

**EFEKTIVITAS LIMBAH CAIR TAHU DAN AIR KELAPA
SEBAGAI MEDIA ALTERNATIF PERBANYAKAN
Bacillus mycoides DALAM MENGENDALIKAN
ANTRAKNOSA CABAI SECARA IN VITRO**

**Wafiah Huwaina Zata Dini¹⁾, Endang Triwahyu Prasetyawati^{1*)},
dan Arika Purnawati¹⁾**

¹⁾Program Studi Agroteknologi, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”
Jawa Timur

^{*)}Email korespondensi: endang_tp@upnjatim.ac.id

ABSTRAK

Cabai (*Capsicum annuum* L.) merupakan komoditas hortikultura utama di Indonesia. Organisme pengganggu tanaman (OPT) yang menyerang cabai adalah *Colletotrichum* sp. penyebab penyakit antraknosa. *Bacillus mycoides* dapat mengendalikan penyakit antraknosa. Limbah cair tahu dan air kelapa dapat dimanfaatkan sebagai media alternatif perbanyakan *B. mycoides*. Penelitian disusun dengan rancangan acak lengkap faktorial (RALF) dengan dua faktor dan tiga ulangan. Faktor pertama adalah media alternatif: NB/PDA, limbah cair tahu, air kelapa, dan limbah cair tahu + air kelapa. Faktor kedua adalah umur biakan: 24 jam dan 48 jam. Data dianalisis menggunakan Analisa ragam (Anova) dan apabila terdapat pengaruh yang nyata, maka dilanjutkan dengan uji BNT pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat interaksi perlakuan yang nyata antara perlakuan jenis media dengan umur biakan terhadap pertumbuhan *Bacillus mycoides* serta antagonismenya terhadap jamur *Colletotrichum* sp. Perlakuan B3A1 (media air kelapa dengan umur biakan 24 jam) menghasilkan jumlah koloni sebesar 1.53×10^{12} CFU/ml dan mengakibatkan daya hambat tertinggi terhadap *Colletotrichum* sp. sebesar 40.48%.

Kata kunci: media alternatif, limbah cair tahu, air kelapa, *Bacillus* sp., antraknosa

ABSTRACT

Chili pepper (*Capsicum annuum* L.) is a major horticultural commodity in Indonesia. One of the plant pests that attacks chili peppers is *Colletotrichum* sp., the cause of anthracnose disease. *Bacillus mycoides* is known to be able to control anthracnose disease. Tofu wastewater and coconut water can be used as alternative media for *B. mycoides* propagation. The study was arranged using a completely randomized factorial design (RALF) with two factors and three replications. The first factor was alternative media: NB/PDA, tofu wastewater, coconut water, and tofu wastewater + coconut water. The second factor was the culture age: 24 hours and 48 hours. Data were analyzed using Analysis of Variance (ANOVA) and if there was a significant effect, the examination

continued with the LSD test at the 5% level. The results showed that there was a significant interaction between the type of media treatment and the culture age on the growth of Bacillus mycoides and its antagonism against Colletotrichum sp. The B3A1 treatment (coconut water medium with a 24-hour culture period) produced a colony count of 1.53×10^{12} CFU/ml and resulted in the highest inhibition rate against Colletotrichum sp. at 40.48%.

Keywords: alternative media, tofu wastewater, coconut water, Bacillus sp., anthracnose

PENDAHULUAN

Cabai (*Capsicum annuum* L.) termasuk komoditas hortikultura utama di Indonesia. Kebutuhan cabai nasional setiap tahunnya untuk kota-kota besar mencapai sekitar 800000 ton, dan pada hari-hari besar keagamaan permintaan cabai biasanya meningkat sekitar 10-20% (Nurjasmi dan Suryani, 2020). Terdapat faktor mempengaruhi produktivitas cabai yaitu serangan organisme pengganggu tanaman (OPT). Patogen *Colletotrichum* sp. merupakan salah satu OPT yang paling merugikan karena menyebabkan penyakit antraknosa. Infeksi patogen ini dapat menurunkan hasil produksi cabai hingga lebih dari 60% (Sektiono, dkk., 2016).

