

Uji Sensori dan Total Bakteri Asam Laktat dari Eksplorasi Probiotik Indigenous Larva *Black Soldier Fly*

Muhammad Amran^{1*}, Winda Fransisca Saragih¹, Vina Octavia Azzahra², Ade Trisna¹,
Azharil Nauval¹, M Rizky Aldrian Nasution¹, Theresia Sianturi¹

¹Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara

²Program Studia Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera
Utara

Email: muhammadamran@usu.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan probiotik indigenous dari larva *Black Soldier Fly* sebagai pengganti antibiotik/AGP. Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap pola Faktorial (RALF), faktor A yaitu perbedaan dosis Molases (A1: 0% molases, A2: 50% molases dan A3: 100% molases) dan faktor B yaitu perbedaan lama inkubasi (B1: 5 hari, B2: 10 hari, B3: 15 hari) setiap perlakuan diulang 3 kali. Parameter yang dilihat pada penelitian ini adalah uji sensori berupa warna, aroma, endapan, kekentalan, kejernihan, homogenitas dan busa secara deskriptif menggunakan kuisioner, serta total bakteri asam laktat (CFU/ml) secara TPC (*Total Plate Count*). Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pengaruh perbedaan dosis molases dan lama inkubasi memberikan adanya interaksi yang berbeda nyata ($P < 0.05$) terhadap total bakteri asam laktat (CFU/ml). Kesimpulan pada penelitian ini adalah perlakuan A2B2 (50% molases dan 10 hari inkubasi) memberikan hasil terbaik dari segi nilai sensori yang sesuai standar probiotik yaitu warna sebesar 3.23, aroma sebesar 1.30, endapan sebesar 3.37, kekentalan sebesar 2.60, kejernihan sebesar 3.40, homogenitas sebesar 1.53 dan busa sebesar 2.80, serta memiliki nilai total bakteri asam laktat yang tinggi yaitu 205×10^{-6} CFU/ml.

Kata kunci: Probiotik indigenous, Larva black soldier fly, Uji sensori, Total bakteri asam laktat

Abstract

This study aims to obtain indigenous probiotics from Black Soldier Fly larvae as a substitute for antibiotics/AGP. The design used in this study was a Completely Randomized Factorial Design (CRFD), factor A was the difference in Molasses dosage (A1: 0% molasses, A2: 50% molasses and A3: 100% molasses) and factor B was the difference in incubation time (B1: 5 days, B2: 10 days, B3: 15 days) each treatment was repeated 3 times. The parameters observed in this study were sensory tests in the form of color, aroma, sedimentation, viscosity, clarity, homogeneity and foam descriptively using a questionnaire, as well as total lactic acid bacteria (CFU/ml) by TPC (Total Plate Count). The results of the study concluded that the effect of differences in molasses dosage and incubation time provided a significantly different interaction ($P < 0.05$) on total lactic acid bacteria (CFU/ml). The conclusion of this study is that the A2B2 treatment (50% molasses and 10 days of incubation) provided the best results in terms of sensory values that meet probiotic standards, namely color of 3.23, aroma of 1.30, sedimentation of 3.37, viscosity of 2.60, clarity of 3.40, homogeneity of 1.53 and foam of 2.80, and had a high total value of lactic acid bacteria, namely 205×10^{-6} CFU/ml.

Keywords: Indigenous probiotics, Black soldier fly larvae, Sensory test, Total lactic acid bacteria

PENDAHULUAN

Kesehatan saluran pencernaan merupakan salah satu faktor kunci dalam menentukan performa pertumbuhan, efisiensi pakan, dan imunitas hewan ternak. Dalam konteks sistem peternakan modern, penggunaan probiotik telah menjadi alternatif yang menjanjikan untuk menggantikan antibiotik sebagai *growth promoter*, seiring dengan meningkatnya kekhawatiran global terhadap resistensi antimikroba dan residu antibiotik dalam produk hewani. Probiotik yang ideal tidak hanya mampu bertahan hidup dalam kondisi saluran pencernaan yang ekstrem (Agma, 2025), tetapi juga harus berperan aktif dalam menjaga keseimbangan mikrobiota usus, menghasilkan metabolit antimikroba, dan meningkatkan penyerapan nutrisi.

Salah satu kelompok mikroorganisme yang paling banyak digunakan sebagai kandidat probiotik adalah bakteri asam laktat (BAL) (Yanti et al, 2024), terutama dari genus *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Enterococcus*, dan *Leuconostoc*. BAL diketahui memiliki kemampuan menghasilkan asam organik, bakteriosin, serta senyawa bioaktif lain yang berfungsi menekan pertumbuhan mikroorganisme patogen (Ardilla et al., 2022). Namun demikian, ketersediaan isolat BAL yang berasal dari sumber lokal (*indigenous probiotics*) masih terbatas, padahal karakteristik fisiologis dan adaptasi ekologis isolat lokal sering kali lebih sesuai dengan kondisi lingkungan dan substrat pakan yang digunakan di wilayah tropis seperti Indonesia.

