ZIRAA'AH, Volume 50 Nomor 1, Februari 2025 Halaman 110-124 p-ISSN 1412-1468 e-ISSN 2355-3545

ISOLASI TOTAL BAKTERI DAN KOLIFORM PADA MEDIA PERTUMBUHAN *MAGGOT* DARI FESES SAPI POTONG DAN LIMBAH PASAR

(Total Isolation Of Bacteria And Coliforms In Maggot Growth Media From Beef Cafe Feats And Market Waste)

Sri Wahyuni[1], Deden Zamzam Badruzzaman[2], Eulis Tanti Marlina[2], Yuli Astuti Hidayati[2*]

[1]Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran

[2]Departemen Teknologi Hasil Peternakan Fakultas Peternakan Universitas Padjdajran

Jalan Ir. Soekarno km.21 Jatinangor, Kab. Sumedang 45363 Jawa Barat, Indonesia

[*]Penulis Koresponden:yuli.astuti@unpad.ac.id

Naskah Diterima : 18-01-2024
Naskah Disetujui : 26-01-2024
Naskah Diterbitkan: 07-02-2025

This is an open-access article under the CC-BY 4.0 License. Copyright © 2023 by authors

ABSTRACT

The production of organic waste such as beef cattle feces and market waste is quite large and if not managed properly, it will cause negative impacts on the environment. Therefore, an alternative method to overcome these problems is to utilize BSF maggot detritivores that can decompose organic matter quickly. This study aims to determine the total bacteria and coliforms in BSF maggot growth media. This research was conducted experimentally with 3 treatments and 6 replicates. The treatments used in this study were P1 = 100% beef cow feces media, P2 = 100% market waste media, P3 = 50% beef cow feces and 50% market waste combination media. Data were analyzed descriptively. The results showed that after 15 days of incubation, the total bacteria decreased in P1 = 1.83 x 1010 CFU/g, P2 = 7.16 x 1010 CFU/g, and P3 = 1.16 x 1010 CFU/g. While the total coliform results in P1 = 14.83 x 106 CFU/g, P2 = 8.50 x 106 CFU/g and P3 = 1.16 x 106 CFU/g.

Keywords: *Bacteria, Coliforms, Maggots, Organic Waste, Media*

ABSTRAK

Produksi limbah organik seperti feses sapi potong dan limbah pasar cukup banyak dan jika tidak dikelola dengan baik akan menyebabkan dampak negatif terhadap lingkungan. Oleh karena itu, metode alternatif untuk mengatasi permasalahan tersebut yaitu dengan memanfaatkan detritivora *maggot* BSF yang mampu menguraikan bahan organik dengan cepat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui total bakteri dan koliform pada media pertumbuhan *maggot* BSF. Penelitian ini dilakukan secara eksperimental dengan 3 perlakuan dan 6 ulangan. Perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu P1= media 100% feses sapi potong, P2= media 100% limbah pasar, P3= media kombinasi 50% feses sapi potong dan 50% limbah pasar. Data di analisis secara deskriptif. Hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan total bakteri setelah diinkubasi 15 hari mengalami penurunan pada P1=1,83 x 10^{10} CFU/g, P2= 7,16 x 10^{10} CFU/g dan P3= 1,16 x 10^{10}

ZIRAA'AH, Volume 50 Nomor 1, Februari 2025 Halaman 110-124 p-ISSN 1412-1468 e-ISSN 2355-3545

CFU/g. Sedangkan hasil total koliform pada P1= 14,83 x 10^6 CFU/g, P2= 8,50 x 10^6 CFU/g dan P3= 1,16 x 10^6 CFU/g.

Kata Kunci: *Bakteri, Koliform, Maggot, Limbah Organik, Media*

PENDAHULUAN

Peternakan sapi potong merupakan salah satu sektor penting dalam industri petanian dan peternakan di Indonesia. Selain menghasilkan produksi daging untuk memenuhi kebutuhan pangan masyarakat, peternakan sapi potong juga menghasikan feses yang mengandung bahan organik dan sejumlah bakteri yang terdiri dari bakteri *indegenous* bersifat dekomposer dan patogen, sehingga feses sapi potong perlu dikelola agar tidak menimbulkan pencemaran pada lingkungan seperti air, tanah, dan udara, serta menjadi sumber penyebaran penyakit pada kesehatan manusia. Selain itu, penumpukan feses sapi potong jika dibiarkan dapat menimbulkan bau tidak sedap yang mengganggu masyarakat sekitar. Oleh karena itu, untuk mengatasi permasalahan tersebut dilakukan pengolahan dengan menggunakan detritivora *maggot Black Soldier Fly* (BSF) yang menghasilkan biomassa dan *frass* yang bermanfaat.

Maggot Black Soldier Fly (BSF) atau yang sering dikenal dengan *Hermetia Illucens*, dari ordo Diptera, keluarga Stratiomyidae, dan genus *Hermetia* yang berasal dari benua Amerika yang mampu mendegradasi limbah organik dalam jumlah besar (Ahmad dan Sulistyowati, 2021). Siklus hidup *maggot Black Soldier Fly* (BSF) ini dikategorikan sebagai siklus metamorfosis sempurna yang memiliki empat fase yaitu: telur, larva, pupa, dan BSF dewasa. Siklus ini berlangsung selama 40 hari, dimana bergantung pada kondisi lingkungan dan sumber makanannya (Alvarez, 2012 dalam (Ahmad dan Sulistyowati, 2021). Menurut Sumiati (2020) mengemukakan bahwa *maggot* mempunyai peran sebagai detritivora yang efektif untuk menguraikan limbah organik seperti feses dan sisa makanan serta mengubahnya menjadi sumber protein berkualitas tinggi untuk pakan ternak. *Maggot* mampu mengurangi volume limbah hingga 50-60%, yang berkontribusi dalam menurunkan polusi, mengurangi bakteri patogen, serta menghilangkan bau. Selain itu, larva ini sangat efisien dalam menguraikan limbah organik dimana prosesnya melibatkan pada pertumbuhan *maggot* yang cepat dengan hasil berupa biomassa *maggot* dan *frass* yang kaya akan nutrisi sehingga dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik untuk tanaman. Biomassa *maggot Black Soldier Fly* (BSF) ini juga dapat menjadi sumber protein yang dapat digunakan untuk makanan ternak karena mengandung 47,56 protein dan 19,80% lemak (Putri, 2023).

Pertumbuhan dan kualitas *maggot Black Soldier Fly* (BSF) bergantung pada media yang dimakan, jika media tumbuhnya mengandung nutrisi yang baik maka *maggot* yang dihasilkan juga memperoleh kandungan yang baik. Kandungan media yang dibutuhkan *maggot Black Soldier Fly* (BSF) yaitu 30-35% protein kasar, 31-35% lemak kasar, 14-15% abu, 4,8-5,1% kalsium dan 0,6-0,63% fospor (Fauzi & Sari, 2018). Biomassa *maggot* yang dihasilkan harus berkualitas dan *frass* yang dihasilkan harus aman (tidak mengandung bakteri patogen). Hasil analisis proksimat bahan organik dalam feses sapi potong yaitu mengandung air 43,60%, protein (PK) 4,12%, serat (SK) 7,56% lemak (LK) 5,58%, dan BETN 80,20% (Laboratorium Nutrisi Ternak Ruminansia dan Kimia Makanan, Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran, 2024). Selain itu, karakteristik feses sapi potong juga memiliki kandungan unsur hara yang terdiri dari kandungan nitrogen (N) 0,3-0,4 %, phospor (P) 0,1-0,2 %, kalium (K) 0,10-0,15 % dan air 80-85 % serta C/N ratio berkisar 19

ZIRAA'AH, Volume 50 Nomor 1, Februari 2025 Halaman 110-124 p-ISSN 1412-1468 e-ISSN 2355-3545

– 25 (Karyono dan Laksono, 2019). Kandungan nutrisi protein rendah dan serat kasar yang terlalu tinggi pada feses sapi potong mempengaruhi kualitas media pertumbuhan *maggot*. Kadar protein dan serat yang tidak seimbang dapat mengganggu pertumbuhan *maggot* dan memperlambat proses penguraian bahan organik. Oleh karena itu, penggunaan limbah pasar bisa ditambahkan sebagai media pertumbuhan, karena memiliki kandungan nutrisi yang cukup tinggi sehingga mendukung pertumbuhan *maggot Black Soldier Fly* (BSF).

