



Pemanfaatan Lindi Menjadi Kompos Melalui Budidaya Larva *Black Soldier Fly* (BSF)

Safitri Nurkomariyah¹, Tuhu Agung Rachmanto²

^{1,2}Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

Email: ¹safitrinurkomariyah@gmail.com, ²tuhuagung@gmail.com

Abstract

Leachate, a byproduct of water entering landfills, contains high amounts of organics, acids, metals, and dissolved salts, posing environmental risks. Due to leachate can be hazardous and there are few remediation alternatives, researchers are exploring leachate reduction methods using decomposing organisms like Black Soldier Fly (BSF) larvae. This research investigates BSF larvae's ability to decompose leachate, determines the quality of the final residue and analyzes the growth of the larvae. BSF larvae were grown for 12 days on a mixture of substrate and leachate. The variations used are the solvent content of the leachate solution (75%, 50%, 25%, and 0% solvent) and the type of substrate (bran, tofu dregs, or a mixture of tofu bran-dregs). Using leachate in raising BSF larvae effectively degrades leachate and creates standardized organic fertilizer. The substrate type and solvent content of the leachate solution affect media reduction. As the solvent gets smaller or the leachate concentration increases, the medium shrinks more. The highest media shrinkage of 58.83% is achieved by combining bran and tofu dregs with 0% leachate solution solvent concentration.

Keywords: *Leachate, Black Soldier Fly, Compost, Reduction*

Abstrak

Air lindi (*leachate*) adalah air yang masuk ke dalam timbunan sampah dan mengekstraksi bahan terlarut dan tersuspensi dari sampah. Karakteristik air lindi di antaranya tingginya kandungan organik, asam, logam, dan garam terlarut yang berpotensi bahaya untuk lingkungan. Banyak peneliti mulai mencari metode pengurangan lindi karena kurangnya opsi pengolahan dan bahaya yang dapat ditimbulkan lindi. Menggunakan organisme pengurai, seperti larva *Black Soldier Fly* (BSF), adalah salah satu cara yang diusulkan. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari kemampuan larva BSF dalam mengurai lindi, mengetahui kualitas residu akhir, dan pertumbuhan larva BSF yang telah mengurai lindi. Pada penelitian ini, larva BSF dipelihara selama 12 hari pada campuran substrat dan lindi. Variasi yang digunakan yaitu kadar air larutan lindi (75%, 50%, 25%, dan 0% pelarut) dan jenis substrat (dedak, ampas tahu, atau kombinasi dedak-ampas tahu). Hasil menunjukkan bahwa memanfaatkan lindi untuk budidaya larva BSF efektif dalam mendegradasi lindi dan menghasilkan pupuk organik sesuai standar. Jenis substrat dan kadar air pelarut lindi berkorelasi dengan reduksi yang dihasilkan. Susut media menjadi lebih besar dengan pelarut yang lebih kecil atau konsentrasi lindi yang lebih pekat. Kombinasi dedak-ampas tahu dengan kadar pelarut larutan lindi 0% memiliki susut media tertinggi sebesar 58,83%.

Kata Kunci: *Lindi, Black Soldier Fly, Kompos, Reduksi*

1. PENDAHULUAN

Air lindi atau yang biasa disebut *leachate* adalah air eksternal yang masuk pada timbunan sampah kemudian mengekstraksi bahan terlarut dan tersuspensi yang ada pada sampah. Banyaknya materi organik dan anorganik pada lindi membawa potensi pencemaran apabila tidak dilakukan pengolahan. Teknologi sistem kolam yang dilanjutkan dengan menggunakan *wet land* banyak digunakan untuk mengolah lindi pada

mayoritas Tempat Pembuangan Akhir (TPA) di Indonesia (Said & Hartaja, 2018). Kekurangan teknologi tersebut ialah membutuhkan lahan yang cukup luas karena waktu tinggal relatif lama (30-50 hari) dan air olahan masih belum memenuhi baku mutu lingkungan. Tempat Pembuangan Sampah (TPS) 3R Jambangan menampung sampah organik dan anorganik, namun air lindi dari timbunan sampah tersebut belum dilakukan pengolahan khusus dan hanya ditampung di bak penampung. Pada pengujian laboratorium, lindi pada TPS-3R Jambangan mengandung 17,5% karbon organik, 56,70 mg/l N total, 23,35 mg/L Kalium, dan 49,5 mg/L Fosfat yang diekstraksi dari timbunan sampah yang dilaluinya. Banyaknya bahan organik pada lindi TPS dapat terjadi karena TPS tersebut menampung banyak sampah organik (Ali, 2011). Pada TPS-3R Jambangan terdapat budidaya larva *Black Soldier Fly* (BSF) yang mampu mendegradasi bahan organik serta sampah padat maupun cair pada fase larva (Holmes dkk., 2012).

