

JURNAL METAMORFOSA

Journal of Biological Sciences eISSN:

2655-8122

<http://ojs.unud.ac.id/index.php/metamorfosa>

Performa Larva Lalat Tentara Hitam (*Hermetia illucens*) sebagai Biokonversi Limbah Industri Pengolahan Carica Dieng (*Vasconcellea pubescens*) di Wonosobo

Performance of Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) Larva as Bioconversion of Carica Dieng (*Vasconcellea pubescens*) Treatment Industry Waste in Wonosobo

Irma Fatmanintyas¹, Trisnowati Budi Ambarningrum^{1*}, Atang², Trisno Haryanto³, Eko Setiyono⁴

^{1,2,3}Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Jln. dr. Suparno 63 Purwokerto 53122

*email: trisnowati.ambarningrum@unsoed.ac.id

INTISARI

Limbah berupa kulit dan biji yang berasal dari industri pengolahan carica Dieng (*Vasconcellea pubescens*) dapat menjadi permasalahan lingkungan apabila tidak tertangani dengan baik. Tujuan dari penelitian ini untuk melihat performa larva BSF (*Hermetia illucens*) sebagai agen biokonversi dalam mereduksi limbah hasil pengolahan carica Dieng berdasarkan nilai konsumsi pakan dan indeks pengurangan limbah oleh larva BSF (*H. illucens*) pada formulasi pemberian pakan yang berbeda. Penelitian dilakukan secara eksperimental dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan dan 4 ulangan meliputi perlakuan kontrol, P1 = 100% kulit, P2 = 75% kulit + 25% biji, P3 = 50% kulit + 50% biji, P4 = 25% kulit + 75% biji, dan P5 = 100% biji. Waktu pengamatan penelitian dilakukan selama 21 hari. Parameter utama yang diamati adalah nilai konsumsi pakan dan indeks pengurangan limbah (WRI), sedangkan parameter pendukung berupa biomassa larva, lebar kapsul kepala dan tingkat kelulusan hidup (*survival rate*). Data yang diperoleh dianalisis menggunakan ANOVA dengan tingkat kesalahan 5%, data yang berpengaruh nyata, dilanjutkan dengan uji DMRT dengan tingkat kesalahan 5%. Hasil penelitian dengan jenis pakan yang bervariasi menunjukkan nilai konsumsi pakan tercerna oleh larva BSF berkisar antara 60,42% - 81,26%. Sedangkan untuk nilai indeks pengurangan limbah (WRI) berkisar antara 2,82% - 3,73%. Nilai reduksi limbah lebih dari 50% menunjukkan adanya efektivitas larva BSF dalam mendegradasi limbah organik. Dengan demikian penggunaan jenis pakan berupa pakan penggunaan larva BSF efektif dalam mereduksi limbah pengolahan carica Dieng (*V. pubescens*).

Kata kunci: Biokonversi, BSF, *Hermetia illucens*, Dieng Wonosobo, *Vasconcellea pubescens*

ABSTRACT

Waste in the form of skins and seeds originating from the Dieng carica (*Vasconcellea pubescens*) processing industry can be an environmental problem if not handled properly. The purpose of this study was to examine the performance of BSF larvae (*Hermetia illucens*) as a bioconversion agent in reducing waste from Dieng carica processing based on the value of feed consumption and waste reduction index by BSF larvae (*H. illucens*) in different feeding formulations. The study was conducted experimentally using a completely randomized design (CRD) with 6 treatments and 4 replications including control treatment, P1 = 100% husk, P2 = 75% husk + 25% seed, P3 = 50% shell + 50% seed, P4 = 25% skin + 75% seeds, and P5 = 100% seeds. The observation time of the study was carried out for 21 days. The main parameters observed were the value of feed consumption and waste reduction index (WRI), while the supporting parameters were larval biomass, head capsule lebar and survival rate. The data obtained were analyzed

using ANOVA with an error rate of 5%, data that had a significant effect, followed by the DMRT test with an error rate of 5%. The results of the study with various types of feed showed the value of digested feed consumption by BSF larvae ranged from 60.42% - 81.26%. Meanwhile, the value of the waste reduction index (WRI) ranged from 2.82% - 3.73%. Waste reduction value of more than 50% indicates the effectiveness of BSF larvae in degrading organic waste. Thus the use of this type of feed in the form of feed using BSF larvae is effective in reducing the processing waste of Carica Dieng (*V. pubescens*).

Keywords: Bioconversion, BSF, *Hermetia illucens*, Dieng Wonosobo, *Vasconcellea pubescens*

PENDAHULUAN

Buah carica (*Vasconcellea pubescens* A. DC) merupakan anggota familia Caricaceae. Tanaman ini dapat tumbuh di ketinggian antara 1.400 – 2.400 mdpl, dengan curah hujan tinggi, dan temperatur rendah (hingga 7^o C). Buah carica berasal dari Amerika Selatan (Hidayat, 2000), sedangkan di Indonesia buah carica dapat ditemukan di kawasan Bromo dan Cangar Jawa Timur, serta kawasan Dataran Tinggi Dieng, Wonosobo Jawa Tengah (Minarno, 2015).

