

**LAPORAN AKHIR TAHUN  
PENELITIAN STRATEGIS NASIONAL  
(No: 1640/UN26.21/KU/2017)**



**INTEGRASI BUDIDAYA JAMUR MERANG (*Volvariella volvaceae* L)  
MEDIA TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT (TKKS)  
DENGAN PRODUKSI PUPUK ORGANONITROFOS**

**Tahun ke 1 dari Rencana 3 Tahun**

**KETUA :**

**Dr. Ir. Sugeng Triyono, M.Sc. (NIDN 0011126101)**

**ANGGOTA:**

**Prof. Dr. Ir. Dermiyati, M.Agr.Sc. (NIDN 0004086304)**

**Prof. Dr. Ir. Jamal Lumbanraja, M.Sc. (NIDN 0018035302)**

**Dr. Ir. Hanung Ismono, M.S. (NIDN 0023066202)**

**UNIVERSITAS LAMPUNG  
NOVEMBER 2017**

## HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Integrasi Budidaya Jamur Merang (*Volvariella Volvaceae*  
L) Media Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Dengan  
Produksi Pupuk Organonitrofos

**Peneliti/Pelaksana**  
Nama Lengkap : Ir SUGENG TRIYONO,  
Perguruan Tinggi : Universitas Lampung  
NIDN : 0011126101  
Jabatan Fungsional : Lektor Kepala  
Program Studi : Teknik Pertanian  
Nomor HP : 081369595560  
Alamat surel (e-mail) : striyono2001@yahoo.com

**Anggota (1)**  
Nama Lengkap : Dr. Ir DERMIYATI  
NIDN : 0004086304  
Perguruan Tinggi : Universitas Lampung

**Anggota (2)**  
Nama Lengkap : Ir JAMALAM LUMBANRAJA M.Sc  
NIDN : 0018035302  
Perguruan Tinggi : Universitas Lampung

**Anggota (3)**  
Nama Lengkap : Dr. Ir RADEN HANUNG ISMONO M.P  
NIDN : 0023066202  
Perguruan Tinggi : Universitas Lampung

**Institusi Mitra (jika ada)**  
Nama Institusi Mitra : CV Organonila Farm  
Alamat : Ds. Sidomulyo Jl Raya Bakauheni, Lampung Selatan  
Penanggung Jawab : Aditia Jaya Saputra  
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 1 dari rencana 3 tahun  
Biaya Tahun Berjalan : Rp 87,500,000  
Biaya Keseluruhan : Rp 287,445,000



Mengetahui,  
Dekan Fakultas Pertanian Unila

(Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.)  
NIP/NIK 196110201986031002

Kota Bandar Lampung, 31 - 10 - 2017  
Ketua,

(Ir SUGENG TRIYONO, )  
NIP/NIK 131688380



Menyetujui,  
Ketua LPPM Universitas Lampung

(Dr. Ir. Watsono, M.Sc.)  
NIP/NIK 196302161987031003

## RINGKASAN

Tujuan jangka panjang penelitian adalah untuk mensinergikan produksi jamur merang media tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dengan produksi pupuk organik “Organonitrofos”, secara efisien dan efektif. Pupuk Organonitrofos adalah pupuk organik berbahan baku limbah pertanian dan industri pertanian, yang dikembangkan oleh Tim Unila. Dalam proses produksi jamur merang, biasanya TKKS dikomposkan terlebih dahulu dalam bentuk utuh, kemudian bekas media jamur dibuang. Dalam penelitian ini, TKKS bekas media jamur dimanfaatkan sebagai salah satu bahan baku pupuk Organonitrofos. Jika TKKS dikomposkan dalam bentuk remah (ukuran dikecilkan) maka pencampuran dengan bahan baku lain dalam proses pembuatan pupuk organik Organonitrofos tentu lebih mudah. Namun media jamur TKKS dalam bentuk remah kemungkinan mempengaruhi produksi jamur. Penelitian tentang produksi jamur merang media TKKS remah belum ditemukan. Target jangka panjang penelitian adalah meningkatnya nilai tambah pemanfaatan limbah TKKS yang jumlahnya berlimpah, sebagai media jamur merang dan sebagai bahan baku pupuk organik Organonitrofos, sehingga dapat membantu peningkatan bahan pangan sumber protein dan juga membantu ketersediaan pupuk.

**Pada Tahun I**, penelitian digunakan untuk mengkaji pengaruh ukuran cacahan TKKS dan lama pengomposan terhadap produktivitas kualitas jamur merang. Penelitian dilakukan di Lab Lapang Fakultas Pertanian Unila, dimulai dengan membuat kumbung (rumah jamur ukuran 4x6 m<sup>2</sup> tinggi 4 m) dan merangkai sistem kontrol lingkungan dalam kumbung (suhu ruang, RH).

**Data hasil penelitian** menunjukkan bahwa alat kontrol otomatis dapat mengendalikan suhu dan RH ruang kumbung jamur pada kisaran optimal (suhu 28-33°C dan RH 80-95%). Data juga menunjukkan bahwa produksi tertinggi terjadi pada perlakuan ukuran TKKS utuh. Sedangkan kualitas jamur (kadar protein) tertinggi terjadi pada perlakuan ukuran TKKS kecil. Luaran yang sudah dicapai adalah makalah seminar internasional, draf artikel jurnal nasional, draf jurnal internasional, dan draf buku ajar.

**Pada Tahun II**, penelitian digunakan untuk meningkatkan kualitas jamur (kadar protein, lemak, karbohidrat, dan serat) dan mengkaji pengaruhnya terhadap kualitas pupuk Organonitrofos. Penelitian juga dilakukan di Lab Lapang Fakultas Pertanian Unila, di dalam kumbung dan dengan kontrol lingkungan yang sama dengan penelitian Tahun I. Hasil optimum dari penelitian Tahun I (TKKS utuh dan lama pengomposan 4 hari) diterapkan pada penelitian Tahun II. Peningkatan kualitas jamur dikaji dengan cara membuat perlakuan penambahan pupuk/nutrisi organik dan NPK dengan jenis dan dosis yang berbeda pada media TKKS. Media TKKS bekas jamur kemudian digunakan untuk membuat pupuk Organonitrofos dengan cara dicampurkan dengan bahan baku lain yang biasa digunakan (kotoran sapi, kotoran ayam, arang sekam, cocodust, limbah fosfat). Kadar C, N, P, dan K, pupuk Organonitrofos yang dihasilkan diuji lab, dan diuji agronomis pada tanaman sayuran dipot. Kualitas serapan tanaman terhadap hara N, P, dan K kemudian diukur.

**Pada Tahun III**, penelitian digunakan untuk membuat percontohan di lokasi petani produsen jamur merang. Hasil terbaik dari penelitian Tahun II (jenis dan dosis nutrisi tambahan optimum) diterapkan pada penelitian Tahun III. Kegiatan percontohan terdiri dari produksi jamur merang, produksi pupuk Organonitrofos, dan demplot aplikasi pupuk Organonitrofos pada tanaman sayuran.

## **PRA KATA**

Puji syukur kehadiran Allah SWT., penulis panjatkan karena atas rahmadNya sehingga tahap penelitian ini dilaksanakan.

Penulis juga menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada DRPM yang telah memberikan bibah penelitian ini. Selain itu, penulis juga menyampaikan terima kasih kepada Fakultas Pertanian yang telah memberikan ijin tempat penelitian. Penelitian juga dibantu dalam operasionalnya oleh para mahasiswa yaitu: Windri, Herza, Aditya, Linda, Dian, Muslihudin, Gede dan lainnya, sehingga Tim Pelaksana penelitian perlu menyampaikan banyak terima kasih. Kepada pihak lain, anggota tim, dan mahasiswa yang lain, yang telah memberikan kontribusi bantuan pemikiran dan tenaga penulis juga menyampaikan terima kasih.

Laporan Akhir ini tidak terlepas dari keterbatasan-keterbatasan. Karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif untuk perbaikan-perbaikan isi dan metodologi yang sangat penting dan mendasar untuk pelaksanaan di masa depan. Pada akhirnya penulis juga menyampaikan permintaan maaf kepada semua pihak apabila ada sesuatu yang kurang tepat dalam penyampaian di dalam laporan.

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
I. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
II. TINJAUAN PISTAKA .....	4
III. TUJUAN DAN MANFAAT .....	4
3.1 Penelitian Tahun I .....	8
3.2 Penelitian Tahun II .....	8
3.3 Penelitian Tahun III .....	8
IV. METODE PENELITIAN .....	9
4.1 Pembuatan Kumbung dan Alat Kontrol Lingkungan .....	9
4.2 Pelaksanaan Penelitian .....	12
4.2.1 Penelitian Tahun I .....	12
4.2.2 Penelitian Tahun II .....	12
4.2.3 Penelitian Tahun III .....	13
V. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI .....	17
5.1 Hasil .....	17
5.1.1 Kumbung dan Alat Kontrol Suhu dan RH Ruang Kumbung .....	17
5.1.2 Hasil Panen Jamur .....	21
5.1.3 Kualitas Jamur .....	23
5.2 Luaran yang Dihasilkan .....	25
VI. RENCANA TAHAP BERIKUTNYA .....	26
6.1 Publikasi Artikel Ilmiah .....	26
6.2 Penelitian Tahun II .....	26
VII. KESIMPULAN DAN SARAN .....	27
7.1 Kesimpulan .....	27
7.2 Saran .....	27
REFERENSI .....	28
LAMPIRAN	

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1 Rencana Target Capaian Tahunan .....	26

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Produksi pupuk Organonitrofos remah .....	7
2. Roadmap penelitian Integrasi Budidaya Jamur Merang dengan Produksi Pupuk Organonitrofos .....	8
3. A. Kumbung dari pandangan depan dan belakang, B. Susunan rak media jamur .....	10
4. Alat kontrol suhu, RH, dan kadar air dengan mikrokontroler Arduino Mega 2560 .....	11
5. Bagan alir proses persiapan pembuatan sarana kumbung dan Aplikasi alat control lingkungan (Tahun I) .....	11
6. Bagan alir pelaksanaan penelitian Tahun I, produksi jamur dengan perlakuan ukuran pencacahan TKKS dan lama pengomposan .....	14
7. Bagan alir pelaksanaan penelitian Tahun II, produksi jamur dengan perlakuan jenis & dosis nutrisi tambahan, dan produksi serta pengujian pupuk Organonitrofos .....	15
8. Bagan alir pelaksanaan penelitian Tahun III, produksi Jamur, pupuk Organonitrofos, dan sayuran di petani .....	16
9. Kumbung (rumah jamur) .....	18
10. Mikrokontroller suhu dan kelembaban ruang kumbung.....	18
11. Suhu di ruang, di atas plafon, dan di atas atap kumbung sebelum dikontrol...	19
12. Kelembaban udara di ruang, di atas plafon, dan di atas atap kumbung sebelum dikontrol .....	19
13. Suhu di ruang, di atas plafon, dan di atas atap kumbung pada saat validasi Jenuh .....	20
14. Kelembaban di ruang, di atas plafon, dan di atas atap kumbung pada saat validasi jenuh .....	20
15. Suhu rata-rata di ruang (setelah dikontrol), di atas plafon, dan di atas atap kumbung .....	21
16. Kelembaban rata-rata di ruang (setelah dikontrol), di atas plafon, dan di atas atap kumbung .....	21
17. Bobot panen badan buah total rata-rata per kotak .....	22
18. Bobot panen badan buah harian rata-rata per kotak .....	22
19. Jumlah badan buah total rata-rata per kotak .....	23
20. Jumlah badan buah harian rata-rata per kotak .....	23
21. Kadar Protein .....	24
22. Kadar Lemak .....	24
23. Kadar Serat Kasar .....	25
24. Kadar karbohidrat .....	26

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
I. PRODUK JAMUR MERANG DAN PUPUK ORGANONITROFOS .....	30
II. DESAIN KEMASAN DAN PENGAJUAN MEREK DAGANG .....	32
III. SERTIFIKAT DAN MAKALAH SEMINAR INTERNASIONAL INDONESIAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERING, BANDAR LAMPUNG 10-12 AGUSTUS 2017: Application of microcontroller to control room environment of a mushroom house .....	34
IV. SURAT BUKTI SUBMITTED ARTIKEL DAN NASKAH ARTIKEL JURNAL NASIONAL TERAKREDITASI: Pengaruh Ukuran Cacahan Dan Lama Pengomposan Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Sebagai Media Tanam Terhadap Produktivitas dan Kualitas Jamur Merang .....	41
V. DRAF ARTIKEL JURNAL INTERNASIONAL BEREPUTASI: Pengaruh Ukuran Cacahan Dan Lama Pengomposan Tandan Kosong Kelapa Sawit Terhadap Perubahan Karakteristik Media Tanam Jamur Merang .....	48
VI. DRAF ARTIKEL JURNAL BEREPUTASI: Pengaruh penambahan pupuk /nutrisi dengan jenis dan dosis yang berbeda pada media tandan kosong kelapa sawit (tkks) terhadap produktivitas jamur merang (Volvariella Volvaceae L) .....	53
VII. DRAF ARTIKEL JURNAL BEREPUTASI: Pengaruh penambahan pupuk/ nutrisi dengan jenis dan dosis yang berbeda terhadap perubahan karakteristik tandan kosong kelapa sawit (tkks) media tumbuh jamur merang (volvariella volvaceae l) .....	60
VIII. DRAF ARTIKEL JURNAL BEREPUTASI: Pengaruh penambahan limbah tandan kosong kelapa sawit(tkks) bekas media tumbuh jamur merang (volvariella volvaceae l) terhadap kualitas pupuk organonitrofos...	65
IX. DRAF BUKU AJAR .....	70

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Kebijakan Ketahanan Pangan Nasional diamanatkan oleh Undang-Undang No 7 tahun 1996 tentang Pangan (Presiden RI, 1996), yang kemudian ditindak-lanjuti dengan PP No 68 tahun 2002 tentang Ketahanan Pangan. PP No 68 tahun 2002 kemudian dicabut dan diganti dengan PP No 17 tahun 2015 tentang Ketahanan Pangan dan Gizi. Untuk melaksanakan amanat Undang-undang tersebut, Pemerintah menerbitkan Perpres RI Nomor 82 Tahun 2006 tentang Dewan Ketahanan Pangan (DKP), yang bertugas antara lain merumuskan kebijakan di bidang ketahanan pangan nasional yang meliputi aspek ketersediaan, distribusi, dan konsumsi serta mutu, gizi, dan keamanan pangan.

Pengembangan budidaya jamur merupakan alternatif yang strategis untuk tujuan diversifikasi sumber protein, karena selain harganya yang cukup murah, nilai gizinya sangat baik. Produksi dan konsumsi jamur di Indonesia masih tergolong rendah, hanya kalangan tertentu yang mengkonsumsi dan menyadari keistimewaan gizi jamur. Beberapa jenis jamur yang diproduksi di Indonesia dan cukup dikenal masyarakat adalah jamur kancing (*Agaricus bisporus*), jamur kuping (*Auricularia auricula*), jamur shitake (*Lentinula edodes*), Jamur Tiram (*Pleurotus ostreatus*) dan Jamur Merang (*Volvariella volvacea*). Jamur merang mendominasi dengan porsi 55%—60% dari total produksi jamur nasional (Iriana, 2007). Produksi jamur dunia sekitar 3,5 juta ton/tahun, sementara produksi jamur Indonesia hanya 68 ribu ton atau kurang dari 2% (Wakchaure, 2011). Kenyataan tersebut menunjukkan bahwa budidaya jamur masih sangat prospektif untuk dikembangkan di Indonesia.

Jamur Merang (*Volvariella volvacea* L) lebih disukai karena rasanya lebih lezat selain kandungan gizinya yang istimewa. Hasil penelitian rata-rata menunjukkan bahwa jamur merang mengandung protein 25,9-28,5% (Sunandar, 2010). Kandungan protein ini lebih tinggi dibanding kadar protein pada beras yang hanya 8,4% (ParadiGma, 2014) dan pada gandum yang hanya 6-17% (Aptindo, 2012). Jamur merang juga mengandung asam amino esensial sekitar 9 jenis dari 10 jenis asam amino yang dikenal. Lemak yang dikandung jamur merang 72% merupakan lemak tidak jenuh. Berbagai jenis vitamin, seperti B1 (thiamine), B2 (riboflavine), niasin dan biotin terdapat pada jamur merang. Jamur merang juga mengandung berbagai jenis mineral, seperti K, P, Ca, Na, Mg, dan Cu (Sunandar, 2010).

Budidaya jamur merang media tandan kosong kelapa sawit (TKKS) bersinergi dengan produksi pupuk organik "Organonitrofos", yang dikembangkan oleh Tim Unila sejak tahun 2011. Pupuk Organonitrofos granul dibuat dari bahan campuran kotoran sapi segar dan batuan fosfat yang tersedia secara lokal dan diperkaya dengan penambahan mikroba *N-fixer* dan *P-solubilizer* (Nugroho dkk., 2012). Pada Tahun 2013, pupuk Organonitrofos remah dikembangkan dengan menggunakan bahan-bahan limbah yang tersedia secara lokal, yaitu: kotoran sapi segar, limbah industri MSG (sumber fosfat), serbuk sabut kelapa (sumber kalium), limbah kotoran ayam (sumber nitrogen) (Nugroho dkk.,2013). Pada tahun 2015, Organonitrofos diperkaya dengan penambahan *biochar* dan diberi nama "Organonitrofos Plus" (Dermiyati, 2015). Kompos TKKS bekas media jamur merang sangat berpotensi digunakan sebagai bahan baku pupuk Organonitrofos karena TKKS banyak mengandung kalium, selain jumlahnya yang berlimpah. Dengan demikian nilai tambah pemanfaatan kompos TKKS menjadi ganda, yaitu memberikan keuntungan berupa hasil panen jamur yang bergizi tinggi, dan menambah nilai nutrisi pupuk Organonitrofos.

## **1.2. Perumusan Masalah**

Proses integrasi budidaya jamur merang media TKKS dengan produksi pupuk Organonitrofos diperkirakan menemui permasalahan yang perlu diteliti, yaitu seperti berikut:

1. Metode penyiapan/pengomposan TKKS sebagai media tumbuh budidaya jamur merang.
2. Masalah peningkatan kualitas jamur dan kualitas pupuk Organonitrofos.
3. Masalah diseminasi teknologi produksi jamur merang terintegrasi dengan produksi pupuk Organonitrofos.

Tiga permasalahan tersebut akan dicoba-atasi dan diselesaikan dalam waktu tiga tahun penelitian.

### **1.2.1 Penelitian Tahun I**

#### **1. Perumusan Masalah Penelitian Tahun I**

Jamur merang umumnya dibudidayakan di media jerami padi, yang dikomposkan terlebih dahulu. Tetapi sekarang budidaya jamur merang telah berkembang dengan media tumbuh dari bahan limbah pertanian yang lain. Limbah

padat pertanian selain jerami yang sudah digunakan untuk produksi jamur merang antara lain TKKS, daun pisang kering, sabut kelapa, baggase tebu, serbuk gergaji. Bahan-bahan seperti dedak (sumber karbohidrat), pupuk organik/anorganik, kotoran ayam (sumber dekomposer), kapur pertanian (netralisir pH) ditambahkan di saat pengomposan (Arifestiananda, 2015; Zuyasna dkk., 2011; Farid, 2011; Ichsan dkk., 2011). Pada media tumbuh yang berbeda dan lama pengomposan yang berbeda, jamur merang menunjukkan tingkat produktivitas berbeda (Irawati, 1999; Mayun, 2007; Ichsan dkk., 2011; Farid, 2011; Sukendro dkk., 2001; Rahmanda, 2014).

Pemanfaatan TKKS untuk media jamur merang umumnya dengan cara dikomposkan dalam bentuk utuh, ukurannya tidak dikecilkan terlebih dahulu. Jika dimanfaatkan untuk campuran pupuk Organonitrofos, kompos TKKS bekas media jamur bisa dicampurkan dengan bahan-bahan lainnya kemudian dikomposkan lagi dan setelah cukup matang ( $C/N < 20$ , kadar air di bawah 20%) kompos dihaluskan untuk menjadi pupuk Organonitrofos remah. Cara ini tentu tidak berpengaruh terhadap produktivitas jamur (tidak ada perubahan metoda pengomposan media TKKS yang sudah dipakai selama ini), tetapi berpengaruh terhadap homogenitas pencampuran bahan-bahan pupuk Organonitrofos pada waktu produksi pupuk Organonitrofos.

Alternatif yang kedua adalah mereduksi ukuran TKKS terlebih dahulu sebelum dikomposkan untuk media jamur. Setelah digunakan untuk produksi jamur, kompos TKKS bekas media jamur yang sudah remah dicampur dengan bahan-bahan pupuk Organonitrofos yang lain. Keuntungan dari opsi kedua ini adalah pencampuran bahan-bahan kompos pupuk Organonitrofos lebih merata. Namun demikian, opsi kedua ini kemungkinan berpengaruh negatif terhadap produktivitas jamur.

Karena itu kedua (TKKS utuh atau dicacah) tersebut di atas perlu diteliti karena keduanya kemungkinan berpengaruh terhadap produksi jamur maupun terhadap kualitas pupuk Organonitrofos.

### 1.2.2 Penelitian Tahun II

#### 1. Perumusan Masalah Penelitian Tahun II

Ukuran bahan TKKS dan lama pengomposan optimum hasil Penelitian Tahun I diterapkan pada Penelitian Tahun II. Penelitian Tahun II digunakan untuk mengkaji upaya peningkatan kualitas jamur dan kualitas pupuk Organonitrofos yang dihasilkan.

Bahan-bahan seperti dedak (sumber karbohidrat), pupuk organik/anorganik (sumber nutrisi), kotoran ayam (sumber nitrogen dan dekomposer) ditambahkan dan dicampurkan di saat pengomposan bahan media. Selama proses pengomposan media, sterilisasi, dan inkubasi/produksi jamur, karakteristik kimia media akan berubah. Misalnya, amonia bebas ( $\text{NH}_3$ ) hasil dekomposisi selama pengomposan akan menguap selama sterilisasi. Hal ini berpengaruh bagus untuk produksi jamur karena amonia bisa mematikan jamur, tetapi tidak bagus untuk produksi pupuk Organonitrofos karena amonia adalah sumber nitrogen. Pengaruh jenis dan dosis pupuk tambahan pada waktu penyiapan TKKS sebagai media jamur terhadap kualitas jamur dan kualitas pupuk organik Organonitrofos diteliti pada Tahun II. Kegiatan terdiri dari tiga tahap yaitu: produksi jamur, produksi pupuk organik Organonitrofos, dan uji pupuk pada tanaman. Kualitas jamur meliputi kadar protein, lemak, karbohidrat, serat, dan kadar abur. Kualitas pupuk Organonitrofos diukur dengan kadar N, P, K, dan C. Uji agronomi tanaman meliputi: bobot panen, serapan N, P, K, C.

### 1.2.3 Penelitian Tahun III

#### 1. Perumusan Masalah Penelitian Tahun III

Pada Tahun III, hasil Penelitian Tahun II akan diuji lapang dan disosialisasikan ke Pemerintah Daerah dan dideseminasikan ke petani budidaya jamur merang. Petani akan memproduksi jamur merang, pupuk Organonitrofos, dan tanaman. Keekonomian integrasi kegiatan budidaya jamur merang, produksi pupuk Organonitrofos, dan budidaya tanaman diteliti.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

Budidaya jamur di Indonesia belum banyak berkembang. Produksi jamur dunia mencapai 3,5 juta ton/tahun, sementara produksi jamur Indonesia hanya 68 ribu ton atau kurang dari 2% (Wakchaure, 2011). Di saat pasokan bahan pangan sumber protein hewani secara nasional masih sering terjadi kelangkaan dan juga harganya terus naik, pengembangan budidaya jamur di Indonesia menjadi strategis karena jamur merupakan sumber protein nabati yang berpotensi mensubstitusi protein hewani. Jamur, terutama jamur merang, banyak disukai karena selain rasanya yang lezat, jamur merang juga banyak mengandung protein (25.9-28.5%) (Sunandar, 2010).

Budidaya jamur merang di lakukan di dalam rumah jamur yang disebut “kumbung”, di atas bedengan-bedengan/rak-rak berisi media tumbuh yang disusun bertingkat sekitar 5 tingkat sampai setinggi 4-5 meter. Media tumbuh dibuat dari bahan-bahan limbah padat pertanian seperti jerami, tandan kosong kelapa sawit (TKKS), baggase tebu, kulit kopi, sabut kelapa, gergaji kayu (tergantung sumberdaya yang tersedia), yang dikomposkan terlebih dahulu. Untuk memenuhi kebutuhan nutrisi jamur, bahan-bahan seperti dedak, kotoran ayam, pupuk organik/anorganik, kapur ataupun dolomit ditambahkan ke bahan kompos untuk mencukupi kebutuhan karbohidrat dan nutrisi bagi jamur, serta pH media tumbuh (Arifestiananda, 2015; Zuyasna dkk., 2011; Farid, 2011; Ichsan dkk., 2011).

Penelitian-penelitian jamur merang umumnya membandingkan pengaruh jenis-jenis bahan media tumbuh terhadap pertumbuhan dan hasil produksi jamur (Irawati, 1999; Mayun, 2007; Ichsan dkk., 2011; Rahmanda, 2014). Penelitian-penelitian tentang pengaruh lama pengomposan dan campuran bahan nutrisi tambahan juga sudah dilakukan (Sukendro dkk., 2001; Farid, 2011). Selama pengomposan bahan-bahan media seperti kadar C/N, selulosa, lignin, hiselulosa menjadi berubah dan mempengaruhi pertumbuhan dan produksi jamur.

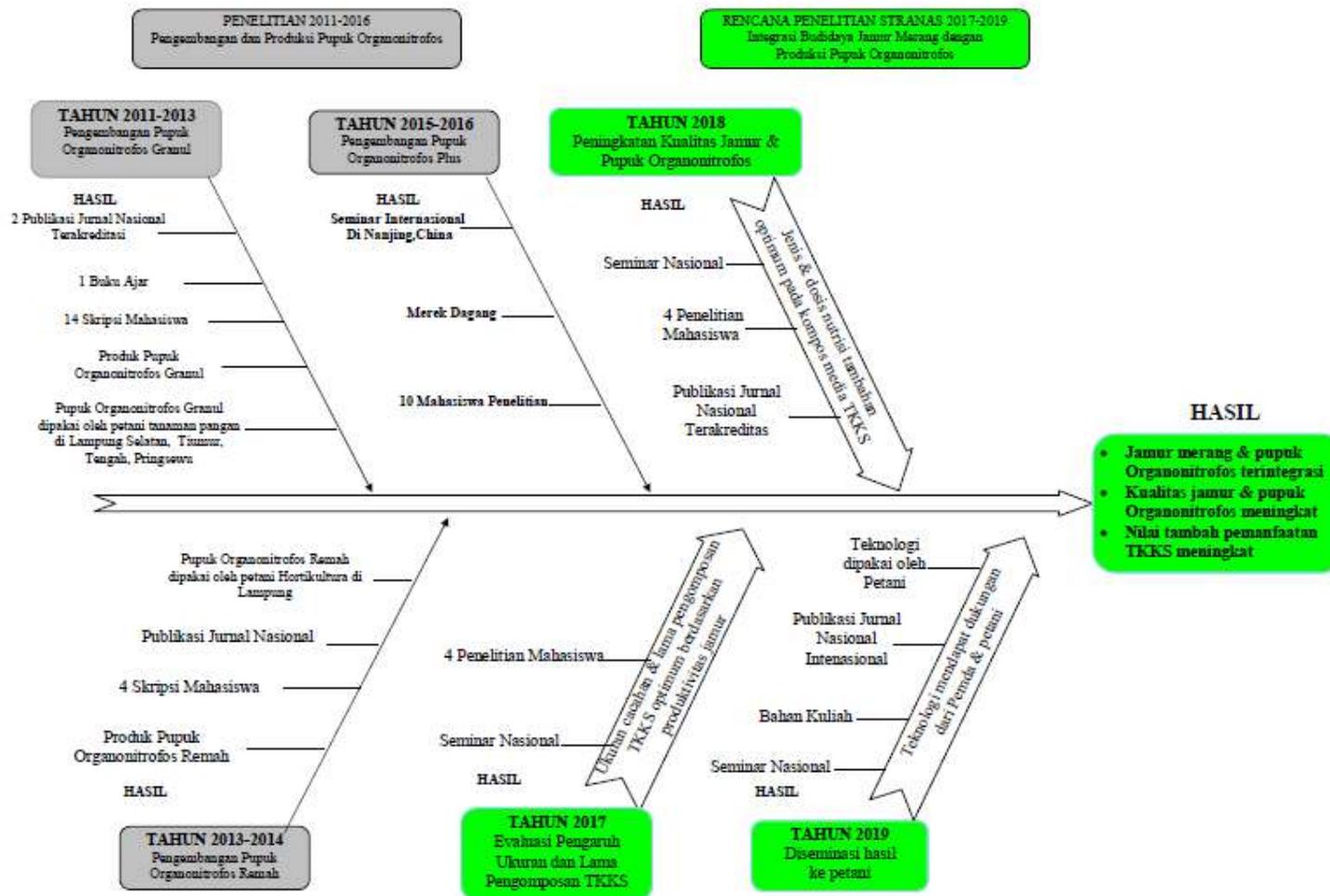
Kompos bekas media jamur (*spent substrate*) sangat baik dan berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan campuran pupuk organik Organonitrofos. Organonitrofos adalah pupuk organik yang dikembangkan oleh Tim Unila sejak tahun 2011. Organonitrofos dibuat dari bahan-bahan limbah pertanian dan industri pertanian seperti limbah kotoran sapi segar (*fresh manure*), kotoran ayam, serbuk sabut kelapa, limbah MSG, yang diperkaya dengan mikroba *N-fixer* dan *P-solubilizer*.

Tahun 2011-2013, Tim Unila membuat Organonitrofos granul. Tetapi setelah mempertimbangkan keinginan petani (terutama petani hortikultura), sejak tahun 2013-2014, Organonitrofos dikembangkan dan diproduksi dalam bentuk remah. Pada Tahun 2015-2016, pupuk Organonitrofos Plus yaitu dengan penambahan *BioChar* mulai dikembangkan dan diteliti (Dermiyati dkk. 2015). Data pengujian menunjukkan bahwa pupuk Organonitrofos Plus dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah pada tanaman jagung manis (Dermiyati *et.al.*,2017). Gambar 1 menunjukkan gambaran singkat tentang perkembangan produksi pupuk Organonitrofos remah di lokasi mitra.



Gambar 1. Proses dan perkembangan produksi pupuk Organonitrofos

Upaya integrasi budidaya jamur merang media TKKS dengan produksi pupuk Organonitrofos akan memberikan nilai tambah, karena limbah TKKS yang jumlahnya sangat banyak tidak saja dimanfaatkan sebagai media jamur tetapi juga sebagai bahan baku pembuatan pupuk Organik Organonitrofos. Kompos TKKS bekas media jamur sangat baik untuk digunakan sebagai bahan baku pupuk Organonitrofos karena selain kandungan kaliumnya yang tinggi, beberapa bahan nutrisi seperti dedak, pupuk organik/anorganik ditambahkan pada saat penyiapan media jamur. Namun hal yang perlu diteliti terlebih dahulu adalah bentuk TKKS dan jenis bahan nutrisi tambahan. TKKS umumnya dikomposkan dalam kondisi utuh pada saat penyiapan sebagai media jamur. Sedangkan pupuk Organonitrofos membutuhkan bahan baku semuanya remah pada saat dicampurkan. Karena itu, Penelitian ini mengkaji pengaruh ukuran TKKS dan lama pengomposan sebagai media jamur terhadap produktivitas dan kualitas jamur dan pupuk Organonitrofos. Penambahan dedak, dolomit, pupuk NPK/organik pada saat penyiapan media jamur, juga tentu berpengaruh terhadap kualitas dan produktivitas jamur, dan pupuk Organonitrofos. Hal ini menjadi kajian dalam penelitian ini. Road Penelitian secara lengkap disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Roadmap Penelitian Integrasi Budidaya Jamur Merang dengan Produksi Pupuk Organonitrofos

### **III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN**

#### **3.1 Penelitian Tahun I**

Penelitian Tahun I bertujuan untuk meneliti pengaruh ukuran bahan dan lama pengomposan TKKS terhadap hasil produksi jamur merang. Sebagai bahan baku pupuk organik Organonitrofos, TKKS remah tentu lebih baik karena proses pengomposan lebih cepat dan merata. Namun sebagai bahan media budidaya jamur, TKKS remah perlu diteliti terlebih dahulu pengaruhnya terhadap produktivitas dan kualitas jamur.

Manfaat penelitian Tahun I adalah setelah metoda penyiapan dan pengomposan TKKS sebagai media jamur yang optimum diketahui, maka metoda pencampuran dan pengomposan TKKS (Penelitian Tahun II) sebagai bahan pupuk organik Organonitrofos dapat disesuaikan.

#### **3.2 Penelitian Tahun II**

Penelitian Tahun II bertujuan untuk meningkatkan produksi dan kualitas jamur, dan pupuk Organonitrofos dengan cara memberikan tambahan beberapa jenis dan konsentrasi pupuk organik dan NPK, pada saat penyiapan dan pengomposan media TKKS. Bentuk ukuran dan lama pengomposan TKKS yang optimum dari penelitian Tahun I sebagai media jamur, diterapkan di penelitian Tahun II. Kualitas jamur dan pupuk organik Organonitrofos dianalisis. Selain diuji laboratorium, pupuk Organonitrofos diuji pot dengan tanaman.

Manfaat Penelitian Tahun II adalah diketahuinya adanya keselarasan peningkatan kualitas jamur dengan peningkatan kualitas pupuk Organonitrofos yang dihasilkan.

#### **3.3 Penelitian Tahun III**

Tujuan penelitian Tahun III adalah untuk diseminasi dan ujicoba di lapangan teknologi budidaya jamur merang terintegrasi dengan produksi Organonitrofos di petani. Petani membudidayakan jamur, membuat pupuk Organonitrofos, dan menanam tanaman dengan pupuk Organonitrofos yang dihasilkan.

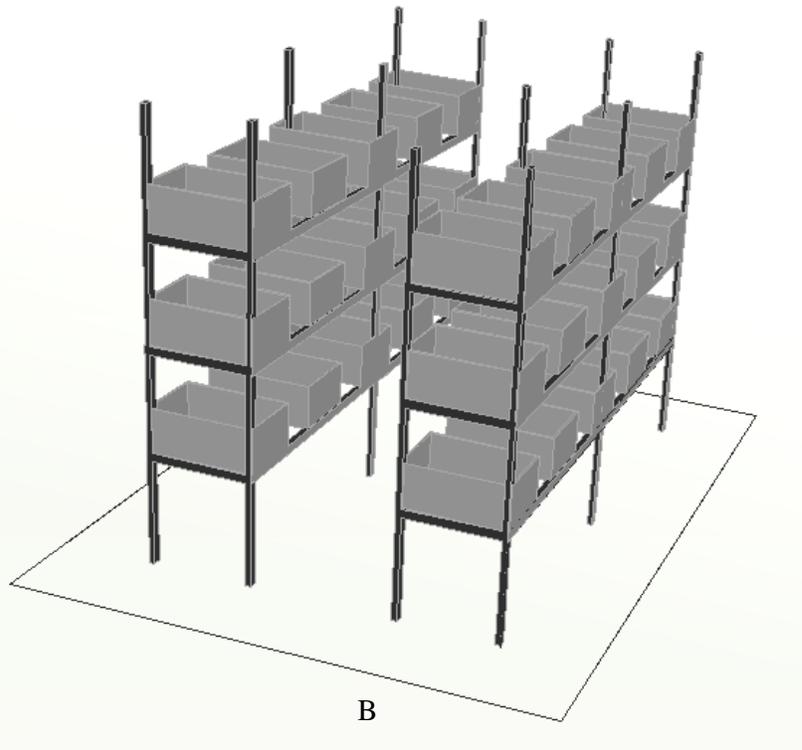
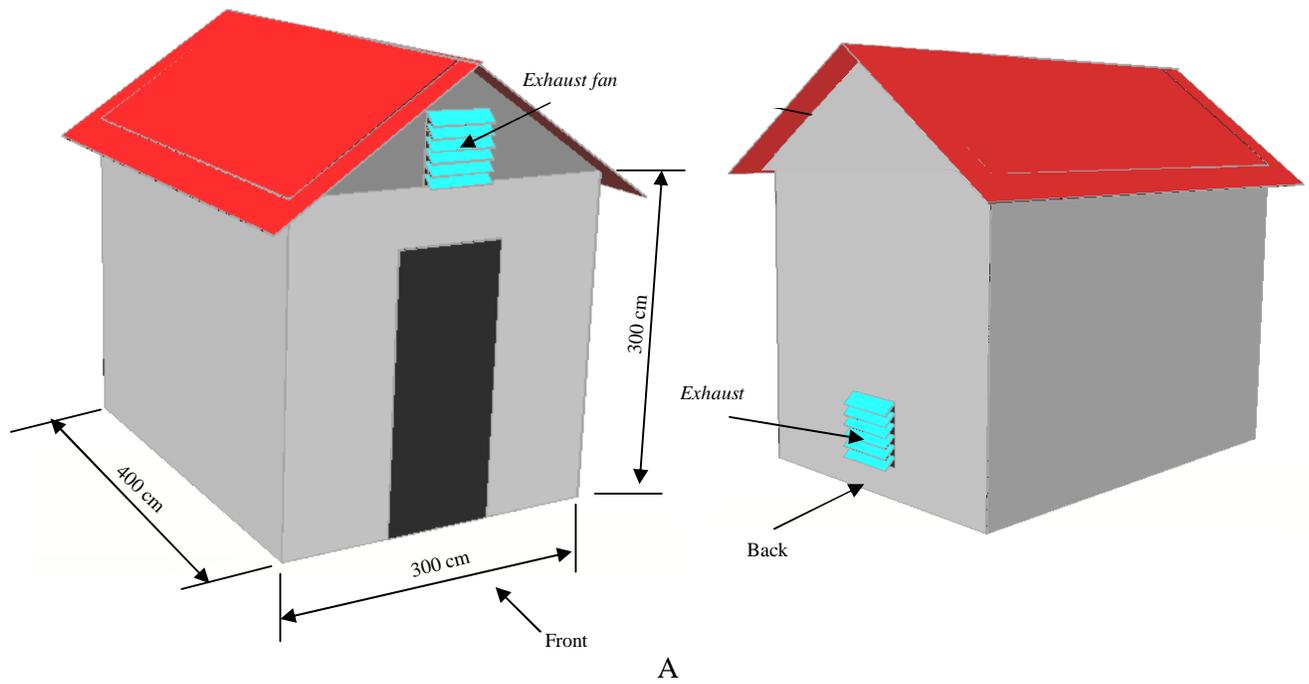
Manfaat Penelitian Tahun III adalah produk teknologi teruji di lapangan dan dimanfaatkan oleh petani.

## IV. MEODE PENELITIAN

### 4.1 Pembuatan Kumbung dan Alat Kontrol Lingkungan

Kumbung adalah rumah tempat budidaya jamur. Kumbung dibuat dari tembok berukuran tinggi 1 m, lebar 4 m, panjang 6. Atap dari bahan asbes gelombang dan dilapisi isolator panas (plafon) dari bahan triplek. Gambar 3 menunjukkan kumbung lengkap dengan rak-rak media, ventilasi, blower, pendingin, dan pemanas. Blower digunakan untuk sirkulasi udara dan mendinginkan ruang kumbung, sedangkan pemanas digunakan untuk pemanas ruangan. *Water spray* untuk menjaga kelembaban udara.

