

**ANALISIS GUGUS FUNGSI MISELIUM BIBIT JAMUR  
TIRAM PUTIH DARI MEDIA SORGUM MENGGUNAKAN  
SPEKTROFOTOMETER FTIR**

**LUSIA ANITA BR. SAGALA**



**DEPARTEMEN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2015**



## *@Hik cipta mitr IPB University*

Hik Cipta (Indonesia) Limited/Urutani

1. Di bawah tanggung jawab sebagian atau seluruh karya yang terdapat dalam dokumen ini dan menyediakan nomor :
  - a. Pengaturan format untuk kepentingan penulisan, revisi/ubah, perbaikan karya ilmiah, penastabilan layout, penastabilan grafik atau tujuan untuk masalah
  - b. Pengetahuan tidak bertanggung jawab yang wajar IPB University.
2. Di bawah tanggung jawab dan menandatangani selanjutnya akan seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa ada IPB University.



## ABSTRAK

LUSIA ANITA BR. SAGALA. Analisis Gugus Fungsi Miselium Bibit Jamur Tiram Putih dari Media Sorgum Menggunakan Spektrofotometer FTIR. Dibimbing oleh IRZAMAN

Keberhasilan pembuatan bibit jamur tiram bergantung pada media *Potato Dextrose Agar* (PDA). Pada penelitian ini dilakukan variasi tingkat sterilisasi media menggunakan pengukusan dengan variasi tingkat 1, 2, dan 3 dengan masing-masing tingkat dikukus selama 60 menit dengan suhu 102 °C. Hasil terbaik diperoleh pada sterilisasi tingkat 3. Hal ini ditunjukkan dengan penumbuhan miselium yang memenuhi tabung. Pada pembuatan bibit sebar (F1) dengan media sorgum, hasil yang didapat tidak ada yang terkontaminasi. Hasil karakterisasi FTIR menunjukkan adanya vibrasi regangan pada miselium untuk biakan murni, bibit sebar, dan bibit tanam. Vibrasi regangan tersebut mengidentifikasi adanya gugus fungsi C-O, C-N, C=O, C-H, O-H, dan ikatan β-D-glukan.

Kata kunci: FTIR, gugus fungsi, media sorgum, miselium

## ABSTRACT

LUSIA ANITA BR. SAGALA. Functional Groups Analysis of Oyster Mushroom's Mycelium Using Sorghum Media with FTIR Spectrophotometer. Supervised by IRZAMAN.

The successful establishment of oyster mushroom seeds depend on *Potato Dextrose Agar* (PDA). In this study, the sterilization level of media varied from level 1 to 3. For each sterilization level, PDA were steamed at 102 °C for 60 minutes. The best result was found at third level that was showed by growing of mycelium. The result of growing spread seeds (F1) by using sorghum media were not contaminated. The characterization result of FTIR mycelium from pure culture (F0), spread seeds (F1), and planting seeds (F2) indicated the stretching vibration. Stretching vibration showed of several functional groups. They were C-O, C-N, C=O, C-H, O-H, and β-D-glukan.

Keywords: FTIR, functional groups, mycelium, sorghum media

**ANALISIS GUGUS FUNGSI MISELIUM BIBIT JAMUR  
TIRAM PUTIH DARI MEDIA SORGUM MENGGUNAKAN  
SPEKTROFOTOMETER FTIR**

**LUSIA ANITA BR. SAGALA**

Skripsi  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Sains  
pada  
Departemen Fisika

**DEPARTEMEN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2015**





## *@Mik cpta mth IPB University*

Hal Cpta (Biodiversi) Unmang-undang

1. Diambil sebagai bagian dari seluruh karya yang telah diciptakan, namun dan diperbolehkan untuk :

- a. Pengaturan ulang untuk kepentingan pendidikan, penelitian, pertukaran karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan buku, atau tujuan sosial lainnya
  - b. Penggunaan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University
2. Dianggap mengutamakan dan memperhatikan selangun atau seluruh karya tulis yang dalam bentuk apapun karya tulis IPB University



Judul Skripsi : Analisis Gugus Fungsi Miselium Bibit Jamur Tiram Putih dari Media Sorgum Menggunakan Spektrofotometer FTIR

Nama : Lusia Anita Br. Sagala

NIM : G74110019

Alhamdulillah, Insya Allah

Hal. Tiga, Bandung, 03 Juli 2015

1. Diketahui oleh

Disetujui oleh

Dr Ir Irzaman, M.Si  
Pembimbing

Diketahui oleh

Dr Akhiruddin Maddu  
Ketua Departemen

Tanggal Lulus: 03 JUL 2015



## PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah Bapa di Surga yang telah melimpahkan berkat dan karunia-Nya kepada penulis sehingga laporan penelitian yang berjudul “Pembuatan Bibit Jamur Tiram dengan Media Tanam Sorgum dan Karakterisasi FTIR Miselium Jamur Tiram”. Skripsi ini disusun oleh penulis sebagai salah satu syarat kelulusan program sarjana di Departemen Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor. Atas terselesaikannya skripsi ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Aman Amandus Sagala (alm) dan Ibu Restauli Erlina Simbolon, saudara penulis Rusdiana Sagala dan keluarga besar penulis yang selalu memberikan nasihat, doa, motivasi, kasih sayang kepada penulis.
2. Bapak Dr. Ir. Irzaman, M.Si selaku pembimbing skripsi atas segala nasihat, bimbingan, saran dan kritikan dalam penulisan skripsi.
3. Ibu Dr. Mersi Kurniati dan Bapak Dr. Setyanto Tri Wahyudi selaku penguji yang telah bersedia menyempatkan waktunya dalam memberikan masukan kepada penulis.
4. Beasiswa Bidik Misi yang memberikan kesejahteraan bagi penulis.
5. Bapak Dr. Tony Sumaryada selaku pembimbing akademik atas motivasinya selama ini.
6. Ibu Maya Risanti dan Bapak Asril yang telah memberikan ilmunya mengenai jamur tiram dan yang telah senantiasa membantu penelitian ini.
7. Seluruh dosen pengajar dan seluruh staf Departemen Fisika IPB.
8. Keluarga Mahasiswa Katolik dan keluarga Puella Domini Choir yang telah memberikan warna kehidupan bagi penulis selama kuliah di Kampus IPB.
9. Teman-teman satu kelompok jamur tiram Erni, Abu Sonip, Ana, Irlan, dan Daus untuk kerja samanya baik duka maupun suka selama penelitian ini.
10. Teman-teman fisika Riani, Egha, Nadia, Siti, Dinda, Umi, Kadek, Yuja, Dadi, Tantan, Erika dan semua teman-teman Fisika 48 atas kebersamaan suka duka dan perjuangan selama 4 tahun ini.
11. Semua pihak yang telah membantu yang tidak bisa disebutkan satu persatu. Terima kasih atas dukungannya.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat.

Bogor, Juni 2015

*Lusia Anita Br.Sagala*







DAFTAR PUSTAKA	16
LAMPIRAN	19
RIWAYAT HIDUP	28

## DAFTAR TABEL

Tabel 1 Perlakuan Tingkat Sterilisasi PDA	8
Tabel 2 Keberhasilan Isolasi (Kultur Jaringan) untuk Biakan Murni (F0)	9
Tabel 3 Tingkat Keberhasilan Bibit Sebar (F1)	10
Tabel 4 Tingkat Keberhasilan Bibit Tanam (F2)	10
Tabel 5 Nilai Bilangan Gelombang Masing-Masing Bibit Hasil Eskperiment dan Literatur	12
Tabel 6 Nilai Bilangan Gelombang Masing-Masing Bibit Hasil Eskperiment dan Literatur	12
Tabel 7 Analisis Nilai Konstanta Ikatan Gugus Fungsi C-O, C-N, C=O, dan C-H (Asumsi Osilasi Harmonik)	14
Tabel 8 Analisis Nilai Konstanta Pegas Anharmonik dan Konstanta Gaya Ikatan Gugus Fungsi O-H (Asumsi Osilasi Anharmonik)	15

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Jamur Tiram Putih	3
Gambar 2 Sorgum	3
Gambar 3 Ilustrasi 2 Massa yang Diikat dengan Pegas	4
Gambar 4 Kurva Energi Potensial Anharmonik	5
Gambar 5 Diagram Alir Penelitian	7
Gambar 6 Hasil Karakterisasi FTIR Biakan Murni (F0)	11
Gambar 8 Hasil Karakterisasi FTIR Gabungan F0, F1, dan F2	12

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Analisis Lengkap Persamaan (1.4) dari 2 Atom yang Terikat	19
Lampiran 2 Pembuatan Bibit Jamur Tiram Putih	21
Lampiran 3 Gambar Hasil Pembuatan Bibit Jamur Tiram Putih	23
Lampiran 4 Gambar Hasil Karakterisasi FTIR Bibit Sebar dan Bibit Tanam	24
Lampiran 5 Analisis Nilai Bilangan Gelombang dan Konstanta Pegas	25



*@Hik\_cipta\_mitr\_IPB\_University*

**IPB University**



**IPB University**  
— *berpola, berprestasi* —

Hal Cipta (Inventor) Unmang-undang

1. Diambil mengutip sebagian atau seluruh karya yang telah dipublikasikan dan dipublikasikan kembali ;
4. Pengubahan bentuk atau penyuntingan sendiri, revisi, perbaikan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan buku atau tujuan untuk masalah;
5. Pengutipan tidak mengutip kepedulian yang wajar IPB University;
2. Dianggap mengutip dan menyalin karya atau seluruh karya tulis yang dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

# PENDAHULUAN

## Latar Belakang

Masih rendahnya kemampuan daya beli masyarakat Indonesia menyebabkan kurangnya tingkat konsumsi makanan berprotein hewani tinggi. Sehingga kebutuhan protein nabati menjadi pilihan alternatif untuk memenuhi kebutuhan protein bagi tubuh. Salah satu alternatif pengganti sumber makanan berprotein tinggi ialah jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*).<sup>1</sup> Kandungan protein yang terdapat pada jamur tiram cukup tinggi, yakni sekitar 10,5-30,4% setiap 100 gram berat jamur tiram.<sup>2</sup> Kandungan protein (10,5-30,4%) yang terdapat pada jamur lebih tinggi dibandingkan dengan bahan makanan lain yang juga berasal dari tanaman, yakni protein jamur dua kali lebih tinggi daripada asparagus dan kentang, empat kali lebih tinggi daripada wortel dan tomat dan enam kali lebih tinggi daripada jeruk.<sup>3</sup> Selain mengandung protein, jamur tiram juga mengandung mineral K, P, Ca, Na, Mg, dan Cu.

Kandungan gizi yang terdapat pada jamur tiram tersebut membuka potensi yang menggiurkan bagi para petani dalam membuka usaha budidaya jamur tiram. Prospek pengembangan budidaya jamur tiram di Indonesia sangat berpotensi baik, karena iklim dan cuaca di Indonesia mendukung pertumbuhan jamur tiram. Meskipun iklim dan cuaca mendukung, para petani masih banyak mengalami masalah dalam menghasilkan bibit jamur yang baik dan terbebas dari kontaminasi. Ketekunan dan keadaan yang steril sangat dibutuhkan dalam pembuatan bibit jamur tiram yang baik, dan ini dianggap sulit oleh petani, sehingga banyak petani lebih memilih membeli bibit di pasar dibandingkan membuat sendiri. Hal ini menjadi kendala bagi petani kecil, karena harga bibit yang dijual di pasar tergolong mahal dan menambah *budget* pengeluaran mereka.