Faktor ekonomi dapat mempengaruhi pola konsumsi dan daya beli masyarakat. Di Kabupaten Wonosobo beberapa sektor industri sangat potensial untuk dikembangkan, salah satunya industri pengolahan carica Dieng (Mudrikah & Sucihatningsih, 2018). Pemanfaatan buah carica masih terbatas pada daging buahnya saja, kulit dan biji buah belum dimanfaatkan dengan baik (Bestiar & Neneng, 2019). Asosiasi Pengrajin Carica (APC) tahun 2009 menyebutkan bahwa limbah kulit yang dihasilkan mencapai 6 ton per bulan. Menurut Sumartono *et al.* (2018) limbah biji carica Dieng yang dihasilkan oleh industri pengolahan dapat mencapai ± 5 ton per bulan. Limbah pengolahan carica saat ini belum mendapat perlakuan khusus, dan masih sebatas dibuang di tempat pembuangan akhir (TPA) atau sebagai pakan ikan (Mudrikah & Sucihatningsih, 2018). Penanganan limbah carica dirasa masih kurang, dapat menyebabkan timbulnya permasalahan lingkungan.

Salah satu solusi yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan limbah organik yaitu dengan mengurangi serta meningkatkan nilai tambah dari limbah organik tersebut, dengan cara biokonversi (Haryandi & Izzy, 2020). Biokonversi melibatkan organisme hidup dalam proses perombakan limbah organik

menjadi sumber energi metan melalui proses fermentasi. Salah satu organisme yang dapat dimanfaatkan sebagai agen biokonversi adalah larva *Black Soldier Fly* (BSF) atau biasa disebut *maggot* BSF (Popa & Green, 2012).

Kemampuan larva BSF mereduksi limbah organik mencapai 80% dari jumlah limbah yang diberikan (Diener & Solano, 2010). Larva BSF mampu mereduksi limbah lebih cepat dan efisien dibandingkan dengan spesies lain seperti bakteri, jamur, protozoa, *Actinomycetes*, dan cacing (Kim *et al.*, 2011). Larva BSF mampu mereduksi limbah sayur dan buah hingga 63,9% (Nirmala, 2016), limbah kepala dan jeroan tuna hingga 98,33% (Hakim *et al.*, 2017), limbah rumah tangga berupa daun singkong hingga 50,88% (Darmawan *et al.*, 2017), dan limbah organik pasar hingga 86,67% (Perkasa, 2019).

Penelitian tentang pemanfaatan limbah carica sebagai pakan larva BSF merupakan hal yang baru, sedangkan pemanfaatan pakan ayam sebagai pakan larva BSF sudah dilakukan sebelumnya. Menurut Diener *et al.* (2010), pakan ayam diketahui dapat memberikan pertumbuhan dan perkembangan yang baik bagi larva BSF sebab kandungan nutrisi pada pakan ayam 511 yang cukup baik yaitu berupa protein 21% - 23% ; lemak 5% ; dan air 13%. Sedangkan untuk persentase reduksi terhadap pakan ayam mencapai 65%, sehingga dapat dijadikan sebagai acuan atau pembanding untuk perlakuan jenis pakan yang lain. Berdasarkan penelitian oleh Nyakeri *et al.* (2017), nilai reduksi limbah lebih dari 50% menunjukkan adanya efektivitas larva BSF dalam mendegradasi limbah organik. Performa atau kinerja larva BSF dalam mengonsumsi pakan dipengaruhi oleh kandungan nutrisi, karakteristik, kandungan serat, kadar air dan kelembaban pada jenis pakan yang dikonsumsi.

Tujuan dari penelitian ini untuk melihat performa larva BSF (*Hermetia illucens*) sebagai agen biokonversi dalam mereduksi limbah hasil

pengolahan carica Dieng berdasarkan nilai konsumsi pakan dan indeks pengurangan limbah oleh larva BSF (*H. illucens*) pada formulasi pemberian pakan yang berbeda

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan berupa kulit dan biji carica diperoleh dari industri CV. Yuassafood Berkah Makmur dan pakan ayam 511 berupa pelet, sedangkan untuk larva BSF didapatkan dari peternak BSF di Nutrisifarm Purwokerto dalam bentuk telur yang umurnya sudah disinkronisasi. Penelitian dilakukan di *Animal House* serta Laboratorium Entomologi dan Parasitologi Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman. Prosedur penelitian terdiri dari:

