



Artikel Penelitian

Kata Kunci:Limbah Sayur;
Fermentasi;
Maggots**Keywords:**Vegetable Waste;
Fermentation;
Maggots**INDEXED IN**SINTA - Science and
Technology Index
Crossref
Google Scholar
Garba Rujukan Digital: Garuda**CORRESPONDING
AUTHOR**Yunilas
Fakultas Pertanian,
Universitas Sumatera Utara,
Indonesia**EMAIL**yunilas@usu.ac.id**OPEN ACCESS**

E ISSN 2623-2022



Copyright (c) 2023 Jurnal Kolaboratif Sains

Potensi Limbah Sayur sebagai Agen Media Tumbuh Maggot BSF (*Black Soldier Fly*)

*Potential of Vegetable Waste as a Growing Media Agent for BSF (*Black Soldier Fly*) Maggot*

Yunilas^{1*}, Edy Mirwandhono², Ameilia Siregar³, Ade Trisna⁴^{1,2}Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Indonesia

Abstrak: Limbah sayur merupakan biomasa organik yang cukup berlimpah, mudah rusak dan menyebabkan pencemaran lingkungan. Fermentasi limbah sayur dengan MOL (*Mikroorganisme lokal*) merupakan salah satu teknologi pengolahan limbah yang lebih aplikatif, mudah dibuat dan murah harganya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kandungan nutrisi limbah sayur fermentasi dengan MOL sebagai agen media tumbuh maggot BSF. Penelitian ini dilakukan secara eksperimen menggunakan rancangan acak lengkap (RAL), 4 perlakuan (fermentasi 2, 4, 6, 8 hari). Variabel yang diamati adalah kandungan nutrisi yaitu: bahan kering (BK), protein kasar (PK), serat kasar (SK), lemak kasar (LK), dan Abu. Hasil penelitian menunjukkan fermentasi limbah sayur dengan MOL meningkatkan kandungan nutrisi limbah. Hasil fermentasi terbaik sebagai agen media tumbuh maggot adalah fermentasi 2 hari dengan kandungan PK sebesar 20,23% dan SK sebesar 14,80%.

Abstract: Vegetable waste is organic biomass that is quite abundant, easily damaged, and causes environmental pollution. Fermentation of vegetable waste with MOL (*local microorganisms*) is one of the more applicable waste treatment technologies, easy to make and cheap. The purpose of this study was to determine the nutritional content of fermented vegetable waste with MOL as a growing media agent for BSF maggot. This research was conducted experimentally using a complete randomized design (CRD), and 4 treatments (fermentation 2, 4, 6, and 8 days). The variables observed were nutrient content, viz: dry matter (BK), crude protein (PK), crude fiber (SK), crude fat (LK), and ash. The results showed that the fermentation of vegetable waste with MOL increased the nutrient content of the waste. The best fermentation result as a maggot-growing media agent is 2 days of fermentation with PK content of 20.23% and SK of 14.80%.

Jurnal Kolaboratif Sains (JKS)

Volume 6 Issue 6 Juni 2023

Pages: 477-486

LATAR BELAKANG

Limbah sayur merupakan biomasa organik yang cukup berlimpah. Limbah sayur-sayuran terdapat berlimpah baik dilahan perkebunan sewaktu panen raya maupun di pasar-pasar. Limbah ini jika dibiarkan begitu saja dapat menyebabkan pencemaran lingkungan karena menghasilkan bau tidak sedap, sumber penyakit, dan menghasilkan gas metana. Proses pembusukan dapat terjadi karena penguraian bahan organik yang tidak terkontrol oleh mikroba pembusuk (Yunilas *et al.*, 2022). Limbah sayuran dapat dimanfaatkan sebagai media tumbuh maggot namun umumnya memiliki kadar air tinggi, sehingga mudah busuk. Disamping itu, limbah sayur memiliki kandungan nutrisi yang rendah ditandai dengan kandungan protein rendah dan serat tinggi.

Upaya yang dapat dilakukan untuk memanfaatkan limbah sayur dan mengurangi dampak terhadap lingkungan adalah dengan cara pengolahan limbah melalui proses fermentasi. Fermentasi dapat berlangsung secara spontan dan tidak spontan. Fermentasi secara spontan berlangsung tanpa penambahan bioaktifator dan fermentasi tidak spontan berlangsung dengan penambahan bioaktifator. Penambahan bioaktifator memiliki kelebihan yaitu membantu mempercepat proses metabolisme mikroba dalam mengurai senyawa organik dan mempersingkat fase pertumbuhannya (lag fase) sehingga proses fermentasi dapat berlangsung lebih cepat. Bioaktifator yang mudah didapat, murah harganya dan lebih aplikatif adalah larutan MOL (*Mikroorganisme lokal*). Hasil penelitian Yunilas *et al.*, (2014) membuktikan bahwa mikroba yang berasal dari substrat sendiri (lingkungannya) memiliki kemampuan yang tinggi dalam mendegradasi substrat tersebut.