Dalam beberapa tahun terakhir, larva Black Soldier Fly (BSF, *Hermetia illucens* L.) telah menarik perhatian luas sebagai sumber protein alternatif dalam industri pakan berkelanjutan. Selain kandungan nutrisinya yang tinggi (Amran et al., 2024), larva BSF juga diketahui memiliki komunitas mikroba endogen yang unik, termasuk kelompok bakteri asam laktat yang berpotensi sebagai probiotik. Lingkungan substrat yang digunakan larva BSF yang umumnya berasal dari limbah organik kaya serat dan protein (Trisna et al., 2024) menciptakan ekosistem mikroba yang adaptif terhadap kondisi ekstrem dan kompetitif, sehingga memungkinkan isolasi bakteri dengan aktivitas probiotik yang kuat dan stabilitas tinggi.

Eksplorasi probiotik indigenous dari larva BSF menjadi langkah strategis untuk memperoleh kandidat mikroba yang tidak hanya efektif, tetapi juga berkelanjutan dan ekonomis. Isolat lokal diharapkan memiliki keunggulan fisiologis dalam hal ketahanan terhadap pH rendah, garam empedu, serta kemampuan berkolonisasi pada saluran pencernaan hewan. Namun, sebelum diaplikasikan secara luas, setiap kandidat probiotik

harus melalui serangkaian uji karakterisasi, termasuk penentuan total populasi BAL, profil morfologi koloni, serta uji sensori produk fermentasi yang dihasilkan.

Uji sensori merupakan aspek penting dalam pengembangan probiotik berbasis larva BSF, karena penerimaan organoleptik (aroma, warna, dan tekstur) akan menentukan potensi aplikasinya baik pada pakan maupun produk fermentasi pangan fungsional (lukman et al., 2025). Sementara itu, analisis total bakteri asam laktat memberikan gambaran kuantitatif terhadap viabilitas dan aktivitas fermentatif isolat, yang menjadi indikator utama efektivitas probiotik. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi potensi probiotik indigenous yang berasal dari larva Black Soldier Fly melalui analisis sensori dan total BAL, sebagai langkah awal dalam pengembangan sumber probiotik lokal yang inovatif, ramah lingkungan, dan mendukung keberlanjutan industri peternakan nasional. Hasil penelitian diharapkan dapat memperkaya khasanah mikroba probiotik lokal, serta membuka peluang pemanfaatan biokonversi serangga sebagai sumber bioteknologi baru dalam bidang nutrisi dan kesehatan hewan.

METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Nutrisi dan Teknologi Pakan serta Laboratorium Produksi Ternak, Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara. Penelitian ini dimulai pada bulan Juli 2025 sampai sekarang.

Alat dan Bahan

Peralatan penelitian yang diperlukan meliputi botol fermentasi, selang fermentasi, wadah larva BSF, timbangan, autoclave, laminar air flow, seperangkat alat pengujian total bakteri. Bahan penelitian yang diperlukan meliputi telur Larva BSF, media maggot berupa ampas tahu, aquades, bahan pengujian total bakteri dan kuisisioner.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang menggunakan Rancangan acak Lengkap Pola Faktorial (RALF) dengan 2 faktor yaitu perbedaan dosis molases dan waktu inkubasi, setiap perlakuan memiliki 3 ulangan. Faktor pada perlakuan sebagai berikut:

Faktor A (Dosis Molases):

- A1 : 0% Molases
- A2 : 50% Molases
- A3 : 100% Molases

Faktor B (Waktu Inkubasi):

- B1 : 5 Hari
- B2 : 10 Hari
- B3 : 15 Hari

Prosedur Penelitian

Pembuatan probiotik dari Larva *Black Soldier Fly*

Pembuatan probiotik larva BSF dilakukan dengan cara alat yang digunakan seperti botol fermentasi, selang fermentasi dan spatula terlebih dahulu disterilisasi menggunakan autoclave 121°C selama 15 menit. Peralatan yang telah disterilisasi dimasukkan dalam laminar air flow (tunggu sampai suhu kamar). Timbang larva BSF yang telah dichopper sebanyak 150 gram. Larva BSF dimasukkan dalam botol fermentasi ditambah dengan molases sesuai perlakuan (0%, 50% dan 100%) lalu ditambahkan aquades sebanyak 150 ml. botol fermentasi ditutup dalam keadaan anaerob pasang selang yang terhubung dengan botol berisi aquades yang bertujuan untuk menghindari gas yang berlebih. Inkubasi sesuai dengan perlakuan (5 hari, 10 hari dan 15 hari) setelah itu lakukan pemanenan dan pengujian parameter.