Bibit jamur tiram yang baik adalah bibit jamur tiram yang dihasilkan dari kultur jaringan murni dan terbebas dari kontaminasi lingkungan sekitar. Sterilisasi media kultur *Potato Dextrose Agar* (PDA) selama 60 menit dengan tiga tingkatan sterilisasi pada penelitian ini diharapkan mampu meminimalisasi terjadinya kontaminasi pada media kultur jaringan. Sorgum sebagai media tanam pada bibit sebar dan bibit tanam digunakan untuk melihat perbedaan proses pertumbuhan bibit jamur dengan media tanam lain. Karakterisasi FTIR dilakukan untuk melihat kandungan gugus fungsi serta ikatan molekul pada miselium bibit murni (F0), bibit sebar (F1), dan bibit tanam (F2).

## Perumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh tingkat sterilisasi dalam pembuatan media *Potato Dextrose Agar* (PDA)?
2. Bagaimana susunan gugus fungsi dan bentuk ikatan molekul miselium jamur dengan media sorgum?

## Tujuan Penelitian

1. Mengamati dan mempelajari pengaruh tingkat sterilisasi dalam pembuatan media *Potato Dextrose Agar* (PDA)
2. Mengamati dan mempelajari gugus fungsi serta ikatan molekul miselium jamur tiram pada bibit murni, bibit sebar, dan bibit tanam

## Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan membantu petani dalam menentukan tingkat sterilisasi media kultur yang tepat sehingga dihasilkan bibit jamur tiram yang baik dengan biaya produksi yang minimum. Penelitian ini juga memberikan informasi yang berguna mengenai kandungan gugus fungsi serta ikatan molekul yang terkandung dalam miselium jamur tiram berdasarkan analisis *Fourier Transform Infra Red* (FTIR).

## Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini mengkaji proses pembuatan bibit jamur tiram dengan media tanam sorgum pada biakan murni (F0), bibit sebar (F1), dan bibit tanam (F2) serta menganalisis gugus fungsi dan ikatan molekul pada miselium jamur tiram dengan metode *Fourier Transform Infra Red* (FTIR).

## TINJAUAN PUSTAKA

### Bibit Jamur Tiram Putih

Jamur tiram putih atau dikenal dengan nama ilmiah *Pleurotus ostreatus* merupakan jamur dengan famili *agaricaceae* yang banyak dibudidayakan oleh masyarakat karena dapat tumbuh di berbagai macam jenis substrat dan mempunyai kemampuan adaptasi terhadap lingkungan yang tinggi.<sup>4</sup> Jamur tiram putih dapat hidup pada daerah yang bersuhu antara 10 °C sampai 32 °C. Lokasi ideal jamur yaitu 800 m dpl dan RH 60-90 %. Walaupun kebanyakan jamur tiram dapat tumbuh dengan baik pada kisaran suhu 25-29 °C, kondisi pertumbuhan optimum dicapai pada kisaran suhu 16-22 °C.<sup>5</sup>

Bibit jamur adalah bakal jamur yang digunakan untuk budidaya jamur. Bakal jamur ini merupakan benang miselium cendawan yang tumbuh pada suatu media tumbuh. Wadah yang digunakan untuk tempat tumbuh yaitu segala macam botol atau kantong plastik yang dapat disterilisasi dengan tekanan 1.5 psi (10.341,97 Pa) dan suhu 120 °C.<sup>6</sup> Bibit jamur tiram putih terbagi atas biakan murni dan biakan induk (bibit sebar dan bibit tanam). Biakan murni adalah miselium jamur yang tumbuh pada media agar-agar dan akan menjadi inokulum untuk pembuatan bibit induk. Bibit sebar adalah bibit yang dihasilkan dari biakan murni dan digunakan untuk menginokulasi bibit tanam. Bibit tanam adalah hasil akhir dari bibit sebelum menjadi tubuh buah.<sup>7</sup> Gambar 1 menunjukkan gambar jamur tiram putih.



Gambar 1 Jamur Tiram Putih

Gambar 2 Sorghum<sup>8</sup>

### Sorghum

Sorghum merupakan salah satu jenis tanaman sereal yang mempunyai potensi besar untuk dikembangkan di Indonesia karena mempunyai daerah adaptasi yang luas. Tanaman sorgum toleran terhadap kekeringan dan genangan air, dapat berproduksi pada lahan marginal, serta relatif tahan terhadap gangguan hama dan penyakit.<sup>8</sup> Sorghum merupakan komoditas pengembang untuk diversifikasi industri secara vertikal. Biji sorgum dapat digunakan sebagai bahan pangan serta bahan baku industri pakan dan pangan.<sup>9</sup> Sebagai bahan pangan, kandungan gizi sorgum bersaing dengan beras dan jagung, bahkan kandungan protein, kalsium dan vitamin B1 sorgum lebih tinggi daripada beras dan jagung.<sup>10</sup> Berdasarkan fakta di atas, sorgum baik digunakan sebagai media tanam jamur tiram. Gambar 2 menunjukkan gambar tanaman sorgum yang digunakan sebagai media pertumbuhan sorgum.

### Spektroskopi Inframerah

Spektroskopi Inframerah didasari oleh vibrasi dari atom pada molekul dimana setiap atom memiliki frekuensi vibrasi yang berbeda bergantung pada jenis ikatannya. Jika sinar inframerah dipancarkan ke sampel, maka setiap ikatan hanya akan mengabsorpsi energi yang bersesuaian dengan frekuensi vibrasi ikatan tersebut.<sup>11</sup> Energi yang dimiliki oleh sinar inframerah hanya cukup kuat untuk mengadakan perubahan vibrasi.<sup>12</sup> Energi tersebut timbul dari penyerapan gelombang elektromagnetik yang mengakibatkan eksitasi tingkat-tingkat energi dalam molekul.<sup>13</sup>

Spektrum inframerah terletak pada daerah dengan panjang gelombang mulai dari 0,75  $\mu\text{m}$  sampai 1000  $\mu\text{m}$  atau bilangan gelombang dari 1300 sampai 1  $\text{cm}^{-1}$ .

Dilihat dari segi aplikasi dan instrumentasi, spektrum inframerah dibagi ke dalam tiga jenis radiasi yaitu inframerah dekat (bilangan gelombang 12800–4000  $\text{cm}^{-1}$ ), inframerah pertengahan (bilangan gelombang 4000–200  $\text{cm}^{-1}$ ), dan inframerah jauh (bilangan gelombang 200–10  $\text{cm}^{-1}$ ). FTIR termasuk ke dalam kategori radiasi inframerah pertengahan (bilangan gelombang 4000–200  $\text{cm}^{-1}$ ).<sup>14</sup>

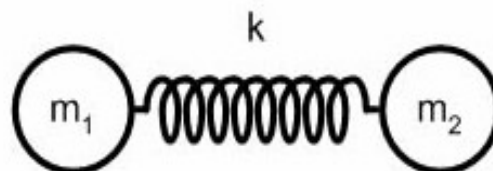
### Karakterisasi FTIR

FTIR merupakan sebuah kesatuan dari spektroskopi inframerah yang dilengkapi dengan proses *fourier transform*, yang dapat mengidentifikasi kandungan gugus kompleks tetapi tidak dapat digunakan untuk menentukan unsur - unsur penyusunnya. Jika sinar inframerah dilewatkan melalui sampel senyawa organik, maka terdapat sejumlah frekuensi yang diserap (diabsorpsi), diteruskan (ditransmisikan) dan dipantulkan (direfleksikan). Serapan cahaya oleh molekul bergantung pada struktur elektronik dari molekul tersebut. Molekul yang menyerap energi menyebabkan terjadinya perubahan energi vibrasi dan perubahan tingkat energi rotasi.<sup>15</sup>

Setiap senyawa pada keadaan tertentu telah mempunyai tiga macam gerak, yaitu gerak translasi, vibrasi, dan rotasi. Vibrasi molekul sangat khas untuk suatu molekul tertentu dan biasanya disebut *fingerpint*. Vibrasi molekul digolongkan atas dua golongan besar, yaitu vibrasi regangan (*stretching*) dan vibrasi tekuk (*bending*). Vibrasi regangan dibedakan menjadi vibrasi simetri dan asimetri, sedangkan vibrasi tekuk dibedakan menjadi vibrasi goyangan (*rocking*), guntingan (*scissoring*), kibasan (*wagging*), dan pelintiran (*twisting*).<sup>16</sup>

Molekul diatomik yang mengalami vibrasi ulur diasumsikan berdasarkan Hukum Hooke sebagai dua massa yang diikat dengan pegas dan mengalami vibrasi. Ilustrasi dari molekul diatomik seperti Gambar 3. Jika pegas direntangkan atau ditekan pada jarak kesetimbangan tersebut maka energi potensial dari sistem tersebut akan naik. Bila ikatan bergetar, maka energi vibrasi secara terus menerus dan secara periodik berubah dari energi kinetik ke energi potensial dan sebaliknya. Jumlah energi total adalah sebanding dengan frekuensi vibrasi dan tetapan gaya dari pegas dan massa ( $m_1$  dan  $m_2$ ) dari dua atom yang terikat.

Berdasarkan persamaan Lagrange (1.1) yang merupakan selisih dari energi kinetik total (T) dengan energi potensial total (V) maka dihasilkan suatu energi vibrasi yang nilainya sebanding dengan frekuensi dan massa suatu senyawa. Frekuensi dari molekul diatomik di atas solusi persamaannya dapat didefinisikan seperti persamaan (1.1) sampai dengan (1.4)<sup>17</sup>



Gambar 3 Ilustrasi 2 Massa yang Diikat dengan Pegas<sup>17</sup>



$$L = T - V \quad (1.1)$$

Persamaan diferensial gerak didefinisikan sebagai berikut:

$$\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial L}{\partial v_i} \right) - \frac{\partial L}{\partial x_i} = 0 \quad (i = 1, 2, \dots) \quad (1.2)$$

Sehingga:

$$f_1 = 0 \quad (1.3)$$

$$f_2 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{\mu}} \quad (1.4)$$

Dengan nilai  $\mu$  sebagai berikut:

$$\mu = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} \quad (1.5)$$

Keterangan:

$f$  = frekuensi (Hz)

$k$  = konstanta pegas ( $Nm^{-1}$ )

$\mu$  = massa tereduksi (kg)

Lampiran 1 menunjukkan analisis lengkap persamaan (1.4) dari dua atom yang terikat.

