



**ISOLASI DAN IDENTIFIKASI KAPANG DAN KHAMIR PADA MEDIA
PERTUMBUHAN MAGGOT *Black Soldier Fly***

***ISOLATION AND IDENTIFICATION OF MOLD AND YEAST ON
GROWTH MEDIA OF MAGGOT *Black Soldier Fly****

Ghaisa Salmalika Shofa¹, Deden Zamzam Badruzzaman¹, Ellin Harlia^{1*}

¹Program Studi Ilmu Peternakan, Departemen Teknologi Hasil Peternakan
Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran
Jalan Ir. Soekarno Km. 21 Jatinangor Kabupaten Sumedang Jawa Barat 45363

*Korespondensi : ellin.harlia@unpad.ac.id

Received April 1, 2024; Revised May 26, 2024; Accepted May 29, 2024

ABSTRAK

Metode biokonversi menggunakan organisme hidup yaitu maggot BSF (*Black Soldier Fly*) merupakan salah satu metode untuk mengurai bahan organik yang berasal dari limbah organik. Selain maggot terdapat mikroorganisme pengurai yang berperan dalam proses biokonversi, diantaranya yaitu kapang dan khamir. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah dan peran kapang serta khamir hasil isolasi dan identifikasi yang terdapat pada media pertumbuhan maggot yang berasal dari kombinasi feses sapi potong, endapan susu, dan sampah organik dapur. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata jumlah kapang dan khamir sebelum didegradasi oleh maggot lebih tinggi dibandingkan dengan setelah didegradasi oleh maggot. Jenis kapang yang teridentifikasi pada media pertumbuhan maggot adalah *Aspergillus sp*, *Penicillium sp*, *Cladosporium sp*, *Rhizopus sp*, *Trichoderma sp*, dan *Mucor sp*. Jenis khamir yang teridentifikasi pada media pertumbuhan maggot adalah *Saccharomyces sp*, *Zygosaccharomyces sp*, dan *Trichosporon sp*.

Kata kunci: Biokonversi, Feses Sapi Potong, Kapang, Khamir, Maggot BSF

ABSTRACT

*The bioconversion method using living organisms, namely BSF (Black Soldier Fly) maggots, is one method to break down organic matter derived from organic waste. Besides maggots, there are parser microorganisms that play a role in the bioconversion process, among them are mold and yeast. This research aims to determine the number and role of molds and yeasts isolated and identified on maggot growth media derived from a combination of beef cattle feces, dairy waste sludge and organic kitchen waste. The method used in this research is descriptive method. The results showed that the average number of molds and yeasts before degradation by maggot was higher than after degradation by maggot. The types of mold identified in the maggot growth media were *Aspergillus sp*, *Penicillium sp*, *Cladosporium sp*, *Rhizopus sp*, *Trichoderma sp*, and *Mucor sp*. The types of yeast identified in the maggot growth media were *Saccharomyces sp*, *Zygosaccharomyces sp*, and *Trichosporon sp*.*

Key words : Beef Cattle Feces, Bioconversion, Maggot BSF, Mold, Yeast

PENDAHULUAN

Feses sapi potong, endapan susu, dan sampah organik dapur merupakan bahan organik. Salah satu teknologi untuk menangani limbah organik adalah dengan metode biokonversi. Maggot *Black Soldier Fly* (BSF), yang melakukan proses biokonversi diketahui dapat mereduksi limbah organik. Proses reduksi yang terjadi pada bahan organik dibantu juga oleh mikroorganisme sehingga tidak hanya dilakukan oleh maggot BSF (Suwatanti & Widiyaningrum, 2017).

Maggot BSF saat ini sering digunakan sebagai agen pengurai bahan organik, seperti limbah dapur dan sisa makanan (Wibawa *et al.*, 2024). Namun, pada penelitian ini, bahan organik yang digunakan yaitu feses sapi potong, endapan susu, dan sampah organik dapur. Penggunaan feses sapi potong dan endapan susu sebagai sumber bahan organik untuk media pertumbuhan maggot BSF belum banyak dieksplorasi, tetapi mempunyai potensi sebagai alternatif yang berkelanjutan.

Sistem peternakan terpadu terdiri dari industri *on farm* dan *off farm*, dalam industri peternakan salah satu efek samping yang tidak dapat dihindari adalah timbulnya limbah (Fitriyanto, *et al.*, 2015). Diantaranya yaitu berasal dari peternakan sapi potong dan industri pengolahan susu.

Sapi potong menghasilkan kotoran dalam berbagai bentuk seperti padat, gas, maupun cair (Fajar & Perwitasari, 2020). Produksi feses sapi potong sekitar 7-8% dari bobot badan per-hari (Marwah, *et al.*, 2016). Limbah padat yang dihasilkan oleh sapi potong, sebagian besar belum dimanfaatkan dengan optimal,

diantaranya dibuang ke lingkungan yang akan memberikan dampak negatif (Soeprijanto *et al.*, 2022). Feses sapi memiliki kandungan selulosa 25,2%, lignin 20,2%, hemiselulosa 18,6%, fosfat 1,11%, nitrogen 1,67%, serta kalium 0,56% (Windyasmara *et al.*, 2012). Kotoran sapi dapat diolah dengan pemanfaatan lebih lanjut agar dapat memanfaatkan unsur hara yang terkandung didalamnya. Demikian juga dengan limbah *off farm* dari industri susu memiliki potensi sebagai sumber unsur hara bagi tanaman (Triwuri *et al.*, 2019)

Industri pengolahan susu dapat menghasilkan limbah, Secara umum, limbah cair dari industri pengolahan susu mengandung bahan organik seperti protein, karbohidrat dan lipid, BOD, COD, serta padatan tersuspensi dan lemak minyak tersuspensi konsentrasi tinggi (Raghunath, *et al.*, 2016). Setiap 2000 gram limbah susu (*Slurry*) akan menghasilkan 250 gram endapan susu sebagai sumber protein dengan kandungan nutrisi yang relatif tinggi yakni kandungan protein kasar 34,98%, serat kasar 9,77%, laktosa 4,42%, kalsium 2,33%, lemak kasar 11,04%, phosphor 1,05%, dan magnesium 0,4% berdasarkan bahan kering (Marlina *et al.*, 2007).

Limbah yang perlu untuk ditangani tidak hanya yang berasal dari peternakan dan industri peternakan, namun, limbah yang berasal dari rumah tangga juga. Limbah rumah tangga sebagian besar merupakan bahan organik, misalnya sampah dari dapur, nasi, sayuran, daging, buah-buahan, dan sisa-sisa makanan lainnya (Damanik *et al.*, 2023). Kandungan nutrisi yang terdapat pada limbah rumah tangga yaitu serat kasar 15,10%, protein kasar 13,10%, lemak

kasar 4,28%, dan kadar abu 22,61% (Hulu *et al.*, 2022).

Maggot BSF merupakan metode inovatif yang berkelanjutan dengan efisiensi 55-80% untuk mereduksi limbah organik dengan menguraikan berbagai limbah organik, seperti buah-buahan, sampah sayuran, sisa makanan, dan kotoran hewan (Buana & Alfiah, 2021). Maggot BSF dapat mengurangi sampah organik seperti sampah dapur, sampah pasar, kotoran hewan hingga sebesar 80%, dengan menghasilkan kompos. (Wibawa *et al.*, 2024). Pada kondisi yang ekstrim, maggot BSF ini juga mampu untuk bertahan hidup dan mendegradasi limbah organik bekerja sama dengan mikroorganisme (Pathiassana *et al.*, 2020).