- a. **Pembuatan Media Perlakuan**, dilakukan pada bak plastik berukuran 40 cm × 30 cm × 15 cm dimana setiap bak pemeliharaan terdiri dari 100 ekor larva BSF dengan laju pengumpanan 100/mg/larva/hari. Terdapat 6 variasi perlakuan berupa kontrol menggunakan pakan ayam yang diberi sedikit air, P1 = 100% kulit, P2 = 75% kulit + 25% biji, P3 = 50% kulit + 50% biji, P4 = 25% kulit + 75% biji, dan P5 = 100% biji carica.
- b. **Pemeliharaan Larva**, pemeliharaan dimulai dari telur hingga menjadi larva sekitar 3 – 4 hari. Larva BSF yang digunakan untuk penelitian adalah larva berumur 6 hari. Pengamatan dilakukan selama 21 hari.
- c. **Pengukuran Konsumsi Pakan**, dilakukan setiap hari, dengan cara menimbang berat

pakan yang tersisa pada *container box*, kemudian dilanjutkan dengan perhitungan rumus menurut Diener *et al.* (2009) sebagai berikut:

$$\text{Konsumsi pakan} = \frac{\text{Berat pakan awal} - \text{berat pakan akhir}}{\text{Berat pakan awal}} \times 100$$

dapat diperoleh dengan perhitungan sebagai berikut (Diener *et al.*, 2009):

$$\text{WRI} = \frac{D}{t} \times 100$$

$$D = \frac{W - R}{W} \times 100$$

Keterangan :

- W : Jumlah umpan total (mg)
 t : Total waktu larva memakan pakan (hari)
 R : Sisa umpan setelah waktu tertentu (mg)
 D : Penurunan umpan total
 WRI: Indeks pengurangan limbah (*waste reduction index*)

Pengukuran Pertumbuhan Larva, diukur menggunakan lebar kapsul kepala dan biomassa larva. Pengukuran lebar kapsul kepala (mm) dilakukan dengan bantuan mikroskop stereo dan aplikasi AmScope. Bagian kepala larva BSF yang diukur yaitu pada pangkal kepala larva. Sedangkan biomassa didapatkan dari perhitungan berat larva (Diener *et al.*, 2009) sebagai berikut:

$$\text{Berat rata-rata} = \frac{\text{Total Berat Larva}}{\text{Jumlah Total Larva}}$$

- e. **Perhitungan Tingkat Kelulusan Hidup** (*survival rate*) merupakan perhitungan jumlah larva yang hidup diakhir masa pemeliharaan dibandingkan dengan jumlah larva diawal pemeliharaan, dihitung dalam sebuah satuan persen (Myers *et al.*, 2014). Nilai *survival rate* dapat diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Survival rate} = \frac{\text{Jumlah larva hidup akhir pemeliharaan}}{\text{Jumlah larva hidup awal pemeliharaan}} \times 100$$

- f. **Analisis data** menggunakan ANOVA dengan tingkat kesalahan 5%, dan jika

perlakuan berpengaruh nyata, dilanjutkan dengan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) dengan tingkat kesalahan 5% pada

- d. **Pengukuran indeks pengurangan limbah** (WRI), menunjukkan tingkat

pengurangan limbah dalam waktu tertentu.

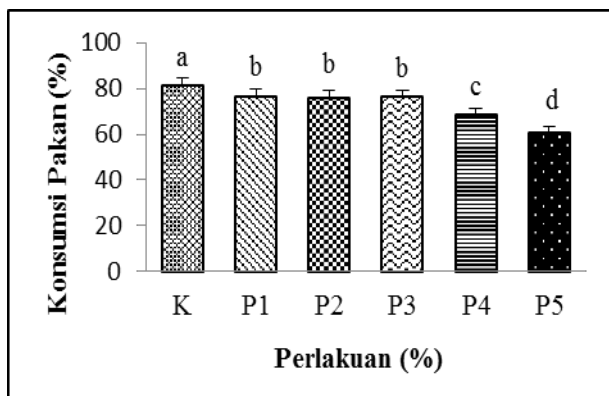
Nilai WRI

data nilai konsumsi pakan, indeks pengurangan limbah, biomassa larva dan tingkat kelulusan hidup serta analisis deskriptif pada data lebar kapsul kepala.

HASIL

a. Nilai Konsumsi Pakan

Perlakuan pemberian jenis pakan berpengaruh secara nyata terhadap konsumsi pakan ($P < 0,05$). Nilai konsumsi pakan pada pakan ayam berupa pelet (81,26%), P1 = (76,64%), P2 = (76,02%), P3 = (76,53), P4 = (68,32%) dan P5 = (60,42%). Konsumsi pakan pada P1 tidak berbeda nyata dibandingkan pakan dengan P2 dan P3, namun berbeda secara nyata dengan konsumsi pakan pada P4, P5 dan Kontrol.