Energi vibrasi harmonik dari semua molekul didefinisikan pada persamaan (2.1) yang merupakan perhitungan dari persamaan Schrodinger.<sup>18</sup>

$$E_v = \frac{hc}{\lambda} = hc\varepsilon_v = \left( v + \frac{1}{2} \right) h\omega_{osc} \quad (v = 0, 1, 2, \dots) \quad (1.6)$$

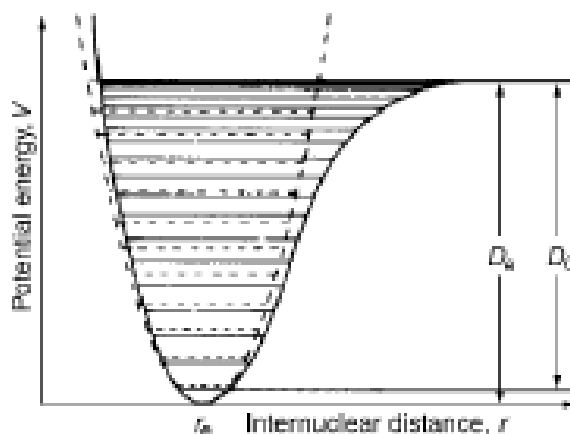
$$\varepsilon_v = \left( v + \frac{1}{2} \right) \omega_{osc} \quad (1.7)$$

$$\Delta\varepsilon_{v+1 \rightarrow v} = \left( v + 1 + \frac{1}{2} \right) \bar{\omega}_{osc} = \bar{\omega}_{osc} \text{ cm}^{-1} \quad (1.8)$$

Persamaan (1.9) merupakan pendekatan energi potensial anharmonik oleh P. M. Morse pada tahun 1928.

$$V = D_{eq} \left[ 1 - e^{a(r_{eq}-r)} \right]^2 \quad (1.9)$$

Kurva energi potensial anharmonik molekul diatomik ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4 Kurva Energi Potensial Anharmonik<sup>19</sup>

Ketika  $r \rightarrow \infty$  maka energi potensialnya sama dengan energi vibrasi dan ketika energi potensialnya 0 maka  $r = r_{eq}$ . Persamaan Schrodinger dapat diselesaikan untuk persamaan Morse sehingga dihasilkan persamaan berikut<sup>17</sup> :

$$\varepsilon_v = \left(v + \frac{1}{2}\right) \bar{\omega}_e x_e \text{ cm}^{-1} \text{ dengan } (v = 1, 2, \dots) \quad (2.1)$$

$$\bar{\omega}_{osc} = \bar{\omega}_e \left\{ 1 - x_e \left(v + \frac{1}{2}\right) \right\} \quad (2.2)$$

$$(i) v = 0 \rightarrow v = 1, \Delta v = +1, \quad \Delta\varepsilon = \bar{\omega}_e (1 - 2x_e) \text{ cm}^{-1} \quad (2.3)$$

$$(i) v = 0 \rightarrow v = 2, \Delta v = +2, \quad \Delta\varepsilon = 2\bar{\omega}_e (1 - 3x_e) \text{ cm}^{-1} \quad (2.4)$$

$$(i) v = 0 \rightarrow v = 3, \Delta v = +3, \quad \Delta\varepsilon = 3\bar{\omega}_e (1 - 4x_e) \text{ cm}^{-1} \quad (2.5)$$

Karakterisasi FTIR dilakukan untuk menentukan jenis gugus fungsi dan ikatan molekuler yang terdapat pada sampel. Karakterisasi FTIR dilakukan untuk memprediksi kandungan yang terdapat pada miselium. Kandungan yang terdapat pada miselium digunakan dalam penentuan bilangan gelombang atau vibrasi transmisi, absorpsi, dan konstanta anharmoniknya. dapat dijelaskan bahwa puncak-puncak yang didapat akibat ada yang diserap oleh bahan tersebut.<sup>20</sup> Proses *stretching* simetri maupun asimetri diasumsikan untuk menganalisis frekuensi vibrasi, konstanta harmonik maupun anharmonik serta konstanta gaya ikatan pada FTIR.<sup>21</sup>

## METODE

### Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan mulai bulan Mei 2014 sampai dengan Januari 2015 di Laboratorium Fisika Material Elektronik dan Laboratorium Analisis Bahan Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, di Laboratorium skala kecil Babakan Raya Dramaga, Bogor dan di Desa Situ Udik, Kecamatan Cibungbulang, Kabupaten Bogor.

### Bahan

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah jamur tiram putih, kentang, agar, *dextrose*, cloran penicolt, aquades, sorgum, dedak, kapur pertanian (kaptan), dan serbuk gergaji.

### Alat

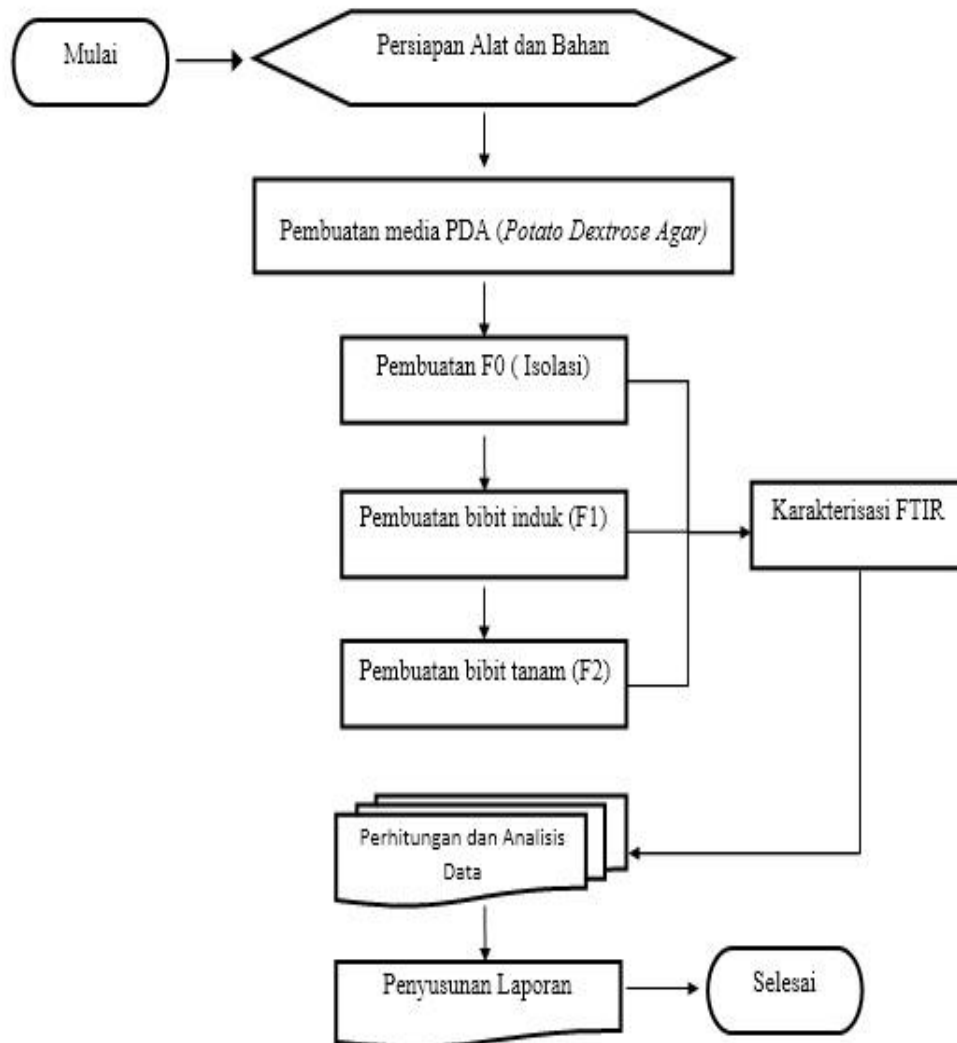
Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah kotak sterilisasi, labu erlenmeyer, tabung reaksi, pinset, pembakaran bunsen, *spatula* inokulasi, botol kaca, *spatula*, dandang, kompor gas, masker, kertas saring, kapas, saringan, sarung tangan, timbangan, dan *Fourier Transform Infra Red* ( FTIR) tipe ABB MB 3000.

## Prosedur Analisis Data

Tahapan penelitian ini meliputi tahapan pembuatan bibit jamur tiram putih dan karakterisasi FTIR ikatan molekul miselium seperti tampak pada gambar 5.

### Pembuatan Bibit Jamur Tiram

Lampiran 2 menunjukkan tahapan pembuatan bibit jamur tiram mulai dari pembuatan PDA, biakan murni (F0), bibit sebar (F1), dan bibit tanam (F2).



Gambar 5 Diagram Alir Penelitian

## Karakterisasi Miselium dengan metode FTIR

Miselium yang dikarakterisasi FTIR terlebih dahulu dipanaskan untuk mengurangi kadar air yang terkandung dalam miselium. Miselium seberat 3 gram ditahan dengan suhu 60 °C selama 24 jam dengan kecepatan kenaikan suhunya 5 °C/menit. Setelah 24 jam miselium yang telah kering digerus dan dilanjutkan preparasi sampel dengan mencampurkan miselium dengan KBr lalu dibuat pelet. Pelet tersebut ditembakkan dengan sinar inframerah sehingga sinar ada yang ditransmisi dan diserap. Penyerapan sinar menentukan gugus fungsi molekul dari sampel. Hasil karakterisasi FTIR memberikan informasi mengenai fenomena vibrasi regangan simetris (*stretching harmonic vibration*) dan asimetris (*stretching anharmonic vibration*) Fenomena tersebut mencakup nilai bilangan gelombang vibrasi, konstanta anharmonik dan konstanta gaya ikatan molekul.

Miselium jamur yang dikarakterisasi berasal dari miselium pada media biakan murni, bibit sebar, dan bibit tanam dengan rincian sebagai berikut:

- (i) Media biakan murni : 4 buah, yaitu 3 buah untuk perlakuan 3 tingkat lama perebusan ( 40-1; 40-2; 40-3) dan 1 buah yang terkontaminasi.
- (ii) Media bibit sebar: 1 buah, yaitu untuk miselium yang bagus.
- (iii) Media bibit tanam: 2 buah, yaitu untuk miselium yang bagus dan miselium yang terkontaminasi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Media *Potato Dextrose Agar* (PDA)

Keberhasilan dalam budidaya jamur tiram putih sangat bergantung pada bibit yang digunakan. Dalam menghasilkan biakan murni (F0) dibutuhkan media tanam yang baik, bernutrisi, dan terhindar dari kontaminasi. Media yang digunakan sebagai tempat pertumbuhan biakan murni adalah *Potato Dextrose Agar* (PDA). Pada penelitian ini dilakukan variasi tingkatan sterilisasi untuk menghasilkan media PDA yang baik, yaitu sterilisasi tingkat 1, tingkat 2, dan tingkat 3. Sterilisasi tingkat 1, PDA dikukus dalam pengukusan selama 60 menit dan PDA siap digunakan. Sedangkan tingkat 2, PDA dikukus dalam pengukusan selama 60 menit setelah sebelumnya didiamkan selama 24 jam terlebih dahulu dalam kotak sterilisasi. Sterilisasi tingkat 3, PDA yang telah dikukus kedua kalinya didiamkan lagi selama 24 jam, kemudian dikukus lagi. Suhu yang terukur dari setiap tingkat sterilisasi sama, yaitu pada suhu 102 °C. Suhu yang terukur dari ketiga perlakuan tingkat sterilisasi adalah 102 °C ditunjukkan oleh Tabel 1.

