

**KARAKTERISASI DAN APLIKASI *BIODEGRADABLE FOAM*  
BERBASIS MISELIUM *Pleurotus ostreatus* UNTUK PENGEMASAN  
BUAH STROBERI**

Characterization And Aplication Biodegradable Foam Based Of *Pleurotus  
ostreatus* Mycelium For Strawberry Packaging

**RAHMA YANTI T  
G032201001**



**PROGRAM STUDI MAGISTER (S2) ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2023**

**KARAKTERISASI DAN APLIKASI *BIODEGRADABLE FOAM*  
BERBASIS MISELIUM *Pleurotus ostreatus* UNTUK PENGEMASAN  
BUAH STROBERI**

Tesis

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar magister

Program Studi Magister  
Ilmu dan Teknologi Pangan

Disusun dan diajukan oleh

**RAHMA YANTI T  
G032201001**

Kepada

**PROGRAM STUDI MAGISTER (S2) ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2023**

TESIS

**KARAKTERISASI DAN APLIKASI *BIODEGRADABLE FOAM* BERBASIS  
MISELIUM *Pleurotus ostreatus* UNTUK PENGEMASAN BUAH STROBERI**

Disusun dan diajukan oleh

**RAHMA YANTI T**


**NIM: G032201001**


Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian Magister Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin Pada tanggal 27 Juni 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama


Pembimbing Pendamping


  
Dr. Muhammad Asfar, S.TP., M.Si  
NIP. 19850427 201504 1 002

  
Prof. Andi Dirpan, S.TP., M.Si., Ph.D  
NIP. 19820202 200604 1 003

Ketua Program Studi  
Ilmu dan Teknologi Pangan

Dekan Fakultas Pertanian  
Universitas Hasanuddin

  
Dr. Adiansyah Syarifuddin, S.TP., M.Si  
NIP. 19770527 200312 1 001

  
Prof. Dr. Ir. Salengke, M.Sc  
NIP. 19631201 198811 1 005

**PERNYATAAN KEASLIAN TESIS DAN  
PELIMPAHAN HAK CIPTA**

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis berjudul "Karakterisasi dan Aplikasi *Biodegradable Foam* Untuk Pengemasan Buah Stroberi" adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing (Dr. Muhammad Asfar, S.TP.,M.Si dan Prof. Andi Dirpan, S.TP., M.Si.,Ph.D). karya ilmiah ini belum pernah diajukan dan sedang tidak diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang telah diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka disertasi ini. Sebagian dari isi tesis ini telah ditulis dalam karya ilmiah untuk dipublikasikan sebagai artikel dengan judul "*An Overview- Is Mycelium Foam Can Be Used as A Food Packaging*"

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya ilmiah saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 10 Juli 2023



Rahma Yanti T  
G032201001

## UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah rabbilalamin. Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah Subhanawata'ala atas berkah dan hidayah-Nya yang selalu tercurahkan, sehingga penulis mampu menyelesaikan tesis yang berjudul **“Karakterisasi Dan Aplikasi *Biodegradable Foam* Berbasis Miselium *Pleurotus ostreatus* Untuk Pengemasan Buah Stroberi”** sebagai persyaratan dalam menyelesaikan studi Magister (S2) Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan di Universitas Hasanuddin.

Penulisan dan penyelesaian tesis mendapatkan banyak bantuan, dorongan semangat dan bimbingan dari beberapa pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis memberikan rasa terima kasih yang setulus-tulusnya kepada **Dr. Muhammad Asfar, S.TP., M. Si** dan **Prof. Andi Dirpan, STP., M.Si.,Ph.D** selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan arahan dan bimbingan, memberikan ruang untuk melakukan penelitian serta memotivasi sehingga penulis bisa berkesempatan mendapatkan beasiswa penelitian Tesis Magister. Dan penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada **Dr. Februadi Bastian, S.TP., M.Si, Anastasia Wheni Indraningsih, PhD** dan **Dr. Ir. Andi Hasizah., M.Si** sebagai dosen penguji yang senantiasa bersedia meluangkan waktunya untuk memberi ilmu serta saran perbaikan sehingga penulisan tesis ini bisa tersusun dengan baik. Kemudian kepada **Dr. Adiansyah Syarifuddin, S.TP., M.Si** sebagai ketua program studi magister ilmu dan teknologi pangan Universitas Hasanudiin yang senantiasa mengarahkan agar kegiatan akademik selama pendidikan berjalan dengan baik. Selanjutnya, izinkan juga penulis menghaturkan rasa terima kasih kepada;

1. Bapak **Tajuddin** dan **Ibu Halima** sebagai orang tua yang selalu memberikan do'a, dukungan, semangat dan pelukan serta kasih sayang yang tidak ada habisnya sehingga pendidikan ini terasa berberkah.
2. **Sry Wanti T, S.ST, Jayanti T, S.T, Nurhajri, S.Tr.Pt, Muh Adzhim Fadlan, Akbar Al-Kautsar** sebagai support system yang selalu

mengingatkan, menyemangati, memberi solusi, dan tidak pernah lelah mendukung secara materil maupun spiritual.

3. **Tirta Noviana, S.Tr.P, Nur Aeni, S.Tr.P, Nuraeni, S.Tr.Pt, Asminar, S.Tr.Pt, Irma Suryani, S.Tr.Pt, Annisa Nur Fadilah, S.Tr.Pt, Nurfitri Aqizah, S.Tr.Pt, Risnawati, S.Tr.P, Andi Ratu Qur'atul Aini Nur Asri, S.Tr.P, Haerati Arif, S.Tr.P, Indri Eka Putri Yani, S.Tr.P,** dan teman alumni POLBANGTAN Gowa 2019 lainnya yang tidak pernah absen di setiap momen-momen tersulit, yang selalu memberi tawa disaat sedih, yang menguatkan disaat terjatuh, yang tetap ada disuka maupun duka.
4. **Zulfi Ariyanti Nuraeni, S.Tr.Pt, M. Si, Nur Aida Yanti, S.Tr.P, M. Si, Nuranna Nurdin, S.Tr.Pt, M. Si, Firdayanti, S.Tr.Pt, Syarifah, S.Tr.Pt, M. Si, Feby, S.Tr.P,** dan semua teman serta adik kelas alumni POLBANGTAN GOWA yang sama-sama berbagi cerita perjuangan menempuh pendidikan magister.
5. **Nurul Fathanah, S.TP.,M.TP, Irma Kamaruddin, S.TP, Ria Andriana, S.TP.,M.TP, Andi Nur Farahdiba, S.TP.,M.TP** yang sudah menjadi teman geng walaupun lebih banyak LDR nya dibanding tatap mukanya
6. **Kak Afifah** yang sangat baik dan selalu bersedia menemani selama meneliti di LPPM bahkan dihari-hari liburnya.
7. Dan untuk semua teman, kerabat dan handai taulan yang belum disebutkan penulis ucapkan terima kasih atas kehadiran dan kontribusi yang sangat memberi arti dalam perjalanan ini.

