

ANALISIS POTENSI PEMANFAATAN LIMBAH PRODUK CACAT ES KRIM DAN SERBUK TEH SEBAGAI SUMBER NUTRISI PADA BUDIDAYA MAGGOT

ADINDA MELIANDA NAINGGOLAN¹, GINA LOVA SARI^{1*}, PRASETYO HARISANDI²

1. Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Singaperbangsa Karawang
2. Program Studi Kewirausahaan, Universitas Pelita Bangsa

Email: ginalovasari@gmail.com

ABSTRAK

Aktivitas industri makanan di Indonesia terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk. Hal tersebut berakibat pada peningkatan timbulan limbah industri makanan. Salah satunya adalah limbah produk cacat industri makanan yang berasal dari kesalahan pada proses produksi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi pemanfaatan limbah produk cacat es krim dan serbuk teh sebagai sumber nutrisi pada budidaya maggot. Metode yang digunakan adalah rancangan acak lengkap dengan tiga perlakuan eksperimen dan kontrol dengan dua kali pengulangan. Perlakuan E1 (40,00% Es krim : 60,00% Teh); E2 (50,00% Es krim : 50,00% Teh); dan E3 (60,00% Es krim : 40,00% Teh). Kandungan nutrisi limbah dan tubuh maggot akan diamati dengan metode kjeldahl untuk protein, soxhlet untuk lemak, gravimetri untuk serat kasar, dan by difference untuk karbohidrat. Tingkat efektivitas maggot dalam mereduksi limbah diketahui melalui perhitungan konsumsi substrat dan indeks reduksi limbah. Hasil penelitian menunjukkan jika variasi limbah produk cacat es krim dan serbuk teh berpotensi untuk digunakan sebagai sumber nutrisi dalam budidaya maggot. Nilai efektivitas konsumsi substrat dan indeks reduksi limbah tertinggi diperoleh pada variasi E3, yaitu 54,00% dan 7,53%. Maggot hasil budidaya juga berpotensi untuk dimanfaatkan lebih lanjut sebagai pakan burung berkicau.

Kata kunci: maggot, limbah industri, produk cacat, reduksi limbah

ABSTRACT

The expansion of the food industry in Indonesia is occurring concurrently with the country's population growth. Consequently, the generation of waste associated with the food industry has increased. One such category is the food industry's defective products, which arise from errors in the production process. This study examines the potential for utilizing defective product waste of ice cream and tea powder as a source of nutrition in maggot cultivation. The methodology was a completely randomized design comprising three experimental and control treatments, with two repetitions each. The treatments were designated as E1 (40.00% ice cream: 60.00% tea), E2 (50.00% ice cream: 50.00% tea), and E3 (60.00% ice cream: 40.00% tea). The nutrient content of the waste and maggot bodies was observed using the Kjeldahl method for protein, the Soxhlet method for fat, gravimetric for crude fiber, and by difference for carbohydrates. The efficacy of maggots in reducing waste was determined through substrate consumption and waste reduction index. The findings indicate that the variation of defective product waste in ice cream and tea powder can potentially serve as a source of nutrition in maggot cultivation. The highest effectiveness value of substrate consumption and waste reduction index was observed in the E3 variation, with a value of 54.00% and 7.53%. Additionally, the cultivated maggot can be further utilized as a source of nutrition for songbirds.

Keywords: maggot, industrial waste, defective products, waste reduction

1. PENDAHULUAN

Aktivitas bisnis industri makanan di Indonesia terus mengalami peningkatan. Badan Pusat Statistik (BPS) mencatat berbagai jenis perusahaan yang masuk ke dalam kategori industri besar-sedang pada tahun 2021. Hasilnya, industri usaha makanan menjadi industri yang paling mendominasi dengan jumlah 7.498 unit, meningkat dari 6.677 unit pada tahun 2020.

Salah satu jenis industri makanan yang cukup populer di Indonesia adalah industri es krim dan teh. Data Euromonitor (2017) menyebutkan jika pasar es krim di Indonesia merupakan yang terbesar di Asia Tenggara, yaitu sebesar 158 juta liter dengan tingkat konsumsi sebesar 0,7 L/kapita (Kamalia dkk., 2018). Volume produksi industri teh di Indonesia pada tahun 2023 tercatat mencapai 122,7 ribu ton dengan konsumsi teh serbuk sebesar 2.136 ons/kapita/tahun (Badan Pusat Statistik, 2024). Nilai tersebut diperkirakan akan terus meningkat seiring dengan peningkatan jumlah penduduk di Indonesia.

Meningkatnya aktivitas industri es krim dan teh di Indonesia yang diikuti dengan pertumbuhan penduduk mengakibatkan peningkatan volume timbulan limbah industri. Limbah industri adalah produk samping dari aktivitas proses pengolahan bahan baku dan produksi yang berbentuk cair, padat, maupun gas (Martini, dkk., 2020). Salah satu jenis limbah industri adalah limbah produk cacat. Produk cacat adalah produk yang mengalami kerusakan atau kecacatan produksi sehingga tidak mampu memenuhi standar kualitas yang ditetapkan oleh perusahaan (Shiyamy dkk., 2021). Faktor yang memengaruhi timbulnya produk cacat adalah kesalahan mesin, metode, material/bahan baku, manusia, hingga lingkungan kerja (Dewi dkk., 2018). Perusahaan sangat memerhatikan produk yang beredar di pasaran sehingga produk cacat umumnya akan dijual dengan harga dan bentuk yang berbeda atau langsung dimusnahkan.