Fermentasi bahan organik dengan penambahan *Mikroorganisme lokal* (MOL) dapat meningkatkan kandungan nutrisinya (meningkatkan kandungan protein dan menurunkan kandungan serat) serta menurunkan antinutrisi. MOL adalah larutan hasil fermentasi yang mengandung beragam mikroorganisme baik bakteri, fungi maupun yeast yang hidup secara konsorsium dan saling bersinergis (Yunilas *et al.*, 2014). Pemanfaatan MOL sebagai bioaktifator dalam proses fermentasi lebih aplikatif untuk diterapkan di lapangan karena bahan yang digunakan mudah didapat dan harga murah.

Hasil fermentasi dipengaruhi berbagai faktor antara lain: bahan (substrat), pH, suhu, oksigen, mikroba, lama fermentasi. Hasil fermentasi menyebabkan perubahan bahan secara fisik, kimia dan biologi. Perubahan secara fisik pada produk fermentasi akan terlihat dari aroma, rasa, warna, tekstur yang dihasilkan yaitu aroma tape yang segar serta rasa asam akan menarik maggot untuk tumbuh dan berkembang pada media tersebut.

Berdasarkan pemaparan di atas penulis tertarik meneliti pengolahan limbah sayur (sawi hijau, kol dan daun kembang kol) yang difermentasi dengan MOL pada berbagai lama fermentasi. Pengolahan limbah sayur melalui proses fermentasi, dan menyajikan sebagai media tumbuh maggot. Limbah sayur yang difermentasi diharapkan dapat mengatasi proses pembusukan yang tidak terkontrol dan menekan pencemaran lingkungan. Melalui fermentasi diharapkan terjadinya peningkatan kandungan nutrisi limbah sebagai media tumbuh maggot.

TINJAUAN LITERATUR

Maggot BSF dapat tumbuh dan berkembang pada media yang sesuai dengan kebutuhannya. Budidaya maggot dapat diterapkan pada media berbasis limbah organik ataupun hasil samping agroindustry (Silmina *et al.*, 2016). Larva lalat BSF dapat tumbuh media organik, seperti BIS, kotoran sapi, kotoran babi, kotoran ayam, sampah buah dan limbah organik lainnya.

Kandungan nutrisi limbah kubis yaitu BK 15,74%, PK23,87%, abu 12,49 o/o, PK 23,87%, SK 22,62%, LK 1,75% dan BETN 39,27% (Muktiani *et al.*, 2007). Kelemahan dari limbah kubis adalah kadar air yang tinggi sebesar 92,44% yang menyebabkan limbah kubis mudah busuk sehingga diperlukan penanganan yang cepat untuk mengolah limbah tersebut (Utama & Mulyanto, 2009).

Kemampuan larva BSF hidup dalam berbagai media terkait dengan karakteristik memiliki toleransi pH yang luas (Mangunwardoyo *et al.*, 2011). Kualitas dan kuantitas media perkembangan larva

lalat sangat mempengaruhi kandungan nutrisi tubuh serta keberlangsungan hidup larva pada setiap instar dan tahap metamorfosis selanjutnya (Gobbi *et al.*, 2013) dan (Makkar *et al.*, 2014). Limbah pasar sayur dan buah berpotensi sebagai media tumbuh maggot karena memiliki kandungan asam tinggi dan mikroba yang menguntungkan. Asam pada limbah pasar sayur diduga berupa asam laktat sebagai hasil metabolisme bakteri asam laktat (Sihombing *et al.*, 2022). Abun & Tanwiriah (2007) menyatakan kandungan nutrisi media dapat diperbaiki melalui proses fermentasi.

Fermentasi merupakan proses perombakan bahan organik melalui aktivitas mikroorganisme dengan mengubah senyawa-senyawa kompleks menjadi sederhana. Produk fermentasi dapat meningkatkan kualitas bahan organik, menambah rasa, aroma, serta meningkatkan nilai kecernaan (Simanjuntak *et al.*, 2015). Fermentasi bahan organik dengan aditif *Mikroorganisme lokal* (MOL) dapat meningkatkan kandungan nutrisinya (meningkatkan kandungan protein dan menurunkan kandungan serat) (Harahap, H.L. *et al.*, 2018) dan Hayati *et al.*, (2018) serta menurunkan antinutrisi (Siburian *et al.*, 2019).

Produk fermentasi dapat meningkatkan kualitas bahan organik, menambah rasa, aroma, serta meningkatkan nilai kecernaan. Fermentasi pada suatu bahan organik dapat menyebabkan perubahan secara fisik (warna, tekstur, aroma, rasa) maupun kimia (kadar air, bahan kering, protein, serat, lemak dan abu) (Yunilas *et al.*, 2021) dan (Yunilas *et al.*, 2022).

METODE

Alat dan Bahan. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan analitik, fermentor (erlenmeyer), gelas ukur, tabung reaksi, pipet, pH meter, spatula, aquades, mikroskop, *hemocytometer*, aluminium foil, autoclave, plastik, karet, baskom, ember, silo untuk wadah fermentasi, nampan, thermometer, sarung tangan, terpal, plastik meteran, kertas saring, kertas minyak, wadah tumbuh maggot.

Bahan yang dipergunakan adalah MOL berbasis limbah sayur. Media fermentasi berbasis limbah sayur (kol, daun kembang kol, sawi hijau), dedak halus, molases dan telur maggot. alkohol, aquades, bahan kimia larutan HCl 25%, H₂SO₄, NaOH, campuran selen (2,5 g serbuk SeO₂, 100 g K₂SO₄, dan 20 g CuSO₄, 5H₂O), bromocresol green 0,1 %, merah metil 0,1 %, alkohol 95 %, H₃BO₃ 2 %, etanol 96%, kertas whattman dan indikator merah metil.

