

Kompatibilitas Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana* dengan Penambahan Minyak Nabati pada Media Tumbuh Alternatif Jagung

Siti Yasmin Fauzia Kulsum, Lutfi Afifah, dan Sugiarto

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Singaperbangsa Karawang
email: lutfiafifah@staff.unsika.ac.id

Abstrak

Cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana* sebagai pengendalian biologis dapat dijadikan alternatif pengendalian *Nilaparvata lugens*. Perbanyakkan *B. bassiana* membutuhkan nutrisi yang sesuai untuk pertumbuhan. Media alternatif jagung dengan penambahan minyak nabati, seperti minyak kacang tanah dan minyak biji jarak memiliki nutrisi tambahan yang dapat mempengaruhi pertumbuhan cendawan entomopatogen. Penelitian ini bertujuan mendapatkan media tumbuh jagung dengan penambahan minyak nabati yang memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan cendawan entomopatogen *B. bassiana*. Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktor Tunggal terdiri dari 7 perlakuan dalam 4 ulangan: K (Kontrol Jagung); K1 (Jagung + Minyak Kacang Tanah 2 ml/25 g); K2 (Jagung + Minyak Kacang Tanah 5 ml/25 g); K3 (Jagung + Minyak Kacang Tanah 10 ml/25 g); J1 (Jagung + Minyak Biji Jarak 2 ml/25 g); J2 (Jagung + Minyak Biji Jarak 5 ml/25 g); J3 (Jagung + Minyak Biji Jarak 10 ml/25 g). Data penelitian dianalisis menggunakan sidik ragam (ANOVA) dan apabila uji F taraf 5% signifikan maka dilakukan uji lanjut DMRT pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media jagung yang ditambahkan minyak kacang tanah memberikan pengaruh nyata terhadap diameter koloni tertinggi yaitu 7,94 cm pada media jagung 25 g + minyak kacang tanah 5 ml. penambahan minyak kacang tanah dengan media alternatif jagung kompatibel untuk pertumbuhan *B. bassiana*.

Kata kunci: *Beauveria bassiana*, media tumbuh, minyak nabati, diameter koloni

Abstract

The entomopathogenic fungus Beauveria bassiana can served as an alternative biological control for Nilaparvata lugens. The propagation of B. bassiana requires appropriate nutrients for growth. A corn medium supplemented with vegetable oils, such as peanut oil and castor oil, provides additional nutrients that can affect the growth of the entomopathogenic fungus. This study aims to identify the best corn medium supplemented with vegetable oils for the growth of B. bassiana. The study employed a Completely Randomized Design (CRD) with a single factor consisting of 7 treatments in 4 replications: K (Corn Control); K1 (Corn + Peanut Oil 2 ml/25 g); K2 (Corn + Peanut Oil 5 ml/25 g); K3 (Corn + Peanut Oil 10 ml/25 g); J1 (Corn + Castor Oil 2 ml/25 g); J2 (Corn + Castor Oil 5 ml/25 g); J3 (Corn + Castor Oil 10 ml/25 g). The data were analyzed using Analysis of Variance (ANOVA), and if the F-test at 5% was significant, further analysis was conducted using the DMRT test at 5%. The results showed that the corn medium supplemented with peanut oil significantly affected the highest colony diameter, which was 7.94 cm on the medium with 25 g corn and 5 ml peanut oil. The addition of peanut oil to the corn medium was found to be compatible for the growth of B. Bassiana.

Keywords : *Beauveria bassiana*, growth medium, vegetable oil, colony diameter

PENDAHULUAN

Pengendalian Hama Terpadu (PHT) diperlukan karena merupakan sistem pengendalian yang menggunakan semua cara yang sesuai dan kompatibel dalam mengurangi populasi hama pada tingkat satu di bawah tingkat ambang kerusakan ekonomis (Nurkholis *et al.*, 2023) [1]. Salah satu komponen Pengendalian Hama Terpadu (PHT) ialah menggunakan musuh alami hama yang tersedia di alam karena tidak menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan, ekologi tetap lestari, dan termasuk pengendalian dalam jangka panjang (Matolla dan Idris, 2022) [2].

Pengendalian dengan memanfaatkan musuh alami dapat menekankan terjadinya resurgensi dan resistensi. Salah satu jenis cendawan entomopatogen yang telah banyak dikembangkan sebagai agens hayati dalam mengendalikan berbagai jenis hama dan penyakit adalah *Beauveria bassiana* (Bayu *et al.*, (2021) [3]. *B. bassiana* memerlukan media yang mengandung seluruh nutrisi esensial dalam pertumbuhan dan perkembangbiakannya (Indrayani dan Prabowo, 2016).

