

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH AMPAS TEBU SEBAGAI MEDIA  
PERTUMBUHAN TERHADAP KANDUNGAN  
MINERAL PADA JAMUR TIRAM (*Pleurotus ostreatus*)**

**TUGAS AKHIR**

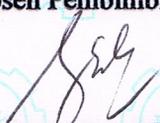
Disusun Oleh :

**WIWIN SULISTYOWATI**

**NRP. 1408 100 077**

Surabaya, 15 Agustus 2014

Menyetujui,  
Dosen Pembimbing

  
**Adi Setyo Purnomo, M.Sc., Ph.D.**

**NIP. 198007242008121 002**

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Kimia

  
**Hamzah Fansuri, Ph.D**

**NIP. 19691017 199412 1 001**

**PENGARUH AMPAS TEBU SEBAGAI MEDIA  
PERTUMBUHAN TERHADAP KANDUNGAN MINERAL  
PADA JAMUR TIRAM (*Pleurotus ostreatus*)**

**Nama** : Wiwin Sulistyowati  
**NRP** : 1408 100 077  
**Dosen Pembimbing** : Adi Setyo Purnomo, M.Sc., Ph.D.

**ABSTRAK**

Jamur tiram dapat ditumbuhkan pada media lignoselulosa yang banyak ditemukan sebagai limbah berkayu, seperti kayu sengon dan ampas tebu. Pada penelitian ini dilakukan dengan pemanfaatan ampas tebu sebagai media alternatif pada budidaya jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*) yang dicampur dengan kayu sengon, dengan variasi ampas tebu dengan kayu sengon yaitu 0:100 (kontrol), 25:75, 50:50, 75:25, dan 100:0. Kandungan kadar mineral jamur tiram diukur dengan menggunakan instrumen ICP-MS (*Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry*). Jika ditinjau dari nilai angka kecukupan gizi (AKG) dan batas ambang toleransi konsumsi mineral, maka variasi 25% menunjukkan variasi yang memiliki kadar kandungan terbaik dan aman dalam tubuh yakni kalium sebesar 15745mg/kg, 240 mg/kg magnesium, 1290 mg/kg mineral fosfor, 917 mg/kg natrium, 9605 mg/kg kalsium, 5606 mg/kg besi, dan 14,01 mg/kg mineral seng. Rekomendasi konsumsi kedua berturut pada variasi 50% dan 0%.

*Kata Kunci: jamur tiram (Pleurotus ostreatus), kayu sengon, ampas tebu, media alternatif, limbah, mineral*

**THE EFFECT COMPOSITION OF SUGARCANE  
BAGASSE AS GROWTH MEDIUM ON MINERALS  
OYSTER MUSHROOM (*Pleurotus ostreatus*)**

**Name** : Wiwin Sulistyowati  
**NRP** : 1408 100 077  
**Supervisor** : Adi Setyo Purnomo, M.Sc., Ph.D.

**ABSTRACT**

Oyster mushrooms can be grown on lignocellulosic media which are found as woody waste, wood crate sengon and bagasse. In this study conducted by the utilization of bagasse as an alternative medium in cultivation of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) mixed with *Falcata*, with variations bagasse with *Falcata* namely 0:100 (control), 25:75, 50:50, 75:25, and 100:0. The content of mineral content was measured by using oyster mushrooms ICP-MS instrument (Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry). If the terms of the value of nutritional adequacy rate (RDI) and mineral consumption tolerance threshold, then the variation of 25% showed variation levels and secure the best content in the body of potassium 15745mg / kg, 240 mg / kg of magnesium, 1290 mg / kg mineral phosphorus, 917 mg / kg of sodium, 9605 mg / kg of calcium, 5606 mg / kg of iron, and 14.01 mg / kg mineral zinc. Recommendations second successive consumption in variation 50% and 0%.

*Keywords: oyster mushroom, Pleurotus ostreatus, sengon wood, sugarcane bagasse, alternative media, waste.*

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Jamur Tiram**

Jamur merupakan organisme yang tidak dapat memproduksi makanan sendiri dikarenakan tidak memiliki klorofil sehingga jamur tiram dikelompokkan sebagai organisme heterotrof. Jamur tumbuh dan berkembang biak dengan mengkonsumsi nutrisi yang berupa senyawa organik yang mengandung lignoselulosa (Chang dan Quinino, 1982). Jamur dikenal sebagai salah satu jenis tumbuhan yang hidup parasit pada tumbuhan lain dan juga dapat menguraikan sampah yang pada umumnya dikenal dengan istilah jenis tanaman saprofit.

Salah satu jenis jamur yang dapat dikonsumsi manusia yakni jamur tiram. Jamur tiram merupakan salah satu jenis jamur kayu yang memiliki kandungan nutrisi yang lebih tinggi daripada jamur kayu yang lainnya (Djarjah dan Djarjah, 2001). Menurut Yuniasmara dkk., (2001) jamur tiram banyak ditemui di media kayu, dikarenakan jamur mampu mendekomposisikan bahan-bahan yang mengandung lignin dan selulosa (Leong, 1982). Asegab (2011) memaparkan bahwasannya jamur mudah sekali tumbuh di daerah yang tropis dan subtropis. Jamur dapat tumbuh dengan optimal di tempat tidak terlalu membutuhkan cahaya matahari atau tempat yang teduh. Kondisi tersebut diharapkan miselium jamur lebih cepat tumbuh. Jamur tiram memiliki masa panen yang relatif singkat dan harga cukup stabil.

##### **2.1.1 Taksonomi Jamur Tiram**

Menurut Suriawiria (2002) jamur tiram dikenal dengan beberapa nama di beberapa wilayah antara lain, *oyster mushroom* (Amerika), *abalone mushroom* (Eropa), hiratake (Jepang), supa liat (Jawa Barat) sedangkan nama umum di Indonesia adalah jamur tiram. Klasifikasi taksonomi jamur tiram sebagai berikut:

Kerajaan: Fungi  
Filum: Basidiomycota  
Kelas: Homobasidiomycetes  
Ordo: Agaricales  
Famili: Tricholomataceae  
Genus: *Pleurotus*  
Spesies: *Pleurotus ostreatus*

(Alexopolous, 1996)

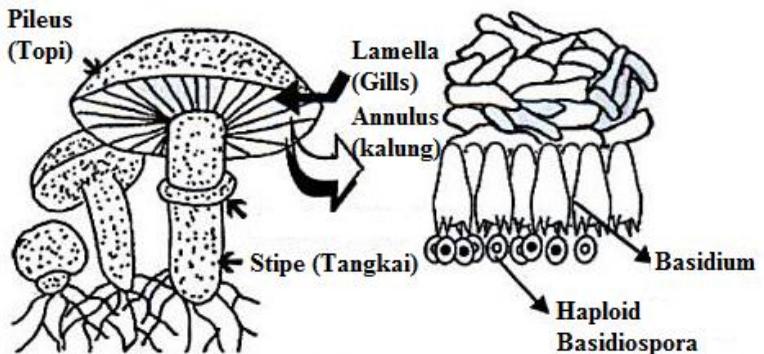
### 2.1.2 Morfologi Jamur Tiram

Jamur tiram merupakan jamur pangan (*edible mushroom*) yang berasal dari kelompok Basidiomycota dan termasuk kelas Homobasidiomycetes yang memiliki ciri-ciri umum tubuh buah jamur berwarna putih hingga krem. Tudung jamur tiram memiliki bentuk setengah lingkaran mirip cangkang tiram dengan bagian tengah agak cekung (Parlindungan, 2000). Jamur tiram dalam satu kerabat dengan *Pleurotus eryngii* atau yang dikenal dengan *King Oyster Mushroom* (Volk, 1998). Menurut Djarijah dan Djarijah (2001), ukuran diameter jamur tiram pada umumnya antara 5-12 cm. Warna tubuh buah hingga tudungnya putih kekuning-kuningan, mempunyai tebal tudung antara 4-8 mm. Tangkai jamur tiram berukuran pendek, panjangnya berkisar antara 2-6 cm. Ukuran jamur tiram dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan iklim di daerah masing-masing.



Gambar 2.1 Jamur Tiram

Jamur tiram merupakan jenis jamur (fungi) yang mempunyai bentuk badan buah seperti payung dengan bagian bawahnya berbilah (*gills*) yang merupakan organ reproduksi karena dapat menghasilkan spora. Sel jamur tidak memiliki klorofil sehingga tidak dapat melakukan sintesis makanan sendiri. Kehidupan jamur bergantung pada organisme lain, hidup pada material organik yang telah mati (Hendritomo, 2010).



Gambar 2.2 Bagian Tubuh Jamur Kelas *Basidiomycetes*

Jamur tiram merupakan jamur konsumsi yang bernilai tinggi (Pramitha, 2013). Menurut Susilawati dan Raharjo (2010), beberapa jenis jamur tiram yang sering dibudidayakan di Indonesia antara lain jamur tiram putih (*P. ostreatus*), jamur tiram merah muda (*P. flabellatus*), jamur tiram abu-abu (*P. sajor caju*), dan jamur tiram abalon (*P. cystidiosus*). Pada dasarnya jenis jamur tiram mempunyai karakteristik yang hampir sama jika ditinjau dari segi morfologi, namun dari warna tubuh buah dapat dibedakan selama masih dalam keadaan segar. Variasi warna dipengaruhi oleh strain, penyinaran, dan kondisi temperatur.

### **2.1.3 Perkembangan Jamur Tiram**

Pada awalnya jamur tiram ditemukan tumbuh alami di hutan di bawah tanaman berkayu (Susiawati dan Raharjo, 2010). Jamur tiram hidup sebagai saprofit pada bagian organisme lain yang sudah mati (Lubis, 2008). Jamur tiram dapat ditemui sepanjang tahun di hutan pegunungan sejuk. Jamur ini juga banyak ditemukan tumbuh di batang-batang kayu lunak yang telah lapuk seperti pohon karet, dammar, kapuk, ataupun sengon yang terletak di lokasi yang lembab dan terlindung dari sinar matahari (Achmad dkk, 2011).

Jamur tiram merupakan salah satu tanaman heterotropik yaitu tanaman yang kehidupannya tergantung dari lingkungan tempat dimana jamur itu hidup. Faktor lingkungan sangat mempengaruhi pertumbuhan jamur, diantaranya adalah air, udara, keasaman (pH), kelembaban, suhu udara, dan ketersediaan sumber nutrisi (Asegab, 2011). Lokasi ideal tumbuhnya jamur yaitu 800 m dpl dengan kadar air sekitar 60% dan pH 6-7. Jika tempat tumbuhnya memiliki kadar air <60% maka miselium jamur ini tidak dapat menyerap nutrisi dengan baik sehingga tumbuh kurus. Namun jika kadar air di tempat tumbuhnya terlalu tinggi maka jamur ini akan terserang penyakit busuk akar. Pertumbuhan jamur akan terhambat jika pH media terlalu tinggi atau terlalu rendah bahkan akan memungkinkan pertumbuhan jamur lain yang dapat mengganggu pertumbuhan jamur tiram matahari (Achmad dkk, 2011).

Jamur tiram memerlukan tempat tumbuh yang mengandung nutrisi yang cukup sebagai unsur pertumbuhan dan sumber energi (Haygreen dan Bowyer, 1993). Kandungan nutrisi yang diperlukan antara lain berupa senyawa karbon, nitrogen, vitamin, dan mineral. Sumber karbon tersedia dalam serbuk kayu gergajian dan berbagai limbah organik lainnya (Susilawati dan Raharjo, 2010). Nitrogen dibutuhkan dalam sintesis protein, purin, dan pirimidin dan mineral yang digunakan untuk pertumbuhan meliputi unsur makro (K, P, Ca, Mg, dan lain-lain) dan unsur mikro (Cu, Zn, dan lain-lain). Unsur fosfor (P) dan kalium (K) diserap dalam bentuk potasium fosfat. Unsur P berperan dalam pembentukan organ tanaman untuk

reproduksi dan juga berfungsi untuk mendorong pertumbuhan pada akar tanaman. Unsur K yang berperan dalam aktivitas enzim metabolisme karbohidrat dan keseimbangan ionik (Djarajah dan Djarajah, 2001). Sedangkan Vitamin B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>5</sub>, dan B<sub>7</sub> digunakan sebagai katalisator dan koenzim (Lubis, 2008).

Faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan jamur pada media tanam antara lain kandungan C/N, selulosa, dan lain-lain, oleh karena itu perlu diperhatikan supaya hasil panen berhasil. Miselium dan tubuh buah jamur dapat berkembang pada bahan yang mengandung lignoselulosa dengan nisbah antara 50-500 (Daru, 1999). Jamur pada umumnya tumbuh dalam media yang mempunyai kandungan C/N yang tinggi (Sumarsih, 2010). Kandungan C/N yang tinggi juga dapat mempercepat pertumbuhan pada jamur (Peng, 1996).

Pada budidaya jamur yang paling penting salah satunya kandungan zat yang terdapat dalam media tanam jamur. Apabila kandungan ligninnya terlalu besar, maka jamur pun susah dan bahkan dapat gagal untuk tumbuh. Hal ini karena lignin lebih sulit untuk dirombak dibandingkan dengan selulosa sehingga dapat menghambat pertumbuhan miselium jamur. Apabila pada bahan media tanam untuk budidaya jamur mengandung lignin yang tinggi, seperti kayu keras maka sebaiknya ditambahkan bahan yang mengandung selulosa yang tinggi dan bahan yang mempunyai nisbah C/N yang rendah (Sumarsih, 2010).

#### **2.1.4 Kandungan Gizi Jamur Tiram**

Jamur tiram mempunyai rasa yang enak, lezat, dan mengandung banyak kandungan gizi. Jamur tiram merupakan salah satu jenis bahan makanan yang tinggi protein, sumber vitamin, mengandung berbagai mineral anorganik, dan rendah lemak serta dapat digunakan untuk pengobatan (Alam dkk., 2009). Jamur tiram mempunyai kadar air yang cukup tinggi yaitu 86,6% (Djarajah dan Djarajah, 2001). Kadar air dapat mempengaruhi daya tahan pangan karena apabila kadar air tinggi yang terkandung dalam bahan pangan, maka akan menyebabkan lebih cepat rusak dikarenakan

aktivitas dari mikroorganisme (Achyadi dan Afiana, 2004). Kandungan jamur tiram yang meliputi serat, protein, lemak, karbohidrat, mineral akan dijelaskan sebagai berikut.

#### **2.1.4.1 Serat**

Dari aspek kandungan gizi, jamur tidak hanya kaya protein atau lemak. Namun juga mengandung jumlah serat yang cukup besar (Manzi dkk., 2001). Serat ini sangat penting untuk pengaturan fungsi fisiologis di dalam organisme manusia antara lain sangat baik untuk sistem pencernaan karena kandungan seratnya yang mencapai 7,4-24,6% sehingga sangat cocok bagi para vegetarian maupun orang sedang diet (Sumarmi, 2006). Hal ini dikarenakan jamur tiram mengandung serat berupa lignoselulosa yang sangat baik bagi pencernaan.

#### **2.1.4.2 Protein**

Kadar protein dari jamur tiram lebih tinggi apabila dibandingkan dengan sayuran dan buah (Chang dan Miles, 1989). Kandungan protein yang terkandung dalam jamur tiram yaitu sekitar 3,5-4% dari berat basah dan 10,5-30,4% untuk berat kering (Sumarmi, 2006). Dalam tubuh manusia untuk sistem pertumbuhan dan metabolisme membutuhkan adanya tambahan protein. Protein yang banyak dicari dan dimanfaatkan kini yaitu protein nabati karena tidak mengandung kolesterol yang dapat mengakibatkan naiknya tekanan darah dalam tubuh. Salah satu protein nabati yang kini paling sering dicari adalah protein yang berasal dari jamur tiram (Kurniawati, 1995). Jamur tiram dapat menjadi sumber protein alternatif karena mengandung 9 asam amino esensial.

#### **2.1.4.3 Lemak**

Menurut Djarijah dan Djarijah (2001), kandungan lemak pada jamur tiram sangat rendah dibandingkan dengan jamur yang lain yaitu berkisar 1,7-2,2%. Jamur tiram terdapat 72% asam lemak tak jenuh, sehingga sangat baik untuk kesehatan tubuh dan baik bagi

orang yang menderita hiperkolesterol dan juga terdapat sekitar 28% kandungan asam lemak jenuh.

#### **2.1.4.4 Karbohidrat**

Karbohidrat pada jamur juga termasuk cukup tinggi. Setiap 100 gram jamur mengandung sekitar 56,6% karbohidrat (Sumarmi, 2006). Kandungan dari karbohidrat yang utama ialah polisakarida atau glikoprotein yang berkisar antara 50-90%. Kebanyakan polisakarida pada jamur ialah kitin, hemiselulosa,  $\beta$ - dan  $\alpha$ -glukan, xilan, dan galaktan. Massa molekular rata-rata bervariasi tergantung pada sumbernya dengan kisaran 5 hingga 2000 kDa (Bohn dan BeMiller, 1995). Seperti halnya polisakarida yang berasal dari produk makanan yang dapat membantu dalam proses pencernaan, baik yang larut maupun tidak larut pada serat makanan yang tergantung pada struktur molekul dan konformasinya (Manzi dkk., 2001)

#### **2.1.4.5 Mineral**

Kandungan mineral pada jamur termasuk kategori banyak, diantaranya yaitu memiliki konsentrasi K, P, Na, Ca, dan Mg yang mencapai 56-70% dari total abu dengan kadar K yaitu 45%. Kandungan mineral mikroelemen ini bersifat logam dalam jamur tiram dan tergolong rendah, sehingga menjadikan jamur ini aman dan sehat untuk dikonsumsi sehari-hari (Sumarmi, 2006).

#### **2.1.5 Manfaat Jamur Tiram**

kehasiatan jamur tiram yang banyak sekali. Jamur selain sebagai bahan pangan alternatif lezat dan bergizi telah diakui oleh banyak negara. Ternyata jamur tiram juga berguna untuk mencegah penyakit seperti hipertensi, jantung, hiperkolesterolemia bahkan kanker (Bobek dkk., 1999). Hal ini karena jamur tiram mengandung mevinoлин dan senyawa sejenisnya yang dapat berpotensi sebagai penghambat HMG CoA yang merupakan enzim utama pada biosintesis kolesterol (Bobek dkk., 1998).

## 2.2 Media Pertumbuhan Jamur Tiram

### 2.2.1 Ampas Tebu

Ampas tebu merupakan suatu residu dari proses penggilingan tanaman tebu (*Saccharum officinarum*) setelah diekstrak atau dikeluarkan niranya pada industri pemurnian gula sehingga akan didapatkan hasil sampingnya yaitu sejumlah besar produk limbah berserat dan dikenal sebagai ampas tebu (*bagasse*). Ampas tebu didapat melalui proses penggilingan sebanyak lima kali dari batang tebu sampai dihasilkan ampas tebu. Ampas tebu ini termasuk limbah yang banyak mengandung serat dan gabus. Ampas tebu memiliki aroma yang segar dan mudah dikeringkan sehingga tidak mudah menimbulkan bau busuk (Mahmudah, 2005).



Gambar 2.3 Ampas tebu

Limbah ampas tebu di Indonesia jumlahnya sangat berlimpah. Satu pabrik dapat menghasilkan ampas tebu dengan prosentase hingga 35-40% dari berat total tebu yang digiling (Indriani dan Sumiarsih, 2007). Data dari Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI) ampas tebu yang dihasilkan yaitu sebanyak 32% dari tebu yang telah digiling. Data yang diperoleh dari Ikatan Ahli Gula Indonesia (IKAGI) menunjukkan terdapat sekitar 30 ton gula dihasilkan dari 57 pabrik gula pada musim giling di tahun 2006 lalu, sehingga dapat dikira-kira kalau terdapat kurang lebih 9.640.000 ton yang terus bertambah setiap tahunnya. Berawal dari keadaan tersebut, limbah ampas tebu semakin bertambah dari

waktu ke waktu. Namun dari limbah yang sebanyak itu hanya 60% dari ampas tebu tersebut dimanfaatkan oleh pabrik gula sebagai bahan bakar, bahan baku untuk kertas, bahan baku industri kanvas rem, dan salah satunya digunakan untuk budidaya jamur (Husin, 2007).

### **2.2.1.1 Kandungan Ampas Tebu**

Ampas tebu merupakan residu berpori dari batang tebu yang tersisa setelah dihancurkan dan diekstraksi sarinya dari tebu. Komponen utama dari ampas tebu ialah selulosa, hemiselulosa dan lignin. Tingginya kandungan lignin pada ampas tebu menyebabkan pencernaan pada hewan ternak jadi terhambat, maka dari itu banyak dilakukan penelitian untuk meningkatkan daya cerna bahan lignoselulosa dengan cara menghilangkan lignin menggunakan jamur putih pelapuk (Okano dkk., 2006). Budidaya jamur dengan menggunakan ampas tebu sebagai substratnya dipilih karena sangat menguntungkan. Substrat dari ampas tebu yang digunakan untuk budidaya jamur tiram pada umumnya mengandung 10-20% suplemen nutrisi untuk meningkatkan produksi tubuh buah jamur (Okano dkk., 2006).

Kandungan yang terdapat pada ampas tebu ini adalah lignin sebesar 19-24%, selulosa 32-44%, hemiselulosa 27-32%, dan abu sebesar 4,5-9% (Socol dkk., 2011). Secara umum substrat dari ampas tebu mengandung 10-20% suplemen nutrisi yang digunakan untuk meningkatkan produksi tubuh buah. Hal ini karena pada suplemen nutrisinya mengandung karbohidrat yang larut, lalu jamur mengkonsumsinya antara hemiselulosa atau selulosa dan lignin sebagai sumber energi pada pertumbuhan miseliumnya, maka pelapukan pada substrat dapat meningkat sangat sedikit ataupun berkurang pada tahap ini (Miki dkk., 2005). Oleh karena itu, untuk meningkatkan pelapukan dari ampas tebu, kultur substrat dilihat setelah jamur dipanen (Okano dkk., 2006). Ukuran jamur budidaya secara fisik dapat berbeda-beda tergantung pada kondisi, jumlah suplemen nutrisi dan suhu inkubasinya.

Ampas tebu mempunyai ukuran panjang serat antara 1,7 sampai 2 mm dengan diameternya sekitar 20 mikro. Ampas tebu memiliki kandungan air 48-52%, gula rata-rata 3,3%, dan serat rata-rata 47,7%. Serat pada ampas tebu tidak dapat larut dalam air dan sebagian besar terdiri dari selulosa, pentosan, dan lignin (Husin, 2007).

Ampas tebu (bagas) mudah terbakar karena di dalamnya mengandung air, serat, gula, dan mikroba sehingga apabila tertumpuk maka akan terfermentasi dan melepaskan panas. Pada tabel 2.3 merupakan komposisi unsur kimia dari ampas tebu dari beberapa peneliti.

Tabel 2.1 Komposisi Unsur Kimia Ampas Tebu

Komposisi unsur	N. Deer	Tromp	Kelly	M.R	Daries	Gregory
Karbon (%)	46,5	44,0	48,2	47,5	47,9	48,1
Hidrogen (%)	6,5	6,0	6,0	6,1	6,7	6,1
Oksigen (%)	46,0	48,0	43,1	44,4	45,5	43,3
Ash/debu (%)	1,0	2,0	2,7	2,0	2,5	2,5
	100	100	100	100	100	100

Sumber : Hand Book of Sugarcane Engineering

Tabel 2.2 Komposisi Mineral Dalam Ampas Tebu

	Tot C, -----%	Tot N, -----%	C/N	Tot P -----%	K -----%	Ca -----%	Mg -----%
Bagas baru	39.8	0.22	181	0.08	0.18	0.22	0.03
Bagas lama	36.2	0.45	80	0.10	0.08	0.20	0.01
<b>Rata-rata</b>	<b>38</b>	<b>0.33</b>	<b>130</b>	<b>0.09</b>	<b>0.13</b>	<b>0.21</b>	<b>0.02</b>
Daduk tebu	40.4	0.29	<b>139</b>	0.06	0.35	0.31	0.05

Sumber: (Hairiah dkk., 2000).