Metode Penelitian. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL), 4 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan meliputi berbagai lama fermentasi (inkubasi) secara anaerob yaitu: V1 = limbah sayur difermentasi 2 hari; V2 = limbah sayur difermentasi 4 hari; V3 = limbah sayur difermentasi 6 hari; dan V4 = limbah sayur difermentasi 8 hari.

Prosedur penelitian. Pembuatan MOL berbasis limbah sayur berdasarkan (Yunilas *et al.*, 2022) yaitu limbah sayur (daun sawi hijau, kol, daun kembang kol) ditimbang masing-masing 80g, lalu dihaluskan menggunakan blender. Limbah sayur yang sudah dihaluskan dimasukkan ke dalam botol (fermentor) ukuran 500 ml. Selanjutnya dedak halus ditimbang sebanyak 8 g, dan molasses 28 g, lalu masukkan ke dalam fermentor 500 ml. Air kelapa, air cucian beras, dan air dengan ratio (1:1:1) dimasukkan ke dalam fermentor sebanyak 284 ml air. Kemudian semua bahan diaduk sampai tercampur rata (homogen). Inkubasi (fermentasi) selama 14 hari.

Fermentasi limbah sayur sebagai Media hidup Maggot yaitu limbah sayur berupa daun sawi hijau, kol, daun kembang kol terlebih dahulu dengan air mengalir kemudian ditiriskan. Selanjutnya limbah sayur dicacah menjadi ukuran lebih kecil kemudian tambahkan 3% molases, 5% dedak halus dan 3% MOL. Semua bahan diaduk sampai tercampur merata. Inkubasi (fermentasi) sesuai perlakuan yaitu 2, 4, 6 dan 8 hari. Amati dan analisis kandungan nutrisi media fermentasi.

Variabel. Variabel yang diamati antara lain: BK, PK, SK, LK, dan Abu media tumbuh maggot.

1. Kadar Air dan Bahan Kering (Metode oven berdasarkan SNI 01-2891-1992)

$$\text{Kadar Air} = \frac{W}{W1} \times 100 \%$$

Bahan Kering = 100% - Kadar Air

di mana:

w = bobot contoh sebelum dikeringkan, dalam gram

w₁ = kehilangan bobot setelah dikeringk

2. Protein Kasar (Metode semimikro Kjeldhal berdasarkan SNI 01-2891-1992)

$$\text{Kadar Protein} = \frac{(V1-V2) \times N \times 0,014 \times fk \times fp \times 100\%}{w}$$

di mana:

w = bobot contoh

V1 = volume HCl 0,01 N yang dipergunakan penitaran contoh

V2 = volume HCl yang dipergunakan penitaran blanko

N = normalitas HCl

fk = faktor konversi untuk protein dari makanan secara umum (6,25)

fp = faktor pengenceran

3. Serat Kasar (Berdasarkan SNI 01-2891-1992)

$$\% \text{ Serat Kasar} = \frac{W - W1}{W2} \times 100 \%$$

di mana:

w = bobot contoh, dalam gram;

w₁ = bobot abu, dalam gram

w₂ = bobot endapan pada kertas saring, dalam gram

4. Lemak Kasar (Metode hidrolisis (Weibull) berdasarkan SNI an, dalam gram)

$$\text{Kadar Lemak} = \frac{W1 - W2}{W} \times 100\%$$

di mana:

w = bobot contoh, dalam gram

w₁ = bobot labu lemak sesudah ekstraksi, dalam gram

w₂ = bobot labu lemak sebelum ekstraksi, dalam gram

5. Kadar Abu (Kadar Abu total berdasarkan SNI 01-2891-1992)

$$\text{Kadar abu} = \frac{W1 - W2}{W} \times 100 \%$$

HASIL

Kualitas hasil fermentasi limbah sayur sebagai media tumbuh maggot dapat dilihat dari kualitas kandungan nutrisi. Kandungan nutrisi limbah sayur yang difermentasi pada berbagai lama fermentasi disajikan pada Tabel 1 berikut ini.

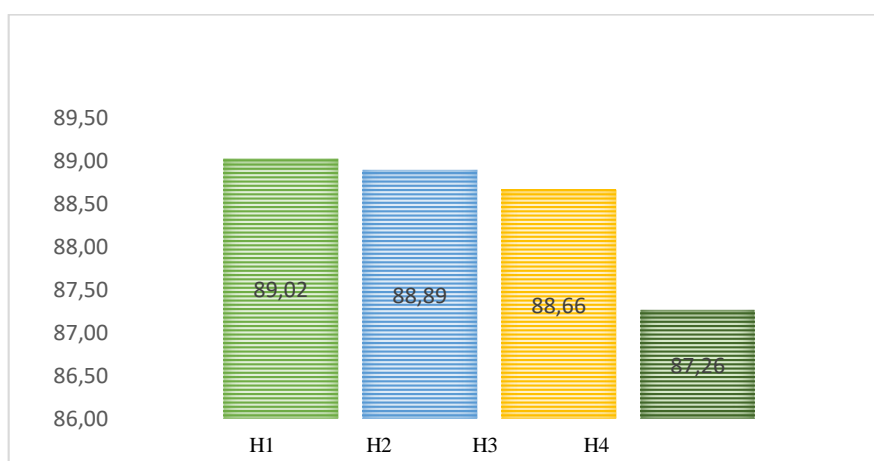
Tabel 1. Kandungan nutrisi limbah sayur (sawi hijau, kol dan daun kembang kol) fermentasi dengan MOL (%)