Limbah produk cacat es krim dan teh berpotensi mengandung bahan organik yang dapat dimanfaatkan. Menurut Deosarkar dkk. (2006) es krim memiliki kandungan protein 15% lebih banyak dari susu dan lemak sebanyak tiga hingga empat kali lebih tinggi dibandingkan susu. Menurut Dzakiyyah dkk. (2023) serbuk teh memiliki kandungan protein, karbohidrat, dan serat kasar. Hal ini menunjukkan adanya potensi kandungan nutrisi dalam produk cacat es krim dan serbuk teh yang dapat dimanfaatkan lebih lanjut dibandingkan dimusnahkan begitu saja. Setiawan (2022) menyebutkan kecacatan produksi es krim yang dialami oleh salah satu produsen di Jawa Tengah mencapai 18,86% dari total produksi 78.000 pcs pada bulan Juli hingga Desember 2019. Wulansari, dkk. (2020) menyebutkan jika limbah padat teh (*tea fluff*) di Indonesia mencapai angka 8-10 ton dalam setahun.

Salah satu solusi pemanfaatan limbah produk cacat es krim dan teh adalah dengan memanfaatkannya sebagai sumber nutrisi dalam budidaya maggot. Maggot adalah larva dari lalat *Black Soldier Fly* (BSF) atau *Hermetia illucens* yang merupakan salah satu jenis lalat hitam besar yang berasal dari Amerika (Mangisah dkk., 2022). Lalat BSF memiliki lima fase dalam siklus hidupnya dan membutuhkan waktu setidaknya 40 hari untuk mencapai seluruh siklus (Masir & Fausiah, 2020). Menurut Tim Energi dan Pengelolaan Limbah (2023) fase pertama adalah fase dewasa yang berlangsung selama 3-5 hari, kemudian fase telur selama 4 hari. Selanjutnya, fase larva sekitar 14-18 hari, fase prepupa sekitar 6-7 hari, dan fase pupa sekitar 10 hari hingga 1 bulan.

Maggot mampu mendegradasi sampah atau limbah yang mengandung bahan organik hingga 70%, sehingga umum dimanfaatkan sebagai agen biokonversi limbah (Diener dkk., 2011). Lalat BSF juga termasuk ke dalam lalat sehat karena tidak membawa vektor penyakit dan tidak hinggap di sampah (Nugroho dkk., 2022). Maggot juga dapat digunakan sebagai

substitusi atau bahan tambahan untuk pakan ikan, unggas, hingga hewan ternak karena kandungan protein dalam tubuhnya yang cukup tinggi (Widigdyo, 2023). Maggot juga diketahui memiliki kandungan anti mikroba dan anti jamur yang dapat meningkatkan kekebalan tubuh ikan, unggas, hingga hewan ternak terhadap bakteri dan jamur (Triwijayani dkk., 2023).

Namun, hingga saat ini belum ada penelitian yang mengkaji mengenai efektivitas potensi pemanfaatan limbah produk cacat industri makanan sebagai sumber nutrisi dalam budidaya maggot. Maka dari itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji potensi pemanfaatan limbah produk cacat es krim dan serbuk teh sebagai sumber nutrisi pada budidaya maggot.

2. METODE

Limbah Es Krim dan Serbuk Teh

Limbah es krim dan serbuk teh diperoleh dari salah satu perusahaan pemusnah limbah produk cacat di Kabupaten Bekasi, Jawa Barat. Limbah es krim dan serbuk teh yang digunakan adalah es krim coklat dan teh hitam. Es krim coklat dan teh hitam dipilih karena mudah dijumpai dan juga digemari di Indonesia (Wanaputra dkk., 2020).

Limbah es krim dan serbuk teh yang diperoleh disimpan di dalam boks jerigen yang kemudian dimasukkan ke dalam lemari pendingin. Penyimpanan limbah pada suhu rendah bertujuan untuk menjaga kondisi limbah tetap baik dan menghindari pertumbuhan mikroba dalam limbah. Menurut Hakim dkk., (2017) penyimpanan bahan makanan pada kondisi dingin bertujuan untuk menahan mikroba perusak makanan berkembang.

Penelitian dimulai dengan melakukan pengujian potensi kandungan bahan organik limbah dalam skala laboratorium di Unit Laboratorium Terpadu, Institut Pertanian Bogor. Metode pengujian laboratorium mengikuti dokumen instruksi kerja laboratorium pangan dan produk pertanian (IK.LP) Institut Pertanian Bogor. Parameter dan metode uji yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.

