

Pengaruh Penambahan Limbah Cair Industri Tempe pada Proses Reduksi Sampah Organik Menggunakan Larva *Black Soldier Fly* (BSF) Tahun 2024

The Effect of Tempe Industry Liquid Waste Addition on Organic Waste Reduction Process Using Black Soldier Fly (BSF) Larvae in 2024

Nur Firdhathalya Dwi Anggraeni ^{1)*}, Nur Hilal ¹⁾, Bayu Chondro Purnomo ¹⁾

¹⁾ Jurusan Kesehatan Lingkungan, Poltekkes Kemenkes Semarang, Banyumas, Indonesia

Abstrak

Proses produksi tempe selalu menghasilkan limbah cair yang memiliki kandungan tinggi organik dan melebihi baku mutu. Limbah dibuang secara sembarangan ke sungai sehingga berpotensi menjadi media pertumbuhan bakteri hingga berdampak negatif pada manusia. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh penambahan limbah cair industri tempe pada proses reduksi sampah organik menggunakan larva BSF. Metode yang digunakan yaitu *Quasi Eksperiment* dengan desain *Nonequivalent Control Group Design*. Variabel yang diteliti yaitu Sampel yang digunakan adalah 84.000 gram sampah organik di TPST Karangmangu. Peneliti menggunakan larva BSF berumur 9 hari untuk mereduksi sampah organik selama 9 hari. Masing-masing sampel diberi 2.000 gram sampah organik dan 3,5 gram larva BSF dengan 6 replikasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa reduksi sampah organik kelompok kontrol sebanyak 828 gram (41,4%), penambahan limbah cair 55% sebanyak 1.207,5 gram (60,4%), penambahan limbah cair 65% sebanyak 1.362 gram (68,1%), dan penambahan limbah cair 75% sebanyak 1.464 gram (73,2%). Hasil analisis uji *One Way Anova* menunjukkan bahwa nilai signifikansi (p -value=0,00) yang artinya bahwa penambahan limbah cair industri tempe mempengaruhi proses reduksi sampah organik menggunakan larva BSF. Saran untuk peneliti selanjutnya dapat menganalisis pengaruh suhu dan kelembapan lingkungan, suhu dan kelembapan media, dan berat larva BSF pada proses reduksi sampah organik menggunakan larva BSF.

Kata kunci : Sampah Organik; *Black Soldier Fly*; Limbah Cair Industri Tempe

Abstract

The tempeh production process always produces liquid waste that has a high organic content and exceeds quality standards. Waste is disposed of carelessly into the river so that it has the potential to become a medium for bacterial growth to have a negative impact on humans. The purpose of this study was to analyze the effect of adding tempeh industry liquid waste in the organic waste reduction process using BSF larvae. This study used a Quasi Experiment method with a Nonequivalent Control Group Design. The variable studied was the sample used was 84,000 grams of organic waste at TPST Karangmangu. Researchers used 9-day-old BSF larvae to reduce organic waste for 9 days. Each sample was given 2,000 grams of organic waste and 3.5 grams of BSF larvae with 6 replications. The results showed that the reduction of organic waste in the control group was 828 grams (41.4%), the addition of 55% liquid waste was 1,207.5 grams (60.4%), the addition of 65% liquid waste was 1,362 grams (68.1%), and the addition of 75% liquid waste was 1,464 grams (73.2%). The results of the One Way Anova test analysis show that the significance value (p -value=0.00) means that the addition of tempeh industry liquid waste affects the reduction process of organic waste using BSF larvae. Suggestions for future researchers can analyze the effect of environmental temperature and humidity, media temperature and humidity, and BSF larvae weight on the organic waste reduction process using BSF larvae.