Variabel	Lama Fermentasi (Hari)			
	V1	V2	V3	V4
Kadar Air (KA) (%)	89,02	88,89	88,66	87,26
Bahan Kering (%)	10,98	11,11	11,34	12,74
Protein Kasar (%)	20,32	19,02	17,87	18,61
Serat Kasar (%)	14,80 ^A	13,53 ^A	10,76 ^B	11,49 ^{AB}
Lemak Kasar (%)	5,05	5,22	5,70	5,38
Kadar Abu (%)	13,53	12,80	12,30	13,87

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda sangat nyata (P<0.01).

DISKUSI

Kadar air limbah sayur fermentasi. Kadar air limbah sayur pada berbagai lama fermentasi diperoleh berkisar 87,26 - 89,02%. Kadar air limbah sayur fermentasi tertinggi diperoleh pada limbah sayur yang difermentasi selama 2 hari (89,02%) dan terendah diperoleh pada limbah sayur yang difermentasi 8 hari (87,26%). Tinggi rendahnya kadar air berhubungan dengan aktivitas mikroba selama proses fermentasi.



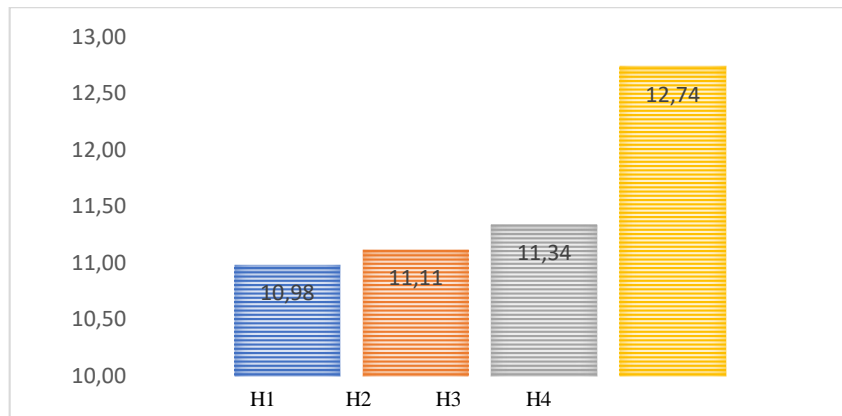
Gambar 1. Kadar air limbah sayur fermentasi (%)

Berdasarkan hasil analisis keragaman diperoleh bahwa lama fermentasi berpengaruh tidak nyata ($P > 0,05$) terhadap kadar air limbah sayur. Walaupun tidak berpengaruh nyata namun semakin lama fermentasi menunjukkan tren penurunan kadar air. Hal ini berhubungan dengan proses metabolisme mikroba dalam menghidrolisis karbohidrat dan menghasilkan sejumlah gula sederhana, asam-asam organik, air dan melepas panas (ATP).

Kadar air limbah sayur awal fermentasi tinggi karena pada awal fermentasi aktifitas mikroba masih rendah, mikroba berada pada fase adaptasi. Hal ini mempengaruhi terhadap rendahnya hasil perombakan karbohidrat berupa glukosa, asam-asam organik, CO_2 , air dan ATP (energi). Hal ini didukung pernyataan Yunilas *et al.*, (2022) bahwa pada awal fermentasi, proses aerob berlangsung cepat maka dengan sendirinya perombakan karbohidrat menjadi gula dapat ditekan sehingga oksidasi gula menjadi CO_2 dan airpun menjadi sedikit.

Wulandari *et al.*, (2021) menyatakan semakin lama waktu untuk fermentasi maka jumlah populasi bakteri asam laktat juga akan bertambah sehingga air bebas dalam bahan semakin berkurang karena bakteri asam laktat memanfaatkannya untuk pertumbuhan. Selain itu, terjadi akumulasi panas yang terjadi seiring semakin lama waktu fermentasi menyebabkan kadar air pada bahan menurun. Anggraeni dan Yuwono (2014) menyatakan bahwa pada saat fermentasi terjadi degradasi pati oleh mikroorganisme yang menyebabkan turunnya kemampuan bahan dalam mempertahankan air. Sehingga semakin banyak jumlah air terikat yang terbebaskan akibatnya tekstur bahan menjadi lunak dan berpori. Keadaan ini dapat menyebabkan penguapan air selama proses pengeringan. Dengan demikian kadar air akan semakin menurun dalam jangka pengeringan yang sama. Selanjutnya Yunus dan Zubaidah (2015) menyatakan lama fermentasi akan meningkatkan aktifitas mikroba sehingga akan menambah waktu bagi bakteri asam laktat memecah nutrisi dalam substrat.