Parameter Penelitian

Uji Sensori

Penilaian sensoris mengacu kepada Setyaningsih *et al.* (2010) yang meliputi uji deskriptif dan uji hedonik. Uji deskriptif merupakan metode analisis sensori dimana atribut sensori suatu produk diidentifikasi, dideskripsikan dan dikuantifikasi menggunakan panelis. Uji deskriptif bertujuan untuk mengetahui karakteristik mutu probiotik pada setiap perlakuan dengan parameter warna, aroma, kekentalan, endapan, kejernihan, homogenitas dan busa hasil fermentasi dengan skala 1-4 yang dilakukan oleh 30 orang panelis tidak terlatih yang merupakan mahasiswa.

Perhitungan Populasi Bakteri Asam Laktat

Metode pengujian yang digunakan yaitu metode *Total Plate Count*. Media Rogosa-Sharpe Agar (MRSA) 17,5 g dilarutkan dalam 1000 ml aquades, kemudian disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121°C, dengan tekanan 1,5 bar selama 15 menit. Sebanyak 1 g sampel ditambahkan ke dalam 9 ml BPW 0,1% dan divorteks selama 1 menit dalam tabung reaksi steril (pengenceran 10^{-1}). Selanjutnya, 1 ml suspensi dari pengenceran 10^{-1} dicampur dengan 9 ml BPW 0,1% untuk mendapatkan pengenceran 10^{-2} , dan proses ini diulangi hingga mencapai pengenceran 10^{-6} . Pengenceran 10^{-6} dimasukkan

ke dalam 3 cawan petri masing-masing sebanyak 1 ml, kemudian diaduk dan dibiarkan hingga mengeras sebelum diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam dengan posisi cawan petri terbalik. Jumlah koloni yang terbentuk pada cawan petri dihitung setelah masa inkubasi berakhir (Fadillah & Sujatmiko 2024).

$$\text{Jumlah bakteri} \left(\frac{\text{CFU}}{\text{ml}} \right) = \text{jumlah koloni} \times \frac{1}{\text{faktor pengenceran}}$$

Analisis Data

Penelitian ini didesain menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) pola faktorial yang terdiri dari dua faktor, yaitu dosis molases dan waktu inkubasi dengan 3 ulangan. Dosis molases yang diamati adalah 0%, 50% dan 100% sedangkan waktu inkubasi dilakukan pada 5 hari, 10 hari, dan 15 hari. Data dianalisis menggunakan analysis of variance (ANOVA) dengan software SPSS versi 25. Peubah yang memiliki pengaruh perlakuan berbeda nyata ($p < 0,05$) akan dilakukan uji lanjut Duncan. Peubah yang dianalisis secara deskriptif yaitu uji sensori (warna, aroma, kekentalan, endapan, kejernihan, homogenitas dan busa). Peubah yang dianalisis secara statistik populasi mikroba bakteri asam laktat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Perlakuan Terhadap Uji Sensori Warna, Aroma, Kekentalan, Endapan, Kejernihan, Homogenitas dan Busa Probiotik Hasil Produksi Larva *Black Soldier Fly* (BSF)

Uji sensori merupakan metode penilaian yang dilakukan untuk mengidentifikasi dan menggambarkan karakteristik fisik dan organoleptic suatu produk berdasarkan persepsi indera manusia. Pada penelitian ini uji sensori yang dilakukan adalah secara deskriptif artinya bertujuan untuk mengetahui karakteristik mutu probiotik akibat perlakuan perbedaan dosis molases dan lama inkubasi. Hasil uji sensori dari 30 responden tidak terlatih dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rataan Uji Sensori Warna, Aroma, Kekentalan, Endapan, Kejernihan, Homogenitas dan Busa Probiotik Hasil Produksi Larva *Black Soldier Fly* (BSF)