Limbah pasar adalah sisa-sisa sayuran yang dibuang sebagai bagian dari upaya memperbaiki penampilan produk yang akan dijual (Muwakhid et al., 2007). Karakteristik kandungan nutrisi dari limbah pasar yaitu memiliki kadar air berkisar antara 88,30%. Kadar air ideal untuk pertumbuhan *maggot* adalah antara 70% hingga 80% (KLHK, 2020). Protein kasar sebesar 15,95%, LK 4,52% dan SK 20,39%. Penelitian lain menunjukkan bahwa limbah sayur dari pasar tradisional mengandung protein kasar antara 12,64% hingga 23,50% dan serat kasar antara 20,76% hingga 29,18% (Kabir *et al.,* 2020). Limbah pasar seperti sisa sayuran dan buah yang merupakan sumber pertumbuhan kaya akan nutrisi seperti protein, karbohidrat, dan lemak mendukung pertumbuhan *maggot* dari tahap larva sampai siklus selanjutnya.

Selain bahan organik yang terdapat dalam media, bakteri *indigenous* dalam media sangat berperan dalam proses penguraian bahan organik, sehingga jumlah bakteri *indigenous* sebagai dekomposer perlu diketahui jumlah nya untuk memastikan proses dekomposisi bahan organik limbah pada media yang digunakan berjalan efektif dan menghasilkan biomassa *maggot* yang optimal. Mikroorganisme dalam feses sapi potong yang bersifat dekomposer akan berperan membantu proses dekomposisi bahan organik. Menurut Safitry *et al*., (2024) yang menyatakan bahwa jumlah bakteri dalam feses sapi potong yang dapat mendegradasi bahan organik minimal berjumlah 10^7 CFU/g yang menunjukkan bahwa keberadaan bakteri, seperti *Bacillus* dan *Aspergillus* dapat meningkatkan kualitas pupuk organik yang dihasilkan. Proses dekomposisi bahan organik limbah atau media yang efektif akan tergambar pada perubahan suhu selama proses dekomposisi, sehingga proses tersebut akan berpengaruh terhadap jumlah koliform yang berakibat pada *frass* yang dihasilkan. Persyaratan untuk keamanan *frass* jumlah koliform berdasarkan SNI 7763:2024 tentang pupuk organik padat kurang lebih dari 10^2 CFU/g. Hal tersebut bertujuan untuk memastikan bahwa hasil sampingan dari proses pengomposan menggunakan maggot BSF (*frass*) aman digunakan sebagai pupuk organik.

Perubahan suhu selama proses dekomposisi sangat berpengaruh terhadap perkembangan dan pertumbuhan *maggot Black Soldier Fly* (BSF). Suhu pada media saat dekomposisi biasanya meningkat karena adanya mikroba mesofilik yang memanfaatkan oksigen dan senyawa yang mudah untuk terdegradasi. Bakteri termofilik mulai aktif setelah mikroba mesofilik pada suhu sekitar 40-70^{0}C, yang bertujuan untuk menguraikan bahan organik menjadi CO_2. Peningkatan suhu ini dipengaruhi oleh akumulasi panas dari akitivitas metabolik mikroba. Selama proses dekomposisi, perubahan suhu terjadi akibat kelembaban dan aktivitas bakteri. Bakteri mesofilik akan mati pada suhu tinggi, namun digantikan dengan bakteri termofilik yang lebih tahan terhadap suhu tinggi. Proses saat fermentasi, suhu mengalami perubahan signifikan dimana dengan menggunakan *starter* setelah fermentasi menunjukkan variasi sekitar 28^{o}C sampai 31^{o}C. Suhu ideal untuk budidaya *maggot Black Soldier Fly* (BSF) berkisar antara 25 hingga 30^{o}C. Sejalan dengan pendapat Pratomo (2022) bahwa suhu yang optimal akan mendukung pertumbuhan bakteri asam laktat dan mikroba lainnya yang berperan dalam proses penguraian bahan organik. Pada rentang suhu ini, *maggot*

ZIRAA'AH, Volume 50 Nomor 1, Februari 2025 Halaman 110-124 p-ISSN 1412-1468 e-ISSN 2355-3545

tumbuh dengan baik dan efisien sehingga terjadi proses penguraian limbah organik secara cepat (Ahmad dan Sulistyowati, 2021). Selain itu, kadar air juga berperan penting dalam proses pengolahan limbah. Kadar air yang ideal dalam proses pertumbuhan *maggot Black Soldier Fly* (BSF) berkisar antara 60-70% dimana kondisi ini mendukung pertumbuhan secara optimal dalam efisiensi penguraian bahan organik (Popa dan Green, 2012).

Penelitian ini tidak hanya menganalisis pada bahan organik masing-masing saja, tetapi kombinasi dari bahan keduanya. Penelitian ini juga mendukung pengolahan limbah yang berkelanjutan dengan mengolah bagaimana feses sapi potong dan limbah organik pasar dapat digunakan sebagai sumber daya yang bernilai tambah, yang mungkin belum banyak dieksplorasi secara mendalam. Penelitian ini memberikan solusi spesifik pada masyarakat untuk memaksimalkan penggunaan sumber daya dengan cara mengurangi limbah yang lebih efektif dan efisien. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui total bakteri dan total koliform pada berbagai media pertumbuhan *maggot Black Soldier Fly* (BSF) dari feses sapi potong, limbah organik pasar serta kombinasi media dari kedua nya yang dapat memberikan informasi mengenai kandungan nutrisi di dalam media dan pengaruhnya terhadap biomassa dan *frass* yang dihasilkan.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan September – Desember 2024 di Laboratorium Mikrobiologi dan Penanganan Limbah Peternakan Fakultas Peternakan, Universitas Padjajaran, dan Unit Pengkajian dan Pengolahan Limbah (UPPL) Fakultas Peternakan, Universitas Padjadjaran di Ciparanje, Jatinangor.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu feses sapi potong, limbah pasar, *Nutrient Agar* (NA), *Eosin Methylene Blue Agar* (EMBA), *Lactose Broth* (LB), NaCl fisiologis 0,9%, Alkohol 70% dan *Aquadest* 1000 ml. Sedangkan alat yang dipergunakan dalam penelitian ini yaitu autoklaf, bunsen, labu *erlenmeyer* ukuran 100 ml, botol *schott*, gelas ukur, timbangan analitik gram dengan ketelitian 0,01 gram, tabung reaksi ukuran 20 ml, batang pengaduk, *alumunium foil*, kassa dan kapas, kertas label, rak tabung reaksi, *vortex mixer*, mikropipet, blue tip, cawan petri, laminar, inkubator, *colony counter*, desikator, cawan porselen, dan *plastic wrap*.