Maggot BSF akan sulit mencerna serat kasar yang cukup tinggi (Purba, *et al.*, 2022). Ini akan menjadi kendala dalam proses penguraian bahan organik oleh maggot. Maka dari itu, peran kapang dan khamir sebagai mikroorganisme yang membantu memecah serat diperlukan oleh maggot. Kapang dan khamir adalah mikroorganisme yang memiliki kemampuan untuk menciptakan enzim selulase dan ligninase untuk memecah komponen selulosa dan lignin (Rupaedah *et al.*, 2019).

Bahan organik yang kompleks akan dipecah menjadi bahan yang lebih sederhana oleh kapang, *Trichoderma sp.* dapat menghasilkan enzim selulase dan *crude enzyme*, yang adalah salah satu jenis kapang berfilamen yang dipergunakan secara komersial (Ulhaq *et al.*, 2005). Isolat *Aspergillus sp.*, *Fusarium sp.*, dan *Penicillium sp.* ditemukan dalam suatu penelitian sebagai jamur yang mendegradasi amilum dari sampah organik (Haqq *et al.*, 2022).

Genus khamir *Saccharomyces* ditemukan di air limbah susu (Porwal, *et al.*, 2015).

Setiap jenis kapang dan khamir memiliki perbedaan pada karakteristik dan perannya, jenis kapang dan khamir yang berhasil diisolasi akan dipengaruhi oleh perbedaan sumber sampel. Manfaat yang dapat diambil dan dikembangkan dari kapang dan khamir dapat diketahui dengan mengetahui sifat dan karakteristiknya (Ilyas, 2007).

Isolasi dan identifikasi kapang dan khamir pada media pertumbuhan maggot BSF perlu dilakukan, sehingga dapat diketahui jenis mikroorganisme kapang dan khamir yang berperan untuk membantu maggot BSF mendegradasi limbah organik pada media pertumbuhan maggot BSF yang berasal dari kombinasi feses sapi potong, endapan susu, dan sampah organik dapur.

BAHAN DAN METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif, dengan 4 (empat) perlakuan dan 5 (lima) ulangan. Perlakuan yang digunakan pada penelitian ini adalah kombinasi bahan sebagai media dengan konsentrasi berbeda. Sebagai berikut:

P0 : Media Tumbuh Maggot Sampah Organik Dapur (100%)

P1 : Media Tumbuh Maggot Kombinasi Sampah Organik Dapur dan Feses Sapi Potong (50% : 50%)

P2 : Media Tumbuh Maggot Kombinasi Sampah Organik Dapur dan Endapan Susu (50% : 50%)

P3 : Media Tumbuh Maggot Kombinasi, Sampah Organik Dapur, Feses Sapi Potong, dan Endapan Susu (33,33% : 33,33% : 33,33%)

Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif. Data yang diperoleh akan dihitung dengan mencari nilai rata-rata (*mean*), simpangan baku atau standar deviasi, dan koefisien variasi. Rumus sebagai berikut :

1. Rata-Rata (*mean*)

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

Keterangan :

\bar{x} = Rata-rata sampel

Σ = Sigma

Σx_i = Jumlah nilai data ke-i (i = 1, 2, 3...)

x_i = Nilai x (1, 2, 3, ... n)

n = Banyaknya data sampel

2. Simpangan Baku (Standar Deviasi)

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Keterangan :

S = Simpangan baku

x_i = Nilai data ke-i (i = 1, 2, 3...)

\bar{x} = Rata-rata sampel

n = Banyaknya data sampel

3. Koefisien Variasi

$$KV = \frac{S}{\bar{x}} \times 100\%$$

Keterangan :

KV = Koefisien variasi

\bar{x} = Rata-rata sampel

S = Simpangan baku

Persiapan Media Tumbuh Maggot

Prosedur penelitian pertama-tama melakukan fermentasi media yang akan digunakan sebagai media pertumbuhan maggot BSF selama 7 hari, mencampur air, molases, dan *Effective Microorganisms-4* (EM4) dengan perbandingan 10 liter : 100 mililiter : 10 mililiter hingga homogen, dengan

perbandingan dosis 50 ml campuran air, molases, dan EM4 untuk 1 kg media tumbuh maggot.

Pemeliharaan Maggot

Telur maggot BSF sebanyak 1 gr ditetaskan pada 50 gr ampas tahu. Pemeliharaan maggot BSF dilakukan selama 14 hari setelah telur menetas. Hasil degradasi media oleh maggot diperoleh kasgot sebagai sampel yang digunakan untuk mengidentifikasi jumlah dan jenis kapang dan khamir.

Isolasi dan Identifikasi Kapang dan Khamir

Peubah yang diamati pada penelitian ini adalah jumlah dan jenis kapang dan khamir yang terdapat pada media pertumbuhan maggot BSF. Sampel sebelum degradasi dan sampel sesudah degradasi diambil sebanyak 10 gr. Kemudian dilakukan isolasi dan identifikasi kapang dan khamir pada sampel yang dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi dan Penanganan Limbah, Departemen Teknologi Hasil Peternakan, Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran.

Metode *Total Plate Count* (TPC) digunakan untuk menghitung jumlah kapang dan khamir. Penggunaan yang paling umum dari metode TPC ini adalah dalam analisis mikroba karena koloni dapat diamati secara langsung (Wattimena dan Sormin, 2020). Tahapan diawali dengan menyiapkan sampel sebanyak 1 gr dimasukkan ke dalam tabung reaksi 1 yang sudah diisi dengan 9 ml NaCl fisiologis, kemudian dihomogenkan. Memindahkan 1 ml suspensi dengan mikropipet ke dalam tabung reaksi 2 berisi 9 ml NaCl fisiologis sebagai pengenceran 10^{-2} lalu

dihomogenkan, langkah yang sama sampai mendapat pengenceran 10^{-3} . sebanyak 1 ml diambil dengan menggunakan pipet steril yang berbeda lalu dimasukkan ke dalam cawan petri. Larutan media PDA (*Potato Dextrose Agar*) pada suhu $\pm 40^{\circ}\text{C}$ (suam-suam kuku), media PDA ditambah dengan antibiotik *cefadroxil monohydrate*, setelah itu dituangkan sebanyak 15-20 ml ke dalam cawan yang sudah dituangkan sampel, lalu cawan digoyang membentuk angka 8. Setelah media memadat, lalu cawan diinkubasi selama 5 hari pada suhu kamar atau ruang 26°C . Setelah proses inkubasi, selanjutnya jumlah koloni kapang dan khamir dihitung pada cawan dengan menggunakan *colony counter* yang memiliki ciri sesuai karakteristik makroskopis kapang dan khamir. Koloni standar per cawan berjumlah 25-250 koloni. Dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Cappucino & Sherman, 2008) :

$$\text{Rata - rata } \sum mo = \frac{(X1 \times \frac{1}{P1}) + (X2 \times \frac{1}{P2})}{2}$$

Keterangan:

$\sum mo$: Rata-rata jumlah koloni

X1 : Jumlah koloni pada cawan 1

X2 : Jumlah koloni pada cawan 2

P1 : Pengenceran pada cawan 1

P2 : Pengenceran pada cawan 2

Identifikasi Kapang

Metode efektif untuk mengidentifikasi kapang dapat dilakukan dengan *slide culture* (Tjampakasari, *et al.*, 2024). Tahapan diawali dengan pembuatan *slide culture* dari kapang yang tumbuh. Media PDA diteteskan menggunakan pipet di bagian ujung atau tengah *object glass*. *Needle* disterilkan menggunakan bunsen, lalu isolat koloni pada cawan diambil. Kemudian dioleskan pada tetesan media agar (PDA). Setelah 5 hari diamati menggunakan mikroskop perbesaran 10x40. Hasil

pengamatan mikroskop dibandingkan dengan literatur jurnal dan buku.