Penulis menyadari tesis ini masih membutuhkan koreksi dan masukan agar bisa lebih baik lagi. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan dari pembaca.

Makassar, 10 Juni 2023

Penulis



**Rahma Yanti T**  
**NIM: G032201001**

## ABSTRAK

RAHMA YANTI T. **Karakterisasi Dan Aplikasi *Biodegradable Foam* Berbasis Miselium *Pleurotus ostreatus* Untuk Pengemasan Buah Stroberi** (dibimbing oleh Dr. Muhammad Asfar, S.TP., M. Si dan Prof. Andi Dirpan, STP., M.Si.,Ph.D)

Jamur tiram sebagai organisme saprofit mengambil nutrisi dengan mengagregasi limbah lignoselulosa melalui akar (miselium). Pertumbuhan jamur tiram dan sumber nutrisi lignoselulosa telah diteliti sebelumnya mampu menghasilkan komposit yang menyerupai busa kemasan. Namun penelitian dan pengembangan busa kemasan ini hanya diperuntukkan bagi bahan non pangan sehingga menarik untuk dikaji lebih lanjut pada fungsinya sebagai kemasan pangan. Stroberi diambil menjadi sampel penelitian karena memiliki umur simpan yang singkat, ukuran buah kecil dan memiliki sensitivitas yang tinggi terhadap perubahan lingkungan. Sehingga penelitian ini bertujuan untuk mengkarakterisasi busa kemasan miselium dengan perlakuan media lignoselulosa (serbuk kayu, jerami padi, kapuk) dan ukuran partikel strain jamur (jagung, sorgum, gabah) serta kemampuannya mengemas buah stroberi selama 12 hari penyimpanan. Parameter pengujian karakteristik dan aplikasi busa kemasan terdiri dari uji SEM (morfologi), porositas, daya serap air, kadar air, warna, pH, kekerasan buah (tekstur) dan persentase kadar vitamin C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sampel terbuat dari serbuk kayu (P1) memberikan karakteristik kemasan terbaik karena struktur morfologinya lebih kokoh, persentase kadar air rendah dan lebih cepat terurai. Sedangkan tahap aplikasi menunjukkan jika buah stroberi mengalami perubahan fisik dan kimia dimana *styrofoam* dan kemasan memiliki hasil yang berbeda nyata pada parameter kekerasan dan perubahan pH buah. Sedangkan pada parameter perubahan warna dan persentase vitamin C hasilnya berbeda tidak nyata. Sehingga dapat disimpulkan bila kemasan miselium dapat dipertimbangkan untuk menjadi alternatif pengganti busa kemasan sintetis karena karakteristik sifatnya yang lebih mudah diurai (*biodegradability*), terbuat dari bahan organik dan tidak merusak lingkungan.

Kata kunci: *Biofoam, Biodegradable, Keamanan Pangan, Kontaminasi*

## ABSTRACT

RAHMA YANTI T. **Characterization and Application of *Pleurotus ostreatus* Mycelium-Based Biodegradable Foam for Strawberry Fruit Packaging** (supervised by Dr. Muhammad Asfar, S.TP., M. Si dan Prof. Andi Dirpan, STP., M.Si.,Ph.D)

Oyster mushroom as a saprophytic material takes nutrients by aggregating lignocellulosic waste through the roots (mycelium). The growth of oyster mushrooms and sources of lignocellulosic nutrition have been studied previously to produce composites that resemble foam packaging. However, this research and development of packaging foam is only intended for non-food materials, so it is interesting to study further about its function as food packaging. Strawberries were taken as research samples because they have a short shelf life, small fruit size and high sensitivity to environmental changes. So this study aims to characterize mycelial packaging foam treated with lignocellulosic media (wood powder, rice straw, kapok) and particle size of fungal strains (corn, sorghum, grain) and the ability to pack strawberries during 12 days of storage. Parameters for testing the features and application of packaging foam consisted of SEM tests (morphology), porosity, water absorption, water content, color, pH, fruit hardness (texture) and the proportion of vitamin C content. The results showed that the sample was made from sawdust (P1 ) The characteristics of giving the best packaging because the morphological structure is stronger, the proportion of water content is lower and it decomposes faster. While the application stage showed that the strawberries underwent physical and chemical changes where the styrofoam and packaging had significantly different results in the parameters of hardness and changes in the pH of the fruit. While the parameters of color change and proportion of vitamin C the results were not significantly different. So it can be concluded that mycelium packaging can be considered as an alternative to synthetic packaging foam because of its biodegradability characteristics, made of organic materials and does not damage the environment.

Keywords: Biofoam, Biodegradable, Food Safety, Contamination



## DAFTAR ISI

|   |                              |
|---|------------------------------|
| <b>HALAMAN JUDUL</b> .....  | <b>i</b>                     |
| <b>HALAMAN PENGAJUAN TESIS</b> .....  | <b>ii</b>                    |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....   | Error! Bookmark not defined. |
| <b>PERNYATAAN KEASLIAN TESIS DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA</b> Error!<br>Bookmark not defined. |                              |
| <b>UCAPAN TERIMA KASIH</b> .....  | <b>v</b>                     |
| <b>ABSTRAK</b> .....  | <b>vi</b>                    |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....   | <b>ix</b>                    |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....   | <b>xi</b>                    |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....  | <b>xii</b>                   |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....  | <b>xiii</b>                  |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....  | <b>1</b>                     |
| A. Latar belakang .....   | 1                            |
| B. Rumusan masalah .....  | 3                            |
| C. Tujuan penelitian.....   | 3                            |
| D. Manfaat penelitian.....  | 4                            |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....  | <b>5</b>                     |
| A. Jamur tiram .....  | 5                            |
| B. Miselium.....  | 7                            |
| C. Stroberi .....   | 9                            |
| D. Styrofoam.....   | 10                           |
| E. <i>Biofoam</i> miselium jamur .....  | 11                           |
| F. Kerangka berpikir .....  | 14                           |
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....  | <b>16</b>                    |
| A. Tempat dan waktu.....  | 16                           |
| B. Alat dan bahan .....   | 16                           |
| C. Desain penelitian.....   | 17                           |
| 1. Metode rancangan penelitian .....  | 17                           |
| 2. Alur proses penelitian.....  | 18                           |
| 3. Parameter Karakterisasi biofoam .....  | 21                           |