Keywords : Organic Waste; *Black Soldier Fly*; Tempeh Industry Liquid Waste

1. Pendahuluan

Limbah merupakan hasil atau sisa dari proses produksi dari industri yang tidak memiliki nilai ekonomi, bahkan mencemari lingkungan.¹ Limbah berjenis cair sering menjadi permasalahan di Indonesia, dibandingkan limbah berjenis padat, gas, dan

limbah B3. Limbah cair industri tempe didapatkan dari sisa tahap perebusan, perendaman, dan pencucian kedelai. Limbah cair tempe dan tahu mengandung BOD sekitar 5.000 – 10.000mg/l, dan COD sebesar 7.000 – 12.000 mg/l.² Menurut Etik, rata-rata limbah cair tempe memiliki kandungan BOD sebesar 950 mg/L, COD sebesar 1.543 mg/L, TSS sebesar 309 mg/L, dan pH sebesar 5.³ Berdasarkan Peraturan Daerah Jawa Tengah Nomor 4 Tahun 2023 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup menyatakan bahwa baku mutu untuk limbah cair industri tempe parameter BOD sebesar 150 mg/L, COD sebesar 275 mg/L dan TSS sebesar 100 mg/L.

Limbah yang dihasilkan pada industri tempe sangat bergantung dengan jumlah produksi tempe. Sebanyak 100 kg kedelai dapat menghasilkan limbah cair sampai dengan 2 m³ atau 2.000 liter.⁴ Berdasarkan proses produksi pada industri tempe X di Pabuaran, Kecamatan Purwokerto Utara, dalam sehari dapat memproduksi 40 kg kedelai dengan sisa limbah air rendaman kedelai sebanyak 60 liter. Hal ini tidak termasuk proses yang lainnya, seperti pada proses perebusan dan pencucian kedelai. Limbah dari industri tempe X dibuang secara langsung ke sungai sehingga dapat memberikan dampak negatif bagi manusia dan lingkungan. Unsur organik limbah akan membusuk dan menghasilkan bau tidak sedap, sehingga dapat mencemari udara dan air apabila tidak ada proses pengolahan pada limbah. Selain itu, padatan tersuspensi dan terlarut yang terkandung pada limbah cair dari industri tempe akan mengalami perubahan fisik, kimia, dan biologi. Limbah tidak diolah dengan baik, limbah bisa menjadi media pertumbuhan bakteri yang berpotensi memberikan dampak negatif pada manusia, produk tempe, hingga pada lingkungan.²

Limbah dari kegiatan agroindustri memiliki kandungan organik yang tinggi sehingga sangat cocok sebagai media perkembangan larva BSF.⁵ Larva BSF dapat mereduksi sampah organik yang berasal dari hewan maupun tumbuhan.⁶ Metode ini biasa disebut dengan biokonversi sampah menggunakan larva BSF. Biokonversi menggunakan larva BSF banyak digunakan karena larva BSF mampu mengkonsumsi sampah organik lebih cepat. Menurut penelitian Raihan, kemampuan larva BSF dapat mereduksi sampah organik kurang lebih sekitar 2 hingga 5 kali dari berat badannya. Semakin berat badan larva BSF, maka semakin banyak sampah organik yang direduksi.⁷

Berdasarkan penelitian sebelumnya, kandungan air rebusan kedelai 75% pada media perkembangan larva akan lebih efektif terhadap berat dan panjang larva BSF dibandingkan dengan persentase air rebusan kedelai sebesar 25% dan 50%. Hal ini dikarenakan pada presentase 75%, media perkembangan memiliki kandungan protein yang tinggi sehingga sangat disukai oleh larva BSF. Nutrisi yang kurang berkualitas pada media akan memperlambat tahap pertumbuhan larva BSF, sehingga akan berpengaruh pada jumlah reduksi sampah organik.⁸

Menambahkan limbah cair industri tempe pada proses reduksi sampah organik diharapkan dapat mengurangi pembuangan limbah secara langsung ke sungai. Selain itu, alasan dari penambahan limbah cair industri tempe adalah meningkatkan berat reduksi sampah organik oleh larva BSF, akibat dari limbah cair industri tempe yang memiliki kandungan tinggi organik. Berdasarkan hal tersebut, maka peneliti berminat untuk melakukan percobaan dengan menambahkan limbah cair industri tempe dengan konsentrasi sebesar 55%, 65%, dan 75% pada proses reduksi sampah organik menggunakan larva BSF di TPST Desa Karangmangu pada tahun 2024.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan berbagai konsentrasi limbah cair industri tempe pada proses reduksi sampah organik menggunakan larva BSF.

