

ISOLASI DAN IDENTIFIKASI KAPANG DAN KHAMIR PADA MEDIA PERTUMBUHAN MAGGOT BLACK SOLDIER FLY DARI CAMPURAN FESES DOMBA, ENDAPAN SUSU, DAN SAMPAH ORGANIK DAPUR

ANISA, E.*, D. Z. BADRUZZAMAN*, DAN E. HARLIA**

* Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran, Jawa Barat 45363, Indonesia

** Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran, Jawa Barat 45363, Indonesia

e-mail: ellin.harlia@unpad.ac.id

ABSTRAK

Feses domba, endapan susu, dan sampah organik dapur berpotensi menjadi media pertumbuhan maggot *BSF*. Proses degradasi bahan organik oleh maggot *BSF* dibantu dengan berbagai mikroorganisme. Mikroorganisme yang berperan dalam proses degradasi senyawa organik salah satunya adalah kapang dan khamir. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui jumlah dan jenis kapang dan khamir yang diperoleh dari media pertumbuhan maggot *BSF* pada campuran feses domba, endapan susu, dan sampah organik dapur. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan data yang dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah kapang dan khamir mengalami penurunan. Jumlah rata-rata koloni kapang sebelum degradasi adalah $7,15 \times 10^4$ cfu/ml $\pm 1,6$ dan sesudah degradasi adalah $2,69 \times 10^4$ cfu/ml $\pm 0,7$. Sedangkan jumlah rata-rata koloni khamir sebelum degradasi adalah $9,00 \times 10^4$ cfu/ml $\pm 2,2$ dan sesudah degradasi adalah $3,50 \times 10^4$ cfu/ml $\pm 0,5$. Kapang yang berhasil diisolasi dan identifikasi pada sampel media maggot diantaranya *Aspergillus sp.*, *Cladosporium sp.*, *Mucor sp.*, *Neurospora sp.*, *Penicillium sp.*, dan *Rhizopus sp.*, sedangkan khamir yang berhasil diisolasi dan identifikasi pada sampel media maggot *BSF* diantaranya *Candida sp.*, *Saccharomyces sp.*, dan *Zygosaccharomyces sp.*

Kata kunci: Feses domba, maggot BSF, degradasi, kapang, khamir

ISOLATION AND IDENTIFICATION OF MOLD AND YEAST IN THE GROWTH MEDIA OF BLACK SOLDIER FLY MAGGOTS FROM A MIX OF SHEEP FECES, DAIRY WASTE SLUDGE, AND ORGANIC KITCHEN WASTE

ABSTRACT

Sheep feces, dairy waste sludge, and organic kitchen waste are potential growth media for *BSF* maggots. The process of degradation organic matter by maggot *BSF* is aided by various microorganisms. Microorganisms that play a role in the degradation process of organic compounds include molds and yeasts. This study was conducted to determine the number and type of molds and yeasts obtained from the growth media of *BSF* maggot in a mix of sheep feces, dairy waste sludge, and organic kitchen waste. This study used an experimental method with data analyzed descriptively. The results showed that the number of molds and yeasts decreased. The average number of mold colonies before degradation was $7,15 \times 10^4$ cfu/ml $\pm 1,6$ and after degradation was $2,69 \times 10^4$ cfu/ml $\pm 0,7$. While the average number of yeast colonies before degradation was $9,00 \times 10^4$ cfu/ml $\pm 2,1$ and after was $3,50 \times 10^4$ cfu/ml $\pm 0,55$. The molds that were successfully isolated and identified in maggot media samples included *Aspergillus sp.*, *Cladosporium sp.*, *Mucor sp.*, *Neurospora sp.*, *Penicillium sp.*, and, *Rhizopus sp.*, while the yeasts that were successfully isolated and identified in the maggot media samples included *Candida sp.*, *Saccharomyces sp.*, and *Zygosaccharomyces sp.*

Key words: Sheep feces, maggot BSF, degradation, mold, yeast

PENDAHULUAN

Limbah peternakan domba berupa feses domba berpotensi menyebabkan pencemaran apabila tidak dikelola dengan baik. Feses domba mengandung bahan organik diantaranya 1,28% nitrogen, 0,19 % fosfor, 0,93% kalium, 0,59% kalsium, 0,19% magnesium, 0,09% sulfur, 0,020 besi (Dani *et al.*, 2017). Pengelolaan feses domba dapat dilakukan dengan berbagai pengolahan salah satunya adalah dengan memanfaatkan detritivore maggot *BSF*. Selain feses domba limbah yang dapat dimanfaatkan oleh maggot *BSF* adalah endapan susu. Endapan susu merupakan salah satu limbah yang dihasilkan oleh Industri Pengolahan Susu (IPS). Setiap 2 kilogram limbah susu dapat diperoleh 0,25 kilogram endapan susu dengan sumber protein yang tinggi yaitu 34,98% protein kasar, 4,42% laktosa, 9,77% serat kasar, 11,04% lemak kasar, 2,33% kalsium, 1,05% fosfor, dan 0,4% magnesium (Marlina, 2007). Kadar air pada endapan susu adalah 80-90% (Creegan *et al.*, 2020).