Kadar Bahan kering limbah sayur fermentasi. Kadar bahan kering suatu bahan pakan setelah dikurangi kadar air dapat dijadikan sebagai gambaran kandungan bahan organik dan anorganik yang terdapat dalam pakan tersebut. Tabel 1 diatas menunjukkan kadar bahan kering limbah sayur fermentasi berkisar 10,98 – 12,74%. Rendahnya kadar bahan kering disebabkan kadar limbah sayur mengandung air yang tinggi.

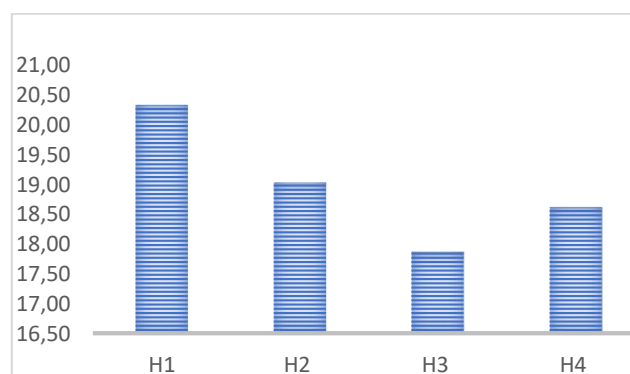


Gambar 2. Kadar bahan kering limbah sayur fermentasi (%)

Berdasarkan analisis keragaman diperoleh bahwa fermentasi limbah sayur sampai 8 hari berpengaruh tidak nyata ($P > 0.05$) terhadap kadar air. Walaupun perlakuan tidak berbeda nyata, namun secara numerik lama fermentasi menunjukkan tren bahan kering semakin meningkat. Hal ini diduga berkaitan dengan aktifitas metabolisme mikroba dalam mendegradasi substrat dan melepas sejumlah uap air dari dalam sel substrat (limbah organik). Menurut Gervais (2008) perubahan bahan kering dapat terjadi karena proses dekomposisi substrat dan perubahan kadar air. Perubahan kadar air terjadi akibat evaporasi, hidrolisis substrat atau produksi air metabolik.

Kadar Protein Kasar Limbah Sayur Fermentasi. Kadar protein kasar limbah sayur yang difermentasi sampai 8 hari berkisar 17,87 – 20,32%, dengan kadar protein kasar tertinggi diperoleh pada fermentasi 2 hari dan terendah 6 hari fermentasi. Kandungan protein kasar hasil fermentasi limbah sayur ini lebih tinggi dibandingkan hasil penelitian Septian *et al.*, (2011) kadar protein silase limbah sayuran asal pasar berkisar 3,56-14,52%.

Hasil analisis keragaman menunjukkan lama fermentasi memberi pengaruh tidak nyata ($P > 0,05$) terhadap kadar protein limbah sayur. Kadar protein pada berbagai lama fermentasi diperoleh berfluktuasi (naik turun) namun pada dasarnya tidak berbeda nyata. Kadar protein kasar cenderung menurun tapi tidak signifikan. Penurunan dapat terjadi karena penurunan aktifitas mikroba seiring berkurangnya sumber nutrisi. Menurut Siburian *et al.*, (2019) kadar protein turun akibat adanya jamur *Rhizopus oligosporus* yang sifatnya proteolitik serta dapat mendegradasi protein menjadi senyawa peptida menjadi NH_3 yang mudah menguap.

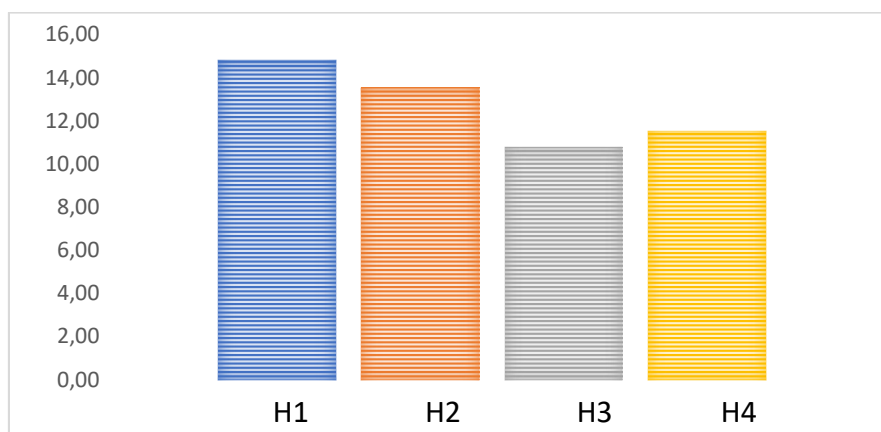


Gambar 3. Kadar protein limbah sayur fermentasi (%)

Kandungan protein yang dihasilkan dari limbah sayur fermentasi dengan MOL cukup tinggi sehingga dapat dijadikan sebagai salah satu solusi dalam penyediaan media tumbuh maggot. Disamping

menyediakan nutrisi yang baik dibanding tanpa fermentasi, limbah sayur fermentasi diharapkan dapat meningkatkan konversi limbah oleh maggot. Hasil fermentasi meningkatkan konsumsi karena produk fermentasi meningkatkan palatabilitas dan pencernaan.