Perlakuan	Warna	Aroma	Kekentalan	Endapan
A1B1 (0% Molases dan 5 hari Inkubasi)	1.00±0.00	3.43±0.50	1.87±0.68	2.20±0.55
A1B2 (0% Molases dan 10 hari Inkubasi)	1.00±0.00	3.47±0.51	2.23±0.68	2.57±0.50
A1B3 (0% Molases dan 15 hari Inkubasi)	1.07±0.25	3.67±0.48	2.67±0.48	2.30±0.47
A2B1 (50% Molases dan 5 hari Inkubasi)	2.67±0.55	1.30±0.47	2.97±0.61	3.17±0.53
A2B2 (50% Molases dan 10 hari Inkubasi)	3.23±0.43	1.30±0.47	2.60±0.50	3.37±0.49
A2B3 (50% Molases dan 15 hari Inkubasi)	3.20±0.41	1.27±0.45	3.33±0.66	3.23±0.43
A3B1 (100% Molases dan 5 hari Inkubasi)	3.70±0.47	1.27±0.45	2.50±0.51	3.13±0.35
A3B2 (100% Molases dan 10 hari Inkubasi)	3.97±0.18	1.30±0.47	2.83±0.38	3.10±0.31
A3B3 (100% Molases dan 15 hari Inkubasi)	4.00±0.00	1.57±0.50	2.53±0.51	3.17±0.46
Perlakuan	Kejernihan	Homogenitas	Busa	
A1B1 (0% Molases dan 5 hari Inkubasi)	2.33±0.48	2.50±0.51	2.00±0.59	
A1B2 (0% Molases dan 10 hari Inkubasi)	2.23±0.50	2.50±0.63	1.77±0.50	
A1B3 (0% Molases dan 15 hari Inkubasi)	2.47±0.51	2.67±0.48	2.77±0.43	
A2B1 (50% Molases dan 5 hari Inkubasi)	3.50±0.51	1.53±0.68	2.97±0.49	
A2B2 (50% Molases dan 10 hari Inkubasi)	3.40±0.50	1.53±0.51	2.80±0.41	
A2B3 (50% Molases dan 15 hari Inkubasi)	3.10±0.31	1.57±0.57	2.87±0.43	
A3B1 (100% Molases dan 5 hari Inkubasi)	3.07±0.25	1.37±0.49	3.00±0.00	
A3B2 (100% Molases dan 10 hari Inkubasi)	3.27±0.45	1.80±0.41	2.97±0.18	
A3B3 (100% Molases dan 15 hari Inkubasi)	3.13±0.35	1.80±0.41	3.13±0.35	

Note: Warna (1=Kuning,2=Kuning kecoklatan,3=Coklat,4=Coklat gelap); Aroma (1=Asam segar,2=Agak menyengat,3=Menyengat,4=Sangat menyengat); Kekentalan (1=Encer,2=Agak kental,3=Kental,4=Sangat kental); Endapan (1=Tidak ada,2=Sedikit,3=Sedang,4=Banyak); Kejernihan (1=Jernih,2=Agak keruh,3=Keruh,4=Sangat keruh); Homogenitas (1=Sangat homogen,2=Homogen,3=Kurang,4=Tidak homogen); Busa (1=Tidak ada,2=Sedikit,3=Cukup banyak,4=Sangat banyak)

Adanya perubahan warna pada produk probiotik merupakan salah satu indikator awal aktivitas mikroorganisme. Pada penelitian menunjukkan bahwa pemberian molases dengan taraf yang lebih tinggi akan mendapatkan warna yang lebih gelap hal ini dikarenakan kandungan gula pada perlakuan dapat mempercepat aktivitas mikroba (Araujo

et al., 2024). Gula yang terdapat pada molases merupakan sumber energi bagi mikroorganisme. Sebaliknya tanpa pemberian molases warna probiotik yang dihasilkan cenderung terang, ini dapat menunjukkan aktivitas mikroba tidak terlalu cepat. Lama inkubasi juga mempengaruhi warna probiotik yang didapatkan (Komalasari *et al.*, 2024), terlihat pada perlakuan dengan lama inkubasi 15 hari didapatkan warna gelap atau coklat tua. Pada penelitian ini perlakuan A1B1 (0% molases dan 5 hari inkubasi) dan A1B2 (0% molases dan 10 hari inkubasi) memiliki warna cenderung terang (kuning) dengan nilai 1.00, sedangkan warna yang paling gelap (coklat tua) didapatkan pada perlakuan A3B3 (100% Molases dan 15 hari inkubasi). Aroma probiotik dipengaruhi oleh metabolisme mikroba dalam produk. Perlakuan dengan lama inkubasi dan pemberian molases dapat meningkatkan produksi asam laktat pada produk probiotik menghasilkan aroma asam yang khas dan segar. Molases dengan kandungan gula yang tinggi memberikan substrat optimal bagi pertumbuhan mikroba (Fifendy *et al.*, 2013) sehingga menghasilkan aroma fermentasi yang khas (Wang *et al.*, 2021). Pada perlakuan A1B1, A1B2 dan A1B3 dapat dilihat bahwa aroma tanpa pemberian molases sangat menyengat (cenderung busuk) yaitu 3.43, 3.46 dan 3.67, sedangkan pada perlakuan dengan penambahan 50% dan 100% molases cenderung memiliki aroma khas fermentasi yaitu asam segar.