Kandungan air yang tinggi pada endapan susu tidak sesuai dengan kebutuhan maggot *BSF*. Penambahan sampah organik dapur sebagai media tumbuh yang biasanya dipakai maggot dapat melengkapi kebutuhan nutrisi dari media feses domba dan endapan susu. Sampah organik dapur yang berasal dari makhluk hidup, seperti dedaunan, sayuran busuk, sisa makanan, dan sejenisnya sangat mudah terurai secara alami dengan bantuan mikroorganisme (Sundarta *et al.*, 2018). Sampah organik dapur memiliki kandungan nutrisi diantaranya kadar air berkisar 70-80%, kadar abu 6,63-27,04%, protein kasar 13,10-22,03%, lemak kasar 1,97-4,52%, dan serat kasar 14,16-20,39% (Purnamasari *et al.*, 2021).

Maggot *BSF* (*Black Soldier Fly*) atau *Hermetia illucens* merupakan organisme detritivor yang berasal dari telur lalat *BSF* yang bermetamorfosis menjadi larva atau maggot *BSF* (Setiawan *et al.*, 2023). Lalat *BSF* memiliki lima stadia diantaranya: 1) fase dewasa; 2) fase telur; 3) fase larva; 4) fase prepupa; 5) fase pupa (Wulandari, 2022). Maggot *BSF* dapat tumbuh dan berkembang pada media pakan yang mengandung karbon dan serat kasar yang cukup dengan protein yang tinggi serta kadar air yang cukup lembab (Bosch *et al.*, 2014). Kondisi media yang cocok untuk pertumbuhan dan perkembangan maggot *BSF* yaitu memiliki kadar air 70-80%, pH 6,5-7,5 dan suhu 30-40 °C (Setti *et al.*, 2019).

Proses penguraian bahan organik oleh maggot *BSF* dibantu dengan berbagai mikroorganisme (Wang dan Shelomi, 2017) Maggot *BSF* tidak dapat menguraikan bahan organik yang masih utuh. Degradasi awal dapat dilakukan dengan proses fermentasi. Degradasi bahan organik pada proses fermentasi dibantu oleh mikroorganisme yang terdapat pada limbah tersebut dan campuran dari *Effective Microorganisms-4* (EM4)

(Mirwandono *et al.*, 2018). Mikroorganisme berperan memecah senyawa kompleks menjadi senyawa sederhana (Hidayati *et al.*, 2013) Mikroorganisme yang berperan dalam proses degradasi senyawa organik salah satunya adalah kapang dan khamir.

Kapang (*mold*) merupakan fungi multiseluler yang memiliki filamen seperti kapas (Suryani, 2020). Kapang memiliki kemampuan untuk menghasilkan enzim selulase dan xylanase dalam mendegradasi selulosa dan hemiselulosa. Kapang yang biasa tumbuh pada feses domba dan limbah adalah dari golongan termofilik pendegradasi selulosa yaitu *Mucor sp.*, *Rhizopus sp.*, *Aspergillus sp.*, dan *Cladosporium sp.* (Andrianiyeni *et al.*, 2015). Begitu pun dengan kapang yang terdapat pada penguraian sampah organik diantaranya jamur selulolitik yang terdiri dari *Trichoderma sp.*, *Penicillium sp.*, *Fusarium sp.*, *Aspergillus sp.*, *Scopulariopsis sp.*, *Acremonium sp.*, dan *Saccharomyces sp.* (Hadiyanti, 2012). Khamir (*yeast*) merupakan fungi uniseluler berbentuk bulat atau lonjong dengan membentuk koloni basah dapat memecah senyawa karbohidrat polisakarida menjadi disakarida dan monosakarida (Suryani *et al.*, 2020). Khamir yang biasanya terdapat pada kotoran ternak dan limbah organik diantaranya *Candida sp.* dan *Saccharomyces sp.* (Mahmud, 2013).

Penelitian dengan judul "Isolasi dan Identifikasi Kapang dan Khamir pada Media Pertumbuhan Maggot *Black Soldier Fly* dari Campuran Feses Domba, Endapan Susu, dan Sampah Organik Dapur" memiliki tujuan untuk mengetahui jumlah dan jenis kapang dan khamir yang diperoleh dari media pertumbuhan maggot *BSF* pada campuran feses domba, endapan susu, dan sampah organik dapur.

