

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*) merupakan salah satu jenis Hasil Hutan Bukan Kayu (HHBK) yang memiliki kandungan nutrisi tinggi serta teknik budidaya yang relatif sederhana. Permintaan pasar terhadap komoditas ini terus meningkat, termasuk di wilayah Sulawesi Selatan. Namun, produksi lokal belum mampu memenuhi kebutuhan tersebut. Data Badan Pusat Statistik (BPS) menunjukkan bahwa produksi jamur di Sulawesi Selatan menurun drastis dari 41.713 kg pada tahun 2019 menjadi hanya 4.171 kg pada tahun 2020 (BPS Sulawesi Selatan, 2021). Tren penurunan juga terlihat secara nasional, di mana produksi jamur Indonesia pada tahun 2023 tercatat hanya mencapai 60.830 kg, atau menurun sekitar 3,69% dibandingkan tahun sebelumnya (Kementerian Pertanian & BPS, 2024).

Penurunan produksi jamur salah satunya dipengaruhi oleh keterbatasan bahan utama pada media pertumbuhan. Jagung (*Zea mays*) merupakan bahan yang telah lama diaplikasikan sebagai suplemen media karena kandungan protein, karbohidrat, dan lemaknya yang mendukung pertumbuhan miselium. Namun, ketersediaan jagung semakin terbatas dan harganya berfluktuasi secara signifikan. Data BPS (2023) menunjukkan bahwa produksi jagung nasional mengalami penurunan sebesar 12,5% dibandingkan tahun sebelumnya, terutama akibat berkurangnya luas panen dan dampak anomali iklim seperti *El Niño* serta kekeringan. Kondisi ini menegaskan perlunya alternatif bahan tambahan media yang lebih berkelanjutan dan ekonomis.

Salah satu alternatif yang potensial adalah pemanfaatan limbah kayu, khususnya serbuk gergaji. Limbah kayu merupakan hasil samping industri kehutanan yang jumlahnya melimpah, tetapi pemanfaatannya masih terbatas. Di berbagai daerah, termasuk Sulawesi Selatan, serbuk gergaji umumnya tidak dimanfaatkan secara optimal, melainkan hanya ditumpuk, dibakar, atau dibiarkan terdegradasi tanpa nilai tambah. Pemanfaatan serbuk gergaji sebagai media pertumbuhan jamur tiram terbukti efektif, karena kandungan lignin dan selulosanya sesuai dengan kebutuhan fisiologis miselium (Wahyuningsih et al., 2022).

Meskipun serbuk gergaji merupakan media utama yang ideal, ketersediaan unsur hara tambahan tetap diperlukan untuk meningkatkan produktivitas budidaya. Penambahan bahan organik yang kaya nutrisi dapat memperbaiki kualitas substrat dan mempercepat kolonisasi miselium. Hidayah dan Tambaru (2017) menegaskan bahwa kombinasi serbuk gergaji dengan sumber nutrisi tambahan mampu mendukung pertumbuhan jamur lebih optimal.

Ekstrak kacang-kacangan, seperti kacang hijau (*Vigna radiata*), kacang tanah (*Arachis hypogaea*), dan kedelai (*Glycine max*), merupakan salah satu sumber nutrisi alternatif yang menjanjikan. Ketiga jenis kacang tersebut mengandung protein, lemak, vitamin, dan karbohidrat dalam jumlah tinggi, sehingga berpotensi meningkatkan kualitas media tumbuh. Ningsih et al. (2024) melaporkan bahwa media berbasis ekstrak cair kacang hijau mendukung pertumbuhan bakteri *Pseudomonas fluorescens*, sedangkan penelitian Laksono et al. (2018) menunjukkan bahwa penambahan ekstrak kacang-kacangan pada media serbuk gergaji mempercepat kolonisasi miselium dan

meningkatkan produktivitas jamur tiram. Selain meningkatkan hasil budidaya, pendekatan ini juga mendukung prinsip pengelolaan sumber daya hutan berkelanjutan melalui integrasi HHBK dengan pertanian lokal.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penambahan ekstrak kacang hijau, kacang tanah, dan kedelai pada media serbuk gergaji terhadap pertumbuhan serta viabilitas miselium bibit F1 jamur tiram (*P. ostreatus*). Hasil penelitian diharapkan dapat meningkatkan produktivitas budidaya jamur tiram, mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya lokal, dan berkontribusi terhadap peningkatan kesejahteraan masyarakat di sekitar kawasan hutan, khususnya di Provinsi Sulawesi Selatan.