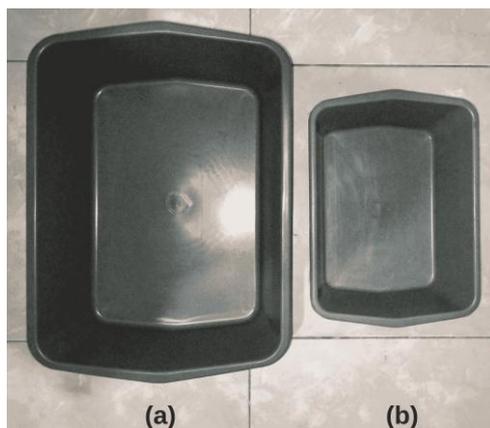
Tabel 1. Parameter dan metode uji limbah

Parameter	Metode Uji
Protein	Kjeldahl (IK.LP-04.5-LT-1.0, 2015)
Lemak	<i>Sohxlet</i> (IK.LP-04.4-LT-1.1, 2015)
Serat kasar	Gravimetri (IK.LP-04.13-LT-1.0, 2015)
Karbohidrat	<i>By difference</i> (Association of Official Agricultural Chemist, 2005)

Kultivasi Maggot

Wadah media tetas atau biopon yang digunakan terdiri atas dua jenis, yaitu biopon penetasan dan pembesaran yang masing-masing berukuran 40 x 32 x 13 cm dan 31 x 26 x 12 cm. Jumlah masing-masing biopon yang digunakan adalah sebanyak 6 buah. Bentuk biopon yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 1.

Telur lalat BSF diperoleh dari Bank Sampah Bengle, Kecamatan Majalaya, Kabupaten Karawang. Sebanyak 0,3 g telur maggot ditetaskan dengan media tetas berupa campuran dedak basah dan ampas kedelai (2:1). Penggunaan ampas kedelai dan dedak dipilih karena mudah dijumpai dan memiliki kandungan nutrisi yang cukup baik. Menurut Murni, Suparjo, & B.L (2008) dedak mengandung protein kasar sebesar 12-14%, lemak 7-19%, abu 9-12%, dan serat kasar 8-13%. Ampas kedelai mengandung protein dan serat sebesar 35-45% dan 15% (Yustina & Abadi, 2012).



Gambar 1. Biopon yang digunakan (a) biopon pembesaran dan (b) biopon penetasan

Telur lalat BSF ditetaskan selama 4 hari di dalam media tetas (Tim Energi dan Pengelolaan Limbah, 2023) kemudian dikultivasi selama 5 hari di dalam media yang sama. Proses kultivasi dalam penelitian ini bertujuan untuk memastikan maggot siap untuk diberikan perlakuan eksperimen. Maggot usia 6 hari yang telah selesai melewati fase kultivasi kemudian dipindahkan ke media pembesaran untuk dilanjutkan dengan eksperimen pemberian limbah selama 12 hari. Selama masa penelitian, seluruh biopon ditutup dengan jaring untuk menghindari serangga, cecak, atau binatang lain masuk ke dalam biopon yang dapat mengganggu pertumbuhan maggot (Hakim dkk., 2017).

Eksperimen

Penelitian ini menggunakan metode rancangan acak lengkap dengan 3 perlakuan eksperimen dan kontrol dengan 2 kali ulangan yang dapat dilihat pada Tabel 2. Limbah es krim dan teh yang akan digunakan terlebih dahulu dikondisikan di suhu ruang. Masing-masing perlakuan diberikan bobot total limbah sebanyak 1 kg untuk masa penelitian selama 12 hari. Variasi pemberian pakan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Variasi pemberian pakan

Variasi (w/w)	Keterangan
E1	Es krim 40% : Teh 60%
E2	Es krim 50% : Teh 50%
E3	Es krim 60% : Teh 40%

Perlakuan pemberian nutrisi dilakukan setiap hari secara bertahap. Rincian pemberian bobot limbah dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Rincian pemberian bobot limbah yang diberikan

Variasi (w/w)	Hari ke-		Hari ke-									
	1 (g)	2 (g)	3 (g)	4 (g)	5 (g)	6 (g)	7 (g)	8 (g)	9 (g)	10 (g)	11 (g)	12 (g)
E1	33	33	34	66	66	68	100	100	100	133	133	134
E2	33	33	34	66	66	68	100	100	100	133	133	134
E3	33	33	34	66	66	68	100	100	100	133	133	134

Analisis dan Pengolahan Data

Data yang dianalisis adalah parameter konsumsi substrat, indeks reduksi limbah, dan kandungan nutrisi maggot. Nilai konsumsi substrat dan indeks reduksi limbah dianalisis

setiap 3 hari sekali, yaitu pada hari ke-3, hari ke-6, hari ke-9, dan hari ke-12. Kandungan nutrisi maggot dianalisis pada hari terakhir masa penelitian, yaitu hari ke-12.

1. Konsumsi Substrat

Konsumsi substrat atau *substrate consumption* (SC) dilakukan untuk mengetahui banyaknya nutrisi substrat yang dikonsumsi maggot selama masa penelitian (Hakim dkk., 2017). Persamaan yang digunakan untuk menentukan nilai SC menurut Diener dkk., (2009) ditunjukkan pada Persamaan (1).

$$SC (g) = \frac{\text{Massa pakan awal (g)} - \text{Massa pakan akhir (g)}}{\text{Massa pakan awal (g)}} \times 100\% \quad (1)$$

2. Indeks Reduksi Limbah

Indeks reduksi limbah atau *waste reduction index* (WRI) adalah nilai indeks yang menunjukkan jumlah pengurangan limbah oleh maggot dalam waktu tertentu. Tinggi rendahnya nilai WRI menunjukkan tingkat kemampuan maggot dalam mereduksi limbah. Nilai WRI dihitung dengan menggunakan persamaan yang dikemukakan oleh Diener dkk. (2009) pada Persamaan (2).

$$WRI = \frac{(W-R) \cdot t}{W} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