### 2.2.1.2 Manfaat Ampas Tebu

Ampas tebu banyak mengandung lignoselulosa sehingga dapat dimanfaatkan untuk berbagai macam. Selama ini biasanya pabrik gula di Indonesia memanfaatkan ampas tebu sebagai bahan bakar untuk kebutuhan pabriknya sendiri setelah ampas tebu dikeringkan. Selain itu dapat digunakan sebagai bahan baku pada industri kertas, *particleboard*, *fibreboard* (Indriani dan Sumiarsih, 2007), produksi bioetanol (Hermiati, 2010), absorpsi minyak (Said dkk., 2008), produksi xylitol yang dapat digunakan untuk pembuatan pasta gigi (Rao, 2005), untuk campuran semen supaya lebih kuat (Aggarwal, 1995). Di negara Mesir terdapat penelitian ampas tebu dapat dimanfaatkan sebagai komponen penyusunan dalam pembuatan keramik dan masih banyak lainnya.

### 2.2.2 Kayu Sengon

Pada umumnya media yang digunakan untuk budidaya jamur tiram adalah kayu sengon. Dikarenakan kayu sengon banyak mengandung lignoselulosa, selulosa, dan hemiselulosa (Martawijaya dkk., 1989).

Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen) termasuk dalam famili *Mimosaceae* yang berasal dari Maluku dan kini sudah ditanam menyebar hingga di pulau Jawa dan Kalimantan. Daerah lain yang juga terdapat pohon sengon yaitu di Sumatera, Sulawesi Utara, dan Irian Jaya maka dari itu jenis kayu ini banyak dikenal oleh masyarakat (Indriati dkk., 1985). Tanaman ini tumbuh sangat subur di daerah tropis dengan kondisi kelembaban yang tinggi sampai kelembaban sedang. Sifat pertumbuhannya termasuk cepat dan dapat membantu dalam menyuburkan tanah sehingga banyak dimanfaatkan untuk rehabilitasi pada lahan-lahan kritis melalui program reboisasi dan penghijauan (Siregar dkk., 2008). Pohon ini menyerap nitrogen dan karbondioksida dari udara bebas. Akar kayu sengon berfungsi sebagai tempat menyimpan zat nitrogen, maka dari itu tanah yang berada disekitar pohon sengon ini menjadi subur (Barly, 2006).

Pohon sengon mempunyai tekstur yang sedikit kasar dengan arah serat berpadu dan kadang-kadang lurus serta sedikit bercorak. Kekerasan dari kayu sengon ini agak lunak dan beratnya ringan (Pandit dan Kurniawan, 2008). Hal ini sangat cocok digunakan untuk budidaya jamur tiram sebagai media tanam karena tekstur kayunya yang agak lunak. Selain itu kayu sengon juga memiliki kandungan kimia seperti yang terlihat pada Tabel 2.2. Kayu terdiri dari tiga unsur utama yaitu selulosa, hemiselulosa dan lignin serta unsur tambahan yaitu zat ekstraktif dan zat silika. Zat ekstraktif pada kayu merupakan faktor yang menentukan tingkat keawetan alami kayu, sedangkan zat silika yang menentukan tingkat kekerasan alami pada kayu (Martawijaya dkk., 1989).

Tabel 2.2 Kandungan Kimia Kayu Sengon

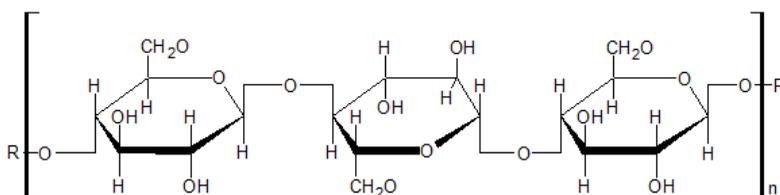
<b>Komponen Kimia</b>	<b>Kadar (%)</b>
Selulosa	49,40
Holoseulosa	73,99
Hemiselulosa	24,59
Lignin	26,8
Abu	0,60
Silika	0,20

## **2.3 Kandungan Utama Media Pertumbuhan**

### **2.3.1 Selulosa**

Selulosa membentuk komponen serat dari dinding sel pada tanaman. Selulosa ini merupakan senyawa organik yang paling banyak di bumi (Winarno, 1991). Selulosa memiliki rumus molekul  $(C_6H_{10}O_5)_n$ , n menyatakan jumlah unit glukosa pembentuk rantai polimer atau derajat polimerisasi (Sjostrom, 1995). Selulosa memiliki berat molekul tertinggi dan terdapat dalam jaringan tanaman pada dinding sel sebagai mikrofibril yang terikat oleh ikatan hidrogen (Suparjo dkk., 2010). Selulosa merupakan serat-serat panjang yang bersama-sama hemiselulosa, pektin, dan protein

untuk membentuk struktur jaringan yang dapat memperkuat dinding sel pada tanaman (Winarno, 1991). Selulosa tidak dapat larut dalam air dingin maupun air panas serta asam panas dan alkali panas. Kandungan selulosa pada dinding sel tanaman sekitar 35-50% dari berat kering tanaman (Suparjo dkk.,2010). Selulosa dapat larut dalam asam pekat, misalnya pada larutan  $H_2SO_4$  72%. Karena asam tersebut akan menghidrolisis selulosa sehingga menjadi glukosa (Sjostrom, 1995). Hasil dari hidrolisis selulosa akan menghasilkan D-glukosa (Winarno, 1991).



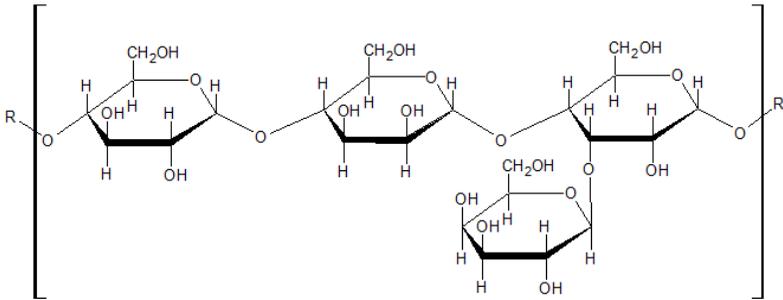
Gambar 2.4 Struktur selulosa (Sjostrom, 1995)

### 2.3.2 Hemiselulosa

Hemiselulosa merupakan polisakarida pada dinding sel tanaman yang larut dalam alkali dan menyatu dengan selulosa (McDonald dkk., 2002). Hemiselulosa berfungsi sebagai pendukung selulosa dalam membentuk matrik dinding sel. Unit pembentuk hemiselulosa yang utama adalah D-xilosa, pentosa, dan heksosa lain. Hemiselulosa serat-seratnya tidak panjang seperti selulosa dan juga suhu untuk pengabuan tidak setinggi selulosa. Hasil hidrolisis hemiselulosa akan menghasilkan D-xilosa dan monosakarida lainnya (Winarno, 1991).

Hemiselulosa terdapat bersama dengan selulosa dalam struktur daun dan kayu dari semua bagian tanaman dan juga dalam biji tanaman tertentu (Tillman dkk., 1989). Jumlah hemiselulosa biasanya berkisar antara 15-30% dari berat kering bahan lignoselulosa. Hemiselulosa ini bersifat mengikat lembaran serat selulosa dan membentuk mikrofibril sehingga meningkatkan stabilitas dinding sel, selain itu hemiselulosa juga berikatan silang

dengan lignin sehingga membentuk jaringan kompleks dan memberikan struktur yang kuat (Suparjo dkk., 2008). Perbedaan antara hemiselulosa dengan selulosa yaitu : hemiselulosa memiliki derajat polimerisasi yang rendah (50-200 unit) dan mudah larut dalam alkali namun sukar larut dalam asam, sedangkan pada selulosa merupakan kebalikan dari sifat kimia hemiselulosa (Winarno, 1991).



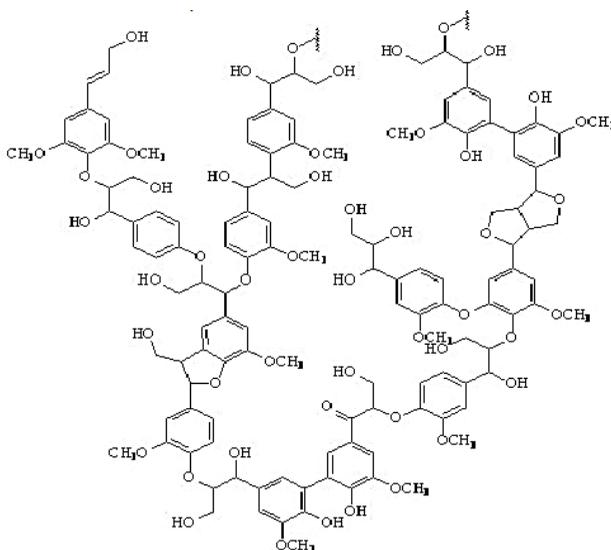
Gambar 2.5 Struktur hemiselulosa (Fengel dan Wegener, 1995)

### 2.3.3 Lignin

Lignin merupakan jenis polimer yang kompleks dengan berat molekul yang tinggi dan tersusun atas unit-unit fenilpropana. Lignin merupakan gabungan dari beberapa senyawa yang hubungannya erat satu sama lain. Lignin mengandung karbon, hidrogen, dan oksigen. Walaupun lignin seringkali digolongkan sebagai karbohidrat karena hubungannya dengan selulosa dan hemiselulosa dalam menyusun dinding sel, namun lignin bukanlah suatu karbohidrat dikarenakan proporsi pada karbonnya lebih tinggi dibandingkan pada senyawa karbohidrat, akan tetapi lignin pada dasarnya merupakan suatu fenol (Haygreen dan Bowyer, 1996). Lignin sangat tahan terhadap degradasi kimia, termasuk tahan pada degradasi enzimatik (Tillman dkk., 1989). Lignin tidak larut dalam asam mineral, namun larut secara parsial dalam asam organik pekat dan alkali hidroksida encer (Susanto, 1998). Oleh karena itu lignin sangat stabil dan ikatannya sukar untuk

dipisahkan dan mempunyai bentuk yang bermacam-macam, sehingga susunan lignin di dalam kayu tidak menentu. Lignin tidak dapat larut dalam air dan sebagian besar pelarut organik dan lignin merupakan senyawa turunan alkohol kompleks yang menyebabkan dinding sel pada tanaman menjadi keras (Robinson, 1991).

Ditinjau dari aspek morfologinya, lignin merupakan senyawa amorf yang terdapat dalam lamella tengah majemuk maupun dalam dinding sekunder. Selama proses perkembangan sel, lignin tergolong sebagai komponen terakhir di dalam dinding sel yang menembus diantara benang-benang fibril sehingga dapat memperkuat struktur dinding sel (Fengel dan Weigner, 1995).



Gambar 2.6 Struktur lignin

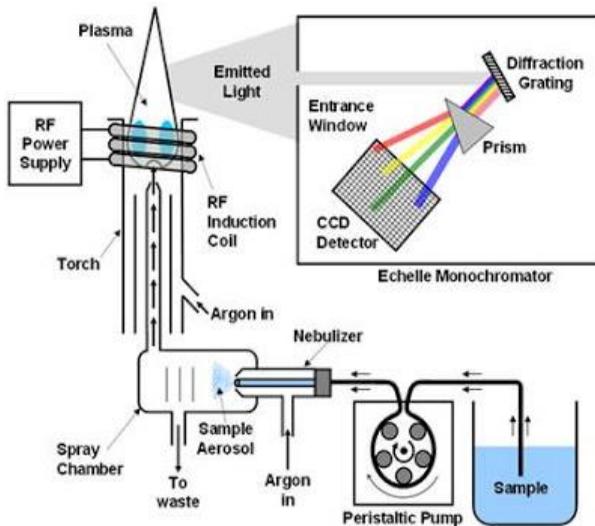
Lignin berfungsi sebagai pengikat antar dinding sel kayu. Pengerasan pada dinding sel kulit tanaman yang disebabkan oleh lignin dapat menghambat enzim untuk mencerna serat dengan normal. Hal ini merupakan bukti bahwa adanya ikatan kimia yang kuat antara lignin, polisakarida tanaman dan protein dinding sel yang

menjadikan komponen-komponen ini sulit bahkan tidak dapat dicerna oleh bakteri (McDonald dkk., 2002).