Keterangan: K = Kontrol, P1 = 100% kulit carica, P2 = 75% kulit carica + 25% biji carica, P3 = 50% kulit carica + 50% biji carica, P4 = 25% kulit carica + 75% biji carica, P5 = 100% biji carica

Gambar 1. Nilai Konsumsi Pakan

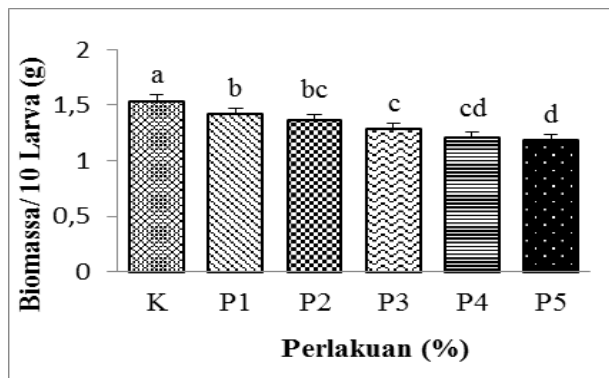
adalah satu faktor yang menyebabkan adanya perbedaan pada jumlah konsumsi pakan pada jenis pakan berupa pakan ayam dan limbah carica adalah kadar air pada jenis pakan yang diberikan. Kadar air pada kulit carica mencapai 89,73% ; 8,2% pada biji carica serta 86,7% pada selaput biji carica (Atmanto *et al.*, 2020). Diener *et al.* (2009) menyebutkan kadar air pakan yang optimum bagi pertumbuhan dan perkembangan yaitu sebesar 60% dan tidak dapat tumbuh dengan baik apabila kadar air lebih dari 70% (Hakim *et al.*, 2017). Kondisi anaerobik akan terbentuk pada media pakan larva BSF apabila memiliki kadar air yang tinggi. Keadaan anaerobik pada saat proses dekomposisi bahan organik akan menghasilkan metana (CH_4) dan amonia (NH_3) yang dapat menghambat proses konsumsi pakan oleh larva (Hakim *et al.*, 2017). Perbedaan nilai konsumsi pakan juga dipengaruhi oleh kadar protein pada pakan. Kadar protein pada pakan ayam cukup tinggi

yaitu sekitar 21% - 23%. Menurut (Ratih, 2020) kadar protein yang tinggi dapat mempercepat larva dalam mengonsumsi pakan, sehingga nilai konsumsi pakan juga dapat meningkat.

Nilai konsumsi pakan pada perlakuan limbah carica berupa P1, dengan P2 dan P3 menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata, sedangkan pada P4 dan P5 menunjukkan nilai yang berbeda nyata. Hal ini dapat dipengaruhi oleh adanya senyawa metabolit sekunder pada biji carica seperti saponin, alkaloid, dan terpenoid (Tambunan & Yetty, 2019). Menurut Tambunan & Yetty (2019), senyawa saponin bersifat anti makan (*antifeedant*) terhadap serangga dan dapat menurunkan aktivitas enzim pencernaan dan aktivitas penyerapan makanan. Selain itu, senyawa alkaloid pada biji carica bersifat sebagai racun perut yang dapat menyebabkan alat pencernaan serangga menjadi terganggu. Pemberian persentase biji carica yang semakin banyak pada komposisi pakan dapat menyebabkan rendahnya nilai konsumsi pakan, sebab semakin tinggi persentase biji yang terkandung maka semakin banyak pula racun yang dikonsumsi larva. Sehingga dapat dilihat bahwa jenis limbah carica yang baik untuk proses biokonversi yaitu P1.

b. Indeks Pengurangan Limbah

Hasil pengukuran indeks pengurangan limbah (*waste reduction index/ WRI*) selama 21 hari pengamatan menunjukkan bahwa perlakuan pemberian jenis pakan berpengaruh secara nyata terhadap nilai WRI ($P < 0,05$). Nilai WRI tertinggi terdapat pada perlakuan berupa pakan ayam sebesar 3,73%, sedangkan nilai WRI terendah pada pakan yang berupa P5 sebesar 2,82%. Nilai WRI pada pakan P1 tidak berpengaruh secara nyata dibandingkan pakan dengan formulasi P2 dan P3, namun berbeda secara nyata dengan nilai WRI pakan formulasi P4, P5, serta dengan Kontrol.



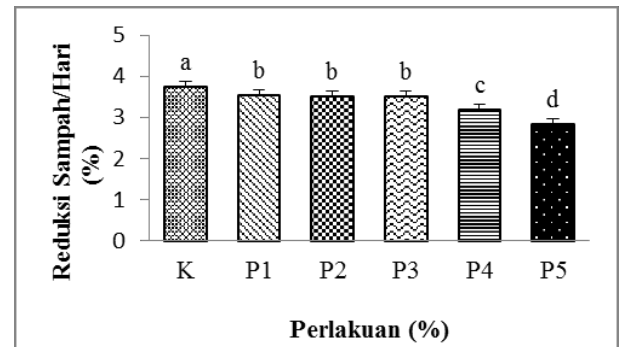
Keterangan: K = Kontrol, P1 = 100% kulit carica, P2 = 75% kulit carica + 25% biji carica, P3 = 50% kulit carica + 50% biji carica, P4 = 25% kulit carica + 75% biji carica, P5 = 100% biji carica