Kekentalan mencerminkan jumlah biomassa dan eksopolisakarida yang dihasilkan selama fermentasi (Hamet *et al.*, 2015). Perlakuan dengan molases cenderung menghasilkan kekentalan yang tinggi, lama inkubasi dapat memberikan waktu yang optimal bagi mikroba dalam bertumbuh. Eksopolisakarida berfungsi sebagai pelindung probiotik, meningkatkan stabilitas dan daya hidupnya. Pada penelitian ini kekentalan terendah didapatkan pada perlakuan tanpa pemberian molases. Endapan pada probiotik menggambarkan stabilitas suspensi dan kandungan padatan tidak larut. Perlakuan dengan molases menghasilkan endapan lebih banyak, karena terdapat sisa bahan organik yang tidak terfermentasi sempurna. Pada lama inkubasi endapan menurun akibat proses degradasi bahan organik oleh enzim dari mikroba yang dihasilkan (Zambonelli *et al.*, 2002; Nagarajan *et al.*, 2022) oleh BSF. Kejernihan berhubungan terbalik dengan warna, semakin pekat warna maka akan menghasilkan probiotik yang keruh. Semakin tinggi populasi mikroba maka kejernihan menurun karena meningkatkan kekeruhan akibat sel hidup dan sisa substrat (Zhang, 2009). Molases dengan kadar gula yang tinggi menghasilkan probiotik yang lebih keruh menandakan aktivitas fermentasi aktif (Acosta Piantini *et al.*, 2023).

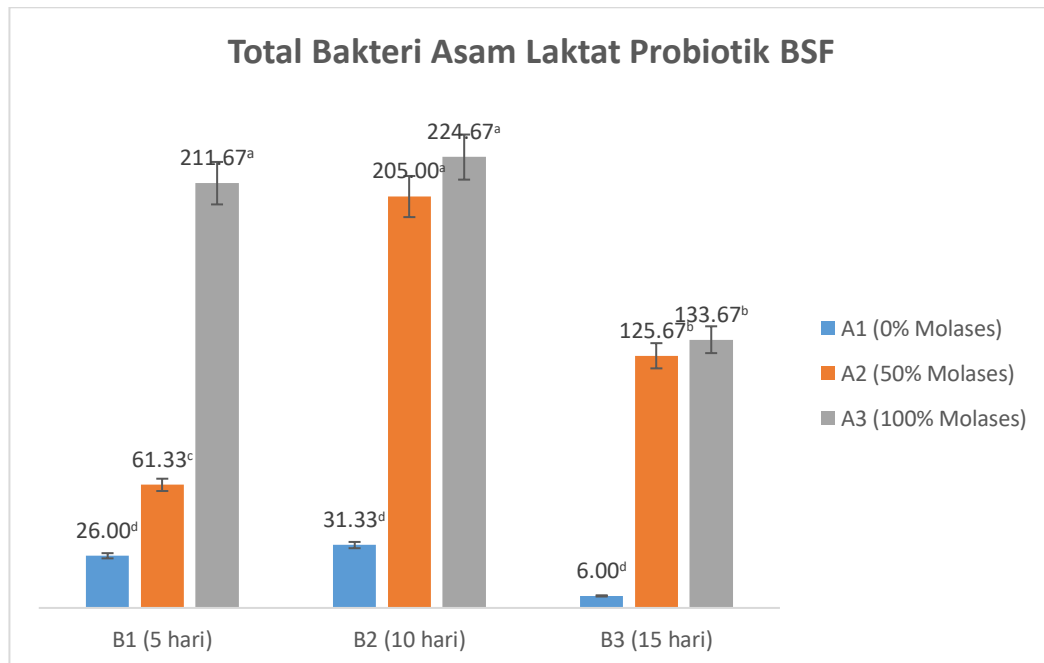
Homogenitas probiotik menunjukkan tingkat kestabilan fisik campuran probiotik (Patrignani *et al.*, 2016). Produk yang homogen menandakan interaksi kuat antara metabolit mikroba dan media. Molases berperan penting sebagai pengikat alami melalui kandungan gula, membantu mempertahankan kestabilan larutan probiotik. Pembentukan busa pada produk probiotik merupakan indikator aktivitas fermentasi dan produksi gas (CO₂) akibat metabolisme gula (Gomez Pliego *et al.*, 2025). Perlakuan dengan molases yang tinggi dan waktu inkubasi panjang menghasilkan busa yang lebih banyak dapat dilihat pada perlakuan A3B3 yaitu 3.13, yaitu lebih tinggi dari perlakuan lainnya yang menandakan aktivitas mikroba yang tinggi. Namun busa yang berlebihan dapat juga menandakan kontaminasi mikroba non-laktat. Pengaruh perbedaan molases dan lama inkubasi memberikan interaksi terhadap kualitas fisik probiotik larva BSF. Molases berfungsi sebagai sumber karbon utama untuk pertumbuhan mikroba, sementara lama inkubasi menentukan sejauh mana proses fermentasi berlangsung.