## 2.4 ICP-MS (*Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry*)

ICP-MS dapat digunakan untuk penentuan unsur-unsur dengan masa atom antara 7-250. Hal ini meliputi Litium sampai Uranium. ICP-MS merupakan pilihan yang tepat untuk penentuan kadmium dalam sampel biologi. Tidak seperti spektroskopi penyerapan atom lainnya yang hanya dapat digunakan mengukur unsur tunggal pada satu masa. ICP-MS mempunyai kemampuan untuk menganalisis semua elemen (Klotz dkk., 2013).

Kandungan mineral jamur tiram dapat dianalisis dengan ICP-MS (*Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry*). Analisis dengan ICP-MS digunakan untuk penetapan unsur-unsur logam dan semi logam pada *P. ostreatus*. Jenis penetapan disesuaikan dengan maksud dan tujuan untuk menganalisis dan mendapatkan data kandungan kuantitas mineral jamur tiram



Gambar 2.7 Skema Alat ICP-MS

Keterangan:

1. RF : : pelaporan batas deteksi alat terhadap sampel.
2. Detektor : merupakan suatu bagian integral dari sebuah peralatan analitik kromatografi cair yang modern.
3. Nebulizer : bagian alat yang digunakan untuk membentuk sampel aerosol yang konsisten.
4. Plasma gas : Gas pendingin, merupakan pemasok gas utama untuk plasma.
5. Peristaltic pump : jenis pompa yang digunakan untuk memompa berbagai cairan.
6. Torch : Seri tiga tabung kuarsa konsentris ICP.

## 2.5 Mineral

### 2.5.1 Kalium (K)

Kalium adalah suatu unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki lambang K dan nomor atom 19. Kalium berbentuk logam lunak berwarna putih keperakan dan termasuk golongan alkali tanah. Secara alami, kalium ditemukan sebagai senyawa dengan unsur lain dalam air laut atau mineral lainnya. Kalium teroksidasi dengan sangat cepat dengan udara, sangat reaktif terutama dalam air, dan secara kimiawi memiliki sifat yang mirip dengan natrium (Marschner, 1995).

### 2.5.2 Magnesium (Mg)

Magnesium merupakan salah satu mineral terbanyak dalam tubuh. Sekitar 50% dari magnesium total terdapat dalam tulang. Selebihnya terdapat dalam sel-sel jaringan dan organ. Manfaat mineral magnesium dalam tubuh antara lain untuk menjaga kepadatan tulang, menjaga kekuatan otot, membantu metabolisme, menjaga fungsi jantung, dapat mencegah resiko gangguan pencernaan, mengurangi resiko diabetes dan gangguan psikiatrik, misalnya panik, stress, kecemasan, emosi yang tidak wajar, serta

membantu pembentukan kolagen. Oleh karena itu keberadaan magnesium dalam tubuh sangat dibutuhkan. Magnesium dapat ditambahkan dalam tubuh melalui asupan makanan (Marschner, 1995). Sumber pangan alternatif yang ditawarkan dewasa ini sangat banyak. Namun yang perlu diperhatikan adalah sumber bahan pangan tersebut layak dikonsumsi, sehat dan bergizi menjadi salah satu syarat yang utama. Bahan pangan alternatif yang menjadi salah satu daya tarik yakni jamur tiram.

### **2.5.3 Fosfor (P)**

Keberadaan mineral fosfor dalam tubuh manusia merupakan salah satu elemen yang penting. Fosfor dapat membantu manusia dalam melakukan gerakan. Manfaat dari adanya fosfor dalam tubuh yakni membantu proses pembentukan tulang, pembentukan energi dan protein, perbaikan sel, dan keseimbangan hormon, serta terlibat dalam reaksi kimia. Kekurangan asupan fosfor dalam tubuh dapat menyebabkan kelainan tubuh. Salah satu diantaranya yakni tulang lemah dan nyeri pada berbagai sendi, menderita rakhitis atau masalah tulang lainnya, dapat menghilangkan nafsu makan yang selanjutnya dapat mempengaruhi pertumbuhan badan. Asupan mineral fosfor dapat dilakukan dengan mengatur pola makan sehari-hari (Marschner, 1995).

### **2.5.4 Natrium (Na)**

Natrium merupakan kation utama (ion positif) dalam cairan ekstraseluler pada hewan dan manusia. Cairan ini, seperti plasma darah dan cairan ekstraseluler pada jaringan lainnya, terdapat pada sel dan melaksanakan fungsi transportasi nutrisi dan pembuangan. Natrium juga merupakan kation utama dalam air laut, meskipun terkonsentrasi pada sekitar 3,8 kali dalam hitungan normal dalam cairan tubuh ekstraseluler. Mineral natrium berfungsi untuk mencegah menurunnya kandungan cairan ekstraseluler akibat tekanan osmotik dalam cairan tubuh. Zat mineral ini sebagai pembentuk garam dalam tubuh dan sebagai

penghantar impuls serabut saraf. Natrium menjadi salah satu penunjang dalam tubuh makhluk hidup (Marschner, 1995). Komsumsi yang tepat dapat membantu menjaga kelangsungan hidup makhluk. Elemen natrium juga dijumpai dalam analisis kandungan mineral pada jamur tiram (Sumarni, 2006).

### **2.5.5 Kalsium (Ca)**

Kalsium merupakan salah satu elemen kimia dengan simbol Ca dan memiliki nomor atom 20. Kalsium adalah salah satu elemen penting bagi manusia. Kalsium dalam tubuh manusia berfungsi bagi metabolisme tubuh, penghubung antar saraf, kerja jantung, dan pergerakan otot. Secara berangsur dengan bertambahnya usia tubuh manusia dapat mengalami pengurangan jumlah kalsium dalam tubuh. Ditambah lagi jika tidak ada asupan yang menunjang dalam tubuh manusia. Sehingga jika dibiarkan berlarut-larut osteoporosis (tulang keropos) tidak dapat dihindarkan. Jamur tiram dapat dikonsumsi dapat digunakan sebagai alternatif salah satu penyuplai mineral kalsium dalam tubuh (Marschner, 1995).

### **2.5.6 Besi (Fe)**

Mineral besi juga sangat penting bagi tubuh untuk produksi sel-sel darah merah agar lebih banyak dan menggantikan sel darah merah yang telah usang. Selain itu juga senyawa besi adalah sangat erat hubungannya dengan hemoglobin, yaitu pigmentasi (pewarnaan) dari sel-sel darah merah. Zat besi memiliki fungsi untuk mengikat oksigen dan dengan cara tersebut ia memberi fasilitas pengangkutan dari paru-paru melalui arteri menuju semua sel di seluruh tubuh. Kandungan mineral besi dalam jamur tiram dapat menunjang kebutuhan konsumsi yang dibutuhkan manusia. Budidaya jamur tiram perlu dikembangkan untuk menyuplai asupan pangan yang tinggi nilai gizinya (Marschner, 1995).

### **2.5.7 Seng (Zn)**

Seng atau timah sari adalah unsur kimia dengan lambang kimia Zn, bernomor atom 30, dan massa atom relatif 65,39. Ia merupakan unsur pertama golongan 12 pada tabel periodik. Beberapa aspek kimiawi seng mirip dengan magnesium. Hal ini dikarenakan ion kedua unsur ini berukuran hampir sama. Selain itu, keduanya juga memiliki keadaan oksidasi +2. Seng merupakan unsur paling melimpah ke-24 di kerak bumi dan memiliki lima isotop stabil. Fungsi dari senyawa seng yang paling umum pada makhluk hidup seperti hewan, tumbuhan dan juga manusia, mineral ini memiliki peran sebagai enzim untuk mengaktifkan dan mengaitkan protein pengatur tampilan gen. Selain itu zat yang memiliki simbol (Zn) ini memiliki peran penting sebagai enzim untuk penyuntingan DNA. Jadi, manfaat dari senyawa ini sangat penting dan diperlukan oleh manusia, tumbuhan juga hewan (Marschner, 1995).

## **BAB III METODOLOGI**

### **3.1 Alat dan Bahan**

#### **3.1.1 Alat**

Peralatan yang digunakan untuk meneliti kandungan mineral pada jamur tiram antara lain mesin penggiling, karung, mixer (alat penyampur bahan), kantong plastik, mesin press, cincin baglog, steamer, botol, kasa, spatula, bunsen, neraca analitik, oven, tanur, *hot plate*, penangas yang dilengkapi dengan *magnetic stirrer* serta peralatan gelas seperti spatula, gelas beker, labu ukur 50 mL, labu ukur 10 mL, corong, erlenmeyer, botol semprot, cawan porselen, kaca arloji, tisu, *aluminium foil*, mortar, gelas ukur, pro pipet, pipet volum, pipet tetes, *magnetic stirrer*, kertas saring Whattmann, ICP-MS (*Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry nexion 300x*).

#### **3.1.2 Bahan**

Bahan baku yang digunakan ialah jamur tiram yang didapat dari hasil budidaya jamur tiram dengan menggunakan media tanam pada ampas tebu dan serbuk kayu sengon, bibit jamur tiram F3 yang diperoleh dari hasil kerjasama dengan CV. Puri Kencana. Bahan-bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini antara lain yakni serbuk ampas tebu, serbuk kayu sengon, bekatul, tepung jagung, kapur, gips, air gula, aqua DM, HNO<sub>3</sub> pekat 65%, metanol, kalium dihidrogenfosfat.

### **3.2 Prosedur Kerja**

Prosedur kerja dalam penelitian ini meliputi proses pembibitan jamur tiram, preparasi sampel, analisis kandungan mineral jamur tiram.

### 3.2.1 Kultur Jamur Tiram

#### 3.2.1.1 Bibit Jamur Tiram

Bibit jamur tiram yang digunakan adalah bibit F3 jamur tiram (*Pleurotus Ostreatus*) yang didapatkan dari CV. Puri Kencana Surabaya. Bibit jamur tersebut dikembangkan oleh CV. Puri Kencana.

#### 3.2.1.2 Pembuatan Media Tanam

Sebelum menanam bibit jamur tiram F3 maka membuat media tanam terlebih dahulu. Media tanam yang digunakan yakni terdiri dari serbuk ampas tebu dan serbuk kayu sengon. Media tanam 0% ampas tebu sebagai kontrol. Rincian variasi media tanam jamur tiram pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Komposisi Media Tanam Jamur Tiram

F	AT (kg)	SK (kg)	B (ons)	TJ (ons)	K (ons)	G (ons)	AG (L)
(0%)	-	3	6	2	2	2	6
(25%)	0,75	2,25	6	2	2	2	6
(50%)	1,5	1,5	6	2	2	2	6
(75%)	2,25	0,75	6	2	2	2	6
(100%)	3	-	6	2	2	2	6

Keterangan:

F	: Formula	AT	: Ampas tebu
SK	: Serbuk kayu	K	: Kapur
B	: Bekatul	G	: Gips
TJ	: Tepung jagung	AG	: Air gula

### **3.2.1.3 Pembuatan dan Sterilisasi Baglog**

Media tanam yang dibuat sesuai dengan rancangan bahan-bahan di Tabel 3.1 dicampur sampai rata. Setelah dicampur dengan rata kemudian dimasukkan ke kantong plastik dan dipres menjadi tiga perempat bagian sedangkan yang seperempat bagian dibiarkan kosong dipasangkan cincin dan tutup cincin, sehingga menjadi baglog yang bercincin. Selanjutnya baglog didiamkan selama satu hari. Selanjutnya media yang sudah dimasukkan baglog yang berisi media tanam tersebut disterilisasi di dalam steamer pada suhu 100-121°C selama  $\pm 10$  jam kemudian didinginkan pada suhu ruang.