Gambar 2. Nilai WRI

Nilai indeks pengurangan limbah (*WRI*) akan berbanding lurus dengan dengan nilai konsumsi pakan, sehingga nilai konsumsi pakan yang tinggi menunjukkan kemampuan larva BSF dalam mereduksi pakan juga tinggi. Data tersebut menunjukkan bahwa larva BSF cenderung tidak menyukai jenis pakan dengan kadar air yang tinggi atau lebih dari 70% (Hakim *et al.*, 2017). Selain itu, senyawa metabolit sekunder pada biji carica seperti alkaloid, terpenoid, serta saponin yang bersifat sebagai racun perut menyebabkan jenis pakan tersebut tidak dikonsumsi secara optimal oleh larva BSF. Menurut Rofi *et al.*, (2021) nilai *WRI* yang tinggi menunjukkan adanya kesukaan atau palatabilitas larva BSF dalam memilih sumber makanannya.

c. Biomassa Larva

Perlakuan pemberian jenis pakan berpengaruh secara nyata terhadap biomassa larva ($P < 0,05\%$). Biomassa tertinggi yaitu pada perlakuan kontrol yaitu sebesar 1,536 g/10 larva, sedangkan biomassa terendah yaitu pada P1 sebesar 1,185 g/10 larva. Biomassa larva BSF pada perlakuan Kontrol berbeda secara nyata dengan formulasi P1, P2, P3, P4, dan P5.



Keterangan: K = Kontrol, P1 = 100% kulit carica, P2 = 75% kulit carica + 25% biji carica, P3 = 50% kulit carica + 50% biji carica, P4 = 25% kulit carica + 75% biji carica, P5 = 100% biji carica

Gambar 3. Nilai Biomassa Larva

Adanya perbedaan pada nilai biomassa dimungkinkan karena adanya perbedaan kadar air pada jenis pakan yang diberikan. Larva BSF cenderung tidak menyukai jenis pakan dengan kadar air yang tinggi, seperti pada pakan berupa limbah carica yang meliputi biji dan selaput sehingga jenis pakan ini tidak dikonsumsi dan terkonversi menjadi biomassa secara optimal. Menurut Mukhayat *et al.*, (2016), kadar air yang tinggi pada suatu pakan dapat menghambat pertumbuhan larva BSF.

Pakan pada perlakuan limbah carica berupa P1 dengan P2 menunjukkan nilai biomassa yang tidak terlalu berbeda nyata, akan tetapi berbeda nyata dengan P3, P4 dan P5. Hal ini disebabkan karna kandungan senyawa metabolit sekunder pada biji carica berupa saponin yang dapat menghambat aktivitas enzim pencernaan dan aktivitas penyerapan makanan (Tambunan & Yetty, 2019), sehingga jenis pakan tersebut tidak dikonsumsi dan terkonversi menjadi biomassa dengan baik. Menurut Supriyatna *et al.* (2016), semakin banyak pakan yang dikonsumsi oleh larva BSF dapat menghasilkan massa larva yang tinggi sekaligus pertumbuhan yang baik.

Biomassa akan terus meningkat hingga larva BSF mencapai fase pre-pupa. Setelah itu biomassa pada pre-pupa cenderung tetap atau bahkan berkurang dikarenakan larva BSF ketika mencapai fase pre-pupa akan mengosongkan saluran pencernaannya dengan berhenti makan dan memanfaatkan cadangan lemak tubuh untuk proses metabolisme (Diener *et al.*, 2011).

d. Lebar Kapsul Kepala

Fase perkembangan (instar) larva BSF dapat diketahui dari jumlah *molting* oleh larva atau dilihat dari ukuran kapsul kepala.. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, larva BSF yang digunakan pada waktu awal pemeliharaan telah mencapai instar ke – 3 yaitu dengan lebar kapsul kepala sebesar $0,4 \pm 0,02$ mm. Ukuran lebar kapsul kepala larva BSF terus meningkat hingga instar ke – 6, kemudian menurun ketika memasuki fase pupa atau instar ke – 7. Ukuran lebar kapsul kepala larva BSF yang telah memasuki fase pupa pada penelitian ini berkisar antara $0,7 \pm 0,02$ mm. Sedangkan menurut penelitian oleh Kim *et al.*, (2010), lebar kapsul kepala larva BSF yang telah memasuki fase pupa yaitu $0,8 \pm 0,06$ mm.