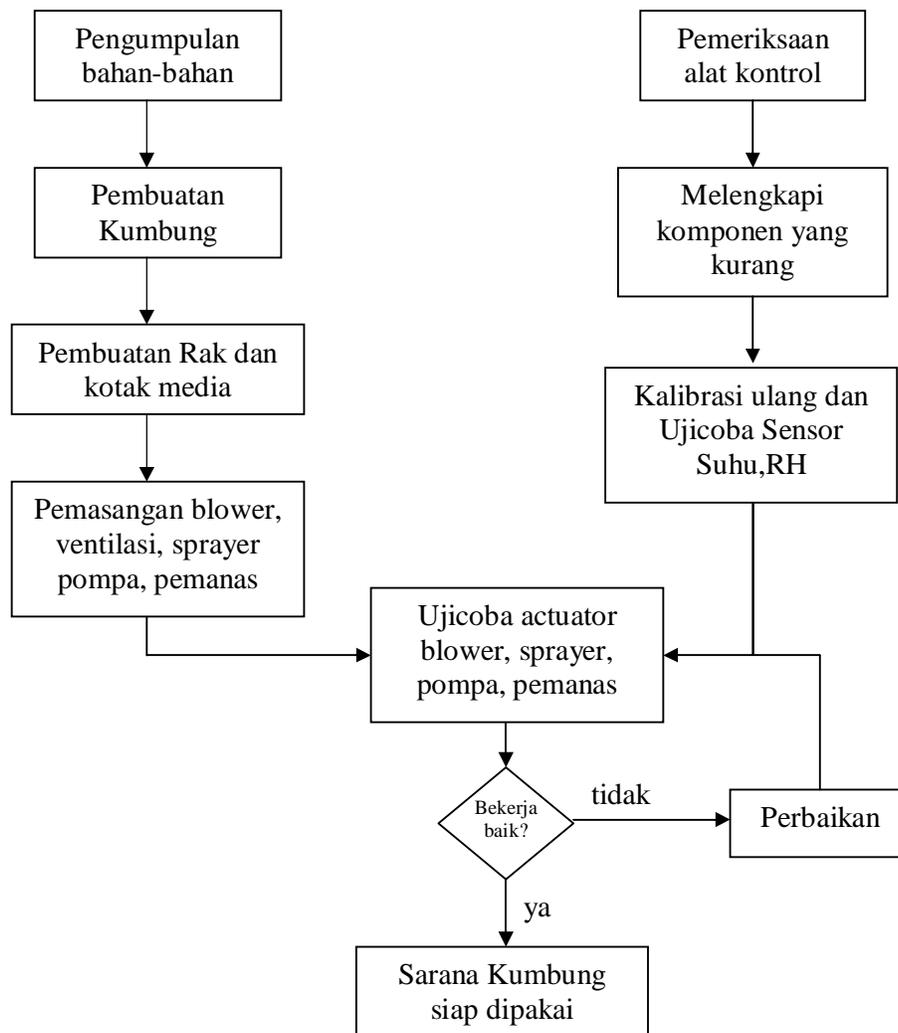
Kumbung dilengkapi dengan alat kontrol otomatis untuk mengatur suhu dan kelembaban udara ruang kumbung. Mikrokontroler yang akan digunakan adalah Arduino Mega 2560, sama dengan hasil penelitian sebelumnya seperti pada Gambar 4 (Candra dkk., 2016) yang sudah diuji pada tanaman di dalam greenhouse. Setelah pasteurisasi kumbung (60-70°C selama 4 jam), lingkungan (Suhu dan RH udara) dipertahankan pada kondisi optimum (suhu 32°C dan RH 80-90%). Beberapa peneliti sudah melakukan penelitian aplikasi kontrol lingkungan kumbung (Sunarsa dkk., 2010; Akmaludin dan Luthfi, 2014; Karsid dkk., 2015). Pada penelitian ini kinerja kontrol lingkungan secara otomatis diteliti, sehingga jamur tumbuh pada lingkungan yang optimum. Tahapan pembuatan alat kontrol adalah pengumpulan bahan-bahan, perakitan, kalibrasi sensor, validasi sensor, ujicoba aktuator, perbaikan seperlunya. Bagan alir pembuatan kumbung dan rak media jamur disajikan pada Gambar 5.



Gambar 3. A. Kumbung dari pandangan depan dan belakang, B. Susunan rak media jamur



Gambar 4. Alat kontrol suhu dan RH dengan mikrokontroler Arduino Mega 2560



Gambar 5. Bagan alir proses persiapan pembuatan sarana kumbung dan Aplikasi alat control lingkungan (Tahun I)

## 4.2 Pelaksanaan Penelitian

### 4.2.1 Penelitian Tahun I

Pada Tahun I, penelitian digunakan untuk menentukan ukuran media TKKS dan lama pengomposan optimum berdasarkan produktivitas jamur. Penelitian dilakukan di Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Bahan-bahan yang digunakan untuk produksi jamur adalah bibit jamur merang, TKKS, dedak, kotoran ayam, kapur pertanian. Bahan-bahan didapatkan dari lingkungan terdekat di Lampung, seperti PTPN VII, perusahaan peternakan ayam, dan toko pertanian.

Percobaan pengomposan media TKKS menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial. Perlakuan terdiri dari dua faktor: ukuran media TKKS dan lama pengomposan, yang masing-masing terdiri dari tiga taraf dan tiga ulangan. Ukuran TKKS terdiri dari: Tangkai-tangkai TKKS dicacah halus (U1), batang TKKS dicacah kasar (2), TKKS utuh (U3). Lama pengomposan terdiri dari: 2 hari (L1), 6 hari (L2), dan 8 hari (L3). Unit percobaan berupa kotak dari papan kayu berukuran 80x50x25 cm<sup>3</sup>. Parameter kompos media TKKS yang diamati adalah kadar kadar air dan C/N selama pengomposan. Data dianalisis dengan sidik ragam dan dilanjutkan dengan uji BNT.

Kompos TKKS yang dihasilkan digunakan untuk memproduksi jamur merang di dalam kumbung, dengan rancangan percobaan mengikuti rancangan percobaan pengomposan TKKS. Unit percobaan berupa media tumbuh dalam kotak papan kayu berukuran 80x50 cm<sup>2</sup>. Kedalaman media/kotak adalah 25 cm, merujuk hasil penelitian Riduwan, dkk. (2013). Parameter jamur merang yang diamati adalah pertumbuhan jamur (ukuran badan buah), jumlah dan bobot panen, kadar air, kadar protein, kadar lemak, kadar kaborhidrat, dan kadar abu. Data dianalisis dengan sidik ragam dan dilanjutkan dengan uji BNT. Hasil Penelitian menunjukkan ukuran dan lama pengomposan media TKKS optimum, berdasarkan produktivitas dan kualitas jamur. Bagan alir Penelitian Tahun I disajikan pada Gambar 6.

### 4.2.2 Penelitian Tahun II

Hasil penelitian Tahun I, ukuran media TKKS dan lama pengomposan optimum diterapkan pada Penelitian Tahun II. Penelitian Tahun II bertujuan untuk meningkatkan kualitas jamur dan kualitas pupuk Organonitrofos. Tempat penelitian sama dengan penelitian Tahun I. Bahan-bahan yang digunakan untuk produksi jamur

adalah bibit jamur merang, TKKS, dedak, kotoran ayam, pupuk organik/anorganik, kapur pertanian. Bahan-bahan didapatkan dari lingkungan terdekat di Lampung, seperti PTPN VII, perusahaan peternakan ayam, dan toko pertanian. Bahan baku pupuk Organonitrofos terdiri dari kotoran sapi segar (dari PT Juang Jaya), limbah *sludge* industri MSG (dari PT Kirin Indonesia), serbuk sabut kelapa (dari perusahaan serat sabut), kotoran ayam (peternakan ayam), dan arang sekam.

Percobaan pengomposan media TKKS menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang disusun secara faktorial. Perlakuan terdiri dari dua faktor yaitu: jenis pupuk nitrogen dan konsentrasi pupuk, yang masing-masing terdiri dari tiga taraf dan tiga ulangan. Ukuran unit percobaan dan parameter kompos yang diamati sama dengan penelitian Tahun I. Selanjutnya, percobaan produksi jamur merang di dalam kumbung, dilakukan dengan cara yang juga sama dengan Tahun I. Hasil Penelitian akan menunjukkan jenis dan dosis pupuk optimum, berdasarkan produktivitas dan kualitas jamur.

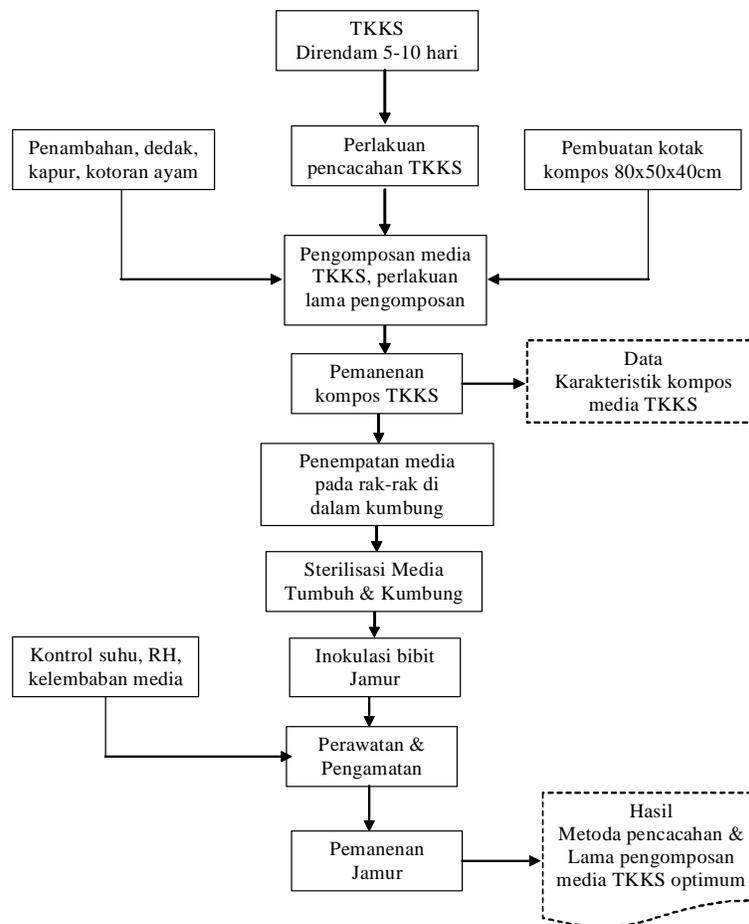
Percobaan pembuatan pupuk Organonitrofos dengan bahan baku campuran dari kompos TKKS bekas media jamur, mengikuti rancangan sebelumnya yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL). Kompos TKKS bekas media jamur dicampurkan bersama dengan bahan baku yang lain, sebelum proses pengomposan dimulai. Banyaknya kompos TKKS yang dicampurkan adalah 40% dari total volume bahan kompos per unit percobaan. Unit percobaan menggunakan karung plastik ukuran 1 kuintal. Setelah difermentasi selama  $\pm 1$  bulan, kompos dipanen dan diayak dengan saringan  $\frac{1}{2}$  cm. Selanjutnya pupuk Organonitrofos diujikan pada tanaman sayuran dalam pot (*pot experiment*). Parameter jamur yang diukur adalah pertumbuhan, jumlah dan ukuran badan buah, kadar protein, lemak, karbohidrat, dan kadar serat. Parameter pupuk Organonitrofos yang diamati kadar C, N, P, K, dan persen lolos saring. Parameter tanaman yang diukur adalah pertumbuhan dan bobot panen. Data dianalisis dengan Sidik ragam dan dilanjutkan dengan uji BNT 0.5%. Bagan alir pelaksanaan Penelitian Tahun II, produksi jamur, pupuk Organonitrofos, dan hasil panen tanaman disajikan pada Gambar 7.

#### 4.2.3 Penelitian Tahun III

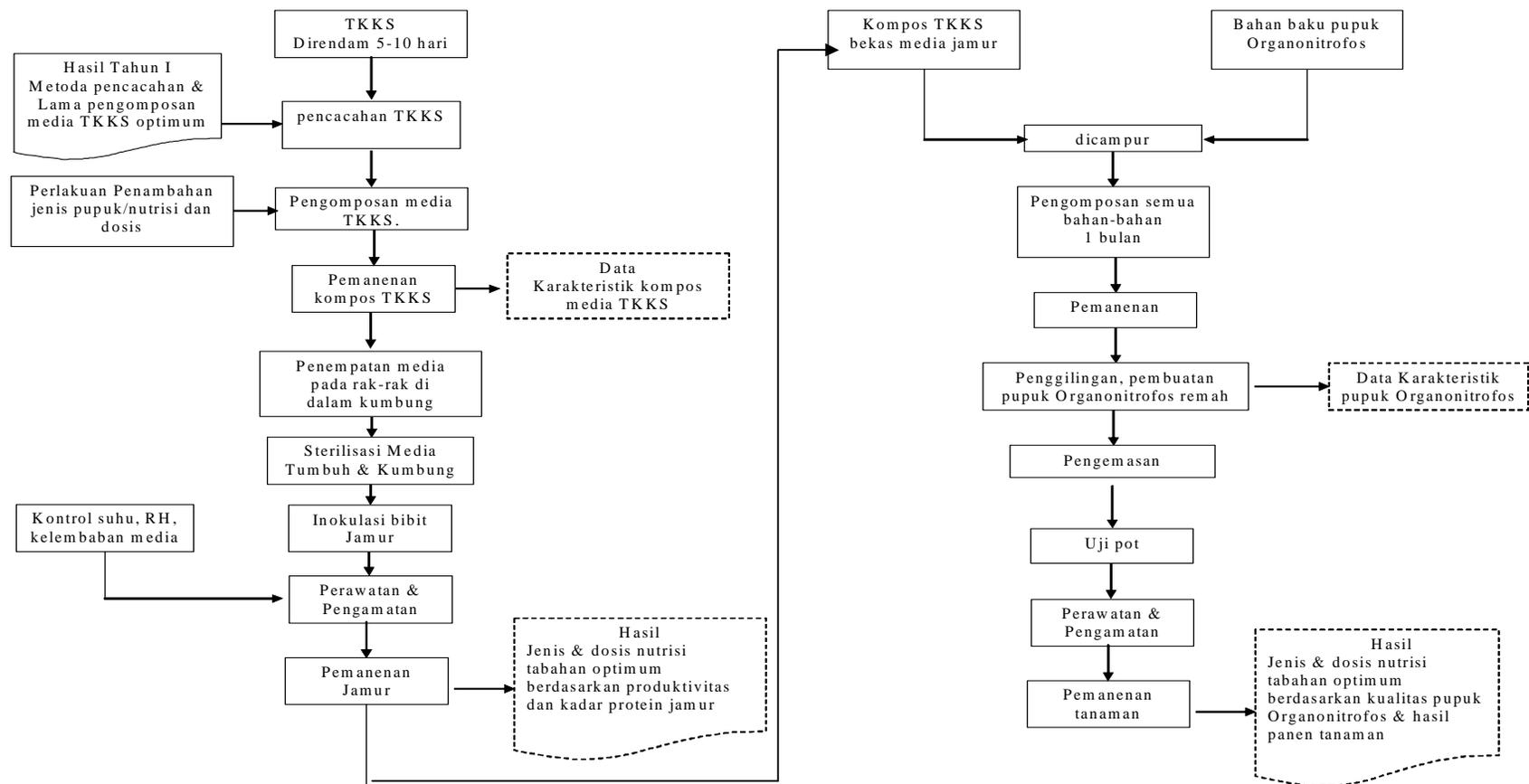
Penelitian Tahun III digunakan untuk diseminasi ke petani. Hasil optimum penelitian Tahun I dan II akan diaplikasikan pada Penelitian Tahun III, produksi jamur terintegrasi dengan produksi pupuk Organonitrofos. Pengomposan media

TKKS dilakukan dalam satu bed (tidak ada rancangan percobaan), dengan ukuran TKKS, lama pengomposan, dan pupuk tambahan serta dosisnya yang optimum. Setelah kompos media TKKS siap pakai, media digunakan untuk produksi jamur merang di dalam kumbung. Setelah produksi jamur selesai, kompos bekas media digunakan untuk memproduksi pupuk Organonitrofos. Terakhir, pupuk Organonitrofos diuji lapangan di tanaman milik petani.

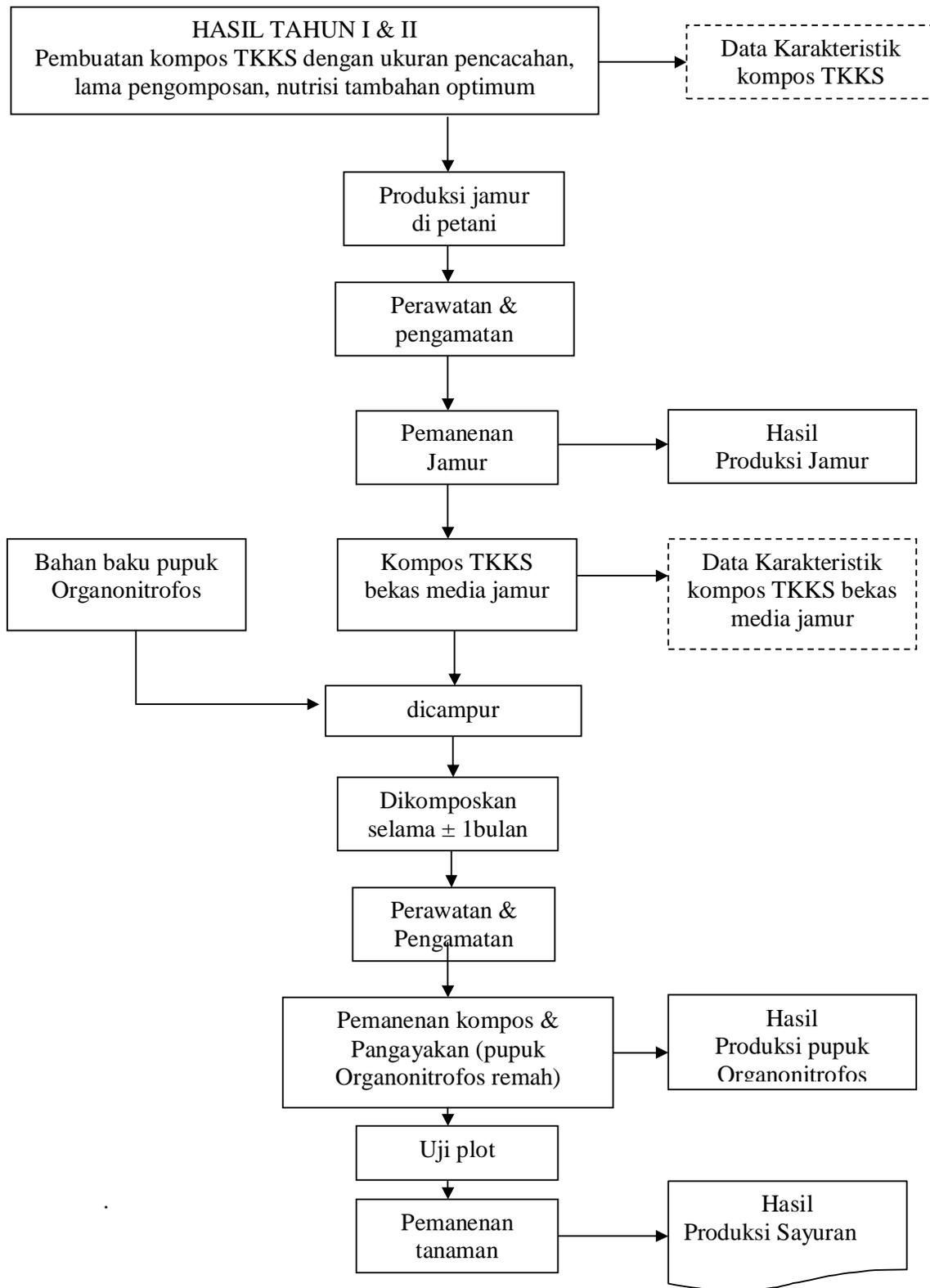
Pada waktu pengomposan TKKS, produksi jamur, produksi pupuk Organonitrofos, dan uji lapangan (*field trial*), Dinas terkait dari Pemda Kabupaten dan Kota di Lampung, serta petani akan diundang untuk menyaksikan proses teknologi produksi jamur dan pupuk Organonitrofos. Dengan demikian Pemda bisa memfasilitasi penyebaran teknologi, sedangkan petani akan tertarik untuk memanfaatkan teknologi tersebut. Bagan alir pelaksanaan penelitian Tahun III disajikan pada Gambar 8.



Gambar 6. Bagan alir pelaksanaan penelitian Tahun I, produksi jamur dengan perlakuan ukuran pencacahan TKKS dan lama pengomposan



Gambar 7. Bagan alir pelaksanaan penelitian Tahun II, produksi jamur dengan perlakuan jenis & dosis nutrisi tambahan, dan produksi serta pengujian pupuk Organonitrofos



Gambar 8. Bagan alir pelaksanaan penelitian Tahun III, produksi Jamur, pupuk Organonitrofos, dan sayuran di petani

## V. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

### 5.1 Hasil

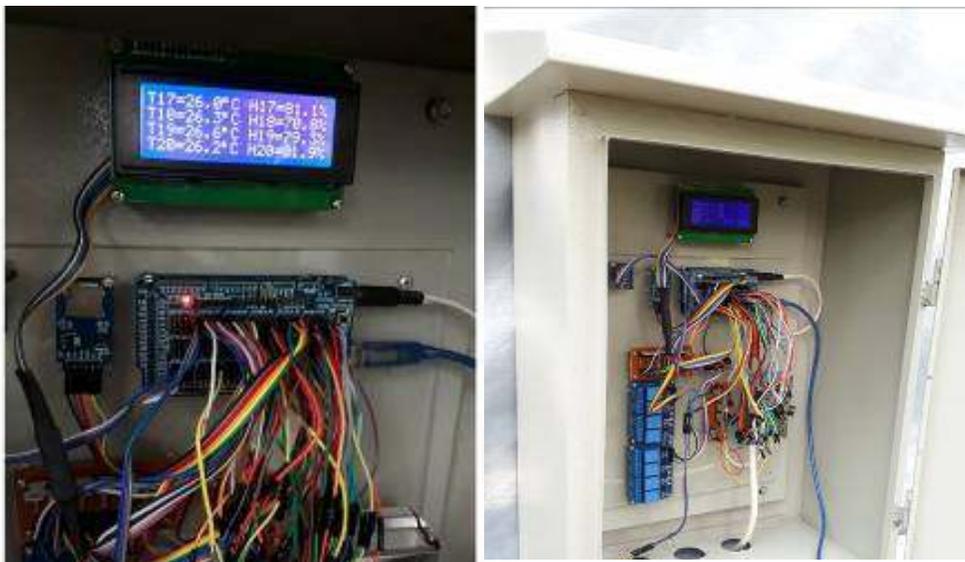
#### 5.1.1 Kumbung dan Alat Kontrol Suhu dan RH Ruang Kumbung

Kumbung atau rumah jamur berukuran panjang 6m, lebar 4m, dan tinggi 4m yang dibuat seperti yang disajikan pada Gambar 9.



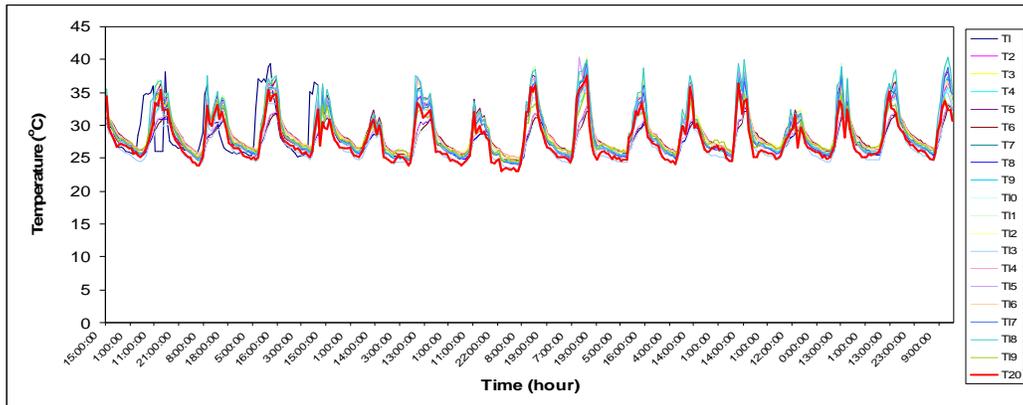
Gambar 9. Kumbung (rumah jamur)

Alat kontrol otomatis (mikrokontroler) suhu dan kelembaban ruang kumbung disajikan pada Gambar 10 berikut.

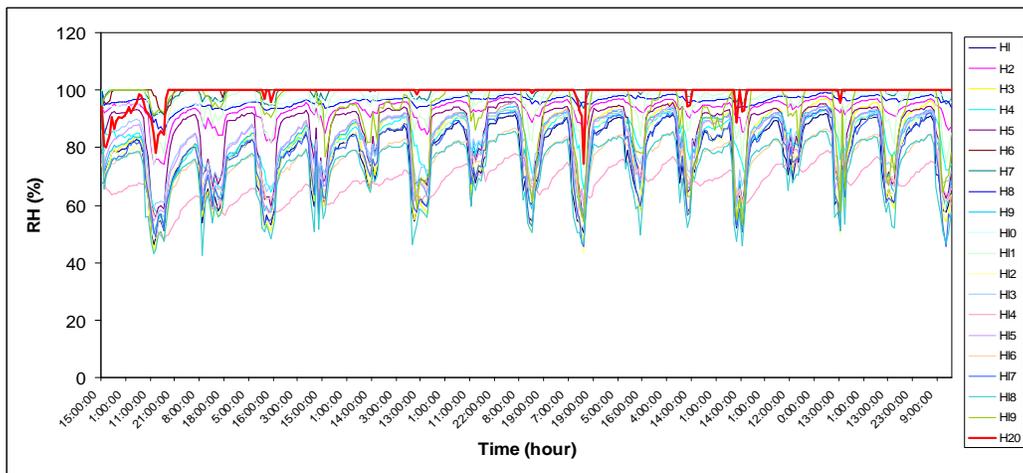


Gambar 10. Mikrokontroler suhu dan kelembaban ruang kumbung

Data-data sebelum dan sesudah dikontrol, kalibrasi dan validasi disajikan pada Gambar 11-16 berikut. Dari 20 sensor (18 di dalam ruang, 1 di atas plafon, 1 di atas atap kumbang), sensor bisa membaca dengan baik. Suhu ruang kumbang menunjukkan kisaran 24°C – 40°C. Kelembaban berkisar antara 42% - 100%. Hal ini menunjukkan bahwa suhu dan kelembaban ruang kumbang perlu dikontrol pada rentang optimum untuk pertumbuhan jamur yaitu pada suhu 28-33°C dan kelembaban 80-90%.

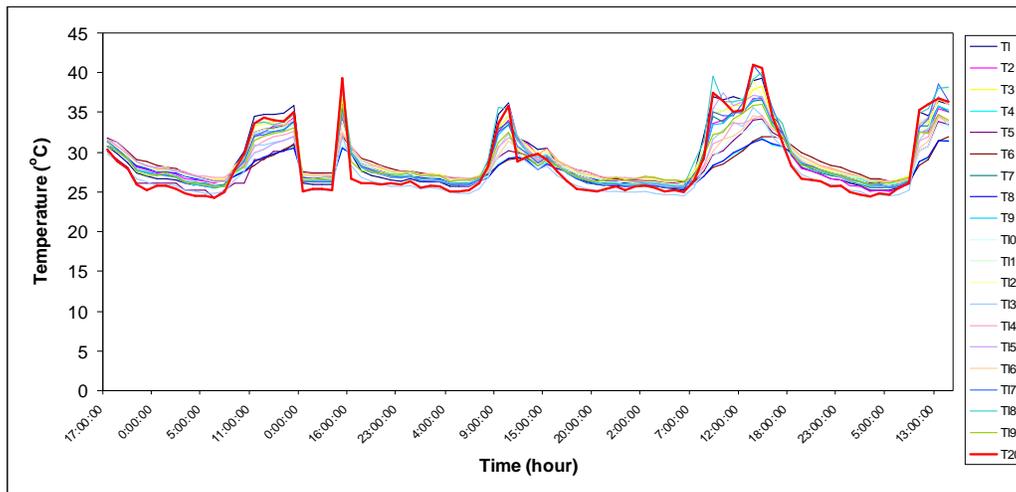


Gambar 11. Suhu di ruang, di atas plafon, dan di atas atap kumbang sebelum dikontrol

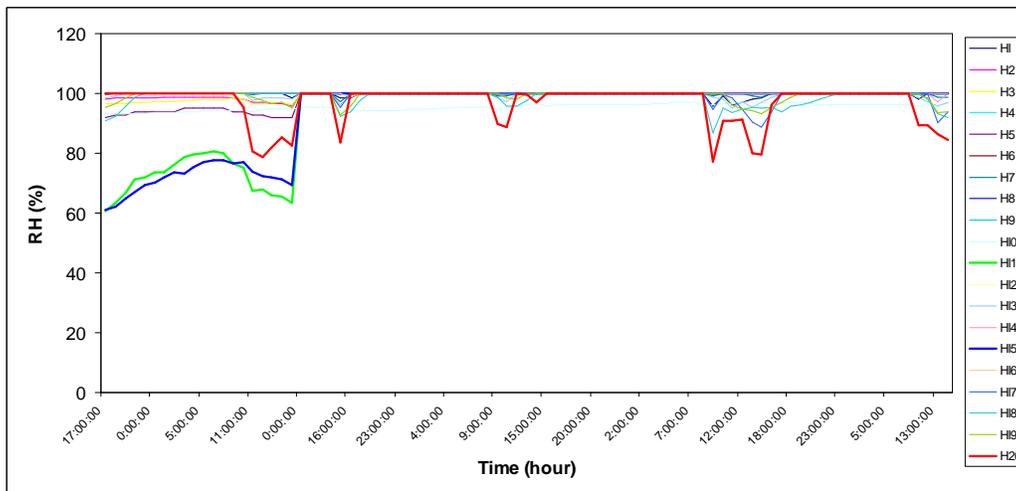


Gambar 12. Kelembaban udara di ruang, di atas plafon, dan di atas atap kumbang sebelum dikontrol

Saat validasi pada kondisi lingkungan jenuh, 20 sensor mampu membaca suhu dan kelembaban jenuh. Suhu pada lingkungan jenuh tidak berbeda dengan kondisi tidak jenuh, yaitu bersisar antara 25-40°C. Sebaliknya, 20 unit sensor membaca kelembaban udara dengan baik yaitu berkisar antara 80-100%. Gambar 14 juga menunjukkan bahwa kelembaban cenderung turun sampai sekitar 80% pada sekitar tengah hari.

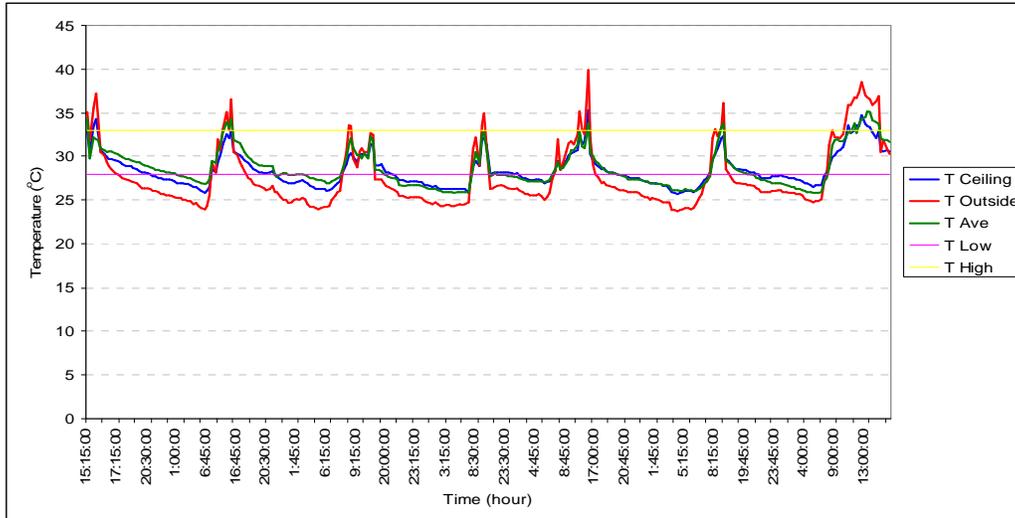


Gambar 13. Suhu di ruang, di atas plafon, dan di atas atap kumbang pada saat validasi jenuh

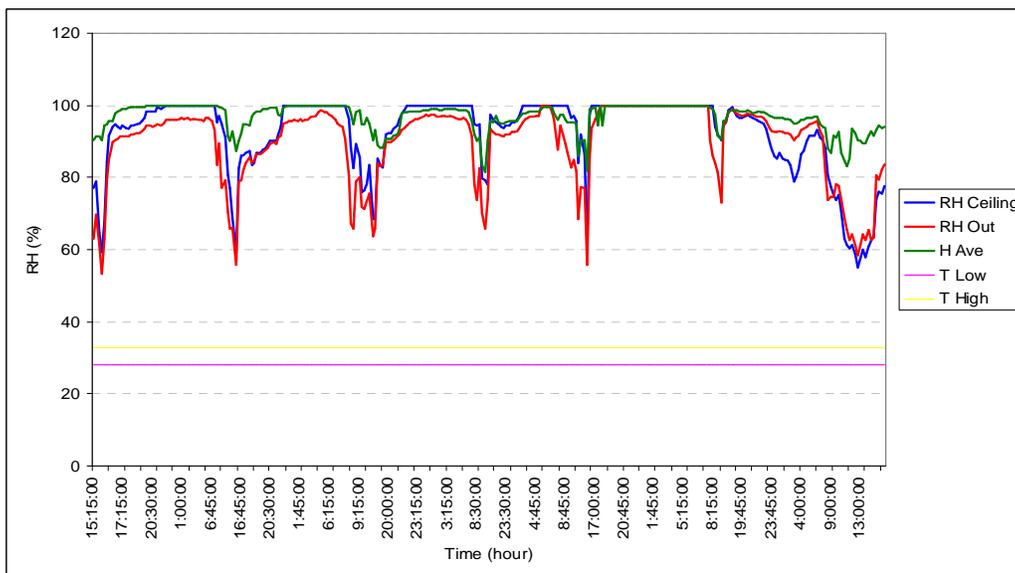


Gambar 14. Kelembaban di ruang, di atas plafon, dan di atas atap kumbang pada saat validasi jenuh

Gambar 15 dan 16 menunjukkan suhu dan kelembaban yang sudah dikontrol dengan mikrokontroler. Gambar 15 menunjukkan bahwa suhu rata-rata ruang kumbang berkisar antara 28-33°C, hanya sedikit yang dibawah 28°C dan demikian juga yang di atas 33°C. Sebaliknya, suhu di atas plafon dan atap (tanpa kontrol) menunjukkan kisaran yang lebih lebar (24-39°C).



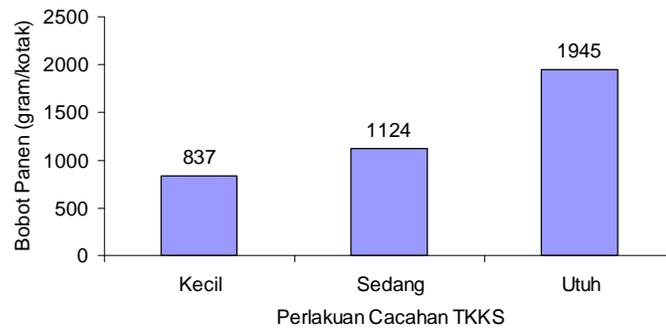
Gambar 15. Suhu rata-rata di ruang (setelah dikontrol), di atas plafon, dan di atas atap kumbang



Gambar 16. Kelembaban rata-rata di ruang (setelah dikontrol), di atas plafon, dan di atas atap kumbang

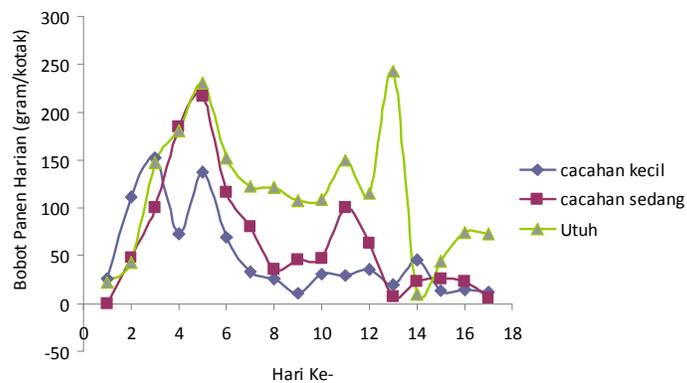
### 5.1.2 Hasil Panen Jamur

Gambar 17 menyajikan data bobot panen total per kotak untuk setiap ukuran cacahan TKKS. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa cacahan TKKS berpengaruh nyata terhadap bobot panen total per kotak. Ukuran TKKS utuh memberikan hasil panen tertinggi, diikuti oleh ukuran sedang, dan yang sedikit produksinya adalah TKKS dengan ukuran cacahan kecil. Sementara perlakuan lama perendaman TKKS tidak berpengaruh nyata.



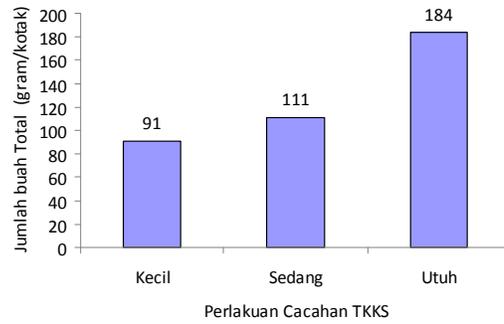
Gambar 17. Bobot panen badan buah total rata-rata per kotak

Gambar 18 menyajikan bobot badan buah panen harian rata-rata per kotak berdasarkan perlakuan ukuran cacahan TKKS. Perlakuan TKKS utuh tampak hampir secara selalu unggul dalam produksi harian.



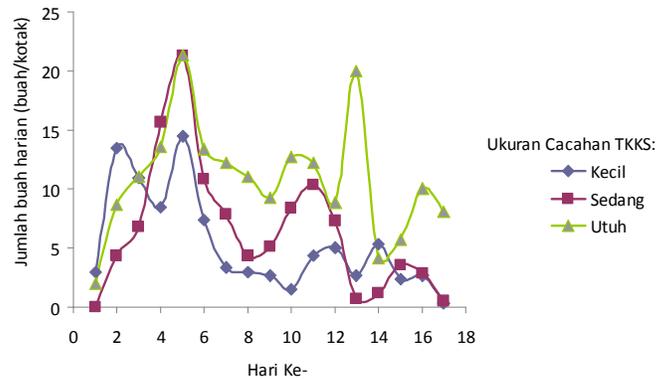
Gambar 18. Bobot panen badan buah harian rata-rata per kotak

Gambar 19 menyajikan data jumlah badan buah total panen yang kurang lebih konsisten dengan data bobot panen. TKKS utuh menghasilkan badan buah yang lebih banyak, secara nyata berbeda dengan hasil dari TKKS cacahan kecil dan sedang.



Gambar 19. Jumlah badan buah total rata-rata per kotak

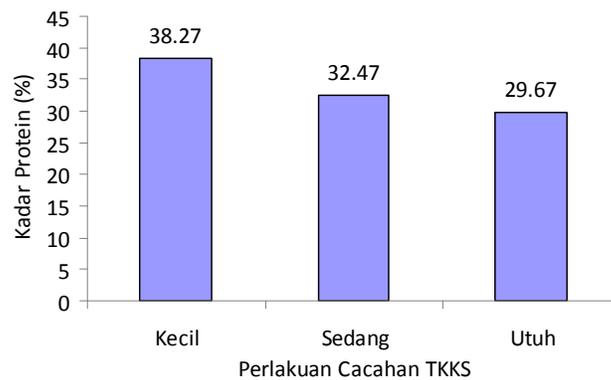
Gambar 20 menyajikan data jumlah badan buah harian rata-rata per kotak berdasarkan perlakuan ukuran cacahan TKKS. Data jumlah badan buah menunjukkan konsistensi dengan bobot panen. TKKS utuh juga hampir selalu unggul dalam hal jumlah panen harian.