|                       |   |           |
|-----------------------|---|-----------|
| 4.                    | Parameter aplikasi <i>biofoam</i> ..... | 23        |
| D.                    | Analisis data.....                      | 24        |
| <b>BAB IV</b>         | <b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>        | <b>25</b> |
| A.                    | Karakterisasi <i>biofoam</i> .....      | 25        |
| 1.                    | Morfologi .....                         | 25        |
| 2.                    | Porositas.....                          | 29        |
| 3.                    | Daya serap air .....                    | 33        |
| 4.                    | Kadar air .....                         | 36        |
| 5.                    | Biodegradibilitas .....                 | 37        |
| B.                    | Aplikasi <i>biofoam</i> .....           | 40        |
| 1.                    | pH buah.....                            | 41        |
| 2.                    | Warna .....                             | 42        |
| 3.                    | Kekerasan buah.....                     | 49        |
| 4.                    | Kadar vitamin C .....                   | 51        |
| <b>BAB V</b>          | <b>.....</b>                            | <b>54</b> |
| <b>PENUTUP</b>        | <b>.....</b>                            | <b>54</b> |
| A.                    | Kesimpulan .....                        | 54        |
| B.                    | Saran .....                             | 54        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b> | <b>.....</b>                            | <b>56</b> |
| <b>LAMPIRAN</b>       | <b>.....</b>                            | <b>63</b> |

## DAFTAR TABEL

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| Tabel 1.  | Karakteristik kemasan <i>biofoam</i> miselium pada beberapa substrat lignoselulosa ..... | 13 |
| Tabel 2.  | Kombinasi perlakuan.....   | 17 |
| Tabel 3.  | Persentase daya serap air sampel <i>biofoam</i> .....                                    | 64 |
| Tabel 4.  | Persentase biodegradibilitas <i>biofoam</i> miselium jamur .....                         | 38 |
| Tabel 5.  | pH buah stroberi selama penyimpanan .....  | 69 |
| Tabel 6.  | Nilai kecerahan warna stroberi .....   | 74 |
| Tabel 7.  | Nilai a* buah stroberi selama penyimpanan .....  | 77 |
| Tabel 8.  | Nilai b* buah stroberi selama penyimpanan .....  | 80 |
| Tabel 9.  | Perubahn warna strobeeri selama penyimpanan .....  | 48 |
| Tabel 10. | Data kekerasan buah stroberi selama penyimpanan.....                                     | 72 |
| Tabel 11. | Persentase vitamin C buah stroberi selama penyimpanan .....                              | 84 |

## DAFTAR GAMBAR

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Gambar 1.  | Siklus reproduksi jamur tiram (Barh <i>et al.</i> 2019).....   | 7  |
| Gambar 2.  | Struktur penyusun miselium, hifa dan dinding sel jamur .....   | 8  |
| Gambar 3.  | Kerangka berpikir .....  | 15 |
| Gambar 4.  | Skema proses penelitian .....  | 20 |
| Gambar 5.  | Penampakan fisik dari biofoam miselium jamur.....  | 26 |
| Gambar 6.  | Hasil SEM <i>biofoam</i> dengan resolusi 200µm-10µm.....   | 28 |
| Gambar 7.  | Porositas <i>biofoam</i> berdasarkan gambar SEM dan histogram<br>(a) P1 (b) P2 (c) P3 (d) P4 (e) P5 (f) P6 ..... | 32 |
| Gambar 8.  | Grafik persentase daya serap air selama perendaman ....  | 35 |
| Gambar 9.  | Grafik persentase kadar air <i>biofoam</i> .....   | 36 |
| Gambar 10. | Grafik persentase biodegradibilitas <i>biofoam</i> miselium jam 38   |    |
| Gambar11.  | Pengemasan stroberi menggunakan kemasan <i>biofoam</i><br>miselium jamur .....                                   | 40 |
| Gambar 12. | Grafik pH buah stroberi selama penyimpanan.....  | 42 |
| Gambar 13. | Grafik perubahan nilai <i>lightness</i> (kecerahan ) buah stroberi<br>selama penyimpanan.....                    | 44 |
| Gambar 14. | Grafik perubahan nilai a* (Redness) buah stroberi selama<br>penyimpanan .....                                    | 45 |
| Gambar 15. | Grafik kekerasan buah stroberi selama penyimpanan .....  | 50 |
| Gambar 16. | Grafik persentase vitamin C buah stroberi selama<br>penyimpanan .....  | 52 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|              |   |    |
|--------------|---|----|
| Lampiran 1.  | ANOVA analisis daya serap air <i>biofoam</i> .....                | 63 |
| Lampiran 2.  | ANOVA analisis <i>biodegradable biofoam</i> .....                 | 67 |
| Lampiran 3.  | ANOVA analisis pH buah stroberi.....                              | 69 |
| Lampiran 4.  | Uji lanjutan Duncan analisis pH buah stroberi .....               | 71 |
| Lampiran 5.  | ANOVA analisis tekstur buah stroberi .....                        | 72 |
| Lampiran 6.  | ANOVA analisis <i>lightness</i> (L) .....                         | 74 |
| Lampiran 7.  | Uji lanjutan Duncan analisis <i>lightness</i> buah stroberi ..... | 76 |
| Lampiran 9.  | ANOVA analisis <i>redness</i> buah stroberi .....                 | 77 |
| Lampiran 10. | Uji lanjutan Duncan analisis <i>redness</i> buah stroberi .....   | 79 |
| Lampiran 11. | ANOVA analisis <i>yellowness</i> buah stroberi.....               | 80 |
| Lampiran 12. | Uji lanjutan Duncan analisis <i>yellowness</i> buah stroberi ...  | 81 |
| Lampiran 13. | ANOVA analisis derajat Hue buah stroberi.....                     | 82 |
| Lampiran 14. | Uji lanjutan Duncan analisis derajat Hue buah stroberu .          | 83 |
| Lampiran 15. | ANOVA analisis vitamin C buah stoberi .....                       | 84 |
| Lampiran 16. | Uji lanjutan Duncan analisis vitamin C buah stroberi .....        | 86 |
| Lampiran 17. | Prosedur pembuatan <i>biofoam</i> .....                           | 87 |
| Lampiran 18. | Dokumentasi uji morfologi (SEM) .....                             | 88 |
| Lampiran 19. | Dokumentasi uji daya serap air .....                              | 89 |
| Lampiran 20. | Dokumentasi uji biodegradabilitas <i>biofoam</i> .....            | 90 |
| Lampiran 21. | Dokumentasi uji pH .....  | 91 |
| Lampiran 22. | Dokumentasi uji kekerasan (tekstur) .....                         | 92 |
| Lampiran 23. | Dokumentasi uji warna .....                                       | 93 |
| Lampiran 24. | Dokumentasi uji vitamin C (Spektrofotometri).....                 | 93 |