Tabel 1 Perlakuan Tingkat Sterilisasi PDA

Lama waktu perebusan kentang	Tingkat Sterilisasi			Suhu (°C)
	Tingkat 1	Tingkat 2	Tingkat 3	
	60	60	60	102
15 menit	-	60	60	102
	-	-	60	102

Tabel 2 Keberhasilan Isolasi (Kultur Jaringan) untuk Biakan Murni (F0)

Ulangan	Tingkat sterilisasi		
	Tingkat 1	Tingkat 2	Tingkat 3
1	✓	✓	✓
2	✓	✓	✓
3	✓	✓	✓
4	-	-	✓
5	-	-	-

Keterangan : ✓ Isolasi yang berhasil  
 - Isolasi yang kontaminasi

### Biakan Murni (F0)

Kultur jaringan murni dari tubuh buah jamur putih yang segar ditanam pada media PDA yang telah berhasil. Pengkulturan jaringan murni dilakukan dengan perlakuan yang sama untuk semua PDA. Tabel 2 menunjukkan bahwa kultur jaringan jamur tiram tidak semuanya berhasil. Dilakukan 5 kali ulangan untuk masing-masing tingkat sterilisasi. Sterilisasi tingkat 3 berhasil menghasilkan miselium jamur tiram putih yang baik ditunjukkan dengan adanya benang-benang miselium yang memenuhi tabung reaksi. Sterilisasi tingkat 3 berhasil menghasilkan biakan murni yang paling baik karena PDA disterilisasi sebanyak tiga kali (3 tingkatan) selama 60 menit yang membuat mikroba dalam PDA mati karena pengaruh pengukusan yang lama (pemanasan). Semakin lama tingkat sterilisasi (pemanasan), maka jumlah kalor yang diterima semakin besar. Sesuai prinsip asas Black semakin besar jumlah kalor yang diterima akan berbanding lurus dengan perubahan suhu yang besar. Semakin besar suhu maka semakin banyak mikroba yang mati sehingga meminimalisasi kegagalan biakan murni. Sterilisasi tingkat 2 dan 1 merupakan sterilisasi kurang optimum dikarenakan waktu sterilisasi yang sebentar sehingga masih ada mikroba yang terkandung di dalam PDA. Masih adanya mikroba yang terkandung dalam PDA mendukung pertumbuhan mikroba pada saat inokulasi biakan murni sehingga kurang berhasil menghasilkan biakan murni yang baik.

Setelah isolasi, tabung yang berisi miselium disimpan pada suatu wadah yang suhunya optimum untuk pertumbuhan miselium, yaitu sekitar suhu kamar (25-29 °C)<sup>22</sup>. Semakin tinggi suhu wadah yang digunakan, maka semakin besar panas yang didistribusikan wadah ke tabung-tabung berisi miselium. Jika suhu yang digunakan melebihi rentang suhu kamar menyebabkan miselium rusak, sedangkan jika suhu yang digunakan kurang dari rentang suhu kamar menyebabkan pertumbuhan miselium yang tidak sempurna. Lampiran 3 menunjukkan foto biakan murni yang berhasil dan gagal.

### Bibit Sebar (F1)

Miselium yang telah tumbuh dalam tabung dikultur lagi ke media keduanya, yaitu media sorgum dengan campuran *dextrose* dan serbuk gergaji. Hasil kultur

tersebut dinamakan bibit sebar (F1). Miselium pada satu tabung reaksi dapat menghasilkan bibit untuk 3 tiga botol bibit sebar. F1 dikatakan berhasil jika sekitar 3 minggu atau 4 minggu, botol telah penuh ditumbuhi benang-benang halus atau miselium berwarna putih. Pada penelitian ini, dilakukan 3 kali pengulangan untuk setiap tingkat sterilisasi dengan total ulangannya ada 9, dan semuanya berhasil yang ditunjukkan oleh Tabel 3. Hal ini ditunjukkan dengan tidak adanya miselium yang terkontaminasi. Keberhasilan semua bibit sebar dikarenakan lama sterilisasi dan suhu pengukusan medianya (sorgum) saat sterilisasi menggunakan suhu optimum, yaitu 102 °C. Selain itu juga didukung dari media tumbuhnya, yaitu sorgum. Sorgum sebagai media tumbuh memiliki kandungan nutrisi yang dibutuhkan dalam pertumbuhan miselium. Sama halnya dengan keberhasilan F0, keberhasilan F1 juga dipengaruhi suhu. Suhu yang digunakan untuk pertumbuhan miselium merupakan suhu optimum, yaitu sekitar 25-29 °C dan didukung juga dengan tempat penyimpanan yang steril dan bersih. Lampiran 3 menunjukkan foto bibit sebar yang berhasil dan gagal.

Tabel 3 Tingkat Keberhasilan Bibit Sebar (F1)

Tingkat sterilisasi	Ulangan		
	1	2	3
1	✓	✓	✓
2	✓	✓	✓
3	✓	✓	✓

Tabel 4 Tingkat Keberhasilan Bibit Tanam (F2)

Tingkat Sterilisasi	Ulangan	Hasil
Tingkat 1	1	✓
	2	✓
	3	✓
	4	✓
	5	✓
	6	✓
	7	✓
	8	✓
	9	✓
	10	✓
	11	✓
	12	✓
	13	-
	14	-
Tingkat 2	1	✓
	2	✓
	3	-
	4	-
	5	-
	6	-
	7	-

Keterangan : ✓ Isolasi yang berhasil  
- Isolasi yang kontaminasi

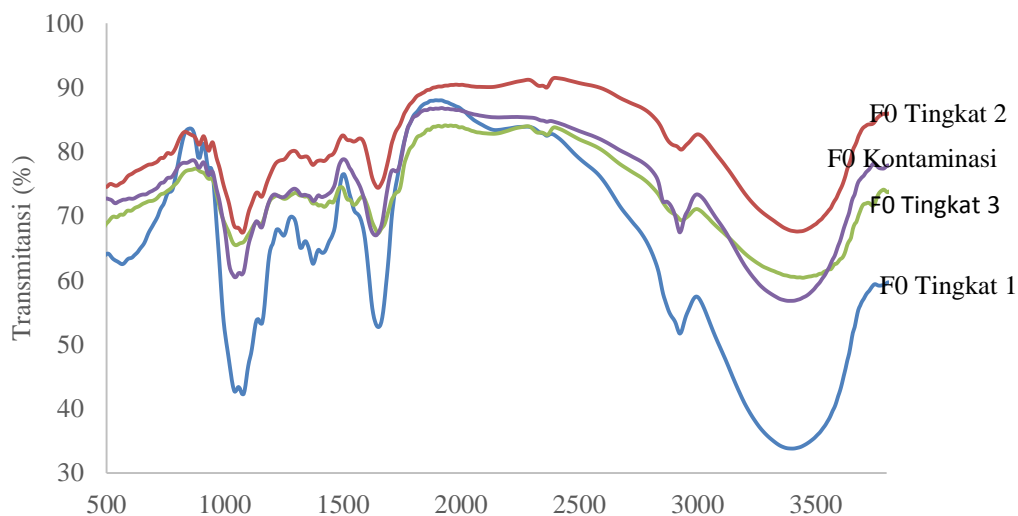
## Bibit Tanam (F2)

Setelah miselium yang ada pada F1 tumbuh sempurna, maka dilanjutkan dengan mengkultur ke media bibit tanam (F2). Media F2 berupa campuran dedak, gergaji, dan air. Satu botol F1 bisa menghasilkan 15 botol bibit F2. F2 ini yang akan dipakai untuk budidaya jamur tiram putih. Keberhasilan F2 ditandai dengan tumbuhnya benang-benang halus putih sekitar 3 hingga 4 minggu. Pada penelitian ini F2 yang dihasilkan tidak semua berhasil. Namun tingkat keberhasilan cukup tinggi. Tingkat keberhasilan yang cukup tinggi karena suhu yang digunakan pada tempat penyimpanan F2 merupakan suhu optimum pertumbuhannya ( $25-29^{\circ}\text{C}$ ) ditambah media bibit tanam telah menyerupai media untuk budidaya. Lampiran 3 menunjukkan foto bibit tanam yang berhasil dan gagal.

## Karakterisasi Miselium dengan Metode FTIR

Jika radiasi inframerah dikenakan pada sampel senyawa organik, beberapa frekuensi bisa diserap oleh senyawa tersebut. Jumlah frekuensi yang melewati senyawa diukur sebagai transmitansi.<sup>23</sup> Besarnya intensitas transmitansi (%T) pita serapan spektrum inframerah pada setiap bilangan gelombang setara dengan banyaknya gugus fungsional dalam suatu sampel yang diuji dengan FTIR.<sup>24</sup> Saat transmitansi mencapai nilai maksimum tidak menunjukkan adanya vibrasi. Vibrasi terjadi ketika suatu sampel mengalami absorbansi maksimum. Absorbansi maksimum menunjukkan banyaknya jumlah sinar yang diserap sehingga banyak molekul yang saling berinteraksi dan menimbulkan vibrasi antar molekul<sup>25</sup>. Pada saat miselium masing-masing bibit mengalami absorbansi maksimum terdeteksi adanya vibrasi regangan C-O, C-N, C=O, C-H, dan O-H.

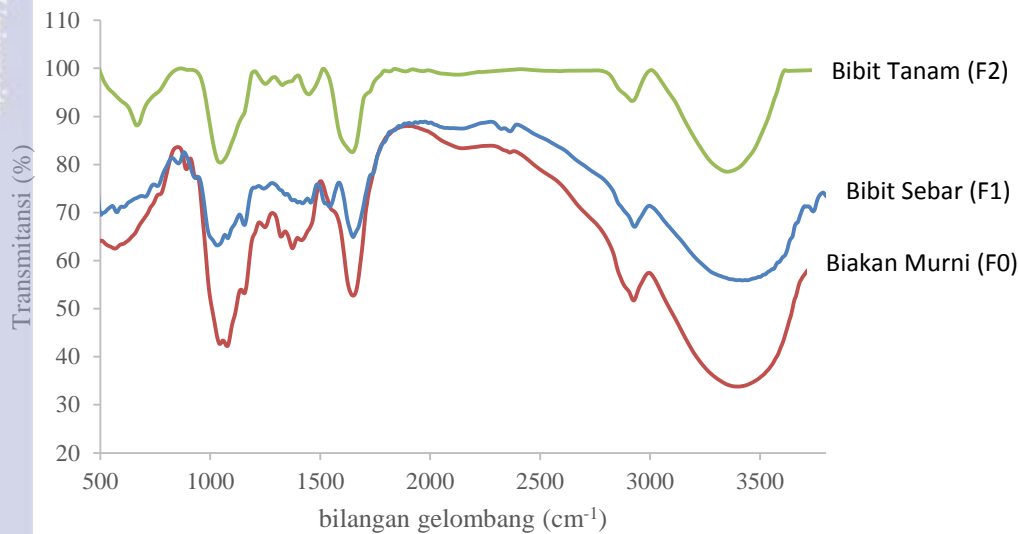
Gambar 6 menunjukkan hasil karakterisasi FTIR F0 untuk sterilisasi tingkat 1, tingkat 2, tingkat 3, dan yang kontaminasi. Sedangkan tabel 5 menunjukkan nilai bilangan gelombang masing-masing gugus fungsi hasil karakterisasi FTIR biakan murni untuk setiap tingkat sterilisasi. Gambar hasil karakterisasi FTIR F1 dan F2 dapat dilihat pada Lampiran 4.