Gambar 20. Jumlah badan buah harian rata-rata per kotak

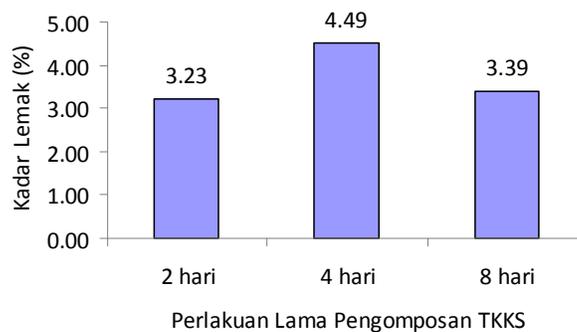
### 5.1.3 Kualitas Jamur

Kualitas jamur yang dihasilkan diukur dengan parameter kadar protein, kadar lemak, kadar serat. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa ukuran cacahan TKKS berpengaruh secara nyata terhadap kadar protein kasar pada level 5%, sedangkan lama pengomposan media TKKS tidak nyata berpengaruh. Gambar 21 menunjukkan data kadar protein kasar berdasarkan perlakuan ukuran TKKS. Kebalikan dengan data bobot panen, kadar protein tertinggi terdapat pada media TKKS dengan ukuran cacahan kecil.



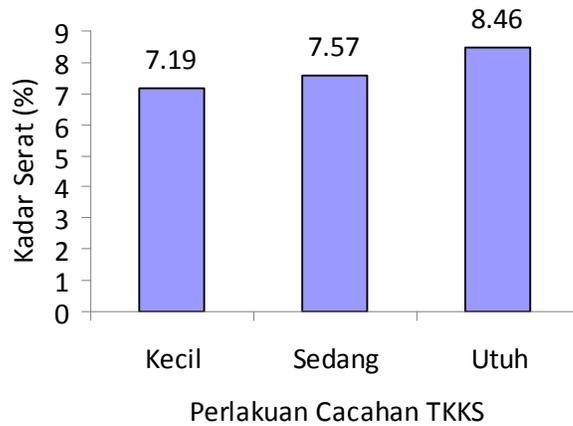
Gambar 21. Kadar Protein

Gambar 22 menyajikan kadar lemak berdasarkan perlakuan lama pengomposan media TKKS. Berdasarkan analisis sidik ragam, lama pengomposan berpengaruh nyata terhadap kadar lemak jamur pada level 5%. Kadar lemak jamur pada perlakuan pengomposan 4 hari menunjukkan level yang tertinggi.



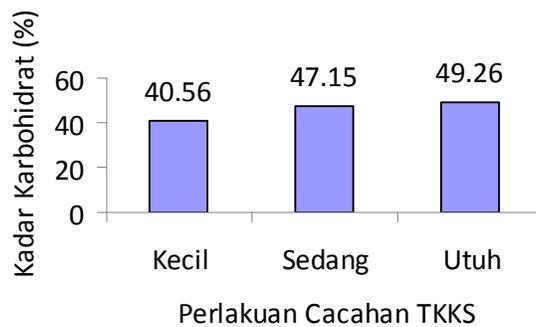
Gambar 22. Kadar Lemak

Kadar serat kasar jamur berdasarkan perlakuan cacahan TKKS disajikan pada Gambar 23. Berdasarkan analisis sidik ragam, perlakuan cacahan TKKS berpengaruh nyata terhadap kadar serat kasar. Perlakuan cacahan TKKS utuh menghasilkan produk jamur dengan kadar serat kasar tertinggi.



Gambar 23. Kadar Serat Kasar

Data kadar karbohidrat jamur berdasarkan perlakuan ukuran cacahan TKKS disajikan pada Gambar 24. Berdasarkan analisis sidik ragam pada level 5%, baik perlakuan ukuran cacahan maupun lama pengomposan TKKS tidak berpengaruh nyata terhadap kadar karbohidrat.



Gambar 24. Kadar karbohidrat

## 5.2 Luaran yang dihasilkan

Tabel 1. Target dan Capaian Luaran

No	Jenis Luaran		Indikator Capaian		
			TS	TS+1	TS+2
1	Model/Purwarupa/Desain/Karya seni/ Rekayasa Sosial		Tdk ada	Tdk ada	Tdk ada
2	Teknologi Tepat Guna		terdaftar	terdaftar	granted
3	Publikasi Ilmiah:	Internasional	draft	accepted	published
		Nasional Terakreditasi	submitted	accepted	published
4	Pemakalah dalam pertemuan ilmiah:	Internasional	sudah	Tdk ada	Tdk ada
		Nasional	Tdk ada	sudah	sudah
5	Keynote speaker dalam pertemuan ilmiah	Internasional	Tdk ada	Tdk ada	Tdk ada
		Nasional	Tdk ada	Tdk ada	Tdk ada
6	Visiting Lecturer	Internasional	Tdk ada	Tdk ada	Tdk ada
7	Hak Atas Kekayaan Intelektual (HKI)	Paten	Tdk ada	Tdk ada	Draf
		Paten sederhana	Tdk ada	Tdk ada	Draf
		Hak Cipta	Tdk ada	Tdk ada	Draf
		Merek dagang	Proses daftar	ada	ada
		Rahasia dagang	Tdk ada	Tdk ada	Tdk ada
		Desain Produk Industri	ada	ada	ada
		Indikasi Geografis	Tdk ada	Tdk ada	Tdk ada
		Perlindungan Varietas Tanaman	Tdk ada	Tdk ada	Tdk ada
8	Buku Ajar (ISBN)	Perlindungan Topografi Sirkuit Terpadu	Tdk ada	Tdk ada	Tdk ada
			draf	draf	editing
9	Tingkat Kesiapan Teknologi (TKT)		5	6	9

## **VI. RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA**

### **6.1 Publikasi Artikel Ilmiah**

Rencana berikutnya adalah menyelesaikan luaran yang sudah direncanakan yaitu: melanjutkan seminar nasional ataupun internasional, melakukan publikasi jurnal nasional terakreditasi dan internasional bereputasi, menyelesaikan buku ajar, melanjutkan pengurusan pendaftaran merek dagang dari kemenperindag dan izin edar dari kementan. Selanjutnya melanjutkan pengurusan Perolehan HAKI dan paten.

### **6.2 Penelitian Tahun II**

Sesuai rencana di usulan penelitian, Penelitian Tahun II dilaksanakan di Tahun 2018. Penelitian digunakan untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas jamur dan pupuk organik Organonitrofos. Setelah pelaksanaan penelitian Tahun II, hasilnya dilanjutkan dipublikais pada seminar nasional dan internasional, publikasi jurnal nasional dan internasional, menyelesaikan penulisan buku ajar.

## VII. KESIMPULAN DAN SARAN

### 7.1 Kesimpulan

1. Suhu dan kelembaban ruang kumbung tidak optimum untuk kebutuhan pertumbuhan jamur, karena itu perlu dikontrol pada kondisi optimum untuk pertumbuhan jamur. Mikrokontroler mampu memonitor dan mengendalikan suhu dan kelembaban pada skala sekitar optimum (suhu 28-33°C an RH 80-95%) untuk pertumbuhan jamur
2. Ukuran cacahan TKKS berpengaruh secara nyata pada bobot panen, kadar protein, dan kadar serat, sedangkan lama pengomposan berpengaruh nyata terhadap kadar lemak. Namun demikian, kedua faktor tersebut tidak menunjukkan adanya interaksi. Sementara, kadar karbohidrat tidak dipengaruhi secara nyata oleh kedua faktor tersebut.
3. TKKS ukuran utuh menghasilkan bobot panen tertinggi, sedangkan TKKS ukuran kecil menghasilkan kadar protein tertinggi. Lama pengomposan 4 hari menghasilkan jamur berkadar lemak tertinggi.

### 7.2 Saran

Penelitian peningkatan kualitas jamur dan pupuk organik Organonitrofos sangat penting untuk dilakukan. Karena itu, dukungan dari pihak DRPM diharapkan untuk bisa dilanjutkan ke penelitian di Tahun II dan III.

## REFERENSI

- Akmaludin, D. dan E. T. Luthfi. 2014. Prototipe Rumah Jamur Merang Otomatis Dengan Pengendali Suhu Dan Kelembaban Menggunakan Mikrokontroller Atmega8535. Naskah tidak dipublikasi, Jurusan Teknik Informatika, STMIK AMIKOM YOGYAKARTA.
- Aptindo. 2012. Gandum Serelia Berprotein Tinggi. Asosiasi Produsen Tepung Terigu Indonesia (Aptindo). [http://www.aptindo.or.id/index.php?option=com\\_content&view=article&id=56:gandum-serelia-berprotein-tinggi-&catid=35:artikel&Itemid=57](http://www.aptindo.or.id/index.php?option=com_content&view=article&id=56:gandum-serelia-berprotein-tinggi-&catid=35:artikel&Itemid=57)
- Arifestiananda, S., Setiyono, Dan R. Soedradjad. 2015. Pengaruh Waktu Pengomposan Media Dan Dosis Kotoran Ayam Terhadap Hasil Dan Kandungan Protein Jamur Merang. *Berkala Ilmiah PERTANIAN. Volume X, Nomor X, Bulan Xxx, Hlm X-X.*
- Candra, H., S. Triyono, M. Z. Kadir, dan A. Tusi. 2016. Rancang Bangun dan Uji Kinerja Sistem Kontrol Otomatis pada Irigasi Tetes Menggunakan Mikrokontroller Arduino. *J. Teknik Pertanian Lampung Vol. 4 (4), 2016: 235-244.*
- Dermiyati, J. Lumbanraja, S. Triyono, dan H. Ismono. 2015. Pengembangan Pupuk Organonitrofos Plus dan Deseminasinya pada Kelompok Tani. Laporan Penelitian Ipteks, RistekDikti.
- Farid, A., 2011. Pengaruh Pengomposan Dan Macam Sumber Karbohidrat Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Jamur Merang. Skripsi. Program Studi Agronomi Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Jember.
- Ichsan, C.N., F. Harun, dan N. Ariska. 2011. Karakteristik Pertumbuhan Dan Hasil Jamur Merang (*Volvariella volvacea* L.) Pada Media Tanam Dan Konsentrasi Pupuk Biogreen Yang Berbeda. *J. Floratek 6: 171 – 180.*
- Irawati, M., A. Wydia, dan O.S. Dharmaputra. 1999. Campuran Kapas dan Klaras Pisang sebagai Media Tanam Jamur Merang. *J. Microbiologi Indonesia 4 (1): -*
- Iriana, D.W. 2007. Bisnis Jamur, Bikin Terguir. Informasi Pertanian. <http://agribisnis-indonesia.blogspot.co.id/2007/11/bisnis-jamur-bikin-tergiur.html>
- Karsid, R. Aziz, H. Apriyanto. 2015. Aplikasi Kontrol Otomatis Suhu dan Kelembaban untuk Peningkatan Produktivitas Budidaya Jamur Merang. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan 4 (3): 86-88.*
- Mayun, I.A. 2007. Pertumbuhan Jamur Merang (*Volvariella volvacea*) pada Berbagai Media Tumbuh. *Agritrop, 26 (3): 124-128.*

- Nugroho,S.G., J. Lumbanraja, Dermiyati, S. Triyono, dan H. Ismono. 2012. Optimum Ratio of Fresh Manure and Grain Size of Phosphate Rock Mixture in a Formulated Compost for Organomineral NP Fertilizer J. Tanah Tropika Vol. 17 (2): 121-128.
- Nugroho,S.G., J. Lumbanraja, Dermiyati, S. Triyono, dan H. Ismono. 2013. Inoculation Effect of N<sub>2</sub>-Fixer and P-Solubilizer into a Mixture of Fresh Manure and Phosphate Rock Formulated as Organonitrofos Fertilizer on Bacterial and Fungal Populations. J. Tropical Soils, Vol. 18 (1): 75-80
- ParadiGma. 2014. Perbedaan Nutrisi Beras Hitam, Beras Putih, dan Beras Merah. <http://berashitam.net/perbedaan-nutrisi-beras-hitam-beras-putih-dan-beras-merah/>
- Rahmanda, R. 2014. Pertumbuhan Jamur Merang (*Volvariella Volvacea*) Menggunakan Media Tanam Serabut Kelapa Sebagai Sumber Belajar Biologi SMA Kelas X pada Materi Pembelajaran Jamur. JUPEMASI-PBIO, 1 (1): 103-105.
- Riduwan, M., D. Hariyono, dan M. Nawawi. 2013. Pertumbuhan Dan Hasil Jamur Merang (*Volvariella Volvacea*) Pada Berbagai Sistem Penebaran Bibit Dan Ketebalan Media. Jurnal Produksi Tanaman 1 (1): 70-79.
- Sukendro, L., A. W. Gunawan. Dan O.S. Dharmaputra. 2001. Pengaruh Waktu Pengomposan Limbah Kapas terhadap Produksi Jamur Merang. J. Mikrobiologi Indonesia 6 (1):-
- Sunandar, B. 2010. Budidaya Jamur Merang. BPTP Jawa Barat, BPPP Kementan. Jakarta.
- Sunarsa I.M., A.R. Widodo, S.T. Rasmana, dan Ihyauddin. 2010. Rancang Bangun Sistem Kontrol Pada Prototipe Kumbung Untuk Budidaya Jamur Merang Putih. SNASTI 2010, ICCS – 6. Naskah tidak terpublikasi. Program Studi S1 Sistem Komputer, STIKOM Surabaya.
- Wakchaure, G.C. 2011. Production and Marketing of Mushrooms: Global and National Scenario. ResearchGate. <https://www.researchgate.net/publication/235951347>
- Zuyasna, M. Nasution, dan D. Fitriani. 2011. Pertumbuhan Dan Hasil Jamur Merang Akibat Perbedaan Media Tanam Dan Konsentrasi Pupuk Super A-1. J. Floratek 6: 92 – 103.

## **LAMPIRAN I**

**PRODUK JAMUR MERANG DAN PUPUK ORGANONITROFOS**



**LAMPIRAN II**  
**DESAIN LOGO, KEMASAN, DAN PENGAJUAN MEREK**  
**DAGANG**



**PUPUK ORGANIK**  
Untuk Tanaman Pangan dan Hortikultura

**OF**  
ORGANONITROPOS

Ntotal (%)	= 8,07
P2O5total (%)	= 3,34
K2O (%)	= 2,09
Campak (%)	= 12,19
CN Ratio	= 11,00
pH	= 6,88
Kadar Air (%)	= 5,00

Mengandung unsur mikro dan mikroba yang bermanfaat

Diproduksi Oleh: CV Organonila Farm  
Dilina Oleh: Universitas Lampung



* Tgl. Masuk	23/10/2015	* Untuk Permisian Merek	DAGANG
* No. Agenda	D002015046867	* Tgl. Permisian Permisian	
Nama, Keanggotaan dan alamat Pemilik Merek	1. CV. ORGANONILA FARM Jl. Limang Saripti Gg. Sirend Kel, Karang Baru, Kec. Labuhan Ratu, Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung		
Nama dan alamat Isuasi	1. Agus Supriyono, S.Kom., M.Si. Kominfo 100 no 152-2011 IPINDO Citra Green Garden no. 10, Jalan Cikara 177, Rumbi Banding 40174		
Alamat yang dimiliki di Indonesia (Ditulis untuk pemilik merek yang tidak bertempat tinggal di Indonesia).			
Nama Dagang dan tanggal permisian Pendaftaran merek yang pertama kali Ditulis untuk permisian pendaftaran merek.			

### **LAMPIRAN III**

SERTIFIKAT DAN MAKALAH SEMINAR INTERNASIONAL INDONESIAN  
SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERING, BANDAR LAMPUNG 10-12  
AGUSTUS 2017: APPLICATION OF MICROCONTROLLER TO CONTROL  
ROOM ENVIRONMENT OF A MUSHROOM HOUSE



Gambar 25. Sertifikat seminar internasional

## **APPLICATION OF MICROCONTROLLER TO CONTROL ROOM ENVIRONMENT OF A MUSHROOM HOUSE**

BY

Sugeng Triyono<sup>1)</sup>, Dermiyati<sup>2)</sup>, Jamalam Lumbanraja<sup>2)</sup>, Hanung Ismono<sup>3)</sup>,  
Aditya H. Probowo<sup>4)</sup>,

<sup>1)</sup> Lecturer at the Department of Agricultural Engineering, University of Lampung

<sup>2)</sup> Professor at the Department of Soil Sciences, University of Lampung

<sup>3)</sup> Lecturer at the Department of Agribusiness, University of Lampung

<sup>4)</sup> Student at the Department of Agricultural Engineering University of Lampung

Contact: [striyono2001@yahoo.com](mailto:striyono2001@yahoo.com)

### **ABSTRACT**

The objective of this research is how to control proper room temperature and humidity in a straw mushroom producing house with the targets of 28-33°C temperature, and 80-90% relative humidity. Research was conducted by building a mushroom house (4m wide x 6m long x4m high), steel framed, asbestos roofed with 3mm plywood ceiling, and 60% screen net wall layered with 14%UV transparent plastic. The mushroom house was equipped with a microcontroller to monitor and control the room temperature and relative humidity. Twenty units of SHT22 sensor were installed to monitor the temperature and humidity; eighteen in the room, one above the ceiling, and the last was placed outside the house (above the roof). The system was equipped with 4 units of water sprayer heads to elevate the room humidity and decrease the room temperature. Two units of vents were installed at the upper wall to exhaust the room air when the humidity and temperature were above the optimum ranges. A unit of heater was added at the middle of the room to elevate the room temperature when it went down bellow 28°C. Results showed that when the temperature and humidity were not controlled, they could fluctuate out of the optimum ranges; temperature increased above 33°C and went down to 25°C. Likewise; humidity was ranging between about 50% to saturation. However; when the control was activated, the temperature and humidity were in general close to the optimum ranges.

Key words: mushroom, microcontroller, temperature, humidity, empty fruit bunch

## BACKGROUND

Cultivating of straw mushroom can be a potential alternative in the term of diversification of protein sources, because straw mushroom is one nutritious food with high content of protein. Some edible mushrooms grown in Indonesia are *Agaricus bisporus*, *Auricularia auricula*, *Lentinula edodes*, *Pleurotus ostreatus*, dan *Volvariella volvacea* or straw mushroom. Straw mushroom dominates the portion by 55%—60% of domestic production (Iriana, 2007). However; Production and consumption of straw mushroom in Indonesia is still low, only limited people realize its good nutrition and consume mushroom. The world's production of edible mushroom is about 3,5 million tons/year, whilst Indonesian production is only 68 thousand tons or less than 2% of the world's production (Wakchaure, 2011). The fact showed that mushroom cultivation is very prospective to develop in Indonesia.

Straw mushroom (*Volvariella volvaceae* L) is more preferable to others because of its exceptional taste besides its high content of nutrition. Some researchs showed that straw mushroom's protein content was about 25.9-28.5% (Sunandar, 2010). This protein content is higher if compared to rice's protein content which is only 8,4% (ParadiGma, 2014), or to wheat's content which is about 6-17% (Aptindo, 2012). Straw mushroom also contains 9 of 10 types of essential amino acids known. 72% of fat contained in straw mushroom is unsaturated fat. Some vitamins, such as B1 (thiamine), B2 (riboflavine), niacin and biotin are also contained in the straw mushroom. Straw mushroom is also known containing various minerals such as K, P, Ca, Na, Mg, dan Cu (Sunandar, 2010).

Straw mushroom is normally grown on rice straw media, which is firstly added with some fertilizers, limes, and carbohydrate-containing materials, and then composed after all. However; straw mushroom is in fact can be grown on media some cellulose materials other than rice straw especially for agricultural solid wastes such as EFB, dried banana leaf, coconut husk, sugar cane baggase, saw dusk. Additional materials such as rice bran (as sources of carbohydrates), organic/inorganic fertilizers, chicken litters (sources of decomposers and nitrogen), lime (for controlling pH) are added to the main medium and mixed prior to composting (Arifestiananda, 2015; Zuyasna dkk., 2011; Farid, 2011; Ichsan dkk., 2011).

Utilization of EFB used as the growing medium for straw mushroom is prospective in that EFB is abundant waste from palm oil industries in Lampung and even in Indonesia. In addition, EFB is high content of cellulose which is needed for mushroom's growth. The spent medium then can be used for organic fertilizer. Therefore; there is some added value of the solid waste, as the mushroom growing medium and as organic fertilizers or compost.

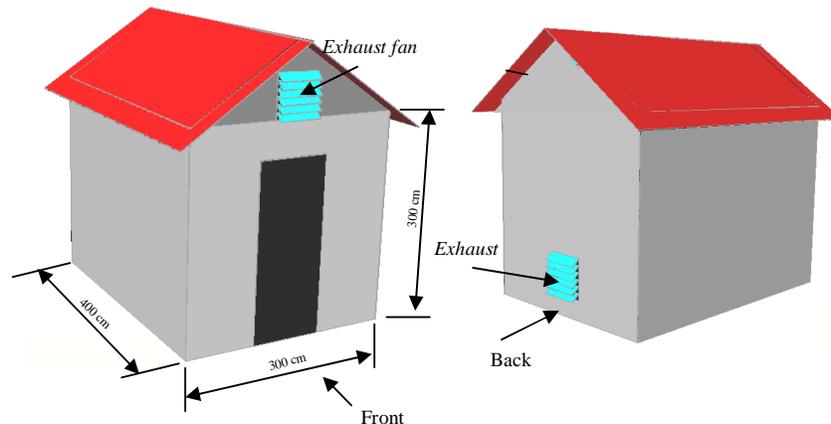
Straw mushroom is grown in a mushroom house which is so called "kumbung". Proper environment (room temperature and relative humidity) is needed for straw mushroom to grow well. Growers know that the optimum temperature ranges from about 28°C to 33°C, and the optimum relative humidity (RH) ranges from 80% to 90%. Traditionally growers control room temperature and RH by opening and closing ventilation. They spray the floor with water in order to increase RH. This traditionally method of controlling room temperature and relative humidity is neither accurate nor effective. When temperature sharply elevates, the opening ventilation is not effective enough to naturally deliver the warming air temperature from inside to the outside mushroom house. A mechanical exhaust is apparently required to solve this problem.

Automatically controlled room environment of the mushroom house might be the best solution to get the optimum temperature and humidity needed by mushroom. Researches on the use of microcontroller for controlling hydroponic plant's environment have been done (Candra et al., 2016). Other research works on the use of microcontroller to control the mushroom's environment have been found too (Sunarsa dkk., 2010; Akmaludin dan Luthfi, 2014; Karsid dkk., 2015). All of the researches; however, were done in smaller scale models of mushrooms. So we need further pictures of the application of microcontroller on true size of mushroom house in term of controlling the environment. This research aims to observe temperature and humidity profiles in a 4x6x4 m<sup>3</sup> mushroom house.

## MATERIALS AND METHOD

Research was started by building a mushroom house with the size of 4x6 m<sup>2</sup> large and 4 m high. The structure was supported by steel frame, while the wall was sealed with woven plastic screen and doubled with plastic tarpaulin to get a better thermal insulation. The roof was made of wavy asbestos; ceiling was from 3 mm plywood. The wall was equipped with 2 units of exhaust vents to draw warm air in the inside to the outside of the mushroom house.

Four units of nozzle water sprayers were mounted at the ceiling, to elevate humidity and lower temperature. A mixing vent was also installed on the ceiling in order to make room air homogeneous. A set of heater was placed underneath of the mixing vent. These equipments were all automatically controlled by assembled microcontroller using processor of Arduino Mega 2560. Twenty units of DHT sensor were mounted; 18 units inside the room, one above the ceiling, the last one above the roof (outside the building). After all, the system was calibrated, validated, and then tested before the true mushroom production. Consistency of the temperature and humidity was assessed by using trial and error.



**RESULTS  
DISCUSSION**

Figure 1. "Kumbung" the mushroom house

**AND**

A set of microcontroller assembled using the Arduino mega 2560 processor was displayed on Figure 2. This control monitored temperature and humidity outside the room (two sensors, above the ceiling and above the roof), and also control temperature and humidity inside the room through twenty units of DHT 22 sensor.

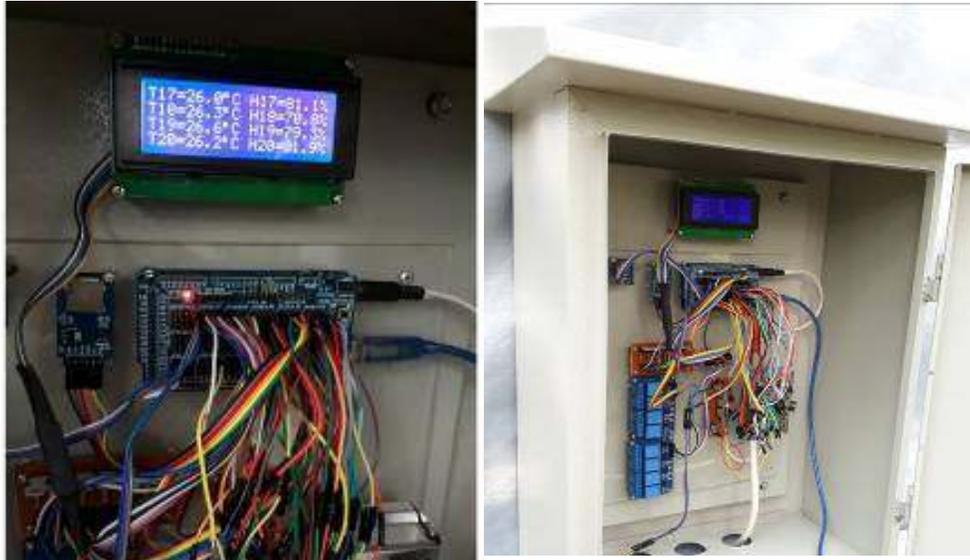


Figure 2. Microcontroller set

Figure 3 shows hourly temperature profile for one month. Average outside (above the roof) temperature was  $37.46^{\circ}\text{C}$ , too high for mushroom to grow. Average ceiling (above the ceiling) temperature was  $35.43^{\circ}\text{C}$ , still high for mushroom to grow well. The temperature difference showed the sealing effect of the waved asbestos roof. Average temperature inside the room was  $37.22^{\circ}\text{C}$ , still higher than the optimum temperature needed, showing that the room temperature needs to be controlled to around be optimum (max of  $33^{\circ}\text{C}$ ). Especially just before and after noon, temperature was rising to pick points of almost  $40^{\circ}\text{C}$  which were dead points.

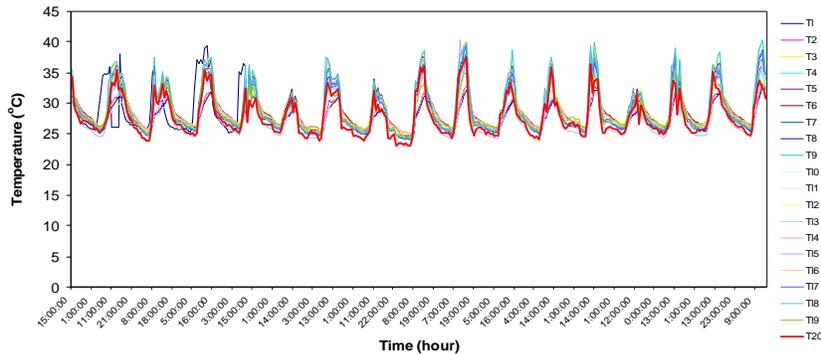


Figure 3. Uncontrolled room, above ceiling, above roof temperatures

Figure 4 shows humidity at room, above ceiling, and above roof of mushroom house. Humidity above roof of the mushroom was 98.9% almost saturation, minimum of 74.4%, and maximum of 99.9% just saturation. Above the ceiling, humidity was 92.7% on the average, minimum of 53.1%, and maximum of 99.9%. Inside the room of the mushroom house, humidity was 84.8% on the average, meaning that humidity met the optimum requirement. However, the minimum humidity of 63.5% was definitely too low, meaning that room humidity needs to be

controlled. The maximum humidity of 94.1%; however, was fairly close to the optimum range.

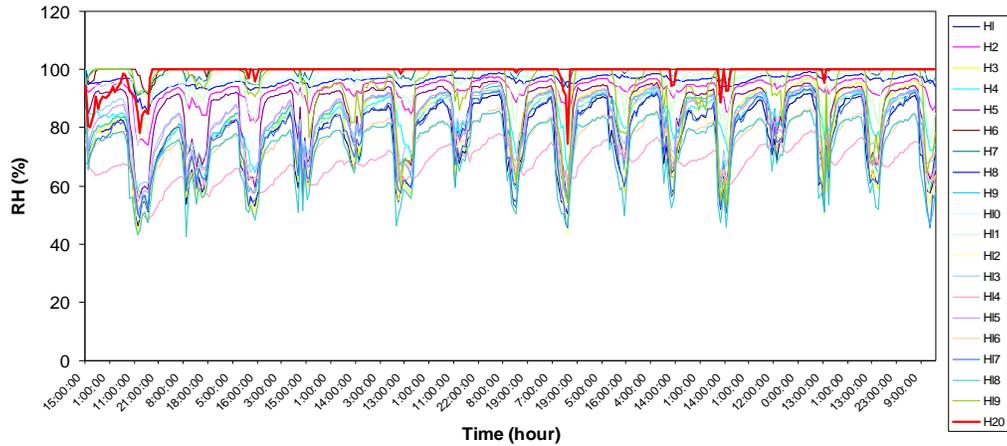


Figure 4. Uncontrolled room, above ceiling, above roof humidity

Sensors were had to be validated to make sure that the sensor could read properly at saturated humidity. All sensors showed almost the same temperatures for average and minimum temperatures, meaning that all sensors had no problem in reading the saturated temperatures. For maximum temperatures, sensors showing the highest temperature at outside were just normal.

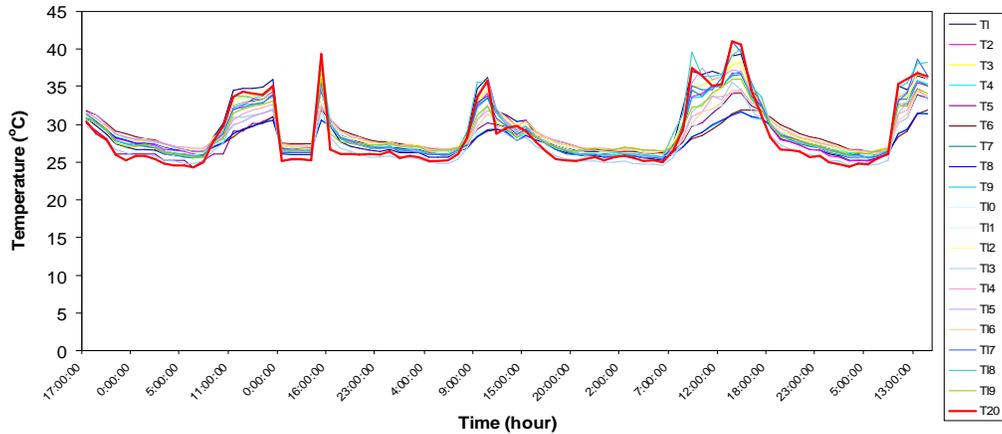


Figure 5. Room, above ceiling, above roof temperatures at saturated humidity

For humidity validation at saturation, Figure 6 showed just all sensors could reach saturated humidity, meaning that all sensors had no problem of reading at maximum ranges.

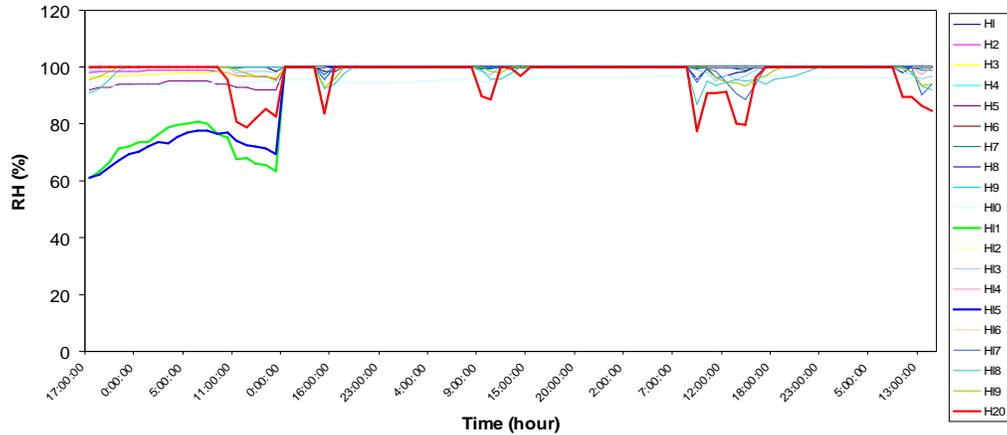


Figure 6. Room, above ceiling, above roof humidity at saturated points

Figure 6 showed controlled room temperature, above ceiling and above roof temperatures. Average room temperature of 28.64°C was good since it was in the optimum range. However; the minimum temperature of 25.81°C and the maximum temperature of 35.13°C were somewhat critical points. The minimum temperature of 25.81 °C might not so bad, but the maximum temperature of 35.13°C might cause very serious effect on mushroom growth. This critical temperatures mostly happened just before and after noon. This problem implied that some modifications of coding of water spray and exhaust vent were needed to be done.

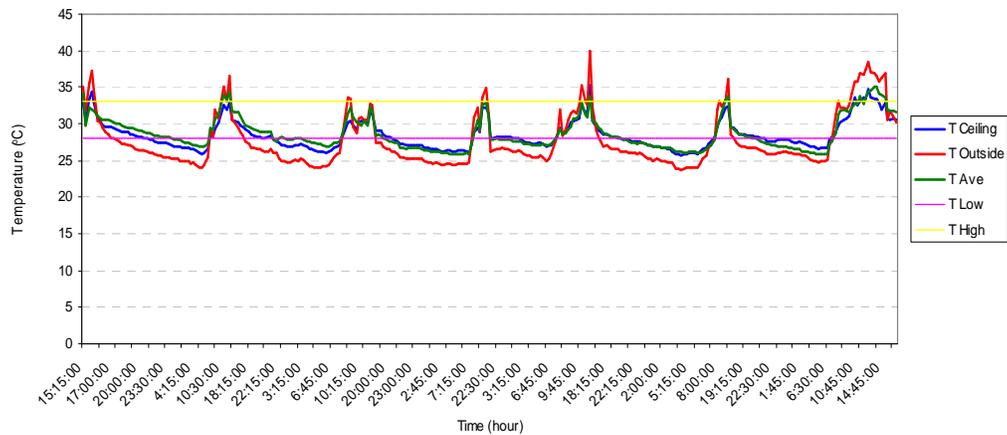
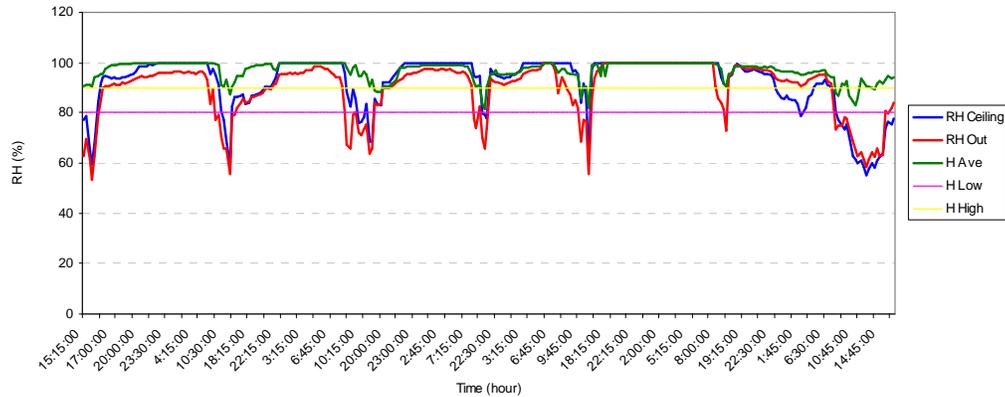


Figure 6. Controlled room temperature, above ceiling and above roof temperatures

Figure 7 showed controlled room humidity, above ceiling and above roof humidity. Average room humidity of 96.83% was above the designed range which is 80-90%. It suggested that some modification of exhaust vent operation modes and water sprayer were needed to be taken to get the best condition in the room in the mushroom house. However; the effect of high humidity on mushroom growth was not as critical as the effect of temperature.



Gambar 7. Controlled room humidity, above ceiling and above roof humidity

## CONCLUSION

Based on the data showed, some conclusions that can be taken were:

1. Temperature and humidity Sensors (DHT 22) could work pretty well.
2. The control system designed worked very well. However, controlling temperature was easier than controlling humidity. Average controlled inside room temperature of 28.64°C was in the optimum range, while the average controlled humidity of 96.83% was still above the designed range, and therefore needed some adjustments of the operation modes.

## REFERENCES

- Akmaludin, D. dan E. T. Luthfi. 2014. Prototipe Rumah Jamur Merang Otomatis Dengan Pengendali Suhu Dan Kelembaban Menggunakan Mikrokontroler Atmega8535. Naskah tidak dipublikasi, Jurusan Teknik Informatika, STMIK AMIKOM YOGYAKARTA.
- Aptindo. 2012. Gandum Serelia Berprotein Tinggi. Asosiasi Produsen Tepung Terigu Indonesia (Aptindo). [http://www.aptindo.or.id/index.php?option=com\\_content&view=article&id=56:gandum-serelia-berprotein-tinggi-&catid=35:artikel&Itemid=57](http://www.aptindo.or.id/index.php?option=com_content&view=article&id=56:gandum-serelia-berprotein-tinggi-&catid=35:artikel&Itemid=57)
- Arifestiananda, S., Setiyono, Dan R. Soedradjad. 2015. Pengaruh Waktu Pengomposan Media Dan Dosis Kotoran Ayam Terhadap Hasil Dan Kandungan Protein Jamur Merang. *Berkala Ilmiah PERTANIAN. Volume X, Nomor X, Bulan Xxx, Hlm X-X.*
- Candra, H., S. Triyono, M. Z. Kadir, dan A. Tusi. 2016. Rancang Bangun dan Uji Kinerja Sistem Kontrol Otomatis pada Irigasi Tetes Menggunakan Mikrokontroler Arduino. *J. Teknik Pertanian Lampung Vol. 4 (4), 2016: 235-244.*

- Dermiyati, J. Lumbanraja, S. Triyono, dan H. Ismono. 2015. Pengembangan Pupuk Organonitrofos Plus dan Deseminasinya pada Kelompok Tani. Laporan Penelitian Ipteks, RistekDikti.
- Dermiyati, A, Karyanto, A. Niswati, J. Lumbanraja, S. Triyono, dan N.V.A. Harini. 2017. Activity of Soil Microorganisms During the Growth of Sweet Corn (*Zea Mays Saccharata Sturt*) in the Second Planting Time With the Application of Organonitrofos and Biochar. *J. Tropical Soils*, Vol.22 (1), 2017: 35-41.
- Farid, A., 2011. Pengaruh Pengomposan Dan Macam Sumber Karbohidrat Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Jamur Merang. Skripsi. Program Studi Agronomi Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Jember.
- Ichsan, C.N., F. Harun, dan N. Ariska. 2011. Karakteristik Pertumbuhan Dan Hasil Jamur Merang (*Volvariella volvacea* L.) Pada Media Tanam Dan Konsentrasi Pupuk Biogreen Yang Berbeda. *J. Floratek* 6: 171 – 180.
- Irawati, M., A. Wydia, dan O.S. Dharmaputra. 1999. Campuran Kapas dan Klaras Pisang sebagai Media Tanam Jamur Merang. *J. Microbiologi Indonesia* 4 (1): -
- Iriana, D.W. 2007. Bisnis Jamur, Bikin Terguir. Informasi Pertanian. <http://agribisnis-indonesia.blogspot.co.id/2007/11/bisnis-jamur-bikin-tergiur.html>
- Karsid, R. Aziz, H. Apriyanto. 2015. Aplikasi Kontrol Otomatis Suhu dan Kelembaban untuk Peningkatan Produktivitas Budidaya Jamur Merang. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* 4 (3): 86-88.
- Mayun, I.A. 2007. Pertumbuhan Jamur Merang (*Volvariella volvacea*) pada Berbagai Media Tumbuh. *Agritrop*, 26 (3): 124-128.
- Nugroho,S.G., J. Lumbanraja, Dermiyati, S. Triyono, dan H. Ismono. 2012. Optimum Ratio of Fresh Manure and Grain Size of Phosphate Rock Mixture in a Formulated Compost for Organomineral NP Fertilizer *J. Tanah Tropika* Vol. 17 (2): 121-128.
- Nugroho,S.G., J. Lumbanraja, Dermiyati, S. Triyono, dan H. Ismono. 2013. Inoculation Effect of N<sub>2</sub>-Fixer and P-Solubilizer into a Mixture of Fresh Manure and Phosphate Rock Formulated as Organonitrofos Fertilizer on Bacterial and Fungal Populations. *J. Tropical Soils*, Vol. 18 (1): 75-80
- ParadiGma. 2014. Perbedaan Nutrisi Beras Hitam, Beras Putih, dan Beras Merah. <http://berashitam.net/perbedaan-nutrisi-beras-hitam-beras-putih-dan-beras-merah/>
- Rahmanda, R. 2014. Pertumbuhan Jamur Merang (*Volvariella Volvacea*) Menggunakan Media Tanam Serabut Kelapa Sebagai Sumber Belajar Biologi SMA Kelas X pada Materi Pembelajaran Jamur. *JUPEMASI-PBIO*, 1 (1): 103-105.
- Riduwan, M., D. Hariyono, dan M. Nawawi. 2013. Pertumbuhan Dan Hasil Jamur Merang (*Volvariella Volvacea*) Pada Berbagai Sistem Penebaran Bibit Dan Ketebalan Media. *Jurnal Produksi Tanaman* 1 (1): 70-79.
- Sukendro, L., A. W. Gunawan. Dan O.S. Dharmaputra. 2001. Pengaruh Waktu Pengomposan Limbah Kapas terhadap Produksi Jamur Merang. *J. Microbiologi Indonesia* 6 (1):-

- Sunandar, B. 2010. *Budidaya Jamur Merang*. BPTP Jawa Barat, BPPP Kementan. Jakarta.
- Sunarsa I.M., A.R. Widodo, S.T. Rasmana, dan Ihyauddin. 2010. Rancang Bangun Sistem Kontrol Pada Prototipe Kumbung Untuk Budidaya Jamur Merang Putih. SNASTI 2010, ICCS – 6. Naskah tidak terpublikasi. Program Studi S1 Sistem Komputer, STIKOM Surabaya.
- Wakchaure, G.C. 2011. Production and Marketing of Mushrooms: Global and National Scenario. ResearchGate. <https://www.researchgate.net/publication/235951347>
- Zuyasna, M. Nasution, dan D. Fitriani. 2011. Pertumbuhan Dan Hasil Jamur Merang Akibat Perbedaan Media Tanam Dan Konsentrasi Pupuk Super A-1. *J. Floratek* 6: 92 – 103.