Kadar Serat Kasar Limbah Sayur Fermentasi. Kadar serat kasar limbah sayur yang difermentasi dengan MOL hingga 8 hari berkisar 10,76 – 14,80%. Kadar serat kasar tertinggi dicapai pada fermentasi 2 hari yaitu 14,80% dan kadar serat kasar terendah dicapai pada fermentasi 6 hari yaitu sebesar 10,76 %. Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa lama fermentasi berpengaruh nyata ($P < 0.05$) terhadap serat kasar limbah sayuran. Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan kadar serat kasar fermentasi hari ke 2 tidak berbeda nyata dengan hari ke 4 dan 8, namun berbeda nyata dengan hari ke 6. Lama fermentasi menunjukkan tren terjadinya penurunan kadar serat kasar limbah sayur namun dengan nilai yang berfluktuasi.



Gambar 4. Kadar serat kasar limbah sayur fermentasi (%)

Kadar serat pada fermentasi hari ke 2, 4 dan 8 tidak berbeda nyata, diduga aktifitas mikroba menghasilkan enzim selulase untuk mendegradasi serat (hidrolisis) relatif sama ditandai dengan kadar serat yang tidak berbeda nyata. Secara numerik menunjukkan tren kadar serat semakin menurun. Sebagai gambaran pada awal fermentasi mikroba memasuki fase adaptasi (lag fase) dimana penambahan populasi mikroba belum optimal sehingga produksi enzim untuk mendegradasi serapun belum tinggi. Namun berbeda halnya dengan kadar serat kasar pada fermentasi hari ke 6. Diduga populasi mikroba terus meningkat dan produksi enzim selulasepun semakin tinggi, sehingga banyak serat yang mampu didegradasi. Akan tetapi fermentasi hari ke 8 menunjukkan kandungan serat tinggi dibanding hari ke 6. Diduga pertumbuhan populasi mikroba yang berasal dari kelompok fungi dapat menyebabkan terjadinya peningkatan serat karena miselium penyusun fungi itu sendiri berbentuk serat, sehingga peningkatan pertumbuhan fungi dapat menyebabkan peningkatan serat suatu substrat. Hal ini didukung dari hasil penelitian Yunilas *et al.*, (2014), pada larutan MOL terdapat sejumlah mikroba dari kelompok bakteri, fungi, dan yeast. Peningkatan populasi fungi menyebabkan peningkatan kandungan serat pada substrat (bahan organik) yang difermentasi.

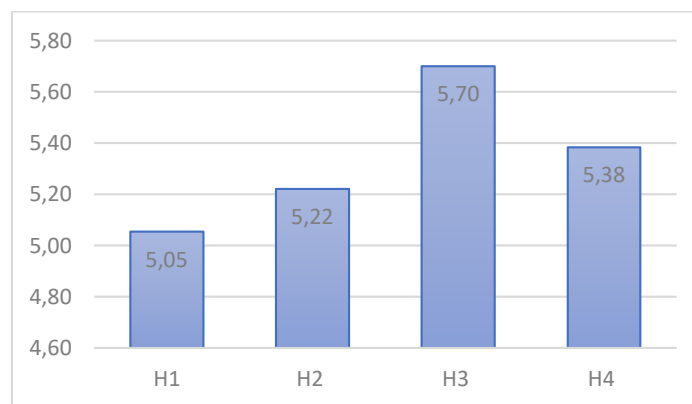
Fermentasi pada hari ke 6 terjadi penurunan kadar serat yang berbeda nyata dengan fermentasi hari ke 2 dan 4. Hal ini menggambarkan pada hari ke 6 aktifitas mikroba dalam produksi enzim selulase relative lebih tinggi sehingga mampu mendegradasi serat lebih tinggi yang ditandai dengan kadar serat hasil fermentasi lebih rendah dibanding perlakuan fermentasi hari ke 2 dan 4. Menurut Siburian *et al.*, (2019) semakin lama waktu fermentasi menyebabkan populasi mikroba meningkat dan enzim selulase yang dihasilkan juga meningkat. Aktifitas enzim selulase mendegradasi serat menyebabkan penurunan kadar serat bahan yang difermentasi.

Nampak bahwa kadar serat suatu bahan organik yang difermentasi dipengaruhi lama fermentasi. Disamping itu, pertumbuhan serta peningkatan populasi mikroba secara tidak langsung meningkatkan

produksi enzim selulase untuk mendegradasi serat sehingga memungkinkan terjadi penurunan kadar serat bahan yang dipermentasi. Namun peningkatan populasi mikroba dari kelompok fungi justru meningkatkan kadar serat karena struktur tubuh fungi terdiri dari hifa. Kumpulan hifa membentuk struktur berupa miselium yang berbentuk serat.

Kadar Lemak Kasar Limbah Sayur Fermentasi. Kadar lemak kasar limbah sayur yang difermentasi sampai 8 hari berkisar 5,05 – 5,70%, dengan kadar serat kasar tertinggi diperoleh pada fermentasi 2 hari dan terendah 6 hari fermentasi (Tabel 1).

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan berbagai lama fermentasi berpengaruh tidak nyata ($P>0,05$) terhadap kandungan lemak kasar limbah sayur yang difermentasi. Namun secara numerik fermentasi sampai 8 hari menunjukkan tren peningkatan walaupun tidak signifikan. Peningkatan kadar lemak terjadi karena peningkatan populasi mikroba. Mikroorganisme mampu memproduksi minyak selama fermentasi, dimana semua sel organisme hidup termasuk mikroba menghasilkan lipid atau lemak.