Penggunaan metode pengendalian OPT secara kimiawi berpotensi menimbulkan permasalahan baru, antara lain pencemaran lingkungan dan timbulnya resistensi patogen terhadap pestisida. Oleh karena itu, pengendalian dengan agensia hayati seperti *Bacillus mycoides* menjadi alternatif karena lebih ekonomis, mudah diterapkan, dan ramah lingkungan.

Bacillus mycoides perlu diperbanyak pada media pertumbuhan agar efektif mengendalikan patogen. Media umum seperti PDA, NA, dan NB sering digunakan di laboratorium, namun biaya yang tinggi mendorong pemanfaatan bahan alami atau limbah sebagai media alternatif. Media tersebut harus mengandung nutrisi penting, terutama karbohidrat dan protein, untuk mendukung pertumbuhan bakteri (Juariah & Sari, 2018).

Bacillus sp. merupakan bakteri saprofit yang tumbuh pada bahan organik terurai (Mendrofa & Lase, 2025). Dengan demikian, *B. mycoides* dapat

ditumbuhkan pada limbah organik cair seperti air kelapa dan limbah cair tahu. Limbah cair tahu diketahui mengandung karbohidrat (25%-50%), protein (40%-50%), dan lemak (10%) yang dapat mendukung pertumbuhan bakteri *Bacillus* sp. (Juariah dan Sari, 2018). Limbah cair tahu memiliki nutrisi N, P, K, Ca, Mg, dan Fe (Kurnia dkk., 2019). Sementara itu, limbah air kelapa memiliki kandungan berbagai unsur yang dibutuhkan dalam proses fermentasi bakteri, antara lain sumber nitrogen, sumber karbon, vitamin, serta mineral (Mayaserli dan Renowati, 2015).

Umur biakan adalah faktor yang dapat mempengaruhi mikroba terkait pertumbuhan serta aktivitas antagonis mikroba selain faktor jenis media yang digunakan. Menurut Novianto, dkk., (2020), faktor yang mempengaruhi jumlah sel bakteri pada setiap fase pertumbuhan antara lain ketersediaan nutrisi pada media dan umur bakteri. Menurut Riadi, dkk., (2020), kemampuan suatu zat antimikroba dalam menghambat pertumbuhan mikroba dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti jenis mikroba, umur mikroba, sifat fisik-kimia bahan atau media, serta konsentrasi zat antimikroba.

Penelitian sebelumnya melaporkan bahwa hasil daya hambat meningkat seiring bertambahnya umur biakan hingga 72 jam. Akan tetapi, ada pula hasil penelitian yang menyatakan bahwa bakteri berumur 22 jam adalah umur yang optimal tetapi tergantung pada jenis dan kondisi bakteri yang diuji (Magani, dkk., 2020). Dengan demikian, dua variasi umur biakan yaitu 24 jam dan 48 jam digunakan dalam penelitian ini. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh interaksi antar perlakuan antara jenis media alternatif dan umur biakan terhadap jumlah koloni *B. mycoides* serta mengetahui daya hambatnya terhadap patogen *Colletotrichum* sp. secara *in vitro*.

METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada Bulan Maret-April 2025. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kesehatan Tanaman, Fakultas Pertanian, UPN “Veteran” Jawa Timur.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan meliputi isolat bakteri *B. mycoides*, isolat *Colletotrichum* sp., media NA, PDA, dan NB, limbah cair tahu, air kelapa tua, akuades, agar batang, kertas saring Whatman, plastik bungkus tipis, spirtus, kertas label, serta jerigen. Alat yang digunakan meliputi cawan petri, tabung reaksi, gelas ukur, gelas beaker, erlenmeyer, pipet, pengaduk kaca, jarum ose, pinset, scalpel, bor T, kaca preparat, vortex, *hotplate*, *magnetic stirrer*, lampu bunsen, laminar air flow (LAF), *haemocytometer*, dan timbangan analitik.

Rancangan Percobaan

Rancangan penelitian yang digunakan pada uji perhitungan koloni dan uji antagonisme secara *in vitro* adalah rancangan acak lengkap faktorial (RALF) dengan 8 kombinasi perlakuan dan 3 ulangan sehingga terdapat 24 unit percobaan.