Media tumbuh cendawan entomopatogen berpengaruh terhadap pertumbuhan cendawan, laju pembentukan koloni dan jumlah konidia (Fitrah *et al.*, 2021). Kesesuaian antara komposisi karbohidrat, pati, glukosa, dan protein menentukan pertumbuhan spora. Pertumbuhan miselium *B. bassiana* dipengaruhi oleh sumber karbon dari karbohidrat yaitu sukrosa yang berperan sebagai bahan pengangkut dalam suspensi konidia untuk meningkatkan patogenisitas cendawan entomopatogen (Afandi *et al.*, 2012).

Penggunaan media jagung untuk pertumbuhan cendawan entomopatogen dalam perbanyak *B. bassiana* dapat dilakukan (Kansrini, 2015). Kandungan dari protein dan karbohidrat yang terdapat dalam media jagung mencukupi kebutuhan *B. bassiana* dengan pertumbuhan yang lebih baik serta daya kecambah dan jumlah konidia tinggi (Hasyim *et al.*, 2005). Efektivitas *B. bassiana* dipengaruhi oleh banyak faktor yaitu jenis isolat, konsentrasi, konidia, suhu, curah hujan, kelembapan, sinar matahari, dan iklim (Bagariang *et al.*, 2023).

Minyak nabati merupakan minyak yang diperoleh dengan cara diekstraksi dari berbagai bagian tumbuhan atau tanaman. Kandungan di

dalam minyak nabati diantaranya sumber energi, pelarut vitamin A, D, E dan K, serta kaya akan kandungan asam lemak esensial terutama asam lemak tak jenuh (*unsaturated fatty acid*) (Djamaludin dan Chamidah, 2021).

Sumber nitrogen untuk pertumbuhan didapatkan dari asam lemak yang mengalami perombakan oleh enzim lipase dari cendawan entomopatogen. Selain itu, terdapat gliserol sebagai sumber energi bagi pertumbuhan dan perkembangan konidia saat mengalami cekaman kekeringan dalam mempertahankan kelembaban konidia. Salah satu asam lemak tidak jenuh yaitu asam linoleat berfungsi dalam memacu tingkat perkecambahan konidia (Prayogo, 2011). Penambahan minyak nabati memberikan perlindungan pada lapisan konidia cendawan sehingga menunjukkan toleransi paparan sinar matahari terhadap konidia cendawan melalui pembentukan biofilm (Ningrum dan Asri, 2019).

Penambahan minyak kacang tanah kompatibel dengan *B. bassiana* pada semua konsentrasi yaitu 1, 3, 5 dan 10%, pada konsentrasi minyak kacang tanah 10% memberikan hasil yang lebih tinggi dengan pertumbuhan koloni radial dengan diameter 36,90 mm dan hasil spora sebesar $1,2 \times 10^8$ spora (Athisintha *et al.*, 2020). Penambahan minyak biji jarak dengan konsentrasi 10% pada suspensi *Lecanicillium lecanii* memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan mortalitas hama ulat grayak dengan hasil tertinggi sebesar 31,72% (Mawardani *et al.*, 2022).

METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT) Kampus 2, Fakultas Pertanian, Universitas Singaperbangsa Karawang, Jawa Barat.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah isolat cendawan *B. bassiana* koleksi Laboratorium OPT Fakultas Pertanian Universitas Singaperbangsa Karawang, media PDA (*Potato Dextrose Agar*), media jagung giling, minyak nabati berupa minyak kacang tanah dan minyak biji jarak, alkohol 70% dan akuades steril.

Alat yang diperlukan dalam penelitian ini adalah cawan Petri, *cork borer*, *erlenmeyer*, jarum *Ent*, *magnetic stirrer*, *vortex mixer*,

micropipette, haemocytometer, mikroskop compound olympus, object glass, cover glass, Laminar Air Flow, autoclave, beaker glass, alat tulis, kapas, masker, sarung tangan latex, dan hp.

Rancangan Penelitian

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktor Tunggal terdiri dari 7 perlakuan dan diulang sebanyak 4 kali:

K : Kontrol Media Jagung)

K1 : Jagung + Minyak Kacang Tanah 2 ml/25 g

K2 : Jagung + Minyak Kacang Tanah 5 ml/25 g

K3 : Jagung + Minyak Kacang Tanah 10 ml/25 g

J1 : Jagung + Minyak Biji Jarak 2 ml/25 g

J2 : Jagung + Minyak Biji Jarak 5 ml/25 g

J3 : Jagung + Minyak Biji Jarak 10 ml/25 g.

Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Pembuatan Media Jagung

Media jagung giling dicuci bersih dan direndam selama 24 jam kemudian ditimbang menggunakan timbangan analitik sebanyak 25 g pada cawan Petri berukuran diameter 9 cm. Media disterilisasi menggunakan *autoclave* selama 60 menit.

Perbanyakkan *B. bassiana*

Perbanyakkan dilakukan secara steril di dalam *Laminar Air Flow* (LAF), isolat cendawan *B. bassiana* diperbanyak pada media PDA dalam cawan Petri. Cendawan diinokulasi menggunakan jarum *Ent* kemudian di inkubasi selama 14 hari. Setelah itu dilakukan perbanyakkan *B. bassiana* pada media jagung dengan penambahan minyak nabati, inkubasi selama 21 hari dan diamati perkembangannya.

VARIABEL PENELITIAN

Variabel penelitian yang diamati meliputi suhu dan kelembapan, periode inkubasi, uji laju pertumbuhan, dan diameter pertumbuhan koloni. Pengukuran suhu dan kelembapan menggunakan alat ukur *thermohyrometer* selama kegiatan percobaan dilakukan dalam laboratorium. Pengamatan uji laju pertumbuhan koloni pada hari ke 2, 4, 6, 8, 10, 12, dan 14, 16, 18, 20 hsi dengan menghitung kemiringan garis pada saluran diameter pada saat pengamatan. Pengukuran diameter koloni setiap hari selama 21 hsi (hari setelah inokulasi) menggunakan alat ukur penggaris (cm) pada cawan Petri dengan

mengambil 4 titik garis lurus dan dihitung diameter rata-ratanya (Afifah dan Saputro, 2020).

Analisa Data

Data yang diperoleh dilakukan analisis statistik menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) berdasarkan model linear dari Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktor tunggal untuk mengetahui pengaruh penambahan minyak nabati pada media tumbuh jagung cendawan *B. bassiana*. Jika hasil uji F untuk perlakuan dalam sidik ragam menunjukkan berbeda nyata ($F_{hitung} > F_{tabel 5\%}$), maka dilakukan uji lanjut menggunakan Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Suhu dan Kelembapan

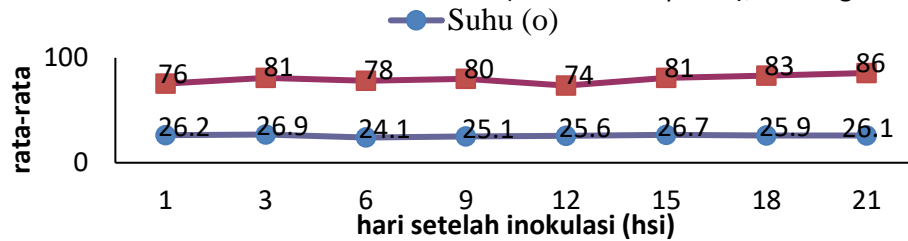
Suhu dan kelembapan berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan *Beauveria bassiana*. Hasil pengamatan selama masa inkubasi suhu berkisaran 24,7 sampai 26,8 dengan suhu rata-rata sebesar 25,6° C dan kelembapan udara selama masa inkubasi berkisar antara 70% sampai 87%, dengan rata-rata 79% (Gambar 1). Suhu optimal untuk perkembangan isolat cendawan *B. bassiana* berkisar antara 25-30°C dan kelembapan paling baik sekitar 85-100% (Sodiq dan Martiningsia, 2009).

Hal ini menunjukkan kelembapan udara kurang mendukung terhadap pertumbuhan dan perkembangan cendawan. Pendapat ini diperkuat dengan penelitian Wargane *et al.*, (2019) bahwa kelembapan udara sebesar 95% merupakan kondisi optimal untuk memengaruhi pertumbuhan *B. bassiana* dengan cepat.

Keberhasilan penggunaan jamur *B. bassiana* yaitu suhu dan kelembapan (Putri *et al.*, 2015). Perkembangan koloni dan konidia yang berkecambah dipengaruhi oleh suhu. Pada suhu tinggi koloni lebih lambat dan konidia yang berkecambah menurun, sedangkan pada suhu rendah koloni dan konidia yang berkecambah meningkat. Suhu dan kelembapan yang optimal berfungsi untuk perkecambahan konidia cendawan dan proses infeksi terhadap serangga inang (Prayogo, 2010).