## **LAMPIRAN IV**

### **SURAT BUKTI SUBMITTED ARTIKEL DAN NASKAH ARTIKEL JURNAL NASIONAL TERAKREDITASI:**

Pengaruh Ukuran Cacahan Dan Lama Pengomposan Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)  
Sebagai Media Tanam Terhadap Produktivitas dan Kualitas Jamur Merang



Nasrul Arahman, Dr. ST, MT -jurnal@unsyiah.ac.id-  
To: Mr. Sugeng Triyono

Nov 15 at 3:19 AM

Mr. Sugeng Triyono:

Thank you for submitting the manuscript, "Pengaruh Ukuran Cacahan Dan Lama Pengomposan Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Sebagai Media Tanam Terhadap Produktivitas dan Kualitas Jamur Merang" to Jurnal Rekayasa Kimia & Lingkungan. With the online journal management system that we are using, you will be able to track its progress through the editorial process by logging in to the journal web site:

Manuscript URL: <http://jurnal.unsyiah.ac.id/TKL/author/submission/3341>  
Username: striyono2001

If you have any questions, please contact me. Thank you for considering this journal as a venue for your work.

Nasrul Arahman, Dr. ST, MT  
Jurnal Rekayasa Kimia & Lingkungan

---

Rekayasa Kimia & Lingkungan  
<http://jurnal.unsyiah.ac.id/TKL>





**Draft 2 (Submitted)**

**Pengaruh Ukuran Cacahan Dan Lama Pengomposan Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Sebagai Media Tanam Terhadap Produktivitas dan Kualitas Jamur Merang**

The Effect of Chopped Piece Sizes and Composting Durations of Empty Fruit Bunch (EFB) as Growing Medium on the productivity and quality of Rice Straw Mushroom

**\*Sugeng Triyono<sup>1)</sup>, Dermiyati<sup>2)</sup>, Jamal Lumbaraja<sup>2)</sup>, Hanung Ismono<sup>3)</sup>, Windri Meawan<sup>1)</sup>, Muslihudin<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup> Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Lampung, Jln. Sumantri Brojonegoro No.1

<sup>2)</sup> Jurusan Ilmu Tanam, Universitas Lampung, Jln. Sumantri Brojonegoro No.1

<sup>3)</sup> Jurusan Agribusiness, Universitas Lampung, Jln. Sumantri Brojonegoro No.1

\*E-mail: striyono2001@yahoo.com

Article History

Received : XX XXXXXXX XXX; Received in Revision: XX XXXXXXX XXX; Accepted : XX XXXXXXX XXX

**Abstrak**

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui ukuran cacahan dan lama pengomposan TKKS yang optimum berdasarkan produktivitas dan kualitas jamur merang. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok disusun secara faktorial. Faktor pertama, yaitu ukuran cacahan media TKKS, terdiri dari tiga taraf yaitu: ukuran kecil, sedang, dan utuh. Faktor kedua, yaitu lama pengomposan, terdiri dari tiga taraf, yaitu: 4 hari, 6 hari, 8 hari. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Lapang Terpadu Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Parameter yang diamati adalah: bobot panen, jumlah panen, dan kualitas jamur. Data hasil penelitian menunjukkan bahwa ukuran cacahan mempengaruhi secara nyata bobot dan jumlah panen badan buah. Ukuran media TKKS utuh menghasilkan bobot dan jumlah badan buah tertinggi, masing-masing 2.092,5 gram/m<sup>2</sup>, dan 460 buah/m<sup>2</sup>. Sedangkan ukuran cacahan media TKKS kecil memberikan jamur dengan kadar protein tertinggi, 38,27%. Lama pengomposan 4 hari menghasilkan jamur dengan kadar lemak tertinggi. Namun kedua faktor tersebut tidak berinteraksi secara nyata, dan juga tidak mempengaruhi kadar serat, karbohidrat secara nyata.

Kata kunci: jamur merang, kumbung, pengomposan, tandan kosong kelapa sawit

**Abstract**

The objective of this research is to determine the optimum chopped piece sizes and composting duration of EFB based on productivity and quality of the rice straw mushroom. Experimental design used was Randomized Complete Block (RCB) with factorial arrangement. Two factors were chopped piece sizes and composting duration. The factor of chopped piece sizes consisted of three levels: small (5-10 cm), medium (20-30), and a whole/unchopped. The factor of composting duration also consisted of three levels: 4, 6, and 8 days. The research was carried out in the Integrated Field Experiment Station of Agriculture Faculty of Lampung University. Parameters to be observed included weights and number of fruit bodies harvested, and also quality of the mushroom (protein, fat, carbohydrate, fibre contents). Data obtained showed that chopped piece sizes significantly affected the weights and numbers of the body fruits. The a whole size of EFB produced the highest weight and number of fruit bodies, by 2.092,5 gram/m<sup>2</sup> and 460 fruit bodies/m<sup>2</sup> respectively. Whereas; the small size of the EFB yielded mushroom with the highest protein content, by 38.27%. Composting duration of 4 days provided the highest fat content. However; both the factors did not show a significant interaction, and did not affect fibre content and carbohydrate either.

Keywords: rice straw mushroom, mushroomhouse, composting, empty fruit bunch.

## 1. Pendahuluan

Industri pengolahan kelapa sawit di Indonesia menghasilkan limbah tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dalam jumlah yang besar. Setiap ton tandan buah segar (TBS) yang diolah menghasilkan minyak sawit kasar (CPO) sebanyak 0,21 ton (21%), minyak inti sawit (PKO) sebanyak 0,05 ton (5%) dan sisanya merupakan limbah padat berupa TKKS, serat, dan cangkang yang masing-masing 23%, 13,5%, dan 5,5% dari TBS (Darnoko dkk, 1993). Pada tahun 2015, areal perkebunan sawit Indonesia mencapai 11,3 ha, atau setara dengan produksi TBS sebanyak 31,3 juta ton dan menghasilkan limbah padat TKKS sebanyak 23% atau sekitar 7,2 juta ton (Kementerian Pertanian, 2017). Jumlah TKKS yang begitu besar belum dikelola secara baik, kecuali dikembalikan ke kebun secara langsung sebagai pupuk organik. Tidak jarang limbah TKKS ditumpuk begitu saja sehingga berpotensi mencemari lingkungan.

Di sisi lain, jamur merang merupakan salah satu di antara sekian banyak spesies jamur tropis dan subtropis yang banyak dikenal dan konsumsi oleh masyarakat. Jamur ini telah lama dibudidayakan sebagai bahan pangan karena termasuk golongan jamur yang enak dan teksturnya lembut, serta kandungan proteinnya yang tinggi, 25,9-28,5% (Sunandar, 2010). Pembudidayaan jamur merang sebagai bahan pangan bergizi telah lama dipraktekkan, namun produksinya masih belum bisa menutupi kebutuhan konsumen. Kebutuhan jamur merang di Indonesia mencapai 25 ton perhari, namun produksinya hanya 15 ton perhari (Hendritomo, 2010).

Umumnya Jamur merang dibudidayakan di media jerami padi, yang dikomposkan terlebih dahulu (Farid, 2011). Tetapi sekarang budidaya jamur merang telah dikembangkan dengan menggunakan media tumbuh dari bahan limbah pertanian yang lain (Irawati dkk., 1999; Mayun, I.A. 2007; Ichsan dkk., 2011; ). Limbah padat pertanian selain jerami yang sudah digunakan untuk produksi jamur merang salah satunya ialah TKKS. TKKS tersusun dari 50,4%

selulosa, 21,9% hemiselulosa, 10% lignin, dan 17,7% komponen lain yang secara keseluruhan tersusun secara kompak. Kandungan nutrisi inilah yang menjadikan TKKS layak untuk dijadikan sebagai media tanam jamur merang.

Pemanfaatan TKKS untuk media jamur merang umumnya dengan cara dikomposkan dalam bentuk utuh, ukurannya tidak dikecilkan terlebih dahulu. Metoda penyiapan ini digunakan karena yang paling efisien dan ekonomis. TKKS bekas media jamur (spent mushroom substrate) banyak dibuang begitu saja, tidak dimanfaatkan. TKKS bekas media jamur sangat baik untuk dimanfaatkan sebagai bahan pupuk organik, yang umunya adalah dari limbah-limbah pertanian (Nugroho dkk. 2012). Namun karena bentuknya yang masih utuh, walaupun sudah memar, maka dalam upaya pemanfaatannya sebagai bahan pupuk organik kemungkinan proses pencampurannya dengan bahan lain akan menjadi kurang efektif. Alternatif yang kedua adalah mereduksi ukuran TKKS terlebih dahulu sebelum dikomposkan untuk media jamur. Namun pengecilan ukuran TKKS berpotensi menurunkan produksi jamur, karena sudah berubah dari sifat alaminya. Pada penelitian jamur *P. fl oridanus* LIPIMC 996b di laboratorium, pengecilan ukuran media TKKS dari 8 hingga 2 cm menghambat pertumbuhan jamur. Reduksi selulosa, hemiselulosa, dan lignin tertinggi juga diketahui terjadi pada perlakuan ukuran potongan TKKS yang paling besar (Lukitawesa, dkk., 2012).

Lama pengomposan media TKKS juga diduga mempengaruhi hasil jamur karena lama pengomposan menentukan tingkat dekomposisi TKKS. Lama pengomposan pada media limbah kapas telah diketahui berpengaruh terhadap produktivitas jamur merang (Sukendro, dkk., 2001). Lama pengomposan media jerami selama 5 hari diketahui menghasilkan panen jamur lebih tinggi dibandingkan dengan media jerami yang dikomposkan lebih lama (Arifstiananda dkk. 2015).

Penelitian pengaruh ukuran dan lama pengomposan media TKKS terhadap produksi jamur belum ditemukan.

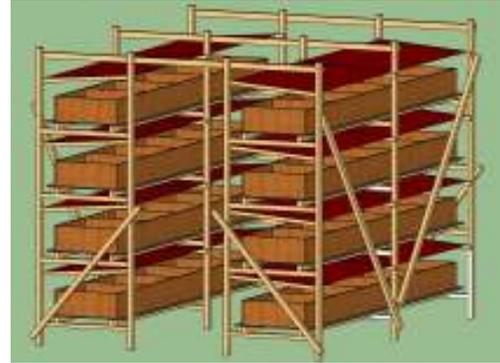
Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui ukuran cacahan dan lama pengomposan TKKS yang optimum berdasarkan produktivitas jamur merang.

## 2. Metodologi

### 2.1. Persiapan

Penelitian ini dilakukan pada bulan April – Oktober 2017 di Laboratorium Lapang Terpadu, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Bahan yang digunakan adalah bibit jamur merang, TKKS, dedak, kotoran ayam, kapur pertanian. Bahan-bahan didapatkan dari lingkungan terdekat di Lampung, seperti PTPN VII, perusahaan peternakan ayam, dan toko pertanian. Alat-alat yang digunakan kumbung jamur merang, timbangan, alat pasteurisasi, alat kontrol suhu dan RH ruang, dan alat-alat laboratorium.

Persiapan dimulai dengan membuat kumbung ukuran 4x6m<sup>2</sup> dan tinggi 4m, berdinding bagian bawah tembok 1 m, bagian atas paranet 60% dilapis terpal dan plastik UV 1% (Gambar 1). Kumbung dilengkapi dengan rak-rak media tanam sebanyak dua baris (kanan dan kiri) dan 4 tingkat. Setiap rak terdapat kotak-kotak media tumbuh berukuran 80x50cm<sup>2</sup> kedalaman 25 cm, merujuk penelitian yang dilakukan oleh Riduwan dkk. (2013). Suhu dan RH dikontrol dan direkam dengan alat kontrol otomatis.



Gambar 1. a. Kumbung jamur dan b. Rak jamur

### 2.2. Rancangan Percobaan

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok disusun secara Faktorial. Percobaan menggunakan dua faktor. Faktor pertama (U) adalah ukuran pencacahan TKKS yang terdiri dari 3 taraf yaitu cacahan kecil (U1), cacahan sedang (U2), utuh (U3). Faktor kedua (L) adalah lama pengomposan TKKS yang terdiri dari 3 taraf yaitu 4 hari (L1), 6 hari (L2), dan 8 hari (L3). Masing-masing kombinasi perlakuan diulang (P) sebanyak 3 kali sehingga didapat 27 unit percobaan. Unit percobaan berupa kotak tanam berukuran 80x50x25 cm<sup>3</sup> di setiap rak, dan kelompok adalah tingkat setiap rak (Gambar 1b). Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan sidik ragam dan dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) 0.1 dan 0.5%.

### 2.3. Pelaksanaan Penelitian

#### Pencacahan dan Pengomposan Media Tanam

1. Sebagai faktor I, bahan TKKS dicacah menjadi taraf ke-1 (U1) berukuran 5-10 cm, taraf ke-2 (U2) berukuran 20- 30 cm, dan taraf ke-3 (U3) tidak dicacah.
2. Setelah dicacah, bahan TKKS basahi dengan air lalu campur dengan dedak padi yg sebelumnya telah dicampur kapur pertanian (dolomit) dan kotoran ayam dengan perbandingan dedak:kapur:kotoran ayam = 6:7:8 (70 kg dedak: 60 kg kapur: 80 kg kotoran ayam untuk media TKKS 1000 kg).

3. Sebagai faktor II, setelah dicampur semua bahan dikomposkan sesuai taraf perlakuan, 4 hari (L1), 6 hari (L2), dan 8 hari (L3). Agar awal tanam bisa dilakukan bersama-sama, maka pengomposan dimulai dari L3 dulu, kemudian L2, dan terakhir L1.
4. Setelah pengomposan selesai, media tanam dimasukkan ke dalam kotak-kotak di atas rak sesuai nomor masing-masing yang sebelumnya sudah diacak.

#### Pasteurisasi

Setelah semua bahan media tanam dimasukkan ke semua kotak-kotak tanam, selanjutnya pasteurisasi dilakukan. Tiga buah drum (@ 200 liter) diisi air hampir penuh, kemudian dididihkan dan uap yang dihasilkan alirkan ke dalam kumbung sampai suhu mencapai minimal 60-70°C, dan dipertahankan selama kurang lebih 5 jam. Pasteurisasi dimaksudkan untuk menghilangkan amoniak (NH<sub>3</sub>), membunuh mikroba dan jamur liar yang merugikan pertumbuhan jamur yang dibudidayakan (Suhardiman, 1989). Selama proses pasteurisasi, semua lubang kumbung, pintu dan ventilasi ditutup rapat.

#### Penanaman

Kompos yang telah dipasteurisasi dalam kumbung terlebih dahulu diturunkan suhunya hingga mencapai 28-32°C, dan dibasahi dengan air. Kemudian penanaman bibit jamur dilakukan dengan cara penaburan bibit di atas permukaan media secara merata. Tiap bedengan membutuhkan 70 g atau 1/3 kantong bibit jamur merang (masih tergantung ukuran baglognya). Setelah penanaman, pintu dan ventilasi kumbung masih ditutup rapat selama 4 hari, agar suhu ruang dalam kumbung hangat dan stabil.

#### Pemeliharaan

Pemeliharaan yang utama adalah penyiraman media tanam, kontrol suhu, dan RH ruang kumbung. Penyiraman media dilakukan ketika media terlihat mulaimengering (2-3 hari sekali). Penyiraman bertujuan untuk menjaga kelembaban media tanam sekitar kapasitas lapang.

Suhu dan RH ruang dipertahankan secara otomatis alat kontrol, sekitar 28-33°C, sedangkan kelembaban udara sekitar 80-90 %. Apabila suhu ruangan terlalu tinggi, maka lantai kumbung disiram dan kipas hisap pada ventilasi menyala. Apabila RH ruang kumbung terlalu rendah, maka mist sprayer akan menyala secara otomatis.

#### Panen

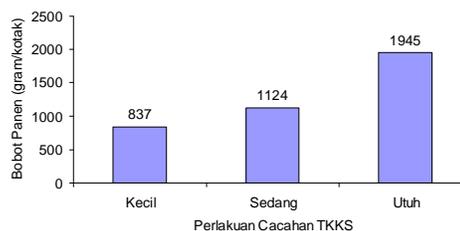
Pemanenan dilakukan sebelum badan jamur merang mekar, sudah dalam stadia kancing atau kira-kira maksimal seukuran telur, 10-12 hari setelah penebaran bibit, pada sekitar pukul 4-5 pagi. Panen berikutnya dilakukan setiap hari pada tubuh buah stadia kancing. Pemanenan dilakukan dengan tangan agar dapat menghindari tertinggalnya bagian jamur yang akan mengganggu pertumbuhan jamur merang yang lain.

#### Parameter Pengamatan

1. Diameter tubuh buah (cm) diukur dengan menggunakan jangka sorong.
2. Panjang tubuh buah jamur merang (cm), diukur dari pangkal tangkai sampai ujung tudung dengan jangka sorong.
3. Jumlah seluruh tubuh buah selama panen.
4. Bobot tubuh buah (gram).
5. Lamanya periode panen (hari).
6. Kadar protein, lemak, karbohidrat, serat, kadar air, dan kadar abu tubuh buah.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Produktivitas jamur



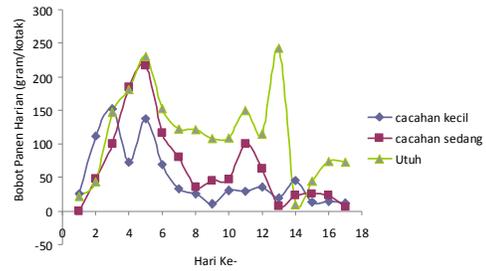
Gambar 2. Bobot panen badan buah total per kotak

Gambar 2 menyajikan data bobot panen total per kotak untuk setiap

ukuran cacahan TKKS. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa cacahan TKKS berpengaruh nyata terhadap bobot panen total per kotak. Ukuran TKKS utuh memberikan hasil panen tertinggi, diikuti oleh ukuran sedang, dan yang paling sedikit produksinya adalah TKKS dengan ukuran cacahan kecil. Sementara, perlakuan lama perendaman TKKS tidak berpengaruh nyata. Data tersebut selaras dengan hasil penelitian Lukitawesa, dkk. (2012) yang menunjukkan bahwa pertumbuhan jamur *P. fl oridanus* LIPIMC 996b terhambat dengan pengecilan ukuran media TKKS dari 8 hingga 2 cm. Hasil tertinggi 1945 gram per kotak media ukuran 80x50cm<sup>2</sup> setara dengan 4.862,5 gram/m<sup>2</sup>. Produktivitas ini sudah cukup bagus karena sudah mencapai potensi maksimumnya. Produksi terendah terjadi pada ukuran cacahan kecil yaitu 837 gram per kotak atau setara dengan 2.092,5 gram/m<sup>2</sup>.

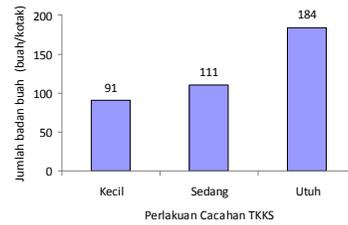
Data produktivitas tersebut menjadi catatan apabila bekas media jamur akan dimanfaatkan untuk bahan pupuk organik. Kalaupun TKKS bekas media jamur dimanfaatkan sebagai bahan pupuk organik, pencacahan pada saat penyiapan media jamur tidak perlu dilakukan karena beresiko menurunkan produksi jamur. Sebagai konsekuensinya, proses pencampuran bahan kompos akan menghadapi sedikit kendala karena TKKS bekas jamur belum benar-benar remah. Pada kondisi seperti ini, proses fermentasi tentu akan memerlukan waktu yang lebih lama untuk mendapatkan pupuk organik yang benar-benar remah.

Gambar 3 menyajikan bobot badan buah panen harian rata-rata per kotak berdasarkan perlakuan ukuran cacahan TKKS. Perlakuan TKKS utuh tampak hampir selalu unggul dalam produksi harian. Namun masa produksi yang hanya 17 hari setelah tanam, masih terlalu pendek. Masa produksi umumnya bisa bertahan sampai 1-1.5 bulan, tergantung cuaca. Pada cuaca terik, masa produksi akan lebih pendek.



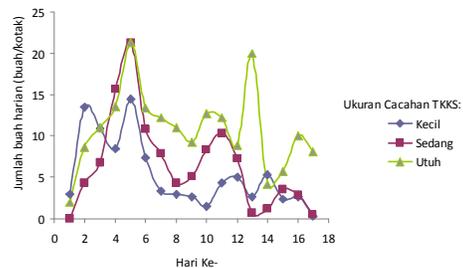
Gambar 3. Bobot panen badan buah harian per kotak

Gambar 4 menyajikan data jumlah badan buah total panen, yang kurang lebih konsisten dengan data bobot panen. TKKS utuh menghasilkan badan buah yang lebih banyak, 184 buah/kotak atau setara dengan 460buah/m<sup>2</sup>. Analisis sidik ragam menunjukkan perbedaan jumlah panen yang nyata antara media TKKS utuh dengan media TKKS cacahan kecil dan sedang.



Gambar 4. Jumlah badan buah total per kotak

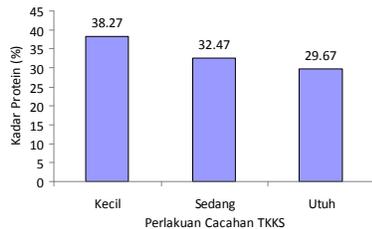
Gambar 5 menyajikan data jumlah badan buah harian rata-rata per kotak berdasarkan perlakuan ukuran cacahan TKKS. Data juga menunjukkan bahwa jumlah badan buah dari media TKKS ukuran utuh juga hampir selalu unggul dari kedua ukuran media TKKS yang lain (kecil dan sedang).



Gambar 5. Jumlah badan buah harian rata-rata per kotak

### 3.2 Kualitas Jamur

Kualitas jamur yang dihasilkan diukur dengan parameter kadar protein, kadar lemak, kadar serat, dan kadar serat dalam persen bobot kering. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa ukuran cacahan TKKS berpengaruh secara nyata terhadap kadar protein kasar pada level 5%, sedangkan lama pengomposan media TKKS tidak berpengaruh nyata. Gambar 6 menunjukkan data kadar protein kasar berdasarkan perlakuan ukuran TKKS. Kebalikan dengan data bobot panen, kadar protein tertinggi terdapat pada media TKKS dengan ukuran cacahan kecil.



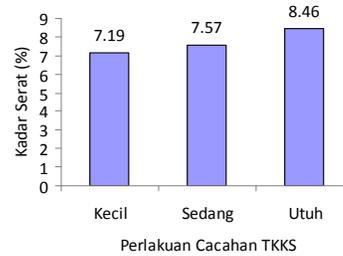
Gambar 6. Kadar Protein

Gambar 7 menyajikan kadar lemak berdasarkan perlakuan lama pengomposan media TKKS. Berdasarkan analisis sidik ragam, lama pengomposan berpengaruh nyata terhadap kadar lemak jamur pada level 5%. Sementara, perlakuan cacahan media TKKS berpengaruh tidak nyata. Perlakuan lama pengomposan 4 hari menunjukkan kadar lemak jamur yang tertinggi, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan lama pengomposan 8 hari.



Gambar 7. Kadar Lemak

Kadar serat jamur berdasarkan perlakuan cacahan TKKS disajikan pada Gambar 8. Berdasarkan analisis sidik ragam, perlakuan cacahan dan lama pengomposan media TKKS berpengaruh tidak nyata terhadap kadar serat. Kadar serat berkisar antara 7.19-8,86%, berdasarkan perlakuan ukuran cacahan media TKKS.



Gambar 8. Kadar Serat

Data kadar karbohidrat jamur berdasarkan perlakuan ukuran cacahan TKKS disajikan pada Gambar 9. Berdasarkan analisis sidik ragam pada level 5%, baik perlakuan ukuran cacahan maupun lama pengomposan TKKS berpengaruh tidak nyata terhadap kadar karbohidrat, sama seperti pada kadar serat.



Gambar 9. Kadar karbohidrat

## 4. Kesimpulan Dan Saran

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data hasil penelitian, maka beberapa kesimpulan yang dapat ditarik antara lain:

1. Ukuran cacahan media TKKS berpengaruh nyata terhadap bobot dan jumlah badan buah total panen jamur merang,

sementara lama pengomposan tidak berpengaruh nyata. Pencacahan media tanam TKKS dapat menurunkan produktivitas jamur. Media tanam TKKS utuh menghasilkan bobot dan jumlah jamur tertinggi yaitu 4.862,5 gram/m<sup>2</sup>, dan 460 buah/m<sup>2</sup>.

2. Ukuran cacahan media TKKS berpengaruh secara nyata terhadap kadar protein, sedangkan lama pengomposan media TKKS berpengaruh secara nyata terhadap kadar lemak, namun tidak ada interaksi antara kedua faktor tersebut. Ukuran cacahan kecil menghasilkan jamur dengan kadar protein tertinggi (38,27%), sedangkan lama pengomposan 4 hari menghasilkan jamur dengan kadar lemak tertinggi (4,49%). Namun kedua faktor tersebut tidak berinteraksi secara nyata.
3. Faktor cacahan dan lama pengomposan media TKKS berpengaruh tidak nyata terhadap kadar serat dan karbohidrat tidak.

## 5.2 Saran

Hasil penelitian mengindikasikan bahwa pemanfaatan TKKS sebagai media tanam jamur merang, ukurannya tidak perlu dkecilkan. Ukuran TKKS utuh memberikan hasil yang tertinggi sehingga lebih menguntungkan. Jika TKKS bekas media jamur akan dimanfaatkan untuk memproduksi pupuk organik, sebaiknya dicari cara lain untuk mendapatkan campuran bahan-bahan pupuk yang merata.

Ukuran tabel dan gambar. Jika jumlah kolom pada tabel atau ukuran gambar tidak muat ditampilkan pada layout dua kolom halaman kertas, maka table dan gambar bisa dilayout untuk ditampilkan pada satu kolom halaman kertas.

## Ucapan Terimakasih disampaikan kepada DRPM atas dukungan dana untuk pelaksanaan penelitian ini.

## Daftar Pustaka

- Arifestiananda, S., Setiyono, dan Soedradjad, R. (2015) Pengaruh Waktu Pengomposan Media Dan Dosis Kotoran Ayam Terhadap Hasil Dan Kandungan Protein Jamur Merang. *Berkala Ilmiah PERTANIAN. Volume X, Nomor X, Bulan Xxxx, Hlm X-X*.
- Farid, A., (2011) Pengaruh Pengomposan Dan Macam Sumber Karbohidrat Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Jamur Merang. Skripsi. Program Studi Agronom Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Jember.
- Hendritomo H.I. (2010) Jamur Konsumsi Berkhasiat Obat. Lily Publisher. Yogyakarta.
- Ichsan, C.N., Harun F., dan Ariska N. (2011) Karakteristik Pertumbuhan Dan Hasil Jamur Merang (*Volvariella volvacea* L.) Pada Media Tanam Dan Konsentrasi Pupuk Biogreen Yang Berbeda. *J. Floratek* 6: 171 - 180.
- Irawati, M., Wydia A., dan Dharmaputra O.S.. (1999) Campuran Kapas dan Klaras Pisang sebagai Media Tanam Jamur Merang. *J. Microbiologi Indonesia* 4 (1): -
- Kementerian Pertanian (2017) Basis Data Statistik Pertanian. <http://aplikasi.deptan.go.id//bdsp/index.asp> [10 oktober 2017].
- Lukitawesa, R. Millati, M. Cahyanto N. (2012) Pengaruh Ukuran Potongan Terhadap Pertumbuhan Jamur *Pleurotus Fl Oridanus Lipimc* 996 Dan Hasil Delignifikasi Selama Perlakuan Pendahuluan Tandan Kosong Kelapa Sawit. *AGRITECH, Vol. 32, (4): 346-351*.

- Mayun, I.A. (2007) Pertumbuhan Jamur Merang (*Volvariella volvaceae*) pada Berbagai Media Tumbuh. *Agritrop*, 26 (3): 124-128. 20
- Nugroho, S.G., Lumbanraja J., Dermiyati, Triyono, S., dan Ismono, H. (2012) Optimum Ratio of Fresh Manure and Grain Size of Phosphate Rock Mixture in a Formulated Compost for Organomineral NP Fertilizer J. *Tanah Tropika* Vol. 17 (2): 121-128.
- Riduwan, M., Hariyono D., dan Nawawi M. (2013). Pertumbuhan Dan Hasil Jamur Merang (*Volvariella Volvacea*) Pada Berbagai Sistem Penebaran Bibit Dan Ketebalan Media. *Jurnal Produksi Tanaman* 1 (1): 70-79.
- Sukendro, L., Gunawan A. W., dan Dharmaputra O.S. (2001) Pengaruh Waktu Pengomposan Limbah Kapas terhadap Produksi Jamur Merang. *J. Mikrobiologi Indonesia* 6 (1):-
- Sunandar, B. (2010) Budidaya Jamur Merang. BPTP Jawa Barat, BPPP Kementan. Jakarta.
- Darnoko, Poeloengan Z., dan Anas I. (1993) "Pembuatan pupuk organik dari tandan kosong kelapa sawit". *Buletin Penelitian Kelapa Sawit*, 289-99.

## **LAMPIRAN V**

**DRAF ARTIKEL JURNAL INTERNASIONAL BEREPUTASI:**  
Pengaruh Ukuran Cacahan Dan Lama Pengomposan Tandan Kosong Kelapa  
Sawit Terhadap Perubahan Karakteristik Media Tanam Jamur Merang

# **Pengaruh Ukuran Cacahan Dan Lama Pengomposan Tandan Kosong Kelapa Sawit Terhadap Perubahan Karakteristik Media Tanam Jamur Merang**

**Sugeng Triyono<sup>1)</sup>, Dermiyati<sup>2)</sup>, Jamalam Lumbanraja<sup>2)</sup>, Hanung Pramono<sup>3)</sup>,  
Herza Wirasaputra<sup>1)</sup>,**

<sup>1)</sup> Department of Agricultural Engineering, University of Lampung

<sup>2)</sup> Department of Soil Sciences, University of Lampung

<sup>3)</sup> Department of Agribusiness, University of Lampung

Contact: [striyono2001@yahoo.com](mailto:striyono2001@yahoo.com)

## **Abstrak**

### **PENDAHULUAN**

Jamur merang merupakan salah satu di antara sekian banyak spesies jamur tropis dan subtropis yang banyak dikenal dan diminati oleh masyarakat. Jamur ini telah lama dibudidayakan sebagai bahan pangan karena termasuk golongan jamur yang enak dan teksturnya baik. Pembudidayaan jamur merang sebagai makanan bergizi telah lama dilaksanakan namun produksinya masih belum bisa menutupi kebutuhan konsumen. kebutuhan jamur merang di Indonesia mencapai 25 ton perhari namun produksinya hanya 15 ton perhari. Jamur merang kaya akan protein kasar dan karbohidrat bebas nitrogen (N-fase carbohydrate) ( Hendritomo, 2010 ). jamur ini juga memiliki mineral yang baik dengan kandungan kalium (K) dan fosfor (P) tinggi. Selain itu, jamur merang pun cukup mengandung natrium (Na), kalsium (Ca), magnesium (Mg), tembaga (Cu), seng (Zn), dan besi (Fe). Sementara logam berat yang beracun seperti plumbum(Pb) dan cadmium (Cd) tidak terkandung dalam jamur merang (Sinaga, 2000).

Jamur merang termasuk jasad yang saprofit. Jamur merang ditelaah dari segi sifat mikroba secara umum, ternyata jamur ini termasuk jasad heterotrofik yang artinya selama hidup jamur tergantung pada sumber nutrisi (sumber makanan) dalam bentuk jadi seperti selulosa, glukosa, lignin, dan protein. Sebagai organisme yang tidak berklorofil jamur merang tidak dapat melakukan fotosintesis, dengan demikian jamur tidak dapat terkena sinar matahari secara langsung, berbeda dengan jenis jasad yang berklorofil mempunyai kemampuan untuk melakukan fotosintesis yaitu perubahan senyawa anorganik menjadi senyawa organik (Suriawiria, 1982).

Jamur merang dapat dibudidayakan dengan menggunakan limbah biomassa lignoselulosa seperti jerami padi, jerami gandum, sekam biji kapas, ampas tebu, tongkol jagung, serbuk gergajian kayu, dan limbah kertas. Limbah tersebut dapat menjadi media budi daya karena mengandung selulosa dan hemiselulosa sebagai sumber karbon (nutrisi utama) yang dibutuhkan jamur untuk tumbuh (Sharma, 2013).

Tandan kosong kelapa sawit ( TKKS ) berpotensi untuk digunakan sebagai media tumbuh jamur merang. Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) tersusun dari

50,4% selulosa, 21,9% hemiselulosa, 10% lignin, dan 17,7% komponen lain yang secara keseluruhan tersusun secara kompak (Umikalsom dkk, 1998). Pada struktur selulosa yang kristalin menyebabkan selulosa sulit terdegradasi, hal ini disebabkan karena selulosa yang dilindungi oleh lignin sehingga jamur terhambat untuk menyerap selulosa untuk pertumbuhannya. Dalam hal ini, lignoselulosa perlu mengalami delignifikasi terlebih dahulu untuk mempermudah kerja selulase dalam mendegradasi selulosa (Mosier dkk., 2005)

Delignifikasi perlu dilakukan untuk mengurangi kandungan lignin dan membuka struktur selulosa menjadi lebih mudah diserap oleh jamur. Delignifikasi yang dilakukan untuk mengurai kandungan lignin dapat dilakukan dengan penambahan nutrisi atau pengomposan untuk mempercepat pertumbuhan jamur (Camarero dkk., 1996) dan pengecilan ukuran substrat dengan cara mencacah media (Membrillo dkk., 2008).

Penelitian – penelitian tentang perlakuan media tanam terhadap produksi jamur merang sudah banyak dilakukan para peneliti. Perlakuan ketebalan media (Riduwan, dkk. 2013), ukuran cacahan (Lukitawesa, dkk. 2012), lama pengomposan (Farid, 2011; Syahrir. 2014, Arifestiananda, dkk. 2015, Mufidah, dkk. 2015.), cara pencampuran dan perendaman (Zuyasna, dkk. 2011) dan jenis media telah diketahui mempengaruhi produksi jamur merang. Namun tidak dijelaskan hubungan perlakuan – perlakuan media tersebut terhadap perubahan – perubahan karakteristik kimia media. Di sisi lain, kandungan organik (selulosa, hemiselulosa, dan lignin) media lah yang mempengaruhi pertumbuhan jamur merang

Penelitian ini mempelajari perubahan – perubahan karakteristik media tanam tandan kosong kelapa sawit (TKKS) selama perlakuan dan produksi jamur merang.

## **METHOD PENELITIAN**

### **Persiapan**

Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei – September 2017 di Lapangan Terpadu dan Laboratorium Rekayasa Bioproses dan Pasca Panen, Jurusan Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Alat – alat yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah kumbung jamur merang, kotak papan kayu, gelas ukur, timbangan, kertas saring (tissue), pemanas, dan alat pendukung lainnya.

Bahan yang di gunakan dalam penelitian ini adalah bibit jamur merang, TKKS, dedak, kotoran ayam, kapur pertanian, aquades, larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Bahan – bahan didapatkan dari lingkungan terdekat di Lampung, seperti PTPN VII, perusahaan peternakan, toko pertanian dan toko bahan kimia.

### **Rancangan Percobaan**

Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok disusun secara Faktorial. Percobaan menggunakan dua faktor. Faktor

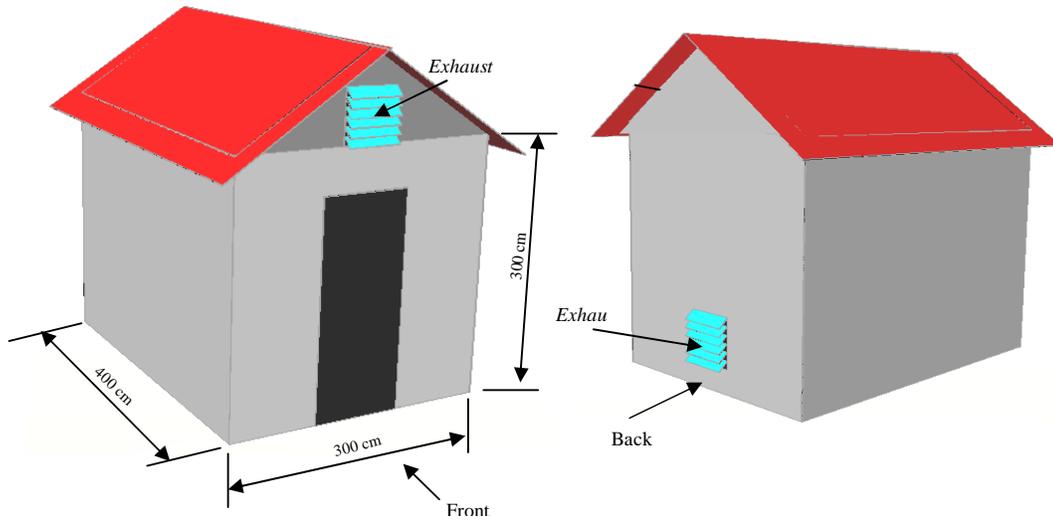
pertama (C) adalah ukuran pencacahan TKKS (Tandan Kosong Kelapa Sawit) yang terdiri dari 3 perlakuan taraf yaitu cacahan halus (C1), cacahan sedang (C2), cacahan kasar (C3). Faktor kedua (K) adalah lama pengomposan TKKS (Tandan Kosong Kelapa Sawit) yang terdiri dari 3 perlakuan yaitu 5 hari (K1), 10 hari (K2), dan 15 hari (K3). Masing-masing faktor dan perlakuan mengalami pengulangan (P) sebanyak 3 kali sehingga didapat 27 sampel.