Rancangan Uji Perhitungan Koloni *B. mycoides*

Faktor 1: Media alternatif perbanyakkan *B. mycoides*

B1: *Nutrient Broth* (NB)

B2: Limbah cair tahu

B3: Air kelapa

B4: 50% Limbah cair tahu + 50% air kelapa

Faktor 2: Umur biakan *B. mycoides* pada media alternatif

A1: 24 jam

A2: 48 jam

Rancangan Uji antagonisme secara *in vitro*

Faktor 1: Media padat yang berbeda

B1: *Potato Dextrose Agar* (PDA)

B2: Limbah cair tahu + agar

B3: Air kelapa + agar

B4: 50% Limbah cair tahu + 50% air kelapa + agar

Faktor 2: Umur biakan *B. mycoides* pada media alternatif

A1: 24 jam

A2: 48 jam

Uji Perhitungan Koloni *B. mycoides*

Suspensi inokulum *B. mycoides* dengan kerapatan sel 10^8 sebanyak 40 ml ditambahkan ke setiap jenis media alternatif perbanyakan sebanyak 160 ml. Kemudian dimasukkan dalam jerigen plastik berkapasitas 250 ml dan disimpan pada kondisi suhu ruang. Perbanyakan *B. mycoides* pada media disesuaikan dengan faktor perlakuan kedua yaitu 24 jam (A1) dan 48 jam (A2) dengan cara hari pertama melakukan perbanyakan bakteri pada media untuk A2 dan satu hari setelahnya membuat perbanyakan bakteri pada media untuk A1 sehingga uji selanjutnya bisa dilakukan bersamaan pada hari ketiga.

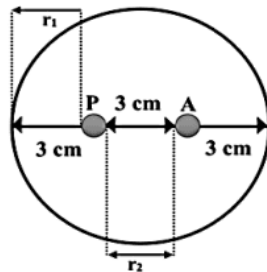
Bahan formulasi dalam jerigen dihomogenkan melalui pengocokan manual kemudian diambil 1 ml dan diencerkan dengan aquades steril hingga mencapai tingkat pengenceran 10^{-6} . Suspensi hasil pengenceran tersebut diukur 1 ml dan diinokulasikan pada media NA dengan metode *spread plate* dan diinkubasi selama 24 jam. Setelah inkubasi, dilakukan perhitungan koloni (Sholeha dan Masnilah, 2022). Perhitungan koloni dilakukan setelah 24 jam dan dihitung berdasarkan rumus menurut Apriliyah dan Ilmiah, (2024).

$$\text{Total Bacterial Count (CFU/ml)} = \text{Jumlah koloni per cawan} \times \frac{1}{\text{Faktor pengenceran}}$$

Uji Antagonisme *Bacillus mycoides* terhadap *Colletotrichum* sp. secara *in Vitro*

Kertas hisap steril diambil dengan pinset dan dicelupkan ke dalam bakteri *B. mycoides* dengan media alternatif cair (limbah cair tahu, air kelapa, limbah cair tahu + air kelapa) kemudian diletakkan pada media alternatif padat dan disesuaikan dengan jenis bahan utama medianya pada cawan petri. Sedangkan kertas hisap dengan bakteri *B. mycoides* media NB diletakkan pada media PDA.

Penempatan kertas hisap uji dilakukan pada media padat dengan jarak 3 cm dari tepi cawan petri (Gambar 1.).



Gambar 1. Skema Penempatan Bakteri antagonis dan Jamur patogen dengan Metode *Dual Culture*. Keterangan: A: Kertas hisap; P: Potongan Jamur Patogen (Ningsih, dkk., 2016)

Potongan media PDA berdiameter 0.5 cm yang terdapat hifa *Colletotrichum* sp. ditempatkan pada media padat dalam cawan petri yang sebelumnya telah diinokulasikan *B. mycoides* secara berlawanan dengan jarak 3 cm (Gambar 1.). Daya hambat *B. mycoides* terhadap *Colletotrichum* sp. diukur setelah 7 hari inkubasi. Persentase daya hambat ditentukan dengan rumus menurut Nisaq, dkk., (2023) sebagai berikut.

$$I = \frac{(R1-R2)}{R1} \times 100\%$$

Keterangan:

I : Presentase Penghambatan (%)

R1: Jari-jari koloni patogen yang menjauhi koloni bakteri antagonis (cm)

R2: Jari-jari koloni patogen yang mengarah ke pusat koloni bakteri antagonis (cm)

Tingkat penghambatan pertumbuhan *Colletotrichum* sp. diklasifikasikan sebagai berikut: $I = 0$ (tidak ada penghambatan); $0\% < I \leq 25\%$ (lemah); $25\% < I \leq 50\%$ (sedang); $50\% < I \leq 75\%$ (kuat); dan $I > 75\%$ (sangat kuat).