2. Metode

Jenis penelitian yang digunakan yaitu *Quasi Eksperiment* dengan desain *Nonequivalent Control Group Design*. Jumlah sampel pada penelitian yaitu sebanyak 24 sampel. Eksperimen ini menggunakan 1 sampel kontrol dan 3 sampel perlakuan, dengan replikasi masing-masing sebanyak 6 replikasi. Sampel perlakuan menggunakan konsentrasi limbah cair tempe sebanyak 55%, 65%, dan 75% dari 2.000 gram sampah organik.

Penelitian dilaksanakan selama 9 hari dan menggunakan alat bahan berupa 48.000 gram sampah organik, 84 gram larva BSF dengan umur 9 hari, limbah cair tempe, timbangan digital, timbangan analitik, thermometer tanah, *Soil Moist Detector*, *thermohygrometer*, 24 box dengan ukuran 40 cm x 31,5 cm x 13 cm, ayakan, gelas plastik, kain perekat, lem lilin, gunting, sekop, *handscoon*, formulir hasil pengukuran, label, dan alat tulis.

Masing-masing box diisi 2.000 gram sampah organik dan 3,5 gram larva BSF dengan umur 9 hari. Pada hari pertama, sebanyak 5% limbah cair tempe dicampurkan pada media P1, 15% pada P2, dan 25% pada P3. Sebanyak 10% limbah cair tempe dicampurkan pada media masing-masing perlakuan pada hari kedua sampai dengan keenam. Pengukuran kondisi lingkungan dan kondisi media dilakukan setiap hari. Suhu dan kelembapan lingkungan diukur menggunakan alat *Thermohygrometer* yang diletakkan di tengah-tengah area penelitian. Pengukuran suhu media diukur dengan menggunakan alat thermometer tanah dengan kedalaman kurang lebih sekitar 5 cm, sedangkan kelembapan media diukur menggunakan alat *Soil Moist Detector* dengan kedalaman kurang lebih 4 cm. Berat akhir larva BSF dan reduksi sampah organik diukur pada hari kesembilan menggunakan timbangan digital.

Analisis data dilakukan dengan menghitung rata-rata suhu dan kelembapan lingkungan, suhu dan kelembapan media, berat larva, dan reduksi sampah yang disajikan dalam bentuk tabel, grafik, dan histogram. Analisis data dengan uji *One Way Anova* digunakan untuk menguji adanya pengaruh dari penambahan limbah cair industri tempe sebagai campuran pada proses reduksi sampah organik menggunakan larva BSF. Analisis *Post Hoc Multiple Comparasions* untuk mengetahui perbedaan antar kelompok.

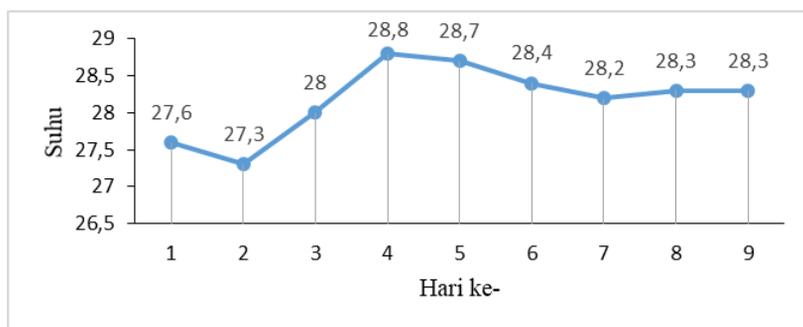
3. Hasil dan Pembahasan

a. Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) Desa Karangmangu, tepatnya di RT 5 / RW 1 Desa Karangmangu, Kec. Baturraden, Kab. Banyumas. Luas wilayah TPST Desa Karangmangu yaitu sebesar 1.000 m², namun hanya 700 m² lahan yang telah digunakan. TPST ini telah beroperasi sejak 1 Januari 2020 dan dikelola oleh Kelompok Swadaya Masyarakat Jadi Mulia Bersama.