## 1.2 Landasan Teori

Jamur tiram (*P. ostreatus*) merupakan salah satu jenis jamur kayu yang dapat dikonsumsi (*edible*) dan digemari masyarakat karena memiliki cita rasa khas serta kandungan gizi yang tinggi. Jamur ini tumbuh secara alami pada substrat kayu lapuk dan memiliki kandungan protein sekitar 19 – 35%, jauh lebih tinggi dibandingkan protein pada beras dan gandum. Selain itu, jamur tiram juga kaya akan vitamin B1, B2, niasin, biotin, dan vitamin C, serta mineral seperti kalium (K), fosfor (P), kalsium (Ca), magnesium (Mg), dan tembaga (Cu) (Rosnina et al., 2017).

Keberhasilan budidaya jamur tiram sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan, seperti sumber nutrisi, suhu, kelembapan, kadar air substrat, pH media, dan ketersediaan oksigen. Suhu optimal untuk pertumbuhan miselium berada pada kisaran 24 – 28°C, sementara pembentukan tubuh buah memerlukan suhu lebih rendah, yakni 16 – 22°C. Kelembapan ideal untuk pertumbuhan jamur tiram berkisar antara 80 – 90%, dengan kadar air substrat sekitar 60 – 65%. Kadar keasaman (pH) yang sesuai untuk pertumbuhan miselium adalah 5,5 – 6,5; pH yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat menghambat pertumbuhan (Rochman, 2018).

Selain faktor lingkungan, kualitas bibit juga merupakan penentu penting dalam keberhasilan budidaya. Bibit jamur merupakan titik awal dari seluruh proses pertumbuhan, dan kualitasnya memengaruhi daya adaptasi serta kemampuan miselium dalam mengkolonisasi substrat. Menurut Gunawan (2008), meskipun semua faktor budidaya telah terpenuhi, hasil yang optimal tidak dapat dicapai apabila bibit yang digunakan tidak berkualitas.

Proses pembibitan jamur umumnya dibagi menjadi tiga tahap, yaitu biakan murni (F0), bibit induk (F1), dan bibit semai (F2) (Alqamari, 2022). Biakan murni (F0) diperoleh dari spora jamur yang diisolasi secara steril pada media *Potato Dextrose Agar* (PDA), kemudian berkecambah dan membentuk miselium. Media PDA sering digunakan karena kaya nutrisi dan mendukung pertumbuhan awal miselium. Frendi (2010) mencatat bahwa suhu ideal dalam proses ini berkisar 25 – 30°C dengan kelembapan 82%, serta membutuhkan kondisi steril agar tidak terjadi kontaminasi.

Bibit F1 diperoleh dari perbanyakan miselium F0 dan biasanya ditumbuhkan pada media biji-bijian, seperti jagung, sorgum, atau kacang-kacangan. Media ini dipilih karena memiliki struktur ideal sebagai inokulum dan mengandung sumber nutrisi penting

(Khusnul, 2019). Dalam fase ini, ketersediaan unsur karbon dan nitrogen menjadi aspek utama yang menentukan keberhasilan pembentukan bibit berkualitas.

Salah satu media utama untuk pertumbuhan jamur tiram adalah serbuk gergaji, yang merupakan limbah industri kayu. Serbuk gergaji kaya akan lignoselulosa, yaitu campuran lignin (20 – 25%), selulosa (46 – 47%), dan hemiselulosa (25 – 40%), yang dapat diurai oleh enzim lignolitik dan selulolitik dari miselium (Asegab, 2011). Namun, kandungan nitrogen dalam serbuk gergaji tergolong rendah, sehingga sering kali memerlukan penambahan bahan tambahan yang kaya nutrisi untuk menunjang pertumbuhan miselium (Manik, 2015).

Untuk meningkatkan kandungan nutrisi, berbagai bahan tambahan seperti bekatul, dedak, dan ekstrak kacang-kacangan digunakan. Penambahan ekstrak kacang hijau, kacang tanah, dan kedelai terbukti mampu meningkatkan kandungan protein, karbohidrat, vitamin, dan mineral pada substrat (Ningsih et al., 2024). Menurut Sumiati dan Sopha (2009), media pertumbuhan jamur harus mengandung sumber karbon (C) dan nitrogen (N) dalam rasio optimal agar mendukung aktivitas fisiologis miselium. Kandungan lignin dan selulosa dalam serbuk gergaji berfungsi sebagai sumber karbon struktural, sementara kacang-kacangan dapat memenuhi kebutuhan nitrogen dan mikronutrien lainnya.