Prosedur Penelitian

Penelitian terdiri dari beberapa tahapan. Tahap pertama yang dilakukan adalah persiapan substrat yang akan diolah (feses sapi potong dan limbah pasar). Tahap kedua yaitu proses fermentasi (pengambilan sampel dan isolasi total bakteri dan koliform setelah 4 hari fermentasi). Tahap ketiga yaitu proses pengomposan menggunakan bakteri *indigenous* dan detritivora *maggot Black Soldier Fly* (BSF), serta tahap terakhir yaitu pengambilan sampel dan isolasi total bakteri dan koliform setelah diinkubasi selama 15 hari (Mahargiyan *et al*., 2021).

Proses Persiapan Substrat Yang Akan Diolah

Proses persiapan substrat yang akan diolah dengan memanfaatkan detritivora *maggot* dilakukan dengan menyiapkan bahan yaitu feses sapi potong dan limbah pasar, setelah itu dilakukan penjemuran selama 3 hari di bawah sinar matahari untuk mengurangi kadar air (Diener *et al*., 2011).

Proses Fermentasi Media

Proses fermentasi media dilakukan selama 4 hari dengan menambahkan *starter* Bakteri Asam Laktat (BAL) sebanyak 3% dari berat media per perlakuan. Fermentasi dilakukan pada wadah plastik secara tertutup sehingga terjadi fermentasi anaerob fakultatif yang bertujuan untuk mendegradasi serat kasar (Yunilas *et al*., 2023).

ZIRAA'AH, Volume 50 Nomor 1, Februari 2025 Halaman 110-124 p-ISSN 1412-1468 e-ISSN 2355-3545

Proses Pengomposan menggunakan Detritivora *Maggot Black Soldier Fly* (BSF)

Proses pengelolaan limbah menggunakan detritivora *maggot* yaitu menggunakan substrat hasil fermentasi selama 4 hari ditimbang masing-masing sebanyak 2000 gram, kemudian ditambahkan *baby maggot* yang berusia 10 hari ditaburkan ke atas media pemeliharaan sebanyak 100 gram per media. Sedangkan proses pengambilan sampel untuk isolasi total bakteri dan koliform dilakukan sebanyak 3 kali dari media pertumbuhan *maggot Black Soldier Fly* (BSF), yaitu pada media media awal, media pertumbuhan setelah 4 hari fermentasi, dan media pertumbuhan setelah diinkubasi selama 15 hari (Diener *et al*., 2011).

Proses Pembuatan Media Isolasi Total Bakteri dan Total Koliform

Media *Nutrient Agar* (NA) ditimbang sebanyak 28 gram, *Lactose Broth* (LB) ditimbang sebanyak 13,9 gram dan *Eosin Methylene Blue Agar* (EMBA) ditimbang sebanyak 36 gram. Setelah itu ditambahkan dengan aquades sebanyak 1000 ml per masing-masing media. Larutan media dipanaskan di atas api kecil sambil dihomogenkan dengan batang pengaduk, setelah homogen dan mendidih, dilakukan sterilisasi (Pelczar dan Chan, 2001).

Isolasi Total Bakteri dan Total Koliform

Isolasi total bakteri dilaksanakan dengan metode pengujian *Total Plate Count* (TPC) pengenceran 10^{-10} untuk mengetahui jumlah total bakteri yang ada pada sampel media awal, setelah 4 hari fermentasi, dan media setelah inkubasi 15 hari dengan menggunakan media *Nutrient Agar* (NA) dan dilakukan inkubasi pada temperatur 37ºC selama 24 jam, setelah bakterinya tumbuh dilakukan perhitungan total bakteri. Selanjutnya, pengujian koliform dilakukan dengan pengenceran 10^{-6} dengan menggunakan media *Eosin Methylene Blue Agar* (EMBA) dan *Lactose Broth* (LB) dan dilakukan inkubasi pada temperatur 37ºC selama 48 jam, kemudian dilakukan perhitungan terhadap koliform yang tumbuh (Pelczar *et al*., 1993).

Rumus: $N = \frac{jumlah\ koloni}{jumlah\ pengenceran}$ x faktor pengenceran

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental (Sugiyono, 2018). Terdapat 3 perlakuan dan 6 ulangan diperoleh 18 percobaan.Variabel yang akan diamati dalam penelitian ini yaitu jumlah total bakteri dan koliform pada media pertumbuhan *maggot Black Soldier Fly* (BSF). Perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

P1: Media 100% feses sapi potong.
P2: Media 100% limbah pasar
P3: Media kombinasi 50% feses sapi potong dan 50% limbah pasar

Data hasil penelitian akan dianalisis dengan menggunakan analisis deskriptif dan dihitung dengan mencari rata-rata (*mean*) serta standar deviasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Perlakuan Terhadap Total Bakteri

Hasil perhitungan total bakteri pada media media awal, setelah 4 hari fermentasi, dan setelah diinkubasi 15 hari disajikan pada tabel 1.

ZIRAA'AH, Volume 50 Nomor 1, Februari 2025 Halaman 110-124 p-ISSN 1412-1468 e-ISSN 2355-3545

Tabel 1. Hasil Perhitungan Total Bakteri

Perlakuan	Total Bakteri		
	Media awal	Setelah 4 Hari fermentasi	Sesudah Inkubasi 15 Hari
		(…x10^{10} CFU/g)	
P1	49,66 ± 7,81	22,33 ± 22,16[a]	1,83 ± 1,32[a]
P2	54,66 ± 17,43	5,5 ± 1,51[b]	7,16 ± 10,85[b]
P3	22,83 ± 7,19	2,16 ± 1,16[b]	1,16 ± 0,40[a]

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan (P<0,05). P1 = Media 100% feses sapi potong. P2 = Media 100% limbah pasar
P3 = Media kombinasi 50% feses sapi potong dan 50% limbah pasar

Total Bakteri Awal pada Berbagai Media

Berdasarkan hasil perhitungan total bakteri pada Tabel 1, diperoleh bahwa rata-rata total bakteri pada media media awal berada pada kisaran 22,83 x 10^{10} CFU/g – 54,66 x 10^{10} CFU/g. Urutan rata-rata dari yang tertinggi hingga terendah secara berurutan adalah P2 >P1>P3. Oleh karena itu, hasil total bakteri pada semua peubah yang diamati tidak berbeda nyata (P<0,05). Hasil tertinggi total bakteri media awal yang diperoleh pada P2 yaitu media 100% limbah pasar disebabkan oleh pada limbah pasar yang terdiri dari sayur kol, dan buah pisang diduga mengandung bakteri awal lebih banyak dibanding media yang lain. Hal tersebut sejalan dengan pendapat Chen *et al.*, (2020) menyatakan bahwa limbah organik seperti sayuran dan buah-buahan, memiliki bakteri yang dapat memanfaatkan senyawa organik sederhana yang terkandung dalam substrat sebagai sumber energi, sehingga populasi mikroorganisme secara alami meningkat pada lingkungan yang mendukung untuk pertumbuhan bakteri.

Media yang berasal dari kombinasi 50% feses sapi potong dan 50% limbah organik pasar mengandung bakteri terendah, diduga disebabkan populasi bakteri awal yang terkandung di dalam media tersebut rendah dibandingkan dengan media yang lain. Hal ini sejalan dengan penelitian Harlia *et al.*, (2024) bahwa kombinasi media yang terdiri dari feses sapi potong, endapan susu, dan sampah organik dapur menunjukkan total bakteri menurun yang disebabkan oleh keberadaan mikroorganisme awal yang rendah dan memberikan lingkungan yang kurang mendukung terhadap pertumbuhan bakteri.