Berdasarkan penelitian terdahulu, ditemukan bahwa larva BSF dapat makan dan tumbuh pada lindi serta menurunkan zat-zat organik pada fraksi lindi (Popa & Green, 2012). Mortalitas larva tidak berhubungan dengan polutan pada komposisi lindi melainkan berkaitan dengan ketersediaan makanan. Kondisi substrat semi-padat lebih optimal dilakukan dibandingkan dengan kondisi sepenuhnya cair (Grossule & Lavagnolo, 2020). Media tumbuh yang optimal untuk pertumbuhan larva BSF adalah media yang kaya nutrisi seperti vitamin, protein, lemak, dan mineral yang kemudian diubah menjadi biomassa tubuh larva BSF. Pertumbuhan larva BSF maupun pengomposan tentunya bergantung pada nutrisi pakan yang diberikan. Nutrisi seperti kandungan karbon, nitrogen dan protein yang tinggi sangat penting keberadaannya dalam pakan larva BSF (Jatmiko, 2021). Substrat yang mengandung banyak protein dan karbohidrat berdampak pada pertumbuhan larva yang optimal. Substrat yang pas untuk pertumbuhan larva ialah bahan yang kaya akan kandungan bahan organik (Dortmans dkk., 2017).

Pengolahan sampah organik memanfaatkan larva BSF meninggalkan sisa bahan yang tertinggal yaitu residu pengolahan. Residu pada akhir pemeliharaan akan berbentuk semi-padat hingga padat dan diuji unsur haranya sesuai spesifikasi kualitas kompos SNI 19-7030- 2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik. Zat hara sendiri adalah unsur yang penting bagi tanaman yang diperoleh dari tanah. Kualitas tanah dikatakan baik apabila dapat menyediakan zat-zat hara secara lengkap untuk mendukung tanaman yang tumbuh pada tanah tersebut. Tanpa unsur hara yang cukup pada tanah, tanaman akan mengalami pertumbuhan yang kurang optimal yang tentunya menghasilkan kualitas tanaman yang tidak baik. Oleh karena itu, keberadaan unsur hara pada tanah sangat penting untuk menyokong pertumbuhan tanaman yang optimal (Siswanto, 2019). Residu yang dihasilkan dalam pengolahan lindi dengan memanfaatkan BSF dapat digunakan sebagai bahan kompos karena unsur hara yang terkandung di dalamnya telah sesuai persyaratan SNI 19-7030-2004 dengan parameter Karbon, Nitrogen, Kalium, Fosfor, dan pH (Ratni & Dewinda, 2022).

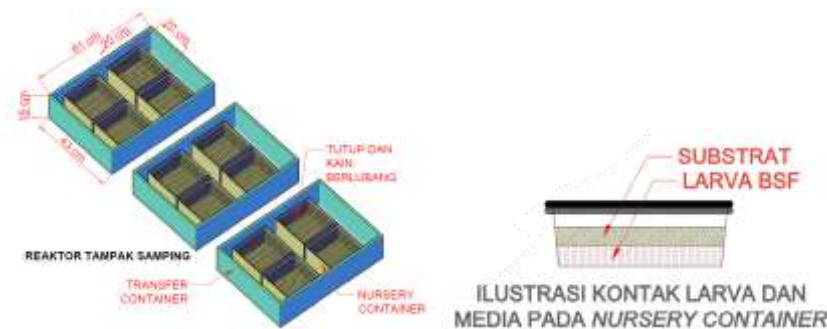
Kemampuan larva BSF untuk mengurai sampah organik menjadi kompos memunculkan ide penelitian untuk penerapan pemanfaatan air lindi dalam budidaya larva BSF di TPS 3R Jambangan dengan variasi jenis substrat dan kadar air pelarut. Penelitian dilakukan dengan membandingkan variasi kadar air pelarut lindi dan jenis substrat dengan media pakan dedak yang dicampur air sebagai blangko. Hasil penelitian kemudian akan dibandingkan dengan standar kompos yang berlaku untuk mengetahui variasi yang terbaik. *Output* penelitian yang diharapkan yaitu dapat mengetahui kemampuan larva BSF untuk mengurai lindi, mengetahui kandungan residu akhir proses pengolahan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

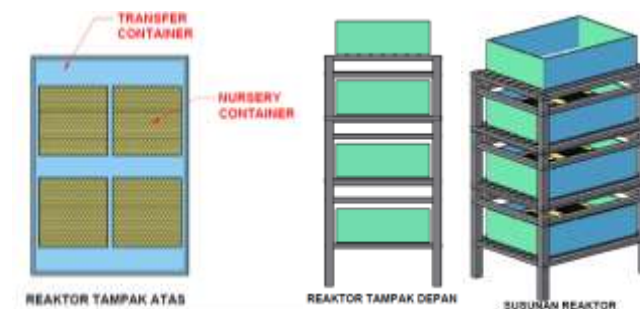
Penelitian dilaksanakan di Tempat Pembuangan Sampah 3R Jambangan Kota Surabaya pada Juni hingga Juli 2023. Tahapan penelitian sebagai berikut:

2.1 Persiapan Penelitian

Lindi dari bak penampung Tempat Pembuangan Sementara (TPS) 3-R Jambangan diencerkan menggunakan rumus pengenceran sesuai variasi kadar air pelarut yang diinginkan (75%, 50%, 25% dan 0% air sebagai pelarut larutan lindi). Substrat yang digunakan adalah dedak gandum, limbah ampas tahu, dan kombinasi dedak-ampas tahu. Substrat dedak ayam ditimbang sesuai kebutuhan. Dilakukan pengurangan kadar air pada ampas tahu hingga 60% dengan cara diperas dan dijemur. Pengukuran kadar air dapat dilakukan dengan meremas ampas tahu. Ampas tahu dengan kadar 60% air, saat diremas akan terasa basah, namun air tak meneteskan air (Indriani, 2011). Untuk kombinasi antara ampas tahu dan dedak dicampur sesuai dengan massa pada perhitungan. Substrat kemudian siap dicampurkan dengan larutan lindi yang telah dibuat dengan rasio lindi dan substrat yaitu 60 : 40. Untuk menggambarkan kondisi pemeliharaan di lapangan sebagai pembanding, maka dibuat 1 kotak pemeliharaan (blangko) dengan media tumbuh air dan dedak serta 1 kotak pemeliharaan (blangko) dengan media tumbuh air dan ampas tahu dengan rasio 60 : 40. Wadah penelitian menggunakan 2 kotak plastik yaitu *Nursery Container* dan *Transfer Container*. *Nursery Container* berfungsi sebagai wadah tempat larva BSF 5-DOL dipelihara dan disediakan pakan dengan jumlah serta jenisnya telah ditentukan sedangkan *Transfer Container* yang diletakkan di luar *Nursery Container* berfungsi untuk mencegah larva keluar. 1 kotak *Transfer Container* berisi 2 hingga 4 kotak *Nursery Container*. Kotak plastik diberi tutup berupa tutup plastik berlubang dan kain berlubang untuk sirkulasi udara dan menghindari ovoposisi dari lalat atau hewan lain. Setelah itu, *Transfer Container* disusun dalam rak penyimpanan yang telah diberi jarak antar kotak untuk sirkulasi udara. Berikut merupakan rancangan wadah pemeliharaan yang digunakan:



Gambar 1. Rancangan Wadah Pemeliharaan
Sumber : Dokumentasi pribadi



Gambar 2. Susunan Wadah Pemeliharaan pada Rak Besi

Sumber : Dokumentasi pribadi

2.2 Penelitian Utama

Pakan akan diberikan saat umur larva BSF mencapai 5 hari (5-DOL). Hari pertama pemberian pakan dianggap sebagai usia larva 1 hari untuk memudahkan perhitungan. Jumlah larva *H. illucens* yang ditebar dalam 0,5 kg pakan adalah 300 ekor (± 9 gram larva 5 DOL), sesuai dengan metode Dortmans, dkk. (2017), di mana kepadatan larva adalah 40.000 ekor untuk setiap 15 kg sampah organik. Untuk melakukan penghitungan, larva 5-DOL yang sudah dipisahkan dari residu diambil secara acak dan dimasukkan sebanyak 2 gram ke dalam piring sebagai sampel. Selanjutnya, jumlah semua 5-DOL di dalam sampel dihitung secara manual menggunakan pinset lembut. Ulangi 3 kali pengulangan untuk mendapatkan rata-rata jumlah per 2 gram larva. Pemberian pakan selama 12 hari dilakukan sekali di awal pemberian pakan (*start up*) yaitu sebanyak 0,5 kg.

Setiap hari suhu dan pH lingkungan diukur untuk memastikan bahwa kondisi lingkungan memenuhi persyaratan pertumbuhan larva. Pertumbuhan larva seperti bobot dan panjang juga diukur untuk mengetahui perkembangan larva. Wadah pemeliharaan juga dikontrol untuk memastikan tidak ada bahan lain yang masuk atau keluarnya larva dari wadah. Pada awal pemeliharaan dilakukan pengukuran rasio C/N media, dan berat media. Setelah dilakukan pemeliharaan selama 12 hari, kembali diukur rasio C/N media, dan berat media untuk mengetahui serta presentasi reduksi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Karakteristik Awal Media dan Larva