Pengaruh Perlakuan terhadap Total Bakteri Asam Laktat Probiotik Hasil Produksi Larva *Black Soldier Fly* (BSF)

Jumlah bakteri asam laktat (BAL) merupakan indikator penting dalam menilai keberhasilan fermentasi dan kualitas probiotik yang dihasilkan. BAL berperan dalam menghasilkan asam organik, enzim dan metabolit antimikroba yang dapat meningkatkan daya tahan probiotik terhadap patogen. Rataan total bakteri asam laktat (BAL) dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rataan total bakteri asam laktat (CFU/ml) probiotik hasil produksi larva *Black Soldier Fly* (BSF) (Pengenceran 10⁻⁶)

Dosis Molases	Lama Inkubasi			Rataan
	B1 (5 hari)	B2 (10 hari)	B3 (15 hari)	
A1 (0% Molases)	26.00 ^d	31.33 ^d	6.00 ^d	21.11
A2 (50% Molases)	61.33 ^c	205.00 ^a	125.67 ^b	130.67
A3 (100% Molases)	211.67 ^a	224.67 ^a	133.67 ^b	190.00
Rataan	99.67	153.67	88.44	



Gambar 1. Total bakteri asam laktat

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa terjadi interaksi yang berbeda nyata ($P < 0.05$) antara dosis molases dengan lama inkubasi, juga pada masing-masing faktor yaitu dosis molases (faktor A) dan lama inkubasi (faktor B) menunjukkan pengaruh berbeda sangat nyata ($P < 0.01$) terhadap nilai bakteri asam laktat (BAL) probiotik larva Black Soldier Fly (BSF). Hasil uji DMRT menunjukkan bahwa nilai bakteri asam laktat (BAL) probiotik larva BSF pada perlakuan A3B2 (100% molases dan 10 hari inkubasi) berbeda tidak nyata ($P > 0.05$) dengan perlakuan A3B1 (100% molases dan 5 hari inkubasi) dan A2B2 (50% molases dan 10 hari inkubasi), namun nyata lebih tinggi lebih tinggi ($P < 0.05$) dibandingkan dengan perlakuan A3B3 (100% molases dan 15 hari inkubasi), A2B3 (50% molases dan 15 hari inkubasi), A2B1 (50% molases dan 5 hari inkubasi), A1B2 (0% molases dan 10 hari inkubasi), A1B1 (0% molases dan 5 hari inkubasi) dan A1B3 (0% molases dan 15 hari inkubasi).

Tingginya total bakteri asam laktat pada perlakuan A3B2, A3B1 dan A2B2 yaitu 224.67 CFU/ml, 211.67 CFU/ml dan 205.00 CFU/ml dapat disebabkan oleh interaksi antara dosis molases dan lama inkubasi yang optimal. Adanya penambahan molases pada perlakuan memberikan peningkatan jumlah koloni bakteri asam laktat. Molases merupakan sumber karbon yang mampu mempercepat pertumbuhan dan aktivitas metabolic mikroba asam laktat. Sumber energi yang melimpah, bakteri asam laktat akan berkembang dengan

cepat, memperbanyak diri secara eksponensial dan mempertahankan aktivitasnya selama periode fermentasi yang Panjang. Beberapa genus BAL seperti *Lactobacillus*, *Enterococcus*, dan *Weissella* yang sering ditemukan pada larva BSF (Lin *et al.*, 2024) mampu beradaptasi dengan baik pada lingkungan yang kaya gula. BAL ini menunjukkan pola fermentasi homofermentatif, di mana sebagian besar energi diperoleh dari konversi glukosa menjadi asam laktat dengan efisiensi tinggi (Wang *et al.*, 2013). Selain itu, komunitas mikroba BSF yang kompleks juga mungkin mengandung bakteri pendukung seperti *Bacillus* spp. atau *Pediococcus* spp. yang mampu memproduksi senyawa metabolit sekunder seperti vitamin, peptida antimikroba, dan asam organik lainnya, sehingga memperkuat stabilitas ekosistem mikroba selama fermentasi (Chen *et al.*, 2022).

Rendahnya total bakteri asam laktat pada perlakuan A1B2, A1B1 dan A1B3 yaitu 31.33 CFU/ml, 26.00 CFU/ml dan 6.00 CFU/ml dapat disebabkan karena tidak adanya sumber karbon tambahn pada perlakuan tersebut. Bakteri pada kondisi tersebut hanya mengandalkan senyawa organik dari substrat dasar atau dari biomassa larva itu sendiri, yang mungkin mengandung protein dan lipid kompleks, tetapi tidak cukup efisien sebagai sumber energi untuk fermentasi. Sebaliknya, perlakuan dengan molases 50% dan 100% menciptakan lingkungan fermentasi yang kaya nutrisi, memungkinkan BAL tumbuh optimal dan berkompetisi secara efektif terhadap mikroba non-asam laktat (Wang *et al.*, 2021). Penambahan molases juga dapat meningkatkan ketersediaan nitrogen terlarut dan vitamin B kompleks yang terkandung di dalamnya, yang berperan sebagai kofaktor penting dalam aktivitas enzimatik BAL selama metabolisme (Chen *et al.*, 2022).