Total Bakteri Setelah Fermentasi Selama 4 Hari pada Berbagai Media

Nilai rata-rata total bakteri setelah 4 hari fermentasi mengalami penurunan karena adanya penambahan *starter* Bakteri Asam Laktat (BAL). Hasil total bakteri tertinggi didapatkan pada P1 yaitu media 100% feses sapi potong sebesar 22,33 x 10^{10} cfu/g, hal ini diduga disebabkan adanya pengaruh aktifitas BAL yang mendegradasi media tersebut dipengaruhi oleh mikroba awal terdiri dari bakteri dekomposer dan bakteri patogen yang terdapat pada media feses sapi potong sehingga mendukung pertumbuhan total bakteri. Hal ini sejalan dengan penelitian Satwika *et al.,* (2023) menunjukkan bahwa feses sapi potong memiliki bakteri yang dapat menghasilkan enzim selulase dan amilase untuk mendukung pertumbuhan populasi mikroba yang lebih tinggi. Sedangkan hasil total bakteri terendah pada P3 sebesar 2,16 x 10^{10} CFU/g yang berasal dari media 50% kombinasi feses sapi potong dan 50% limbah pasar, hal ini diduga disebabkan oleh kondisi pH yang rendah pada media setelah ditambahkan *starter* BAL. Hal ini sejalan dengan pendapat Rizqiati *et al,* (2021) yang menyatakan bahwa bakteri pada umumnya memiliki rentang pH optimum 6,6 hingga 7,5.

ZIRAA'AH, Volume 50 Nomor 1, Februari 2025 Halaman 110-124 p-ISSN 1412-1468 e-ISSN 2355-3545

Faktor penurunan pH ini mengindikasikan bahwa adanya peningkatan kadar asam akibat produksi asam laktat dan asetat oleh mikroorganisme selama proses fermentasi berlangsung yang berperan menghambat pertumbuhan bakteri.

Berdasarkaan hasil penelitian ini bahwa pada pH media yang berasal dari kombinasi 50% feses sapi potong dan 50% limbah organik pasar memiliki nilai 9,17 yang artinya nilai tersebut menunjukkan pH optimal sehingga aktivitas enzim yang dibutuhkan untuk perkembangan bakteri menjadi terganggu. Selain itu, faktor lain yang mempengaruhi penurunan hasil total bakteri setelah 4 hari fermentasi yaitu perbedaan kandungan nutrisi pada masing-masing perlakuan. Hal tersebut sejalan dengan pendapat Sitinjak (2020) bahwa media pertumbuhan bakteri yang berbeda dalam proses fermentasi dapat berpengaruh terhadap populasi mikroba. Hasil tersebut menunjukkan bahwa media yang lebih banyak memiliki kandungan nutrisi menghasilkan total bakteri yang lebih tinggi pada awal fermentasi, tetapi mengalami penurunan seiring berjalannya waktu. Selain itu, menurut Ayuti et al., (2016) bahwa populasi bakteri pada media selama fermentasi mengalami penurunan yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan komposisi media. Hal tersebut didukung juga pada penelitian Hidayati *et al*., (2021) bahwa total bakteri menurun setelah proses dekomposisi karena dipengaruhi oleh perubahan suhu selama pengomposan akibat aktivitas bakteri mesofilik yang menunjukkan bahwa bakteri termofilik berhenti tumbuh dan kemudian menurun karena adanya metabolisme yang menghambat perkembangan bakteri karena nutrisi bakteri pada bahan organik telah habis.

Total Bakteri Setelah Inkubasi Selama 15 Hari pada Berbagai Media (*Frass*)

Media setelah dilakukan fermentasi selama 4 hari, kemudian ditambahkan detritivora *maggot Black Solier Fly* (BSF) untuk membantu proses dekomposisi bahan organik dalam berbagai perlakuan. Pada proses ini melibatkan aktifitas bakteri dan *maggot* BSF. Nilai rata-rata total bakteri media pertumbuhan *maggot Black Soldier Fly* (BSF) setelah diinkubasi selama 15 hari berada pada kisaran 1,16 x 10^{10} CFU/g –7,16 x 10^{10} CFU/g. Dengan hasil rata-rata total bakteri tertinggi terdapat pada sampel P2 yaitu media yang berasal dari 100% limbah pasar sebesar 7,16 x 10^{10} CFU/g diduga disebabkan karena media limbah pasar telah mengalami penguraian, sehingga mendukung pertumbuhan bakteri. Hal ini sejalan dengan penelitian Imani *et al.,* (2016) yang menyatakan bahwa jenis bakteri *Enterobacter*, *Streptococcus* dan *Neisseria* terdapat pada sampah organik. Tingginya densitas bakteri tersebut disebabkan kandungan nutrisi yang melimpah seperti sisa-sisa sayuran yang mendukung pertumbuhan bakteri.

Hasil rata-rata terendah terdapat pada sampel P1 sebesar 1,83 x 10^{10} CFU/g yaitu media yang berasal dari 50% feses sapi potong dan P3 sebesar 1,16 x 10^{10} CFU/g yaitu media yang berasal dari kombinasi 50% feses sapi potong dan 50% limbah pasar. Penurunan jumlah total bakteri ini diduga dipengaruhi oleh aktivitas metabolik *maggot* yang menguraikan bahan organik dan menciptakan kondisi lingkungan yang kurang mendukung untuk pertumbuhan bakteri. Hal ini sesuai dengan pendapat Fuji (2021) bahwa *maggot* mempunyai kemampuan dalam menguraikan bahan organik dan menghasilkan senyawa yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri. Selain itu, didukung juga dengan pernyataan Nguyen (2015) bahwa *maggot* BSF dapat menguraikan senyawa organik pada limbah dan memperoleh produk akhir yang lebih aman serta menciptakan kondisi yang tidak kondusif bagi pertumbuhan bakteri.

Selain komposisi media, faktor lain yang berpengaruh terhadap pertumbuhan bakteri adalah pH dan suhu (Fifendy, 2017). Hasil pengamatan rataan suhu pada media

ZIRAA'AH, Volume 50 Nomor 1, Februari 2025 Halaman 110-124 p-ISSN 1412-1468 e-ISSN 2355-3545

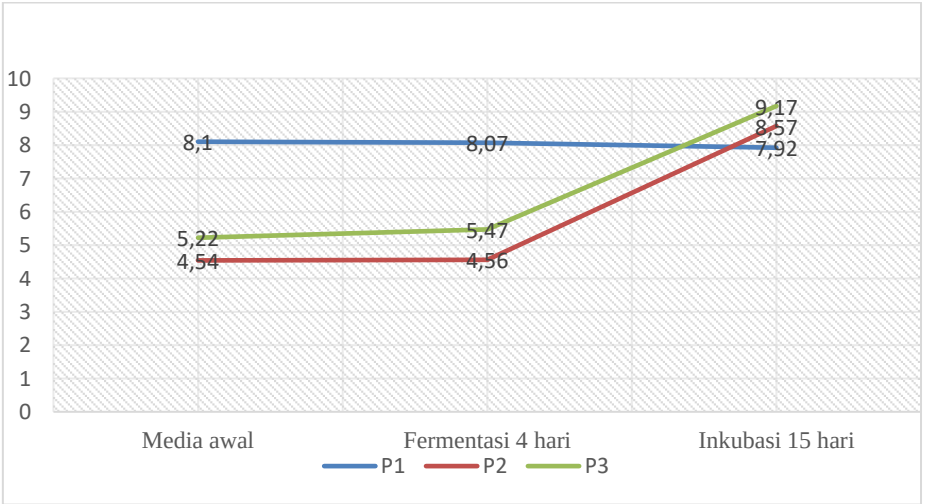
pertumbuhan *maggot* selama proses penelitian disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengamatan Rataan Suhu pada Media Pertumbuhan *Maggot* BSF

