keluar busa busa seperti jamur.

Pembuatan Pupuk Organik Kotoran Sapi : Pembuatan pupuk organic kotoran sapi dengan perbandingan 1:1 antara thricodema dan kohe sapi. Di campurkan di karung selama 7 hari bila sudah terlihat lembut halus sudah bisa di katakana berhasil.

c) Pengolahan Tanah dan Aplikasi Trichoderma

Tanah yang diolah di desaa penambangan Kecamatan Balongbendo Kabupaten Sidoarjo, yang sudah di olah tanah, diberi irigasi dan di bedengi, setelah di tanami di lakukan suatu treatment yaitu soil treatment sesuai dengan rancangan percobaan. Untuk aplikasi Trichoderma secara penyemprotan (*aphical treatment*), disiapkan penyemprotan dengan air nerak saja untuk perlakuan kotrol (A0), dengan suspensi Trichoderma tanpa air limbah tahu (A1), dan Trichoderma yang diformulasi dalam air limbah tahu (A2). Kecuali tanpa *aphical teatement*, semua formula disemprotkan mulai umur dua minggu setelah tanam yang diulang tiap dua minggu hingga kemunculan polong maksimum.

d) Pemeliharaan

Pemeliharaan di lakukan dengan cara mensanitasi setiap minggu setelah di lakuakn penanaman dengan mencabuti rumput yang mengganggu proses tumbuh tanaman kedelai maupun rumput yang tumbuh di samping tanaman kedelai. .Untuk penyiraman di lakukan 2 kali setiap pagi dan siang. Penyemprotan pestisida di lakukan dengan cara menyemprot larutan air yang sudah di kombinasikan dengan air bawang yang sudah di fermentasi menjadi pestisidi, kemudian di semprotkan ketika sudah muncul tanda tanda kedelai terkena penyakit.

E. Variabel Pengamatan

Variabel yang diamati dalam percobaan ini adalah meliputi:

a) Tinggi tanaman, di amati ketika kedelai berumur 10, 20, 30 hari setelah di lakukannya penanaman;

- b) Jumlah daun diamati bersama dengan pengukuran tinggi tanaman, serta dari setiap tangkai pada setiap tanaman kedelai;
- c) Luas daun dihitung dengan menggunakan rumus (1):

$$A = b \times l \times w \dots\dots\dots(1)$$
 Dengan ketentuan bahwa b, l, dan w masing-masing adalah koefisien bentuk daun, panjang daun, dan lebar daun;
- d) Diameter batang diamati dengan alat yaitu jangka sorong di setiap tanamannya.
 Pengamatan dilakukan mulai 10, 20, hingga 30 hari setelah tanam (HST).

Analisis data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis ragam yang di lanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Pada pengamatan 30 HST, dilakukan penghitungan selisih rata-rata perlakuan aplikasi biofertilizer terhadap kontrol (tanpa soil treatment dan tanpa penyemprotan tajuk atau *apical treatment*) untuk mengetahui persentase peningkatan pertumbuhan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Analisis sidik ragam dilakukan untuk mengetahui pengaruh aplikasi pupuk hayati *Trichoderma* yang diformulasi dengan limbah tahu dan kotoran sapi terhadap variabel pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah daun, volume akar, berat basah, dan berat kering. Hasil yang menunjukkan hasil signifikan, diuji menggunakan uji lanjut beda nyata jujur (BNJ) pada taraf 5%. Berikut hasil analisis ragam untuk parameter pertumbuhan dan hasil tanam pada Tabel 1.

Tabel 2. Rekapitulasi anova variabel pengamatan kedelai

| No | Variabel Pengamatan | Pengaruh perlakuan |
|----|---------------------|--------------------|
| 1. | Tinggi Tanaman | TN |
| 2. | Jumlah daun | TN |
| 3. | Luas daun | TN |
| 4. | Diameter batang | TN |

Keterangan: TN adalah tidak nyata menurut uji BNJ pada taraf uji 5%

Berdasarkan hasil uji anova, pengaruh aplikasi pupuk hayati *Trichoderma* yang diformulasi dengan limbah tahu dan kotoran sapi terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun dan diameter batang memberikan pengaruh tidak nyata (TN).