Kacang hijau mengandung 23,9 gram protein dan 62,6 gram karbohidrat per 100 gram bahan, serta berbagai mineral seperti kalsium, magnesium, fosfor, dan kalium (USDA, 2019). Kandungan ini mendukung penyediaan nitrogen organik dan menjaga struktur substrat tetap gembur untuk penetrasi miselium (Oktavia, 2018).

Kacang tanah juga merupakan sumber protein dan lemak yang sangat baik, dengan kandungan 25,8 g protein dan 49,24 g lemak per 100 g bahan. Lemak memberikan energi tambahan untuk metabolisme seluler, sementara protein mendukung pembelahan sel dan sintesis struktur hifa. Kacang tanah juga mengandung vitamin B1, vitamin E, serta mineral penting seperti fosfor, magnesium, dan kalium yang berperan dalam aktivitas enzim pengurai lignin dan selulosa (Khoirunnisa et al., 2019; Rahayu et al., 2020). Adapun kandungan nutrisi pada kacang - kacang dipaparkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Kandungan Nutrisi Kacang - kacang Per 100 gram

Kandungan Nutrisi	Jumlah		
	Kacang Hijau	Kacang Tanah	Kedelai
Energi	347 kkal	567 kkal	446 kkal
Protein	23,9 g	25,8 g	36,5 g
Lemak	1,15 g	49,24 g	19,9 g
Karbohidrat	62,6 g	16,13 g	30,2 g
Kalsium (Ca)	132 mg	92 mg	277 mg
Fosfor (P)	367 mg	376 mg	704 mg
Besi (Fe)	6,74 mg	4,58 mg	15,7 mg
Magnesium (Mg)	189 mg	168 mg	280 mg
Potassium (K)	1250 mg	705 mg	1800 mg

Sumber : USDA (2019)

Sementara itu, kedelai mengandung 36,5 gram protein dan 30,2 gram karbohidrat per 100 gram bahan, serta vitamin B1, B2, dan B6, isoflavon, dan mineral seperti magnesium, zat besi, dan kalsium (Maryana, 2021; Nuryati et al., 2016). Kandungan ini tidak hanya mempercepat pertumbuhan miselium tetapi juga meningkatkan viabilitas bibit jamur secara keseluruhan.

Selain nutrisi, zat anti nutrisi juga terdapat dalam kacang-kacangan, dimana zat tersebut dapat membuat nilai gizi pada bahan pangan menurun. Adapun kandungan anti nutrisi pada kacang-kacangnya tersaji pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Kandungan Anti Nutrisi Kacang – kacang per 100 gram

Zat Anti Nutrisi	Kacang Hijau (%)	Kacang Tanah (%)	Kedelai (%)
Tripsin Inhibitor	±0,5 - 1,0 (rendah)	±0,5 (lebih rendah)	±1,5 - 2,5 (tinggi)
Hemaglutinin	±0,3 - 0,7	±0,2 - 0,5	±0,7 – 1,2
Asam Fitat	0,5 – 1,5	0,3 - 0,8	1 - 2
Tanin	0,6 - 1	0,2 - 0,5	0,3 – 0,7
Saponin	0,5 - 1	0,1 - 0,4	2 - 4

Sumber: Sari & Rahmawati (2020). Waspadji, S. (2003). Mahesh et al. (2015).

Secara keseluruhan, pemanfaatan serbuk gergaji sebagai media dasar yang diperkaya dengan ekstrak kacang-kacangan dapat dijadikan strategi potensial untuk meningkatkan kualitas bibit F1 jamur tiram, serta memberikan kontribusi nyata terhadap efisiensi dan keberlanjutan produksi pada berbagai skala budidaya.