Lama inkubasi turut memberikan pengaruh signifikan terhadap dinamika pertumbuhan BAL. Pada hari ke-5 fermentasi, populasi BAL mulai meningkat pesat, menandakan fase eksponensial awal di mana mikroba memanfaatkan substrat karbon dengan efisien. Peningkatan tertinggi biasanya diamati hingga hari ke-10, yang merupakan titik optimum fermentasi dengan jumlah BAL maksimum. Setelah melewati fase ini (hari ke-15), total BAL cenderung menurun atau stabil. Penurunan populasi pada periode akhir fermentasi ini kemungkinan disebabkan oleh kehabisan substrat fermentabel, akumulasi asam organik yang tinggi, dan penurunan pH yang ekstrem, yang menciptakan tekanan lingkungan bagi BAL itu sendiri (Guerzoni *et al.*, 2013). Kondisi stres asam menyebabkan kerusakan membran sel, gangguan transpor ion, dan penurunan aktivitas enzim glikolisis, sehingga menghambat pembelahan sel dan menurunkan viabilitas BAL (Lin *et al.*, 2024).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan pada penelitian ini adalah perlakuan A2B2 (50% molases dan 10 hari inkubasi) memberikan hasil terbaik dari segi nilai sensori yang sesuai standar probiotik yaitu warna sebesar 3.23, aroma sebesar 1.30, endapan sebesar 3.37, kekentalan sebesar 2.60, kejernihan sebesar 3.40, homogenitas sebesar 1.53 dan busa sebesar 2.80, serta memiliki nilai total bakteri asam laktat yang tinggi yaitu 205×10^6 CFU/ml.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diberikan kepada Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara yang telah memberikan dana penelitian skema penelitian dosen muda/pemula. Terimakasih diucapkan juga kepada anggota penelitian baik dosen maupun mahasiswa yang telah membantu melaksanakan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Acosta Piantini, E. M., Rodríguez-Díez, E., Chávarri, M., López-de-Armentia, I., Villarán, M. C., & Lombraña, J. I. (2023). Preparation of Hydrolyzed Sugarcane Molasses as a Low-Cost Medium for the Mass Production of Probiotic *Lactobacillus paracasei* ssp. *paracasei* F19. *Separations*, 10(1), 33. <https://doi.org/10.3390/separations10010033>
- Agma, A. R. (2025). Peran Probiotik dalam Meningkatkan Kesehatan Usus dan Produktivitas Ayam Petelur. *Jurnal Ilmu Peternakan dan Perikanan*, 1(1), 25-32.
- Amran, M., Haryadi, H., & Trisna, A. (2024). Pengaruh Media Berbeda Terhadap Produksi Ulat Kandang (*Alphitobius diaperinus*) Sebagai Pakan Sumber Protein Ternak Unggas. *Jurnal Peternakan Lokal*, 6(1), 44-52.
- Araujo, C. M., Albuquerque, T. M. R. de, Sampaio, K. B., Oliveira, J. N. de, Silva, J. Y. P. da, Lima, M. D. S., Nascimento, Y. M. do, Silva, E. F. da, Silva, M. da, Tavares, J., Souza, E. L. de, & Oliveira, M. E. G. de. (2024). Fermenting Acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) and Guava (*Psidium guajava* L.) Fruit Processing Co-Products with Probiotic *Lactobacilli* to Produce Novel Potentially Synbiotic Circular Ingredients. *Foods*, 13. <https://doi.org/10.3390/foods13091375>
- Ardilla, Y. A., Anggreini, K. W., Puri, T., & Rahmani, D. (2022). Peran Bakteri Asam Laktat Indigen Genus *Lactobacillus* Pada Fermentasi Buah Durian (*Durio zibethinus*) Sebagai Bahan Pembuatan Tempoyak. *Berkala Ilmiah Biologi*, 13(2), 42-52.
- Chen, X., Ma, Y., Khan, M. Z., Xiao, J., Alugongo, G. M., Li, S., ... & Cao, Z. (2022). A combination of lactic acid bacteria and molasses improves fermentation quality, chemical composition, physicochemical structure, in vitro degradability and rumen microbiota colonization of rice straw. *Frontiers in Veterinary Science*, 9, 900764.