Analisis Data

Analisis data penelitian dilakukan dengan metode *analysis of variance* (ANOVA) guna mengetahui pengaruh setiap perlakuan. Apabila hasil

menunjukkan adanya pengaruh nyata, uji dilanjutkan menggunakan BNT pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Perhitungan Jumlah Koloni *B. mycoides*

Hasil uji lanjut BNT 5% pada Tabel 1. menunjukkan bahwa jumlah koloni tertinggi diperoleh pada perlakuan dengan media *nutrient broth* (NB) dengan umur biakan 24 jam (B1A1) sebesar 2.78×10^{12} CFU/ml dan berbeda nyata dengan semua interaksi perlakuan lainnya.

Tabel 1. Pengaruh Interaksi Perlakuan Media Perbanyakan dan Umur Biakan terhadap Jumlah Koloni *B. mycoides*

Perlakuan	Jumlah Koloni <i>B. mycoides</i> (CFU/ml)
B1A1	2.78×10^{12} c
B2A1	8.90×10^{11} b
B3A1	1.53×10^{12} b
B4A1	1.10×10^8 a
B1A2	7.20×10^7 a
B2A2	4.80×10^7 a
B3A2	1.65×10^8 a
B4A2	1.22×10^8 a

Keterangan: Nilai dengan notasi huruf yang sama pada kolom yang sama menandakan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT 5%

Perlakuan *B. mycoides* dengan media air kelapa pada umur biakan 24 jam (B3A1) menghasilkan jumlah koloni tertinggi setelah perlakuan bakteri *B. mycoides* dengan NB pada umur biakan 24 jam (B1A1) sebesar 1.53×10^{12} CFU/ml. Hal ini mengindikasikan bahwa media air kelapa memiliki potensi menggantikan media NB yang umum digunakan dalam laboratorium sebagai media alternatif perbanyakan *B. mycoides* karena populasi bakteri pada perlakuan *B. mycoides* dengan media air kelapa pada umur biakan 24 jam (B3A1) berada pada kisaran yang sama dengan perlakuan *B. mycoides* dengan NB pada umur biakan 24 jam (B1A1) yaitu 10^{12} CFU/ml. Kesamaan kisaran populasi tersebut menunjukkan bahwa kandungan nutrisi dalam air kelapa mampu mendukung pertumbuhan bakteri secara optimal, hampir setara dengan

media NB yang kaya akan sumber karbon dan nitrogen. Menurut Rosniawaty, dkk. (2022), air kelapa tua mengandung unsur nitrogen (0.018%) dan karbon organik (4.52%) yang berperan penting sebagai sumber nutrisi bagi pertumbuhan mikroorganisme.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan *B. mycoides* dengan media air kelapa pada umur biakan 24 jam (B3A1) memiliki jumlah koloni sebesar 1.53×10^{12} sementara *B. mycoides* pada media limbah cair tahu pada umur biakan 24 jam (B2A1) sebesar 8.9×10^{11} CFU/ml tetapi dalam hasil uji BNT tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Hasil uji laboratorium di Balai Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri (BSPJI) Surabaya menunjukkan bahwa air kelapa tua mengandung protein sebesar 0.79% dan karbohidrat sebesar 3.22%, sedangkan limbah cair tahu mengandung protein sebesar 0.82% dan karbohidrat sebesar 1.29%. Perbedaan jumlah koloni yang dihasilkan antara kedua perlakuan tersebut diduga dipengaruhi oleh perbedaan kandungan karbohidrat dan protein pada masing-masing media. Meskipun kandungan protein pada air kelapa lebih rendah dibandingkan limbah cair tahu, tetapi kandungan karbohidrat pada air kelapa lebih tinggi dibandingkan limbah cair tahu. Kandungan karbohidrat ini berperan penting sebagai sumber karbon utama dalam mendukung pertumbuhan bakteri. Menurut Ramadhan, dkk., (2021) karbohidrat merupakan sumber utama yang dibutuhkan bakteri untuk menjalankan proses metabolisme. Unsur karbon tersebut umumnya berasal dari senyawa karbohidrat, protein, dan lemak. Dengan demikian, karbohidrat berperan penting dalam menunjang proses pertumbuhan dan perkembangan bakteri.