Gambar 6 Hasil Karakterisasi FTIR Biakan Murni (F0)

Tabel 5 Nilai Bilangan Gelombang Masing-Masing F0 Hasil Eskperiment dan Literatur

Nilai Bilangan Gelombang (cm <sup>-1</sup> )					Gugus Fungsi (Stretch)
F0 tingkat	F0 tingkat	F0 tingkat	F0	Literatur	
1	2	3	kontaminasi		
2361	2361	2361	2368	2000-3600	O-H
3402	3425	3448	3386		
1080	1072	1049	1041	1000-1320	C-O
1250	1327	1250	1242	1180-1360	C-N
1651	1651	1651	1636	1650-1760	C=O
2924	2932	2932	2924	2850-2960	C-H



Gambar 7 Hasil Karakterisasi FTIR Gabungan F0, F1, dan F2

Tabel 6 Nilai Bilangan Gelombang Masing-Masing Bibit Hasil Eskperiment dan Literatur

Nilai Bilangan Gelombang (cm <sup>-1</sup> )				Literatur <sup>29</sup>	Gugus fungsi (stretch)
F0	F1	F2	F2 kontam		
2361	2361	2160	2373	2000-3600	O-H
3402	3394	3456	3333		
1080	1080	1049	1049	1000-1320	C-O
1250	1242	1327	1250	1180-1360	C-N
1651	1651	1651	1651	1650-1760	C=O
2924	2932	2932	2932	2850-2960	C-H

Berdasarkan hasil karakterisasi FTIR yang ditunjukkan oleh Gambar 7, pita serapan yang terbentuk dari miselium masing-masing bibit menggambarkan pola pita serapan yang dominan sama, hanya berbeda pada nilai absorbansinya. Hal ini menunjukkan bahwa masing-masing miselium bibit mengandung gugus fungsi yang sama. Perbedaannya terletak pada ikatan  $\beta$ -glukan dan nilai bilangan gelombang. Ikatan 1,3- $\beta$ -D-glukan muncul di biakan murni, sedangkan pada bibit sebar dan bibit tanam pita serapan yang muncul adalah ikatan 1,4- $\beta$ -D-glukan. Perbedaan ikatan  $\beta$ -glukan pada tiap bibit diduga terjadi akibat adanya perubahan struktur



gugus fungsi dari biakan murni ke bibit sebar, maupun dari bibit sebar ke bibit tanam. Hal ini disebabkan bibit tidak lagi murni dari jamur saja, melainkan telah bercampur dengan sorgum dan serbuk gergaji, sehingga pada bibit sebar dan bibit tanam puncak 1,3- $\beta$ -D-glukan tidak muncul, namun yang muncul adalah puncak 1,4- $\beta$ -D-glukan.

Ikatan 1,3- $\beta$ -D-glukan pada miselium F0 untuk setiap tingkat sterilisasi ditunjukkan dengan adanya pita serapan pada bilangan gelombang 856  $\text{cm}^{-1}$ , 856  $\text{cm}^{-1}$ , 895  $\text{cm}^{-1}$ , 894  $\text{cm}^{-1}$ , dan 894  $\text{cm}^{-1}$ . Menurut literatur adanya ikatan 1,3- $\beta$ -D-glukan ditunjukkan oleh pita serapan pada 895  $\text{cm}^{-1}$ <sup>26</sup>. Jenis beta glukan dari miselium bibit sebar dan bibit tanam ditunjukkan dengan munculnya pita serapan ikatan 1,4- $\beta$ -D-glukan pada bilangan gelombang 933  $\text{cm}^{-1}$  dan 1034  $\text{cm}^{-1}$  untuk bibit sebar, dan 925  $\text{cm}^{-1}$  untuk bibit tanam. Menurut literatur adanya ikatan 1,4- $\beta$ -D-glukan ditunjukkan oleh pita serapan pada 930-1025  $\text{cm}^{-1}$ <sup>12,27</sup>. Berdasarkan data di atas, maka miselium biakan murni, bibit sebar, dan bibit tanam menunjukkan adanya beta-glukan. Beta glukan merupakan komponen utama polisakarida yang terdapat pada dinding sel jamur tiram putih yang mengandung zat-zat yang dapat merangsang sistem kekebalan tubuh dan merupakan senyawa *anti-cytotoxic*, *anti-mutagenic*, dan *anti-tumorogenic*<sup>28</sup>.

Energi inframerah tidak mampu mentransisikan elektron melainkan hanya mampu menyebabkan molekul bervibrasi pada tingkat vibrasi tertentu. Fenomena vibrasi ini digunakan untuk mendeteksi gugus fungsional (vibrasi regangan) dan untuk mengidentifikasi senyawa dan menganalisis campuran (vibrasi tekuk). Dalam molekul diatomik, hanya ada satu macam vibrasi, yaitu vibrasi regangan. Namun jika dalam satu molekul terdapat banyak atom, maka ada banyak ikatan, yang artinya banyak jenis vibrasi. Miselium yang dikarakterisasi dengan FTIR dimodelkan sebagai molekul diatomik, sehingga yang dianalisis pada penelitian ini hanya vibrasi regangan. Hasil karakterisasi FTIR memberikan informasi bahwa miselium mengandung gugus fungsi C-O, C-N, C=O, C-H, dan O-H. Miselium mengandung protein ditunjukkan dengan munculnya gugus fungsi amina aromatik, yaitu gugus fungsi ikatan C-N. Miselium masih mengandung kadar air yang cukup tinggi ditunjukkan dengan adanya gugus fungsi O-H. Miselium mengandung karbohidrat ditunjukkan dengan munculnya gugus fungsi C-O, C=O, dan C-H. Tabel 6 menunjukkan gugus fungsi C-O, C-N, C=O, C-H, dan O-H terletak pada rentang bilangan gelombang yang sama untuk masing-masing bibit hasil eksperimen dan literatur.

Berdasarkan data dari Tabel 6, analisis konstanta anharmonik dan konstanta pegas dengan mengasumsikan osilasi anharmonik (proses *stretching asimetri*) hanya dilakukan untuk gugus fungsi O-H saja. Hal ini dikarenakan dalam menganalisis dibutuhkan minimal dua buah puncak pita serapan, di mana hanya gugus fungsi O-H saja yang puncak pita serapannya muncul lebih dari satu. Sedangkan gugus fungsi lain yang muncul satu puncak dianalisis dengan mengasumsikan osilasi harmonik berdasarkan hukum Hooke. Tabel 7 menunjukkan hasil analisis vibrasi harmonik dengan menggunakan persamaan persamaan (1.1) sampai dengan (1.5) untuk gugus fungsi C-O, C-N, C=O, dan C-H. Sedangkan Tabel 8 menunjukkan hasil analisis vibrasi anharmonik dengan menggunakan persamaan (2.1) sampai dengan (2.5) untuk gugus fungsi O-H yang mengalami vibrasi regangan.

Tabel 7 Analisis Nilai Konstanta Ikatan Gugus Fungsi C-O, C-N, C=O, dan C-H (Asumsi Osilasi Harmonik)

Molekul	Bilangan gelombang (cm <sup>-1</sup> )		Konstanta gaya ikatan (N/m)	Konstanta gaya ikatan literatur (N/m) <sup>29</sup>	
	eksperimen	Literatur			
C-O	F0-1	1080	1000-1320	471.514	500
	F0-2	1072	1000-1320	464.554	
	F0-3	1049	1000-1320	444.834	
	F0	1041	1000-1320	438.075	
	kontam	1080	1000-1320	471.514	
	F1	1049	1000-1320	444.834	
	F2	1049	1000-1320	444.384	
	kontam	1049	1000-1320	444.384	
C-N	F0-1	1250	1180-1360	595.254	580
	F0-2	1327	1180-1360	670.848	
	F0-3	1250	1180-1360	595.254	
	F0	1242	1180-1360	587.659	
	kontam	1242	1180-1360	587.659	
	F1	1327	1180-1360	670.848	
	F2	1250	1180-1360	595.254	
	kontam	1250	1180-1360	595.254	
C=O	F0-1	1651	1650-1760	1101.898	1210
	F0-2	1651	1650-1760	1101.898	
	F0-3	1651	1650-1760	1101.898	
	F0	1636	1650-1760	1207.076	
	kontam	1651	1650-1760	1101.898	
	F1	1651	1650-1760	1101.898	
	F2	1651	1650-1760	1101.898	
	kontam	1651	1650-1760	1101.898	
C-H	F0-1	2924	2850-2960	468.255	510
	F0-2	2932	2850-2960	470.820	
	F0-3	2932	2850-2960	470.820	
	F0	2924	2850-2960	468.255	
	kontam	2932	2850-2960	470.820	
	F1	2932	2850-2960	470.820	
	F2	2932	2850-2960	470.820	
	kontam	2932	2850-2960	470.820	

Tabel 8 Analisis Nilai Konstanta Pegas Anharmonik dan Konstanta Gaya Ikatan Gugus Fungsi O-H (Asumsi Osilasi Anharmonik)

Sampel	Bilangan Gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ )		Literatur <sup>29</sup>	Konstanta anharmonik (Xe)	Konstanta gaya ikatan ( $\text{Nm}^{-1}$ )	Konstanta gaya ikatan literatur ( $\text{Nm}^{-1}$ ) <sup>29</sup>
	Perhitungan	Eksperimen				
F0-1	3677.570	2361 3402		0.179	595.240	
F0-2	3654.790	2361 3425		0.177	746.262	
F0-3	3632.307	2361 3448		0.175	737.108	
F0 kontam	3723.270	2368 3386	2000- 3600	0.182	774.489	770
F1	3689.063	2361 3394		0.180	760.323	
F2	3025.210	2160 3456		0.143	511.302	
F2 kontam	3795.527	2376 3333		0.187	804.842	

Dilihat dari Tabel 7 dan 8 bahwa konstanta gaya ikatan hasil perhitungan hampir mendekati konstanta gaya literatur. Dari hasil perhitungan konstanta gaya ikatan yang didapatkan menunjukkan nilai konstanta pegas tidak dipengaruhi oleh tingkatan bibit jamurnya. Semakin besar nilai konstanta pegas mengindikasikan semakin kuat ikatan antar molekul. Sehingga diperlukan energi yang besar untuk memutuskan ikatan antar molekul tersebut. Perhitungan lengkap analisis nilai bilangan gelombang, konstanta anharmonik, konstanta gaya ikatan dengan asumsi osilasi anharmonik sederhana dan osilasi harmonik sederhana dari ikatan masing-masing gugus fungsi tertera dalam Lampiran 5.