## BAB II METODE PENELITIAN

### 2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama 4 (empat) bulan dan bertempat di dua lokasi utama. Tahapan pembuatan media biakan dan bibit F0 dilakukan di Laboratorium Bioteknologi dan Pemuliaan Pohon, sedangkan tahap pembuatan bibit F1 dilakukan di Pusat Inovasi

### 2.2 Alat dan Bahan

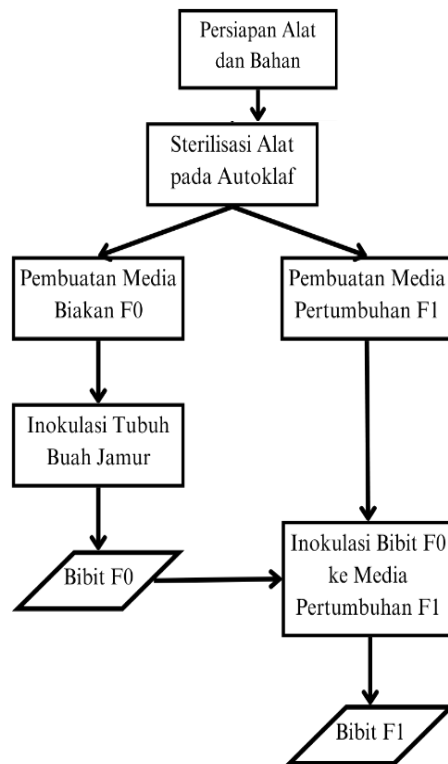
Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: alat tulis, timbangan analitik, *Laminar Air Flow* (LAF), *hot plate magnetic stirrer*, autoklaf, cawan petri, erlenmeyer, pisau bedah (*scalpel*), botol kaca 250 mL, pembakar bunsen, *cork borer*, inkubator, box plastik, dan kamera. Bahan-bahan yang digunakan meliputi: medium *Potato Dextrose Agar* (PDA), akuades steril, alkohol 70%, tubuh buah jamur tiram (*P. ostreatus*), *Logbook*, kertas label, Tisu, *Aluminium Foil*, Bekatul, plastik *wrap*, kapas, kertas koran, karet gelang, serta bahan tambahan berupa ekstrak kacang hijau (*Vigna radiata*), kacang tanah (*Arachis hypogaea*), dan kedelai (*Glycine max*).

### 2.3 Prosedur Penelitian

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan yang dilakukan secara berurutan. Tahap pertama adalah pembuatan media biakan F0. Selanjutnya, tubuh buah *P. ostreatus* diinokulasikan pada media F0 yang telah dibuat. Setelah itu, media pertumbuhan F1 berbasis ekstrak kacang-kacangan dipersiapkan. Pada tahap berikutnya, bibit F0 diinokulasikan pada media F1. Skema prosedur penelitian ini kemudian ditampilkan pada Gambar 1.

#### 2.3.1 Pembuatan Media Biakan F0

Pembuatan media biakan F0 Jamur tiram (*P. ostreatus*) diawali dengan penimbangan sebanyak 48 gram PDA menggunakan timbangan analitik, kemudian PDA tersebut dicampurkan ke dalam erlenmeyer yang berisi 1 liter akuades. Selanjutnya, media PDA dipanaskan dan dihomogenkan menggunakan *hot plate magnetic stirrer* pada suhu 32°C dengan kecepatan pengadukan 210 rpm selama kurang lebih 15 menit. Setelah homogenisasi, media PDA disterilkan menggunakan autoklaf selama 15 menit pada suhu 120±2°C dan tekanan 1,5 atm, kemudian media tersebut dipindahkan ke dalam *Laminar Air Flow* (LAF). Pada tahap berikutnya, bibir cawan petri dipanaskan secara merata di atas bunsen, kemudian media dituang dengan rata ke dalam cawan petri, setelah itu cawan petri ditutup dan direkatkan menggunakan *plastic wrap* untuk mencegah terjadinya kontaminasi.



Gambar 1. Rancangan Prosedur Penelitian

### 2.3.2 Inokulasi Tubuh Buah Jamur tiram (*P. ostreatus*)

Sebelum digunakan, *Laminar Air Flow* dan lampu ultraviolet dinyalakan selama 30 menit, kemudian wilayah inokulasi disterilkan menggunakan alkohol 70%. *Scalpel* terlebih dahulu disterilkan dengan alkohol 70% lalu dibakar di atas nyala api bunsen. Seluruh bagian tubuh jamur tiram (*P. ostreatus*) disterilkan menggunakan alkohol 70%. *Plastic wrap* pada cawan petri yang berisi media PDA dilepas, lalu bibir cawan petri dipanaskan di atas bunsen untuk sterilisasi. Jaringan jamur diambil menggunakan *scalpel* dengan ukuran sekitar 1 cm, kemudian diletakkan di tengah media pada cawan petri. Setelah itu, cawan petri kembali ditutup dan bagian lehernya disterilkan di atas bunsen. Jaringan jamur yang telah ditanam pada setiap cawan petri kemudian dibungkus menggunakan *plastic wrap* untuk mencegah kontaminasi. Selanjutnya, cawan petri diinkubasi dalam inkubator pada suhu 25 - 28°C selama 3 hari.