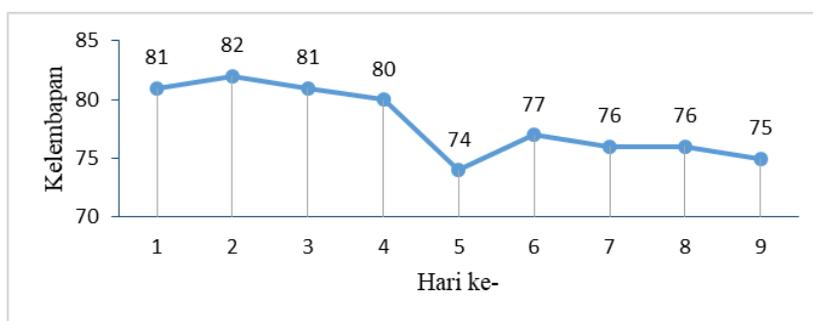
b. Kondisi Lingkungan

Grafik hasil pengukuran suhu lingkungan dapat dilihat pada grafik berikut ini:



Grafik 1. Hasil Pengukuran Suhu Lingkungan

Hasil pengukuran suhu lingkungan menunjukkan bahwa hari pertama dan kedua suhu masih di sekitar 27°C. Pada hari ketiga suhu mulai naik dan stabil di angka 28°C sampai dengan hari terakhir. Suhu lingkungan terendah pada penelitian ini adalah 27,3°C pada hari kedua, dan suhu tertinggi pada hari keempat sebesar 28,8°C (Grafik 1).



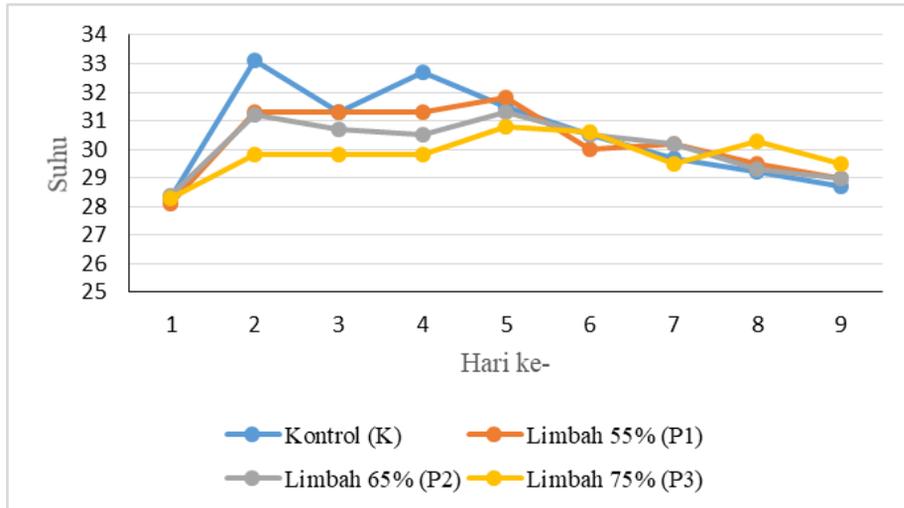
Grafik 2. Hasil Pengukuran Kelembapan Lingkungan

Hasil pengukuran kelembapan lingkungan menunjukkan bahwa kelembapan lingkungan pada hari pertama hingga hari keempat stabil di rentang 80% - 82%. Kelembapan lingkungan mengalami penurunan pada pada hari kelima, kelembapan sebesar 80% pada hari keempat turun hingga 74% pada hari kelima. Pada hari keenam kelembapan lingkungan kembali naik dan stabil hingga hari kesembilan (Grafik 2).

Tujuan pengukuran suhu dan kelembapan lingkungan untuk mengetahui apakah terdapat keterkaitan terhadap media perkembangan larva BSF. Menurut Rizki, suhu yang optimal pada kandang larva BSF adalah 30 – 38°C. Pada penelitian ini suhu antara 27 – 28°C.¹¹ Rendahnya suhu lingkungan akan menyebabkan suhu media perkembangan larva BSF juga rendah. Pada penelitian ini, sebagaimana pada grafik 1 menunjukkan bahwa suhu lingkungan terendah berada pada hari kedua, yaitu sebesar 27°C. Sedangkan pada hari kedua suhu media mengalami kenaikan hingga 33,1°C pada kelompok kontrol. Pada grafik 4 terjadi penurunan pada kelembapan media di hari kedua, yaitu sebesar 15%. Pada grafik 2, kelembapan lingkungan naik 1% dari hari sebelumnya. Lokasi penelitian di dalam dapat menjadi alasannya. Media perkembangan larva BSF tidak terkena langsung paparan sinar matahari sehingga tidak mempengaruhi suhu dan kelembapan medianya.