# BAB I PENDAHULUAN

## A. Latar belakang

Kemasan *styrofoam* banyak ditemukan sehari-hari sebagai pengemas produk cepat saji. *Styrofoam* atau polistiren memiliki sifat ringan, hidrofobik dan tahan terhadap fotolisis (Holt *et al.* 2012). Disisi lain *styrofoam* juga berbahaya karena dapat menyebabkan timbulnya penyakit disebabkan bersifat karsinogenik oleh adanya migrasi monomer stirena dari kemasan ke produk makanan yang dikemas (Swamilaksita *et al.* 2018). Bahan polimer *styrofoam* sangat susah terdegradasi di alam sehingga menimbulkan banyak penumpukan yang dapat mencemari lingkungan (Holt *et al.* 2012).

Pencemaran lingkungan karena adanya penumpukan limbah *styrofoam* di alam belum didukung pengolahan limbah yang tepat. *Styrofoam* yang ditimbun ke dalam tanah untuk diurai oleh mikroba alam membutuhkan waktu yang lama dan bahkan tidak terurai bila mikroba tidak mendapatkan lingkungan tumbuh yang sesuai. Adapun teknik pembakaran sulit dilakukan karena membutuhkan biaya dan energi yang besar serta efek residunya akan menimbulkan masalah baru yang lebih kompleks (efek rumah kaca, polusi udara, dll) (Nukmal *et al.* 2018).

Melihat masalah diatas dan setelah dilakukan penelusuran beberapa referensi didapatkan bahwa pada tahun 2007 telah ditemukan salah satu inovasi pembuatan komposit yang memanfaatkan bahan organik limbah lignoselulosa yang diintegrasikan dengan miselium jamur sebagai pengganti material *styrofoam* ramah lingkungan dengan merek MycoComposite™ (Jones *et al.* 2020; Aiduang *et al.* 2022).

Teknologi ini sangat aplikatif, biaya rendah, memanfaatkan bahan alam dan ramah lingkungan karena dilakukan dengan hanya menumbuhkan miselium pada bahan lignoselulosa. Miselium digunakan sebagai perekat alami karena seratnya tersusun dari kitin yang dapat mengeras setelah dipanaskan (Jones *et al.* 2020).

Miselium tersusun dari hifa dan dinding sel. Hifa jamur umumnya tumbuh dengan cara berdiferensiasi secara isotropik (acak). Hifa akan mendegradasi lignin dan selulosa untuk membentuk percabangan hingga menyelimuti semua permukaan substrat. Dinding hifa terdiri dari beta-glukan pada bagian luar sebagai pelindung dan mikrofibril kitin pada bagian dalam sebagai pembentuk sifat mekanik dari miselium jamur. Sehingga dalam pembuatan komposit diperlukan kemampuan jamur yang dapat mengurai lignoselulosa dengan pertumbuhan miselium yang merata agar didapatkan bentuk yang kokoh (Santos *et al.* 2021; Islam *et al.* 2017; Girometta *et al.* 2019).

Jamur tiram merupakan jenis jamur yang banyak ditemukan dan dibudidayakan petani jamur karena proses penumbuhannya tidak mudah mengalami kontaminasi, warna akarnya putih, dan dapat tumbuh dengan cepat (Bellettini *et al.* 2019). Penumbuhan jamur tiram pada berbagai jenis media lignoselulosa juga telah banyak dilakukan sebelumnya (Jose *et al.* 2021; Teixeira *et al.* 2018; Nashiruddin *et al.* 2021). Dari kombinasi perlakuan substrat lignoselulosa ditemukan adanya perbedaan karakteristik komposit yang dihasilkan.

Penelitian teknologi miselium ini masih belum dipopulerkan di Indonesia dan umumnya pembuatan produk hanya diaplikasikan pada pembuatan material konstruksi, fabrikasi (pembuatan kulit alami), pengemasan produk elektronik atau produk non pangan. Namun pada tahun 2021 Indarti *et al.* (2021) melakukan survei kepada 200 responden di Banda Aceh untuk memberikan solusi penggantian kemasan *styrofoam* dengan *biofoam* miselium jamur sebagai kemasan pangan dan dari survei didapatkan bahwa 95% memilih setuju.

Penelitian kemudian dilakukan oleh Indarti *et al.* (2021) dengan membuat *cup* dari limbah tebu dan sabut kelapa yang ditumbuhkan miselium *Rhizopus sp.* Namun didapatkan pertumbuhan miseliumnya terlihat tipis dan tidak kokoh. Penelitian lanjutan dilakukan dengan substrat dan jamur yang sama dengan variasi penambahan tepung kedelai memberikan hasil *biofoam cup* yang lebih baik (D. Yunita,

Sulaiman, and Indarti 2023). Hal ini menunjukkan jika komposit substrat dan media yang digunakan dapat mempengaruhi karakteristik *biofoam*.

Karakteristik *biofoam* miselium jamur dipengaruhi dari spesies jamur, substrat lignoselulosa dan media jamur yang digunakan. Nashiruddin *et al.* 2021 mendapatkan bahwa media sekam padi lebih baik dibandingkan dengan serbuk kayu dalam menumbuhkan miselium *Pleurotus ostreatus*. Sedangkan penelitian Jose *et al.* (2021) yang menggunakan miselium yang sama menunjukkan jika serbuk kayu dapat menumbuhkan miselium dengan baik dan merata serta menghasilkan komposit dengan karakteristik seperti *styrofoam*.