Tabel 1. Tabel Tata Letak Percobaan

No.	Pengulangan 1	Pengulangan 2	Pengulangan 3
1.	C1K1P1	C1K1P2	C1K1P3
2.	C1K2P1	C1K2P2	C1K2P3
3.	C1K3P1	C1K3P2	C1K3P3
4.	C2K1P1	C2K1P2	C2K1P3
5.	C2K2P1	C2K2P2	C2K2P3
6.	C2K3P1	C2K3P2	C2K3P3
7.	C3K1P1	C3K1P2	C3K1P3
8.	C3K2P1	C3K2P2	C3K2P3
9.	C3K3P1	C3K3P2	C3K3P3

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan sidik ragam dan dilanjutkan dengan uji BNT.

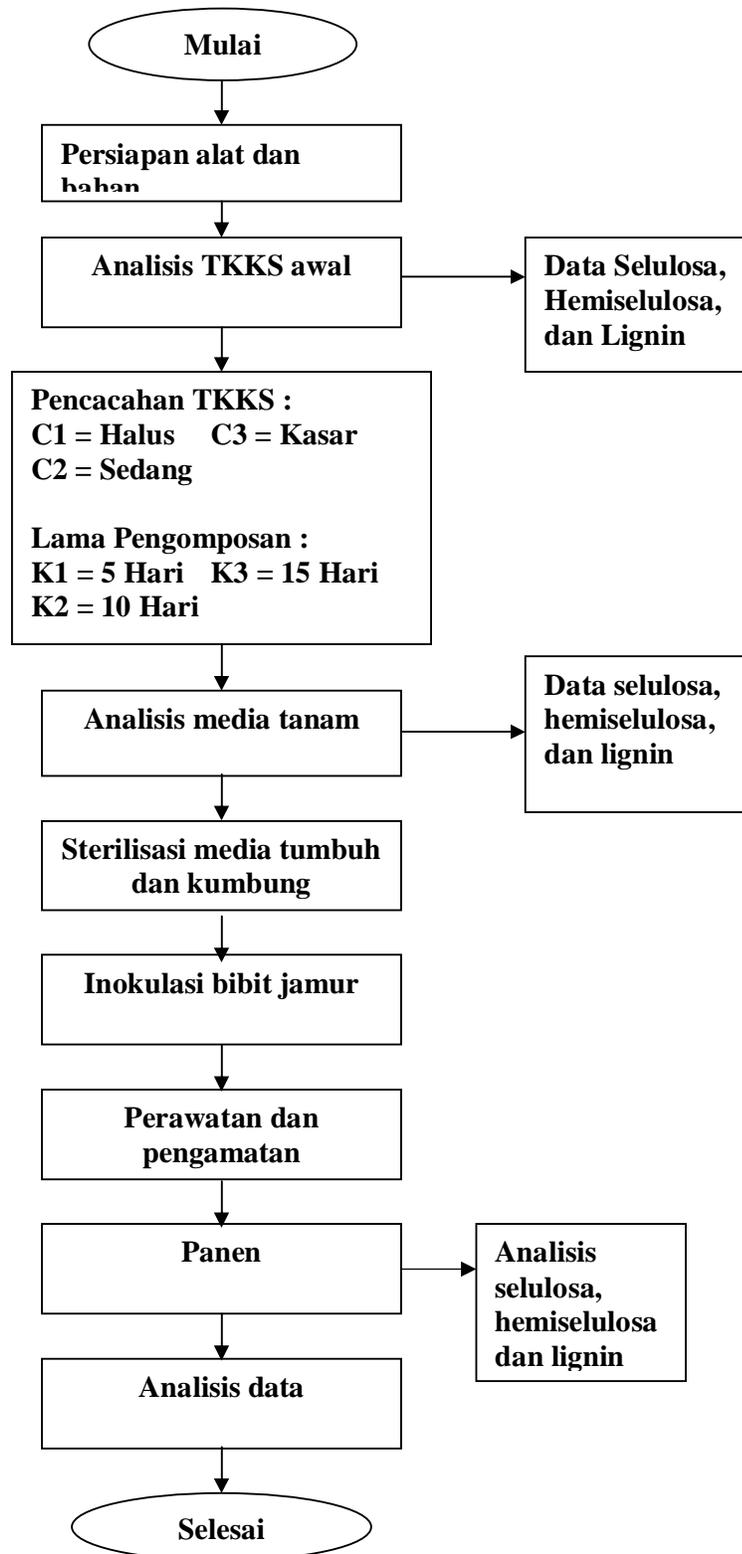
Kompos TKKS yang dihasilkan digunakan untuk memproduksi jamur merang di dalam kumbung, dengan rancangan percobaan mengikuti rancangan percobaan pengomposan TKKS. Unit percobaan berupa media tumbuh dalam kotak papan kayu berukuran 80x50 cm<sup>3</sup> dan kedalaman media/kotak adalah 25 cm, diletakkan di dalam kumbung yang disusun didalam rak seperti pada gambar 1 dan 2. Bagan alir peneliti disajikan pada Gambar 3.



Gambar 2. Kumbung dari pandangan depan dan belakang



Gambar 3. Susunan rak media jamur



Gambar 4. Bagan Alir Penelitian

## **Pelaksanaan Penelitian**

### **Pencacahan Media**

5. Bahan baku utama (TKKS) dicacah dengan ukuran 1 - 2 cm pada perlakuan yg pertama (C1), 5 cm untuk perlakuan yg kedua(C2), dan utuh untuk perlakuan yg ketiga ukuran utuh (C3).
6. Setelah dicacah, basahi bahan baku dengan air lalu campur dengan dedak padi yg sebelumnya telah dicampur kapur pertanian (dolomit) dan kotoran ayam dengan perbandingan berat dedak, kapur, dan kotoran ayam adalah 6:7:8 (60 kg kapur : 70 kg dedak : 80 kg kotoran ayam untuk media TKKS 1000 kg).

### **Pengomposan**

1. Pada perlakuan yg ketiga (K3) masukkan bahan baku yg telah tercampur ke dalam kumbung diamkan selama 15 hari.
2. Perlakuan ke dua (K2) tunggu jeda waktu 5 hari setelah perlakuan ketiga dimasukkan ke dalam kumbung lalu masukkan bahan baku yg telah tercampur kedalam kumbung dan diamkan selama 10 hari.
3. Perlakuan pertama (K1) tunggu jeda waktu 5 hari setelah perlakuan kedua dimasukkan, lalu masukkan bahan baku ke dalam kumbung dan diamkan selama 5 hari.
4. Setelah didiamkan, balik dan tambahkan air bila ada jerami yang masih kering di dalam tumpukan jerami padi. Tumpukan dibuka dan diaduk hingga rata, diusahakan letak bahan berubah yang tadinya di atas jadi di bawah demikian pula sebaliknya. Kemudian disusun kembali dan didiamkan lagi sampai waktu pengomposan selesai.

### **Memasukkan Kompos dan Penyusunan Kedalam Media**

Kumbung dibersihkan terlebih dahulu sebelum digunakan. Dibuat sebuah kotak untuk bedengan perlakuan. panjang 80 cm, lebar 50 cm dan tinggi 25 cm. Kompos dimasukkan sesuai dengan perlakuan. Tiap bedengan dibatasi dengan jerami selebar 1,5 cm.

### **Pasteurisasi**

Tiga buah drum (isi 100 liter) diisi air  $\frac{3}{4}$  bagian kemudian didihkan dan uap yang dihasilkan dimasukkan dalam kumbung sampai suhu mencapai minimal 60°C, suhu ini dipertahankan selama 2 jam.

Pasteurisasi merupakan usaha memanaskan media kompos dengan uap panas sampai dengan temperatur tertentu dengan maksud menghilangkan kadar amoniak (NH<sub>3</sub>), menghilangkan mikroba-mikroba yang merugikan pertumbuhan jamur terutama yang mengakibatkan penyakit, mengaktifkan mikroba yang dikehendaki

untuk melanjutkan fermentasi kompos sehingga terbentuk zat-zat yang lebih sederhana dan siap digunakan bagi pertumbuhan jamur merang (Suhardiman, 1989).

### **Penanaman**

Kompos yang telah dipasteurisasi dalam shed (kumbung) terlebih dahulu diturunkan suhunya hingga mencapai 30-35°C. Penanaman bibit jamur dilakukan dengan cara penaburan bibit di atas permukaan kompos (bedengan) secara merata. Tiap bedengan (60 cm x 40 cm) membutuhkan 70 g atau 1/3 kantong bibit jamur merang. Setelah penanaman, shed harus ditutup rapat kembali agar suhu ruang dalam shed dipertahankan.

### **Pemeliharaan**

Pengabutan dilakukan pada hari keempat dan delapan setelah penebaran bibit, cara pengabutan adalah dengan menggunakan sprayer yang diisi dengan air kemudian disemprotkan ke seluruh ruangan. Penyiraman dilakukan pada tanah dan media yang kering. Penyiraman dan pengabutan bertujuan untuk mendorong pertumbuhan miselium merata pada media tanam.

Suhu ruang diusahakan mencapai 30-35°C, sedangkan kelembaban udara 80-90 %. Suhu ruangan dan kelembaban apabila tidak sesuai maka perlu dilakukan penyiraman. Setelah 5 hari kemudian kompos disiram dengan air sebanyak ± 1,5 liter/m<sup>2</sup> dan diberi oksigen dengan cara mengalirkan udara menggunakan blower yg sebelumnya telah dipasang di kumbung. Lantai dan dinding dijaga tetap basah, kelembaban tetap tinggi (80-90 %). Tujuannya adalah untuk merangsang pertumbuhan miselium menjadi tubuh buah jamur yang merata dan bersamaan.

Pada hari kesepuluh setelah penebaran bibit, jamur merang dapat dipanen. Hasil produksi yang normal dapat mencapai 3-4 kg/m<sup>2</sup>, dengan suhu kompos ± 37°C dan suhu udara ± 31°C pada masa panen.

### **Panen**

Pemanenan dilakukan sebelum badan jamur merang mekar tetapi sudah dalam bentuk besar yang maksimal pada stadia kancing atau telur, kira-kira 10-12 hari setelah penebaran bibit. Panen berikutnya dilakukan setiap hari pada tubuh buah stadia kancing. Pemanenan dilakukan dengan tangan agar dapat menghindari tertinggalnya bagian jamur yang akan mengganggu pertumbuhan jamur merang yang lain.

### **Parameter Pengamatan**

Parameter pengamatan analisis karakteristik TKKS meliputi lignin, selulosa, dan hemiselulosa dilakukan dengan metode Chesson (Datta, 1981).

## DAFTAR PUSTAKA

- Arifestiananda, S., Setiyono, Dan R. Soedradjad. 2015. Pengaruh Waktu Pengomposan Media Dan Dosis Kotoran Ayam Terhadap Hasil Dan Kandungan Protein Jamur Merang. *Berkala Ilmiah PERTANIAN. Volume X, Nomor X, Bulan Xxxx, Hlm X-X.*
- Azmil Mufidah, Setiyono dan Raden Soedradjad. 2014. Peningkatan Hasil dan Kandungan Kalsium Jamur Merang Dengan Penambahan Sumber Karbon Serta Pemanfaatan Serbuk Sabut Kelapa (*cocopeat*). Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember. Berkala Ilmiah PERTANIAN. Volume x, Nomor x, Bulan xxxx, hlm x-x.
- Camarero, S., Bockle, B., Martinez, M. J. dan Martinez, A.T. (1996). Manganese-mediated lignin degradation by *Pleurotus pulmonarius*. *Journal of Applied Environmental Microbiology* :1070-1072.
- Datta, R. (1981). Acidogenic fermentation of lignocelullose acid yield and conversion of component. *Journal of Biotechnology and Bioengineering* 23: 2167-2170.
- Darnoko, Z. Poeloengan and I. Anas. 1993. Pembuatan pupuk organik dari tandan kosong kelapa sawit. *Buletin Penelitian Kelapa Sawit*, 2, 89-99.
- Farid, A., 2011. Pengaruh Pengomposan Dan Macam Sumber Karbohidrat Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Jamur Merang. Skripsi. Program Studi Agronomi Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Jember.
- Ichsan, C.N., F. Harun, dan N. Ariska. 2011. Karakteristik Pertumbuhan Dan Hasil Jamur Merang (*Volvariella volvacea* L.) Pada Media Tanam Dan Konsentrasi Pupuk Biogreen Yang Berbeda. *J. Floratek* 6: 171 – 180.
- Lukitawesa, R. Millati, M.N. Cahyanto. 2012. Pengaruh Ukuran Potongan Terhadap Pertumbuhan Jamur *Pleurotus fl Oridanus Lipimc 996* dan Hasil Delignifikasi Selama Perlakuan Pendahuluan Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Gadjah Mada. AGRITECH, Vol. 32, No. 4.*
- Membrillo, I., Sanchez, C., Meneses, M., Favela, E. dan Loera, O. (2008). Effect of substrate particle size and additional nitrogen source on production of lignocellulolytic enzymes by *Pleurotus ostreatus* strains. *Bioresource Technology* 99: 7842–7847.
- Mosier, N., C. Wyman, B. Dale, R. Elander, Y.Y. Lee, M. Holtzapple, dan M. Ladisch. 2005. Features of promising technologies for pretreatment of lignocellulosic biomass. *Journal of Bioresource Technology* 96: 673–686.
- Nugroho, S.G., J. Lumbanraja, Dermiyati, S. Triyono, dan H. Ismono. 2012. Optimum Ratio of Fresh Manure and Grain Size of Phosphate Rock Mixture in a Formulated Compost for Organomineral NP Fertilizer. *J. Tanah Tropika* Vol. 17 (2): 121-128.

- Rahmanda, R. 2014. Pertumbuhan Jamur Merang (*Volvariella Volvacea*) Menggunakan Media Tanam Serabut Kelapa Sebagai Sumber Belajar Biologi SMA Kelas X pada Materi Pembelajaran Jamur. *JUPEMASI-PBIO*, 1 (1): 103- 105.hal
- Riduwan, M., D. Hariyono, dan M. Nawawi. 2013. Pertumbuhan Dan Hasil Jamur Merang (*Volvariella Volvacea*) Pada Berbagai Sistem Penebaran Bibit Dan Ketebalan Media. *Jurnal Produksi Tanaman* 1 (1): 70-79. Hal
- Sharma S, RKP. Yadav, CP. Pokhrel 2013. Growth and yield of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) on different substrates. *JNBR* 2:3-8.Hal
- Sukendro, L., A. W. Gunawan. Dan O.S. Dharmaputra. 2001. Pengaruh Waktu Pengomposan Limbah Kapas terhadap Produksi Jamur Merang. *J. Microbiologi Indonesia* 6 (1).
- Sunandar, B. 2010. Budidaya Jamur Merang. BPTP Jawa Barat, BPPP Kementan. Jakarta.
- Zuyasna, M. Nasution, dan D. Fitriani. 2011. Pertumbuhan dan Hasil Jamur Merang Akibat Perbedaan Media Tanam dan Konsentrasi Pupuk Super A-1. *Prodi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala Darussalam Banda Aceh. J. Floratek* 6: 92 – 103.

## **LAMPIRAN VI**

**DRAF ARTIKEL JURNAL NASIONAL TERAKREDITASI:  
PENGARUH PENAMBAHAN PUPUK /NUTRISI DENGAN JENIS DAN  
DOSIS YANG BERBEDA PADA MEDIA TANDAN KOSONG KELAPA  
SAWIT (TKKS) TERHADAP PRODUKTIVITAS JAMUR MERANG  
(*Volvariella Volvaceae L*)**

**PENGARUH PENAMBAHAN PUPUK /NUTRISI DENGAN JENIS DAN  
DOSIS YANG BERBEDA PADA MEDIA TANDAN KOSONG  
KELAPA SAWIT (TKKS) TERHADAP PRODUKTIVITAS  
JAMUR MERANG (*Volvariella Volvaceae L*)  
Sugeng Triyono<sup>1</sup>, Linda Fauziah<sup>1</sup>, Dermiyati<sup>2</sup>, Jamal Lumbaraja<sup>2</sup>,  
AgusHaryanto<sup>1</sup>, Hanng Ismono<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>) Department of Agricultural Engineering, University of Lampung

<sup>2</sup>) Department of Soil Sciences, University of Lampung

<sup>3</sup>) Department of Agribusiness, University of Lampung

Contact: [striyono2001@yahoo.com](mailto:striyono2001@yahoo.com)

## **PENDAHULUAN**

Indonesia merupakan negara penghasil minyak sawit terbesar di dunia. Luas areal perkebunan kelapa sawit pada tahun 2015 mencapai 11.26 juta ha (Ditjebun, 2016). Industri pengolahan minyak sawit selain menghasilkan produk utama berupa minyak sawit, juga menghasilkan produk sampingan berupa biji inti sawit (kernel), limbah gas dan fraksional, limbah cair (minyak dan air) dan limbah padat (abu, cangkang, serat dan TKKS). TKKS merupakan limbah padat terbesar yang dihasilkan yaitu sekitar 23% dari tandan buah segar sehingga dalam 1 ton kelapa sawit diperkirakan terdapat 230-250 kg TKKS dan dalam 1 juta ton tandan buah segar dihasilkan sekitar 230.000 ton TKKS (Fauzi, 2005) dan jumlah ini akan terus meningkat seiring meningkatnya produksi tandan buah segar di Indonesia. Jutaan ton limbah TKKS tersebut belum dimanfaatkan secara optimal bahkan sering dibuang dan dibakar sehingga mencemari lingkungan dan menimbulkan polusi udara. Oleh karena itu, perlu dilakukan usaha pemanfaatan limbah lignoselulosa (TKKS) sebagai media budidaya jamur.

Didalam Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) memiliki kandungan yang tersusun dari 50,4% selulosa, 21,9% hemiselulosa, 10% lignin, dan 17,7% komponen lain yang secara keseluruhan tersusun secara kompak (Umikalsom dkk.,1998). Kandungan inilah yang dapat dimanfaatkan sebagai media tanam jamur merang, sehingga limbah tidak terbuang sia-sia karena memberi nilai tambah.

Jamur merang sebagai makhluk hidup juga memerlukan tambahan nutrisi untuk pertumbuhan dan perkembangan. Nutrisi tersebut dapat langsung diperoleh dari media secara langsung dalam bentuk unsur, ion, dan molekul sederhana (Gunawan, 2001). Karbon (C) merupakan unsur dasar pembangunan sel dan sumber energi yang diperlukan oleh sel jamur. Dedak padi merupakan sumber karbohidrat yang memiliki banyak karbon (C) dan nitrogen yang dapat digunakan sebagai tambahan nutrisi pada media tumbuh jamur merang. Selain itu dalam dedak padi juga terkandung vitamin B1 (thiamin) dan vitamin B2.

Untuk perkembangan jamur diperlukan sumber nutrisi atau makanan dalam bentuk unsur-unsur hara yang diperoleh dari bahan tambahan lainnya seperti pemakaian pupuk untuk kebutuhan nutrisi dan makanan bagi jamur. Pupuk sangat penting perannya dalam meningkatkan produksi dan produktivitas jamur. Marsono (2005) menyatakan bahwa pupuk bermanfaat dalam menyediakan unsur

hara yang kurang atau bahkan tidak tersedia di tanah atau media untuk mendukung pertumbuhan tanaman.

Dalam penelitian ini dilakukan perlakuan penambahan pupuk/ nutrisi dengan jenis dan dosis yang berbeda pada saat pengomposan untuk dapat meningkatkan produktivitas jamur merang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan pupuk/ nutrisi dengan jenis dan dosis yang berbeda pada saat pengomposan Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) terhadap produktivitas jamur merang.

## **METODOLOGI**

### **Waktu dan Tempat Penelitian**

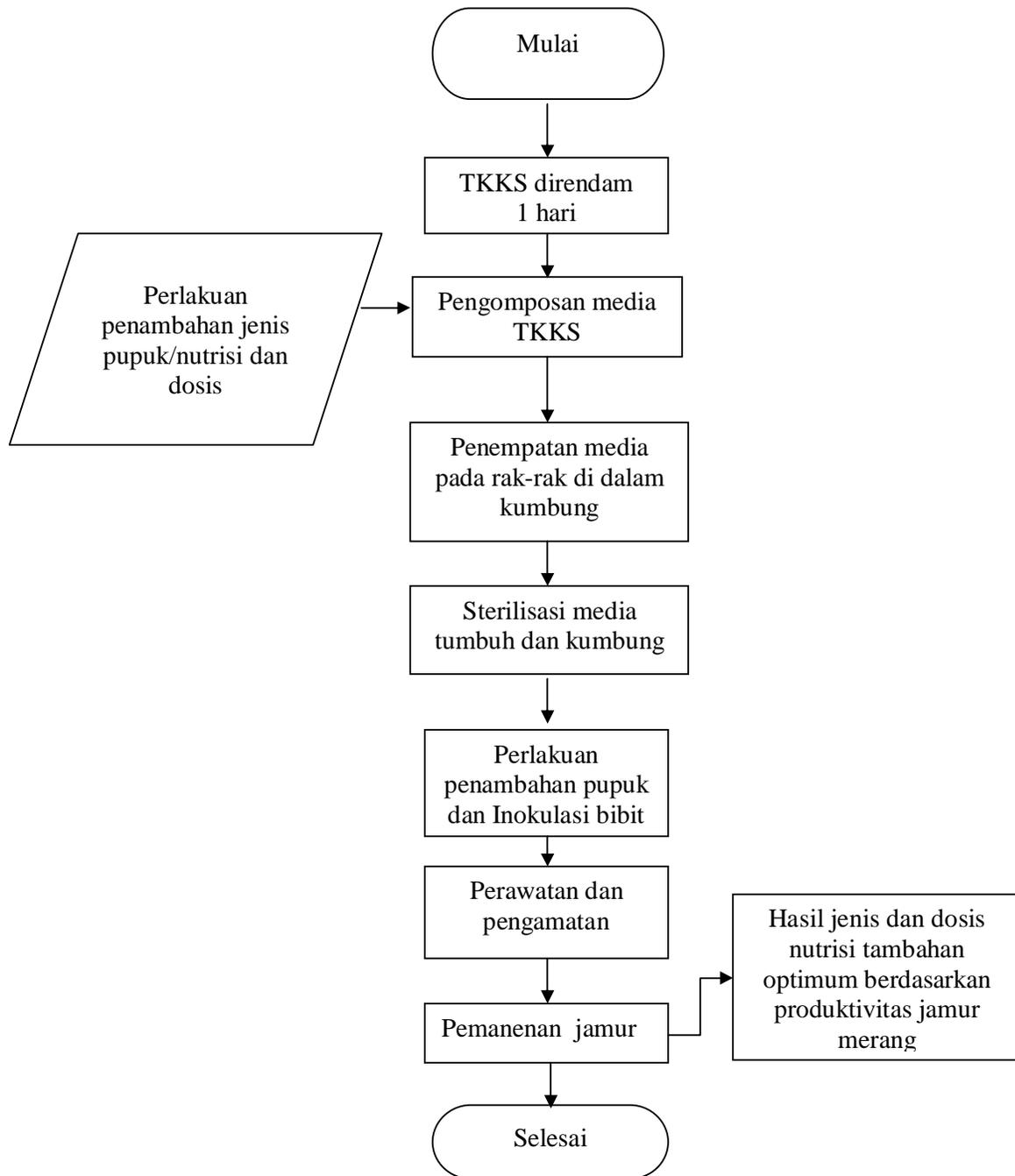
Penelitian ini akan dilakukan pada bulan November 2017 – Januari 2018 di Laboratorium Lapang Terpadu, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

### **Bahan dan Alat Penelitian**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bibit jamur merang, TKKS, dedak, kotoran ayam, kapur pertanian, pupuk organik, pupuk anorganik. Bahan-bahan didapatkan dari lingkungan terdekat di Lampung, seperti PTPN VII, perusahaan peternakan ayam, dan toko pertanian. Alat-alat yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah ember, timbangan, jangka sorong, kumbung jamur merang, kotak papan kayu, timbangan digital, dan alat pendukung lainnya.

### **Rancangan Percobaan**

Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok Faktorial. Percobaan menggunakan dua faktor. Faktor pertama adalah jenis penambahan pupuk/ nutrisi yang terdiri dari: Pupuk anorganik (N) dan Pupuk organik (O). Faktor kedua adalah dosis penambahan pupuk/nutrisi yang terdiri dari: N1 = 50%, N2 = 100%, N3 = 150%; dan O1 = 50%, O2 = 100%. O3 = 150%. Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan sidik ragam dan dilanjutkan dengan uji BNT. Unit percobaan berupa kotak dari papan kayu berukuran 80x50x25 cm<sup>3</sup> dan diletakkan didalam kumbung yang disusun didalam rak seperti pada gambar 1 dan 2. Kompos TKKS yang dihasilkan digunakan untuk memproduksi jamur merang didalam kumbung. Unit percobaan berupa media tumbuh dalam kotak papan kayu berukuran 80x50 cm<sup>3</sup> dan kedalaman media/kotak adalah 25 cm, merujuk hasil penelitian (Riduwan, dkk., 2013). Baglan alir Penelitian disajikan pada Gambar 3.



**Gambar 1. Bagan Alir Penelitian**

## **Pelaksanaan Kegiatan**

Bahan baku TKKS direndam selama 1 hari kemudian setelah selesai, dibasahi dengan menggunakan air lalu campur dengan dedak padi yang sebelumnya telah dicampur kapur pertanian (dolimit), dan ditambah dengan pupuk/ nutrisi sesuai dengan perlakuan yaitu kotoran ayam dan pupuk anorganik. Penambahan pupuk/ nutrisi tersebut dapat diberikan sesuai dosis pada perlakuan yaitu k0, k1, a1, dan a2.

Setelah bahan-bahan media jamur merang sudah tercampur rata, dikomposkan didalam terpal selama 4 hari. Kemudian tunggu sampai waktu pengomposan selesai.

Kumbung dibersihkan terlebih dahulu sebelum digunakan. Kemudian dibuat sebuah kotak untuk bedengan perlakuan. Kotak tersebut mempunyai panjang 80 cm, lebar 50 cm dan tinggi 25 cm.

Kompos dimasukkan sesuai dengan perlakuan. Tiap bedengan dibatasi dengan papan pembatas. Lalu setelah itu ditambahkan dedak padi di atas media yang telah disusun lalu siram media dengan air secukupnya.

Media dipasteurisasi dengan cara mengalirkan uap panas ke dalam kumbung melalui pipa hingga suhu dalam ruangan mencapai 70<sup>0</sup>C, dibiarkan selama 2-4 jam. Setelah pasteurisasi, tutup rapat kumbung sampai 12 jam. Setelah itu, buka kumbung selama 1 jam sebelum masuk proses penanaman bibit jamur merang.

Media yang telah dipasteurisasi dalam shed (kumbung) terlebih dahulu diturunkan suhunya hingga mencapai 28-33<sup>0</sup>C. Lalu ditambahkan pupuk organik sesuai dosis yang sudah ditentukan. Penanaman bibit jamur dilakukan dengan cara penaburan bibit di atas permukaan kompos (bedengan) secara merata. Satu kumbung dengan 4 rak membutuhkan 4 plastik bibit berukuran 90x90x90 cm yang dipesan/dibeli dari produsen bibit jamur merang di Provinsi Jawa Timur. Setelah penanaman, kumbung harus ditutup rapat kembali selama 4 hari agar proses inkubasi berjalan dengan baik.

## **Pemeliharaan**

Penyiraman dilakukan dengan menggunakan sprayer dan selang. Penyiraman bertujuan untuk mendorong pertumbuhan miselium merata pada media tanam. Penyiraman dilakukan 6 hari setelah proses penanaman. Penyiraman media tumbuh dilakukan berkala, yaitu 2-4 hari sekali dan dilakukan pada sore hari.

Suhu ruang dipertahankan pada suhu 28-33<sup>0</sup>C, sedangkan kelembaban udara 80-90 %. Suhu ruangan dan kelembaban apabila tidak sesuai maka perlu dilakukan penyiraman. 6 hari setelah proses penanaman siram lantai kumbung sampai air cukup menggenang, penyiraman lantai dilakukan pada pagi hari. Lantai dan dinding dijaga tetap basah, kelembaban tetap tinggi (80-90 %). Tujuannya adalah untuk merangsang pertumbuhan miselium menjadi tubuh buah jamur yang merata dan bersamaan.

Pencegahan penyakit dan tumbuhnya jamur lain (*Coprinus sp*) dilakukan dengan pasteurisasi. Pencegahan adanya gangguan dari semut dapat dilakukan dengan cara disemprot insektisida Tiodan pada lantai dasar kumbung.

### **Pemanenan**

Pemanenan dilakukan sebelum badan jamur merang mekar tetapi sudah dalam bentuk besar yang maksimal pada stadia kancing atau telur, kira-kira 9-12 hari setelah penebaran bibit. Panen berikutnya dilakukan setiap hari pada tubuh buah stadia kancing. Pemanenan dilakukan dengan tangan agar dapat menghindari tertinggalnya bagian jamur yang akan membahayakan pertumbuhan jamur merang yang lain.

### **Parameter Pengamatan**

1. Waktu pertama panen (hst), pengamatan dihitung dari hari setelah tanam, dilakukan apabila jamur sudah mencapai stadia kancing dengan ukuran tudung berkisar 3 cm sampai dengan 5 cm dan berwarna putih.
2. Diameter tubuh buah (cm), merupakan rata-rata diameter dari seluruh tubuh buah jamur yang dipanen. Diukur menggunakan jangka sorong.
3. Panjang tubuh buah jamur merang (cm), merupakan rata-rata panjang dari seluruh tubuh buah jamur yang dipanen. Diukur dari pangkal tangkai sampai ujung tudung.
4. Jumlah seluruh tubuh jamur merang (buah), diukur dengan cara menghitung banyaknya jumlah tubuh buah jamur merang yang telah di panen.
5. Jumlah tubuh buah tiap panen (buah), yaitu hasil bagi jumlah tubuh buah dari seluruh panen dengan lama periode panen.
6. Berat total tubuh buah jamur merang (g), yaitu jumlah keseluruhan b tubuh buah selama panen.
7. Berat tubuh buah tiap panen (g), yaitu hasil bagi berat total tubuh buah dengan lama periode panen.
8. Lamanya periode panen, yaitu menghitung lamanya waktu yang diperlukan untuk memanen semua tubuh buah jamur merang yang sudah mencapai stadia kancing.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Adiandri, R., N. Sigit., dan R. Ridwan. 2012. *Karakteristik Mutu Fisikokimia Jamur Merang (Volvariella volvacea) Selama Penyimpanan dalam berbagai Jenis Larutan dan Kemasan*. J.Pascapanen 9(2).
- Agus, G.T.K., A. Dianawati, E.S. Irawan, & K. Miharja. 2002 *Budidaya Jamur Konsumsi*. Agromedia Pustaka. Jakarta. 68 hal.
- Direktorat Jendral Perkebunan. 2016. *Satistik Perkebunan Indonesia*. <http://ditjebun.pertanian.go.id> diakses pada tanggal 29 Oktober 2017.
- Fauzi Y. 2005. *Kelapa Sawit, Budi Daya Pemanfaatan Hasil dan Limbah, Analisis Usaha dan Pemasaran*. Jakarta: Penebar Swadaya.

- Gunawan, A.W. 2001. Usaha Pembibitan Jamur. Penebar Swadaya. Jakarta
- Hartatik. 2004. Pupuk Kandang. Balittanah Deptan.
- Kusnandar F., N. wulandari, dan P. Hariyadi. 2011. Teknologi pengalengan jamur merang. <http://www.unhas.ac.id/> di akses tanggal 05 maret 2011
- Marsono. 2005. Pupuk Akar. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Mayun, I.A. 2007. Pertumbuhan Jamur Merang (*Volvariella volvaceae*) pada Berbagai Media Tumbuh. *Agritrop*, 26 (3): 124-128. 20
- Mosier, N., Wyman, C., Dale, B., Elander, R., Lee, Y. Y., Holtzapple, M. dan Ladisch, M. (2005). Features of promising technologies for pretreatment of lignocellulosic biomass. *Journal of Bioresource Technology* 96: 673–686.
- Pasaribu, T. 2002. Aneka Jamur Unggulan yang menembus Pasar. PT. Gramedia. Jakarta.
- Sharma S, Yadav RKP, Pokhrel CP. 2013. Growth and yield of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) on different substrates. *JNBR* 2:3-8.
- Sinaga, M. S. 2000. Jamur Merang dan Budidayanya. Jakarta : Penebar Swadaya.
2001. Jamur Merang dan Budidayanya. Penebar Suadaya. Jakarta. 67 hal.
- Ukoima H.N., L.O. Ogbonnaya, G.E.Arikpo and F.N. Ikpe. 2009. Culture Studies of Mycelia of *Volvariella volvaceae*, *Pakistan Journal of Nutrition* 8 (7): 1052-1054.
- Umikalsom, M. S., Ariff, A. B. dan Karim, M. I. (1998). Saccharification of pretreated oil palm empty fruit bunch fiber using cellulase of *Chaetomium globosum*. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 46: 3359-3364.
- Widowati, L.R., S. Widati., U. Jaenudin, dan W. Hartatik. 2005. Pengaruh Kompos Pupuk Organik yang Diperkayadengan Bahan Mineral dan Pupuk Hayati terhadap Sifat-sifat Tanah, Serapan Hara dan Produksi Sayuran Organik. Laporan Proyek Penelitian Program Pengembangan Agribisnis. Balai Penelitian Tanah.

**LAMPIRAN VII**  
**DRAF ARTIKEL JURNAL BEREPUTASI: Pengaruh penambahan pupuk/  
nutrisi dengan jenis dan dosis yang berbeda terhadap perubahan  
karakteristik tandan kosong kelapa sawit (tkks) media tumbuh jamur  
merang (*volvariella volvaceae* l)**

**PENGARUH PENAMBAHAN PUPUK/NUTRISI DENGAN JENIS DAN DOSIS YANG BERBEDA TERHADAP PERUBAHAN KARAKTERISTIK TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT (TKKS) MEDIA TUMBUH JAMUR MERANG (*Volvariella Volvaceae* L)**

**Sugeng Triyono<sup>1)</sup>, Dian Nova Ayu Pulung<sup>1)</sup>, Dermiyati<sup>2)</sup>, Jamal Lumbaraja<sup>2)</sup>, AgusHaryanto<sup>1)</sup>, Hanng Ismono<sup>3)</sup>**

<sup>1)</sup> Department of Agricultural Engineering, University of Lampung

<sup>2)</sup> Department of Soil Sciences, University of Lampung

<sup>3)</sup> Department of Agribusiness, University of Lampung

Contact: [striyono2001@yahoo.com](mailto:striyono2001@yahoo.com)

## **PENDAHULUAN**

Di Indonesia jamur merang mempunyai prospek sangat baik untuk dikembangkan, baik untuk ekspor maupun konsumsi dalam negeri (Sinaga, 2001). Kebutuhan jamur merang di pasaran luar negeri yang semakin meningkat menyebabkan budidaya jamur merang mempunyai prospek yang cukup cerah. Singapura misalnya, membutuhkan 100 ton jamur merang setiap bulan dan Malaysia membutuhkan jamur merang sekitar 15 ton tiap minggunya (Siahaan, 1990). Sedangkan kebutuhan jamur merang di Indonesia mencapai 25 ton perhari namun produksinya hanya 15 ton perhari. Kandungan gizi dalam jamur merang adalah karbohidrat 8,7 %, protein 26,49 %, lemak 0,67 %, kalsium 0,75 %, fosfor 30 %, kalium 44,2 % dan vitamin.

Jamur merang dapat tumbuh pada media yang merupakan limbah, terutama limbah pertanian. Dengan begitu, limbah tidak terbuang sia-sia karena masih dapat memberi nilai tambah. Bahkan sisa kompos bekas penanaman jamur pun dapat digunakan sebagai pupuk untuk penyubur tanah. Selain pada kompos merang, jamur merang dapat tumbuh pada media kompos lain.. Jamur merang umumnya tumbuh pada media yang merupakan sumber selulosa misalnya pada tumpukan merang, dekat limbah penggilingan padi, limbah pabrik kertas, ampas batang aren, limbah kelapa sawit, ampas sagu, sisa kapas, kulit buah pala, daun pisang, ampas tebu, serbuk gergajian kayu, jerami gandum, tongkol jagung, limbah biji kopi, bahkan limbah kardus (Sinaga, 2009).

Indonesia merupakan negara penghasil minyak sawit terbesar di dunia. Luas areal perkebunan kelapa sawit pada tahun 2015 mencapai 11.26 juta ha (Ditjebun, 2016). Industri pengolahan minyak sawit selain menghasilkan produk utama berupa minyak sawit, juga menghasilkan produk sampingan berupa biji inti sawit (kernel), limbah gas dan fraksional, limbah cair (minyak dan air) dan limbah padat (abu, cangkang, serat dan TKKS). TKKS merupakan limbah padat terbesar yang dihasilkan yaitu sekitar 23% dari tandan buah segar sehingga dalam 1 ton kelapa sawit diperkirakan terdapat 230-250 kg TKKS dan dalam 1 juta ton tandan buah segar dihasilkan sekitar 230.000 ton TKKS (Fauzi, 2005). Jumlah ini akan terus meningkat seiring meningkatnya produksi tandan buah segar di Indonesia. TKKS merupakan bahan organik yang mengandung (dalam sampel kering): 42,8% C; 2,90% K<sub>2</sub>O; 0,80% N; 0,22% -P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 0,30% M<sub>g</sub>O dan unsur-unsur mikro antara lain 10ppm B, 23ppm Cu, 51ppm Zn (Rankine dan Fairhurst, 1998). Pada umumnya, jutaan ton limbah TKKS belum dimanfaatkan secara optimal bahkan sering dibuang dan dibakar sehingga mencemari lingkungan dan menimbulkan polusi udara, padahal TKKS merupakan limbah yang kaya akan zat organik dan masih dapat dimanfaatkan kembali. Pengomposan dan fermentasi merupakan salah satu metode pengolahan limbah TKKS yang bermanfaat untuk pertumbuhan tanaman. TKKS sebagai kompos diharapkan dapat menahan karbon dalam tanah karena kandungan zat organik di dalamnya. Kandungan selulosa 41,30-46,50%; hemiselulosa 25,30-33,80%; dan lignin 27,60-32,50%. Pemanfaatan TKKS sebagai kompos dapat diperkirakan dapat membantu kestabilan karbon di dalam tanah lebih lama karena kandungan selulosa yang cukup tinggi.

Untuk perkembangan jamur merang diperlukan sumber nutrisi seperti pupuk. Berdasarkan penyusunnya pupuk digolongkan atas dua yaitu pupuk organik dan pupuk anorganik. Pupuk organik berasal dari pelapukan sisa-sisa makhluk hidup seperti, tanaman dan kotoran hewan. Pupuk ini biasanya mengandung unsur hara makro dan mikro. Pada penelitian Cut Nur Ihsan (2011) pupuk organik yang digunakan adalah pupuk organik cair dengan campuran media tumbuhnya dari ampas kelapa sawit dan jerami padi. Pada penelitian Zuyasna (2011) menggunakan pupuk organik cair dengan media tumbuhnya adalah ampas tebu. Pada penelitian Semiatun (2007) pupuk anorganik yang digunakan adalah NPK dengan media tumbuhnya adalah serbuk kayu. Hasil dari ketiga penelitian tersebut sama-sama meningkatkan produksi jamur merang.

Penelitian diatas menyatakan bahwa penambahan pupuk organik dan pupuk anorganik dapat meningkatkan hasil produksi jamur. Namun demikian, penelitian tidak mengamati perubahan-perubahan karakteristik media terutama selulosa, hemiselulosa, lignin, dan C/N rasio. Peningkatan produksi jamur merupakan tentang hasil serapan hara dari pupuk dan media. Karena itu, penelitian tentang perubahan-perubahan karakteristik media sangat diperlukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan pupuk/nutrisi dengan jenis dan dosis yang berbeda terhadap perubahan karakteristik media Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) media tumbuh jamur merang.