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Keberhasilan awal dalam budidaya jamur tiram putih sangat bergantung pada bibit yang digunakan. Dalam menghasilkan biakan murni (F0) yang baik dibutuhkan media kultur, yaitu *Potato Dextrose Agar* (PDA) yang bagus, bernutrisi, dan tidak kontaminasi. PDA yang baik untuk media tumbuh bibit jamur tiram adalah PDA yang disterilisasi pada tingkat sterilisasi ketiga. Semua bibit sebar (F1) yang dihasilkan baik dan tidak ada yang kontaminasi.

Berdasarkan hasil karakterisasi FTIR, miselium mengalami vibrasi regangan C-O, C=O, C-H, dan O-H. Hal ini menunjukkan miselium jamur tiram putih untuk biakan murni, bibit sebar, dan bibit tanam memiliki kandungan gugus fungsi C-O, C-N, C=O, C-H, dan O-H. Terdapat ikatan 1,3- $\beta$ -D-glukan pada miselium biakan

murni (F0) yang ditunjukkan dengan adanya pita serapan pada bilangan gelombang  $895\text{ cm}^{-1}$ . Terdapat ikatan 1,4- $\beta$ -D-glukan yang ditunjukkan adanya pita serapan pada bilangan gelombang  $933\text{ cm}^{-1}$  dan  $1034\text{ cm}^{-1}$  untuk bibit sebar, dan  $925\text{ cm}^{-1}$  untuk bibit tanam. Daerah serapan absorbansi maksimum pada bilangan gelombang  $3402\text{ cm}^{-1}$ ,  $3425\text{ cm}^{-1}$ ,  $3448\text{ cm}^{-1}$ ,  $3386\text{ cm}^{-1}$ ,  $3394\text{ cm}^{-1}$ ,  $3456\text{ cm}^{-1}$ , dan  $3333\text{ cm}^{-1}$  mengindikasikan kehadiran gugus fungsi O-H (asam karboksilat). Miselium mengandung karbohidrat yang ditunjukkan dengan adanya gugus fungsi C-O, C=O, dan C-H. Miselium mengandung protein ditunjukkan dengan gugus fungsi C-N.

### Saran

Penelitian selanjutnya diharapkan dapat melakukan analisis FTIR dengan asumsi molekul mengalami fenomena vibrasi bengkokan (*bending vibration*). Diharapkan dapat menganalisis jarak antar atom dalam ikatan molekul dan energi disosiasinya.

### DAFTAR PUSTAKA

1. Ginting, Alan Randallet al. Studi Pertumbuhan dan Produksi Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*) pada Media Tumbuh Gergaji Kayu Sengon dan Bagas Tebu. *Jurnal Produksi Tanaman*. 2013;1(2).
2. Sumarmi. Botani dan Tinjauan Gizi Jamur Tiram Putih. *Jurnal Inovasi Pertanian*. 2006; 4(2): 124-130.
3. Riyanto, Frendi. Pembibitan Jamur Tiram (*Pleurotus ostreatus*) di Balai Pengembangan dan Promosi Tanaman Pangan dan Hortikultura (BPPTPH) Ngipiksari Sleman, Yogyakarta. [Skripsi]. Fakultas Pertanian. Universitas Sebelas Maret Surakarta. 2010.
4. Poernama, Satria. Rancang Bangun Sistem Informasi Budidaya Jamur Tiram (*Pleurotus spp.*) Berbasis Web. [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian. 2005.
5. Daryani, Sri. Pertumbuhan jamur kuping (*Auricularia auriculae*) dan jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*) dalam rumah tanaman dengan suhu terkendali. [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor. 1999.
6. Desna, R. D. Puspita, H. Darmasetiawan, Irzaman, Siswadi. Kajian Proses Sterilisasi Media Jamur Tiram Putih Terhadap Mutu Bibit yang Dihasilkan. *Jurnal Berkala Fisika*. 2010; 13(2):C85 – C89.
7. Puspita, R.D, Desna, A.D Husin, Irzaman, H.Darmasetiawan, Siswandi. Tungku Sekam Sebagai Bahan Bakar Alternatif pada Sterilisasi Media Jamur Tiram. *Jurnal Berkala Fisika*. 2010; 13(2):C45-C48.
8. ICRISAT/FAO. *The World Sorghum and Millet Economies: Facts, trend and outlook*. FAO/ICRISAT Publication. ISBN 92-5-103861-9. 68p. 1996.
9. Sirappa, MP. Prospek Pengembangan Sorgum di Indonesia Sebagai Komoditas Alternatif untuk Pangan, Pakan, dan Industri. *Jurnal Litbang Pertanian*. 2003; 22(4)
10. DEPKES RI. *Daftar Komposisi Bahan Makanan*. Jakarta: Bhratara. 1992.

11. Nasution, AA. Studi Pengaruh dari Berbagai Konsentrasi Asam-Asam Organik Terhadap Kelarutan, Derajat Deasetilasi, Viskositas dan Berat Molekul Kitosan. [Skripsi]. Medan: Universitas Sumatera Utara. 2011.
12. Noor, Ilhamsyah. Isolasi dan Karakterisasi  $\beta$ -Glukan dari Tubuh Buah Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*) dengan Metode Spektroskopi UV-Visibel dan FTIR. [Skripsi]. Jakarta: Universitas Islam Syarif Hidayatullah. 2010.
13. Long D.A. *Raman Spectroscopy*. London: McGraw-Hill. 1977.
14. Nofitri. Pembuatan Bibit serta Analisis Ikatan Molekul Miselium Jamur Tiram Putih dengan *Fourier Transform Infrared* (FTIR). [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor. 2014.
15. Soleh, Mohamad. Ekstraksi Silika dari Sekam Padi dengan Metode Pelarutan dan Pengendapan Silika serta Analisis EDX dan FTIR. [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor. 2014.
16. Jatmiko Endro Suseno , K. Sofjan Firdausi . “Rancang Bangun Spektroskopi FTIR (*Fourier Transform Infrared*) untuk Penentuan Kualitas Susu Sapi”. 2008; 11:23-28.
17. Fowles G. R., Cassiday G L. *Analytical Mechanics Seventh Edition*. Belmont (US), CA 94002. Thomson Brooks/Cole. 2005.
18. Banwell CN. *Fundamental of Molecular Spectroscopy Second Edition*. Chemistry University of Sussex, falmer : Perfix. 1978.
19. Yakin, Khusnul. Perhitungan Energi Disosiasi Ca-O dan C-O pada Gugus Fungsi Hidroksiapatit Menggunakan Pemodelan Spektroskopi Inframerah. [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor. 2013.
20. Umam, Rofiqul, Rey Fariz Irwansyah, Nofitri, Mayarisanti, Irzaman. Kajian Konstanta Pegas serta Frekuensi Vibrasi pada Miselium Baglog dan Jamur Tiram dengan Metode *Fourier Transform Infrared* (FTIR). Prosiding Seminar Nasional dan Rapat Tahunan (SEMIRATA) FMIPA IPB. 2014.
21. Irwansyah, Rey Fariz, Rofiqul Umam, Nofitri, Mayarisanti, Irzaman. Pengaruh Variasi Banyaknya Pipa Konveksi pada Proses Sterilisasi Jamur Tiram Terhadap Konstanta Pegas dan Bilangan Gelombang Vibrasi Miselium dan Jamur Tiram dengan Metode *Fourier Transform Infrared* (FTIR). Prosiding Seminar Nasional dan Rapat Tahunan (SEMIRATA) FMIPA IPB. 2014.
22. Ella Rahmadhani. Kajian Efisiensi Energi pada Proses Sterilisasi Media Tumbuh Jamur Tiram Putih Berbahan Bakar Kayu Sengon. [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor. 2013.
23. Daminur dan Sukarsono. Karakterisasi Struktur Molekul Butiran Gel dan Kernel Oksida Uranium dengan Spektroskopi Fourier Transform Infra Merah. Prosiding PPI-PDIPTN. Puslitbang Teknologi Maju BATAN. 2005.
24. William, D.H and Fleming. *Spectronic Methods Inorganic Chemistry*. United Kingdom: Mc.Craw Hill Book Company. 1980.
25. Sabrina, Qolby. Kajian Sifat Optis pada Glukosa Darah. [Skripsi]. Jakarta: Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. 2011.
26. Liu, et al. Immunomodulation and Anti-cancer Activity of Polysaccharide-protein Complexes. *Current Medical Chemistry*. 2000; (7) 715-729.
27. Piyathida Jantaramanant, Decha Sermwittayawong, Kusumarn Noipha, Nongporn Hutadilok-Towatana, Rapepun Wititsuwannakul. B-glucan-containing Polysaccharide Extract from The Grey Oyster Mushroom



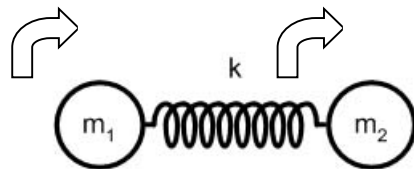
[*Pleurotus sajor-caju (Fr.) Sing.*] Stimulates Glucose Uptake by the L6 Myotubes. *International Food Research Journal*. 2014; 21(2):779-784.

28. Widyastuti Netty, Teguh Baruji, Reni Giarna, Henky Isnawan, Priyo Wahyudi, Donowati. Analisa Kandungan Beta-Glukan Larut Air dan Larut Alkali dari Tubuh Buah Jamur Tiram (*Pleurotus ostreatus*) dan Shitake (*Lentinus odedes*). *Jurnal Sains dan Teknologi*. 2011; 13(3): 182-191.
29. Thomas N, Sorrell. *Interpreting Spectra of Organic Molecules*. University of North Ccarolina at Chapel Hill : University Science Books Mill Valley California.1988.