	Suhu (^{0}C)		
	Media Awal	Fermentasi 4 hari	Inkubasi 15 hari
P1	27,79 ± 1,12	26,56 ± 0,51	26,50 ± 0,95
P2	28,54 ± 1,13	29,68 ± 0,69	28,21 ± 1,73
P3	28,33 ± 1,43	28,61 ± 0,81	27,18 ± 3,94

Sumber: Hasil Analisa Laboratorium Mikrobiologi dan Penanganan Limbah Peternakan (2024)

Pada Tabel 2, rataan suhu pada media awal diperoleh pada P1 media yang berasal dari 50% feses sapi potong sebesar 27,79 ^{o}C dan pada P3 media yang berasal dari kombinasi 50% feses sapi potong dan 50% limbah pasar mengalami penurunan ketika setelah 4 hari fermentasi menjadi 26,56 ^{o}C dan 28,61^{o}C. Berdasarkan hasil tersebut mengindikasikan bahwa pada P1 dan P3 terjadi aktivitas mikroorganisme selama proses fermentasi. Hal ini sejalan dengan penelitian Irawan *et al*., (2015) bahwa proses fermentasi anerobik sangat berpengaruh terhadap perubahan suhu, dan ketika suhu menurun dapat ditunjukkan bahwa aktivitas bakteri fermentatif mulai menurun dimana suhu optimal untuk mikroorganisme mesofilik berkisar antara 35^{o}C hingga 40^{o}C, sedangkan pada termofilik suhu berkisar 55^{o}C. Selain itu, hasil suhu yang diperoleh setelah diinkubasi 15 hari mengalami mengalami penurunan dari yang berkisar 27,79^{o}C – 28,54^{o}C menjadi 26,50^{o}C – 27,18^{o}C. Menurut Kabir (2016) berpendapat bahwa variasi pH dan suhu dapat berpengaruh terhadap laju pertumbuhan bakteri asam laktat (BAL). dalam penelitian tersebut, bakteri menunjukkan pertumbuhan optimal pada pH sekitar 6,5 dan suhu 30^{0}C. Bakteri memiliki suhu yang optimum dalam pertumbuhannya seperti bakteri asam laktat (BAL) yaitu mengindikasikan suhu ideal sekitar 30^{0}C (Suriani *et al*., 2013). Apabila suhu terlalu rendah, maka regenerasi sel akan mengalami peningkatan dan memperlambat pertumbuhan. Sebaliknya, jika suhu terlalu tinggi dapat menyebabkan sel mati akibat denaturasi pada enzim. Hasil ini sesuai dengan penelitian Topal *et al*., (2016) yang mengindikasikan bahwa proses biodegradasi akan berpengaruh dengan peningkatan suhu.



Gambar 1. Kurva perubahan pH pada media awal, setelah 4 hari fermentasi, dan sesudah inkubasi 15 hari

ZIRAA'AH, Volume 50 Nomor 1, Februari 2025 Halaman 110-124 p-ISSN 1412-1468 e-ISSN 2355-3545

Faktor lainnya yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri adalah pH. pH merupakan indikator penting selama proses fermentasi (Fifendy, 2017). Berdasarkan kurva perubahan pH diatas, hasil menunjukkan tertinggi didapatkan pada P3 sekitar 9,17 yaitu media yang berasal dari kombinasi feses sapi potong dan limbah pasar. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pH dapat berpengaruh terhadap komposisi mikroba dalam media fermentasi. Menurut Prasetyo dan Wibowo (2020) dalam hasil penelitiannya ditemukan bahwa kombinasi feses sapi dan limbah pasar tidak hanya meningkatkan pH, namun juga meningkatkan ketersediaan nutrisi bagi bakteri yang berkontribusi pada pertumbuhan yang optimal dan hasil fermentasi yang lebih tinggi. Bakteri pada umumnya memiliki rentang pH optimal untuk pertumbuhannya. Sebagian besar bakteri dapat tumbuh optimal pada pH netral 6,5 hingga 7,5. Sedangkan pada bakteri asam laktat (BAL) dapat bertahan pada kisaran pH yang lebih rendah yaitu sekitar 3,5 hingga 6,5 (Suriani *et al*., 2013). Dengan hasil pH pada P3 media yang berasal dari kombinasi feses sapi potong dan limbah pasar memiliki nilai pH yang melebihi rentang nilai pH optimum sehingga aktivitas enzim yang dibutuhkan untuk perkembangan metabolisme bakteri menjadi terganggu dan menghambat pertumbuhan bakteri tersebut.

Selain pH dan suhu, kadar air juga berperan penting terhadap proses dekomposisi bahan organik. Hasil pengamatan kadar air pada media pertumbuhan *maggot* selama proses penelitian disajikan pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengamatan kadar air pada media pertumbuhan *maggot* selama proses penelitian

Perlakuan	Kadar Air (%)		
	Media Awal	Fermentasi 4 Hari	Sesudah Inkubasi 15 Hari
P1	69 ± 0	62,4 ± 0	59,72 ± 0
P2	62 ± 0	65,5 ± 0	23,01 ± 0
P3	61 ± 0	63 ± 0	40,38 ± 0

Sumber: Hasil Analisa Laboratorium Mikrobiologi dan Penanganan Limbah Peternakan (2024)

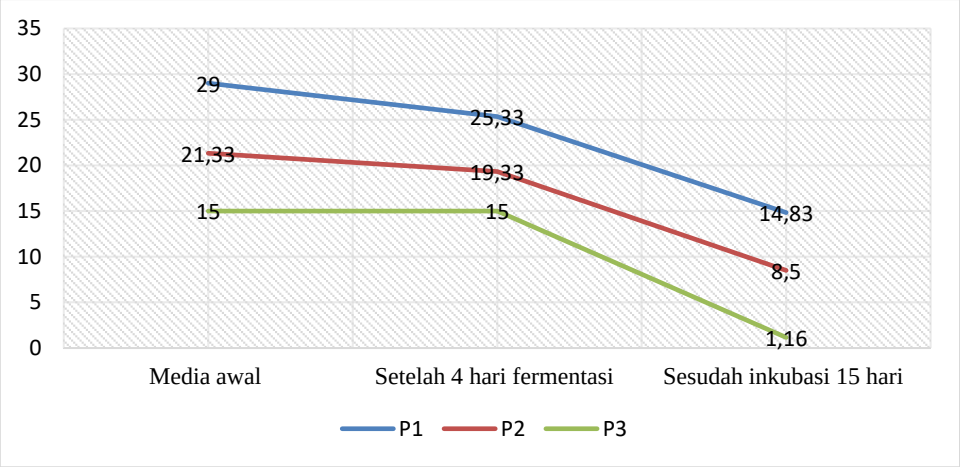
Berdasarkan data pada Tabel 3 kadar air yang diperoleh pada penelitian ini menunjukkan bahwa sebelum di fermentasi pada P1 media yang berasal dari 50% feses sapi potong sekitar 69% mengalami penurunan menjadi 59,72% setelah diinkubasi 15 hari. Begitu pula pada P2 media yang berasal dari 50% limbah pasar dan P3 media yang berasal dari kombinasi 50% feses sapi potong dan 50% limbah pasar mengalami penurunan dari rentang 62% - 61% menjadi 40,38% - 23,01%. Penurunan kadar air setelah di inkubasi selama 15 hari menunjukkan bahwa efektivitas *maggot* tersebut mampu dalam menguraikan bahan organik. Menurut Sari *et al.*, (2018) bahwa kadar air yang tinggi dalam bahan organik dapat menghambat pada proses dekomposisi, sedangkan *maggot* memiliki kemampuan dalam mengurangi kadar air dengan cara menguraikan bahan organik tersebut. Sejalan dengan pendapat Hwang *et al.*, (2018) bahwa *maggot* tidak hanya mengurangi kadar air, namun juga meningkatkan nilai nutrisi dari sisa-sisa bahan organik yang terdegradasi. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa *maggot* dapat mengurangi kadar air sekitar 70% dalam waktu yang relatif singkat.