Diameter Koloni

Pertumbuhan mikroorganisme cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana* memiliki 6 pola pertumbuhan yang berbeda yaitu fase penyesuaian (*lag phase*), fase percepatan (*acceleration phase*), fase logaritmik



Gambar 1. Grafik rata-rata suhu dan kelembapan Udara

Periode Inkubasi

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa rata-rata periode inkubasi *B. bassiana* untuk perlakuan media jagung dengan penambahan minyak nabati yaitu minyak kacang tanah dan minyak biji jarak yaitu 1 hari setelah inokulasi (hsi) (Tabel 1).

Tabel 1. Rata-rata Periode Inkubasi *B. bassiana*

Perlakuan	Rata-rata Periode Inkubasi (hsi)
K	1
K1	1
K2	1
K3	1
J1	1
J2	1
J3	1

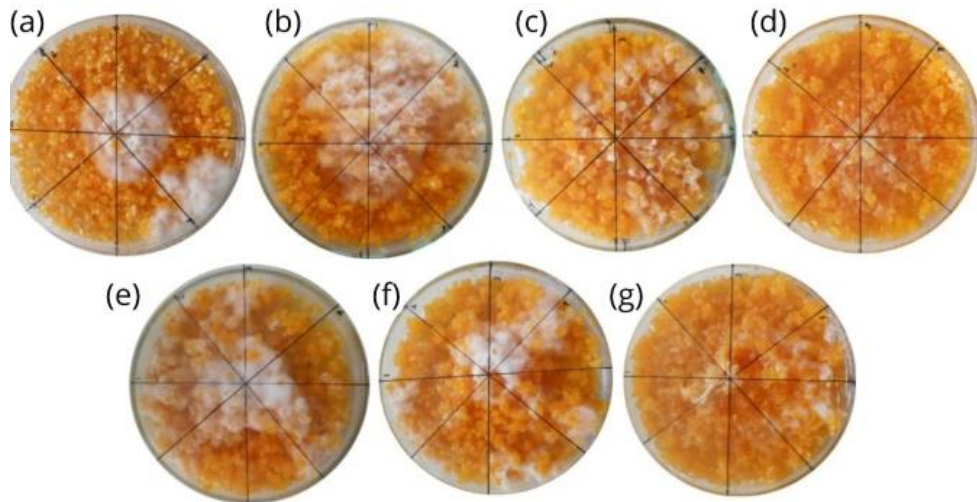
Keterangan: (K) Media Jagung, (K1) Jagung + Minyak Kacang Tanah 2 ml/25 g, (K2) Jagung + Minyak Kacang Tanah 5 ml/25 g, (K3) Jagung + Minyak Kacang Tanah 10 ml/25 g, (J1) Jagung + Minyak Biji Jarak 2 ml/25 g, (J2) Jagung + Minyak Biji Jarak 5 ml/25 g, (J3) Jagung + Minyak Biji Jarak 10 ml/25 g.

Penelitian Aena, (2019) menunjukkan periode inkubasi cendawan entomopatogen *Lecanicillium lecanii* menggunakan media jagung tumbuh pada 1 hsi. Cendawan akan berkembang jika ada kontak dengan media biakan yang disediakan karena adanya nutrisi yang bisa dimanfaatkan oleh cendawan (Gusnawaty *et al.*, 2017).

(*exponential growth phase*), fase pertumbuhan melambat (*decline phase*), fase nol (*stationary phase*), dan fase menuju kematian (*phase of accelerated death*) (Ariyadi *et al.*, 2011; Juuso, 2020) [25, 26].

Fase pertama disebut fase lag dimana pertumbuhan hampir konstan dan mikroorganisme sedang beradaptasi terhadap media tumbuh sebelum digunakan untuk pertumbuhan. Selanjutnya, fase pertumbuhan awal ditandai dengan terjadi peningkatan pertumbuhan. Pada fase eksponensial mikroorganisme aktif membelah diri, namun kecepatan tumbuh konstan karena dengan waktu yang tetap.

Selanjutnya fase pertumbuhan melambat dimulai ketika substrat mulai menjadi pembatas terhadap pertumbuhan konidia, lalu laju pertumbuhan melambat sampai mencapai nol dan fase pertumbuhan tetap dimulai. Pada fase pertumbuhan tetap, jumlah mikroorganisme yang hidup tetap konstan, tetapi fase ini penting karena banyak mikroorganisme yang hanya diproduksi selama fase berlangsung. Fase terakhir disebut fase kematian, selama fase ini berlangsung laju pertumbuhan mikroorganisme menurun (Juuso, 2020) [26].