## LAMPIRAN

### Lampiran 1 Analisis Lengkap Persamaan (1.4) dari 2 Atom yang Terikat

#### DIATOMIK



Misalkan  $x_2 > x_1$

$$T = \frac{1}{2} m_2 v_2^2 + \frac{1}{2} m_1 v_1^2$$

$$V = \frac{1}{2} k(x_2 - x_1)^2 = \frac{1}{2} k(x_2^2 + x_1^2 - 2x_1x_2)$$

$$L = T - V$$

Maka

$$L = \frac{1}{2} m_2 v_2^2 + \frac{1}{2} m_1 v_1^2 - \frac{1}{2} k(x_2^2 + x_1^2 - 2x_1x_2)$$

$$\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial L}{\partial v_1} \right) = \frac{\partial L}{\partial x_1}$$

$$\frac{d}{dt} (m_1 v_1) = -kx_1 + kx_2$$

$$m_1 a_1 = -kx_1 + kx_2$$

$$-m_1 \omega^2 x_1 = -kx_1 + kx_2$$

$$-m_1 \omega^2 x_1 + kx_1 - kx_2 = 0 \dots \dots \dots (1)$$

$$\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial L}{\partial v_2} \right) = \frac{\partial L}{\partial x_2}$$

$$\frac{d}{dt} (m_2 v_2) = kx_1 - kx_2$$

$$m_2 a_2 = kx_1 - kx_2$$

$$-m_2 \omega^2 x_2 = kx_1 - kx_2$$

$$-m_2 \omega^2 x_2 - kx_1 + kx_2 = 0 \dots \dots \dots (2)$$

Misal:

$$x_1 = A \sin \omega t$$

$$v_1 = A \omega \cos \omega t$$

$$a_1 = -A \omega^2 \sin \omega t$$

Sehinga:

$$a_1 = -A \omega^2 x_1$$

$$a_2 = -A \omega^2 x_2$$

$$\dots (1) \text{ dan } \dots (2)$$

$$\begin{pmatrix} k - m_1\omega^2 & -k \\ -k & k - m_2\omega^2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\begin{vmatrix} k - m_1\omega^2 & -k \\ -k & k - m_2\omega^2 \end{vmatrix} = 0$$

$$(k - m_1\omega^2)(k - m_2\omega^2) - (-k)(-k) = 0$$

$$(km_1\omega^2) - (km_2\omega^2) + (m_1m_2\omega^4) = 0$$

Maka solusi:

Solusi 1

$$\omega = 0$$

$$f = 0$$

Solusi 2

$$m_1m_2\omega^2 - k(m_1 + m_2) = 0$$

$$m_1m_2\omega^2 = k(m_1 + m_2)$$

$$\omega^2 = \frac{k(m_1 + m_2)}{m_1m_2}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k(m_1 + m_2)}{m_1m_2}} = \sqrt{\frac{k}{\mu}}$$

$$2\pi f = \sqrt{\frac{k}{\mu}}$$

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{\mu}}$$

dengan

$$\mu = \frac{m_1m_2}{m_1 + m_2}$$

Keterangan:

$f$  = frekuensi

$k$  = konstanta gaya ikatan

$\mu$  = massa tereduksi





## Lampiran 2 Pembuatan Bibit Jamur Tiram Putih

### Pembuatan *Potato Dextrose Agar (PDA)*

1. Menyiapkan bahan yang akan digunakan, yaitu 200 gram kentang, 20 gram gula putih (*dextrose*), 2 bungkus agar putih *swallow*, 1 kapsul *cloran fenicol*t, dan 1 liter *aquades*.
2. Kentang dikupas dan dicuci sampai bersih, kemudian dipotong-potong menyerupai dadu dan direbus dengan *aquades* dalam panci selama 15 menit, sampai diperoleh air rebusan berwarna kekuning-kuningan.
3. Air rebusan kentang disaring dan ditambahkan dengan *aquades* hingga volumenya menjadi 1 liter.
4. Memasukkan *dextrose* dan agar ke dalam air rebusan kentang tersebut hingga larut dan mendidih
5. Setelah mendidih, memasukkan *cloran fenicol*t ke dalam larutan rebusan tersebut sambil diaduk hingga merata.
6. Menuangkan larutan yang telah mendidih ke dalam tabung erlenmeyer berukuran 100 ml. Kemudian ditutup dengan aluminium foil.
7. Melakukan sterilisasi labu Erlenmeyer yang telah ditutup tadi di dalam dandang selama 1 jam dengan 3 variasi tingkatan.
8. Setelah disterilisasi, tuangkan PDA ke dalam tabung reaksi. Perlu diperhatikan keadaan sekeliling harus steril.
9. PDA yang telah dituangkan ke dalam tabung segera ditutup dengan aluminium foil dan didiamkan selama 2 hari di dalam kotak sterilisasi.

### Isolasi dengan Kultur Jaringan

1. Menyiapkan tubuh buah jamur yang sehat dan baik.
2. Menyiapkan dan mensterilisasi alat-alat yang akan digunakan. Sterilisasi dilakukan dengan penyemprotan alkohol di bagian tangan dan di sekitar kotak sterilisasi.
3. Menyalakan lampu bunsen selama 30 menit di dalam kotak sterilisasi sebelum melakukan kultur jaringan.
4. Menyiapkan bakal induk jamur secara aseptik. Tubuh buah jamur diambil menggunakan pinset yang telah disterilisasi, lalu ditanam di dalam tabung reaksi yang berisi media yang telah didiamkan sebelumnya selama dua hari. Semua perlakuan dilakukan di dekat api yang berasal dari bunsen yang menyala.
5. Inkubasi media yang telah ditanami jamur selama 4 hari.
6. Hasil inkubasi dianggap berhasil apabila di sekitar eksplan tumbuh miselium jamur yang berwarna putih dan akan merata setelah dua minggu
7. Biakan murni siap digunakan untuk pembuatan bibit induk.

### Pembuatan Bibit Sebar

1. Menyiapkan botol yang akan digunakan. Botol dicuci dengan menggunakan pemutih dan direndam sehari semalam untuk meminimalisir kontaminasi.
2. Menyediakan 1 kg sorgum, 40 gram *dextrose* dan 100 gram serbuk gergaji.
3. Sorgum dan serbuk gergaji yang akan digunakan dicuci bersih dengan air, kemudian direndam selama 1 jam.
4. Setelah disaring, sorgum dan serbuk gergaji disiram dengan air mendidih dan didiamkan selama 10 menit dan ditiriskan.

5. Sorgum dan serbuk gergaji yang telah ditiriskan, dikukus dalam dandang selama 45 menit, agar kadar airnya berkurang.
6. Setelah dikukus, sorgum dan serbuk gergaji dijemur di tempat yang panas untuk meminimalisir kandungan air.
7. Sorgum dan serbuk gergaji yang telah dijemur tadi, dicampurkan dengan *dextrose* dan diaduk rata.
8. Setelah dicampur *dextrose*, dimasukkan ke dalam botol yang telah steril, kira-kira  $\frac{3}{4}$  bagian botol. Kemudian masukkan kapas secukupnya ke dalam mulut botol, sebelum ditutup dengan aluminium foil.
9. Bibit yang telah dimasukkan ke dalam botol disterilisasi dengan pengukusan selama satu jam dengan suhu 100-120 °C.
10. Setelah satu jam, bibit didinginkan dan didiamkan selama 24 jam.
11. Inokulasi dengan subkultur jamur
  - Sterilisasi peralatan yang akan digunakan
  - PDA yang telah ditumbuhi jamur diambil dengan menggunakan spatula yang telah disterilisasi. Kemudian dipindahkan ke dalam botol yang telah berisi bibit sorgum.
  - Inokulasi dianggap berhasil apabila bibit jamur tumbuh dalam waktu 2-3 minggu

#### **Pembuatan Bibit Tanam**

1. Menyiapkan peralatan dan bahan yang akan digunakan, yakni serbuk gergaji, dedak, tepung jagung, kapur pertanian, *dextrose* dan air bersih.
2. Mencampurkan semua bahan dan menambahkan air ke dalam campuran tersebut. Penambahan air dilakukan sampai bahan dapat menggumpal jika digenggam, dan saat genggam dibuka, campuran bahan harus tetap menggumpal.
3. Menutup campuran bahan dengan menggunakan plastik dan dikomposkan selama satu hari.
4. Mengisi bahan ke dalam plastik baglog berukuran 17x25x0,3 cm.
5. Kemudian mensterilisasikan media tersebut selama 1 jam pada tekanan 15 psi dan suhu 120 °C di dalam autoklaf.
6. Bibit didiamkan selama 24 jam, kemudian diinokulasi dengan bibit sebar yang telah disiapkan sebelumnya.
7. Inkubasi media selama 3-4 minggu pada suhu ruang dan bibit siap dipakai

Lampiran 3 Gambar Hasil Pembuatan Bibit Jamur Tiram Putih



(a) Biakan Murni (F0)



(b) Biakan Murni Kontam



(c) Bibit Sebar (F1)



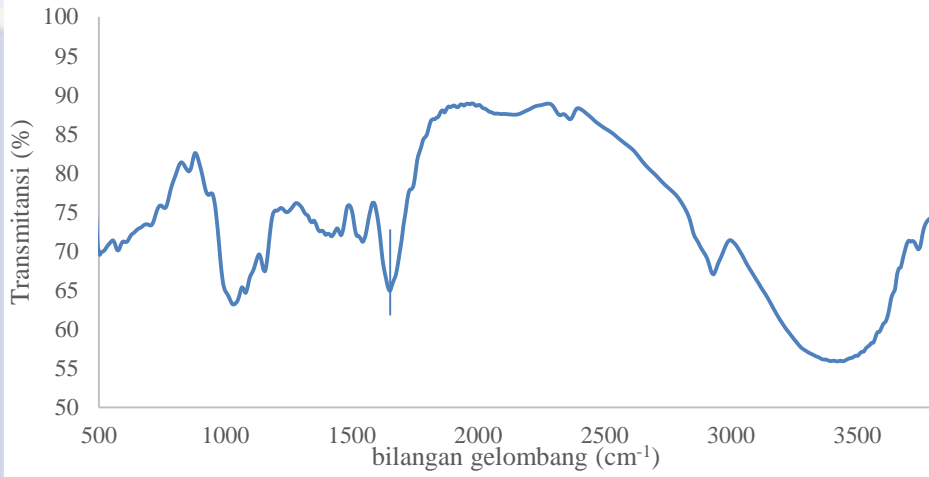
(d) Bibit Tanam (F2)



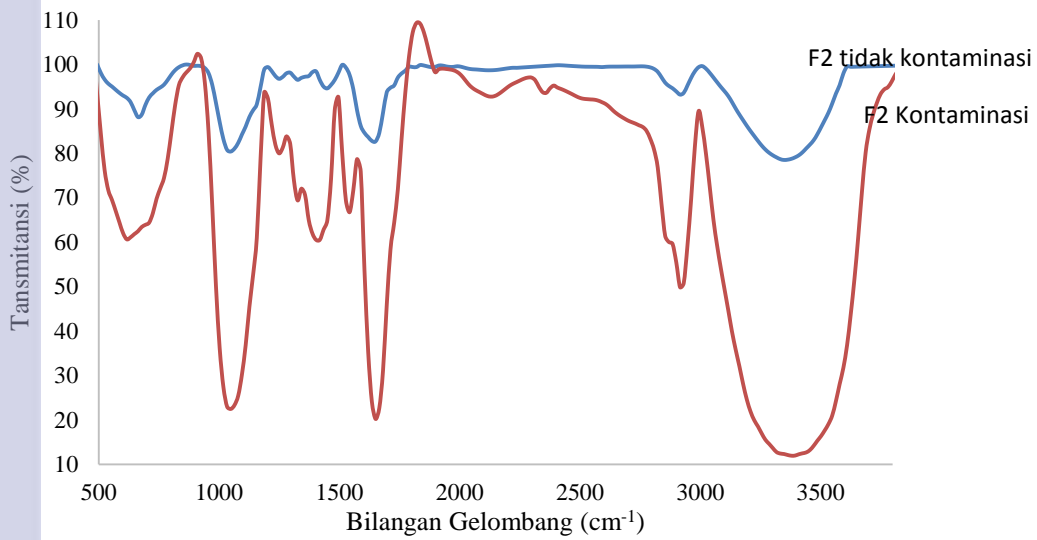
(e) Bibit Tanam Kontam

Sumber: Dokumen Penulis

### Lampiran 4 Gambar Hasil Karakterisasi FTIR



Gambar Hasil Karakterisasi FTIR Bibit Sebar (F1)