MATERI DAN METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2023 – Januari 2024 bertempat di *Teaching Farm* Ciparanje Fakultas Peternakan, Universitas Padjadjaran. Data yang dianalisis dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi dan Penanganan Limbah Peternakan, Fakultas Peternakan, Universitas Padjadjaran.

Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu feses domba, endapan susu, sampah organik dapur, ampas tahu, dedak, EM4, molases, air, telur maggot *BSF*, kasgot, NaCl fisiologis, media agar PDA, aquades, antibiotik *cefadroxil*, spiritus, dan *methilen blue*.

Prosedur Penelitian

Persiapan penelitian diawali dengan menyiapkan bahan media untuk pembesaran maggot *BSF*, kemu-

dian memfermentasi bahan-bahan selama 7 hari secara anaerob menggunakan campuran EM4 : molases : air masing-masing 10 mililiter : 100 mililiter : 10 liter. Melakukan pembesaran maggot *BSF* dari 1 gram telur maggot yang ditetaskan pada 50 gram ampas tahu selama 7 hari, kemudian telur yang telah menetas dipindahkan pada baki dan dipelihara sampai 21 hari. Kasgot hasil degradasi maggot diperoleh, selanjutnya mengambil masing-masing 10 gram sampel pada media sebelum penguraian maggot *BSF* dan sampel media setelah penguraian maggot *BSF*. Sampel dibawa menuju Laboratorium Mikrobiologi dan Penanganan Limbah Peternakan Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran. Kemudian dilakukan isolasi dan identifikasi kapang dan khamir.

Peubah yang diamati

Jumlah Kapang dan Khamir

Jumlah kapang dan khamir pada media sebelum penguraian dan sesudah penguraian maggot *BSF* dihitung menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC) dengan standar hitung 25-250 (Arifan, dkk 2019) dan metode *pour plate* pada media PDA. Tahapannya mengacu pada Beuchat *et al.* (1998) dan Arifan *et al.* (2019) diawali dengan menyiapkan 1 gram sampel pada tabung reaksi yang telah diisi 9 ml NaCl fisiologis sebagai 10^{-1} kemudian dihomogenkan dengan vortex. Memindahkan 1 ml suspensi dengan mikro pipet ke dalam tabung reaksi 2 berisi 9 ml NaCl fisiologis sebagai pengenceran 10^{-2} homogenkan dengan *vortex mixer* dan lakukan Langkah yang sama sampai mendapat pengenceran 10^{-3} . Diambil 1 ml dari pengenceran 10^{-3} untuk melakukan inokulasi ke dalam cawan petri dengan metode *pour plate* dimasukkan media PDA sebagai nutrisi pertumbuhan kapang dan khamir. Mendinginkan cawan yang berisi suspensi sampai mengeras dan inkubasi pada suhu $26-27^{\circ}\text{C}$ selama 4-5 hari. Jumlah kapang dan khamir dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Rata-rata } \sum_{\text{mo}} = \frac{(X_1 \times \frac{1}{P_1}) + (X_2 \times \frac{1}{P_2})}{2}$$

Keterangan:

\sum_{mo} : Rata-rata jumlah koloni

X_1 : Jumlah koloni pada cawan 1

X_2 : Jumlah koloni pada cawan 2

P_1 : Pengenceran pada cawan 1

P_2 : Pengenceran pada cawan 2

Jenis Kapang dan Khamir

Jenis kapang dan khamir diperoleh dengan identifikasi morfologi secara makroskopis dan mikroskopis (Hamber, 2007; Suryani *et al.*, 2020). Karakterisasi kapang dan khamir secara makroskopis dilakukan dengan

mengamati secara visual pada cawan petri yang berisi koloni kapang dan khamir pada media PDA. Karakteristik koloni kapang meliputi warna, bentuk, dan jenis hifa. Karakteristik koloni khamir meliputi bentuk, warna, elevasi, tepian, dan kenampakan (Thapa *et al.*, 2015)

Karakteristik mikroskopis kapang diperoleh dengan identifikasi kapang menggunakan metode *slide culture* (Harris, 1986 ; Rosana *et al.*, 2014) yaitu dengan menyiapkan preparat, kemudian ditetaskan 1 tetes media PDA yang telah dicairkan dan tunggu hingga membeku. Mengambil 1 isolat kapang menggunakan ose jarum, goreskan pada preparat berisi media PDA membeku, tutup dengan *cover glass*. Menyusun preparat di atas penggaris pada baki yang telah dituangkan genangan aquades. Menyimpan pada suhu ruang selama 3-5 hari, kemudian amati di bawah mikroskop dengan perbesaran 10×40 .