Sebelum pemeliharaan larva BSF dengan pemanfaatan lindi dimulai, terlebih dahulu dilakukan pengujian pH, suhu, dan rasio C/N media tumbuh. Hal ini dilakukan untuk mengetahui larva BSF telah mendapatkan media tumbuh yang sesuai awal sebelum pemeliharaan. Tingkat keasaman (pH) penting bagi metabolisme organisme karena semua proses biologis bergantung pada pH. Sel dan organisme harus mempertahankan pH yang spesifik dan konstan untuk menjaga enzim mereka dalam keadaan yang optimal (Mangunwardoyo dkk., 2011). Pengukuran suhu dan pH awal media tumbuh yang akan diberikan pada larva BSF menggunakan pH meter telah dilakukan untuk memastikan suhu dan pH sesuai dengan kebutuhan larva BSF. Selain itu diukur pula rasio C/N media untuk mengetahui unsur hara awal sebelum penguraian. Data karakteristik awal media dapat ditemukan pada Tabel 3.1 berikut ini:

Tabel 3. 1 Karakteristik Awal

Substrat	Kadar Air	Kode	pH	Suhu (°C)	Rasio C/N
Kadar Air (Pelarut)					
Dedak	100%	D'.A	7	30	71,8
Ampas Tahu	100%	T'.A	7	30	65,1
Kadar Air pada Larutan Lindi					
Dedak	75%	D.L1	7	31	63,4
	50%	D.L2	7	31	59,2
	25%	D.L3	7	31	57,7
	0%	D.L4	7,3	31	55,35
Ampas Tahu	75%	T.L1	7	30	63,1
	50%	T.L2	7	30	61,98
	25%	T.L3	7	31	59,1
	0%	T.L4	7,3	31	54,2
Dedak – Ampas Tahu	75%	DT.L1	7	31	62,8
	50%	DT.L2	7	31	60,9
	25%	DT.L3	7	31	58,85
	0%	DT.L4	7,3	31	54,05

Media Tumbuh
Sumber : Hasil Penelitian (2023)

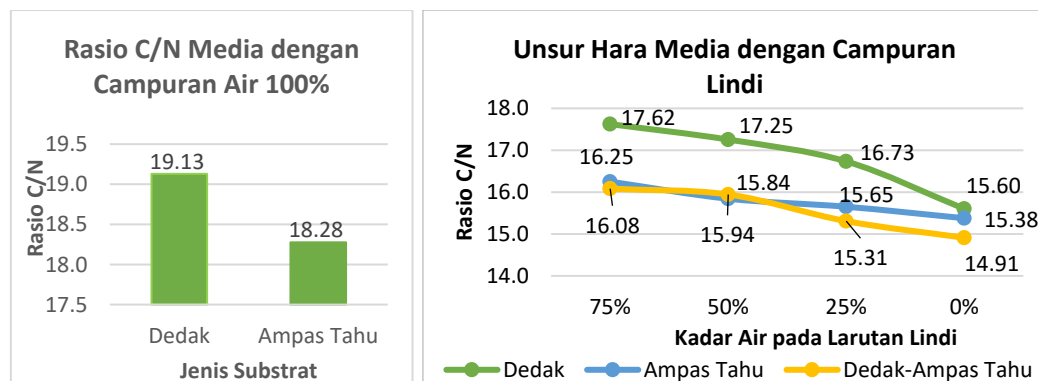
Suciati & Faruq (2017) menyatakan larva BSF memiliki toleransi tinggi terhadap pH dan dapat bertahan hidup pada *range* pH 0.7-13.7 (Alattar, 2012). Berdasarkan data yang telah didapat, media memiliki pH awal pada *range* pH 7,0 – 7,3 atau berada pada kondisi pH netral dan pH basa. Hal tersebut menunjukkan bahwa media cocok untuk digunakan sebagai pakan sekaligus media tumbuh larva. Menurut Holmes, dkk. (2019), suhu yang dibutuhkan oleh larva BSF sebagai media pertumbuhan adalah suhu dengan rentang 28-35°C. Larva BSF hidup pada suhu dengan *range* 27°- 37°C, namun pada suhu 30°C larva BSF memproses makanannya dengan optimal (Alattar, 2012). Pada suhu media pertumbuhan 27°C pertumbuhan larva cenderung lebih lambat dibandingkan pada suhu 30°C. Sedangkan, pada suhu lebih dari 35°C larva BSF akan mati (Tomberlin dkk., 2009). Media yang diberikan memiliki suhu pada *range* 30°C - 31°C sehingga media dapat menjadi makanan serta media tumbuh bagi larva BSF.