Perlakuan *B. mycoides* dengan media limbah cair tahu pada umur biakan 48 jam (B2A2) menghasilkan jumlah koloni sebesar 4.8×10^7 CFU/ml dan tidak berbeda nyata dengan B4A1, B1A2, B3A2, dan B4A2. Hal ini mengindikasikan bahwa efektivitas media perbanyakan dalam mendukung pertumbuhan *B. mycoides* sangat dipengaruhi oleh umur biakan. Umur biakan 24 jam diduga berada pada fase pertumbuhan optimal, sehingga jumlah koloni *B. mycoides* yang dihasilkan berada pada tingkat tertinggi. Sebaliknya, pada umur biakan 48

jam, *B. mycoides* diduga telah memasuki fase kematian, sehingga jumlah koloni lebih rendah. Menurut Efendi, dkk., (2017) fase pertumbuhan pertumbuhan isolat bakteri *B. subtilis* melalui fase lag, fase eksponensial, fase stasioner, serta fase kematian. Fase lag terjadi setelah 1-2 jam untuk adaptasi bakteri terhadap lingkungan (pH, suhu, dan ketersediaan nutrisi). Selanjutnya, fase eksponensial berlangsung setelah 2-18 jam. Fase eksponensial adalah fase pertumbuhan sel bakteri. Fase stasioner terjadi setelah 18-24 jam, ketika jumlah sel berada dalam kondisi stabil karena kecepatan pertumbuhan seimbang dengan kecepatan kematian. Setelah 24 jam, isolat mulai memasuki fase kematian yaitu berkurangnya jumlah sel akibat menipisnya nutrisi dalam media serta habisnya cadangan energi di dalam sel.

Interaksi perlakuan media kombinasi limbah cair tahu dan air kelapa dengan perlakuan umur biakan 24 jam (B4A1) sebesar 1.1×10^8 CFU/ml dan tidak berbeda nyata pada umur biakan 48 jam (B4A2) sebesar 1.22×10^8 CFU/ml. Hal ini menunjukkan bahwa pencampuran limbah cair tahu dengan air kelapa kurang mendukung pertumbuhan dari bakteri *B. mycoides* secara optimal. Adanya interaksi antar senyawa nutrisi pada media kombinasi diduga menyebabkan media campuran menjadi kurang optimal dibandingkan media tunggal. Kandungan nitrogen (N) yang tinggi pada media kombinasi, akibat kontribusi dari limbah cair tahu serta air kelapa yang keduanya mengandung unsur N, diduga menjadi faktor penghambat pertumbuhan *B. mycoides*. Menurut Wulan, dkk., (2015), kandungan nitrogen yang terlalu tinggi dalam media dapat memicu pembentukan NH_3 . Produksi NH_3 yang berlebihan ini berpotensi meningkatkan pH media, yang akhirnya dapat menghambat pertumbuhan bakteri.

Hasil Uji Antagonisme *Bacillus mycoides* terhadap *Colletotrichum* sp. secara *in Vitro*

Hasil uji lanjut BNT 5% pada Tabel 2. menunjukkan bahwa persentase penghambatan tertinggi yaitu interaksi perlakuan media air kelapa padat dengan

umur biakan *B. mycoides* 24 jam (B3A1) sebesar 40.48% (penghambatan sedang) dan berbeda nyata dengan semua interaksi perlakuan lainnya.

Tabel 2. Pengaruh Interaksi Perlakuan Media Padat dan Umur Biakan terhadap Daya Hambat *B. mycoides* secara *in Vitro*

Perlakuan	Penghambatan (%)	Kategori Penghambatan
B1A1	2.90 a	lemah
B2A1	7.35 a	lemah
B3A1	40.48 c	sedang
B4A1	10.81 a	lemah
B1A2	2.84 a	lemah
B2A2	4.83 a	lemah
B3A2	15.21 b	lemah
B4A2	4.99 a	lemah

Keterangan: Nilai dengan notasi huruf yang sama pada kolom yang sama menandakan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT 5%