### **3.2.1.4 Penanaman Bibit (Inokulasi)**

Bibit F3 dimasukkan ke baglog yang berisi media tanam yang sudah dingin dengan spatula diperkirakan sebanyak satu sampai dua sendok makan. Sebelum dimasukkan botol yang berisi bibit jamur, spatula dipanaskan di atas bunsen. Kemudian cincin dipasang kembali dan ditutup dengan potongan koran atau kertas di atas cincin tersebut, koran atau kertas direkatkan dengan karet yang dilingkarkan pada cincin.

### **3.2.1.5 Inkubasi**

Memasuki masa inkubasi, baglog yang sudah ditanami bibit jamur diletakkan dengan posisi vertikal pada rak-rak bertingkat dan dibiakan sampai miselium tumbuh memutih pada seluruh baglog. Baglog yang sudah penuh miseliumnya dimasukkan ke dalam kumbung dan diletakkan pada rak-rak bertingkat dengan posisi horizontal. Setelah kurang lebih tiga hari, karet dan koran yang digunakan sebagai penutup dibuka.

### **3.2.1.6 Pemanenan Jamur Tiram**

Bakal jamur akan muncul setelah baglog dibuka jelang beberapa hari di kumbung jamur. Jamur siap panen setelah berusia tiga hari. Pemanenan dilakukan dengan cara mencabut seluruh tubuh buah jamur tiram. Akar jamur yang tersisa harus dibersihkan setiap selesai memanen jamur. Cincin dibuka setelah pemanenan jamur pertama kali dan penyiraman dilakukan sehari sekali.

Ventilasi dibuka setiap menjelang malam hingga fajar untuk menjaga sirkulasi udara. Suhu di dalam kumbung jamur diupayakan berkisar antara 24-28°C dengan kelembapan 80-90%. (Pramitha, 2013).

### **3.2.2 Preparasi Sampel Analisis Mineral (ASTM, 2011)**

Sampel jamur yang berupa padatan diperlakukan dengan cara dekomposisi (peleburan, pengabuan, ekstraksi), baru kemudian dilarutkan dengan pelarut. Bila larutan yang didapat mempunyai konsentrasi diatas batas deteksi, maka perlu pengenceran dan bila sangat encer maka perlu pemekatan sehingga diperoleh larutan yang siap diaspirasikan pada ICP-MS. Pelarut yang digunakan dapat berupa pelarut air (larutan aquatik) dan pelarut bukan air (larutan non aquatik) yaitu berupa pelarut organik.

Sampel jamur tiram dengan variasi 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100% diambil kurang lebih 100 gram. Sampel tersebut diblender sampai rata dan homogen. Setelah itu ditambahkan HNO<sub>3</sub> pekat 65% ke dalam sampel yang sudah homogen. Setelah menjadi larutan kemudian dilakukan pre-digest selama 10-15 menit dengan suhu 150-200 °C. Setelah pendestruksian sampel selesai kemudian didinginkan. Larutan sampel yang sudah dingin diencerkan dengan air demineralisasi. Setelah itu siap dianalisis dengan ICP-MS.

### **3.2.3 Analisis Mineral Jamur Tiram**

Kandungan mineral jamur tiram dapat dianalisis dengan ICP-MS (*Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry*). Analisis dengan ICP-MS digunakan untuk penetapan unsur-unsur logam dan semi logam. Jenis penetapan disesuaikan dengan maksud dan tujuan untuk menganalisis dan mendapatkan data kandungan kuantitas mineral jamur tiram. Kandungan mineral yang akan dianalisis secara antara lain mineral kalium (K), natrium (Na), kalsium (Ca), magnesium (Mg), fosfor (P), besi (Fe) dan sen (Zn).

Alat ICP-MS yang dipakai dalam penelitian ini jenis ICP-MS nexion 300x. Massa yang dapat dianalisis berkisar mulai 6-240. Alat tersebut diposisikan dengan parameter *Nebulizer gas flow* 0,98 L/min, *auxiliary gas flow* 1,2 L/min, plasma gas flow 17 L/min, dan ICP RF power 1400 watt.



Gambar 3.1 ICP-MS Nexion 300x

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Penyajian hasil dan pembahasan dari penelitian disusun dengan urutan sebagai berikut : i). Pertumbuhan jamur tiram ii). Analisis mineral jamur tiram yang dilakukan dengan ICP-MS (*Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry*) nexion 300x.

#### **4.1 Pertumbuhan Jamur Tiram**

Budidaya jamur tiram ini dilakukan dengan media serbuk kayu sengon yang divariasikan dengan ampas tebu. Ampas tebu dijadikan sebagai media alternatif untuk mengantisipasi volume kayu seperti kayu sengon yang mulai menipis dan membutuhkan waktu yang cukup lama untuk menumbuhkan kayu sejenis tersebut. Ampas tebu dipilih sebagai media alternatif dikarenakan termasuk salah satu limbah yang mengandung lignoselulosa cukup tinggi dalam jumlah yang melimpah di sekitar kita, pada umumnya berasal dari pabrik gula (Misran, 2005). Ampas tebu yang sudah dikuliti bersih dan diperas nira tebunya kemudian dikeringkan. Setelah kering kemudian dihaluskan dengan mesin penggiling supaya ampas tebu tersebut menjadi serbuk ampas tebu. Sehingga media serbuk ampas tebu dapat dijadikan sebagai media alternatif pertumbuhan jamur tiram. Variasi bahan baku media tanam yang digunakan dalam penelitian ini perbandingan antara serbuk kayu sengon dan ampas tebu adalah sebagai berikut variabel kontrol terdiri atas 0% ampas tebu dan 100% kayu sengon, 25% ampas tebu dan 75% kayu sengon, 50% ampas tebu dan 50% kayu sengon, 75% ampas tebu dan 25% kayu sengon, dan , 100% ampas tebu dan 0% kayu sengon (Pramita, 2013).

Pembuatan media pertumbuhan jamur tiram dilakukan dengan mencampurkan bahan-bahan antara lain bekatul, tepung jagung, gips ( $\text{CaSO}_4$ ), kapur dolomit ( $\text{CaCO}_3$ ), dan air gula sesuai Tabel 3.1. Jamur tiram yang dibudidayakan ini tergolong sebagai jamur tiram organik dikarenakan dalam proses budidayanya tidak

melibatkan bahan-bahan sintesis. Semua nutrisi media jamur tiram menggunakan bahan alami. Adapun manfaat dan kandungan dari bahan baku media pertumbuhan jamur tiram yakni ampas tebu mengandung lignin sebesar 19-24%, selulosa 32-44%, hemiselulosa 27-32%, dan abu sebesar 4,5-9% (Soccol dkk., 2011). Secara umum substrat dari ampas tebu mengandung 10-20% suplemen nutrisi yang digunakan untuk meningkatkan produksi tubuh buah. Hal ini karena pada suplemen nutrisinya mengandung karbohidrat yang larut, jamur mengkonsumsi hemiselulosa atau selulosa dan lignin sebagai sumber energi pada pertumbuhan miseliumnya, maka pelapukan pada substrat dapat meningkat sangat sedikit ataupun berkurang pada tahap ini (Miki dkk., 2005). Kayu sengon mengandung selulosa 49,40%, hemiselulosa 24,59%, lignin 26,8%, abu 0,6%, silika 0,2%. Pohon sengon mempunyai tekstur yang sedikit kasar dengan arah serat berpadu dan kadang-kadang lurus serta sedikit bercorak. Kekerasan dari kayu sengon ini agak lunak dan ringan (Pandit dan Kurniawan, 2008). Hal ini sangat cocok digunakan untuk budidaya jamur tiram yang ditunjang dengan kandungan kimia dalam kayu sengon. Bekatul, tepung jagung, gips, kapur dolomit, dan air gula terhitung sebagai nutrisi media yang dibutuhkan untuk pertumbuhan jamur tiram. Gula berfungsi untuk menstimulasi pertumbuhan jamur dan meningkatkan produksi enzim Lakase (Sigit, 2008). Bekatul mengandung karbohidrat, lemak, protein, dan vitami B untuk pertumbuhan tubuh buah jamur tiram. Tepung jagung ditambahkan sebagai sumber karbohidrat (13,43%), lemak (3,79%), protein (6,30%), air (9,01%), dan abu (3,79%). Kapur ( $\text{CaCO}_3$ ) berfungsi sebagai sumber mineral dan pengatur pH. Gips ( $\text{CaSO}_4$ ) berfungsi sebagai sumber mineral dan untuk mengokohkan media. Air ditambahkan agar miselium jamur dapat tumbuh dan menyerap nutrisi dengan baik (Achmad dkk., 2011; Lubis, 2008).

Bahan-bahan yang sudah dicampur dengan bantuan *mixer* atau sekop. Setelah tercampur rata kemudian dimasukkan ke dalam plastik dan dipres sampai tiga perempat bagian. Baglog

yang telah dipres menjadi media yang padat dan rata. Selanjutnya baglog ditutup dengan cincin agar air tidak masuk ke dalam baglog saat disterilisasi. Sebelum disterilisasi baglog yang sudah dipres di atas didiamkan selama sehari untuk mendegradasi sumber nutrisinya menjadi senyawa yang lebih sederhana. Proses ini sering kita kenal dengan istilah pengomposan media.



Gambar 4.1 Fermentasi Media

Baglog yang sudah ditutup cincin dan telah mengalami fermentasi kemudian akan mengalami proses sterilisasi baglog. Proses sterilisasi dilakukan untuk mematikan kontaminan dalam baglog. Sterilisasi baglog dilakukan di dalam *steamer* dengan suhu rata-rata berkisar 100-121°C selama  $\pm$  10 jam. Setelah selesai proses sterilisasi baglog dibiarkan dingin di dalam *steamer*. Hal ini dilakukan untuk mencegah adanya proses kontaminasi.

Baglog yang sudah dingin kemudian ditanami bibit jamur tiram. Cincin baglog dibuka dan bibit ditambahkan di bagian atas permukaan baglog dalam keadaan steril dengan bantuan spatula agar tidak terkontaminasi. Baglog harus dalam keadaan dingin di saat ditanami bibit jamur tiram supaya bibit jamur yang dimasukkan tidak mati karena pengaruh suhu baglog yang terlalu

panas. Baglog yang sudah dibibiti kemudian ditutup dengan koran atau kertas dan direkatkan dengan karet. Tutup baglog yang menggunakan koran atau kertas diharapkan agar tidak berinteraksi langsung dengan udara luar yang mengandung banyak kontaminan, namun udara luar tetap bisa masuk sebagai sumber oksigen ( $O_2$ ) untuk proses respirasi jamur.

Baglog yang sudah ditanami bibit jamur (inokulasi) kemudian didiamkan pada ruangan yang tidak terkena cahaya langsung hingga baglog tertutup miselium berwarna putih. Suhu ruangan yang digunakan sekitar 28-30°C. Proses ini dikenal dengan tahap inkubasi. Perkembangan inkubasi jamur dapat diamati melalui Gambar 4.2, 4.3, 4.4, dan 4.5 di bawah ini.



Gambar 4.2 Inkubasi hari ke-12



Gambar 4.3 Inkubasi hari ke-17



Gambar 4.4 Inkubasi hari ke-21



Gambar 4.5 Inkubasi hari ke-27

Baglog yang miseliumnya sudah penuh kemudian dipindahkan ke dalam kumbung untuk mengoptimalkan pertumbuhan jamur. Baglog ditata secara berjajar horizontal agar lebih mudah membuka cincin yang ditutup dengan koran atau kertas. Sekaligus dapat mempermudah di saat memetik tubuh buah jamur tiram. Suhu dalam kumbung dijaga sekitar 26-28°C dengan kelembapan  $\pm$  80%. Pengaturan cahaya dan sirkulasi udara dilakukan dengan cara membuka dan menutup ventilasi  $\pm$ 9 jam. Baglog yang sudah dikumbung didiamkan selama tiga hari sampai miselium memutih. Hal ini dilakukan agar baglog menyesuaikan suhu dan kondisi ruangan di kumbung jamur setelah dipindah dari tempat inkubasi. Kemudian cincin penutup

dari koran dibuka agar sirkulasi udara tidak terhambat oleh penutup. Laju pertumbuhan miselium berturut-turut adalah variasi media tanam 50% dan 0% (32 hari), 25%, 75%, dan yang terakhir 100% (43 hari). Baglog yang sudah penuh tetap dibiarkan hingga 50 hari waktu optimal pertumbuhan miselium sebelum dimasukkan ke dalam kumbung.