Identifikasi Khamir

Identifikasi khamir dapat dilakukan dengan pewarnaan *methylene blue* (Wachid & Mutia, 2019). Khamir diidentifikasi dengan pembuatan preparat basah. *Osse* disterilkan dengan menggunakan bunsen, lalu isolat koloni pada cawan diambil lalu dibaurkan dengan aquades steril pada *object glass*. Kemudian diberi zat pewarna *methylene blue*. Setelah itu, ditutup dengan *cover glass* dan diamati menggunakan mikroskop perbesaran 10x100. Hasil pengamatan mikroskop dibandingkan dengan literatur jurnal dan buku.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah Kapang yang Terdapat pada Media Pertumbuhan Maggot BSF Sebelum dan Sesudah didegradasi oleh Maggot

Data hasil penelitian terhadap jumlah kapang yang terdapat pada media pertumbuhan maggot BSF sebelum dan sesudah didegradasi oleh maggot disajikan pada Tabel 1. menunjukkan bahwa rata-rata jumlah kapang yang terdapat pada sampel yang berasal dari media pertumbuhan *maggot* BSF sebelum dan sesudah didegradasi oleh *maggot* memiliki perbedaan. Menurut Tabel 1. Memperlihatkan Simpangan baku yang lebih kecil dari rata-rata menunjukkan sebaran tidak adanya kesenjangan yang cukup besar sejalan dengan pendapat Sari *et al.* (2012) dan (Hidayat *et al.*, 2019), rata rata Jumlah kapang menunjukkan bahwa semua simpangan baku pada setiap perlakuan lebih kecil dari rata-rata. Penurunan jumlah kapang terjadi setelah degradasi oleh maggot disebabkan oleh

beberapa faktor diantaranya pH, kadar air, dan suhu yang terdapat pada media pertumbuhan maggot.

Tabel 2. Memperllihatkan terjadinya perubahan pH sebelum dan sesudah degradasi oleh maggot. Kapang biasanya lebih menyukai suasana asam. pH pada media sebelum degradasi lebih rendah dibandingkan dengan sesudah didegradasi oleh maggot. Proses degradasi media oleh maggot mampu meningkatkan nilai pH, hal ini sesuai dengan pernyataan Meneguz, *et al.* (2018) yang menyatakan bahwa maggot BSF dapat menyebabkan perubahan pada substrat yaitu nilai pH yang meningkat. Jumlah kapang menjadi berkurang setelah media telah didegradasi oleh maggot BSF karena nilai pH meningkat, sedangkan kapang lebih suka pada kondisi asam, maka dari itu pertumbuhan kapang dapat terhambat. Menurut Mishra dan Khan (2015) Kultur kapang yang dilakukan pada kondisi basa akan menghambat pertumbuhannya.

Kuznetsova, *et al.* (2022) mengemukakan bahwa pemeliharaan maggot BSF dapat menyebabkan hilangnya jamur miselium dari substrat pakannya. Menurut Muslikhah, *et al.* (2013) penurunan kapang juga dapat disebabkan oleh berkurangnya nutrisi media akhirnya kapang akan mati. Substrat memiliki kandungan nutrisi yang berperan pada metabolisme mikroba, yang dapat menjadi faktor yang mempengaruhi perkembangan mikroba (Budiyani *et al.* 2016).

Mikroba mati disebabkan oleh lingkungan yang tidak sesuai untuk kelangsungan hidup sel. Selain itu, substrat tidak mengandung nutrisi yang cukup untuk memenuhi kebutuhan mikroba (Saraswati *et al.* 2021). Nutrisi pada media berkurang diduga karena adanya aktivitas metabolisme oleh maggot BSF. Hal ini sejalan dengan pernyataan Katayane *et al.* (2014) yaitu nutrisi dari media akan diserap oleh maggot untuk dapat hidup.

Tabel 1. Jumlah Kapang pada Media Pertumbuhan Maggot BSF Sebelum dan Sesudah didegradasi oleh Maggot

Ulangan	Perlakuan							
	Sebelum Degradasi				Sesudah Degradasi			
	P0	P1	P2	P3	P0	P1	P2	P3
10 ⁴ cfu/g.....							
1	0,7	15,7	5,7	2,2	0,4	4,3	0,8	1,7
2	1,0	17,6	6,0	5,6	0,3	3,3	0,7	3,3
3	1,1	7,6	6,9	6,1	0,4	6,3	0,5	1,3
4	1,1	15,7	7,7	3,3	0,5	2,6	0,4	2,1
5	1,2	6,3	6,2	2,1	0,2	3,8	0,5	2,9
Rata-Rata	1,0	12,6	6,5	3,9	0,4	4,1	0,6	2,3
Simpangan Baku	0,2	5,2	0,8	1,9	0,1	1,4	0,2	0,8
Koefisien Variasi	19%	41%	12%	49%	32%	35%	28%	37%

Keterangan : P0 : Media Tumbuh Maggot Sampah Organik Dapur (100%), P1 : Media Tumbuh Maggot Kombinasi Sampah Organik Dapur dan Feses Sapi Potong (50% : 50%), P2 : Media Tumbuh Maggot Kombinasi Sampah Organik Dapur dan Endapan Susu (50% : 50%), P3 : Media Tumbuh Maggot Kombinasi, Sampah Organik Dapur, Feses Sapi Potong, dan Endapan Susu (33,33% : 33,33% : 33,33%)

Tabel 2. Hasil Pengamatan pH, Kadar Air, dan Suhu pada Media Pertumbuhan Maggot BSF Sebelum dan Sesudah didegradasi oleh Maggot

Perlakuan	pH		Kadar Air (%)		Suhu (°C)	
	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
P0	3,9 ± 0,1	8,5 ± 0,2	75,1 ± 2,6	38,5 ± 5,2	26,3 ± 0,6	31,0 ± 1,0
P1	4,6 ± 0,2	7,4 ± 0,5	76,8 ± 0,4	54,1 ± 2,4	26,7 ± 0,6	31,7 ± 1,5
P2	5,0 ± 0,1	7,4 ± 0,2	82,3 ± 1,4	66,5 ± 2,5	26,7 ± 0,6	31,3 ± 1,2
P3	4,9 ± 0,1	7,4 ± 0,4	80,3 ± 0,9	66,9 ± 3,6	26,3 ± 0,6	37,7 ± 1,5

Kadar air juga dapat mempengaruhi keberadaan kapang yang terdapat pada media pertumbuhan maggot. Pada penelitian ini, kadar air pada media mengalami penurunan sesudah didegradasi oleh maggot. Jumlah air yang dihasilkan oleh maggot BSF dapat bervariasi, tergantung dari seberapa banyak air yang dikonsumsi atau diserap dari media pertumbuhannya. Penyerapan air oleh maggot pada fase larva sangat penting dalam proses pertumbuhannya (Andika, *et al.*, 2023). Hal ini pun sejalan dengan yang dikemukakan oleh Setiawan, *et al.* (2023) menunjukkan adanya penurunan kadar air pada substrat dari berbagai media pertumbuhan maggot. Substrat terurai selama proses pertumbuhan maggot karena metabolismenya.