Karakterisasi mikroskopis khamir diperoleh dengan identifikasi khamir menggunakan metode preparat basah (Trama *et al.*, 2014). Menyiapkan *object glass*, kemudian membuat suspensi menggunakan aquades di tabung reaksi. Mengambil isolat khamir dan dimasukkan pada suspensi aquades. Meneteskan 1 tetes zat warna *methilen blue*. Meneteskan 1 tetes sampel pada preparat dan tutup dengan *cover glass*. Pengamatan di bawah mikroskop dengan perbesaran 10×100 .

Analisis Statistik

Penelitian ini terdiri dari 4 perlakuan dengan 5 kali ulangan. Data hasil penelitian disajikan secara deskriptif. Perlakuan penelitian ini, yaitu: P_0 : Media Tumbuh Maggot *BSF* Sampah Organik Dapur (100%), P_1 : Media Tumbuh Maggot *BSF* Campuran Feses Domba dan Sampah Organik Dapur (50% : 50%), P_2 : Media Tumbuh Maggot *BSF* Campuran Endapan susu dan Sampah Organik Dapur (50% : 50%), P_3 : Media Tumbuh Maggot *BSF* Campuran Feses Domba, Endapan susu, dan Sampah Dapur Organik (33,34% : 33,34% : 33,34%). Data yang diperoleh akan dianalisis dengan uji statistik uji t. Uji t yang dilakukan menggunakan uji t dependen dengan taraf kepercayaan 95% ($\alpha 0,05$).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah dan Jenis Kapang

Jumlah kapang yang terdapat pada media pertumbuhan maggot *BSF* dari campuran feses domba, endapan susu, dan sampah organik dapur sebelum degradasi dan sesudah degradasi maggot *BSF* tercantum pada Tabel 1.

Penurunan jumlah koloni kapang disebabkan karena adanya perubahan nutrisi dalam substrat, suhu lingkungan, dan kadar air pada saat degradasi oleh maggot *BSF*. Nutrisi yang terkandung pada media se-

sudah degradasi maggot *BSF* berkurang. Hal ini karena maggot *BSF* telah mendegradasi media tersebut sehingga nutrisi yang digunakan untuk pertumbuhan kapang berkurang dan jumlah kapang mengalami penurunan. Substrat yang sesuai untuk pertumbuhan kapang adalah mengandung kadar air dan karbohidrat yang tinggi (Surbakti *et al.*, 2022). Semakin tinggi kandungan air dan jumlah nutrisi yang dibutuhkan makan pertumbuhan kapang akan semakin tinggi pula.

Tabel 1. Jumlah kapang sebelum dan sesudah degradasi pada sampel media maggot *BSF*

Perlakuan	Sebelum Degradasi	Sesudah Degradasi	Penurunan	Sig $\leq 0,05$ (2-tailed)
	$\times 10^4$ cfu/ml			
P0	4,52 \pm 1,0	1,98 \pm 0,5	56 %	0,001 ^a
P1	12,50 \pm 3,1	4,28 \pm 1,2	66 %	<0,001 ^a
P2	8,62 \pm 2,2	2,44 \pm 0,5	72 %	<0,001 ^a
P3	2,93 \pm 0,2	2,06 \pm 0,7	30 %	0,03 ^a
Jumlah	28,57 \pm 6,5	10,76 \pm 2,9	62 %	
Rata-rata	7,15 \pm 1,6	2,69 \pm 0,7	62 %	

Keterangan :

(1). P0 (100% SOD); P1 (50% Feses Domba + 50% SOD); P2 (50% Endapan Susu + 50% SOD); P3 (33,34% Feses Domba + 33,34% Endapan Susu, 33,34% SOD)
(2). a. berbeda nyata

Tabel 2. Kadar air, suhu, dan pH pada isolat sampel sebelum degradasi dan sesudah degradasi oleh Maggot *BSF*

Perlakuan	Kadar Air %	Suhu °C	pH
P0	79 \pm 4,9	32,4 \pm 1,8	3,7 \pm 0,03
P1	74 \pm 2,5	31 \pm 1,8	5,9 \pm 0,2
P2	82,5 \pm 1,8	30,4 \pm 2,2	4,5 \pm 0,2
P3	77,7 \pm 0,9	31 \pm 2,4	5,5 \pm 0,2
Rata-rata	78,3 \pm 2,5	31,2 \pm 2,1	4,9 \pm 0,2

Kapang memiliki kemampuan dalam memproduksi enzim selulase dan xylanase (Kluber *et al.*, 2022). Kapang akan mendegradasi serat kasar selulosa dan hemiselulosa menjadi senyawa yang lebih sederhana sehingga dapat dimanfaatkan oleh detritivor. Proses degradasi tersebut menyebabkan penurunan suhu (Hidayati *et al.*, 2012). Suhu fermentasi yang didapatkan pada media maggot disajikan dalam tabel 2 berkisar 30 – 32,4 °C dan suhu pada media setelah degradasi oleh maggot *BSF* berkisar 35-38 °C, sedangkan suhu optimum kapang tumbuh pada suhu 25 - 40 °C (Waluyo, 2007). Penurunan jumlah kapang pada media setelah degradasi oleh maggot *BSF* dikarenakan perbedaan spesies kapang yang sesuai dengan kondisi lingkungannya. Kondisi lingkungan dengan suhu yang lebih tinggi akan ditumbuhi kapang termofilik dan kondisi lingkungan lebih rendah ditumbuhi kapang mesofilik. Kapang akan tumbuh pada kondisi lingkungan sesuai dengan kebutuhannya (Waluyo, 2007).