Grafik hasil analisa rasio C/N menunjukkan nilai terendah 54,05 dan tertinggi 71,80. Kompos yang baik memiliki kadar rasio C/N 10 hingga 20 (SNI 19-7030- 2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik, 2004). Berdasarkan spesifikasi tersebut, semua media tumbuh awal yang digunakan tidak memenuhi standar baku mutu karena melebihi *range* 10-20. Walaupun pada lindi yang digunakan sebagai campuran substrat terdapat unsur hara namun belum sesuai dengan kriteria yang ditentukan oleh SNI. Nilai C/N menunjukkan nilai karbon per satuan nitrogen yang digunakan mikroorganisme untuk mendekomposisi bahan organik. Mikroorganisme memanfaatkan karbon sebagai sumber energi dan nitrogen sebagai bahan penyusun sel (Ratni & Dewinda, 2022).

3.2. Efektivitas Pemanfaatan Lindi dalam Budidaya Larva BSF

3.2.1. Kualitas Unsur Hara Media Tumbuh Setelah Pemeliharaan

Kandungan nutrisi dan unsur organik yang mirip seperti kompos pada sisa pengolahan dapat membantu memperkaya nutrisi tanah ketika digunakan di pertanian (Supriyatna & Putra, 2017). Kualitas kompos organik dapat ditentukan dengan parameter-parameter yang tercantum pada standar kompos, salah satunya adalah rasio karbon per nitrogen atau rasio C/N. Grafik 3.1 berikut menunjukkan hasil uji residu pengolahan lindi pada budidaya larva BSF dengan parameter uji rasio C/N:



Gambar 3. 1. Hubungan Rasio C/N Substrat Terhadap Kadar Air dan Jenis Substrat
Sumber Gambar : Hasil Penelitian

Pada grafik 4.3 di atas, terlihat bahwa kombinasi dedak dan air menghasilkan rasio C/N sebesar 19,13 kemudian untuk kombinasi ampas tahu dan air sebesar 18,28. Kedua nilai ini masih memenuhi standar kompos dan digunakan sebagai kontrol untuk

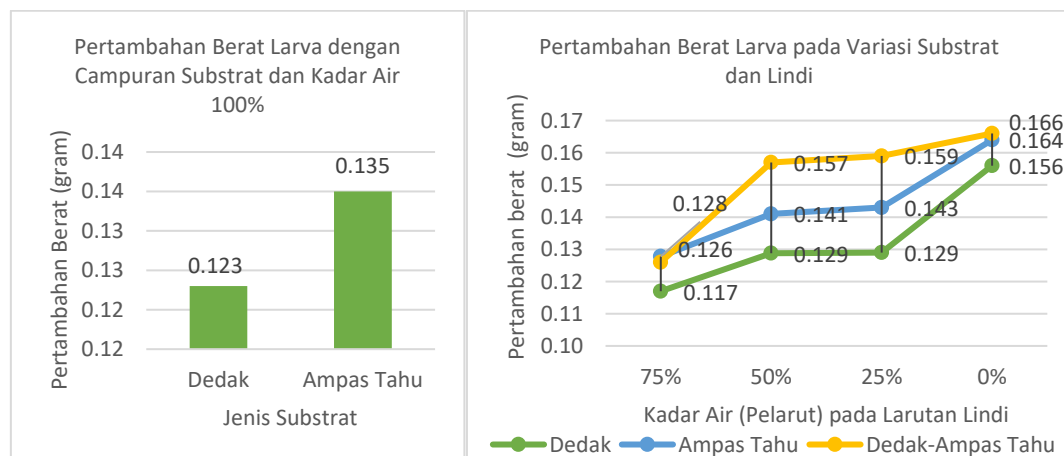
mengetahui pengaruh pemanfaatan lindi sebagai campuran terhadap rasio C/N. Pada grafik media dengan campuran lindi menunjukkan bahwa rasio C/N terbaik sebesar 14,91 pada campuran dedak-ampas tahu dan larutan lindi dengan kadar air pelarut 0%.

Penggunaan lindi sebagai campuran substrat terbukti efektif dalam menurunkan rasio C/N media karena memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan substrat dengan campuran 100% air. Banyaknya materi organik yang terkandung pada lindi, menjadi tambahan nutrisi bagi larva selama proses pemeliharaan. Karbon yang terdapat pada lindi dimanfaatkan sebagai sumber energi sedangkan nitrogen berperan penting bagi replikasi mikroorganisme dan bahan penyusun sel sehingga berpengaruh terhadap proses dekomposisi yang terjadi selama pemeliharaan (Ratni & Dewinda, 2022).