Meskipun aplikasi pupuk hayati *Trichoderma* yang diformulasi dengan limbah tahu dan kotoran sapi terhadap tinggi tanaman menunjukkan hasil yang tidak nyata, tetapi telah terjadi peningkatan tinggi tanaman tertinggi sebesar 13,0% pada perlakuan aplikasi biofertilizer ke dalam tanah (soil treatment) tanpa penyemprotan pada aun (S1A0) (Tabel 2).

Tabel 3. Rata-rata pengaruh beberapa cara aplikasi biofertilizer terhadap tinggi tanaman kedelai

| Perlakuan | HST 10 | HST 20 | HST 30 | Δ (%) |
|--|--------|--------|--------|--------------|
| Tanpa Soil - apical treatment (AT) (S0A0) | 7,67 | 20,33 | 33,33 | - |
| Tanpa soil treatment- AT Formula 1 (S0A1) | 7,33 | 20,40 | 36,70 | 10,1 |
| Tanpa soil treatment- AT Formula 2 (S0A2) | 8,00 | 17,97 | 32,67 | (-) 2,0 |
| Soil treatment- apical treatment (AT) (S1A0) | 12,00 | 25,93 | 37,67 | 13,0 |
| Soil treatment- AT Formula 1 (S1A1) | 12,00 | 23,37 | 36,67 | 10,0 |
| Soil treatment- AT Formula 2 (S1A2) | 11,83 | 23,70 | 30,00 | (-)10,0 |
| BNJ 5% | tn | tn | tn | |

Keterangan: tn adalah tidak nyata berdasarkan uji BNJ taraf 5%, Δ adalah persentase peningkatan (+) atau penurunan (-) terhadap control (S0A0).

Rata-rata pengaruh aplikasi pupuk hayati *Trichoderma* yang diformulasi dengan limbah tahu dan kotoran sapi terhadap pertumbuhan jumlah daun disajikan pada Tabel 3. Aplikasi biofertilizer dengan pelarut air destilat yang disemprotkan ke permukaan daun (S0A1) dan pemberian lewat tanah (S1A0) masing-masing meningkatkan jumlah daun 13,7 dan 8,4%.

Tabel 4. Rata-rata pengaruh beberapa cara aplikasi biofertilizer terhadap jumlah daun tanaman kedelai

| Perlakuan | HST 10 | HST 20 | HST 30 | Δ (%) |
|---|--------|--------|--------|--------------|
| Tanpa Soil - apical treatment (AT) (S0A0) | 5,00 | 11,67 | 31,67 | - |

| | | | | |
|--|------|-------|-------|---------|
| Tanpa soil treatment- AT Formula 1 (S0A1) | 4,00 | 10,33 | 36,00 | 13,7 |
| Tanpa soil treatment- AT Formula 2 (S0A2) | 5,00 | 11,33 | 29,00 | (-) 8,4 |
| Soil treatment- apical treatment (AT) (S1A0) | 6,00 | 13,67 | 34,33 | 8,4 |
| Soil treatment- AT Formula 1 (S1A1) | 7,00 | 14,00 | 28,00 | (-)11,6 |
| Soil treatment- AT Formula 2 (S1A2) | 7,00 | 14,00 | 28,00 | (-)11,6 |
| BNJ 5% | tn | tn | tn | |

Keterangan: tn adalah tidak nyata berdasarkan uji BNJ taraf 5%, Δ adalah persentase peningkatan (+) atau penurunan (-) terhadap control (S0A0).

Rerata pengaruh aplikasi pupuk hayati *Trichoderma* yang diformulasi dengan limbah tahu dan kotoran sapi terhadap luas daun disajikan pada Tabel 4. Perlakuan penyemprotan biofertilizer dengan pelarut air destilat ke permukaan daun telah meningkatkan luas daun sebesar 34,9%.