Tabel 3. Identifikasi kapang pada sampel sebelum degradasi dan sesudah degradasi oleh maggot *BSF*

No	Sebelum Degradasi	Sesudah Degradasi
1	<i>Aspergillus sp.</i>	<i>Aspergillus sp.</i>
2	<i>Cladosporium sp.</i>	<i>Cladosporium sp.</i>
3	<i>Mucor sp.</i>	<i>Mucor sp.</i>
4	<i>Neurospora sp.</i>	<i>Penicillium sp.</i>
5	<i>Penicillium sp.</i>	<i>Rhizopus sp.</i>
6	<i>Rhizopus sp.</i>	

Penurunan jumlah kapang selain dikarenakan perubahan suhu lingkungan juga disebabkan kadar air. Kadar air yang didapatkan pada media fermentasi sebelum didegradasi oleh maggot *BSF* berkisar 74 – 82%, sedangkan kadar air yang didapatkan dari media maggot setelah degradasi oleh maggot *BSF* berkisar 67%. Kadar air optimal untuk pertumbuhan kapang yaitu 70-85% (Cheng *et al.*, 2014). Kadar air berkurang karena adanya aktivitas maggot *BSF* dalam menguraikan senyawa organik. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Raimondi *et al.*, 2020), bahwa berkurangnya kadar air dikarenakan adanya aktivitas maggot *BSF* dan mikroba dalam mengeluarkan panas dan uap air sehingga terjadinya proses penguapan air dan mengakibatkan kandungan air pada kasgot berkurang. Aktivitas tersebut menyebabkan penurunan jumlah kapang. Kapang akan tumbuh pada media yang memiliki kandungan air yang lebih banyak dibandingkan khamir dan bakteri (Kluber *et al.*, 2022)

Jenis kapang yang berhasil diisolasi dan diidentifikasi dari setiap sampel media pertumbuhan maggot *BSF* sebelum degradasi dan sesudah degradasi dapat dilihat pada Tabel 3 Jenis kapang yang muncul pada sampel media sebelum degradasi oleh maggot *BSF* diantaranya *Aspergillus sp.*, *Cladosporium sp.*, *Mucor sp.*, *Neurospora sp.*, *Penicillium sp.*, dan *Rhizopus sp.* Kapang tersebut merupakan kapang mesofilik dan tumbuh pada media dengan kondisi pH asam, sesuai dengan kondisi lingkungan fermentasi dengan suhu 30-35 °C dan pH 3 – 5 (Mahardika, 2022). Jenis kapang tersebut merupakan kapang yang sering ditemukan pada tumbuh-tumbuhan, tanaman membusuk, makanan tercemar, kotoran hewan, tumpukan kompos, dan tanah. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Kluber *et al.*, 2022) bahwa *Mucor sp.*, *Rhizopus*, *Aspergillus sp.*, dan *Cladosporium* merupakan kapang termofilik yang biasa tumbuh pada tumpukan kompos.

Jenis kapang yang muncul pada sampel media sesudah degradasi oleh maggot *BSF* diantaranya *Aspergillus sp.*, *Cladosporium sp.*, *Mucor sp.*, *Penicillium sp.*, dan *Rhizopus sp.* Terdapat pengurangan dan penambahan jenis kapang pada sampel sesudah degradasi maggot *BSF*. Jenis kapang yang menghilang dari sampel sebelum degradasi maggot *BSF* yaitu *Neurospora sp.* Jenis

kapang yang berkurang disebabkan adanya perubahan kondisi lingkungan pada sampel sesudah degradasi oleh maggot *BSF*. Hal ini sejalan dengan (Waluyo, 2007) menyatakan kapang dapat tumbuh pada kondisi lingkungan yang mendukung pertumbuhannya.

Jumlah dan Jenis Khamir

Jumlah khamir yang terdapat pada media pertumbuhan maggot *BSF* dari campuran feses domba, endapan susu, dan sampah organik dapur sebelum degradasi dan sesudah degradasi maggot *BSF* tercantum pada Tabel 4.