### 2.3.3 Pembuatan Media Tumbuh F1 Jamur tiram (*P. ostreatus*)

Persiapan media tumbuh F1 jamur tiram (*P. ostreatus*) diawali dengan pengambilan bahan berupa kacang hijau, kacang tanah, dan kedelai. Bahan tersebut kemudian dicuci menggunakan air bersih dan direndam selama 24 jam. Setelah perendaman, bahan direbus pada suhu 100 °C selama 30 menit dengan perbandingan bahan dan air 1:10, kemudian didinginkan. Ekstrak hasil rebusan selanjutnya digunakan sebagai bahan suplementasi pada media pertumbuhan.

Pada tahapan pembuatan media tumbuh bibit F1 Jamur tiram (*P. ostreatus*), media tumbuh yang telah diperoleh dicampur sesuai dengan perbandingan perlakuan yang disajikan pada Tabel 4. Setelah pencampuran, masing-masing komposisi perlakuan dimasukkan ke dalam botol kaca dengan berat sekitar 150 gram, lalu botol ditutup menggunakan kapas dan kertas koran, kemudian diikat dengan karet gelang. Selanjutnya, media tumbuh yang sudah disiapkan tersebut disterilkan dalam autoklaf pada suhu 121°C dan tekanan 1 atm selama 15 - 20 menit untuk memastikan kebersihan dan sterilisasi media sebelum digunakan.

**Tabel 3.** Komposisi bahan media tumbuh bibit F1 untuk tiap perlakuan

Perlakuan	Komposisi bahan media tumbuh bibit
P1	114 gram serbuk kayu + 14,25 gram bekatul + 14, 25 gram air + 7,5 gr Ekstrak Kacang Hijau
P2	108 gram serbuk kayu + 13,5 gram bekatul + 13,5 gram air + 15 gr Ekstrak Kacang Hijau
P3	102 gram serbuk kayu + 12,75 gram bekatul + 12,75 gram air + 22,5 gr Ekstrak Kacang Hijau
P4	114 gram serbuk kayu + 14,25 gram bekatul + 14, 25 gram air + 7,5 gr Ekstrak Kedelai
P5	108 gram serbuk kayu + 13,5 gram bekatul + 13,5 gram air + 15 gr Ekstrak Kedelai
P6	102 gram serbuk kayu + 12,75 gram bekatul + 12,75 gram air + 22,5 gr Ekstrak Kedelai
P7	114 gram serbuk kayu + 14,25 gram bekatul + 14, 25 gram air + 7,5 gr Ekstrak Kacang Tanah
P8	108 gram serbuk kayu + 13,5 gram bekatul + 13,5 gram air + 15 gr Ekstrak Kacang Tanah
P9	102 gram serbuk kayu + 12,75 gram bekatul + 12,75 gram air + 22,5 gr Ekstrak Kacang Tanah

### 2.3.4 Inokulasi Bibit F0 pada Media Tumbuh F1

*Cork borer* terlebih dahulu disterilkan menggunakan alkohol 70% kemudian dibakar di atas nyala api Bunsen. *Plastic wrap* dilepaskan dari cawan petri yang berisi bibit F0 Jamur tiram. Setelah itu, botol kaca yang berisi media tumbuh dibuka dan bibir botol