Tabel 5. Rata-rata pengaruh beberapa cara aplikasi biofertilizer terhadap luas daun tanaman kedelai

| Formula Biofertilizer dan Interval | HST 10 | HST 20 | HST 30 | Δ (%) |
|---|--------|--------|--------|--------------|
| Tanpa Soil - apical treatment (S0A0) | 4,73 | 27,60 | 45,43 | - |
| Tanpa soil treatment- AT Formula 1 (S0A1) | 6,65 | 19,28 | 61,30 | 34,9 |
| Tanpa soil treatment- AT Formula 2 (S0A2) | 5,80 | 15,58 | 44,77 | (-) 1,5 |
| Soil treatment- apical treatment (S0A0) | 12,93 | 32,89 | 41,22 | (-) 9,3 |
| Soil treatment- AT Formula 1 (S0A1) | 13,07 | 21,70 | 47,42 | 4,4 |
| Soil treatment- AT Formula 2 (S0A2) | 13,62 | 19,82 | 37,92 | (-)16,5 |
| BNJ 5% | tn | tn | tn | |

Keterangan: tn adalah tidak nyata berdasarkan uji BNJ taraf 5%, Δ adalah persentase peningkatan (+) atau penurunan (-) terhadap control (S0A0).

Rata-rata pengaruh aplikasi pupuk hayati *Trichoderma* yang diformulasi dengan limbah tahu dan kotoran sapi terhadap diameter batang disajikan pada Tabel 5. Kecuali penyemprotan biofertilizer dengan pelarut atau bahan pembawanya air destilat, seluruh perlakuan telah meningkatkan diameter batang sebesar 23,3% terhadap control (S0A0).

Tabel 6. Rata-rata pengaruh beberapa cara aplikasi biofertilizer terhadap diameter batang tanaman kedelai

| Formula Biofertilizer dan Interval | HST 10 | HST 20 | HST 30 | Δ (%) |
|---|--------|--------|--------|--------------|
| Tanpa Soil - apical treatment (S0A0) | 0,10 | 0,20 | 0,30 | - |
| Tanpa soil treatment- AT Formula 1 (S0A1) | 0,10 | 0,20 | 0,30 | 0 |
| Tanpa soil treatment- AT Formula 2 (S0A2) | 0,10 | 0,27 | 0,37 | 23,3 |
| Soil treatment- apical treatment (S0A0) | 0,17 | 0,27 | 0,37 | 23,3 |
| Soil treatment- AT Formula 1 (S0A1) | 0,17 | 0,30 | 0,37 | 23,3 |
| Soil treatment- AT Formula 2 (S0A2) | 0,20 | 0,30 | 0,37 | 23,3 |
| BNJ 5% | tn | tn | tn | |

Keterangan: tn adalah tidak nyata berdasarkan uji BNJ taraf 5%, Δ adalah persentase peningkatan (+) atau penurunan (-) terhadap control (S0A0).

B. Pembahasan

Aplikasi pupuk hayati *Trichoderma* yang diformulasi dengan limbah tahu dan kotoran sapi terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, dan diameter batang tidak berbeda nyata (Tabel 1). Namun demikian beberapa perlakuan yang memanfaatkan pupuk hayati (biofertilizer) baik lewat tanah sebagai *soil treatment* maupun lewat daun sebagai bentuk penyemprotan (*apical treatment*) masing-masing secara tunggal telah meningkatkan pertumbuhan tanaman (Tabel 2-5).

Penyemprotan biofertilizer *Trichoderma* (*apical treatment*) yang diformulasi dengan air destilat ternyata telah meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, dan diameter batang masing-masing 10,1%, 13,7%, 34,9%, dan 23,3%. Hal ini memperlihatkan adanya peran senyawa ekstra selular *Trichoderma* yang larut dalam tiap droplet setelah terdisposisi di permukaan daun dan diserap tanaman. Metabolit dan beberapa senyawa yang disumbangkan oleh *Trichoderma* ini langsung dapat dimanfaatkan bagi kepentingan metabolisme di dalam sel daun [18], [20]. Pemberian cairan limbah tahu belum mampu meningkatkan respons tanaman dalam pertumbuhannya. Berbagai senyawa yang terkandung di dalam limbah tahu yang merupakan bahan organik yang dimanfaatkan oleh fungsi *Trichoderma* bagi kepentingan metabolisme sekaligus berlangsungnya proses biofertilisasi [19], [21]. Proses ini diduga

meningkatkan pertumbuhan vegetative fungi namun tidak meningkatkan efek induksi bagi produksi senyawa ekstraselular yang diperlukan tanaman.