Tabel 4. Jumlah khamir sebelum dan sesudah degradasi pada sampel media maggot *BSF*

Perlakuan	Sebelum Degradasi	Sesudah Degradasi	Penurunan	Sig \leq 0,05 (2-tailed)
	x 10 ⁴ cfu/ml			
P0	9,90 ± 2,1	2,40 ± 0,4	76 %	<0,001 ^a
P1	10,01 ± 0,6	3,00 ± 0,5	70 %	0,03 ^a
P2	8,21 ± 2,8	4,12 ± 0,8	50 %	0,03 ^a
P3	7,85 ± 3,2	4,50 ± 0,5	43 %	0,05 ^a
Jumlah	36,00 ± 8,7	14,02 ± 2,2	61 %	
Rata-rata	9,00 ± 2,2	3,50 ± 0,6	61 %	

Tabel 4 menunjukkan rata-rata penurunan jumlah koloni khamir sebesar 61%. Berdasarkan hasil uji t menunjukkan koloni khamir yang dibandingkan antara sebelum degradasi dan sesudah degradasi oleh maggot *BSF* mendapatkan hasil yang signifikan dengan adanya perbedaan yang nyata antara koloni khamir sebelum degradasi dan sesudah degradasi oleh maggot *BSF*.

Jumlah koloni khamir pada sampel sesudah degradasi maggot *BSF* mengalami penurunan. Penurunan populasi khamir terjadi disemua perlakuan pada sampel sesudah degradasi maggot *BSF*. Sama halnya dengan kapang, penurunan jumlah khamir juga dipengaruhi oleh nutrisi dalam substrat, suhu lingkungan, kadar air, dan pH. Pada dasarnya kapang dan khamir merupakan jenis fungi yang dapat tumbuh pada kondisi lingkungan yang ideal bagi pertumbuhannya.

Khamir memiliki peran dalam proses degradasi senyawa organik yaitu sebagai substrat aktivator yang akan mempercepat degradasi senyawa kompleks dari polisakarida menjadi senyawa sederhana monosakarida. Senyawa tersebut selanjutnya akan diserap oleh maggot *BSF* dengan bantuan mikroba alami di dalam pencernaannya sebagai sumber energi bagi pertumbuhannya (Raimondi *et al.*, 2020).

Penurunan jumlah khamir pada sampel media setelah degradasi maggot *BSF* dikarenakan perubahan suhu, pH, kadar air, dan substrat media. Suhu dan kadar air khamir tidak jauh berbeda dengan kapang. Faktor lain yang menyebabkan penurunan jumlah khamir

adalah pH berbeda di masing-masing media. pH yang didapatkan dari media sebelum degradasi maggot *BSF* berkisar 3 – 5, sedangkan pH pada media setelah degradasi maggot *BSF* berkisar 6 – 8. Perubahan pH yang basa menyebabkan terjadinya penurunan jumlah koloni khamir. Khamir dapat berkembang pada pH dengan suasana asam yaitu dengan pH 4,8 – 5,0. pH yang basa dapat memengaruhi aktivitas enzim tidak dapat bekerja secara optimal, sehingga khamir tidak dapat melakukan metabolisme dengan baik. Dengan demikian khamir tidak dapat tumbuh dengan optimal (Walker, 2015).

Tabel 5. Identifikasi khamir pada isolat sampel sebelum degradasi dan sesudah degradasi oleh maggot *BSF*

No	Sebelum Degradasi	Sesudah Degradasi
1	<i>Candida sp.</i>	<i>Saccharomyces sp.</i>
2	<i>Saccharomyces sp.</i>	
3	<i>Zygosaccharomyces sp.</i>	

Jenis khamir yang berhasil diisolasi dan diidentifikasi dari setiap sampel media pertumbuhan maggot *BSF* sebelum degradasi dan sesudah degradasi dapat dilihat pada Tabel 5. Jenis khamir yang muncul pada sampel media sebelum degradasi oleh maggot *BSF* diantaranya *Candida sp.*, *Saccharomyces sp.* dan *Zygosaccharomyces sp.* Khamir *Candida sp.* dapat ditemukan di tanah dan kotoran hewan. Khamir tersebut juga ditemukan pada buah-buahan, sayuran busuk, air, dan feses binatang (Suryani *et al.*, 2020). Khamir *Saccharomyces sp.* dan *Zygosaccharomyces sp.* muncul pada sampel media pertumbuhan maggot *BSF* sebelum degradasi disebabkan pada saat proses fermentasi adanya penambahan starter EM4 yang mengandung berbagai mikroorganisme salah satunya khamir. Mikroorganisme yang terkandung dalam EM4 diantaranya *Lactobacillus casei*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Actinomyces*, dan *Streptomyces* (Saleh *et al.*, 2022)