Tabel 1. Pertumbuhan Lebar Kapsul Kepala

		Larva Instar				
		3	4	5	6	7
K	Lebar Kapsul Kepala (mm)	$0,4 \pm 0,02$	$0,6 \pm 0,01$	$0,9 \pm 0,06$	$1,1 \pm 0,05$	$0,7 \pm 0,02$
	Lama Waktu (hari)	3 ± 1	5 ± 1	5 ± 1	5 ± 1	3 ± 1
P1	Lebar Kapsul Kepala (mm)	$0,4 \pm 0,02$	$0,6 \pm 0,01$	$0,9 \pm 0,06$	$1,1 \pm 0,05$	$0,7 \pm 0,02$
	Lama Waktu (hari)	3 ± 1	6 ± 1	5 ± 1	5 ± 1	2 ± 1
P2	Lebar Kapsul Kepala (mm)	$0,4 \pm 0,02$	$0,6 \pm 0,01$	$0,9 \pm 0,06$	$1,1 \pm 0,05$	$0,7 \pm 0,02$
	Lama Waktu (hari)	3 ± 1	6 ± 1	5 ± 1	5 ± 1	2 ± 1
P3	Lebar Kapsul Kepala (mm)	$0,4 \pm 0,02$	$0,6 \pm 0,01$	$0,9 \pm 0,06$	$1,1 \pm 0,05$	$0,7 \pm 0,02$
	Lama Waktu (hari)	3 ± 1	6 ± 1	5 ± 1	5 ± 1	2 ± 1
P4	Lebar Kapsul Kepala (mm)	$0,4 \pm 0,02$	$0,6 \pm 0,01$	$0,9 \pm 0,06$	$1,1 \pm 0,05$	$0,7 \pm 0,02$
	Lama Waktu (hari)	4 ± 1	6 ± 1	5 ± 1	5 ± 1	1 ± 1
P5	Lebar Kapsul Kepala (mm)	$0,4 \pm 0,02$	$0,6 \pm 0,01$	$0,9 \pm 0,06$	$1,1 \pm 0,05$	$0,7 \pm 0,02$
	Lama Waktu (hari)	4 ± 1	6 ± 1	5 ± 1	5 ± 1	1 ± 1

Berdasarkan hasil tersebut, dapat dilihat bahwa perkembangan larva BSF berkaitan dengan jenis pakan yang diberikan. Jenis pakan yang memiliki kelengkapan nutrisi berupa unsur makro dan mikro dan kualitas yang baik akan

protein pada kulit carica sebesar 0,57% ; lemak 0,5% ; dan air 89,73%. Pada biji carica terdapat kandungan protein sebesar 24,3% ; lemak 25% ; dan air 8,2%, sedangkan pada selaput biji buah carica terdapat 1,06% protein ; 0,18% lemak ; dan air 86,7%.

Kandungan nutrisi yang terdapat pada jenis pakan tersebut, menunjukkan bahwa selaput dan biji carica memiliki kualitas yang lebih baik dibanding jenis pakan lainnya. Namun, pertumbuhan dan perkembangan pada P5 tidak menunjukkan hasil yang terbaik, sebab kandungan air yang tinggi pada jenis pakan tersebut sebesar 8,2% pada biji dan 86,7% pada selaput biji. Menurut Pathiassana *et al.*, (2020) jenis pakan dengan kadar air tinggi dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan larva.

Larva BSF dengan perlakuan pemberian pakan berupa limbah carica menghasilkan perkembangan yang bervariasi. Larva BSF dapat mencapai fase pupa pada hari ke – 20 untuk P1, P2, P3 sedangkan perlakuan P4 dan P5 mencapai fase pupa pada hari ke – 21. Perbedaan lama waktu yang diperlukan untuk mencapai fase pupa, disebabkan karna adanya senyawa metabolit sekunder pada biji carica

berupa alkaloid yang dapat menyebabkan pertumbuhan serangga menjadi terhambat serta gagalnya proses metamorfosis (Tambunan &

Yetty, 2019), sehingga pemberian persentase biji carica yang semakin banyak menyebabkan kandungan alkaloid pada pakan tersebut semakin banyak pula, hal itulah yang dapat menyebabkan pertumbuhan dan perkembangan

larva yang mengonsumsinya menjadi kurang optimal.

e. Survival Rate

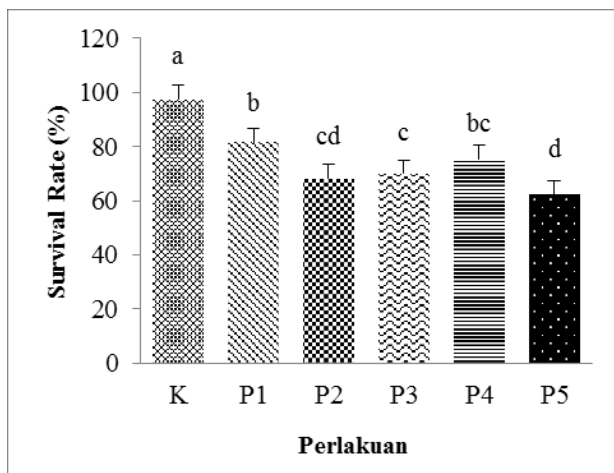
menghasilkan larva dengan pertumbuhan dan perkembangan yang baik (Haryandi & Izzy, 2020).

Pakan ayam memiliki kandungan protein

21% - 23%; lemak 5%; dan air 13%.