WRI = indeks reduksi limbah (%), t = waktu yang diperlukan untuk mendegradasi sampah (hari), W = jumlah sampah sebelum terdegradasi (g), dan R = jumlah residu (g)

3. Kandungan Nutrisi Maggot

Pengujian kandungan nutrisi maggot dilakukan di Unit Laboratorium Terpadu, Institut Pertanian Bogor. Bertujuan untuk mengetahui hubungan antara kandungan nutrisi dalam tubuh maggot dengan variasi eksperimen yang diberikan. Parameter dan metode uji kandungan nutrisi maggot dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Paramater dan metode uji kandungan nutrisi maggot

Parameter	Metode Uji
Kadar air	Oven (IK.LP-04.2-LT-1.1, 2017)
Protein	Kjedahl (IK.LP-04.5-LT-1.0, 2015)
Lemak	Soxhlet (IK.LP-04.4-LT-1.1, 2015)
Kadar abu	Oven (IK.LP-04.1-LT-1.1, 2017)
Karbohidrat	<i>By difference</i> (Association of Official Agricultural Chemist, 2005)
Serat kasar	Gravimetri (IK.LP-04.13-LT-1.0, 2015)

3.HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Kandungan Limbah

Hasil uji kandungan variasi limbah dapat dilihat pada Tabel 5. Hasil analisis menunjukkan jika seluruh variasi mengandung sumber nutrisi protein, lemak, karbohidrat, dan serat kasar yang dapat dimanfaatkan untuk budidaya maggot.

Kandungan lemak dan protein tertinggi ditemukan pada variasi E2, yaitu sebesar 5,62% dan 1,31%. Kondisi ini sesuai dengan pernyataan Deosarkar dkk. (2006) yang menyebutkan jika es krim memiliki kandungan lemak 3 kali lipat lebih banyak dibandingkan susu dan 15,00% lebih tinggi kadar proteinnya dibandingkan susu. Teh juga diketahui memiliki kandungan protein sebesar 21,00-28,00% dari berat daun keringnya (Gu dkk., 2002).

Tabel 5 Hasil uji kandungan limbah

Variasi (w/w)	Parameter (%w/w)			
	Protein	Lemak	Karbohidrat	Serat Kasar
E1	5,46	1,20	38,27	2,65
E2	5,62	1,31	34,6	2,54
E3	4,11	1,27	32,62	2,74

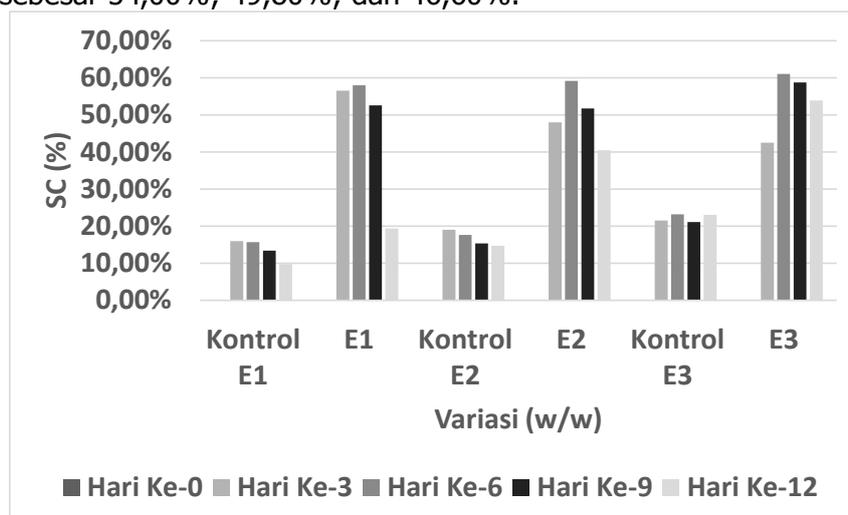
Kandungan karbohidrat tertinggi ditemukan pada variasi E1 yaitu sebesar 38,27%. Hal ini terjadi karena teh diketahui mengandung karbohidrat dalam bentuk sukrosa, glukosa, dan fruktosa (Setyawati, 2024). Begitu juga dengan Es krim yang diketahui memiliki kandungan karbohidrat dari susu (Deosarkar dkk., 2006).

Kandungan serat kasar dalam ketiga variasi limbah tidak jauh berbeda, yaitu berkisar antara 2,54-2,74%. Hal ini mungkin terjadi karena variasi komposisi limbah yang digunakan tidak jauh berbeda. Kandungan serat kasar tertinggi ditemukan pada variasi E3 yaitu sebesar 2,74%. Teh diketahui mengandung serat kasar dan selulosa sebesar 34% (Setyawati, 2024) dan lignin sebesar 22% dari total berat daun kering (Sutedjo, 2023). Es krim memiliki kandungan serat sebesar 0,7 g dalam 100 g es krim (Wulandari dkk., 2022).

Kandungan nutrisi dalam variasi limbah menunjukkan jika seluruh variasi dapat digunakan sebagai sumber nutrisi dalam budidaya maggot. Terutama bagi kehidupan maggot di usia 0-14 hari yang membutuhkan lebih banyak protein, lemak, dan karbohidrat (Cicilia & Susila, 2018). Mokolensang dkk., (2018) juga menyebutkan jika kandungan nutrisi yang mencukupi mampu meningkatkan angka produksi dan perkembangan maggot.