Jenis khamir yang muncul pada sampel media sesudah degradasi oleh maggot *BSF* yaitu *Saccharomyces sp.* Jenis khamir yang terdapat pada sampel media maggot *BSF* sesudah degradasi tidak jauh berbeda dengan jenis khamir pada sampel media pertumbuhan maggot *BSF* sebelum degradasi. Perbedaan yang terlihat adalah menghilangnya khamir *Candida sp.* Hal ini dikarenakan media pertumbuhan maggot *BSF* sesudah degradasi tidak mendukung untuk pertumbuhannya. pH yang didapatkan adalah pH dengan kondisi basa di 6-8. Khamir *Candida sp.* lebih cepat tumbuh pada kondisi lingkungan asam dibandingkan pH normal atau basa (Xu, 2021).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa jumlah rata-rata koloni kapang pada sampel media sebelum degradasi maggot *BSF* adalah $7,15 \times 10^4$ cfu/ml $\pm 1,6$, sedangkan rata-rata jumlah koloni kapang pada sampel media sesudah degradasi maggot *BSF* adalah $2,69 \times 10^4$ cfu/ml $\pm 0,7$. Kapang yang berhasil diisolasi dan identifikasi pada sampel media maggot *BSF* dari campuran feses domba endapan susu, dan sampah organik dapur diantaranya *Aspergillus sp.*, *Cladosporium sp.*, *Mucor sp.*, *Neurospora sp.*, *Penicillium sp.*, dan *Rhizopus sp.* Jumlah rata-rata koloni khamir pada sampel media sebelum degradasi maggot *BSF* adalah $9,00 \times 10^4$ cfu/ml $\pm 2,2$, sedangkan rata-rata jumlah koloni khamir pada sampel media sesudah degradasi maggot *BSF* adalah $3,50 \times 10^4$ cfu/ml $\pm 0,5$. Khamir yang berhasil diisolasi dan identifikasi pada sampel media maggot *BSF* dari campuran feses domba endapan susu, dan sampah organik dapur diantaranya *Candida sp.*, *Saccharomyces sp.*, dan *Zygosaccharomyces sp.*

DAFTAR PUSTAKA

- Arifan, F., S. Winarni, Wahyuningsih, I. Pudjihastuti, and W. Broto. 2019. Total Plate Count (TPC) analysis of processed ginger on Tlogowungu Tourism Village. *Advances in Engineering Research*. 16(7): 377-379.
- Beuchat, L. R., F. Copeland, M. S. Curiale, T. Danisavich, V. Gangar, B. W. King, T. L. Lawlis, R. O. Likin, J. Okwusoa, C. F. Smith, and D. E. Townsend. 1998. Comparison of the SimPlate™ total plate count method with Petrifilm™, Redigel™, and conventional pour-plate methods for enumerating aerobic microorganisms in foods. *Journal of Food Protection*. 61(1): 14-18.
- Boekhout, T. and E. Guého. 2003. Basidiomycetous yeasts. In: Howard, D.H. (Ed.), Pathogenic Fungi in Humans and Animals (seconded). *Marcel Dekker, Basel*. 551-574.
- Bosch, G., S. Zhang, G. Dennis, and H. H. Wouter. 2014. Protein quality of insects as potential ingredients for dog and cat foods. *Jurnal NutrSci*. 3: 1-4.
- Cheng, A., Y. Hsin, and W. T. Lin. 2014. Effects of mold growth on building materials by different environments in Taiwan. *Journal of Civil Engineering*, 18(2): 1083-1090.
- Creegan, E. F., R. Flynn, G. Torell, C. E. Brewer, D.V. Leeuwen, R. N. Acharya, R. J. Heerema, and M. Darapuneni. 2022. Pecan (*Carya illinoensis*) and dairy waste stream utilization properties and economics of on-farm windrow systems. *Sustainability*, 14(5): 1-13.
- Dani, I. R., A. W. N. Jarmuji, Pratma, and D. A. Nugraha. 2017. Kolaborasi Messesaba (Media Feses Sapi dan Feses Domba) terhadap respon cacing tanah (*Pheretima Sp.*). *Jurnal Sains Peternakan Indonesia*. 12(3): 308-316.
- Hamber, R. 1997. Chapter V-1 - Fungi: Identification. *Manual of Techniques in Insect Pathology*. 153-185.
- Harris, J. 1986. Modified method for fungal slide culture. *Journal of Clinical Microbiology*. 24(3): 460-461.
- Kluber, P., S. Muller, J. Schmidt, H. Zorn, and M. Ruhl. 2022. Isolation of bacterial and fungal microbiota associated with *Hermetia illucens* larvae reveals novel insights into entomopathogenicity. *Microorganism*. 10(3): 1-19.
- Mahardika, W. A., D. Romario, M. F. Q. Naufal, R. Warih, and T. L. Arina. 2022. Isolation and characterization of mold on furniture in biological laboratory environment using contact plate method. *Journal Tropic Biology*. 22(3): 765-772.
- Mahmud, M. D. R. 2013. Isolation and identification of fungal species from bio-compost. *Advances in Life Sciences*. 2(1): 85-88.
- Marlina E. T. 2007. Kandungan Gizi Endapan Susu PT Indomilk. Laboratorium Nutrisi Ternak Ruminansia dan Kimia Makanan Temak. Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran, Sumedang.
- Mirwandono, E., M. Sitepu, T. H. Wahyuni, Hasnudi, N. Ginting, A. W. Siregar, and Sembiring. 2017. Nutrition quality test of fermented waste vegetables by bioactivator local microorganisms (Mol) and effective microorganism (EM4). *Earth and Environment Science*. 122(1): 524-529.
- Purnamasari, D. K., M. Ariyanti, Syamsuhaidi, Sumiati, dan Erwan. Potensi sampah organik sebagai media tumbuh maggot Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*). 2021. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Indonesia*. 7(2): 95-106.
- Raimondi, S., G. Spampinato, L. L. Macavei, L. Lugli, F. Candelieri, M. Rossi, L. Maistrello, and A. Amaretti. 2020. Pengolahan sampah organik pasar effect of rearing temperature on growth and microbiota composition of *Hermetia illucens*. *Microorganisms*. 8(6): 1-13.
- Rosana, Y., T. Matsuzawa, T. Gonoi, and K. Anis. 2014. Modified slide culture method for faster and easier identification of *Dermatophytes*. *Microbiology*. 8(3): 135-139.
- Saleh, M., V. D. Paramita, dan M. Syahrir. 2022. Pembuatan pupuk organik cair dengan metode fermentasi teraduk secara kontinyu. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat*. 127-131.
- Sarpong, D., S. O. Kwarteng, S. F. Gyasi, R. Buamah, E. Donkor, E. Awuah, and M. K. Baah. 2019. Biodegradation by composting of municipal organic solid