Bakal tubuh buah jamur tiram muncul lima hari setelah pembukaan baglog. Bakal jamur tiram mulai muncul pada beberapa baglog 50% dan dua hari berikutnya jamur 50% sudah dapat dipanen. Pemunculan bakal jamur selanjutnya adalah 0%, 25%, dan 75% secara berturut-turut dengan selang satu hari. Masa panennya berselang dua hari dari pemunculan bakal jamur. Jadi masa panennya pun berselang satu hari jika dibandingkan antara formula-formula tersebut. Hari ke 15 bakal jamur 100% baru muncul dan dua hari berikutnya jamur tersebut dapat dipanen.



Gambar 4.6 Kultivasi Jamur Tiram



Gambar 4.7 Jamur Tiram Organik F8, F2, F11



Gambar 4.8 Susunan Horizontal di Kumbung

#### 4.2 Analisis Mineral Jamur Tiram

Kandungan mineral pada jamur termasuk kategori banyak, diantaranya yaitu memiliki konsentrasi K, P, Na, Ca, dan Mg yang mencapai 56-70% dari total abu dengan kadar K yaitu 45%. Kandungan mineral mikroelemen ini bersifat logam dalam jamur tiram dan tergolong rendah, sehingga menjadikan jamur ini aman dan sehat untuk dikonsumsi sehari-hari (Sumarmi, 2006).

Analisis mineral jamur tiram pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan ICP-MS (*Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry*). ICP-MS merupakan instrumen yang mempunyai presisi tingkat tinggi untuk menganalisis elemen-elemen dalam bahan pangan baik yang aman dikonsumsi maupun bersifat toksik. Manfaat ICP-MS antara lain dapat digunakan untuk mengontrol nilai mutu mineral pada makanan karena termasuk pendeteksi dengan sensitif tingkat tinggi, memiliki kemampuan menganalisis multi-elemen, dan dinamisasi range linear yang luas (Cubadda, 2007). Hasil analisis mineral jamur tiram dengan ICP-MS dapat dilihat dalam Tabel 4.1

Tabel 4.1 Kandungan Mineral Jamur Tiram (mg/kg)

Form	0%	25%	50%	75%	100%
K	48449,0	15745,0	45944,0	33551,0	28396,0
Mg	258,1	240,0	245,4	244,0	209,0
P	1988,0	1290,0	1988,0	93,1	80,5
Na	195,0	917,0	267,0	917,0	917,0
Ca	266,3	9605,0	316,9	9605,0	9605,0
Fe	39,2	5606,0	39,0	5606,0	5606,0
Zn	4,42	14,01	3,14	14,01	14,01

Di mana:

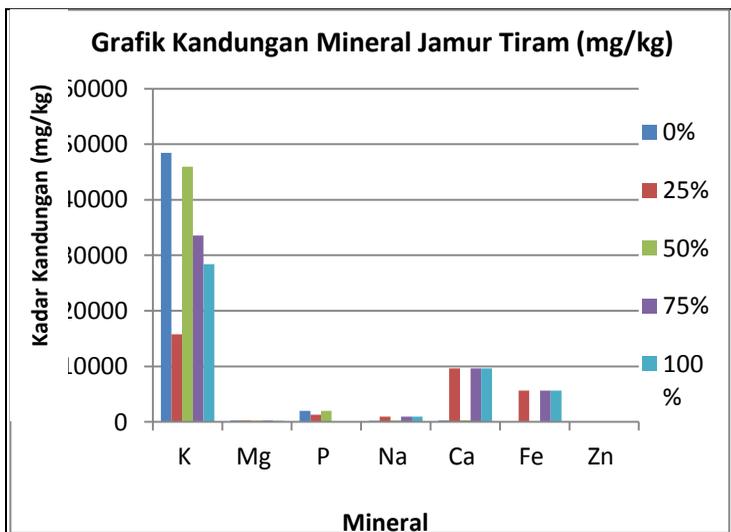
0% = 0% ampas tebu : 100% kayu sengon

25% = 25% ampas tebu : 75% kayu sengon

50% = 50% ampas tebu : 50% kayu sengon

75% = 75% ampas tebu : 25 kayu sengon

100% = 100% ampas tebu : 0% kayu sengon



Gambar 4.9 Grafik formua media tanam terhadap mineral

Jamur merupakan sumber mineral yang didapatkan dari substrat melalui pertumbuhan *miselium*. Elemen mineral yang paling utama adalah kalium, fosfor, natrium, kalsium, dan magnesium yang semuanya menyusun 56-70% dari total kadar abu (Chang dan Miles, 1989). Kandungan fosfor dan kalsiumnya lebih tinggi daripada buah-buahan dan sayuran pada umumnya (El-Kattan, *dkk.*, 1991).

Berdasarkan analisis kandungan mineral pada jamur tiram dengan menggunakan alat ICP-MS diperoleh data seperti Tabel 4.1. Data tersebut menunjukkan ada pengaruh variasi formula media tanam terhadap kandungan mineral pada jamur tiram. Variabel kontrol 0% memiliki kandungan mineral yang optimum, terutama kandungan mineral kalium, magnesium, dan fosfor. Kandungan mineral natrium, kalsium, besi maksimum dikandung oleh formula 25%, 75%, dan 100% smasing-masing secara berurutan sebanyak 917 mg/kg, 9605 mg/kg, dan 5606 mg/kg. Sedangkan formula 50% menempati urutan kedua setelah variabel kontrol 0% dalam mengandung mineral kalium 45944 mg/kg, magnesium 245 mg/kg, dan fosfor sama maksimum secara kuantitas dengan 0% sebanyak 1988 mg/kg. Penelitian ini menunjukkan mineral kalium merupakan mineral yang dominan dalam jamur tiram dan fosfor merupakan mineral kedua dalam jamur tiram.

Analisis kandungan mineral pada penelitian ini terhadap angka kecukupan gizi untuk orang Indonesia yang diterbitkan oleh kementrian kesehatan pada tahun 2012 menunjukkan jamur tiram dengan variasi media tanam ampas tebu dan kayu sengon memiliki nilai asupan mineral yang cukup tinggi dari batas toleransi konsumsi dan kecukupan gizi per-hari jika mengkonsumsi jamur sekitar 1kg/hari. Asumsi mineral kalium pada variasi 0% menunjukkan 48449 mg/kg, angka kecukupan gizi per-orang menunjukkan 500 mg/hari. Individu cukup mengkonsumsi jamur sebanyak 97,009 gram/hari.

Tabel 4.2 Angka Kecukupan Gizi 2012

Kelompok umur	BB (kg)	TB (cm)	Ca (mg)	P (mg)	Mg (mg)	Fe <sup>b</sup> (mg)	I <sup>(3)</sup> (µg)	Zn <sup>(4)</sup> (mg)	Se (µg)	Mn (mg)	F (mg)	Cu (mg)	Cr (µg)	Na (mg)	K (mg)
<b>Bayi/Anak</b>															
0 – 6 bln	6	61	200	100	30	0.25	90	1.5	5	0,003	0.01	200	0,2	120	500
7 – 11 bln	9	71	250	250	70	10	90	4	10	0,6	0.4	220	5,5	200	700
1-3 thn	13	91	650	500	61	7	90	4	17	1,2	0.6	340	11	1000	3000
4-6 thn	19	112	1000	500	88	8	120	5	20	1,5	0.8	440	15	1200	3800
7-9 thn	27	130	1000	500	118	10	120	6	20	1,7	1.2	570	20	1200	3800
<b>Pria (thn)</b>															
10-12	34	142	1200	1250	148	13	120	7	20	1,9	1.7	700	25	1500	4500
13-15	46	158	1200	1250	207	19	150	8	30	2,2	2.3	795	30	1500	4700
16-18	56	165	1200	1250	248	13	150	8	30	2,3	2.7	890	35	1500	4700
19-29	60	168	1100	700	342	13	150	6	30	2,3	2.7	900	36.5	1500	4700
30-49	62	168	1000	700	348	13	150	7	30	2,3	3.0	900	35.5	1500	4700
50-64	62	168	1000	700	342	13	150	7	30	2,3	3.0	900	31.2	1300	4700
65-80	60	168	1000	700	336	13	150	7	30	2,3	3.0	900	25.5	1200	4700
80+	58	168	1000	700	330	13	150	7	30	2,3	3.0	900	20.4	1200	4700
<b>Wanita (thn)</b>															
10-12	36	145	1200	1250	155	14	120	6	20	1,6	1.8	700	21	1500	4500
13-15	46	155	1200	1250	200	26	150	8	30	1,6	2.4	795	22.5	1500	4700
16-18	50	158	1200	1250	221	26	150	7	30	1,6	2.5	890	24	1500	4700
19-29	54	159	1100	700	306	26	150	5	30	1,6	2.5	900	30.5	1500	4700
30-49	55	159	1000	700	318	26	150	5	30	1,8	2.7	900	28.8	1500	4700
50-64	55	159	1000	700	330	12	150	5	30	1,8	2.7	900	25.5	1300	4700
65-80	54	159	1000	700	306	12	150	5	30	1,8	2.7	900	20.8	1200	4700
80+	53	159	1000	700	300	12	150	5	30	1,8	2.7	900	19.1	1200	4700

Tabel 4.3 Batas Toleransi Konsumsi Mineral

Age (yr)	Sodium (mg/day)	Chloride (mg/day)	Calcium (mg/day)	Phosphorus (mg/day)	Magnesium (mg/day)	Kon (mg/day)	Zinc (mg/day)	Iodine (µg/day)	Selenium (µg/day)	Copper (µg/day)	Manganese (mg/day)	Fluoride (mg/day)	Molybdenum (µg/day)	Boron (mg/day)	Nickel (mg/day)	Vanadium (mg/day)
<b>Infants</b>																
0-5	— <sup>a</sup>	— <sup>a</sup>	—	—	—	40	4	—	45	—	—	0.7	—	—	—	—
6-11	— <sup>a</sup>	— <sup>a</sup>	—	—	—	40	5	—	60	—	—	0.9	—	—	—	—
<b>Children</b>																
1-3	1500	2300	2500	3000	65	40	7	200	90	1000	2	1.3	300	3	0.2	—
4-8	1900	2900	2500	3000	110	40	12	300	150	3000	3	2.2	600	6	0.3	—
9-13	2200	3400	2500	4000	350	40	23	600	280	5000	6	10	1100	11	0.6	—
<b>Adolescents</b>																
14-18	2300	3600	2500	4000	350	45	34	900	400	8000	9	10	1700	17	1.0	—
<b>Adults</b>																
19-70	2300	3600	2500	4000	350	45	40	1100	400	10,000	11	10	2000	20	1.0	1.8
>70	2300	3600	2500	3000	350	45	40	1100	400	10,000	11	10	2000	20	1.0	1.8
<b>Pregnancy</b>																
≤18	2300	3600	2500	3500	350	45	34	900	400	8000	9	10	1700	17	1.0	—
19-50	2300	3600	2500	3500	350	45	40	1100	400	10,000	11	10	2000	20	1.0	—
<b>Lactation</b>																
≤18	2300	3600	2500	4000	350	45	34	900	400	8000	9	10	1700	17	1.0	—
19-50	2300	3600	2500	4000	350	45	40	1100	400	10,000	11	10	2000	20	1.0	—