Persentase penghambatan tertinggi kedua setelah perlakuan B3A1 yaitu perlakuan media air kelapa padat dengan umur biakan *B. mycoides* 48 jam (B3A2) sebesar 15.21% dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya tetapi masih dalam kategori penghambatan lemah. Hal ini mengindikasikan bahwa media air kelapa padat berpotensi mendukung *B. mycoides* dengan umur biakan 24 jam dan 48 jam dalam menghambat *Colletotrichum* sp. dibandingkan dengan perlakuan lainnya. *B. mycoides* memanfaatkan nutrisi yang terkandung dalam media air kelapa secara maksimal, sehingga mendukung metabolisme sel dan dapat mengaktifkan senyawa pendukung yang berperan dalam menghambat pertumbuhan *Colletotrichum* sp.. Menurut Elfina, dkk., (2024), *Bacillus* sp. menghasilkan senyawa metabolit sekunder berupa enzim hidrolitik seperti kitinase dan glukonase yang berperan dalam menghambat pertumbuhan miselium jamur. Hasil ini sejalan dengan Layukan dan Suryani (2024), yang menyatakan bahwa perlakuan *Bacillus* sp. media air kelapa menunjukkan penghambatan terhadap jamur patogen *Fusarium oxysporum* yang baik sebesar 70%.

Perlakuan media padat dengan bakteri *B. mycoides* umur biakan 48 jam (B1A2, B2A2, B3A2, dan B4A2) memiliki kemampuan daya hambat lebih

rendah dibandingkan perlakuan media padat dengan *B. mycoides* umur biakan 24 jam (B1A1, B2A1, B3A1, dan B4A1). Hal ini diduga karena bakteri *B. mycoides* dengan umur biakan 24 jam masih berada pada fase pertumbuhan aktif, sehingga ketika bakteri ditumbuhkan pada media padat, aktivitas metabolisme bakteri masih optimal untuk menghasilkan senyawa antagonistik daripada bakteri *B. mycoides* dengan umur biakan 48 jam. Efektivitas zat antimikroba dapat menurun dengan bertambahnya umur bakteri yaitu 48 jam (fase kematian). Umur bakteri yang tidak sesuai menyebabkan kemampuan bakteri menyerap nutrisi berkurang sehingga permeabilitas membran terganggu. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kerja zat antibakteri (Racmawanto, dkk., 2023) yaitu konsentrasi zat antimikroba, kandungan bahan aktif zat antimikroba, dan umur bakteri.

Persentase penghambatan terendah yaitu pada perlakuan media PDA *B. mycoides* umur biakan 48 jam atau B1A2 (2.84%) yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan B1A1, B2A1, B4A1, B2A2, dan B4A2 serta dengan kategori penghambatan lemah. Hal ini mengindikasikan bahwa media PDA, limbah cair tahu, serta kombinasi limbah cair tahu dan air kelapa baik dengan bakteri *B. mycoides* umur biakan 24 jam maupun 48 jam belum mampu secara optimal mendukung antagonisme *B. mycoides* terhadap *Colletotrichum* sp. Prasetya dan Haryanto (2018) menyatakan bahwa media yang kurang optimal dapat mempengaruhi pertumbuhan bakteri antagonis maupun patogen dalam uji *in vitro*.

Perlakuan media padat kombinasi limbah cair tahu dan air kelapa dengan bakteri *B. mycoides* umur biakan 24 jam (B4A1) sebesar 10.81% dan tidak berbeda nyata dengan *B. mycoides* umur biakan 48 jam (B4A2) sebesar 4.99 %. Hal ini menunjukkan bahwa pencampuran limbah cair tahu dengan air kelapa kurang mendukung bakteri *B. mycoides* dalam menghasilkan senyawa antifungi. Adanya interaksi antar senyawa nutrisi pada media kombinasi diduga menyebabkan kondisi media menjadi kurang optimal dibandingkan media tunggal. Kandungan nitrogen (N) yang tinggi akibat kontribusi dari kedua bahan, yakni limbah cair tahu dan air kelapa, dapat memicu pembentukan NH_3

yang berlebihan. Menurut Wulan, dkk. (2015), peningkatan NH_3 ini berpotensi menaikkan pH media, sehingga menghambat aktivitas mikroba. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Nurmiati, dkk. (2024) yang menyatakan bahwa produksi metabolit mikroba dipengaruhi oleh komponen media dan berbagai kondisi lingkungan, seperti pH. Perubahan pH pada media pertumbuhan dapat menginduksi pembentukan senyawa baru yang berdampak pada produksi antimikroba.