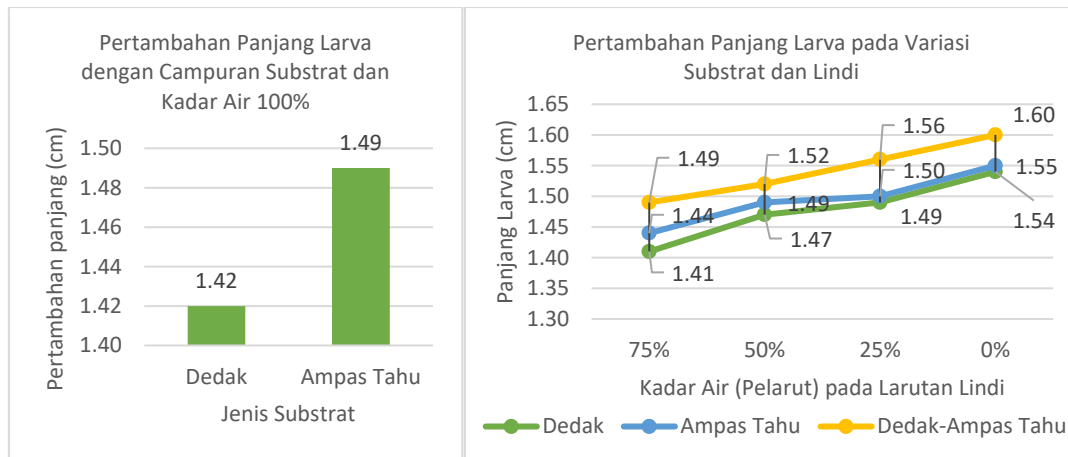
Dalam penelitian sebelumnya, larva BSF dibiakkan dengan menggunakan media tumbuh sisa buah-sayuran selama 23 hari, yang menghasilkan residu budidaya dengan rasio C/N sebesar 26,6 (Klammsteiner dkk., 2020). Sementara itu, larva yang dipelihara pada substrat dedak, ampas tahu, dan dedak-ampas tahu dengan campuran lindi menghasilkan residu budidaya dengan rasio C/N berkisar antara 14,91 dan 17,62. Sehingga, kombinasi pakan dalam penelitian ini memiliki rasio C/N yang lebih memenuhi standar kompos dibandingkan dengan penggunaan media tumbuh buah dan sayuran pada penelitian sebelumnya. Walaupun hanya dilakukan selama 12 hari, semua perlakuan dalam penelitian ini dapat menghasilkan kompos sesuai standar SNI. Keberhasilan ini dapat disebabkan oleh ukuran partikel substrat yang kecil, yang mempermudah penguraian oleh larva BSF dan mikroorganisme. Hasil ini konsisten dengan konsep yang diajukan oleh (Tchobanoglous & Kreith, 2002) dan (Utomo & Nurdiana, 2018) bahwa luas permukaan yang lebih besar akan meningkatkan interaksi antara mikroba dan bahan, mempercepat proses dekomposisi.

3.2.2. Pertumbuhan Larva BSF

Diambil 10 ekor larva dalam tiap reaktor sebagai sampel untuk diukur berat dan panjangnya pada hari pertama dan kedua belas pemeliharaan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui pertambahan berat dan panjang larva sebagai tanda pertumbuhan larva BSF. Saat awal pemeliharaan, diketahui larva memiliki panjang sekitar 2 mm dan berat 3 mg. Pada penelitian diperoleh pertambahan berat dan panjang tubuh larva BSF yang disajikan pada Gambar 3.2 dan 3.3 berikut :



Gambar 3. 2. Grafik Pertambahan Berat Larva pada Substrat yang Berbeda
Sumber Gambar : Hasil Penelitian

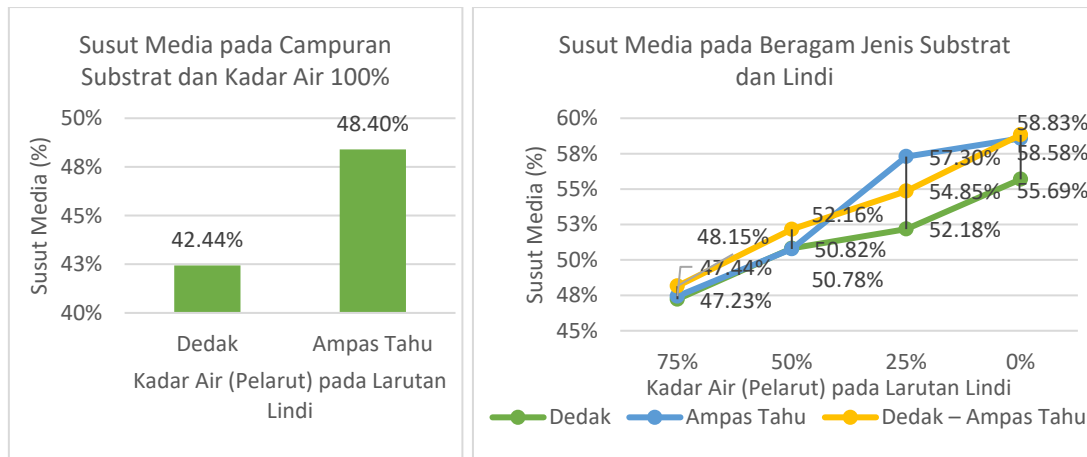


Gambar 3. 3. Grafik Pertambahan Panjang Larva pada Substrat yang Berbeda
 Sumber Gambar : Hasil Penelitian