Gambar 2. *B. bassiana* umur 14 hsi (a) Media Jagung, (b) Jagung + Minyak Kacang Tanah 2 ml/25 g, (c) Jagung + Minyak Kacang Tanah 5 ml/25 g, (d) Jagung + Minyak Kacang Tanah 10 ml/25 g, (e) Jagung + Minyak Biji Jarak 2 ml/25 g, (f) Jagung + Minyak Biji Jarak 5 ml/25 g, (g) Jagung + Minyak Biji Jarak 10 ml/25 g.

Berdasarkan karakteristik makroskopis *B. bassiana* dapat dibedakan menjadi *cottony* (bentuk hifa agak panjang dan menyebar ke segala arah seperti kapas), *wholly* (bentuk hifa agak panjang dan menebal seperti wol), *velvety* (bentuk hifa pendek, lurus dan tebal), *zonate* (bentuk seperti garis atau segmen dengan tekstur berbeda) (Rohman *et al.*, 2017), *farinaceous* (bentuk koloni seperti tepung) (Saputro *et al.*, 2019).

Pada penelitian ini dari 7 perlakuan *B. bassiana* yang diuji mengidentifikasi hanya ada 2 karakter makroskopis yang terlihat yaitu karakter *cottony* K, K1, K2, J1, J2, dan J3. Perlakuan yang membentuk karakter *wholly* adalah K3.

Berdasarkan Gambar 2 cendawan menunjukkan ketebalan morfologi miselium terhadap media jagung dan media jagung + minyak nabati berbeda-beda. Pada perlakuan media jagung + minyak kacang tanah didapatkan bahwa miselium yang terlihat sangat tipis dibandingkan dengan perlakuan media jagung + minyak biji jarak dan perlakuan media tumbuh jagung. Pertumbuhan hifa pada media PDA lebih cepat dibandingkan dengan media jagung dan beras karena perbedaan kandungan nutrisi di masing-masing media.

Hasil percobaan ini mengindikasikan bahwa penambahan minyak kacang tanah dan minyak biji jarak pada media jagung memengaruhi diameter koloni *B. bassiana*. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dengan penambahan minyak kacang tanah 5ml/25 g pada media jagung mendapat rata-rata diameter koloni tertinggi sebesar 7,94 cm dan terendah terjadi pada kontrol dengan rata-rata diameter koloni terendah sebesar 7,09 cm (Gambar 3).

Pertumbuhan hifa dan miselium dipengaruhi oleh nitrogen (N) yang terkandung dalam protein karena berperan dalam mendukung fase vegetatif. Jika pertumbuhan vegetatif berjalan dengan baik, maka pertumbuhan generatif (sporulasi) juga akan optimal. Protein dibutuhkan untuk pembentukan hifa dan sintesis enzim. Selain protein, karbohidrat dan glukosa juga dibutuhkan untuk pertumbuhan dan perkembangan cendawan (Afifah, 2011; Afifah *et al.*, 2021) [29, 30].

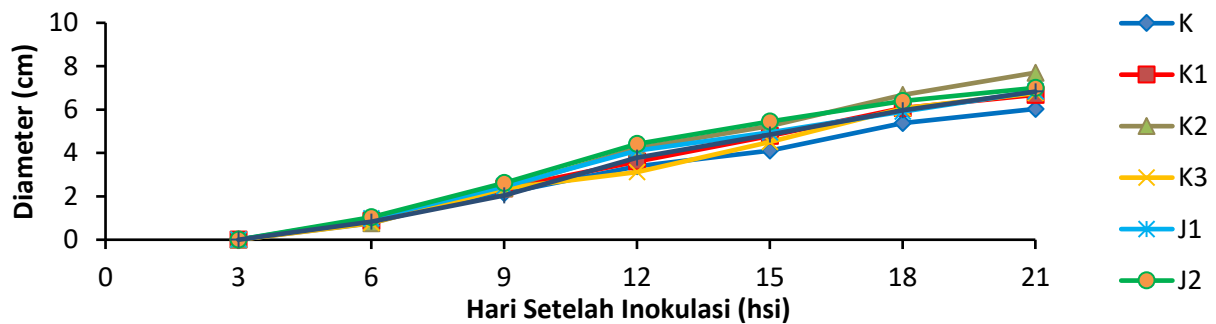
Sejalan hasil penelitian yang dilakukan Veiter *et al.*, (2018) bahwa ketebalan dan morfologi miselium dipengaruhi oleh karakteristik isolat cendawan, ketersediaan oksigen, difusi substrat ke dalam pellet, dan kondisi lingkungan dan media tumbuh. Akan tetapi, ketebalan morfologi miselium cendawan entomopatogen tidak menjadi faktor penentu

dalam menentukan viabilitas atau kerapatan konidia cendawan.