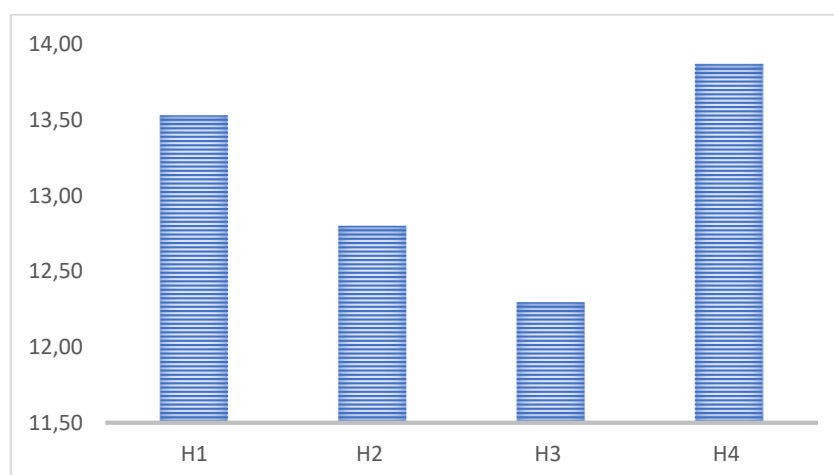


Gambar 5. Kadar lemak kasar limbah sayur fermentasi (%)

Kadar lemak hasil fermentasi limbah sayur dengan *Mikroorganisme lokal* (MOL) termasuk rendah. Kandungan lemak yang rendah merupakan media yang baik bagi pertumbuhan maggot. Kadar nutrisi maggot tergantung kadar media tempat hidup (media pertumbuhannya). Diharapkan dengan penyajian media yang rendah kadar lemak dapat menekan kadar lemak maggot yang akan diproduksi.

Kadar Abu. Kadar abu limbah sayur yang difermentasi sampai 8 hari berkisar 12,30 – 13,87%, dengan kadar abu tertinggi diperoleh pada fermentasi 8 hari (13,87%) dan terendah 6 hari fermentasi (12,30%) (Tabel 1). Kadar abu limbah sayur yang difermentasi relatif lebih rendah dibanding hasil penelitian Sitepu (2018) sebesar 21,65 – 21,82%.

Berdasarkan hasil analisa keragaman diperoleh bahwa perlakuan berbagai lama fermentasi berpengaruh tidak nyata ($P>0,05$) terhadap kadar abu limbah sayur yang difermentasi menggunakan MOL 3%. Kadar abu limbah sayur yang difermentasi sampai 8 hari menunjukkan nilai yang berfluktuasi, namun tidak berbeda nyata. Hasil penelitian Siburian *et al.*, (2019) menunjukkan fermentasi kulit singkong menggunakan MOL dapat menurunkan kadar abu yang terkandung dari bahan pakan



Gambar 2. Kadar abu limbah sayur fermentasi (%)

Nampak perbedaan lama fermentasi, jenis bioaktifator yang digunakan dan jenis substrat (bahan organik) yang difermentasi akan menghasilkan kadar abu yang berbeda. Hal ini dapat terjadi karena respon mikroba sebagai sumber bioaktifator terhadap substrat berbeda-beda.

Kadar abu suatu bahan organik menunjukkan kadar mineral yang dikandung suatu bahan organik tersebut. Kebutuhan mineral suatu organisme hidup termasuk maggot relative rendah. Umumnya kebutuhan mineral dalam pakan < 0.05, sehingga diharapkan limbah sayur fermentasi dapat dimanfaatkan sebagai media tumbuh maggot.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan fermentasi limbah sayur dengan MOL meningkatkan kandungan nutrisi limbah. Hasil fermentasi terbaik sebagai agen media tumbuh maggot adalah fermentasi 2 hari dengan kandungan PK sebesar 20,23% dan SK sebesar 14,80%.

DAFTAR PUSTAKA

- Abun, I., & Tanwiriah, I. W. (2007). Pengolahan Bungkil Inti Sawit Melalui Fermentasi Oleh Jamur *Marasmius Sp* Guna Menunjang Bahan Pakan Alternatif Untuk Ransum Ayam Broiler. *Makalah Ilmiah*, 5, 1–90.
- Anggraeni, Y. P., & Yuwono, S. S. (2014). Effect of natural fermentation in chips of sweet potato (*Ipomoea batatas*) against physical properties of wheat sweet potato. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 2(2), 59–69.
- Gervais, P. (2008). *Current Developments In Solid-state Fermentation* (A. Pandey, C. R. Soccol, & Larroche, C. (eds.). Asiatech Publisher Inc. https://doi.org/10.1007/978-0-387-75213-6_5
- Gobbi, P., Martínez-Sánchez, A., & Rojo, S. (2013). The Effects of Larval Diet On Adult Life-history Traits of the Black Soldier Fly, *Hermetia Illucens* (Diptera: Stratiomyidae). *European Journal of Entomology*, 110(3), 461–468. <https://doi.org/10.14411/eje.2013.061>
- Harahap, H.L., Yunilas., Ginting, N., Mirwandhono, E., & Daulay, A. H. (2018). Utilization of Origin Bacteria-Pliiek U (YNH11 Isolates) in Fermenting Process of Coconut Dregs Cocos (*Nucifera L.*). *Jurnal Peternakan Integratif*, 6(2), 1791–1796. <https://doi.org/10.32734/jpi.v6i2.2149>
- Hayati, N., Ginting, N., Yunilas., Mirwandhono, E., & Sembiring, I. (2018). Analisis Kandungan Serat Ambu Kelapa Akibat Fermentasi Menggunakan Bakteri Degradasi Serat Dari Pliiek. *Jurnal Pertenakan Intergratif*, 2(1), 1762–1767.