Kapang memerlukan kadar air yang tercukupi untuk keberlangsungan hidupnya. Nurbaity dan Ilmi (2022) mengemukakan bahwa kadar air yang ideal untuk kapang selama fase penyerapan nutrisi adalah 70%. Pada media pertumbuhan sesudah degradasi oleh maggot, kadar air menurun, maka dari itu jumlah kapang berkurang karena proses penyerapan nutrisi untuk pertumbuhannya menjadi tidak optimal.

Faktor yang dapat mempengaruhi jumlah kapang selain pH dan kadar air adalah suhu. Pada penelitian ini, suhu pada media sesudah didegradasi oleh maggot BSF mengalami peningkatan dari

sebelumnya. Hal ini sejalan dengan pernyataan Monita, *et al.* (2017) bahwa aktivitas maggot yang intens dan lahap selama periode makan, suhu media akan meningkat sebagai akibat dari suhu tubuh maggot yang meningkat juga. Pada umumnya banyak kapang yang bersifat mesofil, yang berarti dapat tumbuh dengan baik pada suhu kamar. Meskipun suhu 22 - 30 °C adalah kisaran ideal untuk pertumbuhan kapang, beberapa varietas dapat bertahan pada suhu 30 - 37 °C bahkan lebih tinggi (Hartianty, 2021). Berdasarkan pernyataan tersebut, suhu media dalam penelitian ini masih tergolong optimal untuk pertumbuhan kapang.

Jumlah Khamir yang Terdapat pada Media Pertumbuhan Maggot BSF Sebelum dan Sesudah didegradasi oleh Maggot

Data hasil penelitian terhadap jumlah khamir yang terdapat pada media pertumbuhan maggot BSF sebelum dan sesudah didegradasi oleh maggot disajikan pada Tabel 3. menunjukkan bahwa rata-rata jumlah khamir yang terdapat pada sampel yang berasal dari media pertumbuhan *maggot* BSF sebelum dan sesudah didegradasi oleh *maggot* mengalami penurunan. Data yang terdapat pada Tabel 3 menunjukkan bahwa semua simpangan baku pada setiap perlakuan lebih kecil dari rata-rata menunjukkan bahwa data homogen.

Menurut Santoso (2021) Sama halnya dengan kapang, penurunan jumlah khamir dapat terjadi karena faktor seperti pH, kadar air, dan suhu yang terdapat pada media pertumbuhan maggot berubah, dapat dilihat pada Tabel 2.

Umumnya khamir tumbuh dengan baik dalam kondisi asam, seperti pada pH 4-4.5 (Rorong & Wilar, 2020). Pada penelitian ini, diketahui bahwa pH pada media sebelum degradasi lebih rendah dibandingkan dengan sesudah didegradasi oleh maggot. Menurut Olee, *et al.* (2022) kondisi asam dapat mendukung pertumbuhan khamir namun apabila kondisi sedikit asam atau mendekati netral akan menghambat pertumbuhan khamir.

Keberadaan khamir yang ditemukan pada media pertumbuhan maggot juga dapat dipengaruhi oleh kadar air. Menurut Lastriyanto dan Aulia (2021)

kadar air yang tinggi dapat menimbulkan tumbuhnya khamir. Jumlah khamir berkurang pada media pertumbuhan sesudah degradasi oleh maggot, karena ketika kadar air menurun, pertumbuhan khamir menjadi kurang efektif dan terhambat. Menurut Pelczar & Chan (1986) suhu optimum untuk pertumbuhan khamir adalah pada 25°C - 30 °C. Suhu maksimum pertumbuhan khamir yaitu 40°C (Suryani *et al.*, 2020). Kisaran suhu yang terdapat pada media dalam penelitian ini masih optimal untuk pertumbuhan khamir.

Nutrisi pada media juga dapat mempengaruhi jumlah khamir, karena maggot BSF menyerap nutrisi dari media. Menurut Hardianto *et al.* (2018) penurunan nutrisi seperti fosfat dalam medium akan menyebabkan penurunan jumlah sel khamir.

Tabel 3. Jumlah Khamir pada Media Pertumbuhan Maggot BSF Sebelum dan Sesudah didegradasi oleh Maggot

Ulangan	Perlakuan							
	Sebelum Degradasi				Sesudah Degradasi			
	P0	P1	P2	P3	P0	P1	P2	P3
10 ⁴ cfu/g.....							
1	9,2	15,0	19,2	8,9	0,3	2,9	0,1	9,4
2	17,6	14,8	15,3	10,5	0,4	3,4	0,3	6,8
3	18,2	12,4	17,1	17,4	0,5	1,7	0,2	1,4
4	15,0	19,6	14,4	7,1	0,8	3,8	0,2	4,6
5	19,7	14,3	15,0	8,0	0,7	3,8	0,4	8,8
Rata-Rata	15,9	15,2	16,2	10,4	0,5	3,1	0,2	6,2
Simpangan Baku	4,1	2,7	1,9	4,1	0,2	0,9	0,1	3,3
Koefisien Variasi	26%	18%	12%	40%	38%	28%	48%	53%

Keterangan : P0 : Media Tumbuh Maggot Sampah Organik Dapur (100%), P1 : Media Tumbuh Maggot Kombinasi Sampah Organik Dapur dan Feses Sapi Potong (50% : 50%), P2 : Media Tumbuh Maggot Kombinasi Sampah Organik Dapur dan Endapan Susu (50% : 50%), P3 : Media Tumbuh Maggot Kombinasi, Sampah Organik Dapur, Feses Sapi Potong, dan Endapan Susu (33,33% : 33,33% : 33,33%)

Jenis Kapang yang Terdapat pada Media Pertumbuhan Maggot BSF Sebelum dan Sesudah didegradasi oleh Maggot

Pada penelitian ini identifikasi kapang dilakukan melalui pengamatan mikroskopis menggunakan mikroskop. Terdapat enam genus kapang yang berhasil diamati. Karakteristik mikroskopis genus kapang pada media pertumbuhan maggot BSF sebelum dan sesudah didegradasi oleh maggot dapat dilihat pada Tabel 4 dan Gambar 1.

Menurut Rosidah, *et al.* (2023) hifa dapat memperoleh bahan organik dari permukaan atau lingkungan sebagai bagian dari peran mereka untuk menyerap nutrisi. Selain itu, ada juga hifa yang menghasilkan spora untuk

melakukan perkembangbiakan, berfungsi untuk reproduksi.