Analisis kandungan mineral kalium jamur tiram terhadap batas toleransi konsumsi mineral dan angka kecukupan gizi per-hari termasuk dalam kategori melebihi batas, jika individu mengkonsumsi 1kg jamur tiram per-hari. Kandungan mineral kalium memiliki tren variasi 25% paling baik, kemudian berturut-turut dari variasi 0%, 50%, 75%, 100% semakin baik. Kadar kalium pada 0% sangat tinggi dikarenakan proses transpor mineral kalium dalam jamur berjalan dengan baik, dibandingkan pada variasi 25%. Meskipun jika dikonsumsi dalam sehari 1kg jamur tiram, tetap melebihi batas ambang konsumsi. Asupan gizi mineral yang cukup didapatkan dengan menghitung perbandingan AKG dengan hasil mineral jamur tiram. Perbandingan tersebut dapat dilihat di tabel 4.4 dengan rumus perhitungan di bawah ini:

$$\text{Asupan normal} \left( \frac{\text{kg}}{\text{hari}} \right) = \frac{\text{AKG} \left( \frac{\text{mg}}{\text{kg}} \right)}{\text{Kandungan mineral} \left( \frac{\text{mg}}{\text{kg}} \right)}$$

Tabel 4.4 Contoh Hasil Perhitungan Asupan Mineral Normal

Formula	Kalium (mg/kg)	AKG (mg/hari)	Asupan Normal (kg/hari)
0%	48449	4700	0,097009
25%	15745	4700	0,019054
50%	45944	4700	0,021766
75%	33551	4700	0,040237
100%	28396	4700	0,035216

Makanan yang setiap hari kita makan rata-rata mengandung 2800-6000 mg natrium. Sebagian besar natrium berasal dari garam dapur, selebihnya terdapat dalam bahan makanan. Jika menghadapi hipertensi, asupan natrium perlu dibatasi. Asupan natrium pada hipertensi ringan sebaiknya hanya 1-1,5 gram perhari atau setara 2 gram (1/2 sendok teh peres) garam dapur. Asupan pada hipertensi sedang sebaiknya hanya

600-800 mg perhari atau setara dengan 1gram (1/4 sendok teh peres). Hipertensi berat hanya boleh 200-400 mg per hari (tanpa pemberian garam dapur) (Yulianti, 2006).

Analisis kandungan mineral natrium pada penelitian jamur tiram seperti halnya mineral kalium tidak terlepas dari proses transpor aktif mineral. Transpor aktif merupakan pengangkutan zat dengan bantuan energi. Sumber energi yang digunakan berasal dari ATP dan ADP. Contoh, pengangkutan glukosa dalam tubuh. Glukosa tidak dapat menembus membran sel sebelum diaktifkan oleh ATP atau ADP. Dengan mengubah glukosa menjadi glukosa fosfat. Untuk membentuk glukosa fosfat diperlukan energi pengaktifan yang tersimpan dalam ATP. Pengangkutan lintas membran dengan menggunakan energi ATP, melibatkan pertukaran ion  $\text{Na}^+$  dan  $\text{K}^+$  (pompa ion) serta protein kontraspor yang akan mengangkut ion  $\text{Na}^+$  bersama melekul lain seperti asam amino dan gula. Arahnya dari daerah berkonsentrasi tinggi ke konsentrasi rendah. Proses transpor dapat mempengaruhi kadar mineral dalam jamur tiram. Analisis data kandungan mineral natrium terhadap angka kecukupan gizi menunjukkan variasi 25%, 75%, dan 100% memiliki kadar terbaik sesuai kecukupan gizi. Sedangkan pada 0% memiliki kadar natrium terendah sebanyak 195 mg/kg berbeda jauh dari AKG yang berkisar 1000-1500 mg/hari.

Kandungan mineral magnesium pada jamur tiram yang mendekati nilai angka kecukupan gizi yakni variasi 0% sebesar 258,1 mg/kg. Hal ini menunjukkan variasi 0% merupakan variasi terbagus dalam kandungan mineral magnesium. Variasi 100% memiliki kandungan magnesium terendah, sedangkan variasi 25%, 50%, dan 75% berada di posisi medium berkisar 240-245 mg/kg. Hasil analisis data juga menunjukkan kadar mineral tidak melebihi batas ambang toleransi konsumsi mineral magnesium. Mineral magnesium dalam tubuh bermanfaat dalam menyusun sel-sel jaringan maupun organ (Marschner, 1995).

Hasil penelitian ini menunjukkan kadar kandungan mineral fosfor pada variasi 0% dan 50% melebihi nilai AKG, sehingga jika dikonsumsi secara berlebih dikhawatirkan dapat mengganggu fungsi kerja tubuh secara perlahan maupun di masa yang akan datang. Standar nilai AKG yang diperkenankan untuk dikonsumsi berkisar antara 700-1250 mg/hari. Kandungan fosfor yang termasuk dalam syarat kecukupan gizi pada variasi 25% 1290 mg/kg. Variasi 75% dan 100% kandungan mineral fosfor di bawah nilai AKG.

Mineral kalsium yang terkandung dalam jamur tiram termasuk kategori ekstrim dua kelompok. Kelompok pertama ekstrim atas melebihi nilai AKG dan batas toleransi konsumsi. Kelompok kedua beradadi bawah nilai batas kecukupan gizi. Standar nilai AKG mineral kalsium yang masuk ke dalam tubuh berkisar 1000-1200 mg/hari. Konsumsi yang sangat berlebih tau sebaliknya di bawah standar kecukupan berdampak tidak baik dalam tubuh. Keberadaan kalsium dalam tubuh diperlukan utamanya dalam proses pembentukan dan perawatan tulang, mencegah tulang keropos (osteoporosis).

Mineral besi dan seng pada dasarnya termasuk mikromineral, di mana dibutuhkan oleh tubuh dalam jumlah sedikit saja. Dampak dari konsumsi berlebihan maupun defisiensi mikromineral sendiri dapat mengganggu fungsi kerja tubuh, meski hanya dibutuhkan sedikit. Standar nilai AKG mineral besi berkisar 13-26 mg/hari dan untuk mineral seng berkisar 5-8 mg/hari. Hasil dari penelitian ini menunjukkan kadar kandungan mineral besi dan seng pada variasi 25%, 75% dan 100% melebihi nilai AKG, sedangkan variasi 0% dan 50% lebih mendekati nilai AKG.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## **BAB V**

### **KESIMPULAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dari kelima variasi media tanam dengan menggunakan penambahan ampas tebu untuk pertumbuhan jamur tiram maka diperoleh kesimpulan bahwaditinjau dari nilai angka kecukupan gizi (AKG) dan batas ambang toleransi konsumsi mineral, maka variasi 25% ampas tebu menunjukkan variasi yang memiliki kadar kandungan mineral terbaik dan aman bagi tubuh yakni Kalium (K) 15745mg/kg, Magnesium (Mg) 240 mg/kg, Fosfor (P) 1290 mg/kg, Natrium (Na) 917 mg/kg, Kalsium (Ca) 9605 mg/kg, Besi (Fe) 5606 mg/kg, dan Seng (Zn) 14,01 mg/kg.

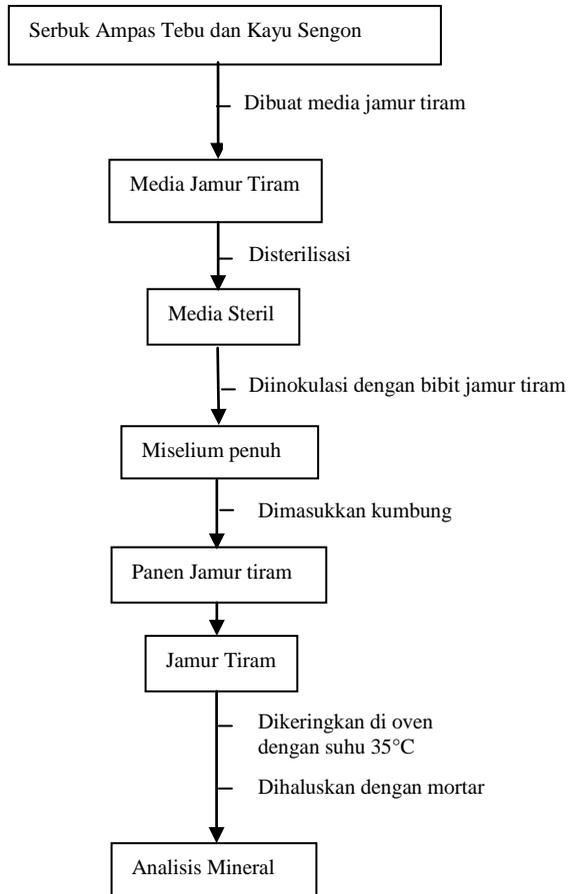
#### **5.2 Saran**

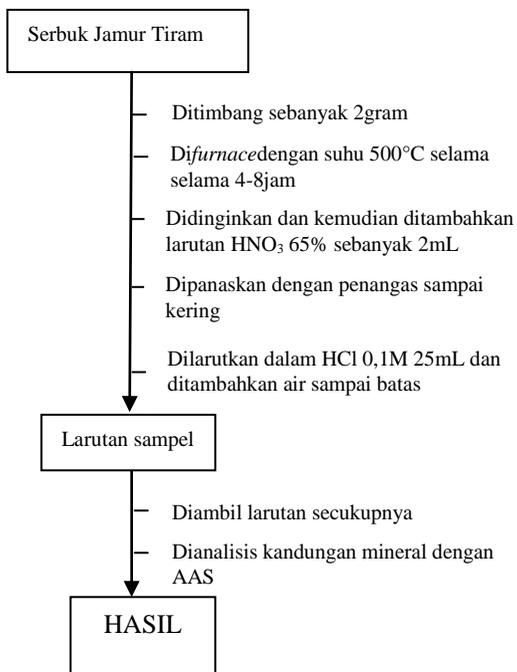
Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai hubungan antara kandungan mineral jamur tiram dengan kandungan mineral pada media tanam.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## LAMPIRAN 1

### SKEMA KERJA



**LAMPIRAN 2****Analisis Mineral**

## LAMPIRAN 3

Tabel Hasil Kadar Kandungan Mineral variasi 0%

Measurand	RL (mg/kg)	mg/kg	Measurand	RL (mg/kg)	mg/kg
Aluminium	16.75	ND	Neodymium	0.00045	0.00233
Antimony	0.00106	ND	Nickel	0.00011	ND
Arsenic	0.08094	ND	Niobium *	0.00105	0.01267
Barium	0.03878	0.05500	Osmium *	0.00004	ND
Beryllium	0.00510	ND	Palladium *	0.00054	0.00167
Bismuth	0.02441	ND	Phosphorus	1988	ND
Boron	0.08845	0.09267	Platinum *	0.00006	ND
Bromine	0.00816	0.03833	Potassium	48.48	48449
Cadmium	0.00004	0.00833	Praseodymium *	0.00029	0.00333
Calcium	158	266	Rhenium *	0.00004	ND
Cerium	0.00463	ND	Rhodium	0.00004	ND
Caesium *	0.00102	0.07700	Rubidium	0.01242	4.06
Chromium	0.05428	ND	Ruthenium *	0.00003	ND
Cobalt	0.00159	0.00333	Samarium	0.00057	0.00067
Copper	0.14106	0.29033	Scandium	1.60	6.03
Dysprosium	0.00003	0.00100	Selenium	0.00081	0.11800
Erbium	0.00003	ND	Silicon	366	ND
Europium	0.00010	ND	Silver	0.00864	ND
Gadolinium	0.00027	0.00067	Sodium	58.02	195
Gallium *	0.00060	0.00200	Strontium	0.02228	0.20800
Germanium	0.00011	ND	Tantalum *	0.00004	ND
Gold *	0.15655	ND	Tellurium	0.00010	0.01533
Hafnium *	0.00003	ND	Terbium	0.00011	ND
Holmium	0.00006	ND	Thallium	0.00002	ND
Indium *	0.00487	ND	Thorium	0.14478	ND
Iodine	0.04522	ND	Thulium	0.00006	ND
Iridium *	0.00004	ND	Tin	0.19918	ND
Iron	39.2	ND	Titanium	2.10	2.36
Krypton *	0.02908	ND	Tungsten *	0.00004	ND
Lanthanum	0.00223	0.00267	Uranium	0.00075	0.00500
Lead	0.02121	ND	Vanadium	0.00615	0.04900
Lithium	0.02711	ND	Xenon *	13.54	ND
Lutetium *	0.00013	ND	Ytterbium	0.00003	ND
Magnesium	1.76	268	Yttrium	0.00166	0.00333
Manganese	0.06167	1.06	Zinc	0.31191	4.42
Mercury	0.00890	ND	Zirconium	0.09189	ND
Molybdenum	0.00004	0.01200			