Konsumsi Substrat

Konsumsi substrat menunjukkan banyak jumlah pakan yang dikonsumsi oleh maggot selama masa penelitian (Hakim dkk., 2017). Hasil analisis konsumsi substrat dapat dilihat pada Gambar 2. Rata-rata konsumsi substrat tertinggi secara berturut-turut adalah variasi E3, E2, dan E1 yaitu sebesar 54,00%; 49,80%; dan 46,60%.

**Gambar 2 Konsumsi substrat**

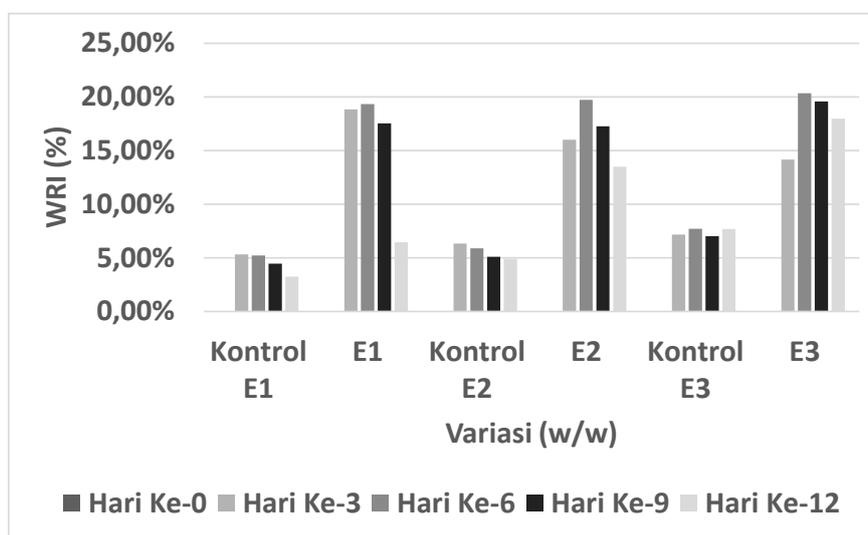
Berdasarkan hasil analisis diketahui jika nilai konsumsi substrat masing-masing variasi meningkat seiring dengan bertambahnya waktu. Namun, pada akhir masa penelitian nilai konsumsi substrat cenderung menurun. Naik dan turunnya nilai konsumsi substrat mungkin dipengaruhi oleh siklus hidup maggot. Maggot usia muda cenderung membutuhkan sumber

nutrisi yang lebih banyak dibandingkan maggot yang mulai memasuki fase pupa, yaitu hari ke-9 pada masa penelitian atau hari ke-14 sejak menetas. Maggot dalam fase pupa akan mulai mengurangi waktu makannya dan mulai menyimpan cadangan makanan untuk memasuki tahap metamorfosis menjadi lalat (Mangisah dkk., 2022).

Selain itu, tinggi rendahnya nilai konsumsi substrat juga dipengaruhi oleh tekstur, kandungan nutrisi substrat, dan kandungan air (Dafri dkk., 2022). Dortmunds dkk.,(2017) menyebutkan jika substrat yang lebih halus dapat tersebar lebih merata pada media budidaya sehingga mendorong pertumbuhan bakteri pada media lebih cepat yang membantu mempercepat penguraian substrat. Pernyataan tersebut sesuai dengan hasil penelitian yang menunjukkan jika konsumsi substrat tertinggi berada pada variasi E3 karena cenderung memiliki tekstur yang lebih halus dibandingkan variasi lainnya.

Indeks Reduksi Limbah

Nilai indeks reduksi limbah menunjukkan kemampuan maggot dalam mereduksi limbah. Hasil perhitungan indeks reduksi limbah dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Indeks reduksi limbah

Nilai indeks reduksi limbah tertinggi diperoleh secara berturut-turut pada variasi E3, E2, dan E1 yaitu 14,41%; 13,29%; dan 12,43% pada hari keenam. Berdasarkan hasil analisis terlihat jika nilai indeks reduksi limbah berbanding lurus dengan nilai konsumsi substrat. Dafri dkk. (2022) menyebutkan jika nilai indeks reduksi limbah menunjukkan tingkat efisiensi dan efektivitas maggot dalam mereduksi nutrisi yang diberikan. Semakin besar nilai indeks reduksi limbah maka akan semakin baik efisiensi reduksi substrat yang dihasilkan. Pernyataan tersebut menunjukkan jika variasi E3 menjadi variasi paling baik efisiensi reduksi substratnya karena memiliki nilai indeks reduksi limbah yang paling tinggi.

Hubungan Nutrisi Limbah Terhadap Kandungan Makronutrien Maggot

Hasil uji karakteristik maggot menunjukkan nilai kandungan nutrisi dalam tubuh maggot. Hasil uji kandungan nutrisi maggot dapat dilihat pada Tabel 6.

Berdasarkan data hasil uji kandungan nutrisi maggot terlihat tidak adanya perbedaan yang signifikan antar variasi limbah. Hal ini mungkin terjadi karena perbedaan komposisi antar variasi limbah yang diberikan tidak terlalu jauh berbeda. Kandungan nutrisi maggot tertinggi

pada penelitian ini diperoleh pada variasi E2 yaitu sebesar 8,90%. Nilai tersebut sejalan dengan hasil uji kandungan nutrisi limbah pada Tabel 5 yang menunjukkan nilai protein tertinggi juga diperoleh pada variasi E2, yaitu sebesar 5,62%.