Pengaruh Perlakuan Terhadap Total Koliform

Media berpengaruh terhadap dinamika pertumbuhan koliform dari waktu ke waktu, dimana komposisi media yang berbeda menciptakan lingkungan yang

ZIRAA'AH, Volume 50 Nomor 1, Februari 2025 Halaman 110-124 p-ISSN 1412-1468 e-ISSN 2355-3545

berbeda bagi koliform untuk tumbuh dan bertahan hidup selama proses fermentasi dan inkubasi berlangsung. Hasil perhitungan total koliform pada media awal, setelah 4 hari fermentasi, dan sesudah inkubasi 15 hari disajikan pada kurva dibawah ini.



Gambar 2. Total Koliform pada media awal, setelah 4 hari fermentasi, dan sesudah inkubasi 15 hari

Total Koliform Awal pada Berbagai Media

Berdasarkan kurva perhitungan total koliform media awal diperoleh nilai tertinggi pada P1 media berasal dari 50% feses sapi potong sebesar 29 x 10^6 CFU/g, dilanjut P2 media yang berasal dari 50% limbah pasar sebesar 21,33 x 10^6 CFU/g, dan P3 media yang berasal dari kombinasi 50% feses sapi potong dan 50% limbah pasar sebesar 15 x 10^6 CFU/g. Hasil tertinggi total koliform terdapat pada P1 diduga dipengaruhi oleh mikroba awal yang terdapat dalam feses sapi potong seperti bakteri patogen. Hal ini sesuai dengan penelitian Benito *et al*., (2010) yang menunjukkan bahwa media pada feses sapi potong memiliki pengaruh dalam *sludge* dengan menghasilkan total koliform tertinggi yang berhubungan dengan keberadaan mikroba awal yang mendukung pertumbuhan koliform.

Total koliform terendah pada P3 dibandingkan dengan P2 disebabkan oleh kondisi lingkungan dan perbedaan keberadaan bakteri media awal. Selain itu, faktor lainnya yang mempengaruhi penurunan ini yaitu suhu, pH, dan komposisi kandungan nutrisi bahan organik yang digunakan. Hal tersebut sejalan dengan pendapat Rahman *et al.*, (2019) bahwa komposisi nutrisi yang terdapat pada bahan organik mempengaruhi terhadap keberadaan koliform. Bahan organik yang memiliki kandungan karbohidrat dan protein yang tinggi dapat mendukung pertumbuhan koliform, sedangkan bahan organik yang lebih memiliki serat yang cenderung tinggi dapat mengurangi jumlah koliform dalam media.

Hasil nilai standar deviasi media awal pada penelitian ini pada kisaran 2 – 8,48. Hasil ini menunjukkan adanya perbedaan yang lebih besar dalam jumlah koloni koliform pada sampel P1 yaitu media yang berasal dari feses sapi potong. Nilai standar deviasi yang besar dalam P1 mengindikasikan bahwa faktor-faktor seperti komposisi bahan organik, dan teknik pengambilan sampel dapat berpengaruh terhadap kualitas pertumbuhan koliform secara signifikan. Hal ini sesuai dengan penelitian Wardani *et al*, (2020) bahwa cemaran bakteri koliform dalam air menunjukkan adanya perbedaan jumlah koliform terdeteksi pada pengukuran yang disebabkan oleh faktor lingkungan serta teknik pengambilan sampel.

ZIRAA'AH, Volume 50 Nomor 1, Februari 2025 Halaman 110-124 p-ISSN 1412-1468 e-ISSN 2355-3545

Total Koliform Setelah 4 Hari Fermentasi pada Berbagai Media

Berdasarkan kurva pada perhitungan total koliform, dapat dilihat rata-rata total koliform setelah 4 hari fermentasi diperoleh hasil tertinggi masih pada media P1 yaitu feses sapi potong sebesar 25,33 x 10^6 CFU/g. Hal tersebut diduga dipengaruhi oleh keberadaan bakteri awal seperti *Salmonella* yang sudah banyak pada feses sapi potong. Sedangkan untuk hasil total koliform terendah diperoleh pada P3 media yang berasal dari kombinasi 50% feses sapi potong dan 50% limbah pasar sebesar 15 x 10^6 CFU/g. Hal tersebut diduga disebabkan oleh sumber nutrisi yang terdapat dalam P3 mengandung bahan yang mudah terurai yang bisa dimanfaatkan oleh mikroorganisme, termasuk bakteri dekomposer. Dalam kondisi anaerob, bakteri metanogen akan berkembang biak dan mengubah media organik menjadi biogas, sementara bakteri koliform cenderung tidak bertahan dalam kondisi tersebut. Hal ini sejalan dengan penelitian Herawati dan Royani (2021) menunjukkan adanya proses fermentasi daun *gliricidia sepium* menghasilkan aktivitas metanogen dalam proses fermentasi anaerob dapat meningkatkan produksi asam laktat dan amoniak, serta dapat menurunkan pH yang membuat lingkungan tidak mendukung untuk pertumbuhan bakteri koliform.

Total Koliform Setelah Inkubasi 15 Hari pada Berbagai Media

Hasil total koliform yang diperoleh setelah diinkubasi 15 hari menunjukkan bahwa rata-rata koliform pada P1 sebesar 14,83 x 10^6 CFU/g yang berasal dari feses sapi potong dan P2 sebesar 8,5 x 10^6 CFU/g yang berasal dari limbah organik pasar jauh lebih tinggi dibandingkan dengan total bakteri nya. Hal ini dipengaruhi oleh bakteri awal yang ada pada media feses sapi potong berperan menciptakan lingkungan bagi pertumbuhan koliform, meskipun sudah dilakukan proses fermentasi. Sedangkan pada P2 media media limbah organik pasar mempunyai nilai koliform tinggi disebabkan oleh kandungan nutrisi yang dapat mendukung selama proses dekomposisi kondisi lingkungan seperti pH, suhu, dan kelembaban berpengaruh terhadap pertumbuhan koliform. Meskipun *maggot* berfungsi dapat mengurangi jumlah total bakteri, namun belum tentu secara efektif dapat mengurangi jumlah total koliform. Koliform dapat bertahan dalam kondisi *anaerobic* dan mesofilik, di mana kondisi tersebut sering terjadi dalam feses. Hal ini sejalan dengan penelitian Fauzi (2020) yang menunjukkan bahwa adanya koliform yang disebabkan oleh keberadaan feses ternak yang tercemar di dalam air, dimana bakteri ini dapat hidup pada kondisi *anaerobic* dan dapat tumbuh pada suhu mesofilik.