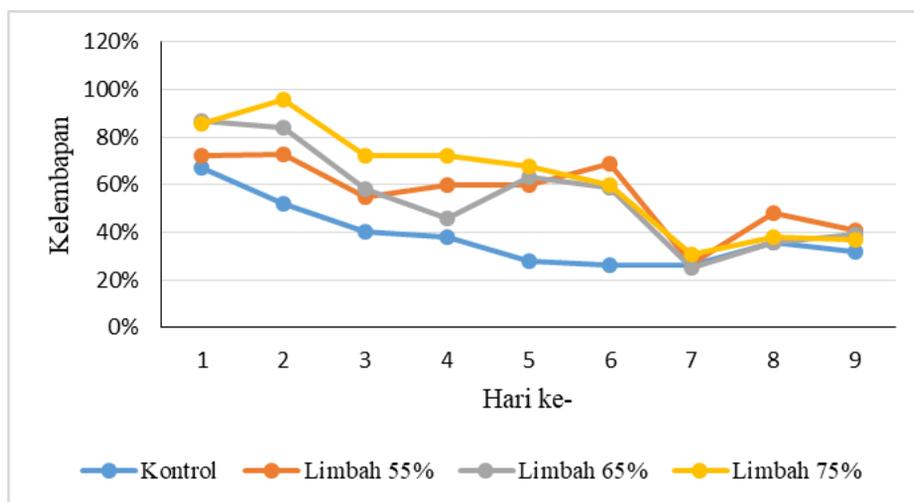
c. Kondisi Media

Grafik hasil pengukuran suhu media dapat dilihat pada grafik berikut ini:



Grafik 3. Hasil Pengukuran Suhu Media

Hasil pengukuran suhu media menunjukkan bahwa pada hari kedua terjadi kenaikan pada media kontrol (K), media dengan penambahan limbah cair sebanyak 55% (P1), media dengan penambahan limbah cair sebanyak 65% (P2), dan media dengan penambahan limbah cair sebanyak 75% (P3). Pada hari keenam media P1, P2, dan P3 mengalami penurunan suhu, namun tidak untuk media K yang sudah mengalami penurunan suhu pada hari kelima. Selama masa penelitian, K memiliki rata-rata suhu sebesar 30,6°C, P1 sebesar 30,3°C, P2 sebesar 30,1°C, dan P3 sebesar 29,8°C (Grafik 3).



Grafik 4. Hasil Pengukuran Kelembapan Media

Hasil pengukuran kelembapan media menunjukkan bahwa kelembapan media tertinggi dimiliki oleh media P1 pada hari kedua, yaitu sebesar 96%, sedangkan kelembapan terendah dimiliki oleh P2 pada hari ketujuh, yaitu sebesar 25%. Pada hari ketujuh, P1, P2, dan P3 mengalami penurunan kelembapan yang cukup jauh dibanding

kelembapan media pada hari sebelumnya. Selama masa penelitian, K memiliki rata-rata kelembapan sebesar 38%, P1 sebesar 56%, P2 sebesar 55%, dan P3 sebesar 62% (Grafik 4).