## **METODOLOGI**

### **Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini akan dilakukan pada bulan November – Januari 2018 di Lapangan Terpadu dan Laboratorium Rekayasa Bioproses dan Pasca Panen, Jurusan Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

### **Bahan dan Alat Penelitian**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bibit jamur merang, TKKS, dedak, pupuk organik, pupuk anorganik, kapur pertanian, aquades, larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Bahan – bahan didapatkan dari lingkungan terdekat di Lampung, seperti PTPN VII, perusahaan peternakan, toko pertanian dan toko bahan kimia.

### **Alat Penelitian**

Alat-alat yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah kumbung jamur merang, kotak papan kayu, gelas ukur, timbangan, kertas saring (tissue), water bath ( pemanas ), dan alat pendukung lainnya.

### **Rancangan Percobaan**

Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok Faktorial. Percobaan ini menggunakan dua faktor. Faktor pertama adalah jenis penambahan pupuk/nutrisi yang terdiri dari 2 taraf yaitu: Pupuk anorganik (N) dan Pupuk organik (O). Faktor kedua adalah dosis penambahan pupuk/nutrisi yang terdiri dari : N1 = 50%, N2 = 100%, N3 = 150% dan O1 = 50%, O2 = 100%, O3 = 150%. Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan sidik ragam dan dilanjutkan dengan uji BNT.

Unit percobaan berupa kotak dari papan kayu berukuran 80x50x25 cm<sup>2</sup> dan kedalaman media/kotak adalah 25 cm yang diletakkan didalam kumbung yang disusun didalam rak seperti pada gambar 1 dan 2. Kompos TKKS yang dihasilkan digunakan untuk memproduksi jamur merang didalam kumbung. Merujuk hasil penelitian (Riduwan, dkk., 2013).

### **Pelaksanaan Kegiatan**

Bahan baku TKKS direndam selama 1 hari kemudian setelah selesai, dibasahi dengan menggunakan air lalu campur dengan dedak padi yang sebelumnya telah dicampur kapur pertanian (dolimit), dan ditambah dengan pupuk/ nutrisi sesuai dengan perlakuan yaitu kotoran ayam dan pupuk anorganik. Penambahan pupuk/ nutrisi tersebut dapat diberikan sesuai dosis pada perlakuan yaitu KAO, KA1, PA1, dan PA2.

Setelah bahan-bahan media jamur merang sudah tercampur rata, di komposkan didalam terpal selama 2 hari. Kemudian tunggu sampai waktu pengomposan selesai. Kualitas kompos yang baik adalah lunak, wama coklat kehitaman, kadar air kompos 73-75% dan pH kompos 8-8,5.

Kumbung dibersihkan terlebih dahulu sebelum digunakan. Kemudian dibuat sebuah kotak untuk bedengan perlakuan. Kotak tersebut mempunyai panjang 80 cm, lebar 50 cm dan tinggi 25 cm. Kompos dimasukkan sesuai dengan perlakuan. Tiap bedengan dibatasi dengan papan pembatas.

Media dipasteurisasi dengan cara mengalirkan uap panas ke dalam kumbung melalui pipa hingga suhu dalam ruangan mencapai 70°C, dibiarkan selama 2-4 jam. Setelah pasteurisasi, jendela kumbung dibuka agar udara segar dapat masuk dan suhu turun hingga mencapai 32–35°C. Biasanya proses penurunan suhu memerlukan waktu selama 12 jam.

Kompos yang telah dipasteurisasi dalam shed (kumbung) terlebih dahulu diturunkan suhunya hingga mencapai 28-33°C. Lalu ditambahkan pupuk organik sesuai dosis yang sudah ditentukan. Setelah ditambahkan pupuk organik, tambahkan dedak padi diatas media yg sudah siap ditebar bibit jamur merang. Penanaman bibit jamur dilakukan dengan cara penaburan bibit di atas permukaan kompos (bedengan) secara merata. Tiap bedengan membutuhkan 70 g atau 1/3 kantong bibit jamur merang. Setelah penanaman, shed harus ditutup rapat kembali agar suhu ruang dalam shed dipertahankan.

### **Pemeliharaan**

Pengabutan dan penyiraman dilakukan dengan menggunakan kontrol otomatis yang dihubungkan dengan sensor yang telah disiapkan sebelumnya. Penyiraman dan pengabutan bertujuan untuk mendorong pertumbuhan miselium merata pada media tanam.

Suhu ruang diusahakan mencapai 28-33°C, sedangkan kelembaban udara 80-90 %. Suhu ruangan dan kelembaban apabila tidak sesuai maka perlu dilakukan penyiraman. Setelah 6 hari kemudian kompos disiram dengan air sebanyak ± 1,5 liter/m<sup>2</sup> dan diberi oksigen dengan cara mengalirkan udara menggunakan blower yg sebelumnya telah dipasang di kumbung. Lantai dan dinding dijaga tetap basah, kelembaban tetap tinggi (80-90 %). Tujuannya adalah untuk merangsang pertumbuhan miselium menjadi tubuh buah jamur yang merata dan bersamaan.

### Pemanenan

Pemanenan dilakukan sebelum badan jamur merang mekar tetapi sudah dalam bentuk besar yang maksimal pada stadia kancing atau telur, kira-kira 8-10 hari setelah penebaran bibit. Panen berikutnya dilakukan setiap hari pada tubuh buah stadia kancing. Pemanenan dilakukan dengan tangan agar dapat menghindari tertinggalnya bagian jamur yang akan membahayakan pertumbuhan jamur merang yang lain.

### Parameter Pengamatan

Pada parameter pengamatan ini menggunakan analisis selulosa dan lignin dengan metode Chesson (Datta, 1981).

### Kadar Hemiselulosa

Pengukuran kadar hemiselulosa dianalisis dengan metode Chesson (Datta, 1981), yaitu sebanyak 1-2 gram sampel(a) dicampur dengan 150 ml air aquades, dipanaskan pada suhu 100oC selama 1 jam, difiltrasi dengan kertas saring dan terakhir dibilas dengan air aquades, bagian padat dikeringkan dalam oven pada suhu 105oC sampai konstan dan ditimbang beratnya (b). Selanjutnya sampel dicampur dengan 150 ml 0.5 ml larutan H2SO4, dipanaskan pada suhu 100oC selama 1 jam, difiltrasi dengan kertas saring dan terakhir dibilas dengan air aquades. Kemudian bagian padat dikeringkan dalam oven pada suhu 105oC sampai konstan dan ditimbang beratnya (c).

$$\text{Hemiselulosa (\%)} = \frac{b - c}{a} \times 100\%$$

### Kadar selulosa

Pengukuran kadar selulosa dianalisis dengan metode Chesson (Datta, 1981), berat sample awal (a) yaitu sampel yang telah dikeringkan pada analisis hemiselulosa (c) dicampur dengan larutan H2SO4 72% sebanyak 10 ml, dilakukan perendaman selama 4 jam, lalu dicampur dengan 150 ml larutan 0.5 H2SO4, dipanaskan pada suhu 100oC selama 2jam, difiltrasi dengan kertas saring dan terakhir dibilas dengan air aquades. Kemudian bagian padat dikeringkan dalam oven pada suhu 105oC sampai konstan dan ditimbang beratnya (d).

$$\text{Selulosa (\%)} = \frac{c - d}{a} \times 100\%$$

### Lignin

Pengukuran kadar lignin dianalisis dengan metode Chesson (Datta, 1981), yaitu proses (d) pada selulosa dan di abukan dan di timbang (e).

$$\text{Lignin (\%)} = \frac{d - e}{a} \times 100\%$$

### C/N rasio

Pengukuran C/N rasio untuk mengetahui perbandingan antara Carbon organik dengan nitrogen total yang tersedia pada sampel media tanam jamur merang yang telah digunakan.

### DAFTAR PUSTAKA

- Agus , G.T.K., A. Dianawati, E.S. Irawan, & K. Miharja. 2002 *Budidaya Jamur Konsumsi*. Agromedia Pustaka. Jakarta. 68 Hal.
- Direktorat Jendral Perkebunan. 2016. Statistik Perkebunan Indonesia. <http://ditjebun.pertanian.go.id> diakses pada tanggal 29 Oktober 2017.
- Fauzi Y. 2005. *Kelapa Sawit, Budi Daya Pemanfaatan Hasil dan Limbah, Analisis Usaha dan Pemasaran*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Ichsan, C.N., F. Harun, dan N. Ariska. 2011. *Karakteristik Pertumbuhan Dan Hasil Jamur Merang (Volvariella volvacea L.) Pada Media Tanam Dan Konsentrasi Pupuk Biogreen Yang Berbeda*. J. Floratek 6: 171 – 180.
- Kementerian Pertanian (2006). *Pedoman pengelolaan limbah industri kelapa sawit*. Jakarta: Subdit Pengelolaan Hasil Pertanian. Indonesia: Kementerian Pertanian.
- Kementerian Pertanian (2011). *Basis Data Statistik Pertanian*. <http://aplikasi.deptan.go.id/bdsp/index.asp> [27 Februari 2012].
- Kusnandar F., N. wulandari, dan P. Hariyadi. 2011. *Teknologi pengalengan jamur merang*. <http://www.unhas.ac.id/> di akses tanggal 05 maret 2011 .
- Marsono.2005.*Pupuk Akar*.Penebar Swadaya.Jakarta.
- Pasaribu, T. 2002. *Aneka Jamur Unggulan yang menembus Pasar*. PT. Gramedia. Jakarta.
- Rankine, I., Fairhurst, T. 1998. *Seri Tanaman Sawit Volume 3: Tanaman Menghasilkan*. Singapore: Oxford Graphic Printers.

- Sarwono E. 2008. Pemanfaatan Janjang Kosong Sebagai Substitusi Pupuk Tanaman Kelapa Sawit. Jurnal aplika 8:10-3.
- Semiaturun, A. 2007. Pengaruh Penambahan Pupuk NPK Terhadap Pertumbuhan Jamur Merang Pada Serbuk Kayu. Skripsi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- Sharma S, Yadav RKP, Pokhrel CP. 2013. Growth and yield of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) on different substrates. JNBR 2:3-8.
- Widiyastuti B. 2001. Budidaya Jamur Kompos: Jamur Merang, Jamur Kancing. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Widowati, L.R., S. Widati., U. Jaenudin, dan W. Hartatik. 2005. Pengaruh Kompos Pupuk Organik yang Diperkaya dengan Bahan Mineral dan Pupuk Hayati terhadap Sifat-sifat Tanah, Serapan Hara dan Produksi Sayuran Organik. Laporan Proyek Penelitian Program Pengembangan Agribisnis. Balai Penelitian Tanah.

## **LAMPIRAN VIII**

**DRAF ARTIKEL JURNAL BEREPUTASI:  
PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT(TKKS) BEKAS  
MEDIA TUMBUH JAMUR MERANG (*Volvariella volvaceae* L) TERHADAP  
KUALITAS PUPUK ORGANONITROFOS**

**PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT(TKKS) BEKAS  
MEDIA TUMBUH JAMUR MERANG (*Volvariella volvaceae* L) TERHADAP KUALITAS PUPUK  
ORGANONITROFOS**

**Sugeng Triyono<sup>1)</sup>, I Gede Aditya Sukantra<sup>1)</sup>, Dermiyati<sup>2)</sup>,  
Jamalam Lumbanraja<sup>2)</sup>, Hanng Ismono<sup>3)</sup>**

<sup>1)</sup> Department of Agricultural Engineering, University of Lampung

<sup>2)</sup> Department of Soil Sciences, University of Lampung

<sup>3)</sup> Department of Agribusiness, University of Lampung

**PENDAHULUAN**

Pupuk merupakan salah satu sumber nutrisi utama yang diberikan pada tumbuhan. Dalam proses pertumbuhan, perkembangan dan proses reproduksi setiap hari tumbuhan membutuhkan nutrisi berupa mineral dan air. Nutrisi yang dibutuhkan oleh tumbuhan diserap melalui akar, batang dan daun. Nutrisi yang biasanya dibutuhkan oleh tumbuhan tidak terlepas dari tiga unsure hara, yaitu Nitrogen (N), fosfor (F), dan kalium (K). Peranan ketiga unsure hara (N,P,dan K) sangat penting dan mempunyai fungsi yang saling mendukung satu sama lain dalam proses pertumbuhan dan produksi tanaman. Seiring banyaknya kepentingan diatas tanah, seperti pembukaan lahan untuk peternakan, industri dan perumahan maka lahan untuk pertanian semakin sempit dan harus diolah berulang-ulang sehingga kesuburannya menghilang. Lambat laun unsur hara yang ada semakin menipis, bahkan dalam beberapa kasus, tanah menjadi tandus karena alasan tersebut. Oleh karena itu manusia mencari cara menyuburkan kembali tanah yang sudah menjadi tandus tersebut. Lewat percobaan- percobaan dan penelitian-penelitian yang dilakukan oleh para ahli di temukanlah pupuk sebagai salah satu bahan dan cara untuk memecahkan masalah tersebut.

Indonesia termasuk negara produsen CPO (Crude Palm Oil) terbesar di dunia. Hal ini dikarenakan iklim di Indonesia yang sangat cocok dan disertai tersedianya lahan yang luas. Menurut data Badan Pusat Statistik, luas area perkebunan kelapa sawit di Indonesia pada tahun 2012 mencapai 5.995.700 Ha. Hal ini menunjukkan bahwa banyaknya industri berbasis kelapa sawit di Indonesia.

Selain menghasilkan produk CPO, pengolahan kelapa sawit ini juga menghasilkan produk samping berupa POME (Palm Oil Mill Effluent), cangkang sawit, fiber/sabut, dan tandan kosong kelapa sawit. Pada pengolahan kelapa sawit, limbah yang jumlahnya sangat besar adalah limbah cair dan TKKS (Tandan Kosong Kelapa Sawit). Limbah TKKS mencapai 230 kg dari setiap ton TBS atau Tandan Buah Segar yang diolah. Jumlah ini sangat besar dan dapat menjadi limbah yang mengganggu lingkungan apabila tidak dimanfaatkan dan diolah lebih lanjut.

Berdasarkan data dari Dirjenbun (Direktorat Jendral Perkebunan), potensi limbah TKKS sangat besar dan diperkirakan jumlah ini akan semakin meningkat dengan meningkatnya produksi kelapa sawit di Indonesia. Oleh karena itu limbah TKKS harus diolah menjadi produk yang lebih bernilai.

Salah satu produk yang dapat dihasilkan dari penggunaan TKKS adalah karbon aktif. Karbon aktif biasanya digunakan sebagai pembersih, penyerap, dan bahan pengemban katalisator. Contoh industri yang menggunakan karbon aktif adalah industri makanan, industri pengolahan air, industri minuman, industri obat, industri pengolahan limbah cair, industri plastik, dll. Dengan banyaknya bermunculan proses industri di dalam maupun luar negeri, semakin banyak pula kebutuhan arang aktif.

Berdasarkan data Dinas Perdagangan dan Perindustrian mengenai impor dan ekspor karbon aktif di Indonesia, menggambarkan bahwa arus pasar karbon aktif baik di dalam maupun luar negeri masih terbuka lebar. Untuk itu semakin banyak pula peluang untuk memproduksi dan memasarkan arang aktif.

Tandan Kosong Kelapa Sawit merupakan limbah pengolahan kelapa sawit yang cocok untuk diolah menjadi karbon aktif. Selain karena jumlah ketersediaannya di alam yang banyak, juga dikarenakan kandungan selulosa pada TKKS tersebut. mengandung selulosa sebanyak 57.04%. Hal ini menunjukkan bahwa selulosa merupakan komposisi yang paling banyak terdapat pada TKKS.

Kebijakan Ketahanan Pangan Nasional diamanatkan oleh Undang-Undang No 7 tahun 1996 tentang Pangan (Presiden RI, 1996), yang kemudian ditindak-lanjuti dengan PP No 68 tahun 2002 tentang Ketahanan Pangan. PP No 68 tahun 2002 kemudian dicabut dan diganti dengan PP No 17 tahun 2015 tentang Ketahanan Pangan dan Gizi. Untuk melaksanakan amanat Undang-undang tersebut, Pemerintah menerbitkan Perpres RI Nomor 82 Tahun 2006 tanggal tentang Dewan Ketahanan Pangan (DKP), yang bertugas antara lain merumuskan kebijakan di bidang ketahanan pangan nasional yang meliputi aspek ketersediaan, distribusi, dan konsumsi serta mutu, gizi, dan keamanan pangan. Pengembangan budidaya jamur merupakan alaternatif yang strategis untuk tujuan diversifikasi

sumber protein, karena selain harganya yang cukup murah, nilai gizinya sangat baik. Produksi dan konsumsi jamur di Indonesia masih tergolong rendah, hanya kalangan tertentu yang mengkonsumsi dan menyadari keistimewaan gizi jamur. Beberapa jenis jamur yang diproduksi di Indonesia dan cukup dikenal masyarakat adalah jamur kancing (*Agaricus bisporus*), jamur kuping (*Auricularia auricula*), jamur shitake (*Lentinula edodes*), Jamur Tiram (*Pleurotus ostreatus*) dan Jamur Merang (*Volvariella volvacea*). Jamur merang mendominasi dengan porsi 55%—60% dari total produksi jamur nasional (Iriana, 2007). Produksi jamur dunia sekitar 3,5 juta ton/tahun, sementara produksi jamur Indonesia hanya 68 ribu ton atau kurang dari 2% (Wakchaure, 2011). Kenyataan tersebut menunjukkan bahwa budidaya jamur masih sangat prospektif untuk dikembangkan di Indonesia.

Jamur Merang (*Volvariella volvacea* L) lebih disukai karena rasanya lebih lezat selain kandungan gizinya yang istimewa. Hasil penelitian rata-rata menunjukkan bahwa jamur merang mengandung protein 25,9-28,5% (Sunandar, 2010). Kandungan protein ini lebih tinggi dibanding kadar protein pada beras yang hanya 8,4% (ParadiGma, 2014) dan pada gandum yang hanya 6-17% (Aptindo, 2012). Jamur merang juga mengandung asam amino esensial sekitar 9 jenis dari 10 jenis asam amino yang dikenal. Lemak yang dikandung jamur merang 72% merupakan lemak tidak jenuh. Berbagai jenis vitamin, seperti B1 (thiamine), B2 (riboflavine), niasin dan biotin terdapat pada jamur merang. Jamur merang juga mengandung berbagai jenis mineral, seperti K, P, Ca, Na, Mg, dan Cu (Sunandar, 2010).

Budidaya jamur merang dengan media tandan kosong kelapa sawit (TKKS) bersinergi dengan produksi pupuk organik "Organonitrofos", yang dikembangkan oleh Tim Unila sejak tahun 2011. Pupuk Organonitrofos granul dibuat dari bahan campuran kotoran sapi segar dan batuan fosfat yang tersedia secara lokal dan diperkaya dengan penambahan mikroba N-fixer dan P-solubilizer (Nugroho dkk.,2012). Pada Tahun 2013, pupuk Organonitrofos remah dikembangkan dengan menggunakan bahan-bahan limbah yang tersedia secara lokal, yaitu: kotoran sapi segar, limbah industri MSG sumber fosfat, serbuk sabut kelapa sumber kalium, limbah kotoran ayam sumber nitrogen (Nugroho dkk.,2013). Pada tahun 2015, Organonitrofos diperkaya dengan penambahan biochar dan diberi nama "Organonitrofos Plus" (Dermiyati, 2015).

Kompos TKKS bekas media jamur merang sangat berpotensi digunakan sebagai bahan baku pupuk Organonitrofos karena TKKS banyak mengandung kalium, selain jumlahnya yang berlimpah. Dengan demikian nilai tambah pemanfaatan kompos TKKS menjadi ganda, yaitu memberikan keuntungan berupa hasil panen jamur yang bergizi tinggi, dan menambah nilai nutrisi pupuk Organonitrofos. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penambahan TKKS bekas media tumbuh jamur merang terhadap kualitas pupuk Organonitrofos yang dihasilkan.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan september sampai dengan November 2017 di Laboratorium Lapang Terpadu Fakultas Pertanian dan Gedung I Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

### Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah kumbung jamur merang, kotak papan kayu, ember, cangkul, hummemill, terpal, karung, tali, kayu balok dan alat pendukung lainnya. Sedangkan bahan-bahan yang digunakan adalah Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) diperoleh dari petani sawit, Kabupaten Lampung Selatan Lampung. dan bahan baku pupuk organonitrofos yang terdiri dari kotoran sapi segar (fresh Manure) dari PT Juang Jaya, limbah sluge MSG sumber Fosfat dari PT Kirin Indonesia, serbuk selaput Kelapa dari Perusahaan Serat Sabut, Kotoran Ayam dari peternak Ayam, dan Arang sekam.

### Metode Penelitian

Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap Faktorial. Percobaan menggunakan dua faktor, Faktor pertama (U) adalah ukuran pencacahan TKKS (Tandan Kosong Kelapa Sawit) Bekas Media tumbuh Jamur Merang (*Volvariella Volvaceae* L.) yang terdiri dari 3 taraf yaitu cacahan halus (U1), cacahan sedang (U2), cacahan kasar (U3). Faktor kedua (L) adalah lama pengomposan TKKS (Tandan Kosong Kelapa Sawit) yang terdiri dari 3 taraf yaitu 5 hari (L1), 10 hari (L2), dan 15 hari (L3). Masing-masing faktor dan perlakuan mengalami pengulangan (P) sebanyak 3 kali sehingga didapat 27 sampel. Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan sidik ragam dan dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil).

Penelitian sebelumnya media tumbuh jamur merang (*Volvariella Volvaceae* L.) mengalami perlakuan yaitu dicacah menjadi 3 macam yaitu halus, sedang dan kasar lalu ditambahkan dedak sebagai sumber karbohidrat,

dolomit sebagai pengatur derajat keasaman dan kotoran ayam sebagai sumber nitrogen lalu masing-masing di komposkan dengan tiga perlakuan yaitu 5 hari, 10 hari dan 15 hari lalu digunakan sebagai media tumbuh jamur merang yang diletakkan pada kotak papan dengan kedap udara didalam kumbung untuk proses produksi jamur merang (*Volvariella Volvaceae L.*) setelah limbah TKKS sudah jadi maka akan dicampur dengan bahan baku pupuk organonitropos berupa kotoran sapi, kotoran ayam, cocopeat, fosfat, arang sekam yaitu pencampurannya 50% TKKS dan 50 % Bahan baku pupuk organonitropos yang terdiri dari kotoran sapi, kotoran ayam, fosfat, arang sekam dan cocopeat setelah dicampurkan sampai rata lalu dimasukan kedalam karung dikat secara kuat lalu di tutup dengan terpal agar tidak terpapar dari sinar matahari dan keuhujan lalu difermentasi selama kurang lebih 1 bulan, kompos dipanen, dihaluskan dengan hummermill, kemudian diukur C/N rasio dan NPK

Unit percobaan ini berupa kotak dari papan kayu berukuran 80x40 x25 cm<sup>3</sup> dan diletakkan di dalam kumbung yang disusun didalam rak seperti pada gambar 1. Kompos TKKS yang dihasilkan digunakan untuk memproduksi pupuk organik didalam kumbung, dengan rancangan percobaan mengikuti rancangan percobaan pengomposan TKKS.

#### **Pelaksanaan Penelitian**

##### **Penyiapan TKKS Media Jamur**

Bahan baku utama (TKKS) dicacah dengan ukuran halus pada perlakuan yg pertama (U1), sedang untuk perlakuan yg kedua (U2), dan kasar untuk perlakuan yg ketiga (U3).

Pada perlakuan yg ketiga (L3) masukkan bahan baku ke dalam kumbung diamkan selama 15 hari.

Perlakuan ke dua (L2) masukkan bahan baku yg telah tercampur kedalam kumbung dan diamkan selama 10 hari.

Perlakuan pertama (L1) masukkan bahan baku ke dalam kumbung dan diamkan selama 5 hari.

Setelah semua perlakuan memasuki kumbung, lalu diamkan sesuai lama perlakuan pengomposan yang sudah ditentukan yaitu 5 hari, 10 hari, dan 15 hari. Kemudian cek secara berkala dan diamkan sampai waktu pengomposan selesai.

##### **Penyiapan Pengomposan Bahan-Bahan Pupuk Organonitofos**

Setelah limbah TKKS sudah jadi maka akan dicampur dengan bahan baku pupuk organonitropos berupa (kotoran sapi, kotoran ayam, cocopeat, fosfat, arang sekam) lalu difermentasi selama kurang lebih 1 bulan lalu kompos yang sudah jadi dipanen.

##### **Parameter Penelitian**

Parameter yang diamati adalah kadar C/N Rasio, P, K. Pengukuran C/N rasio dilakukan untuk menganalisa kandungan C/N rasio yang terdapat pada pupuk yang sudah difermentasikan dan akan diuji laboratorium Pengukuran NPK (Nitrogen, Posfor, Kalium) dilakukan pada Bahan baku pupuk Organonitropos yang sudah dicampurkan dan difermentasikan dengan media TKKS yaitu berupa Analisa kandungan Nitrogen (N), Posfor (P), Kalium (K). Analisa tersebut bertujuan untuk menegetahui ketiga unsur makro yang terkandung dalam pupuk organonitropos remah yang akan diuji dilaboratorium.

##### **Analisis Data**

Data yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam menggunakan aplikasi SAS dan uji BNT. Data yang telah diuji disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Anonim. 2013. *Analisis Tandan Kosong Kelapa Sawit*. Laboratorium Kimia Dan Kesuburan Tanah UNTAN. Pontianak.
- Arifestiananda, S., Setiyono, Dan R. Soedradjad. 2015. Pengaruh Waktu Pengomposan Media Dan Dosis Kotoran Ayam Terhadap Hasil Dan Kandungan Protein Jamur Merang. *Berkala Ilmiah PERTANIAN. Volume X, Nomor X, Bulan Xxxx, Hlm X-X*.
- Azhari, M. 2014. *Uji Efektivitas Pupuk Organonitropos dan Kombinasinya dengan Pupuk Kimia Terhadap Pertumbuhan, Serapan Hara dan Produksi Tanaman Kedelai ( Glycine max LMerr) pada musim tanam Ketiga*. Skripsi. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 102 hlm.
- Chang S.T. and Miles P.G. 1982. *Introduction to mushroom science*, Di dalam: Chang ST. Quimio TH Cd. Tropical Mushroom. Hongkong: Chinese Univ Pr, him 3-10.
- Dermiyati, J. Lumbanraja, S. Triyono, dan H. Ismono. 2015. Pengembangan Pupuk Organonitrofos Plus dan Deseminasinya pada Kelompok Tani. Laporan Penelitian Ipteks, RistekDikti
- Farid, A., 2011. Pengaruh Pengomposan Dan Macam Sumber Karbohidrat Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Jamur Merang. Skripsi. Program Studi Agronom Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Jember.
- Hendritomo H.I. 2010. *Jamur Konsumsi Berkhasiat Obat*. Lily Publisher. Yogyakarta.

- Ichsan, C.N., F. Harun, dan N. Ariska. 2011. Karakteristik Pertumbuhan Dan Hasil Jamur Merang (*Volvariella volvacea* L.) Pada Media Tanam Dan Konsentrasi Pupuk Biogreen Yang Berbeda. *J. Floratek* 6: 171 – 180.
- Kusnandar F., N. wulandari, dan P. Hariyadi. 2011. *Teknologi pengalengan jamur merang*. <http://www.unhas.ac.id/> di akses tanggal 05 maret 2011
- Mayun, I.A. 2007. Pertumbuhan Jamur Merang (*Volvariella volvacea*) pada Berbagai Media Tumbuh. *Agritrop*, 26 (3): 124-128. 20
- Nugroho,S.G., J. Lumbanraja, Dermiyati, S. Triyono, dan H. Ismono. 2012. Optimum Ratio of Fresh Manure and Grain Size of Phosphate Rock Mixture in a Formulated Compost for Organomineral NP Fertilizer *J. Tanah Tropika* Vol. 17 (2): 121-128.
- Nugroho,S.G., J. Lumbanraja, Dermiyati, S. Triyono, dan H. Ismono. 2013. *Inoculation Effect of N<sub>2</sub>- Fixer and P- sulobilizer into a Mixture of Fresh Manure and Phosphate Rock Formulated as Organotropos Fertilizier on Bacterial and Fungal Population*. *Jurnal Tropical Soil*. 18 (1):75-80
- Rahmanda, R. 2014. Pertumbuhan Jamur Merang (*Volvariella Volvacea*) Menggunakan Media Tanam Serabut Kelapa Sebagai Sumber Belajar Biologi SMA Kelas X pada Materi Pembelajaran Jamur. *JUPEMASI-PBIO*, 1 (1): 103- 105.
- Sukendro, L., A. W. Gunawan. Dan O.S. Dharmaputra. 2001. Pengaruh Waktu Pengomposan Limbah Kapas terhadap Produksi Jamur Merang. *J. Mikrobiologi Indonesia* 6 (1):-
- Sunandar, B. 2010. *Budidaya Jamur Merang*. BPTP Jawab Barat, BPPP Kementan Jakarta.
- Ukoima H.N., L.O. Ogbonnaya, G.E.Arikpo and F.N. Ikpe. 2009. Culture Studies of Mycelia of *Volvariella volvacea*, *Pakistan Journal of Nutrition* 8 (7): 1052-1054.

**LAMPIRAN IX**  
**DRAF BUKU AJAR**

**MODUL MATAKULIAH  
REKAYASA PENGOLAHAN LIMBAH (TEP-334)  
(draft)**



**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG 2017**

## DAFTAR ISI

I.	LIMBAH CAIR AGROINDUTRI .....	
	I.1 Karakteristik dan Permasalahan Limbah Cair .....	
	I.2 Pengolahan dan Pemanfaatan Limbah Cair .....	
II.	LIMBAH PADAT AGROINDUTRI .....	
	II.1 Karakteristik dan Permasalahan Limbah Padat .....	
	II.2 Pengolahan dan Pemanfaatan Limbah Padat .....	
III.	LIMBAH GAS AGROINDUTRI .....	
	III.1 Karakteristik dan Permasalahan Limbah Gas .....	
	III.2 Pengolahan dan Pemanfaatan Limbah Gas .....	
	DAFTAR PUSTAKA	

## I. LIMBAH CAIR AGROINDUTRI

### I.1 Karakteristik dan Permasalahan Limbah Cair

Setiap kegiatan masyarakat memproduksi limbah baik padat maupun cair. Bagian cair, air limbah, pada dasarnya adalah air suplai dari masyarakat atau industri yang dibuang setelah digunakan untuk berbagai keperluan. Berdasarkan sumbernya, air limbah dapat didefinisikan sebagai gabungan dari cairan atau limbah yang terbawa air yang dibuang dari pemukiman, institusi, komersil, industri, dan pertanian, bersama dengan air tanah, air permukaan, and limpasan air hujan yang kemungkinan ada.

Jika air limbah mentah di biarkan menumpuk, dekomposisi bahan organik yang terkandung dapat menimbulkan gas-gas berbau dalam jumlah besar. Lebih dari itu, air limbah mentah biasanya mengandung pathogen, atau organisme yang dapat menimbulkan penyakit yang menghuni tubuh manusia, atau yang ada di limbah industri tertentu.

Pemahaman tentang **sifat-sifat** air limbah sangat penting dalam perancangan dan operasional fasilitas pengumpulan, pengolahan, dan disposal; dan dalam pengelolaan kualitas lingkungan. Sifat-sifat atau karakteristik air limbah dapat dikelompokkan menjadi tiga berdasarkan bahan yang terkandung di dalamnya. Materi berikut akan mendiskusikan secara singkat tentang bahan-bahan sifat fisik, constituent kimia, dan biologis di dalam air limbah., kontaminan penting, metoda analisis, unit ekspresi.

Tabel 1. Karakteristik Limbah Cair Agroindustri

<b>Karakteristik/Sifat</b>	<b>Sumber Limbah</b>
<b><u>Sifat Fisik</u></b>	
Warna	Pelapukan bahan organik
Bau	Dekomposisi air limbah organik
Solids	Sisa proses agroindustri
Temperatur	Sisa proses agroindustri
<b><u>Kandungan Kimia</u></b>	
<b><u>Kimia Organik:</u></b>	
Karbohidrat	Tongkol, kulit ari jagung, sisa bahan baku
Lemak, minyak, grease	Industri pengolahan sawit
Pestisida	proses agroindustri, lahan pertanian
Phenols	Industri
Protein	sisa bahan baku, air cucian, air limbah proses
Polutan Prioritas	proses agroindustri, lahan pertanian
Surfactants	Bahan sanitasi agroindustri
Volatile Organic Compounds (VOC)	Bahan sanitasi dan desinfektan
<b><u>Kimia Anorganik:</u></b>	
Alkalinity/alkalinitas	Air suplai bersumber air tanah
Klorida	Penjernihan air suplai
Logam berat	BBM, Pestisida
Nitrogen	Pupuk, sisa-sisa bahan baku/makanan
pH	Bahan baku dan Proses industri
Phosphor	Bahan baku
Polutan Prioritas	Bahan-bahan additives
Sulfur	Bahan baku dan proses agroindustri
<b><u>Gas:</u></b>	
Hidrogen Sulfida (H <sub>2</sub> S)	Dekomposisi anaerobic limbah organik
Metana (CH <sub>4</sub> )	Dekomposisi anaerobic limbah organik
Oksigen	Air suplai, komersil, infiltrasi air permukaan
<b><u>Kandungan Biologis</u></b>	
Hewan	Air permukaan, pengolahan limbah
Tumbuhan	Air permukaan, pengolahan limbah
<b><u>Protista:</u></b>	
Eubacteria	pengolahan limbah
Archaeobacteria	pengolahan limbah
Virus	Limbah domestik

## I.2 Kontaminan Penting

Standard pengolahan sekunder menyisihkan biodegradeble organic, suspended solids, dan pathogen. Standard yang lebih ketat juga meliputi penyisihan nutrient, polutan prioritas. Jika air limbah akan didaur ulang/digunakan lagi, pengolahan standard meliputi penyisihan organic refractory, logam berat, solids inorganic terlarut (dissolved organic solids).

Tabel 2. Kontaminan dan Dampak pencemarannya

Kontaminan	Alasan Penting
Padatan tersuspensi, Suspended Solids (SS)	<p>SS dapat menyebabkan deposit/pendangkalan, dan menimbulkan kondisi anaerobic di perairan</p> 
Biodegradable Organics	<p>Terutama <b>protein</b>, <b>karbohidrat</b>, dan <b>lemak</b>. Diukur dengan parameter <b>BOD</b> (Biochemical Oxygen Demand) dan <b>COD</b> (Chemical Oxygen Demand). Limbah mentah dapat menyebabkan penipisan <b>oksigen terlarut (DO)</b> di perairan dan menimbulkan kondisi septic.</p> 
Pathogens	<p>Penyakit menular dapat melalui pathogen di dalam air limbah</p> 

Nutrient/Nutrisi	Nitrogen dan phosphor, bersama karbon, adalah unsur penting bagi pertumbuhan. Jika limbah mentah dibuang ke perairan, nutrient dapat mengakibatkan <b>overgrowth/Eutrophication</b> tumbuhan akuatik. Jika dibuang ke lahan, nutrient dapat menyebabkan polusi air tanah.	
Polutan Prioritas	Senyawa organik dan anorganik yang diketahui atau dicurigai sebagai <b>karsinogen, mutagen, teratogen</b> , atau <b>toksik akut</b> . Beberapa senyawa demikian terdapat di air limbah.	
Organik Refractory	Senyawa organik ini cenderung resistan terhadap pengolahan limbah secara konvensional. Termasuk <b>surfactants</b> , phenols, dan <b>pestisida</b>	
Logam Berat	Logam berat masuk ke dalam air limbah melalui kegiatan komersial dan industri, dan mungkin harus disingkirkan jika air limbah akan digunakan lagi (reuse)	
Anorganik Terlarut	Anorganik seperti kalsium, sodium, sulfat, masuk ke dalam air suplai karena suatu pemakaian, dan perlu di sisihkan dari air limbah jika akan didaur-ulang	

### I.3 Karakteristik Fisik: Definisi dan Aplikasi

Sifat fisik air limbah yang terpenting adalah kandungan **total solids**, yang tersusun dari bahan/partikel mengapung, mengendap, koloid, dan bahan-bahan di dalam larutan. Sifat fisik lain yang terpenting termasuk bau, temperatur, densitas, warna, dan turbiditas.

#### Total Solids (TS)

Secara analitik, kandungan **total solids** (total padatan) air limbah didefinisikan sebagai semua materi yang tersisa sebagai residu setelah penguapan 103-105°C (di dalam oven). Materi yang memiliki tekanan uap pada temperature tersebut akan hilang selama penguapan, dan tidak didefinisikan sebagai **solids**.

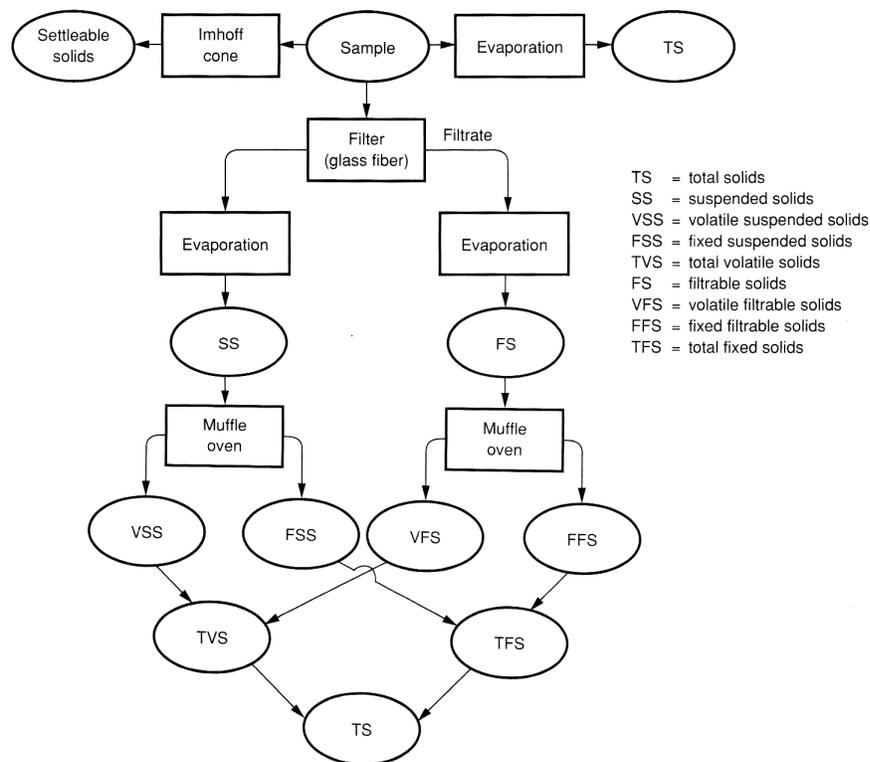
**Settleable solids** (padatan mengendap) adalah solids yang akan mengendap ke dasar wadah berbentuk tirus/kerucut/cone (disebut **Imhoff cone**) dalam waktu 60 menit. Settleable solids dinyatakan dalam **ml/L**, merupakan pengukuran perkiraan jumlah sludge (Lumpur) yang akan terkumpul di dalam sedimentasi awal (primary sedimentation).

Total solids dapat diklasifikasi lagi menjadi **nonfilterable/suspended solids (SS)** dan **filterable solids (FS)**; yaitu solids dalam volume air limbah tertentu yang melewati pori kertas saring. Kertas saring glass-fiber (**Whatman GF/C**) dengan ukuran pori nominal 1.2 micrometer ( $\mu\text{m}$ ) adalah kertas saring yang sering digunakan. Filter Polycarbonate juga sering digunakan. Filterable solids terdiri dari padatan **koloid** dan terlarut (dissolved). Padatan koloid terdiri dari partikulat dengan ukuran 0.001-1  $\mu\text{m}$ . Dissolved solids terdiri dari molekul dan ion-ion organik dan anorganik yang ada di dalam larutan air. Fraksi koloid tidak dapat disingkirkan melalui pengendapan. Umumnya, proses **oksidasi biologis** dan **koagulasi** diikuti oleh

**sedimentasi** merupakan proses yang diperlukan dalam penyisihan partikel koloid dari suspensi air limbah.

Kedua tipe solids tersebut, suspended dan filterable solids, selanjutnya dapat diklasifikasi lagi, berdasarkan volatilitasnya pada  $550\pm 50^{\circ}\text{C}$  selama 2 jam, menjadi organik dan anorganik. Organik solids akan menguap dalam pembakaran dengan suhu tersebut, sementara anorganik solids akan tersisa sebagai abu. Sehingga suspended solids terdiri dari **volatile suspended solids (VSS)** dan **fix suspended solids (FSS)**, yang masing-masing sebenarnya merupakan fraksi bahan organik dan anorganik/mineral/abu dari SS.