Meskipun pengaruh pemberian formula biofertilizer ini belum menunjukkan pengaruh yang nyata berdasarkan ANOVA 5% pada fase vegetatif, namun terdapat potensi meningkatkan pertumbuhan generative hingga panen. Untuk itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui apakah aplikasi pupuk hayati Trichoderma yang diformulasi dengan limbah tahu dan kotoran sapi dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman kedelai dalam kondisi lain, seperti pada tanah yang berbeda atau dengan dosis aplikasi yang berbeda.

Selain itu, hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa aplikasi pupuk hayati Trichoderma yang diformulasi dengan limbah tahu dan kotoran sapi dapat meningkatkan kualitas tanah dan meningkatkan kemampuan tanah untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Oleh karena itu, aplikasi pupuk hayati Trichoderma yang diformulasi dengan limbah tahu dan kotoran sapi masih dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif untuk meningkatkan kualitas tanah dan meningkatkan kemampuan tanah untuk mendukung pertumbuhan tanaman.

Dalam keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa aplikasi pupuk hayati Trichoderma yang diformulasi dengan limbah tahu dan kotoran sapi yang merupakan kombinasi perlakuan *soil treatment* dan penyemprotan tajuk belum dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman kedelai. Namun demikian masih dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif untuk meningkatkan kualitas tanah dan meningkatkan kemampuan tanah untuk mendukung pertumbuhan tanaman.

IV. KESIMPULAN

Penggunaan pupuk hayati Trichoderma yang diformulasi dengan limbah tahu dan kotoran sapi belum memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman kedelai, jumlah daun, luas daun, dan diameter batang hingga 30 hari seteah tanam. Namun, penggunaan Trichoderma sebagai formula pupuk hayati dengan bahan pembawa dan pelarut berupa air destilat mampu meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, dan luas daun tanaman kedelai masing-masing sebesar 10,1%, 13,7%, 34,9%. Semua kombinasi perlakuan yang merupakan hasil formulasi agen hayati Trichoderma dengan kotoran sapi dan limbah cair tahu telah meningkatkan diameter batang sebesar 23,3% pada 30 hari setelah tanam.

Penggunaan limbah tahu dan kotoran sapi sebagai bahan pembawa Trichoderma dapat menjadi alternatif yang efektif dan ramah lingkungan dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman kedelai. Selain itu, penggunaan Trichoderma juga dapat membantu mengurangi penggunaan pupuk anorganik yang dapat berdampak negatif pada lingkungan.

V. REFERENSI

- [1] J. Tanaman Pangan dan Hortikultura *et al.*, “Planta Simbiosis Aplikasi Trichoderma Sp. dan Pupuk NPK terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai (Glycine Max L.) Varietas Grobogan Application of Trichoderma sp. and NPK fertilizer on growth and yield of soybean (Glycine max L.) Grobogan variety,” *Planta Simbiosis*, vol. 5, no. 1, pp. 29–41, 2023, doi: 10.25181/jplantasimbiosa.vXiX.XXXX.
- [2] D. K. Sutrisno, S. Hartatik, and P. Dewanti, “Peranan Trichoderma terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai (Glycine Max) pada Kondisi Cekaman Kekeringan,” *Jurnal Agrinika : Jurnal Agroteknologi dan Agribisnis*, vol. 6, no. 1, p. 76, 2022, doi: 10.30737/agrinika.v6i1.2339.
- [3] dan N. A. Erwin, Anis Rosyidah, “Efek Pemberian Pupuk Hayati VP3 yang Diperkaya Trichoderma viride FRP3 terhadap Pertumbuhan Fase Generatif Tanaman Kedelai (Glycine max L.) The,” vol. 10, no. 1, pp. 159–170, 2022.
- [4] R. Rosiman, S. Sumadi, and M. Rachmadi, “Pengaruh kombinasi jamur Trichoderma harzianum dan bokashi terhadap pertumbuhan tiga kultivar kedelai,” *Kultivasi*, vol. 19, no. 2, Aug. 2020, doi: 10.24198/kultivasi.v19i2.26469.
- [5] A. Amiroh, M. I. Aminuddin, and R. Ardiansah, “Respon Pemberian Macam Dosis Dan Interval Waktu Aplikasi Trichoderma sp. Terhadap Produksi Tanaman Kedelai (Glycine Max L.),” *AGRORADIX: Jurnal Ilmu Pertanian*, vol. 4, no. 1, pp. 6–14, 2020, doi: 10.52166/agroteknologi.v4i1.2104.
- [6] “Lukas Bani”.
- [7] M. Suryaman, I. Hadiyah, and Y. Nuraeni, “Mitigasi Cekaman Salinitas pada Fase Perkecambahan Kedelai melalui Invigorasi dengan Ekstrak Kulit Manggis dan Ekstrak Kunyit,” *AGROSAINSTEK: Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian*, vol. 5, no. 1, pp. 18–26, 2021, doi: 10.33019/agrosainstek.v5i1.172.
- [8] “Pengaruh Variasi Dosis Pupuk Organik Cair Limbah Air Tahu dan Kulit Telur Ayam terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kedelai (Glycine max L.),” *AGRIUM: Jurnal Ilmu Pertanian*, vol. 26, no. 1, Apr. 2023, doi: 10.30596/agrium.v26i1.13447.
- [9] “ampas tahu tricodema”.