Faktor lain yang menyebabkan P1 memperoleh total koliform lebih tinggi yaitu disebabkan oleh media P1 memiliki suhu yang tinggi sesudah diinkubasi 15 hari sebesar 26^{o}C dan P2 sebesar 28,21^{o}C. Hal ini sejalan dengan pendapat Firda (2019) yang menyatakan bahwa bakteri koliform merupakan bakteri mesofil yang tumbuh dengan baik pada suhu antara 25^{o}C hingga 37^{o}C. Sedangkan pada media P3 yang berasal dari kombinasi feses sapi potong dan limbah pasar efektif pada pertumbuhan *maggot* karena memiliki rata-rata suhu awal sekitar 28,33^{o}C dan rata-rata suhu akhir 27,18^{o}C. Menurut Pelczar *et al.*, dalam (Ramadhani & Wahyuni, 2020) yang menjelaskan bahwa bakteri koliform diindikasikan sebagai bakteri berbentuk batang, gram negatif, tidak membentuk spora, serta bersifat aerobik dan anaerobik fakultatif. Bakteri ini mampu menguraikan laktosa dan menghasilkan gas serta asam dalam waktu 48 jam pada suhu 35°C. Bakteri koliform mampu bertahan dengan baik di lingkungan dalam kondisi ada oksigen maupun tanpa oksigen, tetapi lebih memilih lingkungan yang kaya oksigen (Sandra dan Jasin, 2022). Oleh karena itu, pengelolaan pada kondisi lingkungan sekitar dalam pertumbuhan *maggot Black Soldier Fly* (BSF) sangat penting untuk memaksimalkan efektivitas detritivora

ZIRAA'AH, Volume 50 Nomor 1, Februari 2025 Halaman 110-124 p-ISSN 1412-1468 e-ISSN 2355-3545

tersebut dalam menguraikan bahan organik dan juga mengurangi pertumbuhan jumlah total koliform.

KESIMPULAN

Kandungan nutrisi yang terdapat pada berbagai media yang berbeda berpengaruh nyata terhadap hasil total bakteri dan total koliform serta biomassa dan *frass* yang dihasilkan. Pada P1 (media 100% feses sapi potong) total bakteri sebesar 1,83 x 10^{10} CFU/g, P2 (media 100% limbah pasar) sebesar 7,16 x 10^{10} CFU/g, dan P3 (media kombinasi 50% feses sapi potong dan 50% limbah pasar) sebesar 1,16 x 10^{10} CFU/g. Sedangkan total koliform pada P1 (media 100% feses sapi potong) sebesar 14,83 x 10^{6} CFU/g, P2 (media 100% limbah pasar) sebesar 8,50 x 10^{6} CFU/g, dan P3 (media kombinasi 50% feses sapi potong dan 50% limbah pasar) sebesar 1,16 x 10^{6} CFU/g.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Rektor Universitas Padjadjaran atas hibah dana penelitian yang telah diberikan melalui skema *Academic Leadership Grant* (ALG) yang diketuai oleh Prof. Dr. Ir. Yuli Astuti Hidayati MP sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan dan diselesaikan dengan baik dan tepat waktu.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmad, R., & Sulistyowati, E. (2021). Pemberdayaan Masyarakat Budidaya Maggot Bsf Dalam Mengatasi Kenaikan Harga Pakan Ternak. *Jurnal Ilmu Ternak Dan Veteriner*, *26*(2), 145–152. https://doi.org/10.35194/je.v2i2.1763

Arslan Topal, E. I., Ünlü, A., & Topal, M. (2016). Effect of aeration rate on elimination of coliforms during composting of vegetable–fruit wastes. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agricult ure*, *5*(3), 243- 249. https://doi.org/10.1007/s40093-016-0134-6249.

Ayuti, N., Rahmadani, R., & Dewi, S. (2016). Viabilitas Mikroba dalam Media Fermentasi pada Pertumbuhan Maggot Black Soldier Fly. *Jurnal Biologi Tropis*, *2*(16), 45–53. https://doi.org/https://doi.org/10.29244/jintp.21.3.171-179

Buana, M. S., & Alfiah, T. (2021, October). Biokonversi Kotoran Ternak Sapi menggunakan Larva Black SoldierFly (Hermetia illucens). In *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan* (Vol. 9, No. 1, pp. 406-412).

Chen, G.-H., van Loosdrecht, M. C. M., Ekama, G. A., & Brdjanovic, D. (2020). *Biological wastewater treatment: principles, modeling and design*. IWA publishing. Doi: 10.2166/9781789060362

Devi Ambarwaty Oktavia, Dita Febrianti, & Vita Yanuar. (2021). *Pertumbuhan Bakteri pada Limbah Cair Perikanan Secara Spontan.*

Diener, S., Studt Solano, N. M., Roa Gutiérrez, F., Zurbrügg, C., & Tockner, K. (2011). Biological treatment of municipal organic waste using black soldier fly larvae. *Waste and Biomass Valorization*, 2, 357-363.

Fauzi, M., & Sari. (2018). Nutritional composition of Black Soldier Fly larvae (Hermetia illucens) as an alternative feed source for livestock. *Jurnal Peternakan Indonesia*, *20*(1), 47–54.

ZIRAA'AH, Volume 50 Nomor 1, Februari 2025 Halaman 110-124 p-ISSN 1412-1468 e-ISSN 2355-3545

Firda, pande, & endang. (2019). Kelimpahan Bakteri Coliform Pada Musim Kemarau di Perairan Laut Celukanbawang, Provinsi Bali. *Jurnal Current Trends in Aquatic Science*, *1*(2), 101–107.

Fuji, A. (2021). *Peran Magot sebagai Pengurai Sampah Organik dan Dijadikan Pakan Alternatif Peternakan dan Perikanan*. https://doi.org/https://doi.org/10.5281/zenodo.7212344

Herawati Dan, E., & Royani, M. (2021). *Janhus Journal Of Animal Husbandry Science Proses Fermentasi Anaerob Daun Gamal Terhadap Laju Perubahan Kadar Asam Laju Produksi Asam Laktat Dan Amonia (Anaerobic Fermentation Process of Gliricidia sepium Leaves to The Rate of Change In Acid Levels The Rate of Lactic Acid and Ammonia Production)*. www.journal.uniga.ac.id

Hidayati, Y. A., Nurachma, S., Badruzzaman, D. Z., Marlina, E. T., & Harlia, E. (2021). Utilization of sheep dung and rice straw with indigenous microbial agent to optimize vermicompost production and quality. *Biodiversitas*, *22*(12), 5445–5451. https://doi.org/10.13057/biodiv/d221227

Imani, S. P., Setiawati, A., Oktaviani, L., Surtikanti, H. K., & Priyandoko, D. (2024). Bakteri dalam proses produksi gas metana dari tumpukan sampah organik: Kajian pustaka. *Bioculture Journal*, *1*(2). Doi: 10.61511/bioculture.v1i2.2024.370

Irawan, D., & Khudori, A. (2015). *Pengaruh Suhu Anaerobik Terhadap Hasil Biogas Menggunakan Bahan Baku Limbah Kolam Ikan Gurame* (Vol. 4, Issue 1).

Jurnal Kesehatan Masyarakat, P., Malia Nurmalika, L., Khoirunnisa Apriyani, R., Studi, P. D., Kesehatan, A., & Piksi Ganesha, P. (2021). *Identifikasi Bakteri Coliform Pada Air Rendaman Tahu Yang Dijual Di Pasar Induk Kota Bandung*. *5*(2).