- waste into organic fertilizer using the Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) (Diptera: Stratiomyidae) Larvae. *Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*. 8(2): 45-54
- Setiawan, F., E. Harlia, dan Y. A. Hidayati. 2023. Peran maggot sebagai detritvor dalam pengolahan limbah dan ternak unggas. *Jurnal Teknologi Hasil Peternakan*. 4(2): 213-21.
- Setti, L., E. Francia, A. Pulvirenti, S. Gigliano, M. Zaccardelli, C. Pane, F. Caradonia, S. Bortolini, L. Maistrello, and D. Ronga. 2019. Use of Black Soldier Fly (*Hermetia illucens* (L.), Diptera: Stratiomyidae) larvae processing residue in peat-based growing media. *Waste Management*. 95(2): 278-288.
- Siddiqui, S. A., B. Ristow, T. Rahayu, N. S. Putra, N. W. Yowono, K. Nisa, B. Mategeko, S. Smetana, M. Saki, A. Nawaz, and A. Nagdalian. 2022. Black Soldier Fly Larvae (BSFL) and their affinity for organic waste processing. *Waste Management*. 140(2): 1-13.
- Singh, A. K. Kumari. 2019. An inclusive approach for organic waste treatment and valorisation using Black Soldier Fly larvae: A review. *Journal of Environmental Management*. 251(1): 1-13.
- Sundarta, I, Y. S. Atika, dan P. W. Hendra. 2018. Pengelolaan sampah organik menjadi kompos melalui pembuatan tong super. *Jurnal*. 2(3): 1-5.
- Suryani, Y., O. Taupiqurrahman, dan Y. Kulsum. 2020. Mikologi. PT. Freeline Cipta Granesia. Padang.
- Thapa, S., R. Shrestha, A. Tirewa, A. Sharma, and K. C. Yuvraj. 2015. Isolation of yeast from soil and different food samples and its characterization based on fermentation. *Nepal Journal of Biotechnology*. 3(1): 29-34.
- Trama, B., J. D. S. Fernandes, G. Labuto, J. C. F. de Oliveira, C. V. Niero, R. C. Pascon, and M. A. Vallim. 2014. The evaluation of bioremediation potential of a yeast collection isolated from composting. *Advances in Microbiology*. 4(12): 1-11.
- Walker, G. M. 2015. *Pichia anomala*: Cell physiology and biotechnology relative to other yeasts. *Antonie Van Leeuwenhoek*. 99(1): 25-34.
- Wang, Y. S. M. and Shelomi. 2017. Review of Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) as animal feed and human food. *Food*. 6(10): 91.
- Xu, L., M. L. Ntakatsane, X. Wang, and Meng. 2021. Improved sensitive fluorescent/visible dual detection count plate for mold and yeast in food. *Journal of AOAC International*. 128(4): 54-60.
- Zakova, M. M, and Borkovcova. 2014. *Hermetia illucens* application in management of selected types of organic waste. *The 2nd Electronics International Interdisciplinary Conference*. 2(6): 367-370.