Berdasarkan hasil penelitian Ihsan, (2023) menunjukkan pertumbuhan koloni *B. bassiana* pada media jagung, jagung + minyak jagung 5 ml, dan jagung + minyak kelapa 5 ml setelah 21 hsi menghasilkan rata-rata diameter koloni sebesar 8,98 cm; 9,00 cm; 8,98 cm. Hal ini diduga karena perbedaan hasil diameter terjadi pada perbedaan jenis dan dosis pada setiap perlakuan.

Kandungan yang terdapat pada minyak berpengaruh dalam pertumbuhan cendawan

PDA + ekstrak biji sirsak 3 ml, dan PDA + biji jarak 5ml setelah 15 hsi menghasilkan rata-rata diameter koloni sebesar 8,46 cm; 8,15 cm; 7,48 cm.



Gambar 2. Grafik rata-rata diameter koloni *B. Bassiana* (K) Media Jagung, (K1) Jagung + Minyak Kacang Tanah 2 ml/25 g, (K2) Jagung + Minyak Kacang Tanah 5 ml/25 g, (K3) Jagung + Minyak Kacang Tanah 10 ml/25 g, (J1) Jagung + Minyak Biji Jarak 2 ml/25 g, (J2) Jagung + Minyak Biji Jarak 5 ml/25 g, (J3) Jagung + Minyak Biji Jarak 10 ml/25 g.

yaitu komponen asam lemak jenuh dan asam lemak tak jenuh sebagai sumber nitrogen yang baik bagi pertumbuhan cendawan entomopatogen dan gliserol sebagai sumber energi bagi pertumbuhan dan perkembangan konidia (Prayogo, 2011).

Minyak kacang tanah mengandung asam lemak tak jenuh (UFA) yang paling banyak ditemukan adalah asam oleat sebesar 39,71-55,89% dan asam linoleat sebesar 20,21-35,59%, sedangkan asam lemak jenuh (SFA) dengan komposisi sedikit yaitu palmitat 11.91-17.16% (Musalima *et al.*, 2019). Sementara itu pada minyak biji jarak memiliki kandungan yang terdapat di dalam asam lemak minyak jarak yaitu asam risinoleat, oleat, stearat, palmitat, linoleat, dan asam linolenat. Asam lemak tak jenuh yang dominan yaitu asam risinoleat dengan komposisi penyusun sekitar 75-90% dari total komposisi minyak (Yeboah *et al.*, 2021).

Sejalan dengan hasil penelitian lain yang berbeda oleh Dewi, (2022) bahwa pertumbuhan koloni *L. lecanii* pada media tumbuh kontrol PDA,

KESIMPULAN

Media jagung dengan penambahan minyak nabati (minyak kacang tanah dan minyak biji jarak) berpengaruh terhadap pertumbuhan koloni cendawan entomopatogen *B. bassiana*. Pertumbuhan koloni tertinggi terjadi pada perlakuan K2 (Media jagung + Minyak kacang tanah 2 ml/25 g) sebesar 7,94 setelah 21 hsi.

Asam lemak tak jenuh yang terdapat pada minyak kacang tanah berpengaruh terhadap pertumbuhan cendawan yang digunakan sebagai sumber nitrogen dan energi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. [Nurkholis N, Saechon S, Susanti I. Teknologi pengendalian hama terpadu (PHT) dalam pengembangan tanaman kubis. Jurnal Ilmiah Hijau Cendekia. 2023;8(1):31. <https://doi.org/10.32503/hijau.v8i1.307>