Tabel 6. Hasil uji kandungan nutrisi maggot

Variasi (%w/w)	Parameter (%w/w)					
	Kadar Air	Protein	Lemak	Kadar Abu	Karbohidrat	Serat Kasar
E1	79,70	7,70	3,50	2,10	7,10	2,20
E2	77,90	8,90	4,20	2,20	6,90	2,30
E3	77,60	8,10	3,60	2,20	8,40	2,40

Nilai kandungan protein dalam tubuh maggot pada penelitian ini terlihat lebih rendah apabila dibandingkan dengan penelitian terdahulu. Penelitian yang dilakukan oleh Azir dkk., (2017) dengan menggunakan limbah ikan 50% + limbah sayuran 50% menghasilkan nilai protein sebesar 41,22%. Penelitian serupa yang dilakukan oleh Amran dkk., (2021) dengan menggunakan ampas tahu yang difermentasi dengan Natura Organik Decomposer memberikan nilai protein sebesar 52,40%. Hal ini mungkin terjadi karena kandungan protein dalam variasi limbah pada penelitian ini lebih sedikit yaitu berkisar 4,11-5,62%.

Kandungan nutrisi maggot yang ditunjukkan pada Tabel 6 memperlihatkan adanya potensi lebih lanjut untuk digunakan sebagai pakan burung berkicau. Hal ini terlihat dari kandungan nutrisinya yang dekat dengan syarat mutu pakan burung berkicau. Syarat mutu pakan burung berkicau menurut SNI 8512 (2018) dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Syarat mutu pakan burung berkicau

No.	Parameter	Satuan	Mutu I	Mutu II
1.	Kadar air (maks)	%	12,00	12,00
2.	Abu (maks)	%	9,00	4,00
3.	Lemak (maks)	%	3,00	3,00
4.	Serat kasar (maks)	%	9,00	9,00
5.	Protein (min)	%	14,00	8,00

Sumber: SNI 8512 (2018)

1. Protein

Berdasarkan data pada Tabel 6, kandungan protein tertinggi dimiliki oleh maggot pada variasi E2, yaitu 8,90%. Hal ini sesuai dengan hasil uji kandungan variasi limbah pada Tabel 5 yang menunjukkan nilai tertinggi dibandingkan variasi lainnya, yaitu 5,62%. Data pada Tabel 7 menunjukkan nilai kandungan protein pada tubuh maggot telah memenuhi syarat mutu 2 untuk pakan burung berkicau, yaitu minimal 8,00%. Burung berkicau membutuhkan protein untuk menjaga metabolisme tubuhnya. Burung berkicau yang kekurangan protein lebih berpotensi menjadi kerdil, mengalami kerusakan bulu, enggan berkicau, dan berperilaku menyimpang (J & Widiarso, 2016).

2. Lemak

Kandungan lemak tertinggi dimiliki oleh variasi E2, yaitu 4,20%. Hal ini sejalan dengan nilai hasil uji kandungan limbah pada Tabel 5 yang menunjukkan jika variasi E2 memiliki kandungan lemak tertinggi dibandingkan variasi lainnya, yaitu sebesar 1,31%. Menurut Azir dkk. (2017) kandungan lemak dalam tubuh maggot memiliki hubungan terbalik dengan kadar air. Semakin tinggi kandungan kadar air dalam tubuh maggot maka akan semakin rendah kandungan lemaknya.

Berdasarkan data pada Tabel 7, kandungan lemak pada tubuh maggot melebihi syarat mutu yang ditetapkan, yaitu maksimal 3,00%. J & Widiarso (2016) menyebutkan jika lemak sangat dibutuhkan dalam perkembangan hidup burung berkicau karena menjadi sumber energi, insulator, pelindung bagian tubuh, dan pembawa vitamin. Namun, kadar lemak yang berlebih dapat mengakibatkan burung mengalami diare atau obesitas sehingga dapat mengakibatkan burung malas berkicau dan berkembang biak.

3. Karbohidrat

Kandungan karbohidrat tertinggi dalam tubuh maggot ditemukan pada variasi E3 yaitu sebesar 8,40%. Kandungan karbohidrat tidak tercantum dalam Tabel 7 sebagai syarat mutu pakan burung berkicau. Namun, menurut J & Widiarso (2016) burung berkicau membutuhkan karbohidrat sebagai sumber energi, pembakar lemak, dan menjaga fungsi pencernaan burung.

4. Kadar Air

Kandungan kadar air pada tubuh maggot pada penelitian ini cukup tinggi, yaitu berkisar 77,60-79,70%. Hal ini sesuai dengan pernyataan Fahmi (2015) bahwa maggot bersifat menyerap atau mengabsorpsi kandungan air yang terdapat pada media tumbuhnya sehingga akan memengaruhi kadar air yang terdapat pada tubuh maggot.

Berdasarkan Tabel 7, kandungan kadar air yang dibutuhkan pada pakan burung berkicau maksimal 12,00%. Maka dari itu kandungan air dalam maggot pada penelitian ini melebihi standar yang ditentukan. Penyesuaian kandungan air dalam tubuh maggot dapat dilakukan lebih lanjut agar dapat memenuhi standar pakan burung berkicau yang ditetapkan.