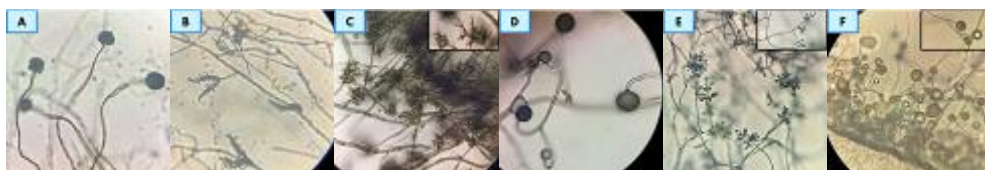
Hifa menghasilkan enzim yang membantu menguraikan bahan makanan kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana (Yahya, *et al.* 2023). Dalam hal ini, pada media pertumbuhan maggot, kapang juga berperan menguraikan bahan organik berkerja sama dengan maggot. Kapang akan berperan sebagai dekomposer dan maggot berperan sebagai detritivor.

Kapang yang terdapat pada media pertumbuhan maggot BSF sebelum dan sesudah didegradasi oleh maggot memiliki perbedaan, hal ini dapat terjadi karena perubahan kondisi media serta perbedaan karakteristik masing-masing kapang.

Tabel 4. Karakteristik Isolat Kapang secara Mikroskopis

Specimen	Pengamatan Mikroskopis			Genus
	Jenis Hifa	Bentuk Kepala Spora	Spora Aseksual	
Sp1	Bersekat/ Septa	Bulat – Semi Bulat	Konidiofor	<i>Aspergillus sp</i>
Sp2	Bersekat/ Septa	Seperti Sapu, Konidia Bulat	Konidiofor	<i>Penicillium sp</i>
Sp3	Bersekat/ Septa	Bercabang, Konidia Elips	Konidiofor	<i>Cladosporium sp</i>
Sp4	Tidak Bersekat	Bulat	Sporangiofor	<i>Rhizopus sp</i>
Sp5	Bersekat/ Septa	Bercabang, Konidia Bulat	Konidiofor	<i>Trichoderma sp</i>
Sp6	Tidak Bersekat	Bulat	Sporangiofor	<i>Mucor sp</i>

Pedoman : (Suryani, *et al.*, 2020), (Sinaga, *et al.*, 2020), (Zalar, *et al.*, 2007), (Moensaku, *et al.*, 2021), (Meiniarti, *et al.*, 2021).



Gambar 1. Mikroskopis Isolat Kapang (A) *Aspergillus sp*, (B) *Penicillium sp*, (C) *Cladosporium sp*, (D) *Rhizopus sp*, (E) *Trichoderma sp*, (F) *Mucor sp*

Kapang diduga dapat membantu mengurai bahan organik pada media sehingga lebih mudah dikonsumsi maggot. Hal ini sesuai dengan pernyataan Abda, *et al.* (2023) yang menyatakan bahwa *Aspergillus niger* adalah mikroorganisme yang memiliki kemampuan untuk mengubah molekul selulosa menjadi glukosa yang mudah diserap karena memiliki kemampuan untuk menghasilkan enzim selulase. *Mucor sp* mempunyai peran dalam mengurai kotoran hewan dan bermanfaat sebagai dekomposer (Meiniarti, *et al.*, 2021). Selain itu, kapang *Aspergillus sp*, *Penicillium sp*, dan *Cladosporium sp* merupakan kapang yang bersifat saprofit. Kapang saprofit memiliki kemampuan dalam merombak zat organik kompleks menjadi sederhana. *Penicillium sp* merupakan salah satu mikroorganisme yang dapat melakukan biodegradasi limbah organik (Shahnawaz & Sabreena, 2022).

Rhizopus sp berperan untuk mendegradasi protein serta dapat menghidrolisis lemak karena mempunyai sifat proteolitik dan lipolitik (Raharjo, *et al.*, 2019). Selain itu, salah satu mikroorganisme yang memiliki kapasitas tinggi dalam memproduksi enzim selulase adalah *Rhizopus sp*. Salah satu enzim yang mampu menghidrolisis selulosa disebut selulase (Pujiati, *et al.*, 2017). Menurut

Nurhayati, *et al.* (2020) *Trichoderma sp* memiliki peran untuk menurunkan serat kasar serta meningkatkan kandungan protein pada media, sehingga akan lebih mudah dicerna oleh maggot.

Jenis Khamir yang Terdapat pada Media Pertumbuhan Maggot BSF Sebelum dan Sesudah didegradasi oleh Maggot

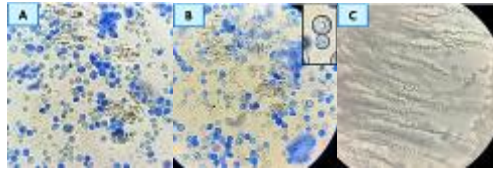
Pada penelitian ini identifikasi khamir dilakukan melalui pengamatan mikroskopis dengan pewarnaan *methylene blue*. Terdapat tiga genus khamir yang berhasil diamati. Karakteristik mikroskopis genus khamir pada media pertumbuhan maggot BSF sebelum dan sesudah didegradasi oleh maggot dapat dilihat pada Tabel 5 dan Gambar 2.

Reproduksi aseksual yang terdapat pada penelitian ini adalah tunas (*budding*) dan blastospora. Khamir adalah *fungi* uniseluler eukariotik yang bereproduksi secara aseksual terutama dengan cara bertunas juga dikenal sebagai *budding* (Kurtzman, *et al.*, 2011). Khamir yang terdapat pada media pertumbuhan maggot BSF sebelum dan sesudah didegradasi oleh maggot memiliki perbedaan, hal ini dapat terjadi karena perubahan kondisi media serta perbedaan karakteristik masing-masing khamir.

Tabel 5. Karakteristik Isolat Khamir secara Mikroskopis

Specimen	Mikroskopis		Genus
	Bentuk Sel	Reproduksi Aseksual	
Sp1	Bulat	Tunas (<i>budding</i>)	<i>Saccharomyces sp</i>
Sp2	Oval/Bulat	Tunas (<i>budding</i>)	<i>Zygosaccharomyces sp</i>
Sp3	Oval	Tunas (<i>budding</i>)	<i>Trichosporon sp</i>
	Memanjang		

Pedoman : (Suryani, *et al.*, 2020), (Sinaga, *et al.*, 2020), (Akbar, *et al.*, 2019), (Ashliha, *et al.*, 2014)



Gambar 2. Mikroskopis isolat khamir (A) *Saccharomyces sp.*, (B) *Zygosaccharomyces sp.*, (C) *Trichosporon sp.*

Saccharomyces cerevisiae memiliki kemampuan untuk memecah ikatan-ikatan serat yang kompleks menjadi sederhana (Maliani dan Lestari, 2021). Menurut Emiliyasi dan Alami (2015) khamir adalah mikroorganisme uniseluler eukariotik yang termasuk kedalam kelompok *fungi* dan memiliki kemampuan untuk mendegradasi senyawa organik selulosa. Hal ini disebabkan oleh adanya enzim selulase dalam khamir, yang mendegradasi selulosa menjadi senyawa yang lebih sederhana berupa glukosa. Dalam hal ini, khamir memiliki peran untuk membantu maggot dalam mencerna bahan organik yang akan dikonsumsi.