Berdasarkan latar belakang masalah diatas maka perlu dilakukan penelitian mengenai pembuatan *biofoam* miselium jamur dengan menggunakan jamur *Pleurotus ostreatus* dengan perbedaan substrat lignoselulosa (serbuk kayu, jerami padi, kapuk) dan media strain jamur (jagung, sorgum, gabah). Kemudian dilakukan pengaplikasian *biofoam* untuk mengetahui kemampuan *biofoam* dalam mengemas produk. Pada tahap pengemasan diambil sampel stroberi sebagai objek penelitian karena ukurannya yang kecil, daya simpan singkat serta sensitivitas tinggi pada perubahan lingkungan. Lalu disusunlah judul penelitian yaitu karaktersisasi dan aplikasi *biodegradable foam* berbasis miselium *Pleurotus ostreatus* untuk pengemasan buah stroberi.

## **B. Rumusan masalah**

1. Bagaimana karakteristik *biofoam* pada berbagai pengaruh komposisi substrat lignoselulosa dan media bibit jamur ?
2. Bagaimana pengaruh karakteristik *biofoam* terhadap perubahan sifat fisik dan kimia buah stroberi yang dikemas dengan *biofoam* miselium jamur ?

## **C. Tujuan penelitian**

1. Untuk menganalisis karakteristik *biofoam* pada berbagai pengaruh komposisi substrat lignoselulosa dan media bibit jamur.



2. Untuk menganalisis pengaruh karakteristik *biofoam* terhadap perubahan sifat fisik dan kimia buah stroberi yang dikemas dengan *biofoam* miselium jamur.

#### **D. Manfaat penelitian**

Penelitian ini memberikan informasi mengenai inovasi kemasan pangan dari miselium jamur pada media limbah pertanian yang memiliki fungsi untuk pengemasan buah stroberi. Secara umum, penelitian ini diharapkan menjadi solusi terhadap permasalahan kemasan non-biodegradable yang mengancam kelestarian lingkungan. Dan secara khusus, penelitian diharapkan berkontribusi dan menjadi referensi pengembangan inovasi kemasan pangan yang ramah lingkungan.

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **A. Jamur tiram**

Fungi merupakan salah satu kerajaan dalam taksonomi organisme yang memiliki kemiripan dengan tanaman dan hewan. Organisme dalam kerajaan ini tidak memiliki klorofil sehingga tidak bisa membuat makanannya sendiri seperti hewan akan tetapi memiliki dinding sel dan memiliki reproduksi yang hampir sama dengan tumbuhan. Salah satu organisme yang termasuk dalam kingdom ini yaitu jamur. Di alam, jamur memiliki 69.000 spesies dan diantaranya terdapat 10.000 spesies jamur makro dan banyak diantaranya ditemukan memiliki racun yang berbahaya (Rajarathnam and Shashirekha 2003).

Potensi dan kemampuan jamur sangat bermanfaat untuk menjaga kestabilan alam. Karena jamur berperan sebagai dekomposer alami yang memecah dan merombak senyawa organisme mati untuk diubah menjadi sumber energinya dan sebagian dikembalikan ke tanah sebagai unsur hara bagi makhluk hidup lainnya (Abhijith, Ashok, and Rejeesh 2018).

Jamur tiram termasuk salah satu spesies yang paling banyak ditemukan dan dibudidayakan oleh masyarakat. Kandungan gizi yang tinggi dan proses pembudidayaannya yang sederhana menjadi keunggulan dari jamur tiram (Utami and Susilawati 2017; Bellettini, *et al* 2019).

Jamur tiram memiliki nama latin *Pleurotus* yang berarti “tumbuh disamping seperti telinga” dan *ostreatus* ”berbentuk seperti cangkang tiram”. Jamur tiram terkenal dengan sebutan “jamur akar putih” karena miseliumnya berwarna putih. Jamur putih memiliki dua fase pertumbuhan yaitu fase vegetatif (aseksual) dan fase generatif (seksual) (Rajarathnam and Shashirekha 2003).

Pertumbuhan vegetatif atau secara aseksual berhubungan dengan kemampuan hifa yang dipengaruhi oleh substrat lignoselulosa, nutrisi tambahan, dan keadaan lingkungan (pH, kelembapan, suhu). Untuk membentuk miselium, dinding pada ujung hifa dewasa akan disintesis

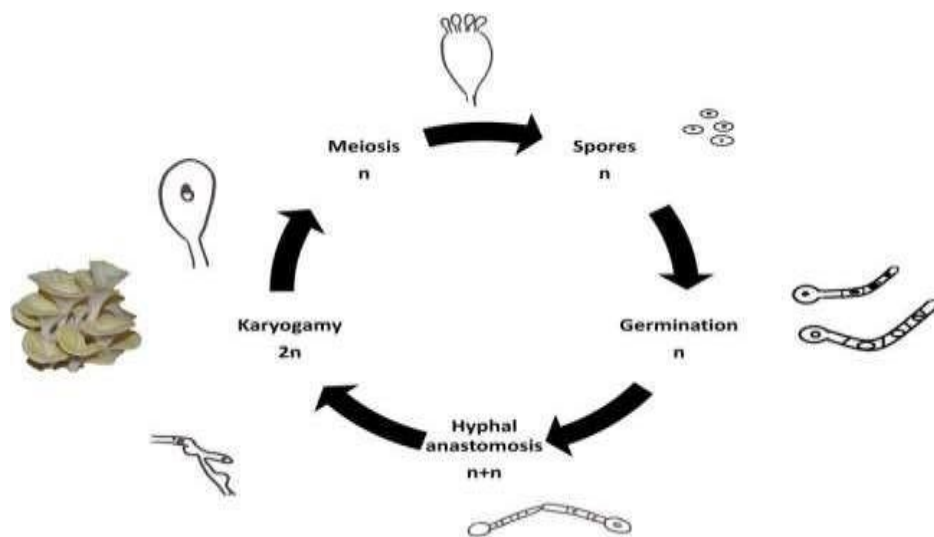
agar terbentuk cabang baru secara terus menerus hingga dihasilkan kumpulan percabangan hifa. Proses sintesis bekerja karena adanya enzim proteinase dan kitin sintetase yang melemahkan dinding sel lateral hifa sehingga nutrisi bisa mengalir ke sitoplasma (Islam, *et al* 2018).