- [10] E. Marian *et al.*, “PEMANFAATAN LIMBAH CAIR TAHU SEBAGAI PUPUK ORGANIK CAIR Utilization of Tofu Liquid Waste to Growth and Yield of Chicory (*Brasica pekinensi*).”
- [11] M. Islami Yakti and O. Sarhesti Padmini, “RESPONSE OF GROWTH AND YIELD OF EDAMAME SOYBEANS (*Glycine max L. Merrill*) IN VARIOUS DOSES OF COW MANURE AND *Trichoderma harzianum*.”
- [12] “document”.
- [13] R. N. Amalia *et al.*, “Potensi Limbah Cair Tahu sebagai Pupuk Organik Cair di RT. 31 Kelurahan Lempake Kota Samarinda,” *ABDIKU: Jurnal Pengabdian Masyarakat Universitas Mulawarman*, vol. 1, no. 1, pp. 36–41, 2022, doi: 10.32522/abdiku.v1i1.38.
- [14] Mariana, “APLIKASI *Trichoderma sp.* DALAM MENEKAN PENYAKIT MOLER PADA TANAMAN BAWANG MERAH (*Allium ascalonicum L.*),” *Agrosamud*, vol. 9, no. 1, pp. 10–18, 2022.
- [15] “, Nanang Tri Haryadi,” vol. 5, no. 1, pp. 68–80, 2022.
- [16] G. Carro-Huerta *et al.*, “Colonization of *Vitis vinifera L.* By the endophyte *Trichoderma sp.* strain t154: Biocontrol activity against *Phaeoacremonium minimum*,” *Front Plant Sci*, vol. 11, pp. 1–15, 2020, doi: 10.3389/fpls.2020.01170.
- [17] J. Nahampun, “RESPON PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI TANAMAN KACANG KEDELAI (*GlycinemaxL*) DENGAN PEMBERIAN APLIKASI KOMPOS KULIT BUAH KAKAO DAN *Trichoderma sp.*,” pp. 1–82, 2021.
- [18] Sutarman and A. Miftahurrohmat, “Growth Response of Soybean Varieties to *Trichoderma* Application on Acid Soils,” *E3S Web of Conferences*, vol. 316, 2021, doi: 10.1051/e3sconf/202131603007.
- [19] Sutarman, A. Miftahurrohmat, A. E. Prihatiningrum, and S. Arifin, “Biomass Extract of *Ipomea carnea* and Its Inhibition against *Trichoderma asperellum*,” *E3S Web of Conferences*, vol. 316, 2021, doi: 10.1051/e3sconf/202131603011.
- [20] A. Miftahurrohmat and Sutarman, “Utilization of *Trichoderma sp.* and *Pseudomonas fluorescens* as biofertilizer in shade-resistant soybean,” in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Institute of Physics Publishing, May 2020. doi: 10.1088/1757-899X/821/1/012002.
- [21] S. Sutarman, “Artikel 1383-IJESD-3429.”

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.