SIMPULAN

Rata-rata jumlah kapang dan khamir sebelum degradasi lebih tinggi dibandingkan dengan rata-rata jumlah sesudah degradasi oleh maggot BSF. Jenis kapang yang teridentifikasi pada media pertumbuhan maggot adalah *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp.*, *Cladosporium sp.*, *Rhizopus sp.*, *Trichoderma sp.*, dan *Mucor sp.* Jenis khamir yang teridentifikasi pada media pertumbuhan maggot adalah *Saccharomyces sp.*, *Zygosaccharomyces sp.*, dan *Trichosporon sp.*

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih kepada *Academic Leadership Grant (ALG)* Universitas Padjadjaran yang telah memberikan dana untuk penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abda, A., S. R. Sujarwo, U. Ali, B. Muwakhid, & U. Kalsum. (2023). Kandungan Nutrien Limbah Tanaman Bunga Sedap Malam (*Polianthes tuberosa*) yang difermentasi oleh *Aspergillus niger* sebagai Bahan Pakan Alternatif Ternak Ruminansia. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*. Vol. 11(2): 94-105. <https://dx.doi.org/10.23960/jipt>.
- Akbar, G. P., Endang, K. & Wijanarka, D. (2019). Isolasi dan Karakterisasi Secara Morfologi dan Biokimia Khamir dari Limbah Kulit Nanas Madu (*Ananas comosus L.*) untuk Produksi bioetanol. *Berkala Bioteknologi*, 2(2), 1–11. <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/bb/article/view/6709>
- Andika, W. D. M., K. A. A. Suardana, & I. W. Wahyudi. (2023). Kadar Protein dan Kadar Air pada Maggot (*Hermetia illucens*) dalam Berbagai Fase Pertumbuhan. *Jurnal Widya Biologi*, Volume 14 Nomor 1 (20-26). <https://doi.org/10.32795/widyabiologi.v14i01.4137>

- Ashliha I. N. & Nur H. N. (2014). Karakterisasi Khamir dari Pulau Poteran Madura. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*. 3(2):2337-3520. <http://dx.doi.org/10.12962/j23373520.v3i2.6869>
- Buana, S. M. & Alfiah, T. (2021). Biokonversi Kotoran Ternak Sapi Menggunakan Larva Black Soldierfly (*Hermetia Illucens*). *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan*, Ix 2021, Pp. 406–412. <https://ejurnal.itats.ac.id/sntekpan/article/view/2234>
- Budiyani N. K, Soniari N. N & Sutari N. W. S. (2016). Analisis kualitas larutan mikroorganisme lokal (MOL) bonggol pisang. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*. 5(1):63-72. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/JAT/article/view/18211>
- Cappuccino, J. G. & Sherman, N. (2005). *Microbiology: A Laboratory Manual*, New York: The Benjamin Cummings Publishing Company. Inc.
- Damanik, H. M., M. L. Purba., H. E. S. Samosir., N. Nopeline. & M. B. L. Gaol. (2023). Upaya Peningkatan Ekonomi Anggota Bank Sampah ‘Satu Hati’, melalui Pengelolaan dan Pemanfaatan Limbah Sampah di Kelurahan Sumber Mulyo Rejo, Binjai Timur. *JIPMAS: Jurnal Visi Pengabdian Kepada Masyarakat*. Vol 04 No 01 (12-22). <https://doi.org/10.51622/pengabdian.v4i1.1141>
- Emiliasari, M. & N. H. Alami. (2015). Uji Potensi Khamir yang Diisolasi dari Kawasan Mangrove Pantai Kenjeran Surabaya dalam Mendegradasi Selulosa. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*, (1-5). <http://repository.its.ac.id/id/eprint/72264>
- Fajar, M., & Perwitasari, F. D. (2020). Manajemen Pengolahan Limbah UD Ternak Jaya. *Kandang: Jurnal Peternakan*, 12(2), 18-22. <https://doi.org/10.32534/jkd.v12i2.3186>
- Fitriyanto, N. A., Triatmojo, S., Pertiwiningrum, A., Erwanto, Y., Abidin, M. Z., Baliarti, E., & Suranindyah, Y. Y. (2015). Penyuluhan dan Pendampingan Pengolahan Limbah Peternakan Sapi Potong di Kelompok Tani Ternak Sido Mulyo Dusun Pulosari, Desa Jumoyo, Kecamatan Salam, Kabupaten Magelang. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat (Indonesian Journal of Community Engagement)*, 1(1), 79. <https://doi.org/10.22146/jpkm.16955>
- Hardianto, Muhibuddin, A & Sektion, A.W. (2018). Optimalisasi Fosfat untuk Meningkatkan Pertumbuhan Kerapatan Populasi dan Kemampuan Antagonis *Saccharomyces cerevisiae* Terhadap *Fusarium sp.* *J. Sains dan Teknologi*. 10(02): 27-42. 10.32764/SAINTEKBU.V10I2.206
- Hartianty, E. P. (2021). Isolasi Kapang Endofit dari Tanaman Gaharu (*AQUILARIA MALACCENSIS LAMK*). *UG JURNAL*, VOL.15 (36-43). <https://ejournal.gunadarma.ac.id/index.php/ugjournal/article/view/5913>
- Haqq, I, M., Dewi, R, S., Mumpuni, A., Hikam, A, R., & Yulianti, D, M. (2022). Identifikasi dan Uji Potensi Amilolitik Isolat Jamur Pendegradasi Sampah Organik. *Bio Eksakta: Jurnal Ilmiah Biologi Unsoed*, Volume 4 Nomor 1: 19-27. <https://doi.org/10.20884/1.bioe.2022.4.1.4748>
- Hulu, F., Afriani, D. T., & Hasan, U. (2022). Pengaruh Media yang