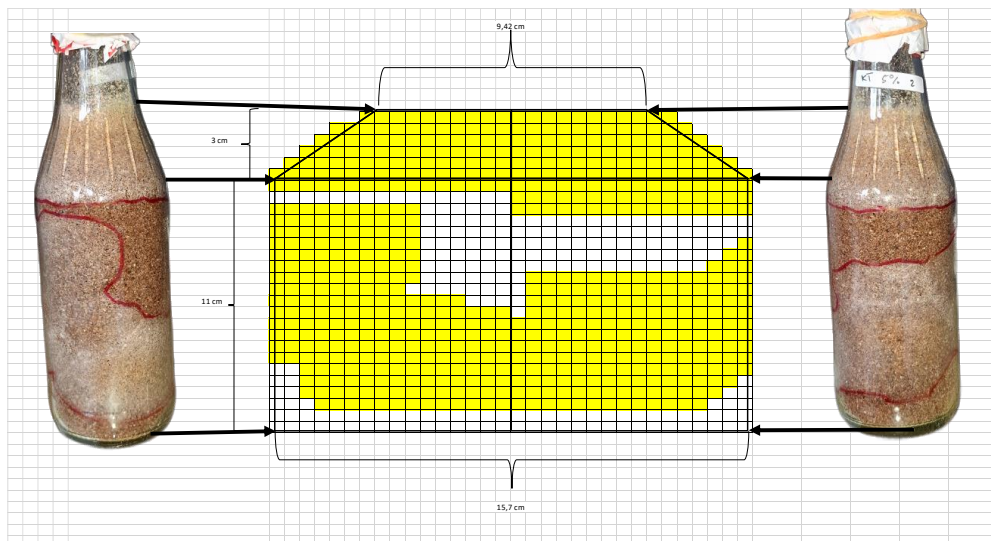
dipanaskan di atas nyala api Bunsen untuk sterilisasi. Miselium F0 Jamur tiram diambil menggunakan *cork borer* yang telah disterilkan, kemudian dimasukkan ke dalam botol yang berisi media tumbuh. Selanjutnya, botol media tumbuh tersebut ditutup kembali menggunakan kapas dan kertas koran, lalu diikat dengan karet gelang. Media yang sudah diinokulasi kemudian diinkubasi dengan cara dimasukkan ke dalam *box* Pengamatan dilakukan untuk memantau pertumbuhan miselium F1 Jamur tiram setelah inkubasi.

## 2.4 Parameter Pengamatan

Pengambilan data akan dilakukan dengan cara melakukan pengamatan dan pencatatan hasil pengamatan. Adapun parameter pengamatan meliputi :

### 2.4.1 Persentase Kolonisasi

Pengukuran presentase kolonisasi miselium dilakukan untuk mengetahui seberapa besar area media tanam yang telah berhasil ditempati oleh miselium jamur tiram F1 selama masa inkubasi awal. Proses ini diawali dengan menempatkan media tanam berupa serbuk gergaji yang dipadatkan di dalam botol kaca 250ml.



**Gambar 2.** Ilustrasi pengukuran persentase kolonisasi

Setelah inkubasi berlangsung selama tiga hari, pertumbuhan miselium, yang ditandai dengan munculnya warna putih pada permukaan media tanam, mulai terlihat dan secara progresif menyebar dari titik inokulasi ke seluruh media. Pengukuran kolonisasi pada penelitian ini dilakukan dengan cara memotret dua sisi botol kaca secara terpisah, di mana masing-masing sisi mewakili 50% dari total permukaan botol. Proses pemotretan dilakukan pada posisi dan jarak yang tetap untuk memastikan area

permukaan yang diamati konsisten serta dapat dibandingkan secara akurat antar sampel.

Selanjutnya, hasil pemotretan pada masing-masing sisi dianalisis untuk mengidentifikasi dan menghitung area yang mengalami pertumbuhan miselium, yang ditunjukkan oleh perubahan warna atau pembentukan lapisan putih di atas media tanam. Pengamatan ini dilakukan dengan bantuan grid guna meningkatkan ketelitian pengukuran. Luas kolonisasi yang teramati dari kedua sisi kemudian dijumlahkan, dan hasilnya digunakan untuk menghitung persentase kolonisasi terhadap seluruh permukaan botol secara kuantitatif dan objektif dengan membandingkannya terhadap total panjang media tanam di dalam botol. Nilai yang diperoleh kemudian dimasukkan ke dalam rumus berikut:

$$\text{Persentase Kolonisasi \%} = \frac{\text{Luas Kolonisasi}}{\text{Luas Media Total}} \times 100$$

#### 2.4.2 Kepadatan Jamur

Pengamatan secara visual terhadap kepadatan miselium dilakukan dengan menggunakan skala kualitatif. Pada metode ini, kepadatan miselium dinilai berdasarkan tingkat ketebalan atau kerapatan yang diamati pada permukaan media. Skala yang digunakan terdiri dari beberapa nilai, yaitu: nilai 0 diberikan apabila tidak ditemukan miselium sama sekali; nilai 1 diberikan ketika miselium tampak sangat tipis, jarang, dan transparan; nilai 2 digunakan apabila miselium terlihat namun belum membentuk lapisan yang tebal; nilai 3 diberikan jika miselium sudah mulai menutupi media dengan jelas dan terlihat pada tingkat sedang; sedangkan nilai 4 diberikan ketika miselium tampak tebal, padat, dan sepenuhnya menutupi media dengan warna putih pekat.