Kandungan

Survival rate menunjukkan tingkat keberhasilan hidup larva BSF selama masa pemeliharaan. Nilai *survival rate* menunjukkan bahwa perlakuan pemberian jenis pakan berpengaruh secara nyata ($P < 0,05$). Nilai *survial rate* tertinggi terdapat pada kontrol sebesar 97,5%, sedangkan nilai *survial rate* terendah terdapat pada P5 sebesar 65,25%. Nilai *survial rate* perlakuan berupa pakan ayam berbeda secara nyata dibandingkan dengan P1, P2, P3, P4, dan P5.



Keterangan: K = Kontrol, P1 = 100% kulit carica, P2 = 75% kulit carica + 25% biji carica, P3 = 50% kulit carica + 50% biji carica, P4 = 25% kulit carica + 75% biji carica, P5 = 100% biji carica

Gambar 4. Nilai *Survival Rate*

Perbedaan nilai *survival rate* dapat disebabkan oleh perbedaan pakan di awal pemeliharaan (*rearing*) yang cenderung kering dengan pakan selama masa pengamatan yang cenderung basah. Kadar air yang tinggi pada pakan, menyebabkan larva BSF mencari tempat yang lebih kering dengan keluar dari tempat pemeliharaan atau larva BSF yang kurang bisa beradaptasi dapat mengalami stress sehingga larva tersebut mati. Menurut Haryandi & Izzy (2020) kematian larva dapat disebabkan oleh kandungan air substrat yang terlalu tinggi sehingga media pemeliharaan menjadi tergenang. Kandungan air yang tinggi dapat menyebabkan terperangkapnya amonia (NH_3) dan metana (CH_4), sehingga media perkembangbiakan larva menjadi panas dan kekurangan oksigen (Rofi *et al.*, 2021).

Perlakuan pemberian jenis pakan berupa limbah carica menunjukkan nilai *survival rate* yang berbeda nyata. Kandungan metabolit sekunder pada biji carica yang berupa saponin, alkaloid, dan terpenoid berpengaruh terhadap nilai *survival rate*. Sebab, senyawa saponin bersifat sebagai racun kontak serta menyebabkan kulit larva menjadi korosif, sedangkan senyawa alkaloid dapat mempengaruhi transmisi impuls saraf yang berdampak pada menurunnya koordinasi otot dan kematian larva (Tambunan & Yetty, 2019). Nilai *survival rate* yang rendah pada perlakuan

P5, menunjukkan bahwa semakin tinggi persentase senyawa metabolit yang tercerna maka semakin banyak zat toksik yang tercerna pula, sehingga mortalitas dari larva BSF semakin tinggi.

KESIMPULAN

Berdasarkan nilai konsumsi pakan dan indeks pengurangan limbah oleh larva BSF, jenis limbah carica yang paling baik untuk proses biokonversi yaitu formulasi 100% kulit carica dengan nilai konsumsi pakan 81,26% dan nilai WRI 3,73%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah berkontribusi dalam proses penyusunan hasil penelitian ini khususnya Bapak Trisno Haryanto, S.Si., M.Si selaku ketua proyek penelitian dan pihak BLU Unsoed, yang telah mendanai biaya penelitian SKIM: Riset Dosen Pemula tahun 2020 Kept. 122/UN23.18/PT.01.05/2020.

DAFTAR PUSTAKA

- Atmanto, I.S., E. Supriyo, S. Siswo, S dan P. Isti. 2020. Meningkatkan Kualitas Manisan Carica dengan Bantuan Ekstraktor Otomatis di Derah Wisata Kejajar. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(4), pp.249-51.
- Bestiar, T.H. dan Y.H. Neneng, 2019. Pengaruh Berbagai Konsentrasi Ekstrak Biji Karika (*Carica pubescens*) Terhadap Kematian Larva Nyamuk *Culex* pp. *Jurnal Riset Kesehatan*, 11(1), pp.1-8.
- Diener, S. dan N. Solano. 2010. *Valorisation of Organic Solid Waste Using Black Soldier Fly, Hermetia illucens, in Low and Middle Income Countries*. Swiss: ETH Zurich.
- Diener, S. *et al.*, 2011. Biological Treatment of Municipal Organic Waste Using Black Soldier Fly Larvae. *Waste and Biomass Valorization*, 2(4), pp.357 - 63.
- Diener, S., C. Zurbrugg dan K. Tockner. 2009. Conversion of Organic Material by Black Soldier Fly Larvae: Establishing Optimal Feeding Rates. *Waste Management and Research*, 27(6), pp.603-10.