- Berbeda dengan Menggunakan Limbah Rumah Tangga, Ampas Kelapa dan Ampas Tahu terhadap Pertumbuhan Maggot (*Hermetia illucens*). *J.Aquac.Indones.* Vol 2, No 1: 47-59. <https://doi.org/10.46576/jai.v2i1.2063>
- Hidayat, R. N., Sabri, L. M., & Awaluddin, M. (2019). Analisis Desain Jaring GNSS Berdasarkan Fungsi Presisi (Studi Kasus: Titik Geoid Geometri Kota Semarang). *Jurnal Geodesi Undip.* Vol 8. No 1. (48-55). <https://doi.org/10.14710/jgundip.2019.22451>
- Ilyas, M. (2007). Isolasi dan Identifikasi Mikoflora Kapang pada Sampel Serasah Daun Tumbuhan di Kawasan Gunung Lawu, Surakarta, Jawa Tengah. *Biodiversitas*, 8 (2): 105-110. <http://dx.doi.org/10.13057/biodiv/d080206>
- Katayane F. A, Bagau B, Wolayan F. R, & Imbar M. R. (2014). Produksi dan Kandungan Protein Maggot (*Hermetia illucens*) dengan Menggunakan Media Tumbuh yang Berbeda. *Jurnal Zootek.* 34(1) : 27-36. <https://doi.org/10.35792/zot.34.0.2014.4791>
- Kurtzman C. P, Fell J. W, & Boekhout T. (2011). The yeasts, ataxonomic study 5th Edition. *Elsevier*, B. V. London, pp. 3, 88–107.
- Kuznetsova, T. A., Vecherskii, M. V., Khayrullin, D. R., Stepankov, A. A., Maximova, I. A., Kachalkin, A. V., & Ushakova, N. A. (2022). Dramatic effect of black soldier fly larvae on fungal community in a compost. *Journal of the Science of Food and Agriculture.* Volume 102, Issue 6 p. 2598-2603. <https://doi.org/10.1002/jsfa.11601>
- Lastriyanto, A., & A. I. Aulia. (2021). Analisa Kualitas Madu Singkong (Gula Pereduksi, Kadar Air, dan Total Padatan Terlarut) Pasca Proses Pengolahan dengan Vacuum Cooling. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*, Vol. 09 No. 2, Hlm: 110-114. <https://doi.org/10.29244/jipthp.9.2.110-114>
- Malianti, L & Lestari, N. (2021). Kandungan Nutrisi Limbah Biji Durian (*Durio zibethinus* Murr) yang Difermentasi dengan Ragi Tape (*Saccharomyces cerevisiae*) dan Ragi Tempe (*Rhizopus oligosporus*). *Jurnal Inspirasi Peternakan.* Vol 1, No 1: 121 – 129. <https://doi.org/10.36085/jinak.v1i2.1826>
- Marlina, E, T., Balia R. L., & Hidayati, Y. A.. (2007). Reduksi Bakteri Total dan Enterobacteriaceae pada Campuran Lumpur Susu dan Onggok Terfermentasi oleh *Aspergillus niger*. *Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner.* <https://pustaka.unpad.ac.id/archives/133456>
- Marwah, S. Harlia, E., & Juanda, W. (2016). Analisis Kualitas Gas Metana dan Jumlah Bakteri Anaerob pada Proses Pembentukan Biogas dari Feses Sapi Potong dari Feses Sapi Potong dalam Tabung Hungate. *Jurnal Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran.* 1 - 7. <https://jurnal.unpad.ac.id/ejournal/article/view/9670/0>
- Meiniarti, Irdawati, Chatri, M., & Des, M. (2021). Identification of fungi in biogas mixed with buffalo dung and leaf onion waste (*Allium cepa* L.). *BioScience*, Vol.5 No. 2, pp. 127-134. <https://doi.org/10.24036/0202152106831-0-00>

- Meneguz, M. L. Gasco, & J. K. Tomberlin. (2018). Impact of pH and feeding system on black soldier fly (*Hermetia illucens*, L; Diptera: Stratiomyidae) larval development. *PloS ONE*. Vol 13, No 6 (1-15). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0202591>
- Mishra, P. K. & F. N. Khan. (2015). Effect of different growth media and physical factors on biomass production of *Trichoderma Viride*. *People's Journal of Scientific Research*. 8(2): 11-16. <https://www.pjsr.org/PDF/3.pdf>
- Moensaku, E., Sine, Y., & Pardosi, L. (2021). Isolasi dan Identifikasi Kapang *Rhizopus* pada Tempe Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris* L). *Jurnal Pendidikan Biologi Undiksha*, 8(2), 61–69. <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JJPB/article/view/36285>
- Monita, L., S. H. Sutjahjo, A. A. Amin, & M. R. Fahmi. (2017). Pengolahan Sampah Organik Perkotaan Menggunakan Larva Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*). *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, Vol. 7 No. 3 : 227-234. <https://doi.org/10.29244/jpsl.7.3.227-234>
- Muslikhah, S. C. Anam, & M. A. M. Andriani. (2013). Penyimpanan Tempe dengan Metode Modifikasi Atmosfer (Modified Atmosphere) untuk Mempertahankan Kualitas dan Daya Simpan. *Jurnal Teknosains Pangan*, Vol 2 No 3 (51-60). <https://jurnal.uns.ac.id/teknosains-pangan/article/view/4442>
- Nurbaity, R. R. H. & M. Ilmi. (2022). Pengaruh Variasi Kadar Air pada Produksi Lipase oleh *Aspergillus aculeatus* Ms. 11 dengan Fermentasi Substrat Padat Menggunakan Medium Press-Cake Biji Karet (*Hevea brasiliensis* Muell Arg.). *Jurnal Biologi Indonesia*, 18(2): 139-145. <https://dx.doi.org/10.47349/jbi/18022022/139>
- Nurhayati, Berliana, & Nelwida. (2020). Kandungan nutrisi ampas tahu yang difermentasi dengan *Trichoderma viride*, *Saccharomyces cerevisiae* dan kombinasinya. *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan*, Vol. 23 No 12:104-113. <https://doi.org/10.22437/jiip.v23i2.12938>
- Olee, D., D. K. Mahato, P. Kumar, B. S. Neupane, & G. P. Kharel. (2022). Identification of Yeast and Mould Isolated from murcha in Nepal for Rice Wine Production. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. Vol. 65 (1-17). <https://doi.org/10.1590/1678-4324-2022210285>
- Pathiassana, M. T., Izzy, S. N., Haryandi, & Nealma, S. (2020). Studi Laju Umpan pada Proses Biokonversi dengan Variasi Jenis Sampah yang Dikelola PT. Biomagg Sinergi Internasional Menggunakan Larva Black Soldier Fly (*Hermetia Illucens*). *Jurnal Tambora*, Vol. 4, No. 1 (86-95). <https://doi.org/10.36761/jt.v4i1.550>
- Pelczar, M. J., & Chan, E. C. S. (1986). *Dasar-dasar Mikrobiologi*, Penerjemah: Hadioetomo, R. S. dkk, Jilid I. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Porwal, H. J., A.V. Mane, & S.G Velhal. (2015). Biodegradation of dairy effluent by using microbial isolates obtained from activated sludge. *Journal Elsevier. Water Resources and Industry* 9 (1–15). <https://doi.org/10.1016/j.wri.2014.11.002>