Proses vegetatif, polisakarida yang diserap dari substrat lignoselulosa disimpan dalam bentuk senyawa glukana di lapisan dinding sekunder atau diubah menjadi glikogen yang akan mengendap di sitoplasma. Sel hifa dipisahkan oleh *septum* yang tersusun dari senyawa kitin. Di *septum* terdapat *dolipore septa* yang memiliki dua percabangan dimana cabang pertama nutrisi akan tetap disimpan di sitoplasma sebagai sumber energi cadangan yang nantinya akan memberikan kekuatan mekanik dari hifa. Sedangkan pada percabangan kedua nutrisi akan dipakai dalam pembelahan cabang hifa menjadi miselium. Penambahan massa miselium dari proses percabangan hifa secara terus menerus akan membentuk tubuh buah jamur (Díaz-Godínez, *et al* 2017).

Pembentukan tubuh buah jamur yang berasal dari pembentukan percabangan hifa berkembang menjadi primordium lalu menjadi tubuh buah yang matang dengan batang dan tudung yang berdiferensiasi. Pembentukan badan buah ditandai dengan kehilangan total glukana yang larut dalam air, sedangkan N-asetilglukosamin dalam kitin berperan dalam perkembangan tubuh buah dan pemanjangan dinding hifa. Glikogen terakumulasi di dasar tubuh buah pada tahap pertumbuhan yang awal lalu menghilang dari pangkal saat terbentuk tudung. Saat pertumbuhan tubuh buah, karbohidrat dari substrat disimpan sementara dalam R-glukan (glukan tidak larut alkali) di dinding miselia dan hifa primordium tubuh buah yang digunakan untuk pengembangan pileus di tubuh buah yang sedang tumbuh (Díaz-Godínez, *et al* 2017).

Fase generatif atau secara aseksual dimulai dengan perkecambahan basidiospora haploid. Basidiospora kemudian membelah dan berkembang menjadi dua miselia haploid yang akan menyatu (anastomosis) dan melebur membentuk miselium dikariotik ( $n+n$ ) yang memiliki dua inti yang tidak menyatu (berlawanan arah). Peleburan dua inti haploid yang terjadi

pada basidium tubuh buah (basidiokarp) disebut karyogami. Proses karyogami berlangsung bersamaan dengan meiosis dimana akan dibentuk empat basidiospora haploid yang memiliki jenis kelamin berbeda yang kembali memasuki siklus yang sama. Seperti kebanyakan *basidiomycetes*, diujung basidia terdapat sterigma yang menjadi tempat memproduksi kembali basidiospora. Ketika proses meiosis dihasilkan miselia haploid ( $n$ ) yang memiliki jenis kelamin berbeda masuk ke dalam sterigma. Jika spora telah matang maka basidia akan mengeluarkannya untuk memulai siklus hidup yang baru (Barh, *et al* 2019).



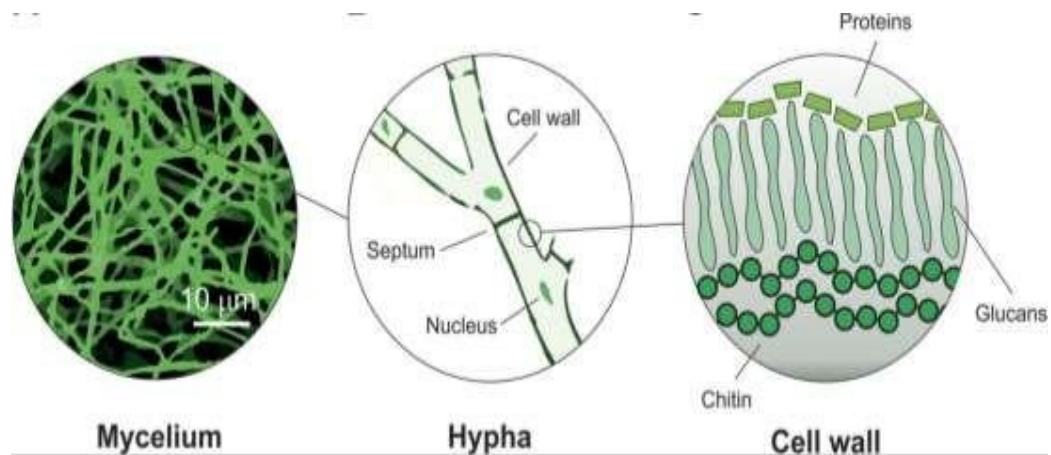
Gambar 1. Siklus reproduksi jamur tiram (Barh *et al.* 2019).

Perkembangan dan reproduksi jamur tergantung pada miseliumnya. Miselium setiap jamur memiliki kemampuan yang berbeda-beda dalam mendegradasi substrat lignoselulosa. Jamur tiram putih memiliki miselium yang diteliti mampu mendegradasi lapisan terapat dari dinding sel substrat yaitu lignin. Hal ini karena miselium menghasilkan beberapa enzim lignoselulase (van Kuijk *et al.* 2016).

## B. Miselium

Jamur memiliki bagian vegetatif yang disebut miselium. Bagian vegetatif jamur ini terdiri dari hifa yang memiliki diameter sekitar 1-30 $\mu$ m dengan bentuk tabung terdiri dari dinding sel yang mengandung senyawa kitin (Islam, *et al.* 2018). Jamur termasuk organisme hidup terbesar karena

miselium jamur tumbuh dari perluasan ujung apikal hifa yang secara terus menerus membentuk cabang-cabang.



Gambar 2. Struktur penyusun miselium, hifa dan dinding sel jamur

Awalnya hifa tumbuh secara isotropik kemudian bercabang dan membentuk koloni secara acak melalui anastomosis (fusi hifa) dimana hifa akan menyelimuti substrat yang membentuk sebuah material menjadi padat. Sehingga miselium berfungsi sebagai lem alam yang mampu menyatukan substrat limbah pertanian menjadi sebuah komposit (Santos, *et al* 2021).

Dinding hifa terdiri dari kitin, beta-glukan, dan protein. Bagian luarnya mengandung beta-glukan yang berfungsi sebagai pelindung sedangkan bagian dalam terdiri dari mikrofibril kitin. Sifat mekanik dari miselium ditentukan oleh kandungan mikrofibril kitin hifa (Islam *et al.* 2017). Miselium mendegradasi limbah dengan merubah polimer (hemi) selulosa dan pati menjadi molekul sederhana sebagai makanannya (Wösten 2019).