Pada pembakaran  $550\pm 50^{\circ}\text{C}$ , dekomposisi anorganik terbatas pada magnesium karbonat ( $\text{MgCO}_3$ ), yang terdekomposisi pada  $350^{\circ}\text{C}$  menjadi  $\text{MgO}$  dan  $\text{CO}_2$ . Calcium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) yang merupakan mineral utama dari garam anorganik, akan stabil sampai suhu  $825^{\circ}\text{C}$ . Analisis volatile solids umumnya diaplikasikan pada sludge air limbah, untuk mengukur stabilitas biologisnya.



## Bau

Bau pada air limbah umumnya disebabkan oleh gas-gas yang diproduksi/hasil dari proses dekomposisi bahan/material organik atau senyawa-senyawa yang ditambahkan ke air limbah. Air biasa kurang berbau, sedangkan air limbah lebih berbau (sedang dalam proses pembusukan/dekomposisi anaerobic). Senyawa yang paling menyengat adalah hydrogen sulfide ( $\text{H}_2\text{S}$ ), yang diproduksi dari proses anaerobic oleh mikroba yang mereduksi sulfat menjadi sulfide. Bau menjadi criteria public acceptance dalam pembangunan tempat pengolahan limbah atau industri.

## Pengaruh Bau

Pada konsentrasi rendah, bau lebih terkait dengan stress psikologis dari pada bahayanya terhadap tubuh manusia. Bau menyekat dapat menurunkan selera makan, menurunkan konsumsi air, mengganggu pernapasan, mual dan muntah, dan gangguan psikis. Pada situasi ekstrim, bau yang sangat menyengat dapat merusak nilai kebanggaan personal, menurunkan minat investasi, menurunkan nilai status ekonomi-sosial, dan menurunkan pertumbuhan. Problem ini dapat berakibat penurunan pada pasar property, pendapatan pajak, omset.

## Deteksi Bau

Senyawa-senyawa berbau yang menyebabkan stress psikologis terhadap manusia, dideteksi dengan alat **olfactory** system, tetapi mekanismenya secara detail belum diketahui. Salah satu kesulitannya adalah mengapa senyawa yang berstruktur mirip, dapat berbau yang sangat berbeda dan sebaliknya.

Bertahun-tahun, sejumlah cara telah digunakan untuk menyusun klasifikasi bau dalam sistematika.

### Karakteristik Kimia: Definisi dan Aplikasi

Pembahasan akan dikelompokkan menjadi 1. bahan organik, 2. pengukuran kandungan organik, 3. anorganik, dan 4. gas.

#### Bahan Organik

Dalam air limbah, sekitar dari 75% dari suspended solids (SS) dan 40% dari filterable solids (FS) merupakan **bahan organik**. Padatan ini berasal dari hewan, tumbuhan, dan aktivitas manusia. Senyawa organik normalnya tersusun dari unsur **karbon, hydrogen, dan oksigen**, beberapa juga mengandung **nitrogen**. Unsur-unsur penting lainnya seperti sulfur (S), fosfor (P), dan besi (Fe) juga mungkin ada.

Kelompok senyawa organik yang paling utama ditemukan di dalam air limbah adalah: **protein** (40-60%), **karbohidrat** (25-50%) , dan **lemak dan minyak** (10%). Urea, komponen utama dalam urine juga cukup tinggi di dalam air limbah domestic. Karena sangat mudah terurai, urea sangat jarang ditemukan dalam air limbah yang tidak segar lagi.

Molekul organik sintetik juga sering ditemukan di dalam air limbah, seperti surfactant, polutan prioritas, volatile organic compounds (VOC), pestisida. Bahan-bahan **sintetik** ini menimbulkan masalah dalam pengolahan air limbah, karena tidak ataupun sangat sulit terdegradasi secara biologis (**nonbiodegradable**).

#### Protein

Protein merupakan konstituen utama dari sel hewan, dan sedikit dari sel tumbuhan. Protein merupakan senyawa kompleks dan **tidak stabil**, sehingga menjadi berbagai bentuk produk dekomposisi. Beberapa protein bersifat terlarut dalam air, dan beberapa lainnya tidak terlarut di dalam air. Tersusun dari banyak rantai asam amino, berat molekul protein berkisar antara 20.000 – 20.000.000.

Semua protein mengandung **karbon, hydrogen, dan oksigen**. Selain ketiga unsur tersebut, protein juga mengandung **nitrogen** skitar **16%**, dan hal ini yang membedakan antara protein dengan senyawa organik lain. Kadang juga mengandung sulfur, **fosfor**, dan besi. **Urea dan protein** merupakan **sumber nitrogen** utama di dalam air limbah.

Jika kadar protein tinggi, dekomposisi air limbah akan mengeluarkan bau yang sangat menyengat.

#### Karbohidrat

Yang termasuk kelompok karbohidrat antara lain: **gula, pati, selulosa**, dan **serat kayu**, dan semuanya terdapat di dalam air limbah.

Karbohidrat mengandung: karbon, hydrogen, dan oksigen, umumnya terdiri dari 6 (atau kelipatan) atom karbon di dalam satu molekul, hydrogen dan oksigen.

Gula merupakan karbohidrat yang sangat larut di dalam air. Sementara pati, lemak, minyak tidak larut dalam air.

**Gula** sangat mudah dan cenderung terdekomposisi. Beberapa bakteri dan yeasts/ragi merombak gula menjadi alcohol dan karbon dioksida.

**Pati** lebih stabil, tetapi dapat terdekomposisi menjadi gula oleh mikroba dan dalam lingkungan mineral asam.

**Selulosa** adalah kelompok karbohidrat yang paling stabil dan resistan, dan paling banyak dijumpai di dalam air limbah.

Selulosa lebih mudah terdekomposisi di dalam tanah, maupun di lingkungan asam.

### **Lemak/Fat, Minyak/Oil, dan Grease**

Lemak dan minyak merupakan komponen mayoritas ketiga di dalam bahan pangan. Istilah “grease” yang sering digunakan, mencakup lemak, minyak, wax/malam, dan bahan lain yang berminyak/berlemak yang ditemukan di dalam air limbah.

Kadar grease ditentukan dengan ekstraksi air limbah menggunakan trichlorotrifluoroethane (grease larut di dalamnya).

Bahan lain yang dapat diekstrak dari air limbah adalah minyak mineral/fosil, spt kerosin, pelumas dan gemuk.

Lemak dan minyak adalah senyawa ester dari alcohol atau gliserol dengan asam lemak.

Gliserida dari asam lemak yang berbentuk cair pada suhu lingkungan disebut minyak, dan yang berbentuk padat disebut lemak.

Lemak dan minyak masuk ke dalam air limbah melalui produk spt: margarine, mentega, minyak makan, produk coklat, sereal, kacang-kacangan, dan produk hewani.

Lemak sangat stabil dan tidak mudah terdekomposisi oleh bacteria.

Lemak mudah terdekomposisi secara kimia oleh asam mineral, dan menghasilkan gliserin dan asam lemak.

Di dalam lingkungan basa, spt **NaOH**, gliserin terlepas dan terbentuk garam alkali yang dikenal dengan “sabun”. Dan, sabun akan stabil dan banyak menimbulkan masalah dalam pengolahan airlimbah (berbusa dsb).

**Sabun** (garam sodium) bersifat larut di air, tetapi di dalam lingkungan hardness/**kesadahan** (kadar **magnesium dan calcium**) tinggi, garam sodium berubah menjadi garam magnesium dan garam calcium (sering disebut sabun mineral), sangat tidak larut dalam air dan mengendap.

**Kerosen, pelumas, dan gemuk** merupakan produk turunan dari minyak bumi, dan mengandung karbon dan hydrogen. Bahan-bahan ini masuk ke dalam air limbah melalui garasi, pencucian mobil, jalan raya, alat-alat pertanian. Bahan-bahan ini menimbulkan masalah di dalam pengolahan airlimbah karena bersifat mengapung dan tidak larut dalam air. Bahan-bahan tersebut bahkan membungkus permukaan partikel sludge/Lumpur sehingga menyulitkan penanganan lanjutan.

Di lingkungan menimbulkan masalah, mengganggu kehidupan air, menghalangi penetrasi sinar matahari dan reaerasi air permukaan, karena bersifat mengapung.

### **Surfactants (Surface-Active Agents)**

Surfactant merupakan molekul organik yang besar yang agak larut dalam air dan menimbulkan busa di pengolahan air limbah dan air permukaan alami tempat pembuangan air limbah olahan (effluent).

Ketika airlimbah diaerasi, surfactant mengumpul di permukaan berupa busa yang sangat stabil. Pengukuran surfactant dengan menggunakan methylene blue. Nama lain surfactant adalah methylene blue active substance (**MBAS**), banyak terdapat di detergen.

### **Polutan Prioritas (Priority Pollutants)**

Polutan prioritas adalah polutan yang telah atau dicurigai sebagai **carcinogen, mutagen, teratogen, dan racun akut**.

Di dalam instalasi pengolahan airlimbah, polutan prioritas dapat disingkirkan, ditransformasi, dihasilkan, ataupun hanya lewat tanpa perubahan.

5 mekanisme utama di pengolahan air limbah yang bisa terjadi pada polutan prioritas:

1. volatilization (penguapan)
2. transform ke senyawa lain

3. degradasi
4. sorpsi ke partikel dan sludge
5. lewat begitu saja tanpa perubahan karakteristik.

### **VOC (Volatile Organic Compounds)**

Senyawa organik yang mempunyai titik didih di bawah 100°C.

Contoh vinyl chloride.

VOC menjadi perhatian besar karena:

1. dalam bentuk gas, VOC sangat mobil dan cenderung lepas ke lingkungan
2. keberadaan beberapa VOC di atmosfer dapat menimbulkan resiko kesehatan
3. VOC berkontribusi menaikkan reaktifitas hidrokarbon di atmosfer, sehingga potensial dalam pembentukan oksidan fotokimia.

### **Pestisida dan Obat-obatan Pertanian**

Senyawa **organic trace**, seperti pestisida, herbisida, dan obat-obatan lain bersifat toksik/racun terhadap kehidupan umumnya, dan demikian juga di dalam pengolahan air limbah secara **biologis**.

Runoff dari areal pertanian banyak mengandung bahan tersebut.

#### **PENGUKURAN KADAR ORGANIK**

Pengukuran dikelompokkan menjadi dua, konsentrasi gross ( $> 1\text{mg/L}$ ) dan konsentrasi trace ( $10^{-12} - 10^{-3}\text{ mg/L}$ ).

Metoda analisis lab untuk konsentrasi gross:

1. Biochemical Oxygen Demand (BOD)
2. Chemical Oxygen Demand (COD)
3. Total Organik Carbon (TOC)
4. Theoretical Oxygen Demand (ThOD)

Metoda analisis lab untuk konsentrasi trace: dengan menggunakan instrument gas chromatography and mass **spectroscopy**.

Contoh pengukuran trace: Konsentrasi pestisida diukur dengan carbon-chloroform extract method, yang terdiri dari pemisahan kotaminan dari air limbah melalui filtrasi dengan kolom karbon aktif, dan ekstraksi kontaminan dari filter karbon aktif dengan menggunakan chloroform.

Chloroform kemudian dievaporasi, dan kontaminan ditimbang. Pestisida dan herbisida dinyatakan dalam satuan ppb (part per billion), selanjutnya, dideteksi dengan gas chromatography (GC).

## Biochemical Oxygen Demand (BOD)

74 WASTEWATER CHARACTERISTICS



FIGURE 3-12 Measurement of oxygen in BOD bottle with a DO probe equipped with a stirring mechanism.

Parameter polusi **bahan organik** di airlimbah dan air permukaan yang banyak dipakai adalah BOD 5 hari ( $BOD_5$ ). Penentuan ini melibatkan pengukuran oksigen terlarut/dissolved oxygen (**DO**) yang digunakan oleh mikroorganisme dalam proses mengoksidasi bahan organik.

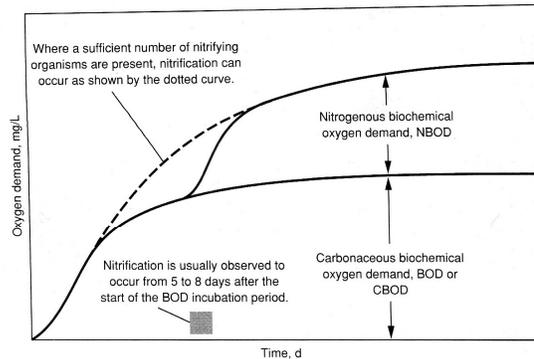


FIGURE 3-15 Definition sketch for the exertion of the carbonaceous and nitrogenous biochemical oxygen demand in a waste sample.

Pengukuran uji BOD digunakan untuk:

1. menentukan perkiraan jumlah oksigen yang diperlukan dalam pengolahan air limbah secara biologis.
2. menentukan ukuran fasilitas pengolahan airlimbah.
3. mengukur efisiensi pengolahan air limbah.
4. mengetahui kesesuaian antara airlimbah olahan dengan ambang batas sesuai peraturan.

Biasanya pengukuran dilakukan dengan beberapa **tingkat keenceran**, sehingga DO akhirnya tidak terlalu rendah. Pengukuran BOD bisa dilakukan dengan **seed** atau tanpa seed. Untuk air limbah mentah, **seed** tidak diperlukan. Penambahan nutrient mungkin diperlukan.

Masa inkubasi biasanya memerlukan **5 hari**, pada suhu **20°C**, tetapi perioda yang lebih lama dan tingkat suhu yang lain bisa juga digunakan. Inkubasi tujuh hari, sesuai hari kerja, bisa juga digunakan. Hasil yang diperoleh harus dikonversi dan dilaporkan sebagai  **$BOD_5^{20}$**  (inkubasi 5 hari pada suhu 20°C).

Oksigen terlarut diukur sebelum dan sesudah inubasi, kemudian BOD dihitung seperti berikut:

Tanpa seed:

$$BOD, mg / L = \frac{DO_1 - DO_2}{P}$$

Dengan seed:

$$BOD, mg / L = \frac{(DO_1 - DO_2) - (DO_{s1} - DO_{s2})}{P}$$

DO<sub>1</sub>: Oksigen terlarut sample air limbah sebelum inkubasi (mg/L)

DO<sub>2</sub>: Oksigen terlarut sample air limbah sesudah inkubasi 5 hari pada 20°C (mg/L)

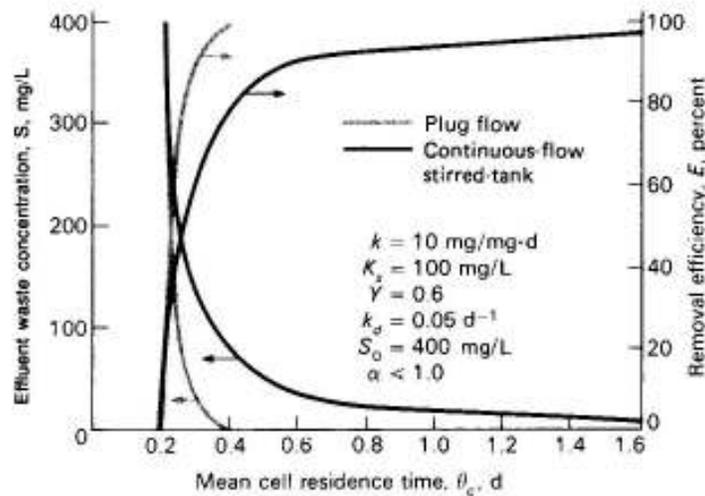
P: fraksi pengenceran.

DO<sub>s1</sub>: Oksigen terlarut seed+akuades sebelum inkubasi (mg/L)

DO<sub>s2</sub>: Oksigen terlarut seed+akuades sesudah inkubasi (mg/L)

### Kinetika BOD

8-7 AEROBIC SUSPENDED-GROW



$$\frac{dL_t}{dt} = -kL_t$$

k: konstanta laju kinetika reaksi BOD

L<sub>t</sub>: BOD tersisa di dalam botol

$$\int_0^t \frac{dLt}{Lt} = - \int k dt$$

$$\ln(Lt) \Big|_0^t = -kt$$

$$\ln(Lt) - \ln(L_0) = -kt$$

$$\ln\left(\frac{Lt}{L_0}\right) = -kt$$

$$\frac{Lt}{L_0} = e^{-kt}$$

$$Lt = L_0 \cdot (e^{-kt})$$

$$Y_t = BOD_t = L_0 - Lt$$

$$BOD_t = L_0 - L_0(e^{-kt})$$

$$BOD_t = L_0 \cdot (1 - e^{-kt})$$

$$L_0 = BOD_{ultimate \text{ pd } t=0}$$

$$\implies BOD_5 = BOD_{ul}(1 - e^{-5k})$$

Contoh soal:

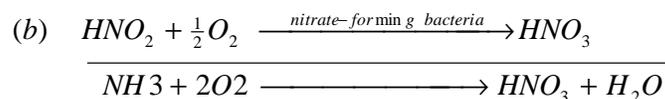
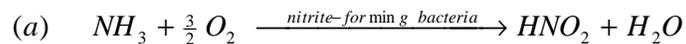
$BOD_5 = 200 \text{ mg/L}$ ,  $k=0.23/\text{hari}$ . Hitung  $BOD_1$  dan  $BOD_{Ultimat}$

$200 \text{ mg/L} = BOD_u (1 - e^{-5 \times 0.23})$

$BOD_{ul} = 293 \text{ mg/L}$

$BOD_1 = 60 \text{ mg/L}$

**Nitrifikasi** pada reaksi BOD



Reaksi nitrifikasi adalah reaksi oksidasi ammonia ( $NH_3$ ) menjadi Nitrat ( $HNO_3$ ) oleh bakteri nitrifikasi (autotrof). Oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme nitrifikasi untuk mengoksidasi ammonia ( $NH_3$ ) disebut **Nitrogenous biochemical oxygen demand** (NBOD). Reaksi NBOD biasanya terjadi dari hari ke 6 sampai hari ke 10.

**Carbonaceous biochemical oxygen demand** (CBOD) adalah reaksi oksidasi BO yang berkarbon saja. Oksigen yang dibutuhkan tidak termasuk NBOD.

**Analisis data BOD**

Least-squares method:

$$\left. \frac{dy}{dt} \right|_{t=t_n} = k(L - y_n)$$

Residue,  $R = k(L - y_n) - \frac{dy}{dt}$       atau       $R = kL - ky - y'$

substitusi  $kL$  dengan  $a$  dan  $k$  dengan  $-b$

$$R = a + by - y'$$

agar residu  $R^2$  minimum, maka :

$$\frac{\partial}{\partial a} \sum R^2 = \sum 2R \frac{\partial R}{\partial a} = 0 \quad \text{dan} \quad \frac{\partial}{\partial b} \sum R^2 = \sum 2R \frac{\partial R}{\partial b} = 0$$

Peramaan tersebut akan menghasilkan :

$$I. na + b \sum y - \sum y' = 0$$

dan

$$II. a \sum y + b \sum y^2 - \sum yy' = 0$$

$n$ =jumlah data

$$a = kL$$

$$b = -k$$

$$L = -a/b$$

$$y = y_t \text{ (mg/L)}$$

$$y' = \frac{y_{n+1} - y_{n-1}}{2\Delta t}$$

Contoh soal:

Hitung BOD ultimat dan konstanta BOD  $k$  dengan metoda least square untuk data BOD berikut:

t (hari)	2	4	6	8	10
y (mg/L)	11	18	22	24	26

Solution:

1. set up data

n	Time (day)	y	y <sup>2</sup>	y'	yy'
	0	0			
1	2	11	121	4.50	49.5
2	4	18	324	2.75	49.5
3	6	22	484	1.50	33.0
4	8	24	576	1.00	24.0
5	10				
	$\Sigma$	75	1505	9.75	156.0

2. substitusi

$$\text{I. } 4a + 75b - 9.75 = 0$$

$$\text{II. } 75a + 1505b - 156.0 = 0$$

3. hitung k dan L

$$k = -b = 0.271$$

$$L = -a/b = -7.5/(-0.271) = 27.7 \text{ mg/L}$$

Latihan:

1. air limbah berikut diukur kandung total solids (TS), total volatile solids (TVS), suspended solids (SS), volatile suspended solids (VSS), semua dengan volume 50 mL. data lab berikut:

Masa cawan	62.003 g
Masa cawan+residue oven 105°C	62.039 g
Masa cawan+ residue pembakaran 550°C	62.036 g
Masa filter GF/C	1.540 g
Masa filter GF/C + residue oven 105°C	1.552 g
Masa cawan+residue filtrate pembakaran 550°C	62.015 g

total solids (TS)	720 mg/L
total volatile solids (TVS)	460 mg/L
kadar abu, total fixed solids (TFS)	260 mg/L
Filterable solids (FS)	480 mg/L
Volatile Filterable solids (VFS)	240 mg/L
Fixed filterable solids (FFS)	240 mg/L
suspended solids (SS)	240 mg/L
Volatile suspended solids (VSS)=TVS-VFS	220 mg/L
Fixed suspended solids (FSS)=TFS-FFS	20 mg/L
TS=(VSS+FSS)+(VFS+FFS)	720 mg/L

Data BOD seperti berikut. Tentukan BOD<sub>ul</sub> dan nilai k, BOD<sub>12</sub> (33,98 mg/L) dan BOD<sub>20</sub> (34,34 mg/L)

T(hari)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
BOD (mg/L)		10	18	23	26	29	31	32	32.5	33	33.25

PR:

1. Tentukan konstanta kinetika BOD (k), dan BOD ultimatnya (BOD<sub>u</sub>):

Hari	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Y (mg/L)	0	3	5.4	7	8.3	9	9.6	9.7	9.71	9.72

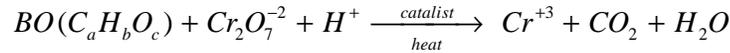
2. berikut adalah data solids sample air limbah 50 mL

Masa cawan	62.0003 g
Masa cawan plus residu oven 105°C	62.0390 g
Masa cawan plus residu baker 550°C	62.0360 g
Masa kertas filter Whatman GF/C	1.5400 g
Masa kertas saring plus residu oven 105°C	1.5520 g
Masa kertas saring plus residu baker 550°C	1.5490 g

Tentukan total solids, total volatile solids, suspended solids, volatile suspended solids.

## 2. Chemical Oxygen Demand (COD)

COD digunakan untuk mengukur kandungan bahan organik di air limbah maupun di air alami. Oksigen yang ekuivalen dengan jumlah bahan organik diukur dengan menggunakan bahan oksidator kuat yaitu **Potassium dichromate** ( $K_2(Cr_2O_7)$ ), dengan menggunakan bantuan **katalis perak sulfat**.



Bahan organik di dalam air limbah industrial atau domestic yang mengandung racun, diukur dengan analisis COD lebih tepat dari pada BOD. Nilai COD lebih tinggi dari BOD, karena ada senyawa-senyawa organik non-biodegradable (tidak terukur di BOD), tetapi terukur pula di COD. Pengukuran COD lebih menguntungkan dari BOD karena pengukuran COD hanya memerlukan waktu selama 3 jam, dibandingkan pengukuran BOD yang memerlukan 5 hari. Begitu diketahui bentuk korelasi antara COD dan BOD, biasanya pengukuran COD dilakukan untuk meprediksi nilai BOD. Kemudian nilai BOD digunakan untuk control treatment maupun operation air limbah.

### Total Organic Carbon (TOC)

Total karbon organik juga merupakan parameter air limbah. Biasanya digunakan untuk air limbah yang kandungan bahan organiknya cukup rendah. Tes dilakukan dengan menyuntikkan sample air limbah ke dalam tanur bersuhu tinggi atau ke dalam bahan kimia oksidator kuat. Karbon organik akan teroksidasi menjadi karbon dioksida ( $CO_2$ ) yang larut di dalam larutan katalis.  $CO_2$  di dalam katalis kemudian diukur dengan alat infrared analyzer. Aerasi sample sebelum analisis biasanya dilakukan untuk menghilangkan karbon anorganik ( $CO_2$ ).

### Theoretical Oxygen Demand (ThOD)

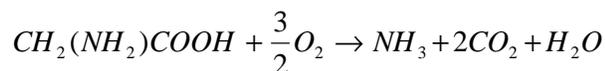
Bahan organik sisa binatang dan hewan di dalam air limbah biasanya mengandung C, H, O, dan N. Kelompok utama unsur-unsur tersebut di air limbah ada di dalam karbohidrat, protein, lemak, dan produk dekomposisinya. Jika rumus kimia bahan organik diketahui, maka ThOD dapat dihitung.

Contoh

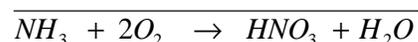
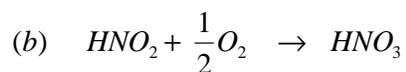
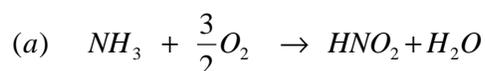
Hitung ThOD untuk glycine ( $CH_2(NH_2)COOH$ ) dengan asumsi berikut:

- Pada tahap pertama, karbon organik dan nitrogen organik masing-masing dikonversi ke karbon dioksida dan ammonia.
- Pada tahap kedua, ammonia dioksidasi menjadi nitrite kemudian nitrate.
- ThOD dihitung berdasarkan konsumsi oksigen untuk semua tahap reaksi.

- tulis persamaan reaksi untuk carbonaceous oxygen demand (CBOD)



- tulis persamaan reaksi untuk nitrogenous oxygen demand (NBOD)



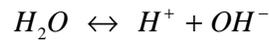
- hitung ThOD

$$\begin{aligned}ThOD &= \left(\frac{3}{2} + \frac{4}{2}\right) mol O_2 / mol glycine \\ &= 3.5 mol O_2 / mol glycine \times 32 g / mol O_2 \\ &= 112 g O_2 / mol glycine\end{aligned}$$

Tipikal air limbah mentah domestic, perbandingan BOD<sub>5</sub>/COD bervariasi antara 0.4 - 0.8, dan BOD<sub>5</sub>/TOC = 1.0 - 1.6.

## BAHAN INORGANIK

pH



$$\frac{[H^+][OH^-]}{[H_2O]} = K$$

$$[H^+][OH^-] = K_w$$

$$pH = -\log_{10}[H^+]$$

$$pH + pOH = 14$$

### Chloride/Klorida

Klorida merupakan salah satu parameter kualitas air yang juga penting. Klorida berasal dari leaching/pencucian batuan alami dan tanah. Di daerah pantai, klorida berasal dari intrusi air laut. Air limbah pertanian, industri, domestic mengandung klorida.

### Alkalinity

Alkalinity dalam air limbah berasal dari hidroksida (OH), karbonat ( $CO_3^{2-}$ ), bicarbonate ( $HCO_3^-$ ) dari unsur-unsur **calcium (Ca)**, **magnesium (Mg)**, sodium (Na), potassium (K), ammonia ( $NH_3$ ). Kalsium dan magnesium karbonat merupakan komponen yang dominant. **Alkalinity merupakan buffer pH** di dalam air, mempertahankan pH dari kehadiran asam. Air limbah domestic biasanya bersifat basa karena mengandung alkalinity dari air supply, air tanah, atau penambahan basa dari penggunaan air. Alkalinity diukur dengan titrasi, dibandingkan dengan asam standard; konsentrasinya dinyatakan dalam **mg/L as  $CaCO_3$** . Alkalinity air limbah sangat penting dalam pengolahan secara kimiawi, biologis, dan dalam penyingkiran ammonia dengan cara penguapan.

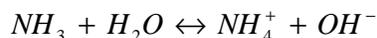
### Nitrogen

Nitrogen dan fosfor merupakan unsur esensial bagi tumbuhan dan hewan, maupun bagi protista, dan dikenal sebagai nutrient. Banyak **unsur mikro** yang diperlukan untuk pertumbuhan dalam jumlah kecil, tetapi unsur nitrogen dan fosfor di perlukan dalam jumlah besar. Karena itu nitrogen data digunakan untuk evaluasi treatability air limbah secara biologis. Jika air limbah mengandung sedikit nitrogen, penambahan nitrogen mungkin diperlukan agar air limbah dapat diolah secara biologis. Sebelum dibuang, kandungan nitrogen air limbah perlu dikurangi untuk menekan **pertumbuhan alga (Euthropication)** pada sungai.

#### Bentuk Nitrogen:

**Total nitrogen** terdiri dari nitrogen **organic**, **ammonia**, **nitrit**, dan **nitrat**. Nitrogen organic diukur dengan metoda kjeldahl. Air limbah dididihkan untuk menguapkan ammonia, kemudian didigesi untuk mengkonversi nitrogen organic menjadi ammonia. Total kjeldahl nitrogen diukur dengan cara yang sama tetapi tanpa penguapan ammonia terlebih dahulu.

**Nitrogen ammonia** ada di air dalam bentuk ion **ammonium** atau **ammonia**, tergantung dari pH larutan/air, sesuai dengan persamaan reaksi berikut:



Pada pH >7, kesetimbangan bergeser ke arah kiri sehingga ammonia (NH<sub>3</sub>) dominant. Sebaliknya pada pH <7, kesetimbangan bergeser ke arah kanan sehingga ion ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) dominant. Ammonia diukur dengan cara menaikkan pH, mendidihkan sample dan kemudian mengkondensasi steam yang menyerap gas ammonia. Pengukuran dengan metoda pewarnaan, titrasi, atau dengan elektroda.

**Nitrogen nitrit** diukur dengan dengan metoda pewarnaan. Nitrit (NO<sub>2</sub>) relative tidak stabil dan mudah teroksidasi menjadi bentuk nitrat (NO<sub>3</sub>), sehingga konsentrainya di air alami cukup rendah (jarang >0.1 mg/L) atau di air limbah sekitar jarang >1 mg/L. walaupun konsentrasinya cenderung rendah nitrit merupakan parameter sangat penting karena nitrit bersifat racun terhadap ikan, dan kehidupan air yang lain. Pada proses klorinasi, nitrit teroksidasi oleh chlorine sehingga menaikkan dosis dan akhirnya menambah biaya pada proses disinfectan.

**Nitrogen nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)**, merupakan jumlah terbesar dari bentuk nitrogen yang teroksidasi di dalam air limbah. Jika air limbah olahan digunakan untuk mengisi air tanah, konsentrasi nitrat menjadi sangat penting. Pengaruh nitrat pada **baji** bisa sangat fatal. Konsentrasi nitrat air limbah mungkin bervariasi dari 15 – 20 mg/L N. Nitrat diukur dengan metoda pewarnaan, spectroscopy.

#### **Fosfor (Phosphorus)**

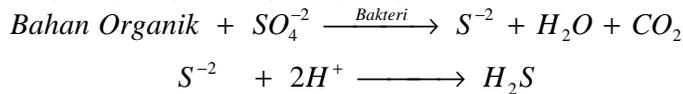
Fosfor juga unsur esensial bagi alga dan makhluk hidup yang lain. Tingginya konsentrasi fosfor di air dapat menyebabkan ledakan pertumbuhan alga di sungai. Kadar fosfor di air limbah domestik mengandung fosfor 4-15 mg/L P.

Di dalam air, unsur fosfor dalam bentuk orthophosphate, polyphosphate, dan organic. **Orthophosphate**, sebagai contoh PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>, HPO<sub>4</sub><sup>-2</sup>, H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, merupakan bentuk fosfor tersedia bagi makhluk hidup, tanpa breakdown lebih lanjut.

Polyphosphates termasuk molekul dengan 2 atau lebih atom fosfor, atom oksigen, dan mungkin atom hydrogen yang gabung dalam molekul kompleks.

## Sulfur

Sulfur terikat dalam senyawa **protein** dan dilepaskan selama dekomposisi. Sulfat direduksi menjadi sulfide dalam reaksi anaerobic, yang kemudian bisa bergabung dengan hydrogen menjadi hydrogen sulfide ( $H_2S$ ).



Gas  $H_2S$  dapat teroksidasi di udara membentuk asam sulfat ( $H_2SO_4$ ), yang kemudian dapat menyebabkan terjadinya **hujan asam**. Konsentrasi sulfide  $> 200$  mg/L di air limbah dapat mengganggu pengolahan air limbah.

## Logam Berat

Ni, Mn, Pb, Cr, Cd, Zn, Cu, Fe, dan Hg contoh logam berat yang bersifat racun. Dalam jumlah sedikit, beberapa unsur tersebut diperlukan oleh bakteri dalam pengolahan air limbah. Tetapi dalam jumlah yang berlebih dapat meracuni bakteri.

## Gas

Yang sering ditemukan dalam air limbah mentah antara lain:  $N_2$ ,  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2S$ ,  $NH_3$ , dan  $CH_4$ .

## Dissolved Oxygen (DO)

Oksigen terlarut diperlukan oleh mikroorganisme di dalam air limbah, tetapi oksigen merupakan gas yang mudah larut dalam air, tergantung dari:

1. kelarutan gas
2. tekanan parsial gas dalam atmosfer
3. temperature
4. kemurnian air

reaksi biokimia meningkat dengan meningkatnya temperature, sebaliknya  $O_2$  semakin tidak larut dengan meningkatnya suhu. Kondisi demikian tentu menjadi krusial dalam supply oksigen dalam pengolahan air limbah.

## $H_2S$

Di dalam air limbah  $H_2S$  terbentuk dari proses dekomposisi bahan organik mengandung sulfur, dalam lingkungan anerobik, dari reduksi sulfite dan sulfat. Dalam oksigen berlebih,  $H_2S$  tidak terbentuk.  $H_2S$  tidak berwarna, tidak terbakar dan berbau seperti telur busuk.

Air limbah yang berwarna **hitam gelap** merupakan pertanda hadirnya  $H_2S$  yang bergabung dengan besi untuk membentuk Ferosulfat ( $FeS$ ).

## Methane ( $CH_4$ )

By-product utama dari proses anaerobic dalam air limbah adalah methane ( $CH_4$ ). Methane merupakan gas yang tidak berbau, tidak berwarna, dan mempunyai nilai kalor yang tinggi sehingga bisa digunakan sebagai bahan bakar. Sedikit oksigen terlarut dapat mematikan bakteri pembentuk methane.

## Karakteristik Biologis

Kelompok utama mikroorganisme di dalam air limbah adalah: **eukariot**, **eubakteria**, dan **archaeobacteria/bakteri arkae**.

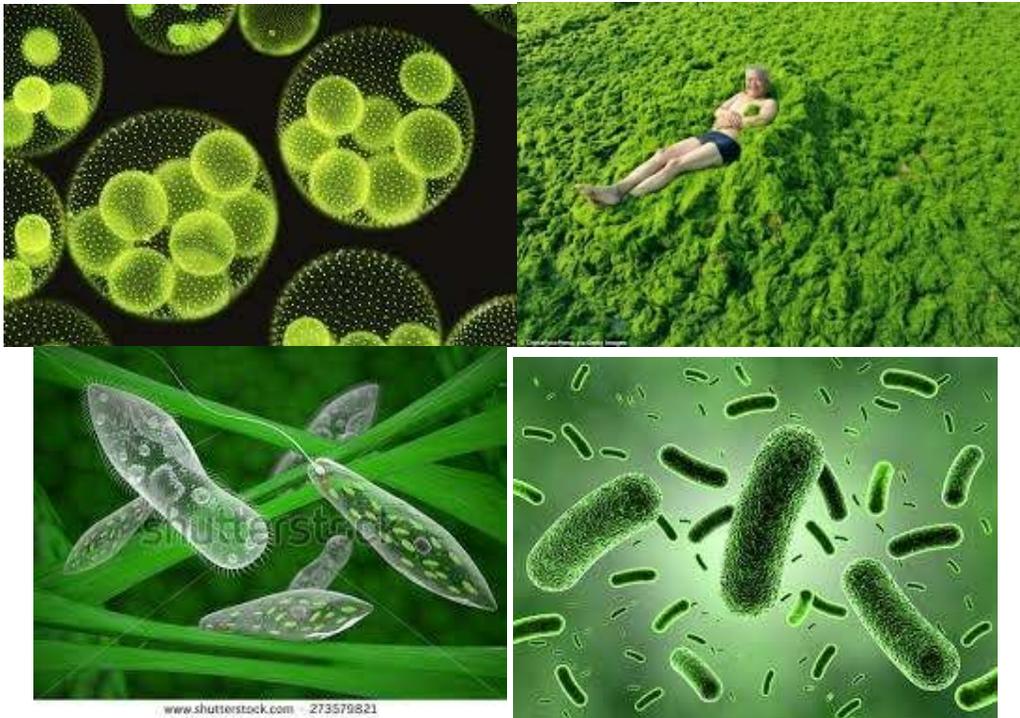
TABLE 3-11  
Classification of microorganisms<sup>a</sup>

Group	Cell structure	Characterization	Representative members
Eucaryotes	Eucaryotic <sup>b</sup>	Multicellular with extensive differentiation of cells and tissue  Unicellular or coenocytic or, mycelial; little or no tissue differentiation	Plants (seed plants, ferns, mosses) Animals (vertebrates, invertebrates)  Protists (algae, fungi, protozoa)
Eubacteria	Procaryotic <sup>c</sup>	Cell chemistry similar to eucaryotes	Most bacteria
Archaeobacteria	Procaryotic <sup>c</sup>	Distinctive cell chemistry	Methanogens, halophiles, thermacidophiles

<sup>a</sup> Adapted from Ref. 19.

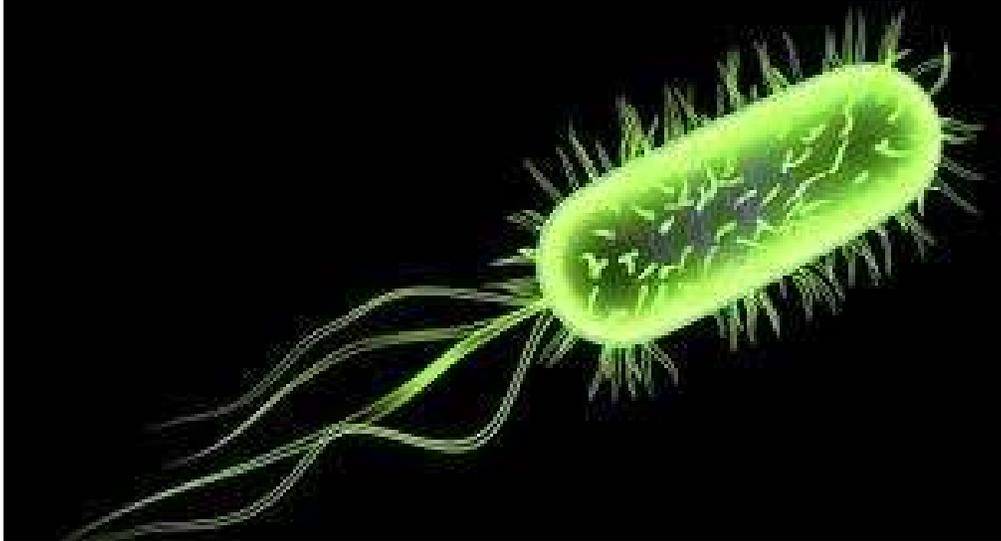
<sup>b</sup> Contain true nucleus.

<sup>c</sup> Contain no nuclear membrane.



**Bakteri koli: sebagai indicator**

Adanya Bakteri koli di dalam air, bisa berarti bahwa air sudah tercemar oleh limbah manusia. Ada bakteri koli lain yang hidup di dalam tanah maupun di dalam perut hewan mamalia.



## UNIT PROSES BIOLOGIS

Hampir semua air limbah dapat diolah secara biologis. Karena itu sangat penting untuk mengetahui karakteristik proses biologis agar diperoleh lingkungan yang tepat dan terkontrol secara efektif.