- Pujiati, Sulistyarsi, A & Ardhi, M. W. (2017). Analisa kadar protein crude enzim selulase dari kapang *Rhizopus sp.* pada substrat ampas tebu hasil isolasi dari kebun cengkeh, Kare, Madiun. *Jurnal Biota*, Vol. 3 No. 1: 26-30. <http://dx.doi.org/10.19109/Biota.v3i1.930>
- Purba, F. F., Johan, T. I., & Hasby, M. (2022). Pengaruh pemberian kombinasi ampas tahu dan limbah roti afkir yang difermentasi sebagai nutrisi terhadap pertumbuhan dan produksi maggot (*Hermetia illucens*). *Jurnal Dinamika Pertanian*, 38(2) 243–250. [https://doi.org/10.25299/dp.2022.vol38\(2\).12655](https://doi.org/10.25299/dp.2022.vol38(2).12655)
- Raghunath BV, Punnagaiarasi A, & Rajarajan G. (2016). Impact of dairy effluent on environment—a review. In: Prashanthi M, Sundaram R eds Integr. Waste Manag. India. Switzerland, *Springer International Publishing*. pp 239–249. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-27228-3_22
- Raharjo, D. S., Bhuja, P., & Amalo, D. (2019). The Effect of Fermentation on Protein Content and Fat Content of Tempeh Gude (*Cajanus cajan*). *Jurnal Biotropikal Sains*, Vol. 16, No. 3, September 2019 (Hal 55 – 63). <https://ejurnal.undana.ac.id/biotropika/article/download/1726/1325>
- Rorong, J. A., & W. F. Wilar. (2020). Keracunan Makanan oleh Mikroba. *Techno Science Journal*, Volume 2, Issue 2 (47-60). <https://doi.org/10.35799/tsj.v2i2.34125>
- Rosidah, R., A. S. Azizah, H. P. Megawati, & Rivaldi. (2023). Analisis Morfologi Fungi pada Tempe Kemasan Daun dan Tempe Kemasan Plastik. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Biologi dan Sains*, Vol. 2 (1) 48-57. <https://doi.org/10.30998/jpmbio.v2i1.1930>
- Rupaedah, B., Purwoko, D., Saffarida, A., Tjuddin, T., Wahid, A., Sugianto, M., Sujai, I. & Suyono, A. (2019). Skrining dan Identifikasi Mikroba Ligninolitik pada Pengomposan Alami Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Bioteknologi & Biosains Indonesia*. 6(1), 139-146. <https://doi.org/10.29122/jbbi.v6i1.3237>
- Saraswati P. W, Nocianitri K. A & Arihantana N. M. I. H. (2021). Pola pertumbuhan *Lactobacillus sp.* F213 selama fermentasi pada sari buah terung belanda (*Solanum betaceum Cav.*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*. 10(4):621–633. <https://doi.org/10.24843/itepa.2021.v10.i04.p08>
- Sari, T. M., Syam D., & Ulum, I. (2012). Pengaruh Non Performing Loan Sebagai Dampak Krisis Keuangan Global Terhadap Profitabilitas Perusahaan Perbankan. *Jurnal Akuntansi & Investasi*, Vol. 13 No. 2, halaman: 83-98. <https://journal.umy.ac.id/index.php/ai/article/view/482>
- Setiawan, F., Harlia, E. & Hidayati, Y. A. (2023). Peran Maggot Sebagai Detritivor Dalam Pengolahan Limbah Ternak Unggas. *Jurnal Teknologi Hasil Peternakan*, 4(2): 213-221. <https://doi.org/10.24198/jthp.v4i2.50819>
- Shahnawaz, H. & Sabreena. (2022). Microbes as Requisite Additives for Organic Waste Management: A Brief Review. *Journal Current World Environment*, Vol. 17 (1) 32-40, <http://dx.doi.org/10.12944/CWE.17.1.4>

- Sinaga, L., Lingga, R., Afriyansyah, B., & Hudatwi, M. (2020). Identifikasi jamur mikroskopik dari tambak udang *Litopenaeus vannamei* sistem semi-intensif. *Ekotonia: Jurnal Penelitian Biologi, Botani, Zoologi dan Mikrobiologi*, 5(1):17-25. <https://doi.org/10.33019/ekotonia.v5i1.1945>
- Soeprijanto, Suprpto, Hari, D., Puspita, N. F., Pudjiastuti, L., Setiawan, B., Triastuti, W. E., Ferdiansyah, A., Humaidah, N., & Anzip, A. (2022). Pembuatan Biogas dari Kotoran Sapi Menggunakan Biodigester di Desa Jumpat Kabupaten Bojonegoro. *Jurnal Sewagati*, 1(1), 17–25. <https://doi.org/10.12962/j26139960.v1i1.294>
- Suryani, Y., O. Taupiqurrahman, & Y. Kulsum. (2020). Buku Mikologi. *PT. Freeline Cipta Granesia*. Padang, Sumatera Barat.
- Suwatanti, E.P.S., & Widiyaningrum, P. (2017). Pemanfaatan MOL limbah sayur pada proses pembuatan kompos. *Indonesian Journal of Mathematics and Natural Sciences*, 40(1), 1-6. <https://doi.org/10.15294/ijmns.v40i1.12455>
- Tjampakasari, C. R., Agustini, R., Baihaki, I., Noor, S., & Bustami, A. (2023). Kultur Slide Sebagai Metode Mikroskopik Tidak Langsung untuk Identifikasi Jamur Kapang. *Jurnal Sehat Indonesia (JUSINDO)*, 6(01), 201–210. <https://doi.org/10.59141/jsi.v6i01.75>
- Triwuri, N.A., R. Dwityaningsih, M. Handayani. 2019. Potensi Susu Basi Menjadi Pupuk Organik dengan Penambahan Larutan Effective Microorganism 4 dan Cocopeat. *Jurnal Presipitasi*. 16(3): 180–185. <https://doi.org/10.14710/presipitasi.v16i3.180-185>
- Ulhaq, I., M. M. Javed, T. S. Khan & Z. Siddiq. (2005). Cotton saccharifying activity of cellulases produced by co-culture of *Aspergillus niger* and *Trichoderma viride*. *Res. J. Agric. Biol. Sci.* 1(3): 241 - 245. <https://www.aensiweb.net/AENSIWEB/rjabs/rjabs/241-245.pdf>
- Wachid, M. dan Mutia, P. 2019. Optimasi Media Kulit Singkong pada Pertumbuhan *Sacharomyces cereviceae*. *Jurnal Teknik Sipil dan Teknik Kimia*, 4 (2). 16-25. <https://doi.org/10.33366/rekabuana.v4i2.1280>
- Wattimena, M. L & Sormin R. B. D. (2020). Deteksi Kapang pada Ikan Tenggiri (*Scomberomorus commerson*) Asin Kering Asal Pulau Banda. *Jurnal Majalah BIAM*, Vol 16 (01) 21-28. <https://dx.doi.org/10.29360/mb.v16i1.6078>
- Wibawa, I. M. S., Maharani, S. E., & Nambung, H. H. (2024). Teknologi Pengelolaan Sampah Organik Menggunakan Larva Black Soldier FLY Di TPS3R Kesiman Kertalangu Denpasar Bali. *Jurnal Ecocentrism*, 4(1), 9–19. Retrieved from <https://e-journal.unmas.ac.id/index.php/jeco/article/view/8590>
- Windyasmara, L., A. Pertiwiningrum., & L. M. Yusiati. (2012). Pengaruh Jenis Kotoran Ternak sebagai Substrat dengan Penambahan Serasah Daun Jati (*Tectona grandis*) terhadap Karakteristik Biogas pada Proses Fermentasi. *Buletin Peternakan*, Vol. 36(1): 40-47. <https://doi.org/10.21059/buletinpeternakan.v36i1.1275>

Yahya, M., Y. Rasjid, & L. Sunarti. (2023). Pemanfaatan Limbah Daun Pisang Kering Dan Penambahan Molase Sebagai Media Tanam Pertumbuhan Jamur Tiram Putih (*Pleurotus Ostreatus*). *ARRUS Journal of Mathematics and Applied Science*, Vol. 3, No.2 (90-96). <https://doi.org/10.35877/mathscience2375>

Zalar, P., de Hoog G. S, Schroers H-J, Crous P. W, Groenewald J. Z, & Gunde-Cimerman N. (2007). Phylogeny and ecology of the ubiquitous saprobe *Cladosporium sphaerospermum*, with descriptions of seven new species from hypersaline environments. *Stud. Mycol.* 58:1157–83. <https://doi.org/10.3114%2Fsim.2007.58.06>