Kitin yang terdapat pada dinding sel jamur tersusun dari polimer N-asetilglukosamin yang rantai panjangnya beragregasi dan membentuk fibril. Dimana fibril membentuk sebuah lapisan pada basal utama dari dinding sel yang juga terikat pada makromolekul di lapisan atas. Sehingga kitin memiliki ikatan hidrogen dan ikatan kovalen dengan polisakarida dan peptida. kandungan kitin pada miselium jamur dapat dimanfaatkan pada pembuatan biokomposit yang tahan terhadap panas (Girometta *et al.* 2019).

Spesies jamur tiram sebagai salah satu jamur akar putih memiliki kelebihan mendegradasi lignin dalam komponen lignoselulosa. Perombakan dan pendegradasian lignoselulosa dilakukan secara eksoselular dengan memecah lapisan ekstraseluler dari lapisan lignin, selulosa dan hemiselulosa (Metri, Warly, and Suyitman 2018).

### **C. Stroberi**

Buah sebagai sumber serat alami memiliki peran menjaga kesehatan tubuh salah satunya yaitu stroberi. Kandungan antioksidan seperti antosianin, flavonoid dan senyawa fenolik dalam stroberi menjadikan buah ini dikonsumsi banyak orang. Kandungan antioksidan berfungsi sebagai penangkal radikal bebas yang bisa timbulnya penyakit kanker, inflamasi serta meningkatkan kerja saraf (Azzini, *et al* 2010).

Penelitian Sandoval, *et al* (2019) menjelaskan bahwa kandungan senyawa stroberi dapat membantu orang yang sedang melakukan diet karbo tinggi. Pengaruh stroberi terhadap keberhasilan diet didukung dari senyawa flavonoid dan antioksidannya. Karena diet karbo tinggi akan mengakibatkan stres oksidatif (ketidakseimbangan antara radikal bebas dan antioksidan dalam tubuh) yang mengganggu kerja otak. Hal ini timbul akibat otak kekurangan suplai glukosa dan lemak saat diet karbo tinggi yang dilakukan tanpa memperhatikan kebutuhan nutrisi.

Buah stroberi umumnya memiliki kadar antioksidan yang berbeda berdasarkan jenis varietas, tempat budidaya dan juga tingkat kematangannya. Kematangan buah dilihat dari tingkat total padatan terlarut dan pH sebagai indikator terbentuknya rasa, warna, dan tekstur. Total padatan terlarut mengandung banyak asam organik dan asam askorbat adalah yang terpenting dalam perubahan flavor, warna, pH, dan tekstur dari buah (Basak, *et al* 2022).

Sebagai buah non-klimaterik stroberi dipanen sebelum matang atau tingkat kematangan  $\frac{1}{2}$  -  $\frac{3}{4}$  untuk mencegah terjadinya kerusakan selama proses distribusi (Pineli, *et al* 2011). Stroberi umumnya bisa bertahan dalam kondisi segar selama 2 hari di suhu ruang 7 hari di suhu dingin.

Namun kecepatan metabolisme bisa berbeda di setiap jenis varietas buahnya. Sehingga penanganan pascapanen dilakukan dengan menyimpannya dalam suhu dingin agar dapat memperlambat proses metabolisme dan menjaga kandungan senyawa didalamnya (Macías, *et al* 2023).

#### **D. Styrofoam**

Busa makanan yang banyak ditemukan menjadi kemasan makanan olahan maupun makanan segar biasa dikenal dengan sebutan *styrofoam*. Busa *styrofoam* terbentuk dari polimer polistirena (PS) yang memiliki ciri mudah dibentuk pada suhu tinggi dan menjadi kaku pada suhu ruang. Sebagai bahan pembentuk kemasan sekali pakai polistiren memberi dampak yang kurang baik pada lingkungan karena tidak dapat diurai bila dibakar akan menghasilkan residu yang mengandung racun (Hidayat, *et al* 2019).

Secara umum, pengemasan makanan memiliki tujuan untuk menjaga kesegaran makanan, memperpanjang masa simpan, dan juga mempertahankan kesegaran selama distribusi. Secara luas, pengemasan makanan bertanggung jawab untuk menjaga kesegaran makanan agar mengurangi *food waste* dengan bahan kemasan yang tidak memberikan kerusakan bagi lingkungan (Palmer, *et al* 2021).

Badan Pengawasan Obat dan Makanan (BPOM) menemukan bahwa 17 jenis wadah makanan berbahan *styrofoam* aman digunakan dan memenuhi syarat sebagai kemasan makanan namun harus memperhatikan suhu, jenis, dan lama penyimpanan makanan. Menurut *Japan Food Safety Management Association*, *styrofoam* yang digunakan mengemas makanan panas dan berlemak dapat menyebabkan migrasi polimer kemasan ke dalam makanan yang berbahaya bagi otak, mengganggu hormon estrogen pada wanita serta menjadi pemicu timbulnya kanker (Swamilaksana, Sitoayu, and Simarmata 2018).

Migrasi monomer stirena dari kemasan *styrofoam* terjadi berdasarkan *Hukum Fick* dimana monomer stirena berdifusi dan

berpindah dari massa berkonsentrasi tinggi (kemasan) menuju ke massa berkonsentrasi rendah (makanan). Adanya senyawa yang bermigrasi dari polimer bahan *styrofoam* perlu diperhatikan dan dipertimbangkan oleh industri untuk penggunaannya pada pengemasan bahan pangan (Pilevar, *et al* 2019).

Penelitian tentang hubungan penggunaan kemasan *styrofoam* dilihat dari pendidikan, pengetahuan bahaya migrasi, harga dan ketersediaan kemasan pada beberapa responden menunjukkan tidak terdapat pengaruh yang nyata. Data responden membuktikan tingkat pendidikan dan pengetahuan tidak menghentikan konsumen dari menggunakan *styrofoam*. Harga yang murah dan kemudahan mendapatkan barang menjadi faktor pendukung yang menghalangi perubahan perilaku masyarakat. Oleh karena itu diperlukan sebuah solusi dengan membuat inovasi busa kemasan pangan yang dapat meniru karakteristik *styrofoam* namun tidak membahayakan kesehatan dan ramah lingkungan (Ela, Rochmawati, and Selviana 2016; Swamilaksita, Sitoayu, and Simarmata 2018).