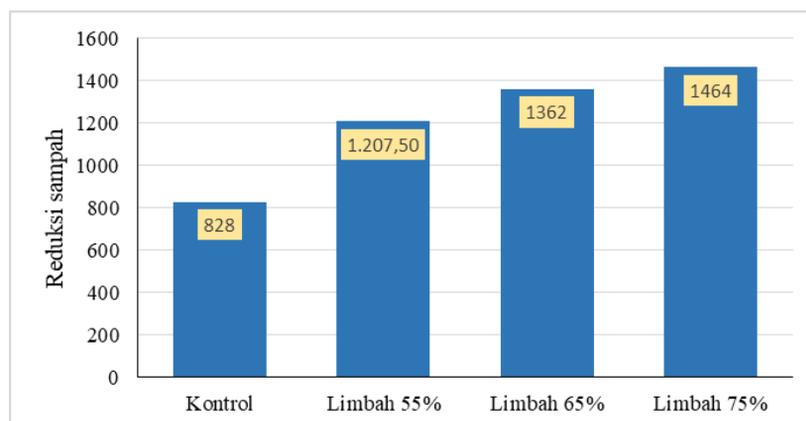
Suhu media yang optimal untuk hidup larva BSF sebesar 27 – 30°C dan larva BSF tidak bertahan hidup pada suhu di atas 36°C.¹² Berdasarkan grafik 3 suhu media perkembangan larva BSF masih di rentang yang optimal, yaitu sebesar 28 – 33°C. Terjadi kenaikan suhu yang cukup drastis pada hari kedua. Hal ini dikarenakan pengaruh dari suhu tubuh larva. Larva BSF larva akan mengeluarkan energi saat aktif dan lahap memakan sampah organik, sehingga akan membuat suhu media perkembangan larva BSF semakin panas.¹³ Pada hari ketujuh hingga kesembilan, suhu mulai mengalami penurunan. Hal ini dikarenakan larva BSF telah mengurangi aktivitas mengkonsumsi sampah organik dan masuk pada fase pre pupa.

Menurut Aline dan Kahar, sumber makanan larva BSF harus dalam keadaan yang lembap, yaitu dengan kandungan air sekitar 60% - 90%.¹⁴ Pada grafik 4 terlihat bahwa media kontrol pada hari kedua hingga hari kesembilan memiliki kelembapan media dibawah 60%. Kadar air media perkembangan larva BSF yang terlalu sedikit dapat menyebabkan konsumsi makanan yang kurang efisien.¹⁰ Hal ini terbukti pada tabel 6 yang menunjukkan bahwa nilai reduksi sampah kontrol lebih sedikit dibanding kelompok eksperimen, baik P1, P2, maupun P3. Sedangkan pada kelompok eksperimen, kelembapan selalu stabil dikarenakan penambahan limbah cair industri tempe pada hari pertama sampai dengan hari keenam. Kelembapan media milik kelompok eksperimen mulai menurun pada hari ketujuh, yaitu saat tidak lagi ditambahkan limbah cair industri tempe. Kelembapan atau kadar air pada media perkembangan larva BSF mengalami penurunan akibat dari aktivitas mikroorganisme yang menghasilkan panas dan lingkungan disekitar reaktor.

d. Reduksi Sampah Organik

Perhitungan reduksi sampah organik dilakukan pada hari kesembilan. Nilai reduksi merupakan selisih antara berat awal dengan berat akhir sampah organik, tanpa ada larva BSF di dalamnya. Pengukuran dibantu dengan alat timbangan digital dengan ukuran yang besar, milik TPST Desa Karangmangu.

Terjadi perbedaan reduksi sampah antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen. Rata-rata reduksi sampah K yaitu sebesar 41,4%, sedangkan P1 sebesar 60,4%, P2 sebesar 68,1%, dan P3 sebesar 73,2%. Reduksi sampah paling sedikit pada K, sedangkan paling banyak pada P3 (Gambar 1).