5. Kadar Abu

Kadar abu dalam tubuh maggot terlihat tidak jauh berbeda, yaitu berkisar 2,10-2,20%. Menurut (Azir dkk., 2017), kadar abu yang terkandung dalam bahan menunjukkan tingginya mineral pada bahan tersebut. Berdasarkan data Tabel 7, kandungan abu yang dibutuhkan telah sesuai dengan syarat mutu 1 dan 2 pakan burung berkicau, yaitu kurang dari 9,00% dan 4,00%.

6. Serat Kasar

Kandungan serat kasar dalam tubuh maggot tertinggi berada pada variasi E3, yaitu 2,40%. Kandungan serat kasar berkaitan dengan kadar dan jenis serat dalam nutrisi yang diberikan. Berdasarkan Tabel 7, kandungan serat kasar telah sesuai dengan syarat mutu pakan burung berkicau yang dibutuhkan, yaitu maksimal 9,00%.

4. KESIMPULAN

Limbah produk cacat es krim dan teh mengandung kadar protein, lemak, serat kasar, dan karbohidrat yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi dalam budidaya maggot. Nilai tingkat konsumsi substrat dan indeks reduksi limbah tertinggi diperoleh pada variasi E3, yaitu sebesar 54,00% dan 14,45%. Maggot hasil budidaya juga berpotensi untuk digunakan lebih lanjut sebagai pakan tambahan dalam pakan burung berkicau karena kandungan nutrisinya yang dekat dengan standar mutu yang ditetapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Amran, M., Nuraini, & Mirzah. (2021). Pengaruh media biakan fermentasi dengan mikroba yang berbeda terhadap produksi maggot black soldier fly (*Hermetia illucens*). *Jurnal Peternakan*, 18(1), 41–50.
- Association of Official Agricultural Chemist. (2005). *Methods of analysis*. Washington DC: Association of Official Agricultural Chemist.
- Azir, A., Harris, H., Bayu, R., & Haris, K. (2017). Produksi dan kandungan nutrisi Maggot (*Chrysomya Megacephala*) menggunakan komposisi media kultur berbeda. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perikanan Dan Budidaya Perairan*, 12(1), 34–40.
- Badan Pusat Statistik. (2024). *Statistik Indonesia (Vol. 52)*. Indonesia: Badan Pusat Statistik.
- Cicilia, P. A., & Susila, N. (2018). Potensi ampas tahu terhadap produksi Maggot (*Hermetia illucens*) sebagai sumber protein pakan ikan. *Anterior Jurnal*, 18(1), 40–47.
- Dafri, I., Nahrowi, & Jayanegara, A. (2022). Teknologi penyiapan pakan protein moderate dan strateginya untuk meningkatkan produktivitas Maggot. *Jurnal Ilmu Nutrisi Dan Teknologi Pakan*, 20(1), 25–29.
- Deosarkar, S. S., Kalyankar, S. D., Pawshe, R. D., & Khedkar, C. D. (2006). Ice cream: Composition and health effects. In *Encyclopedia of Food and Health (Vol. 3, pp. 385–390)*. Oxford: Academic Press.
- Dewi, H., Maryam, M., & Sutiyarno, D. (2018). Analisa produk cacat menggunakan metode peta kendali P dan root cause analysis. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 7(2), 10–18.
- 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(4), 357–363.
- Diener, S., Zurbrügg, C., & Tockner, K. (2009). Conversion of organic material by black soldier fly larvae: Establishing optimal feeding rates. *Waste Management and Research*, 27(6), 603–610. Retrieved from <https://doi.org/10.1177/0734242X09103838>
- Dortmans, B., Diener, S., Verstappen, B., & Zurbrügg, C. (2017). Proses pengolahan sampah organik dengan Black Soldier Fly (BSF): Panduan langkah-langkah lengkap.
- Dzakiyyah, M., Rustamsyah, A., Syamsudin, R. M. A. R., & Sujana, D. (2023). Review : aktivitas farmakologi dan studi fitokimia teh hitam Indonesia (*Camellia sinensis (L.) Kuntze*). *Medical Sains: Jurnal Ilmiah Kefarmasian*, 8(1), 193–200.
- Fahmi, M. R. (2015). Optimalisasi proses biokonversi dengan menggunakan mini-larva *Hermetia illucens* untuk memenuhi kebutuhan pakan Ikan. In *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*. Surakarta: Masyarakat Biodiversitas Indonesia.
- Gu, Q., Lu, J., & Ye, B. (2002). *Tea chemistry*. Hefei: Chinese University of Science and Technology Publishing.
- Hakim, R. A., Prasetya, A., & Petrus, M. B. T. H. (2017). Studi laju umpan pada proses biokonversi limbah pengolahan tuna menggunakan larva *Hermetia illucens*. *JBP Kelautan Dan Perikanan*, 12(2), 179–192.
- IK.LP-04.1-LT-1.1. (2017). Instruksi kerja pangan dan produk pertanian-kadar abu total dan abu pakan. Institut Pertanian Bogor.
- IK.LP-04.2-LT-1.1. (2017). Instruksi kerja pangan dan produk pertanian-kadar air. Institut Pertanian Bogor.
- IK.LP-04.4-LT-1.1. (2015). Instruksi kerja pangan dan produk pertanian-kadar lemak. Institut Pertanian Bogor.
- IK.LP-04.5-LT-1.0. (2015). Instruksi kerja pangan dan produk pertanian-protein. Institut Pertanian Bogor.
- IK.LP-04.13-LT-1.0. (2015). Instruksi kerja pangan dan produk pertanian-serat kasar. Institut Pertanian Bogor.