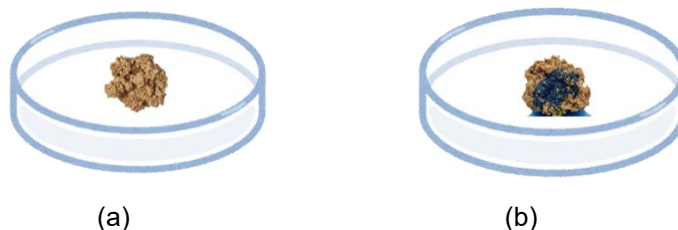
#### 2.4.3 Pengukuran Viabilitas

Pewarnaan vital seperti metilen biru dapat digunakan untuk menentukan apakah miselium masih hidup atau tidak. Untuk melakukannya, larutan Metilen Biru dengan konsentrasi 0,1–1% pertama-tama disiapkan. Setelah itu, larutan Metilen Biru tersebut diteteskan pada miselium selama dua menit.



**Gambar 3.** Ilustrasi pengujian viabilitas

Selanjutnya, perubahan warna pada miselium diamati. Miselium yang selnya masih hidup akan tampak tidak berwarna atau mungkin sedikit kekuningan atau bening, yang menandakan membran sel masih berfungsi dengan baik dan miselium tersebut masih aktif. Sebaliknya, miselium yang selnya sudah mati akan terlihat berwarna biru intens, menunjukkan bahwa membran selnya telah rusak sehingga metilen biru dapat masuk dengan bebas ke dalam sel



**Gambar 4.** Ilustrasi hasil pengujian viabilitas; a. viabel dan b. tidak viabel

## 2.5 Analisis Data

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang tersusun atas sembilan perlakuan dengan lima pengulangan sehingga didapatkan sebanyak 45 unit sampel eksperimen menggunakan aplikasi *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS).

$$Y_{ij} = \mu + \pi_i + \varepsilon_{ij} \quad i = 1,2,3,\dots,n \text{ dan } j = 1,2,3,\dots,n$$

Dimana :

$Y_{ij}$  = pengamatan perlakuan ke -  $i$  dan ulangan ke  $j$

$\mu$  = rata-rata umum

$\pi_i$  = pengaruh perlakuan ke -  $i$

$\varepsilon_{ij}$  = galat perlakuan ke -  $i$  dan ulangan ke -  $j$

Langkah pertama adalah pengujian asumsi normalitas dan homogenitas pada data hasil eksperimen. Jika data memenuhi asumsi tersebut (berdistribusi normal dan homogen), maka dilanjutkan dengan uji ANOVA untuk mengetahui pengaruh perlakuan yang diberikan. Apabila terdapat perbedaan yang nyata, maka dilakukan uji lanjutan dengan uji Tukey.

$$BNJ(\alpha) = q_{\alpha;p;dbg} \times \sqrt{\frac{KTG}{r}}$$

Keterangan =

$q_{\alpha;p;dbg}$  (dicari pada tabel Tukey pada taraf nyata  $\alpha$ )

$p$  adalah perlakuan

$dbg$  adalah derajat bebas galat

Sebaliknya, jika data tidak memenuhi asumsi normalitas atau homogenitas, analisis dilakukan dengan uji non-parametrik Kruskal-Wallis. Jika uji Kruskal-Wallis

menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan, maka dilanjutkan dengan uji lanjut Mann-Whitney untuk membandingkan antar perlakuan secara pasangan.

$$U_1 = n_1 n_2 + \frac{n_1(n_1 + 1)}{2} - R_1$$

$$U_2 = n_1 n_2 + \frac{n_2(n_2 + 1)}{2} - R_2$$

Keterangan =

$n_1$  adalah jumlah sampel 1

$n_2$  adalah jumlah sampel 2

$U_1$  adalah jumlah peringkat 1

$U_2$  adalah jumlah peringkat 2

$R_1$  jumlah rangking pada sampel  $n_1$

$R_2$  jumlah rangking pada sampel  $n_2$