- <https://jurnal.unimus.ac.id/index.php/Analisis/article/view/222/228>
- Makkar, H. P. S., Tran, G., Heuzé, V., & Ankers, P. (2014). State-of-the-art on Use of Insects as Animal Feed. *Animal Feed Science and Technology*, 197(November), 1–33. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.07.008>
- Mangunwardoyo, W., Aulia, A., & Hem, S. (2011). Penggunaan Bungkil Inti Kelapa Sawit Hasil Biokonversi sebagai Substrat Pertumbuhan Larva *Hermetia illucens* L (Maggot). *Biota : Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 16(2), 166–172. <https://doi.org/10.24002/biota.v16i2.95>
- Muktiani, A., Tampoebolon, B., & Achmadi, dan J. (2007). The In Vitro Rumen Fermentability on the Processed Vegetable Waste. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 32(1), 32.
- Septian, F. (2011). *Evaluation On Silage Quality Made From Market Vegetable Waste Materi Dan Metode Materi Prosedur Pembuatan Silase*. 2, 2–4.
- Siburian, I., Mirwandhono, E., Yunilas., Wahyuni, T.H., & Hamdan. (2019). The Changes of Nutrient Content of Cassava Peel (*Manihot esculenta* Crantz) That Fermented by Indigenous Microorganisms (IMO) As Animal Feed. *Jurnal Peternakan Integratif*, 7(2), 53–64. <https://doi.org/10.32734/jpi.v7i2.2170>
- Sihombing, S. M., Yunilas, & E. Mirwandhono. (2022). Maggot Production in Various Organic Wastes (Vegetables, Fruits, Food Processing Industries): Potential as Alternative Feed Substitutes for Fish Meal. *Jurnal Peternakan Integratif*, 10(2), 111–116. <https://doi.org/10.32734/jpi.v10i2.9231>
- Silmina, D., Edriani, G., & Putri, M. (2016). Efektifitas Berbagai Media Budidaya Terhadap Pertumbuhan Maggot *Hermetia illucens*. *Jurnal Institut Pertanian Bogor*, 1(April 2010), 1–23.
- Simanjuntak, S., Yunilas., & M, T. (2015). *PERFORMANS DOMBA Fermented Oil Palm Industry and Plantation by Product by Local Probiotics on*. 4(1), 83–95.
- Utama, C., & Mulyanto, A. (2009). Potensi limbah pasar sayur menjadi starter fermentasi. *Jurnal Kesehatan*, 2(1), 6–13. <https://jurnal.unimus.ac.id/index.php/Analisis/article/view/222>
- Wulandari, F., Nazaruddin., & Amaro, M. (2021). Pengaruh Jenis Bakteri Asam Laktat Dan Lama Fermentasi. *Prosiding SAINTEK*, 3(November 2020), 9–10. <http://jurnal.lppm.unram.ac.id/index.php/prosidingsaintek/article/view/279%0Ahttps://jurnal.lppm.unram.ac.id/index.php/prosidingsaintek/article/download/279/278>
- Yunilas, Y., Ginting, N., Wahyuni, T. H., Zahoor, M., Fati, N., & Wahyudi, A. (2021). Effect of Various Doses of Local Microorganism Additives on Silage Physical Quality of Corn (*Zea mays* L.) Waste. *Sarhad Journal of Agriculture*, 37(Special Issue 1), 197–206. <https://doi.org/10.17582/journal.sja/2022.37.s1.197.206>
- Yunilas, Y., Siregar, A. Z., Mirwhandhono, E., Purba, A., Fati, N., & Malvin, T. (2022). Potensi dan Karakteristik Larutan Mikroorganisme Lokal (MOL) Berbasis Limbah Sayur sebagai Bioaktivator dalam Fermentasi. *Journal of Livestock and Animal Health*, 5(2), 53–59. <https://doi.org/10.32530/jlah.v5i2.540>
- Yunilas, Y., Warly, L., Marlida, Y., & Riyanto, I. (2014). Quality Improvement of Oil Palm Waste-Based Feed Product Through Indigenous Microbial Fermentation to Reach Sustainable Agriculture. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 4(4), 282. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.4.4.417>
- Yunus, Y., & Zubaidah, E. (2015). Pengaruh Konsentrasi Sukrosa Dan Lama Fermentasi Terhadap Viabilitas *L. Casei* Selama Penyimpanan Beku Velve Pisang Ambon. The Effect of Sucrose Concentration and Fermentation Time to Viability of *Lactobacillus casei* during Frozen Storage for Velve from Amb. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 3(2), 303–312.