- J, D., & Widiarso, B. P. (2016). Manfaat nutrisi bagi performa burung kicauan. *Jurnal Pengembangan Penyuluhan Pertanian*, 13(23), 97–108.
- Kamalia, Y., Fatimah, F., & Tyas, M. W. (2018). Pengaruh variasi kemasan, cita rasa, dan harga terhadap keputusan pembelian es krim Aice pada masyarakat Desa Sabrang. Universitas Muhammadiyah, Jember.
- Mangisah, I., Mulyono, & Yuniarto, D. V. (2022). Maggot bahan pakan sumber protein untuk unggas. UNDIP Press Semarang.
- Martini, S., Yuliawati, E., & Kharismadewi, D. (2020). Pembuatan teknologi pengolahan limbah cair industri. *Distilasi*, 5(2), 26–33.
- Masir, U., & Fausiah, A. (2020). Produksi maggot Black Soldier Fly (BSF) (*Hermetia illucens*) pada media ampas tahu dan feses ayam. *Agrovital: Jurnal Ilmu Pertanian*, 5(2), 87–90.
- Mokolensang, F. J., Hariawan, M. G. V., & Manu, L. (2018). Maggot (*Hermetia illucens*) sebagai pakan alternatif pada budidaya ikan. *Budidaya Perairan*, 6(3), 32–37.
- Murni, R., Suparjo, & B.L, G. (2008). Pemanfaatan limbah sebagai bahan pakan ternak. (F.P. Laboratorium Makanan Ternak,Ed.). Universitas Jambi.
- Nugroho, A. R., Aryani, R., Manurung, H., Sari, R. I. W., Sanjaya, S. A., Suprihanto, D., ... Prahastika, W. (2022). Maggot dan lalat tentara hitam (1st ed.). PT Insan Cendekia Mandiri Group.
- Setiawan, D. A. (2022). Pengendalian kualitas untuk mengurangi jumlah produk cacat pada mesin es loli dengan menggunakan metode six sigma (Studi Kasus: CV. Prima Es Krim) (Undergraduate Thesis). Universitas Islam Sultan Agung, Semarang.
- Setyawati, D. (2024). Proses produksi teh hitam dengan metode CTC (Crushing, Tearing, Curling) di PT. Perkebunan Nusantara XII Kebun Bantaran Afdeling Sirah Kencong Blitar (Project Report). UPN 'Veteran' Jawa Timur, Surabaya.
- Shiyamy, F. A., Rohmat, S., & Sopian, A. (2021). Analisis pengendalian kualitas produk dengan statistical process control. *Jurnal Ilmiah Manajemen*, 2(2), 32–45.
- SNI 8512. (2018). Pakan burung berkicau. Badan Standardisasi Nasional.
- Sutedjo, N. Y. (2023). Proses produksi teh hitam metode orthodox di PT. Pagilaran unit produksi Kaliboja Kabupaten Pekalongan Jawa Tengah (Project Report). UPN Veteran Jawa Timur, Surabaya.
- Tim Energi dan Pengelolaan Limbah. (2023). Budidaya lalat hitam/black soldier fly (*Hermetia illucens*) untuk biokonversi limbah organik. Panduan Praktis Budidaya. Universitas Gadjah Mada.
- Triwijayani, A. U., Lahom, A. W., Bana, F. M. E., Saputra, P. H., Narendra, K. D., Sihombing, E. P., & Elfatma, O. (2023). Kasgot (bekas kotoran maggot) sebagai alternatif pupuk organik dan media tanam cabai merah keriting (*Capsicum annum L.*). *Tropical Plantation Journal*, 2(2), 80–85.
- Wanaputra, F., Liem, D., & Lambertus, E. (2020). Proses pengolahan teh hitam metode CTC di PT. Perkebunan Nusantara XII Kebun Wonosari Malang. Retrieved from Surabaya:
- Widigdyo, A. (2023). Pengaruh substitusi tepung ikan oleh tepung Maggot Black Soldier Fly (BSF) dalam pembuatan pakan terhadap nilai konsumsi pakan, HDP dan berat telur ayam petelur periode layer. *JAMI: Jurnal Ahli Muda Indonesia*, 4(1), 109–114.
- Wulandari, P. D., Fitriyanti, R. A., Isworo, T. J., & Handarsari, E. (2022). Sifat fisik, daya terima, dan kadar serat es krim dengan penambahan buah bit (*Beta vulgaris L.*). In *Prosiding Seminar Nasional UNIMUS*. Semarang: Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Wulansari, R., Yuniarti, A., & Rezamela, E. (2020). Efektifitas pembuatan kompos limbah pabrik teh hijau (tea fluff) menggunakan EM4 dan pupuk kandang sapi, 18(1).
- Yustina, I., & Abadi, R. F. (2012). Potensi tepung dari ampas industri pengolahan kedelai sebagai bahan pangan. In *Seminar Nasional: Kedaulatan Pangan dan Energi*. Bangkalan.