Karyono, T., & Laksono, J. (2019). Kualitas Fisik Kompos Feses Sapi Potong dan Kulit Kopi dengan Penambahan Aktivator Mol Bongkol Pisang dan EM4. *Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal of Animal Science)*, *21*(2), 154. https://doi.org/10.25077/jpi.21.2.154-162.2019

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik. (2020). *Laporan tentang Pengelolaan Limbah Organik. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia.*

Kurahman, T., Saputri, R., Studi Sarja Farmasi, P., Kesehatan, F., Sari Mulia, U., Selatan, K., & Artikel ABSTRAK, I. (2022). Analisis Cemaran Bakteri Coliform Dan Identifikasi Bakteri Escherichia Coli Pada Air Galon Didesa Sungai Danau. In *Journal of Pharmaceutical Care and Sciences* (Vol. 3, Issue 1). https://ejurnal.unism.ac.id/index.php/jpcs

Mahendra, F. (2021). *Karakterisasi Bakteri Coliform Pada Sumber Sumber Mata Air Masyarakat Di Desa Mumbul Sari* (Doctoral dissertation, UIN Mataram).

Mahulette, F., Venjelin Lesbassa, C., Pelamonia, A., & Pattipeilohy, M. (2024). *Kelimpahan dan Karakteristik Bakteri Coliform dalam Bakasang Sia-sia (Sipunculus nodus L) Abundance and Characteristics of Coliform Bacteria in Bakasang Sia-sia (Sipunculus nodus L)*. *13*(1), 160–166.

ZIRAA'AH, Volume 50 Nomor 1, Februari 2025 Halaman 110-124 p-ISSN 1412-1468 e-ISSN 2355-3545

https://journal.unesa.ac.id/index.php/lenterabio/index160

Muwakhid, B., Soebarinoto, & Sjofjan, O. (2007). Pengaruh Penggunaan Inokulum Bakteri Asam Laktat terhadap Kualitas Silase Limbah Sayuran Pasar sebagai Bahan Pakan. . *Jurnal Ilmu Peternakan*, *5*(2), 159–165. https://doi.org/10.14334/PROS.SEMNAS.TPV-2017-P.671-678

Nguyen, T. H. (2015). Utilization of Black Soldier Fly Larvae in Organic Waste Management and Animal Feed Production. *Journal of Insect Science*, *1*(15), 1–10.

Pelczar, M. J., Chan, E. C. S., & Krieg, N. R. (1993). *Microbiology: Concepts and Applications* (5th ed.). McGraw-Hill.

Pelczar, M. J., & Chan, E. C. S. (2001). *Manual of Microbiology Techniques*. New York: McGraw-Hill.

Pratomo, A. (2022). Seleksi Bakteri Asam Laktat Pada Fermentasi Spontan Biji Kopi Robusta dan Karakterisasi Enzim Selection of Lactic Acid Bacteria in Spontaneous Fermentation of Robusta Coffee Beans and Characterization of The Enzymes Produced. *Jurnal Teknologi Lingkungan Dan Rekayasa*, 34–42.

Pratomo, S. (2022). Suhu Optimal untuk Pertumbuhan Bakteri Asam Laktat dalam Fermentasi. *Jurnal Sains Dan Teknologi*, *1*(15), 22–30.

Putri, R. (2023). Efektivitas Larva Black Soldier Fly (Maggot) sebagai Metode Alternatif Penguraian Sampah Organik. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, *15*(1), 45–53.

Rahmadita, H., Yuli, Hidayati, A., & Harlia, Ellin. (2024). *Janhus Journal Of Animal Husbandry Science Analisis Total Bakteri Dan Koliform Pada Media Pertumbuhan Maggot Black Soldier Flies Dengan Formulasi Media Feses Sapi Potong, Endapan Susu, Dan Sampah Organik Dapur (Analysis of Total Bacteria and Coliforms In Black Soldier Flies Larvae Growth Media with Beef Cattle Feces, Milk sludge, and Kitchen Organic Waste Formulations)*. www.journal.uniga.ac.id

Ramadhani, M., & Wahyuni, S. (2020). Karakteristik Bakteri Koliform sebagai Indikator Kualitas Air. In *Jurnal Biologi dan Pendidikan Biologi* (Vol. 5, Issue 1).

Rizqiati, A., & Tim Peneliti. (2021). Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Total Asam, Total Bakteri Asam Laktat dan Warna Kefir Belimbing Manis (Averrhoa carambola). *Jurnal Mikrobiologi Terapan*, *2*(9), 101–110.

Safitry, R. Z., Marlina, T., & Harlia, E. (2024). *Identifikasi Bakteri Dan Kapang Pada Proses Pre-Treatment Campuran Feses Sapi Potong Dan Tandan Kosong Kelapa Sawit (Identification Of Bacteria And Molds In The Pre-Treatment Process Of Mixture Beef Cattle Feces And Empty Fruit Bunch)*. *49*, 492–504.

Sandra, R., & Jasin, M. (2022). Peranan Bakteri Koliform dalam Penilaian Kontaminasi Mikrobiologis pada Sumber Air. In *Jurnal Ilmu Lingkungan* (Vol. 15, Issue 3).

Satwika, T. D., Pramono, H., & Yulianti, D. M. (2023). Potensi Isolat Bakteri Selulolitik Toleran Panas Asal Tanah, Sampah Dapur, dan Kotoran Sapi Dalam Biodegradasi Serasah Daun. *Al Kauniyah: Jurnal Biologi*, *16*(

ZIRAA'AH, Volume 50 Nomor 1, Februari 2025 Halaman 110-124 p-ISSN 1412-1468 e-ISSN 2355-3545

2), 327335 https://doi.org/10.15408/kauniyah.v16i2.25616

Sitinjak, E., Harlia, E., & Kurniawan, A. (2020). Pengaruh Jenis Media Biakan Yang Difermentasi Dengan Mikroba EM4 Terhadap Pertumbuhan Dan Densitas Maggot Black Soldier Fly (Hermetia Illucens) Sebagai Pakan Ikan. *Jurnal Ilmu Pertanian*, *1*(5), 15–25.

Sugiyono. (2018). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta

Sumiati, S., & Yulianto, A. (2020). Pemanfaatan Maggot BSF dalam Pengelolaan Limbah Organik. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, *9*(2), 99–106.

Suriani, S., Magister Pengelolaan Sumberdaya Lingkungan, P., Brawijaya, U., Ilmu Tanah, J., Pertanian, F., & Biologi, J. (2013). Pengaruh Suhu dan pH terhadap Laju pertumbuhan Lima Isolat Bakteri Anggota Genus Pseudomonas yang diisolasi dari Ekosistem Sungai Tercemar Deterjen di sekitar Kampus Universitas Brawijaya Effect of temperature and pH on the growth rate of Five Bacterial Isolates Members of the Pseudomonas isolated from the Detergents Contaminated River Ecosystem around the UB Campus. *J-PAL*, *3*(2)

.

Tb.Benito A.K., Yuli Astuti Hidayati, Udju D Rusdi, & Eulis Tanti Marlina. (2010). Deteksi Jumlah Bakteri Total dan Coliform pada Sludge dari Proses Pembentukan Biogas Campuran Feses Sapi Potong dan Feses Kuda). *Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan*, *5*, 269–272. https://doi.org/10.22437/jiiip.v0i0.75

Widinugroho, D. A., Asri, M. T., Biologi, J., Matematika, F., Pengetahuan, I., Universitas, A., & Surabaya, N. (2022). *Pengaruh Fermentasi Nira Siwalan (Borassus flabellifer) terhadap Coliform dan Escherichia coli pada Selada (Lactuca sativa) Effect of Fermentation of Siwalan Sap (Borassus flabellifer) on Coliform and Escherichia coli in Lettuce (Lactuca sativa)*. *11*(1), 174 - 182. https://journal.unesa.ac.id/index.php/lenterabio/index

Yunilas, Y., Zain, M., Tanuwiria, U. H., & Syamsu, J. A. (2023). The balance of rumen degradable protein and readily available carbohydrate in sheep rations on in vitro fermentability. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*, *10*(4), 738.