- Fadillah F, Sujatmiko S. Kandungan Total Bakteri, Escherichia Coli, Dan Salmonella Sp. Pada Biokonversi Manure Layer Untuk Bahan Baku Konsentrat Kambing. *Jurnal Sains dan Teknologi Industri Peternakan*. 2024 Aug 24;4(2):44-52.
- Fifendy, M., Eldini, E., & Irdawati, I. (2013). *Pengaruh Pemanfaatan Molase Terhadap Jumlah Mikroba dan Ketebalan Nata Pada Teh Kombucha*. 1(1). <https://jurnal.fmipa.unila.ac.id/semirata/article/download/588/408>
- Gomez-Pliego, R., Raya, J., Ríos-Guerra, H., & Temis-Cortina, J. A. (2025). *Microbial Fermentation: From Food Tradition to Cutting-Edge Biotechnology*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.1012273>
- Guerzoni, M. E., Serrazanetti, D. I., Vernocchi, P., & Gianotti, A. (2013). *Physiology and Biochemistry of Sourdough Yeasts* (pp. 155–181). Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-5425-0_6
- Hamet, M. F., Piermaria, J., Abraham, A. G., & Abraham, A. G. (2015). Selection of EPS-producing Lactobacillus strains isolated from kefir grains and rheological characterization of the fermented milks. *Lwt - Food Science and Technology*, 63(1), 129–135. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2015.03.097>
- Komalasari, H., Karni, I., Heldiyanti, R., Arianto, A. R., & Rahayu, E. S. (2024). Effect of Inoculation Time for Indigenous Probiotic Bacteria Lactobacillus plantarum DAD-13 on the Physiochemical and Organoleptic Properties of Yoghurt Drink. *JITIPARI (Jurnal Ilmiah Teknologi Dan Industri Pangan UNISRI)*, 9(1), 67–78. <https://doi.org/10.33061/jitipari.v9i1.10121>
- Lin, S. W., & Shelomi, M. (2024). Black soldier fly (*Hermetia illucens*) microbiome and microbe interactions: a scoping review. *Animals*, 14(22), 3183.
- Lukman, M. R. A. A., & Kurniawati, E. (2025). Analisis Fisik, Mikroba, pH, dan Sensorik Es Krim Fungsional Probiotik dengan Kombinasi Ubi Jalar Ungu: Physical, Microbial, pH, and Sensory Analysis of Functional Probiotic Ice Cream with Purple Sweet Potato Combination. *JOFE: Journal of Food Engineering*, 4(2), 67-77.
- Nagarajan, M., Rajasekaran, B., & Venkatachalam, K. (2022). Microbial metabolites in fermented food products and their potential benefits. *International Food Research Journal*, 29(3), 466–486. <https://doi.org/10.47836/ifrj.29.3.01>
- Trisna, A., Amran, M., & Pratama, W. (2024). Pengaruh penambahan tepung maggot black soldier fly (*Hermetia illucens*) dalam ransum terhadap performa produksi puyuh petelur. *Agrivet: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian dan Peternakan (Journal of Agricultural Sciences and Veteriner)*, 12(2), 322-329.
- Patrignani, F., Serrazanetti, D. I., Mathara, J. M., Siroli, L., Gardini, F., Holzapfel, W. H., & Lanciotti, R. (2016). Use of homogenisation pressure to improve quality and functionality of probiotic fermented milks containing Lactobacillus rhamnosus BFE 5264. *International Journal of Dairy Technology*, 69(2), 262–271. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12251>

- Wang, Y., Jin, F., Sasaki, M., Wang, F., Jing, Z., & Goto, M. (2013). Selective Conversion of Glucose into Lactic Acid and Acetic Acid with Copper Oxide Under Hydrothermal Conditions. *Aiche Journal*, 59(6), 2096–2104. <https://doi.org/10.1002/AIC.13960>
- Wang, B., Wang, B., Wu, Q., Wu, Q., Xu, Y., & Sun, B. (2021). Multiple sugars promote microbial interactions in Chinese baijiu fermentation. *Lwt - Food Science and Technology*, 138, 110631. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2020.110631>
- Yanti, D. N., Syam, H., & Sukainah, A. (2024). Uji Efektivitas Bakteri Asam Laktat yang diisolasi dari Cairan Fermentasi Biji Kopi Robusta (*Coffea Canephora*) Sebagai Kandidat Probiotik. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 10(2), 205-222.
- Zambonelli, C., Chiavari, C., Benevelli, M., & Coloretti, F. (2002). Effects of Lactic Acid Bacteria Autolysis on Sensorial Characteristics of Fermented Foods. *Food Technology and Biotechnology*, 40(4), 347–351. <https://hrcak.srce.hr/file/263266>
- Zhang, Q. (2009). Determination of fermentation characteristics of three probiotics. *Science and Technology of Food Industry*. https://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-SPKJ200905051.html