- 8.
- [2]. Matolla PI, Idris MY. Identifikasi cendawan entomopatogen *Beauveria* spp. yang menginfeksi serangga hama pada pertanaman padi sawah. *Journal TABARO Agriculture Science*. 2022;6(2):723-726.
- [3]. Aena AC. Seleksi media alternatif untuk perbanyak cendawan entomopatogen *Lecanicillium lecanii* (Zimmermann) Viegas serta infektivitasnya terhadap hama lanas ubi jalar *Cylas formicarius* (Fabricius) [Skripsi]. Karawang: Universitas Singaperbangsa; 2019.
- [4]. Afandhi A, Chailani S., Agustawati. Evaluation of sucrose for in vitro germination and growth of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin and *Paecilomyces* sp. (*Dauteromycetes, Moniliales*). *Journal Tropica Plant*. 2012;(1): 39-45.
- [5]. Afifah L. Pertumbuhan cendawan entomopatogen *lecanicillium lecanii* pada berbagai media serta infektivitasnya terhadap kutu daun kedelai aphid *Glycines matsumura* (Hemiptera: Aphididae) [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor; 2011.
- [6]. Afifah L, Desriana R, Kurniati A, Maryana R. Viability of entomopathogenic fungi *Metarhizium anisopliae* (metsch) sorokin in some alternative media and different shelf-life. *International Journal of Agriculture System*. 2021;8(2):108-18. <https://doi.org/10.20956/ijas.v8i2.2478>
- [7]. Afifah L, Saputro NW. Growth and viability of entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* (balsamo) vuillemin in different alternative media. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020;468(1).<https://doi.org/10.1088/1755-1315/468/1/012037>
- [8]. Ariyadi T, Dewi SS. Pengaruh sinar ultra violet terhadap pertumbuhan bakteri *Bacillus* sp. sebagai bakteri kontaminan. *Jurnal Kesehatan*. 2011;10:98-107.
- [9]. Athisinthia S, Manimegalai S, Nithya PR, Vishnupriya R, Muthulakshmi P. In vitro efficacy of *Beauveria bassiana* (Balsamo) vuillemin Against *Tetranychus urticae* koch on tuberose. *Journal of Biological Control*. 2020;34(4):270-280. <https://doi.org/10.18311/jbc/2020/24796>
- [10]. Bagariang W, Kurniati A, Lestrari TMP, Mahmudah D, Suyanto H, Cahyana NA. Uji media padat *Beauveria bassiana* terhadap mortalitas, pembentukan pupa dan kemunculan imago *Spodoptera litura* Fabr. *Agro Wiralodra*. 2023;6(1):1-8. <https://doi.org/10.31943/agrowiralodra.v6i1.86>
- [11]. Bayu MSYI, Prayogo Y, Indiaty SW. *Beauveria bassiana*: Biopestisida ramah lingkungan dan efektif untuk mengendalikan hama dan penyakit tanaman. *Buletin Palawija*. 2021;19(1):41-63.<https://doi.org/10.21082/bulpa.v19n1.2021.p41-63>
- [12]. Dewi PK. Sinergisme cendawan entomopatogen *Lecanicillium lecanii* dengan ekstrak biji tumbuhan dan pengaruhnya terhadap mortalitas hama penggerek ubi jalar *Cylas formicarius* (Fabricius) [Skripsi]. Karawang: Universitas Singaperbangsa; 2012.
- [13]. Djamaludin H, Chamidah A. Kualitas ekstrak minyak mikroalga *Spirulina* sp. dengan metode ekstraksi yang berbeda. *Prosiding Simposium Nasional VIII Kelautan dan Perikanan*. 2021; p. 215-24.
- [14]. Fitrah Z, Suryanti, Netty. Uji Pertumbuhan jamur *Beauveria bassiana* pada beberapa media pertumbuhan. *AGrotekMAS Jurnal Indonesia: Jurnal Ilmu Peranian*. 2021;2(1):18-23.
- [15]. Gusnawaty HS, Taufik M, Bande LOS, Asis A. Effectiveness of several media for propagation biological agent *Trichoderma* sp. *Journal of Tropical Plant Pests and Diseases*. 2017;17(1):70-76. <https://doi.org/10.23960/j.hptt.11770-76>
- [16]. Hasyim A, Yasir H, Azwana A. Perbanyak *Beauveria bassiana* (Balsamo) vuillemin dan infektivitasnya terhadap hama penggerek bonggol pisang *Cosmopolites sordidus* Germar. *Jurnal Hortikultura*. 2005;15(2):84802???
- [17]. Ihsan AK. Virulensi cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana* terhadap wereng batang coklat *Nilaparvata lugens* Stal. [Skripsi].