#### **E. *Biofoam* miselium jamur**

Perkembangan industri dan gaya hidup sehat mendorong industri dan peneliti untuk terus mencari dan menemukan alternatif pengganti kemasan sintesis (*petroleum*). Parameternya yaitu terciptanya keseimbangan antara masyarakat, ekonomi, dan lingkungan sehingga industri tidak hanya meningkatkan ekonominya namun dituntut untuk mampu menjaga lingkungan dengan konsep material berkelanjutan. Material mencakup penggunaan energi yang rendah, memanfaatkan limbah dan tidak merusak ekosistem serta membutuhkan biaya produksi yang rendah (Santos *et al.* 2021).

Kemasan dengan konsep berkelanjutan sudah mulai digunakan termasuk di pengemasan pangan. Ada dua jenis plastik *biodegradable* yang digunakan yaitu plastik yang terbuat dari biji plastik pada umumnya namun dapat diurai oleh mikroorganisme (bakteri, enzim, jamur) dan



plastik yang bahan bakunya terbuat dari polimer alam atau biomassa. Plastik jenis pertama, biodegradabilitasnya ditentukan dari sifat-sifat plastik dan struktur kimia penyusunnya dan membutuhkan perlakuan seperti pemisahan dengan plastik jenis *non-biodegradable* agar mudah dilakukan daur ulang (Verma and Fortunati 2018).

Kemasan jenis kedua yaitu kemasan yang terbuat dari biomassa dan menggunakan material hayati. Plastik jenis ini dapat terurai karena komponen penyusunnya terdiri dari limbah pertanian, peternakan maupun industri. Standar material plastik dikatakan berkelanjutan apabila menggunakan material terbaharukan dan mampu digunakan kembali setelah dibuang kealam misalnya sebagai pupuk atau sumber makanan bagi organisme lain (Filiciotto and Rothenberg, 2021).

Biokomposit sebagai salah satu solusi material berbasis hayati yang mudah diurai di alam. Biokomposit di desain agar mampu menggantikan fungsi kemasan sintesis dengan pemanfaatan material “berbasis bio” dan dapat terurai secara hayati seperti *bio-mycelium*. Biokomposit miselium terdiri dari jaringan hifa berserabut, memanfaatkan pertumbuhan biologis jamur untuk mengubah limbah organik berbiaya rendah menjadi bahan yang layak secara ekonomi dan ramah lingkungan. Kinerja mekanik bahan ini bervariasi dan diatur oleh kemampuan hifa, komposisi dinding sel, konstituen komposit dan kinetika pertumbuhan yang nantinya mempengaruhi sifat inheren dan faktor eksogen (Jones *et al.* 2017). Sebelumnya telah dilakukan beberapa penelitian mengenai kemampuan jamur dan miseliumnya dalam pembuatan busa seperti yang disajikan pada Tabel 1.

Penelitian dan pengujian karakteristik dari beberapa komposisi penyusun komposit miselium jamur menyimpulkan bahwa kemasan bio-miselium dapat dijadikan alternatif pilihan pengganti kemasan *styrofoam*. Walaupun ada kelebihan dan kekurangan yang dapat dijadikan pertimbangan dalam memilih material ini. Kelebihannya yaitu material miselium memiliki kekuatan tekan yang tinggi, kelenturan dan dapat mudah terdegradasi secara alami dalam waktu 2 bulan sehingga cocok

untuk diaplikasikan pada kemasan produk sekali pakai. Sedangkan kekurangannya yaitu mudah menyerap air sehingga perlu dipertimbangkan penggunaannya untuk mengemas produk dengan kandungan air berlebih (Sivaprasad *et al.* 2021).

Tabel 1. Karakteristik kemasan *biofoam* miselium pada beberapa substrat lignoselulosa

| No | Strain Jamur  | Substrat                     | Karakteristik |                            |                           |                | Sumber                           |
|----|---|------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------|----------------|----------------------------------|
|    |   |                              | Sifat termal  | Densitas                   | Kuat tekan                | Daya serap air |                                  |
| 1  | <i>Pleurotus ostreatus</i>  | Serbuk gergaji               | 500°C         | 0,1785 g/cm <sup>3</sup>   | -                         | 30%            | (Jose, <i>et al</i> 2021)        |
| 2  | <i>Pleurotus ostreatus</i>  | Tepung kelapa & biji gandum  | -             | -                          | 0.03 ± 0.02 MPa           | -              | (Teixeira, <i>et al</i> 2018)    |
| 3  | <i>Pleurotus ostreatus</i>  | Sekam padi                   | -             | 1,07 g/cm <sup>3</sup>     | 1.350 MPa                 | -              | (Nashiruddin, <i>et al</i> 2021) |
| 4  | <i>Pycnoporus sanguineus</i> ,<br><i>Pleurotus albidus</i> and<br><i>Lentinus velutinus</i> | Serbuk gergaji & biji gandum | 350°C         | 0,03-0,3 g/cm <sup>3</sup> | 1,3 MPa, 0,4 MPa, 1,3 MPa |                | (Bruscato, <i>et al</i> 2019)    |

## F. Kerangka berpikir

*Biofoam* merupakan salah satu inovasi alternatif pengganti kemasan *styrofoam* sintesis yang sulit terurai. Pembuatan *biofoam* dengan memanfaatkan miselium jamur ini diharapkan mampu memberikan karakteristik yang bisa menyerupai *styrofoam* sintesis dan dapat diaplikasikan dengan mengemas produk pangan.

Untuk menghasilkan *biofoam* miselium yang perlu diperhatikan adalah jenis miselium jamur yang ditumbuhkan. Komposisi substrat lignoselulosa, varietas jamur dan ukuran partikel media miselium akan memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan miselium jamur sehingga memberikan karakteristik *biofoam* yang berbeda-beda.

Penelitian ini dilakukan untuk melihat pengaruh miselium jamur tiram yang ditumbuhkan pada substrat lignoselulosa dalam menghasilkan *biofoam*. Setelah dihasilkan *biofoam*, maka dilakukan uji karakterisasi dari *biofoamnya* yang hubungannya dengan kemampuan dalam mengemas buah stroberi. Aplikasi *biofoam* dilakukan untuk mengidentifikasi perubahan pH, warna, tekstur dan kadar vitamin C buah stroberi selama penyimpanan 12 hari. sehingga bisa ditarik kesimpulan tentang kelayakan kemasan *biofoam* miselium untuk digunakan sebagai pengemas pangan atau menjadi alternatif *styrofoam* ramah lingkungan.



Gambar 3. Kerangka berpikir