- Hakim, A.R., A. Prasetya dan H.T.B.M. Petrus, 2017. Studi Laju Umpan pada Proses Biokonversi Limbah Pengolahan Tuna Menggunakan Larva *Hermetia illucens*. *JPB Kelautan dan Perikanan*, 12(2), pp.179-92.
- Hidayat, S., 2000. Potensial dan Prospek Pepaya Gunung (*Carica pubescens* Lanne dan K. Koch) dari Sikunang, Pegunungan Dieng, Wonosobo. In *Seminar Sehari Menggali Potensi dan Meningkatkan Prospek Tanaman Hortikultura Menjadi Ketahanan Pangan dalam Rangka Hari Cinta Puspa dan Satwa Nasional*. Bogor, 2000. UPT Balai Pengembangan Kebun Raya LIPI Bogor.
- Kim, W. *et al.*, 2010. The Larval Age and Mouth Morphology of the Black Soldier Fly, *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae). *International Journal of Industrial Entomology*, 21(2), pp.185-87.
- Kim, W. *et al.*, 2011. Biochemical Characterization of Digestive Enzyme in The Black Soldier Fly, *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae). *Journal of Asia-Pasific Entomology*, 14(1), pp.11-14.
- Minarno, E.B., 2015. Skrining Fitokimia dan Kandungan Total Flavonoid pada Buah *Carica pubescens* Lenne & K. Koch di Kawasan Bromo, Cangar, dan Dataran Tinggi Dieng. *Skrining Fitokimia*, 5(2), pp.73-82.
- Mudrikah, A. dan D. Sucihatiningsih. 2018. Strategi Pengembangan Usaha Industri Kecil Olahan Carica UKM Gemilang di Kabupaten Wonosobo. *Economic Education Analysis Journal*, 7(1), pp.155-71.
- Mukhayat, M.S., A.T. Yuliansyah dan A. Prasetya. 2016. Pengaruh Jenis Limbah dan Rasio Umpan pada Biokonversi Limbah Domestik Menggunakan Larva Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*). *Jurnal Rekayasa Proses*, 10(1), pp.11-15.
- Myers, H.M., J.K. Tomberlin, D. Lambert dan D Katters. 2014. Development of Black Soldier Fly (Diptera: Stratiomyidae) Larvae Fed Diary Manure. *Environmental Entomology*, 37(1), pp.11-15.
- Nirmala, W.P., 2016. Pengaruh Jenis Limbah dan Rasio Umpan pada Biokonversi Limbah Domestik Menggunakan Larva Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*). *Jurnal Rekayasa Proses*, 10(1), pp.23-29.
- Pathiassana, M.T., S.N. Izzy, Haryandi dan S. Nealma. 2020. Studi Laju Umpan pada Proses Biokonversi dengan Varias Jenis Sampah yang Dikelola PT. Biomagg Sinergi Internasional Menggunakan Larva Black Soldier Fly (*Hemeticia Illucens*). *Jurnal Tambora*, 4(1), pp.86-95.
- Perkasa, H.D.2019. Biokonversi Sampah Organik Menggunakan Larva Lalat Tentara Hitam. *Jurnal Biodjati*, 2(1), pp.8-13.
- Popa, R. and T Green. 2012. *Biology and Ecology of The Black Soldier Fly*. Amsterdam (NL): DipTerra LCC e-Book.
- Rancak, G.T., T. Alawiyah dan T. Hadi. 2017. Kajian Pengolahan Sampah Organik dengan BSF (Black Soldier Fly) di TPA Kebon Kongok. *Jurnal Ilmu Sosial dan Pendidikan*, 1(1), pp.1-6. Nyakeri, E.M., Ogola, H.J.O., Ayieko, M.A. & Amimo, E.A., 2017. Valorisation of Organic Waste Material: Growth Performance of Wild Black Soldier Fly Larvae (*Hermetia illucens*) Reared on Different Organic Wastes. *Journal of Insects as Food and Feed*, 3(3), pp.193-202.
- Ratih, A.P., 2020. *Pengaruh Campuran Manure Sapi Perah dan Puyuh Sebagai Media Pertumbuhan Terhadap Produktivitas Larva Black Soldier Fly (Hermetia illucens) yang Difermentasi dengan Kultur Azotobacter*. Malang: Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya.
- Rofi, D.Y. *et al.*, 2021. Modifikasi Pakan Larva Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) Sebagai Upaya Percepatan reduksi Sampah Buah dan Sayur. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 22(1), pp.130-37.
- Sumartono, N.W. *et al.*, 2018. Sintesis dan Karakterisasi Metil Ester Minyak Biji Carica Dieng (*Carica pubescens*) Seed Oil as Biodiesel Fuel. *Jurnal Sains Dasar*, 7(1), pp.17-22. Haryandi & Izzy, S.N., 2020. Pengaruh Rasio Umpan, Variasi Jenis

Sampah Organik, dan Kualitas Kompos Hasil Biokonversi Menggunakan Larva Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*). *Jurnal Agrotek Ummat*, 7(2), pp.59-64.

Supriyatna, A., R. Manurung, R.R. Esyanti dan R.E. Putra. 2016. Growth of Black Solidier Larvae Fed on Cassava Peel Wastes, An Agricultural Waste. *Journal Entomology and Zoology*, 4(6), pp.161-65.

Tambunan, H.B. dan H.N. Yetty. 2019. Pengaruh Berbagai Konsentrasi Ekstrak Biji Carica (*Carica pubescens*) Terhadap Kematian Larva Nyamuk (*Culex* sp.). *Jurnal Riset Kesehatan*, 11(1), pp. 1-5.