\* Not in the scope of accreditation

Tabel Hasil Kadar Kandungan Mineral variasi 25%

Measurand	RL (mg/kg)	Recut (mg/kg)	Measurand	RL (mg/kg)	Recut (mg/kg)
Aluminium	369	ND	Neodymium	0.00129	0.00393
Antimony	0.00464	ND	Nickel	0.01726	ND
Arsenic	0.28806	ND	Niobium <sup>1</sup>	0.00942	ND
Barium	0.96079	ND	Osmium <sup>1</sup>	0.00178	ND
Beryllium	0.00790	ND	Palladium <sup>1</sup>	0.00331	ND
Bismuth	0.61227	ND	Phosphorus	0.80884	1290
Boron	40.80	ND	Platinum <sup>1</sup>	0.00286	ND
Bromine	0.22809	0.75217	Potassium	4152	34950
Cadmium	0.00333	0.03390	Praseodymium <sup>1</sup>	0.01441	ND
Calcium	9605	ND	Rhenium <sup>1</sup>	0.00186	ND
Cerium	0.08970	0.31503	Rhodium	0.00336	ND
Caesium <sup>1</sup>	0.04787	0.06177	Rubidium	0.13643	3.08
Chromium	0.02399	0.09940	Ruthenium <sup>1</sup>	0.00327	ND
Cobalt	0.01802	ND	Samarium	0.00121	ND
Copper	4.33	ND	Scandium	0.00339	3.82
Dysprosium	0.00157	ND	Selenium	0.09308	0.19743
Erbium	0.00157	ND	Silicon	169	207
Europium	0.00129	ND	Silver	0.00324	ND
Gadolinium	0.00129	0.00290	Sodium	917	ND
Gallium <sup>1</sup>	0.00784	ND	Strontium	0.43379	ND
Germanium	0.01374	ND	Tantalum <sup>1</sup>	0.00188	ND
Gold <sup>1</sup>	0.00743	ND	Tellurium	0.10197	ND
Hafnium <sup>1</sup>	0.00172	ND	Terbium	0.00572	ND
Holmium	0.00158	0.00207	Thallium	0.00674	ND
Indium <sup>1</sup>	0.50639	ND	Thorium	5.68	ND
Iodine	3.33	ND	Thulium	0.00158	ND
Iridium <sup>1</sup>	0.00204	ND	Tin	0.68554	ND
Iron	5606	ND	Titanium	25.92	ND
Krypton <sup>1</sup>	3.16	ND	Tungsten <sup>1</sup>	0.00207	ND
Lanthanum	0.01803	0.32990	Uranium	0.09051	ND
Lead	0.87851	ND	Vanadium	0.39783	ND
Lithium	0.48807	ND	Xenon <sup>1</sup>	0.11089	ND
Lutetium <sup>1</sup>	0.00161	ND	Ytterbium	0.00156	ND
Magnesium	24.80	240	Yttrium	0.03121	ND
Manganese	0.00706	1.41	Zinc	14.01	ND
Mercury	0.00662	ND	Zirconium	0.00473	ND
Molybdenum	0.00435	ND			

<sup>1</sup> Not in the scope of accreditation

Tabel Hasil Kadar Kandungan Mineral variasi 50%

Measurand	RL (mg/kg)	mg/kg	Measurand	RL (mg/kg)	mg/kg
Aluminium	16.75	ND	Neodymium	0.00045	ND
Antimony	0.00106	ND	Nickel	0.00011	ND
Arsenic	0.08094	ND	Niobium *	0.00105	0.01567
Barium	0.03878	0.04700	Osmium *	0.00004	ND
Beryllium	0.00510	ND	Palladium *	0.00054	0.00100
Bismuth	0.02441	ND	Phosphorus	1988	ND
Boron	0.08845	0.22600	Platinum *	0.00006	ND
Bromine	0.00816	0.04833	Potassium	48.48	45944
Cadmium	0.00004	0.01867	Praseodymium *	0.00029	ND
Calcium	158	317	Rhenium *	0.00004	ND
Cerium	0.00463	ND	Rhodium	0.00004	ND
Caesium *	0.00102	0.05567	Rubidium	0.01242	2.77
Chromium	0.05428	ND	Ruthenium *	0.00003	ND
Cobalt	0.00159	0.00333	Samarium	0.00057	ND
Copper	0.14106	0.31800	Scandium	1.59647	4.88
Dysprosium	0.00003	ND	Selenium	0.00081	0.16633
Erbium	0.00003	ND	Silicon	366	ND
Europium	0.00010	ND	Silver	0.00864	ND
Gadolinium	0.00027	ND	Sodium	58.02	267
Gallium *	0.00060	0.00167	Strontium	0.02228	0.25433
Germanium	0.00011	ND	Tantalum *	0.00004	ND
Gold *	0.15655	ND	Tellurium	0.00010	ND
Hafnium *	0.00003	ND	Terbium	0.00011	ND
Holmium	0.00006	ND	Thallium	0.00002	0.00100
Indium *	0.00487	ND	Thorium	0.14478	ND
Iodine	0.04522	0.32433	Thulium	0.00006	ND
Iridium *	0.00004	ND	Tin	0.19918	ND
Iron	39.2	ND	Titanium	2.10	ND
Krypton *	0.02908	ND	Tungsten *	0.00004	ND
Lanthanum	0.00223	ND	Uranium	0.00075	0.00100
Lead	0.02121	ND	Vanadium	0.00615	0.05333
Lithium	0.02711	0.03267	Xenon *	13.54	ND
Lutetium *	0.00013	ND	Ytterbium	0.00003	ND
Magnesium	1.76	245	Yttrium	0.00166	ND
Manganese	0.06167	0.87800	Zinc	0.31191	3.14
Mercury	0.00890	0.05533	Zirconium	0.09189	ND
Molybdenum	0.00004	0.00767			

\* Not in the scope of accreditation

Tabel Hasil Kadar Kandungan Mineral variasi 75%

Measurand	RL (mg/kg)	Result (mg/kg)	Measurand	RL (mg/kg)	Result (mg/kg)
Aluminium	369	ND	Neodymium	0.00129	0.00333
Antimony	0.00464	ND	Nickel	0.01726	ND
Arsenic	0.28806	ND	Niobium <sup>1</sup>	0.00942	ND
Barium	0.96079	ND	Osmium <sup>1</sup>	0.00178	ND
Beryllium	0.00790	ND	Palladium <sup>1</sup>	0.00331	ND
Bismuth	0.61227	ND	Phosphorus	0.80884	931
Boron	40.80	ND	Platinum <sup>1</sup>	0.00286	ND
Bromine	0.22809	0.50000	Potassium	4152	33551
Cadmium	0.00333	0.00333	Praseodymium <sup>1</sup>	0.01441	ND
Calcium	9605	ND	Rhenium <sup>1</sup>	0.00186	ND
Cerium	0.08970	ND	Rhodium	0.00336	ND
Caesium <sup>1</sup>	0.04787	ND	Rubidium	0.13643	2.84
Chromium	0.02399	0.07667	Ruthenium <sup>1</sup>	0.00327	0.00333
Cobalt	0.01802	ND	Samarium	0.00121	ND
Copper	4.33	ND	Scandium	0.00339	2.56
Dysprosium	0.00157	0.00333	Selenium	0.09308	0.99000
Erbium	0.00157	ND	Silicon	169	ND
Europium	0.00129	ND	Silver	0.00324	ND
Gadolinium	0.00129	ND	Sodium	917	ND
Gallium <sup>1</sup>	0.00784	ND	Strontium	0.43379	ND
Germanium	0.01374	ND	Tantalum <sup>1</sup>	0.00188	ND
Gold <sup>1</sup>	0.00743	ND	Tellurium	0.10197	ND
Hafnium <sup>1</sup>	0.00172	ND	Terbium	0.00572	ND
Holmium	0.00158	ND	Thallium	0.00674	ND
Indium <sup>1</sup>	0.50639	ND	Thorium	5.68	ND
Iodine	3.33	ND	Thulium	0.00158	ND
Iridium <sup>1</sup>	0.00204	ND	Tin	0.68554	ND
Iron	5606	ND	Titanium	25.92	ND
Krypton <sup>1</sup>	3.16	ND	Tungsten <sup>1</sup>	0.00207	ND
Lanthanum	0.01803	ND	Uranium	0.09051	ND
Lead	0.87851	ND	Vanadium	0.39783	ND
Lithium	0.48807	ND	Xenon <sup>1</sup>	0.11089	ND
Lutetium <sup>1</sup>	0.00161	ND	Ytterbium	0.00156	ND
Magnesium	24.80	244	Yttrium	0.03121	ND
Manganese	0.00706	0.53333	Zinc	14.01	ND
Mercury	0.00662	ND	Zirconium	0.00473	ND
Molybdenum	0.00435	ND			

<sup>1</sup> Not in the scope of accreditation

Tabel Hasil Kadar Kandungan Mineral variasi 100%

Measurand	RL (mg/kg)	Result (mg/kg)	Measurand	RL (mg/kg)	Result (mg/kg)
Aluminium	369	ND	Neodymium	0.00129	ND
Antimony	0.00464	ND	Nickel	0.01726	ND
Arsenic	0.28806	ND	Niobium *	0.00942	ND
Barium	0.96079	ND	Osmium *	0.00178	ND
Beryllium	0.00790	ND	Palladium *	0.00331	ND
Bismuth	0.61227	ND	Phosphorus	0.80884	805
Boron	40.80	ND	Platinum *	0.00286	ND
Bromine	0.22809	1.17	Potassium	4152	28396
Cadmium	0.00333	0.01333	Praseodymium *	0.01441	ND
Calcium	9605	ND	Rhenium *	0.00186	ND
Cerium	0.08970	ND	Rhodium	0.00336	ND
Caesium *	0.04787	ND	Rubidium	0.13643	2.39
Chromium	0.02399	0.06667	Ruthenium *	0.00327	ND
Cobalt	0.01802	ND	Samarium	0.00121	ND
Copper	4.33	ND	Scandium	0.00339	2.30
Dysprosium	0.00157	ND	Selenium	0.09308	0.39333
Erbium	0.00157	ND	Silicon	169	ND
Europium	0.00129	ND	Silver	0.00324	ND
Gadolinium	0.00129	ND	Sodium	917	ND
Gallium *	0.00784	ND	Strontium	0.43379	ND
Germanium	0.01374	ND	Tantalum *	0.00188	ND
Gold *	0.00743	ND	Tellurium	0.10197	ND
Hafnium *	0.00172	ND	Terbium	0.00572	ND
Holmium	0.00158	0.00333	Thallium	0.00674	ND
Indium *	0.50639	ND	Thorium	5.68	ND
Iodine	3.33	ND	Thulium	0.00158	ND
Iridium *	0.00204	ND	Tin	0.68554	ND
Iron	5606	ND	Titanium	25.92	ND
Krypton *	3.16	ND	Tungsten *	0.00207	ND
Lanthanum	0.01803	ND	Uranium	0.09051	ND
Lead	0.87851	ND	Vanadium	0.39783	ND
Lithium	0.48807	ND	Xenon *	0.11089	ND
Lutetium *	0.00161	ND	Ytterbium	0.00156	ND
Magnesium	24.80	209	Yttrium	0.03121	ND
Manganese	0.00706	0.69000	Zinc	14.01	ND
Mercury	0.00662	ND	Zirconium	0.00473	ND
Molybdenum	0.00435	ND			

\* Not in the scope of accreditation