### 1. Pengolahan Airlimbah Secara Biologis

#### Tujuan Pengolahan Secara Biologis

Tujuan pengolahan air limbah secara biologis adalah untuk mengkoagulasi dan menyingkirkan padatan koloid dan untuk stabilisasi bahan organik. Untuk air limbah domestik dan industri pertanian, tujuan utama pengolahan air limbah adalah untuk mereduksi kandungan organik dan nutrisi (nitrogen dan fosfor). Nutrisi (nitrogen dan fosfor) dapat menstimulasi pertumbuhan akuatik.

#### Peran Mikroorganisme

Penyingkiran CBOD (Carbonaceous BOD), koagulasi solid koloid, dan stabilisasi bahan organik dilakukan secara biologis dengan menggunakan bermacam mikroorganism, yang utamanya bakteri. Mikroorganisme digunakan untuk mengkonversi koloid dan bahan organik menjadi bermacam gas dan jaringan sel. Karena jaringan sel mempunyai berat jenis lebih besar dari air, maka sel yang terbentuk dapat disingkirkan/dipisahkan dari air dengan cara pengendapan.

Jika jaringan sel bakteri tidak dipisahkan dari airlimbah, maka pengolahan air limbah belum komplit, karena jaringan sel bakteri (biofloc) akan terukur di dalam BOD airlimbah keluaran (effluent). Reduksi bahan organik hanya yang menjadi gas dan produk-produk akhir lainnya (seperti amonia, CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub> dll.).

### 2. Metabolisme mikroorganisme

Dasar dari desain proses pengolahan biologis atau pemilihan tipe proses pengolahan adalah pemahaman aktivitas biokimia mikroorganisme penting. Dua hal penting yang perlu diperhatikan adalah kebutuhan nutrisi dan kebutuhan oksigen mikroorganisme.

#### Kebutuhan Nutrisi

Untuk keberlangsungan, reproduksi, dan berfungsi secara baik, organisme harus memiliki a. Sumber energi

b. sumber karbon untuk sistensis sel

c. sumber inorganik (disebut nutrisi) seperti: nitrogen, fosfor, sulfur, potasium/kalium, kalsium, dan magnesium.

Selain itu, sumber nutrisi organik (sebut factor pertumbuhan/growth factors) juga diperlukan untuk sintesis.

Karbon dan sumber energi biasa disebut Substrat (Substrate)

#### Sumber karbon dan Energi

Dua sumber utama karbon dan energi bagi mikroorgansme adalah

**Bahan organik dan CO<sub>2</sub>.**

Organisme yang membutuhkan **karbon organik** untuk sintesis jaringan selnya disebut **heterotrop**.

Organisme yang membutuhkan CO<sub>2</sub> untuk sintesis jaringan selnya disebut **autotrop**.

Konversi CO<sub>2</sub> menjadi jaringan sel merupakan proses reduksi yang memerlukan input energi. Sehingga, mikroorganisme autotrop butuh lebih banyak energi untuk sintesis sel dari pada mikroorganisme heterotrop.

Akibatnya, pertumbuhan mikroorganisme autotrop lebih lambat jika dibandingkan dengan heterotrop.

Energi yang dibutuhkan untuk sintesis sel mungkin diambil dari **cahaya**, atau dari reaksi **kimia/oksidasi**.

Organisme yang memanfaatkan **cahaya** sebagai sumber energi disebut **fotrop**. Organisme fototrop mungkin heterotrop (bakteri sulfur) atau autotrop (alga dan bakteri fotosintetik).

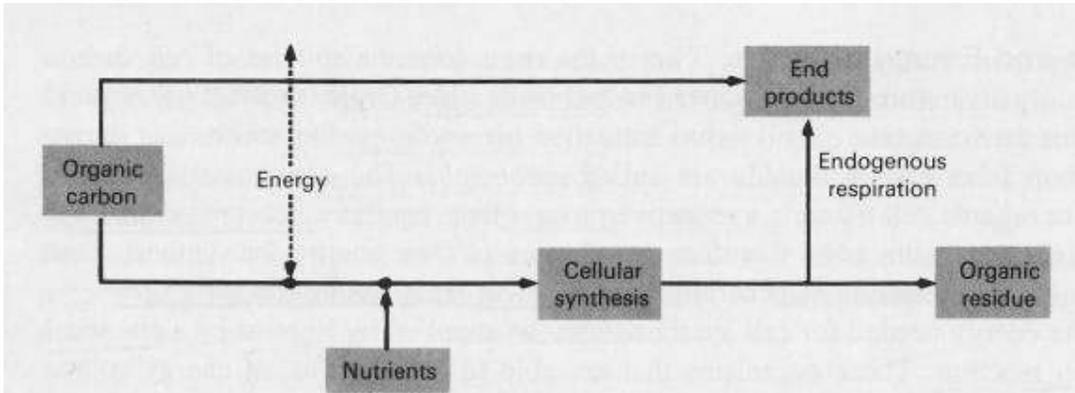
Organisme yang mengambil energi dari reaksi kimia disebut **kemotrop**. Kelompok ini juga berasal dari heterotrop (protozoa, fungi, dan sebagian besar bakteria) maupun autotrop (bakteri nitrifikasi).

**Kemoautotrop**; mendapat energi dari oksidasi senyawa inorganik seperti ammonia, nitrit, sulfida.

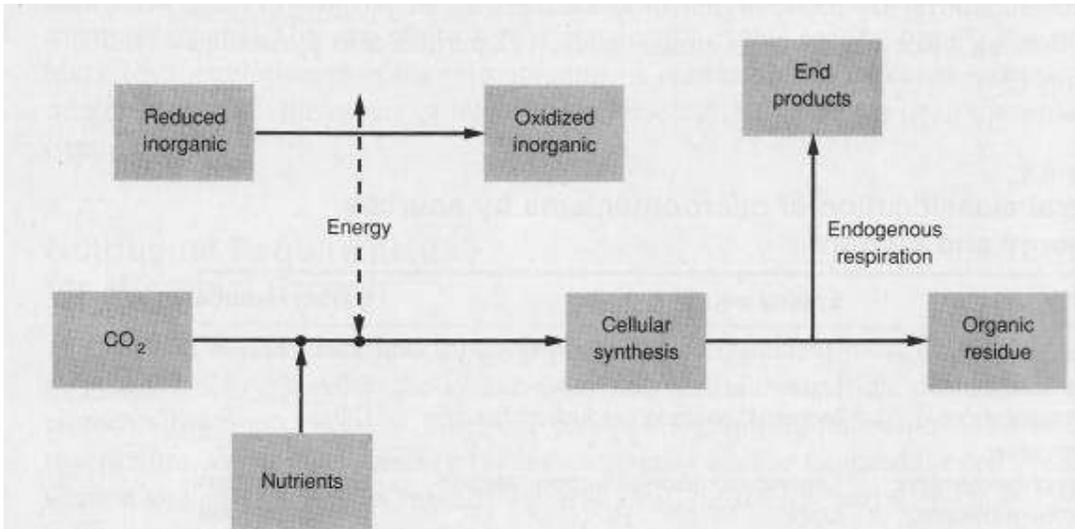
**Kemoheterotrop**: mendapat energi dari oksidasi senyawa organik.

**TABLE 8-1**  
**General classification of microorganisms by sources of energy and carbon<sup>a</sup>**

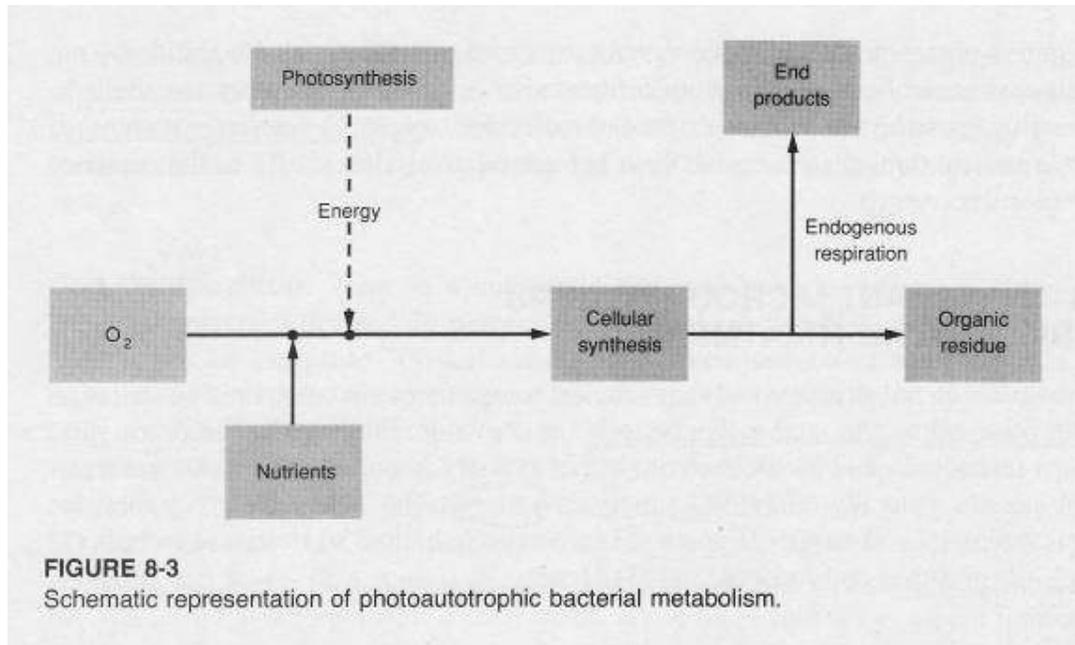
<b>Classification</b>	<b>Energy source</b>	<b>Carbon source</b>
Autotrophic:		
Photoautotrophic	Light	CO <sub>2</sub>
Chemautotrophic	Inorganic oxidation-reduction reaction	CO <sub>2</sub>
Heterotrophic:		
Chemoheterotrophic	Organic oxidation-reduction reaction	Organic carbon
Photoheterotrophic	Light	Organic carbon



**FIGURE 8-1**  
Schematic representation of chemoheterotrophic bacterial metabolism.



**FIGURE 8-2**  
Schematic representation of chemoautotrophic bacterial metabolism.



### Nutrisi dan Faktor Pertumbuhan

Nutrisi, selain karbon dan energi, mungkin menjadi materi pembatas bagi sistensi dan pertumbuhan mikroba.

Inorganik nutrisi utama/mayor: **N, P, K**, Mg, Ca, S, Fe, Na, dan Cl.

Nutrisi minor: Zn, Mn, Mo, Se, Co, Cu, Ni, V, dan W.

Selain nutrisi/hara inorganik, ada nutrisi organik yang mungkin diperlukan oleh organisme. Nutrisi organik ini disebut “**Faktor Pertumbuhan/Growth Factors**”, yaitu senyawa yang diperlukan oleh organisme sebagai prekursor atau bahan sel organik yang tidak dapat disintesis dari sumber karbon yang lain. Walaupun berbeda untuk setiap organisme, faktor pertumbuhan dapat dikelompokkan menjadi tiga:

- 1). Asam amino,
- 2). Purin dan pyrimidin
- 3). Vitamin

### Nutrisi Mikroorganisme dan Proses Pengolahan Biologis

Tujuan utama proses pengolahan biologis adalah untuk mereduksi kandungan senyawa organik (CBOD) di dalam airlimbah. Dengan demikian mikroorganisme utama yang bermanfaat untuk pengolahan limbah adalah dari kelompok **kemoheterotrop** karena kelompok ini yang membutuhkan senyawa organik baik sebagai sumber karbon maupun sumber energi.

Tetapi jika airlimbah banyak mengandung **ammonia**, maka bakteri **kemoautotrop** juga hadir untuk mengkonversi amonia menjadi nitrit kemudian nitrat.

Air limbah domestik ataupun industri pertanian umumnya banyak mengandung cukup nutrisi (baik inorganik maupun organik) untuk mendukung proses pengolahan atau penyisihan CBOD secara biologis. Untuk airlimbah industri non pertanian, nutrisi

mungkin tidak mencukupi. Dalam kasus demikian, nutrisi harus ditambahkan agar pertumbuhan bakteri normal, yang kemudian diikuti oleh degradasi senyawa organik.

### Jenis Metabolisme Mikroba

Organisme kemoheterotrop mungkin dapat dikelompokkan lagi berdasarkan jenis metabolismenya dan kebutuhannya terhadap oksigen.

Organisme yang menghasilkan energi dengan mentranfer elektron dengan bantuan enzim ke akseptor eksternal disebut **metabolisme respiratori**.

Sebaliknya, **metabolisme fermentif** tidak melibatkan akseptor elektron eksternal. Fermentasi adalah proses yang kurang efektif menghasilkan energi, sehingga organisme heterotrop fermentif memiliki pertumbuhan yang lebih lambat dari heterotrop respiratori.

Jika molekul oksigen digunakan sebagai penerima elektor dalam **metabolisme respiratori**, proses ini kemudian dikenal dengan respirasi aerobik. Organisme yang tergantung dengan adanya molekul oksigen untuk memenuhi kebutuhan hidupnya, disebut **organisme aerobik obligat**.

Senyawa anorganik teroksidasi seperti **nitrat** dan **nitrit** dapat berfungsi sebagai akseptor/penerima elektron bagi beberapa organisme respiratori ketika molekul oksigen tidak tersedia. Di dalam teknik lingkungan, proses pengolahan limbah yang memanfaatkan mikroorganisme ini disebut **anoxik**.

Organisme yang menghasilkan energi dengan cara fermentasi, dan dapat hidup hanya jika tidak ada oksigen disebut **organisme anaerob obligat**.

**Organisme anaerob fakultatif** mempunyai kemampuan hidup dalam lingkungan ada ataupun tidak ada molekul oksigen.

**TABLE 8-2**  
**Typical electron acceptors in bacterial reactions commonly encountered in the management of wastewaters**

Environment	Electron acceptor	Process
Aerobic	Oxygen, O <sub>2</sub>	Aerobic metabolism
Anaerobic	Nitrate, NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Denitrification <sup>a</sup>
	Sulfate, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Sulfate reduction
	Carbon dioxide, CO <sub>2</sub>	Methanogenesis

<sup>a</sup>Also known as anoxic denitrification.

Organisme fakultatif selanjutnya dapat dibagi menjadi dua subgrup, berdasarkan kemampuan metabolirnya. Anaerob fakultatif sebenarnya, mampu berubah dari metabolisme fermentasi ke respiratori, tergantung dari ketersediaan oksigen. Anaerob aerotoleran memiliki metabolisme fermentasi, tetapi tidak sensitif terhadap kehadiran oksigen.

### 3. Mikroorganisme Penting dalam Pengolahan Biologis

Berdasarkan struktur sel dan fungsinya, mikroorganisme umumnya diklasifikasi menjadi:

- eukariot** (eucaryotes),
- eubakteria** (eubacteria),
- bakteria arkae** (archaebacteria).

**Eubakteria** dan **bakteria arkae** dikelompokkan menjadi satu grup yaitu: **Prokariot** (procaryotic groups). Kelompok prokariotlah yang merupakan kelompok utama dan **penting** dalam pengolahan limbah, yang kemudian kelompok tersebut dikenal dengan nama singkat: **Bakteri**.

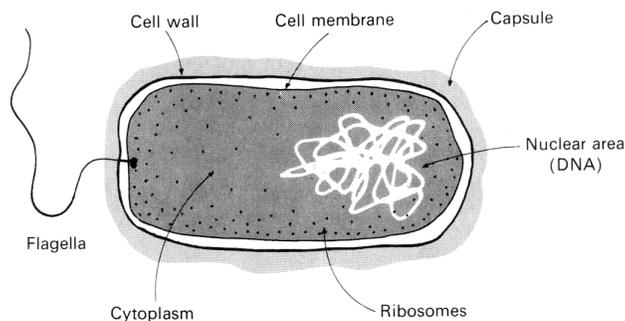
Kelompok eukariot termasuk tumbuhan, hewan, dan protista. Kelompok eukariot penting dalam pengolahan limbah antara lain 1) fungi, 2) protozoa dan rotifera, dan 3) **alga**.

#### **Bakteri**

Bakteri merupakan organisme prokariot sel tunggal, yang reproduksinya melalui pembelahan sel secara binary, walau beberapa spesies berreproduksi secara seksual atau tunas. Walaupun ada ribuan spesies, bentuk umum dari bakteri dapat dikelompokkan ke dalam tiga kategori: **bola, silinder/batang, dan helik/spiral**. Ukuran bakteri bervariasi antara diameter 0.5 sampai 1.0  $\mu\text{m}$  untuk **bola**, lebar 0.5-1.0  $\mu\text{m}$  dengan panjang 1.5-3.0  $\mu\text{m}$  untuk **batang**, dan 0.5-5  $\mu\text{m}$  lebar dengan panjang 6-15  $\mu\text{m}$  untuk **spiral**.

#### **Struktur Sel**

Secara umum, struktur sel bakteri mirip satu dengan yang lain. Bagian dalam sitoplasma mengandung suspensi koloid dari protein, karbohidrat, dan senyawa organik kompleks.



**FIGURE 8-4**  
Generalized schematic of a bacterial cell [31].

Pada daerah sitoplasma mengandung ribonucleic acid (RNA), yang mempunyai peran untuk mensintesis protein. Di dalam sitoplasma juga terdapat nucleus/inti yang kaya akan deoxyribonucleic acid (DNA). DNA mengandung semua informasi yang dibutuhkan untuk reproduksi semua komponen sell atau merupakan blue print sel bacteria.

### Komposisi Sel

Uji terhadap sejumlah bakteri menunjukkan bahwa sel bakteri **mengandung 80% air dan 20% bahan kering** (yang 90%nya merupakan bahan organik dan 10% inorganik).

Perkiraan formula fraksi organiknya adalah **C<sub>5</sub>H<sub>7</sub>O<sub>2</sub>N**. Dari formula tersebut, 53% berat dari fraksi organik adalah karbon.

Rumus fraksi organik dari bakteri juga bisa didekati dengan **C<sub>60</sub>H<sub>87</sub>O<sub>23</sub>N<sub>12</sub>P** jika fosfor diperhitungkan.

Senyawa di dalam fraksi inorganik termasuk P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (50%), SO<sub>3</sub> (15%), Na<sub>2</sub>O (11%), CaO (9%), MgO (8%), K<sub>2</sub>O (6%), dan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (1%). Semua unsur tersebut diperoleh dari lingkungan, sehingga jika kekurangan salah satunya, pengolahan airlimbah bisa mengecewakan.

### Kebutuhan Lingkungan

Kondisi lingkungan **temperatur dan pH** merupakan faktor penting bagi kehidupan dan pertumbuhan bakteri. Umumnya, pertumbuhan optimum terjadi dalam rentang temperatur dan pH yang sempit, walau bakteri mampu bertahan dalam rentang yang lebih lebar. Temperatur di bawah optimum umumnya memiliki dampak yang nyata terhadap laju pertumbuhan dari pada temperatur di atas oprimum. Biasanya, **laju pertumbuhan naik dua kali untuk setiap kenaikan temperatur 10°C**, sampai tercapai temperatur optimum. Berdasarkan kisaran temperatur optimumnya, bakteri dapat dikelompokkan menjadi psikropilik, mesopilik, atau termopilik.

**TABLE 8-4**  
**Some typical temperature ranges for various bacteria**

Type	Temperature, °C	
	Range	Optimum
Psychrophilic <sup>a</sup>	-10-30	12-18
Mesophilic	20-50	25-40
Thermophilic	35-75	55-65

<sup>a</sup> Also called *Cryophilic*.

Note:  $1.8(^{\circ}\text{C}) + 32 = ^{\circ}\text{F}$ .

PH lingkungan juga merupakan faktor kunci bagi pertumbuhan bakteri. Sebagian besar bakteri tidak toleran pada pH kurang dari 4.0 atau lebih dari 9.5. umumnya, pH optimum bagi pertumbuhan bakteri adalah antara 6.5 dan 7.5.

## NATURAL SYSTEM (Pengolahan Lanjut)

Pengolahan air limbah yang menggunakan sistem alami

1. **Land treatment system** (soil based):
  1. slow rate (laju aliran lambat),
  2. rapid infiltration/infiltrasi cepat,
  3. overlandflow/aliran permukaan
2. **Aquatic based system**:
  1. constructed and natural wetlands,
  2. aquatic plant treatment systems.

Karakteristik dan objectives of natural systems:

### **Land treatment system (soil based)**

#### **1. Slow Rate Treatment Systems:**

Sistem ini termasuk aplikasi air limbah ke areal vegetasi, selain bertujuan untuk **netralisasi** air limbah, sistem ini juga bertujuan untuk pemberian **nutrisi** bagi tanaman. Air limbah akan berkurang melalui **evapotranspirasi** melalui tanaman dan **perkolasi** melalui profil tanah.

Air limbah yang **melimpas** dikumpulkan dan diaplikasikan ke tanaman kembali. Pada waktu perkolasi air limbah terfilter di profil tanah sebelum mencapai air tanah.

Laju aplikasi tergantung dari desain, laju beban hidrolis, dan tujuan.

**Slow rate treatment systems** dikelompokkan menjadi 2:

**Tipe 1:** jika tujuan utamanya adalah **pengolahan air limbah**, waktu tinggal hidrolis tidak dipengaruhi oleh kebutuhan air bagi tanaman, tetapi dipengaruhi oleh parameter desain yaitu **permeabilitas** tanah dan **laju pembebanan** (kg BOD/hari/m<sup>2</sup>).

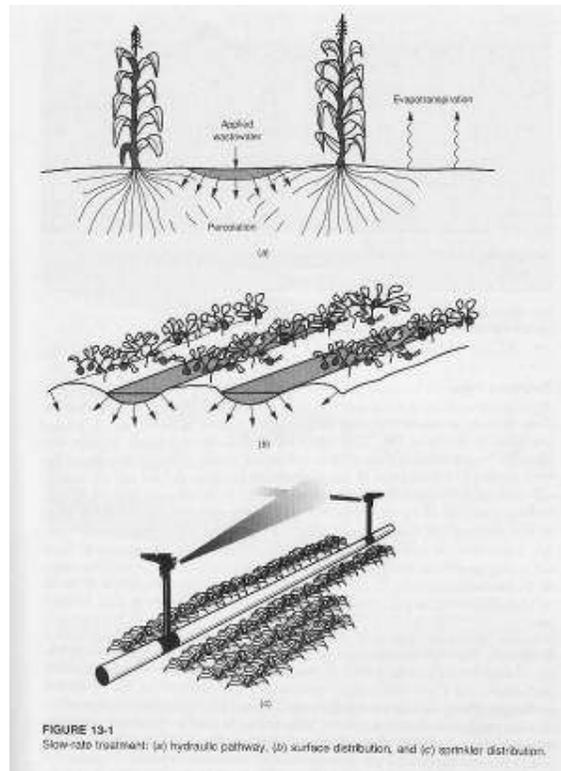
**Tipe 2:** jika tujuan utamanya pemanfaatan ulang air limbah untuk **irigasi tanaman**, disesuaikan dengan ETc.

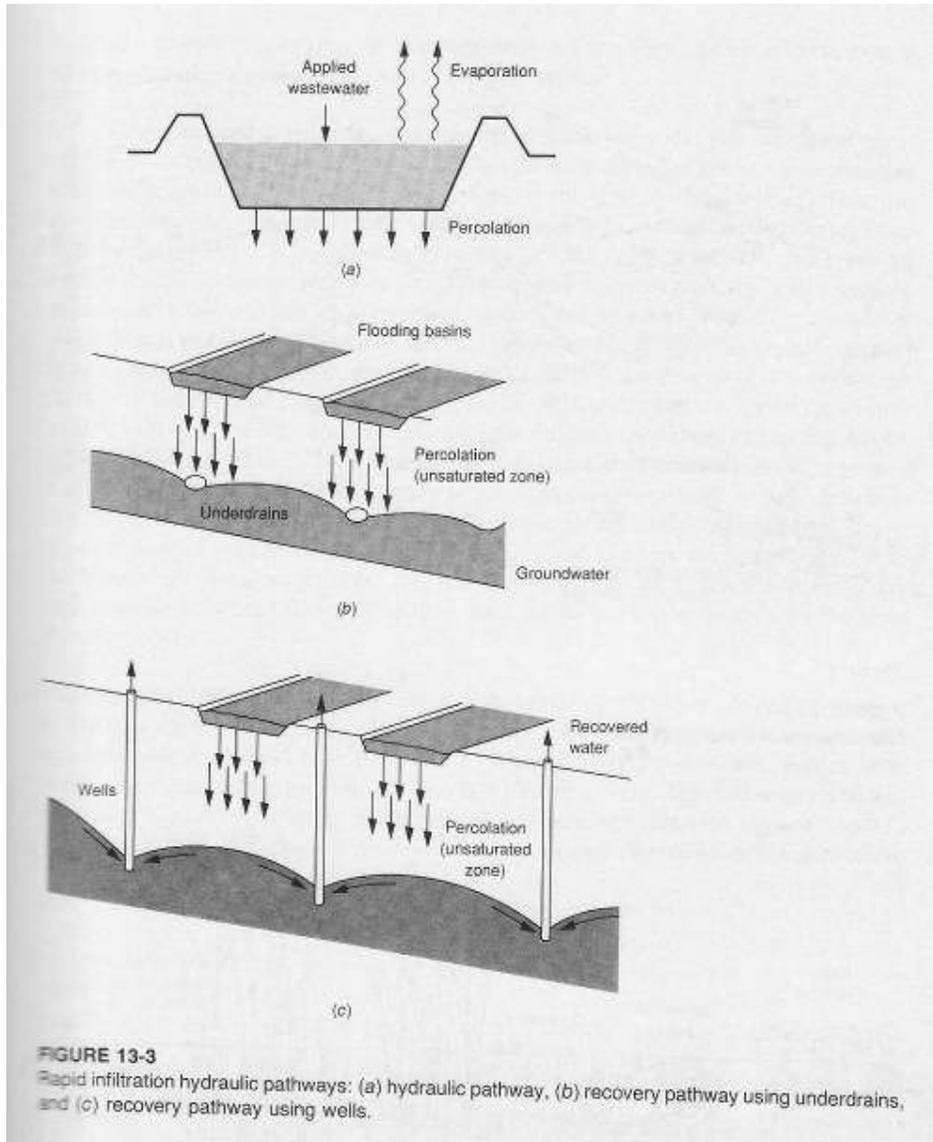
## 2. Rapid Infiltration Systems:

Air limbah yang telah mendapatkan pre aplikasi, di aplikasikan secara intermiten terjadwal, biasanya ke infiltrasi dangkal atau areal resapan seperti pada gambar. Biasanya tidak ada vegetasi pada areal resapan. Karena laju aplikasinya cukup tinggi, **evaporasi** menjadi rendah, dan sebagian besar air limbah meresap ke dalam tanah melalui perkolasi.

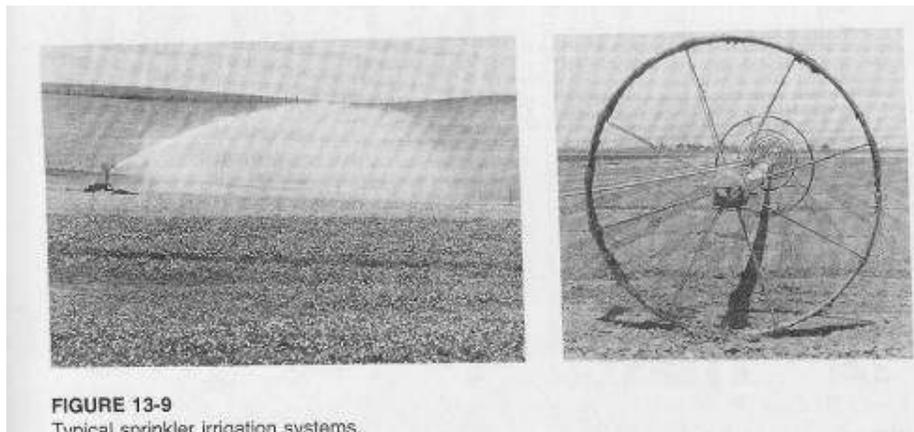
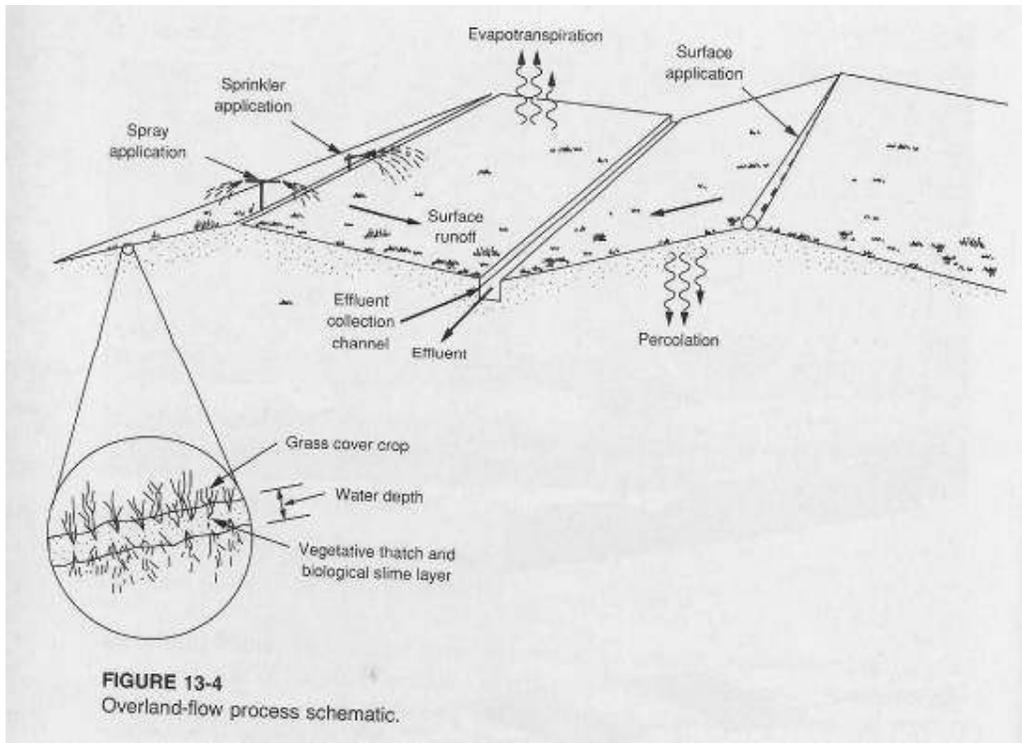
Tujuan Rapid infiltration:

1. untuk groundwater recharge atau prevent saltwater intrusion,
2. untuk recovery using underdrains atau withdrawal pipa
3. untuk groundwater flow dan recharge ke air permukaan surface waters.

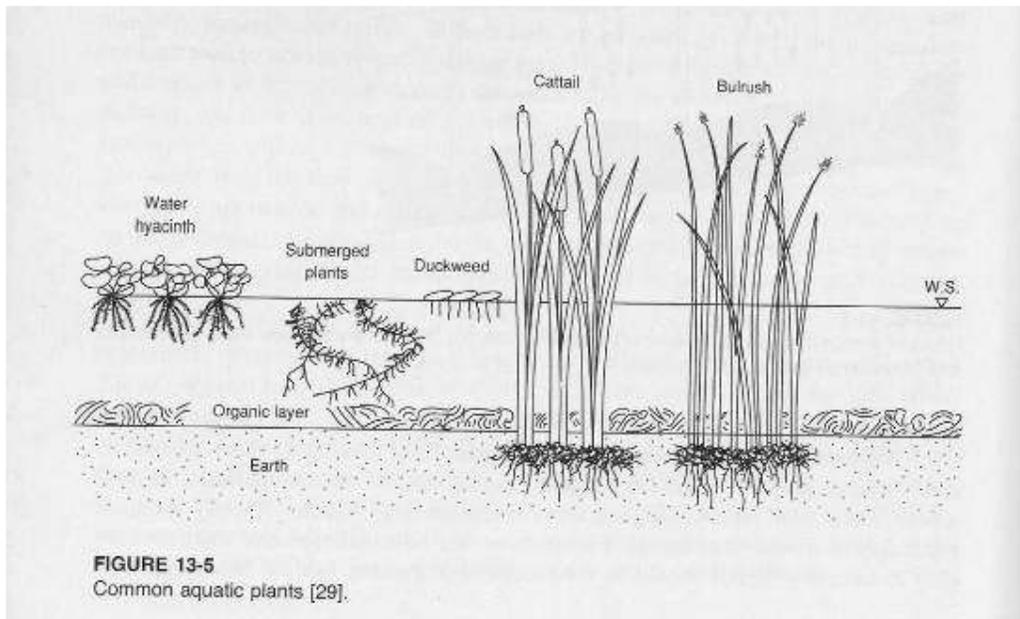
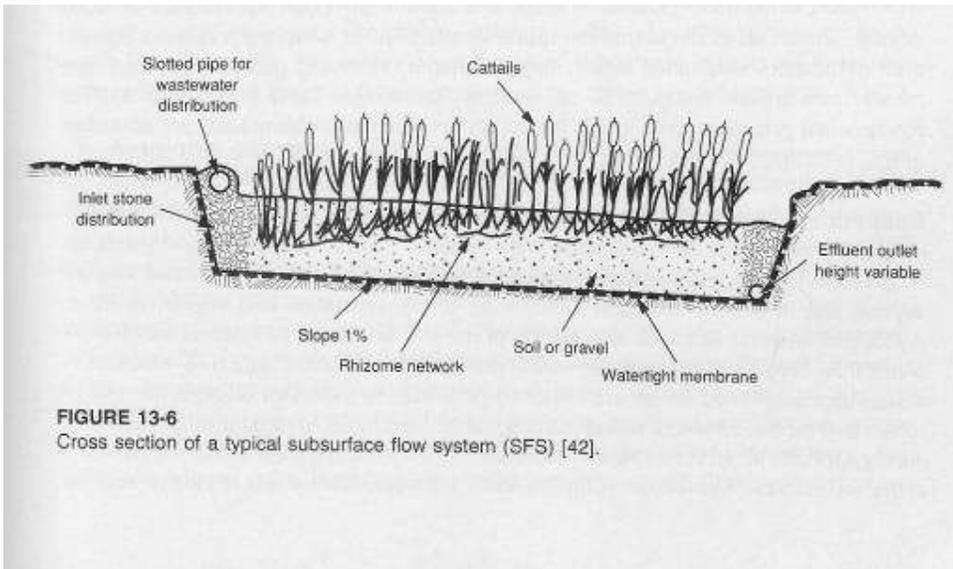




**FIGURE 13-3**  
 Rapid infiltration hydraulic pathways: (a) hydraulic pathway, (b) recovery pathway using underdrains, and (c) recovery pathway using wells.



**Water treatment System:**  
Constructed Wetlands





**FIGURE 13-2**  
Surface distribution using the furrow method with gated pipe.

## **II. LIMBAH PADAT AGROINDUTRI**

Limbah padat agroindustri ataupun pertanian umumnya adalah bahan organik yang mudah mengalami pembusukan. Limbah padat dari lahan pertanian di antaranya tongkol jagung, batang jagung, batang singkong, jerami. Dari tanaman perkebunan: sabut kelapa, tempurung, gedebog pisang, daun pisang, batang kelapa sawit, pelepah daun kelapa sawit, batang dan daun nenas. Dari agroindustri: baggase tebu, tandan kosong kelapa sawit TKKS), onggok, kulit singkong, ampas tahu, kulit pisang, ampas batang aren. Dari industri peternakan: kotoran sapi, kotoran kambing, kotoran ayam. Terutama dari agroindutri, limbah tersebut terbuang dalam jumlah yang sangat besar. Semua limbah padat tersebut adalah bahan organik yang bisa dimanfaatkan untuk mendapatkan nilai tambah dan keuntungan ekonomi. Sebaliknya jika tidak dimanfaatkan, limbah padat agroindustri akan mencemari lingkungan.

### **II.1 Karakteristik dan Permasalahan Limbah Padat**

Limbah padat pertanian maupun agroindustri umumnya berjumlah sangat besar dan rongkah (*bulky*), sehingga sering tidak terkelola dengan baik bahkan dianggap banyak menimbulkan masalah dari pada mendatangkan manfaat. Karena dianggap tidak banyak bermanfaat, limbah padat agroindustri atau pertanian sering dibuang begitu saja sehingga tidak jarang malah mencemari lingkungan. Umumnya petani mengelola jerami dengan cara yang salah, yaitu dengan cara membakar (Gambar 1), karena jerami dianggap banyak merepotkan dan menjadi sarang hama tikus.



Gambar 1. Petani yang sedang membakar jerami

Semua limbah agroindustri adalah bahan organik yang tentu saja bisa dimanfaatkan jika dikelola dengan benar. Tongkol dan batang jagung dibuang begitu saja hingga menumpuk. Demikian juga dengan sabut kelapa, yang merupakan limbah industri produsen serat sabut, serbuk sabutnya menggunung tidak diolah maupun dimanfaatkan. Pada skala yang lebih besar, baggase pada industri gula menggunung walaupun sudah dimanfaatkan sebagai bahan bakar *boiler*. Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dari pabrik pengolahan sawit juga timbunannya tidak kalah tinggi.

Karena mudah terdegradasi (*easily biodegradable*), penimbunan dan pembuangan limbah padat agroindustri sering menimbulkan pencemaran lingkungan. Ketika ditimbun, limbah akan terurai dan menimbulkan gas-gas rumah kaca, dan sering kali disertai bau yang tidak sedap. Lindinya (*lichates*) juga pada akhirnya sampai ke air tanah ataupun ke sungai dan mencemai lingkungan ketika terbawa oleh aliran air.

## **II.2 Pengolahan dan Pemanfaatan Limbah Padat**

Karena limbah padat agroindustri dan pertanian adalah bahan organik, maka pengolahannya yang terbijak adalah dengan memanfaatkannya (*reuse*) lagi. Karena bahan organik dapat dimanfaatkan lagi misalnya menjadi: bahan baku energi terbarukan, bahan pakan ternak, dan bahan pupuk organik atau media tanah jamur. Hal ini perlu dilakukan karena untuk menghindari pencemaran dan sekaligus untuk mendapatkan nilai tambah dari limbah padat organik tersebut. Limbah organik bisa dimanfaatkan berulang lebih dari satu kali. Pemanfaatannya bisa dipilih sesuai potensi limbahnya, dimulai dari yang paling tinggi nilainya secara ekonomis. Misalnya, limbah tongkol jagung bisa dimanfaatkan untuk diolah menjadi pakan ternak sapi, kemudian kotoran sapi dimanfaatkan untuk memproduksi biogas, dan setelah itu lumpur (*sludge*) nya dari digestat diolah menjadi bahan baku pupuk organik. Limbah TKKS dimanfaatkan untuk media tanam jamur, setelah itu media bekas jamur dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan pupuk organik.

## **II.3 Pemanfaatan TKKS untuk Media Jamur Merang**

Perkebunan kelapa sawit di Indonesia mencapai 8,99 juta ha pada Tahun 2011. Pengolahan 1 ton tandan buah segar menghasilkan 22-23% atau 220-230kg TKKS (Ma *et al.* 1993, Kamarudin *et al.* 1997).. TKKS mengandung 45.95% selulosa, 22.82% hemiselulosa, 16.49% lignin, 2.41% minyak, 1.23% abu (Awaluddin *et al.* 2016). 30% K<sub>2</sub>O.

#### **II.4 Pembuatan Pupuk Organik dari Limbah Bekas Media Jamur Merang**

Kompos adalah material hasil suatu penguraian ( dekomposisi) aneka bahan organik yang dapat dipercepat oleh berbagai jenis bakteri, jamur dan ragi dalam kondisi suhu, kelembaban, dan intensitas oksigen tertentu (aerobik atau anaerobik). Kompos yang memenuhi syarat C/N rasio < 20, kadar air dan nutrisi tertentu, dikategorikan kedalam pupuk organik karena terbuat dari bahan alami yakni berasal dari bahan makhluk hidup ( hewan, manusia dan tumbuhan).

Awaluddin, A., A. Prayitno, I. Suherman, Itnawita, and Saryono. 2016. Compost characteristic made from mixture of palm empty fruit bunch and chicken manure with liquid waste of palm oil processing and EM-4 as bioactivators. ResearchGate. <https://www.researchgate.net/publication/288874013>