Dari hasil penelitian dapat dilihat bahwa penambahan lindi sebagai campuran terbukti lebih efektif dibandingkan dengan substrat yang hanya dicampurkan dengan air 100% (tanpa lindi). Larva tetap dapat tumbuh dalam media yang telah bercampur lindi menunjukkan bahwa tidak ada efek penghambatan pada perkembangan larva akibat adanya polutan dalam lindi (Grossule & Lavagnolo, 2020). Larva yang memiliki pertambahan berat dan panjang terbesar merupakan larva BSF dengan variasi kadar air pelarut lindi terkecil atau pada konsentrasi lindi tertinggi. Konsentrasi lindi tertinggi mengandung bahan organik lebih banyak karena memiliki kadar air pelarut lebih sedikit. Semakin banyak bahan organik pada pakan menyediakan nutrisi lebih banyak sehingga pertumbuhan larva lebih optimal. Campuran substrat dengan lindi terbaik adalah kombinasi dedak dan ampas tahu dengan lindi kadar pelarut 0% dengan pertambahan panjang dan berat larva paling besar. Hal ini dapat terjadi karena perpaduan substrat lebih banyak menyediakan nutrisi lebih beragam. Ampas tahu mengandung nutrisi berupa protein nabati yang tinggi sedangkan dedak menyediakan bahan kering dan energi metabolisme sehingga mendukung pertumbuhan larva yang optimal. Kadar pelarut 0% atau konsentrasi lindi 100% juga menyediakan nutrisi organik yang lebih besar, sehingga kombinasi substrat tersebut menghasilkan larva dengan pertumbuhan terbesar.

3.2.3. Presentasi Reduksi Media Tumbuh

Efektivitas pemanfaatan lindi pada budidaya larva BSF ditentukan oleh persentase reduksi media yang dapat dilihat dari susut media. Perhitungan susut media dilakukan dengan menghitung selisih berat media yang diberikan pada awal pemeliharaan dengan berat media yang diberikan pada akhir pemeliharaan dibagi dengan berat awal media lalu dikali dengan 100%. Pertumbuhan larva BSF pada sampel berkorelasi dengan susut media. Pertumbuhan larva yang lebih besar menunjukkan susut media yang lebih besar. Dari hasil data pengukuran susut media tumbuh, terbentuklah grafik hubungan antara susut media terhadap campuran substrat dan kadar air pelarut pada gambar 3.4 berikut :



Gambar 3. 4. Susut Media Terhadap Campuran Substrat dan Kadar Air Pelarut
 Sumber Gambar : Hasil Penelitian

Berdasarkan gambar di atas, nilai susut bobot media terbaik yaitu sebesar 58,83 % terjadi pada perlakuan kombinasi substrat dedak-ampas tahu dengan lindi tanpa pelarut (100% lindi). Dapat terlihat ada keterkaitan antara kadar air pelarut dengan susut media. Semakin tinggi pelarut (air) pada larutan lindi menunjukkan susut media yang semakin kecil. Campuran substrat tanpa lindi menghasilkan susut media yang lebih rendah dibandingkan dengan campuran substrat dengan lindi. Hal ini menunjukkan penambahan lindi terbukti efektif karena memberikan kondisi makan yang lebih baik sehingga hasil reduksi juga semakin besar.

Apabila semua substrat yang dicampurkan dengan lindi dibandingkan, larva yang tumbuh pada campuran substrat dedak dan lindi mengalami susut media paling rendah. Karakter substrat dedak yang cenderung memiliki tekstur lebih padat membatasi konsumsi larva karena larva sulit bergerak. Substrat ampas tahu dan kombinasi dedak-ampas tahu menyediakan ruang yang cukup untuk larva bergerak sehingga memungkinkan larva mereduksi lebih banyak media.