Media PDA yang umum digunakan oleh bakteri maupun jamur ternyata kurang mendukung aktivitas antagonistik *B. mycoides*. Kondisi ini diduga berkaitan dengan adaptasi bakteri *B. mycoides* terhadap media baru. Inokulan pada media PDA berasal dari kultur *B. mycoides* pada media NB (*nutrient broth*). Ketika bakteri tersebut dipindahkan ke media PDA (*potato dextrose agar*), yang memiliki komposisi nutrisi berbeda, diduga bakteri belum sepenuhnya mampu beradaptasi dengan baik. Kondisi ini dapat mempengaruhi kemampuan dari *B. mycoides* dalam berkompetisi dan menghasilkan senyawa antifungi secara optimal. Saraswati, dkk., (2021) menyatakan bahwa salah satu faktor yang berpengaruh terhadap lama fase adaptasi mikroba yaitu media. Fase adaptasi akan berlangsung lebih singkat apabila media yang digunakan sama dengan media pada tahap pertumbuhan sebelumnya. Ketika suatu kultur bakteri dipindahkan ke habitat atau media baru yang berbeda dari media asalnya, maka akan terjadi penyesuaian metabolik sel, di mana bakteri beradaptasi terhadap kondisi lingkungan barunya.

KESIMPULAN

Terdapat interaksi yang signifikan antara jenis media dengan umur biakan terhadap pertumbuhan *B. mycoides* serta antagonismenya terhadap jamur *Colletotrichum* sp.. Perlakuan B3A1 (media air kelapa dengan umur biakan 24 jam) menghasilkan jumlah koloni terbaik sebesar 1.53×10^{12} CFU/ml dan mengakibatkan daya hambat tertinggi sebesar 40.48%.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfia, N., & D. Haryadi. 2022. Pemanfaatan Limbah Cair Tahu Sebagai Media Alternatif Pertumbuhan Mikroba. *Jurnal Bioteknologi*. 10 (1): 33-40.
- Apriliyah, R., & S. Ilmiah. 2024. Efektivitas *Bacillus mycoides* terhadap *Colletotrichum* sp. Penyebab Antraknosa Cabai. *Jurnal Proteksi Tanaman*. 12 (3): 221-229.
- Bawantari, D., P. Lestari, & T. Ningsih. 2020. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Endofit Antagonis terhadap *Fusarium oxysporum*. *Jurnal Fitopatologi*. 16 (2): 87-95.
- Efendi, Y., R. Sari, & D. Anwar. 2017. Pertumbuhan *Bacillus* sp. pada Berbagai Media Cair Alami. *Jurnal Sains dan Teknologi*. 5 (4): 112-119.
- Elfina, Y., S. Sukendi, E. Efriyeldi, & A. Sutikno. 2024. Uji Kemampuan *Bacillus* spp. dalam Menghambat *Ganoderma boninense* Pat. Penyebab Penyakit Busuk Pangkal Batang Kelapa Sawit Secara in Vitro. *Agro Bali: Agricultural Journal*. 7 (2): 575-590.
- Juariah, D., & R. Sari. 2018. Pemanfaatan Limbah Organik Sebagai Media Pertumbuhan Bakteri. *Jurnal Agroteknologi*. 9 (2): 145–152.
- Kurnia, D., S. Wijayanti, & R. Puspita. 2019. Efektivitas *Bacillus mycoides* dalam Menekan Penyakit Antraknosa pada Cabai. *Jurnal Hortikultura*. 25 (1): 33-41.
- Layukan, R., & D. Suryani. 2024. Pemanfaatan Air Kelapa Sebagai Media Pertumbuhan Bakteri. *Jurnal Bioteknologi Terapan*. 15 (2): 102-110.
- Magani, E., A. Yusuf, & W. Rahayu. 2020. Daya hambat *Bacillus mycoides* terhadap *Colletotrichum capsici*. *Jurnal Fitopatologi Tropika*. 9 (1): 55-62.
- Mayaserli, N., & S. Renowati. 2015. Pengaruh Media Alami Terhadap Pertumbuhan Bakteri Tanah. *Jurnal Biologi Nusantara*. 7 (2): 88-94.
- Mendrofa, Y. T., & Lase, N. K. 2025. Peranan Bakteri *Bacillus* sp. sebagai Agen Biofertilizer dalam Meningkatkan Kesuburan Tanah dan Produktivitas Tanaman: Kajian Literatur. *Hidroponik: Jurnal Ilmu Pertanian dan Teknologi dalam Ilmu Tanaman*. 2 (1): 79-85.
- Ningsih, R., A. Pramono, & L. Hidayati. 2016. Pertumbuhan *Bacillus* sp. pada Berbagai Sumber Karbon Alami. *Jurnal Mikrobiologi Terapan*. 12 (4): 66-72.
- Nisaq, R. A., S. Bahri, Y. Marnita, & A.P.J. Kusdiana. 2023. *The Exploration of Endophytic Fungus from Leaves Rubber Plants and Their Potential*