Gambar Hasil Karakterisasi FTIR Bibit Tanam (F2)

## Lampiran 5 Analisis Nilai Bilangan Gelombang dan Konstanta Pegas

Massa Tereduksi

1. O-H

$$\mu = \frac{(mO \cdot mH)}{(mO + mH)} = \frac{26.559 \times 10^{-24} \text{ gram} \times 1.673 \times 10^{-24} \text{ gram}}{26.559 \times 10^{-24} \text{ gram} + 1.673 \times 10^{-24} \text{ gram}}$$

$$\mu = \frac{44.443 \times 10^{-48} \text{ gram}^2}{28.232 \times 10^{-24} \text{ gram}} = 1.574 \times 10^{-24} \text{ gram}$$

2. C-O

$$\mu = \frac{(mC \cdot mO)}{(mC + mO)} = \frac{19.938 \times 10^{-24} \text{ gram} \times 26.559 \times 10^{-24} \text{ gram}}{19.938 \times 10^{-24} \text{ gram} + 26.559 \times 10^{-24} \text{ gram}}$$

$$\mu = \frac{529.533 \times 10^{-48} \text{ gram}^2}{46.497 \times 10^{-24} \text{ gram}} = 11.389 \times 10^{-24} \text{ gram}$$

3. C-H

$$\mu = \frac{(mC \cdot mH)}{(mC + mH)} = \frac{19.938 \times 10^{-24} \text{ gram} \times 1.673 \times 10^{-24} \text{ gram}}{19.938 \times 10^{-24} \text{ gram} + 1.673 \times 10^{-24} \text{ gram}}$$

$$\mu = \frac{33.356 \times 10^{-48} \text{ gram}^2}{21.611 \times 10^{-24} \text{ gram}} = 1.543 \times 10^{-24} \text{ gram}$$

4. C-N

$$\mu = \frac{(mC \cdot mN)}{(mC + mN)} = \frac{19.938 \times 10^{-24} \text{ gram} \times 23.250 \times 10^{-24} \text{ gram}}{19.938 \times 10^{-24} \text{ gram} + 23.250 \times 10^{-24} \text{ gram}}$$

$$\mu = \frac{463.558 \times 10^{-48} \text{ gram}^2}{43.188 \times 10^{-24} \text{ gram}} = 10.733 \times 10^{-24} \text{ gram}$$

Analisis nilai bilangan gelombang dengan menggunakan persamaan osilasi anharmonik sederhana

$$\varepsilon_v = \left(v + \frac{1}{2}\right) \bar{\omega}_e - \left(v + \frac{1}{2}\right)^2 \omega_e x_e \text{ cm}^{-1} \text{ dengan } (v = 1, 2, \dots), \quad (2.1)$$

$$\bar{\omega}_{osc} = \bar{\omega}_e \left\{1 - x_e \left(v + \frac{1}{2}\right)\right\} \quad (2.2)$$

$$(i) v = 0 \rightarrow v = 1, \Delta v = +1, \quad \bar{\omega}_e (1 - 2x_e) \text{ cm}^{-1} \quad (2.3)$$

$$(ii) v = 0 \rightarrow v = 2, \Delta v = +2, \quad 2\bar{\omega}_e (1 - 3x_e) \text{ cm}^{-1} \quad (2.4)$$

$$(iii) v = 0 \rightarrow v = 3, \Delta v = +3, \quad 3\bar{\omega}_e (1 - 4x_e) \text{ cm}^{-1} \quad (2.5)$$

Analisis bilangan gelombang berdasarkan persamaan osilasi anharmonik

Bibit Murni (F0) :F0 tingkat 1

1. O-H

Persamaan (2.3) dan (2.4) disubsitusikan

$$v_1 = \omega_e (1 - 2x_e)$$

$$v_2 = 2\omega_e (1 - 3x_e)$$

$$2361 = \omega_e(1 - 2x_e)$$

$$3402 = 2\omega_e(1 - 3x_e)$$

$$2361 = (1 - 2x_e)$$

$$3402 = (1 - 3x_e)$$

$$\frac{2361}{3402} = \frac{(1 - 2x_e)}{(1 - 3x_e)}$$

$$2361(2)(1 - 3x_e) = 3402(1 - 2x_e)$$

$$4772 - 14166x_e = 3402 - 6804x_e$$

$$4772 - 3402 = (14166 - 6804)x_e$$

$$1320 = 7362x_e$$

$$x_e = \frac{1320}{7362} = 0.179$$

Maka bilangan gelombang yang didapat sebesar:

$$v_1 = \omega_e(1 - 2x_e)$$

$$\omega_e = \frac{v_1}{(1 - 2x_e)} = \frac{2361}{(1 - 2(0.179))} = 3677.57 \text{ cm}^{-1}$$

Konstanta gaya ikatan:

$$k = 4\pi^2\omega_e^2c^2\mu$$

$$k = 4(3.14^2)(3677.57^2)(3 \times 10^{10})(1.574 \times 10^{-24})$$

$$k = 755593.861 \frac{\text{dyne}}{\text{cm}} = 755.593 \text{ Nm}^{-1}$$

Untuk C-O, C-N, C=O dan C-H menggunakan persamaan anharmonik, nilai konstanta pegasnya terlalu jauh dari literatur, sehingga digunakan persamaan osilasi harmonik berdasarkan hukum Hooke.

**Untuk C-O dengan puncak spektra 1080 cm<sup>-1</sup> nilai konstanta pegas yang didapatkan adalah sebagai berikut:**

$$f = c \cdot \omega_e = (3 \times 10^{10})(1080) = 3240 \times 10^{10}$$

$$f = \frac{1}{2\pi} \left( \frac{k}{\mu} \right)^{1/2}$$

$$3240 \times 10^{10} = \frac{1}{2(3.14)} \left( \frac{k}{11.389 \times 10^{-24}} \right)^{1/2}$$

$$20347.2 \times 10^{10} = \left( \frac{k}{11.389 \times 10^{-24}} \right)^{1/2}$$

$$4.140 \times 10^{28} = \left( \frac{k}{11.389 \times 10^{-24}} \right)$$

$$k = 4.140 \times 10^{28} \times 11.389 \times 10^{-24}$$

$$k = 471514.335 \text{ dynecm}^{-1}$$

$$k = 471.514 \text{ Nm}^{-1}$$

**Untuk C-N dengan puncak spektra 1250 cm<sup>-1</sup> nilai konstanta pegas yang didapatkan adalah sebagai berikut:**

Misal kita gunakan bilangan gelombang 1250, maka akan didapatkan konstanta pegas sebagai berikut:

$$f = c \cdot \omega_e = (3 \times 10^{10})(1250) = 3750 \times 10^{10}$$

$$f = \frac{1}{2\pi} \left( \frac{k}{\mu} \right)^{1/2}$$



$$3750 \times 10^{10} = \frac{1}{2(3.14)} \left( \frac{k}{10.733 \times 10^{-24}} \right)^{1/2}$$

$$23550 \times 10^{10} = \left( \frac{k}{10.733 \times 10^{-24}} \right)^{1/2}$$

$$5.546 \times 10^{28} = \left( \frac{k}{10.733 \times 10^{-24}} \right)$$

$$k = 5.546 \times 10^{28} \times 10.733 \times 10^{-24}$$

$$k = 595254 \text{ dynecm}^{-1}$$

$$k = 595.254 \text{ Nm}^{-1}$$

**Untuk C-H dengan puncak spektra  $2924 \text{ cm}^{-1}$  nilai konstanta pegas yang didapatkan adalah sebagai berikut:**

$$f = c \cdot \omega_e = (3 \times 10^{10})(2924) = 8772 \times 10^{10}$$

$$f = \frac{1}{2\pi} \left( \frac{k}{\mu} \right)^{1/2}$$

$$8772 \times 10^{10} = \frac{1}{2(3.14)} \left( \frac{k}{1.543 \times 10^{-24}} \right)^{1/2}$$

$$55088.16 \times 10^{10} = \left( \frac{k}{1.543 \times 10^{-24}} \right)^{1/2}$$

$$3.035 \times 10^{29} = \left( \frac{k}{1.543 \times 10^{-24}} \right)$$

$$k = 3.035 \times 10^{29} \times 1.543 \times 10^{-24}$$

$$k = 468255 \text{ dynecm}^{-1}$$

$$k = 468.255 \text{ Ncm}^{-1}$$

**Untuk C=O dengan puncak spektra  $1651 \text{ cm}^{-1}$  nilai konstanta pegas yang didapatkan adalah sebagai berikut:**

$$f = c \cdot \omega_e = (3 \times 10^{10})(1651) = 4953 \times 10^{10}$$

$$f = \frac{1}{2\pi} \left( \frac{k}{\mu} \right)^{1/2}$$

$$4953 \times 10^{10} = \frac{1}{2(3.14)} \left( \frac{k}{11.389 \times 10^{-24}} \right)^{1/2}$$

$$31104.84 \times 10^{10} = \left( \frac{k}{11.389 \times 10^{-24}} \right)^{1/2}$$

$$9.675 \times 10^{28} = \left( \frac{k}{11.389 \times 10^{-24}} \right)$$

$$k = 9.675 \times 10^{28} \times 11.389 \times 10^{-24}$$

$$k = 1101898 \text{ dynecm}^{-1}$$

$$k = 1101.898 \text{ Nm}^{-1}$$

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Jambi pada tanggal 22 Oktober 1993 dari pasangan Aman Amandus Sagala (alm) dan Restauli Erlina Simbolon sebagai anak pertama dari dua bersaudara. Penulis menyelesaikan pendidikan sekolah dasar pada tahun 2005 di SD Negeri 120/IV Kota Jambi, kemudian penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 7 Kota Jambi (2005-2008). Setelah itu, penulis melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 1 Kota Jambi (2008-2011). Penulis diterima di Institut Pertanian Bogor Jurusan Fisika pada tahun 2011 melalui jalur

Undangan Seleksi Masuk IPB (USMI).

Selama mengikuti perkuliahan, penulis aktif sebagai Asisten Praktikum Mata Kuliah Fisika TPB pada tahun ajaran 2013/2014 dan 2014/2015 dan sebagai Asisten Praktikum Mata Kuliah Fisika Dasar 2 pada tahun ajaran 2014/2015 Departemen Fisika FMIPA IPB. Penulis juga aktif di organisasi kemahasiswaan, diantaranya sebagai anggota Departemen Minat Bakat Mahasiswa HIMAFI pada periode 2012/2013, anggota Departemen Kesejahteraan Mahasiswa HIMAFI 2013/2014, sekretaris Divisi INFOKOM KeMaKi selama 2 periode 2011/2012 dan 2012/2013, anggota Divisi INFOKOM KeMaKi 2013/2014. Penulis juga aktif di kepanitiaan, diantaranya panitia Physics Expo, Panitia Kompetisi Fisika, Panitia Physics Goes to School, panitia Reuni Akbar Alumni KeMaKi 2013.