- Karawang: Universitas Singaperbangsa; 2023.
- [18]. Indrayani IGAA, Prabowo H. Pengaruh komposisi media terhadap produksi konidia jamur entomopatogen *Beauveria bassiana* (balsamo) vuillemin. buletin tanaman tembakau, serat & minyak industri. 2016;2(2):88-94. <https://doi.org/10.21082/bultas.v2n2.2010.88-94>
- [19]. Juuso EK. 2020. Intelligent dynamic simulation of fed-batch fermentation processes. Proceedings of The 60th SIMS Conference on Simulation and Modelling SIMS 2019, August 12-16, Västerås, Sweden. 2020;170:132-38. <https://doi.org/10.3384/ecp20170132>
- [20]. Kansrini Y. Uji Berbagai jenis media perbanyakkan terhadap perkembangan jamur *beauveria bassiana* di laboratorium. Jurnal Agricra Ekstensia. 2015;9(1): 34-39.
- [21]. Mawardani F, Mujoko T, Widayati W. Aplikasi *Lecanicillium lecanii* dan minyak biji jarak untuk mengendalikan hama ulat grayak. *Jurnal Agrohitia*. 2022;7(4):685-89.
- [22]. Musalima JH, Ogwok P, Mugampoza, D. Fatty acid composition of oil from groundnuts and oyster nuts grown in uganda. *Journal of Food Research*. 2019;8(6):37. <https://doi.org/10.5539/jfr.v8n6p37>
- [23]. Ningrum EF, Asri MT. Patogenitas cendawan entomopatogen *Lecanicillium lecanii* dengan penambahan minyak kacang tanah terhadap mortalitas ulat grayak. *Jurnal Lentera Biologi*. 2019;8(2):91-95.
- [24]. Nurkholis N, Saechon S, Susanti I. Penerapan teknologi pengendalian hama terpadu (PHT) dalam pengembangan tanaman kubis. *Jurnal Ilmiah Hijau Cendekia*. 2023;8(1):31. <https://doi.org/10.32503/hijau.v8i1.3078>
- [25]. Prayogo Y. Efficacy of the Fungus entomopatogen *Lecanicillium lecanii* (Xsre&Gsmd) for Controlling Brown Ladybug Pests on Soybean. *Buletin Palawija*. 2010;61(20):47-61.
- [26]. Prayogo Y. Sinergisme cendawan entomopatogen *Lecanicillium lecanii* dengan insektisida nabati untuk meningkatkan efikasi pengendalian telur kepik coklat *Riptortus linearis* pada kedelai. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*. 2011;11(2):166-176. <https://doi.org/10.23960/J.HPTT.211166-176>
- [27]. Putri MHO, Kasmara H, Melanie. Jamur entomopatogen *Beauveria bassiana* (Balsamo, 1912) sebagai agen pengendali nyamuk *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762). *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*. 2015. [1 September 2015]; 1472-77. <https://doi.org/10.13057/psnmbi/m010636>
- [28]. Rohman FL, SaputroTB, Prayogo Y. Pengaruh penambahan senyawa berbasis kitin terhadap pertumbuhan cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana*. *Jurnal Sains dan Seni ITS*. 2017;6(2). <https://doi.org/10.12962/j23373520.v6i2.23827>
- [29]. Saputro TB, PrayogoY, Rohman FL, Alami N.H. The virulence improvement of *Beauveria bassiana* in infecting *Cylas formicarius* modulated by various chitin based compounds. *Biodiversitas*. 2019; 20(9):2486-2493. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d20090>
- [30]. Sodiq M, Martiningsia D. 2009. Pengaruh *Beauveria bassiana* terhadap mortalitas semut rangrang *Oecophylla smaragdina* (F.) (Hymenoptera: Formicidae). *Jurnal Entomologi Indonesia*. 2009;6(2):53. <https://doi.org/10.5994/jei.6.2.53>
- [31]. Veiter L, Rajamanickam V, dan Herwig C. The Filamentous fungal pellet relationship between morphology and productivity. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 2018;102(7):2997-3006. <https://doi.org/10.1007/s00253-018-8818-7>
- [32]. Wargane V, Parate S. S. B.-J. of, dan undefined. 2019. Cultural and morphological characterizations of *Beauveria bassiana*. *Phytojournal*. 2019; 8(6):591-94. <https://www.phytojournal.com/archives?year=2020&vol=9&issue=1&ArticleId=10507>
- [33]. Yeboah A, Ying S, Lu J, Xie Y, Amoanima-

Dede, H., Boateng, K. G. A., Chen, M., dan Yin, X. 2021. Castor oil (*Ricinus communis*): A review on the chemical composition and

physicochemical properties. *Food Science and Technology (Brazil)*. 2021;399-413. <https://doi.org/10.1590/fst.19620>