- Antagonism Against Colletotrichum gloeosporioides Leaf Fall Disease*. Jurnal Agroqua: Media Informasi Agronomi dan Budidaya Perairan. 21 (1): 229-248.
- Novianto, D., N. Fajri, & S. Laila. 2020. Analisis Efektivitas Air Kelapa untuk Perbanyak Mikroba. Jurnal Teknologi Pangan. 14 (1). 25-32.
- Nurjasmi, R., & Suryani. 2020. Uji Antagonis *Actinomycetes* terhadap Patogen *Colletotrichum capsici* Penyebab Penyakit Antraknosa pada Buah Cabai Rawit. Jurnal Ilmiah Respatie. 11 (1): 1-12.
- Nurmiati, N., W.D. Putra, & P. Periadnadi. 2024. *Potential and Optimization of Antibiotic Production Isolate Bacteria Antibiosis Bacillus sp. Origin of Salt Liquid Waste of Anchovy (Stolephorus Sp.) Against Bacteria Test*. Jurnal Biologi Tropis. 24 (3): 385-395.
- Prasetya, I., & B. Haryanto. 2018. Pemanfaatan Limbah Cair Tahu dalam Bioteknologi Pertanian. Jurnal Agroindustri. 6 (3): 97-103.
- Rachmawanto, M. D., T.R. Prihambodo, & G. Febriza. 2023. Pengaruh Substitusi Antibakteri Sintetik dengan Bahan Alami terhadap Daya Hambat Bakteri Penyebab Mastitis pada Sapi Perah: Studi Meta Analisis. Jurnal Agroekoteknologi dan Agribisnis. 7 (2): 138-150.
- Rahmiati, L., & D. Mumpuni. 2017. Uji Efektivitas *Bacillus* sp. terhadap *Colletotrichum* sp. Jurnal Fitopatologi Indonesia. 13 (1): 40-48.
- Ramadhan, T., D. Kusuma, & E. Yuliana. 2021. Pengaruh Variasi Media terhadap Pertumbuhan *Bacillus mycoides*. Jurnal Mikrobiologi. 17 (2): 59-67.
- Rosniawaty, R., S. Nurjanah, & P. Wulandari. 2022. Efektivitas Agens Hayati terhadap Patogen Tular Tanah. Jurnal Proteksi Tanaman Tropika. 19 (2): 95-104.
- Saraswati, T., D. Pertiwi, & N. Rahayu. 2021. Pertumbuhan *Bacillus* sp. pada Media Berbasis Limbah Cair Tahu dan Air Kelapa. Jurnal Agroekoteknologi. 14 (2): 110-117.
- Sektiono, A. W., S.N. Kajariyah, & S.D. Djauhari. 2016. Uji Antagonisme *Actinomycetes* Rhizosfer dan Endofit Akar Tanaman Cabai (*Capsicum frutescens* L.) terhadap jamur *Colletotrichum capsici* (Syd.) Bult et Bisby. Jurnal HPT (Hama Penyakit Tumbuhan). 4 (1): 17-23.

- Sholeha, S., & D. Masnilah. 2022. Pengaruh *Bacillus* sp. terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai yang Terinfeksi *Colletotrichum* sp. Jurnal Agrotek. 10 (1): 27-34.
- Wulan, P., D. Kurnia, & R. Setiawan. 2015. Analisis Efektivitas Air Kelapa dan Limbah Tahu Sebagai Media Pertumbuhan *Bacillus* sp. Jurnal Bioteknologi. 11 (1): 90-98.