4. KESIMPULAN

Penelitian tentang pemanfaatan lindi dalam budidaya larva *Black Soldier Fly* (BSF) menunjukkan bahwa penambahan lindi terbukti efektif karena memberikan kondisi makan yang lebih baik, yang berdampak pada tingkat reduksi, kualitas kompos dan kualitas larva yang lebih baik. Kombinasi substrat dedak-ampas tahu dengan kadar pelarut lindi 0% adalah yang terbaik dibandingkan dengan variasi substrat dan kadar pelarut lainnya. Sebagai hasil dari kondisi makan yang lebih baik untuk mendukung pertumbuhan larva, kombinasi ini memiliki nilai susut media tertinggi sebesar 58,83%. Semua perlakuan memiliki kualitas residu budidaya yang dapat digunakan sebagai pupuk organik, tetapi perlakuan substrat dedak-ampas tahu dengan kadar pelarut lindi 0% memiliki rasio C/N terendah. Larva BSF yang mengonsumsi campuran substrat dan lindi terbukti menghasilkan residu media yang memenuhi persyaratan kompos walaupun pemeliharaan hanya dilakukan selama 12 hari. Keberhasilan ini disebabkan oleh ukuran partikel substrat yang kecil, yang mendorong penguraian lebih cepat oleh larva dan mikroorganisme. Oleh karena itu, memanfaatkan lindi untuk budidaya larva BSF di lapangan dapat dilakukan karena dapat mengurangi lindi, dan menghasilkan kompos sesuai standar.

5. REFERENCES

- Alattar, M. A. (2012). Biological treatment of leachates of microaerobic fermentation. In *Dissertations and Theses*. Portland State University.
- Ali, M. (2011). Rembesan Air Lindi (Leachate) Dampak Pada Tanaman Pangan dan Kesehatan. In *UPN Press*.
- SNI 19-7030- 2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik, Badan Standardisasi Nasional (2004).
- Dortmans, B. M. A., Diener, S., Verstappen, B. M., & Zurbrugg, C. (2017). *Black Soldier Fly Biowaste Processing - A Step-by-Step Guide* (1st editio). Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology.
- Grossule, V., & Lavagnolo, M. C. (2020). The treatment of leachate using Black Soldier Fly (BSF) larvae: Adaptability and resource recovery testing. *Journal of Environmental Management*, 253(April 2019), 109707. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109707>
- Holmes, L. A., Vanlaerhoven, S. L., & Tomberlin, J. K. (2012). Relative humidity effects on the life history of hermetia illucens (Diptera: Stratiomyidae). *Environmental Entomology*, 41(4), 971–978. <https://doi.org/10.1603/EN12054>
- Indriani, Y. H. (2011). *Membuat Kompos Secara Kilat* (2 ed.). Penebar Swadaya.
- Jatmiko, F. T. (2021). *Kajian Literatur Pemanfaatan Larva Black Soldier Fly (Hermetia Illucens) Dalam Pengomposan Sampah Organik*. Universitas Islam Indonesia.
- Klammsteiner, T., Turan, V., Juárez, M. F. D., Oberegger, S., & Insam, H. (2020). Suitability of Black Soldier Fly Frass as Soil Amendment and Implication for Organic Waste Hygienization. *Agronomy*, 10(10 October). <https://doi.org/10.3390/agronomy10101578>
- Mangunwardoyo, W., Aulia, & Hem, S. (2011). Penggunaan bungkil inti kelapa sawit hasil biokonversi sebagai substrat pertumbuhan larva Hermetia illucens L (Maggot) utilization conversion palm kernel meal as substrate growth of Hermetia illucens L. *Jurnal Biota*, 16(1), 166–172.
- Popa, R., & Green, T. R. (2012). Using black soldier fly larvae for processing organic leachates. *Journal of Economic Entomology*, 105(2), 374–378. <https://doi.org/10.1603/EC11192>
- Ratni, N., & Dewinda, I. (2022). Pemanfaatan Larva Black Soldier Fly (BSF) dalam Pengolahan Air Lindi (Leachate). *INSOLOGI: Jurnal Sains dan Teknologi*, 1(5), 614–622. <https://doi.org/10.55123/insologi.v1i5.1015>
- Said, N. I., & Hartaja, D. R. K. (2018). Pengolahan Air Lindi Dengan Proses Biofilter Anaerob-Aerob Dan Denitrifikasi. *Jurnal Air Indonesia*, 8(1). <https://doi.org/10.29122/jai.v8i1.2380>
- Siswanto, B. (2019). Sebaran Unsur Hara N, P, K Dan Ph Dalam Tanah. *Buana Sains*, 18(2), 109. <https://doi.org/10.33366/bs.v18i2.1184>
- Tchobanoglous, G., & Kreith, F. (2002). *Handbook of Solid Waste Management*. McGraw-Hill Book Co.
- Tomberlin, J. K., Adler, P. H., & Myers, H. M. (2009). Development of the black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae) in relation to temperature. *Environmental Entomology*, 38(3), 930–934. <https://doi.org/10.1603/022.038.0347>
- Utomo, P. B., & Nurdiana, J. (2018). Evaluasi pembuatan kompos organik dengan menggunakan metode hot composting. *Jurnal teknologi lingkungan*, 2(1), 1–5.