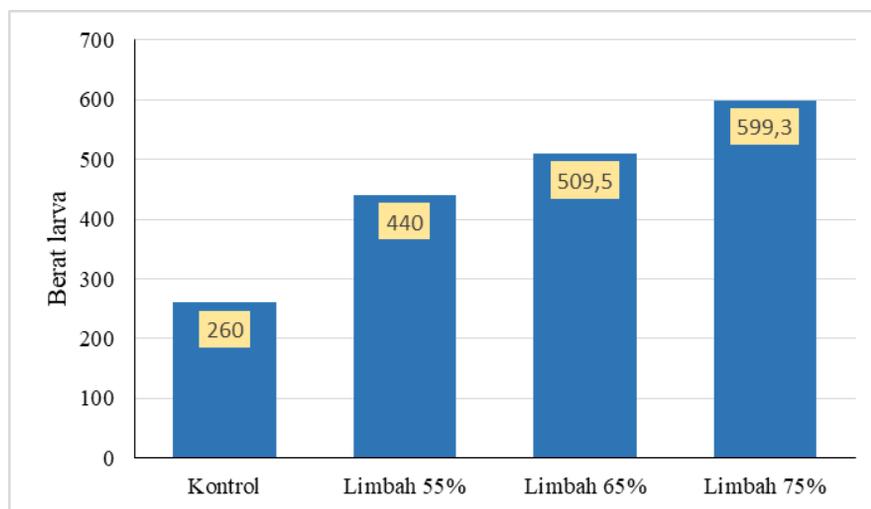


Gambar 1. Hasil Pengukuran Reduksi Sampah Organik

Reduksi sampah organik merupakan selisih dari berat akhir dan berat awal sampah organik. Berat awal yang dimaksud adalah berat sampah organik pada hari pertama, sedangkan berat akhir adalah berat sampah organik pada hari kesembilan. Rata-rata reduksi terbanyak berada pada P3 sebesar 1.464 gram (73,2%), P2 sebanyak 1.362 gram (68,1%), P1 sebanyak 1.207,5 gram (60,4%), dan K sebanyak 828 gram (41,4%). Mengingat kembali, bahwa suhu dan kelembapan media menjadi penentu kelancaran proses reduksi sampah organik oleh larva BSF. Berdasarkan grafik 4, kelembapan media kontrol berada dibawah nilai optimal. Kelembapan atau kadar air terlalu sedikit juga dapat menyebabkan konsumsi makanan yang kurang efisien.¹⁰ Adapun penelitian Raihan, menjelaskan bahwa kemampuan larva BSF dapat mereduksi sampah organik kurang lebih sekitar 2 sampai dengan 5 kali dari berat badannya.⁷ Hal ini berhubungan dengan gambar 1, bahwa berat larva BSF kontrol memiliki jumlah yang paling sedikit dibandingkan P1, P2, P3.

e. Berat Larva BSF

Berat larva BSF yang diukur adalah berat akhir, yaitu selisih berat akhir larva BSF di hari kesembilan dengan berat awal larva BSF di hari pertama. Namun sebelumnya, larva BSF harus dipisahkan terlebih dahulu dari sampah organik menggunakan ayakan. Proses pemisahan dapat memakan waktu sekitar 15 – 30 menit, tergantung dari kondisi sampah organik atau media pertumbuhan larva BSF. Semakin basah media, maka akan semakin lama proses pemisahannya. Pengukuran berat larva BSF menggunakan alat timbangan digital.



Gambar 2. Hasil Pengukuran Berat Larva BSF

Hasil pengukuran berat larva BSF menunjukkan bahwa berat akhir larva pada kelompok eksperimen lebih banyak dibanding dengan berat akhir larva BSF kelompok kontrol. Perlakuan ketiga memiliki berat akhir larva BSF paling tinggi, yaitu 599,3 gram, sedangkan K memiliki berat akhir larva paling rendah, yaitu 260,7 gram.

Pada hari kesembilan, terjadi kenaikan berat larva, baik kelompok kontrol maupun kelompok eksperimen. Berdasarkan gambar 8, P1, P2, dan P3 memiliki larva lebih berat dibandingkan dengan kontrol. Menurut Azhari, limbah cair tempe mengandung senyawa-senyawa organik, seperti protein, karbohidrat, lemak, dan minyak sehingga dapat mempengaruhi berat larva BSF.⁹ Hal ini didukung dengan

penelitian milik Arif, media air kedelai yang memiliki protein tinggi akan lebih efektif terhadap berat dan panjang maggot.⁸

f. Analisis Pengaruh Penambahan Limbah Cair Industri Tempe

Data reduksi sampah organik yang didapatkan telah berdistribusi normal dan homogen, sehingga dapat dilanjutkan dengan uji *One Way Anova* (Tabel 1).

Tabel 1. Hasil Uji *One Way Anova*

Variabel	Mean	SD	95% CI	P-value
Kontrol	828.33	284.42	529.85 – 1126.82	0.00
Limbah 55%	1207.50	127.51	1073.69 – 1341.31	
Limbah 65%	1361.67	159.83	1193.93 – 1529.40	
Limbah 75%	1464.17	268.65	1182.23 – 1746.10	

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa nilai p-value=0,000 (sig<0,05), yang artinya bahwa terdapat pengaruh penambahan limbah cair industri tempe pada proses reduksi sampah organik menggunakan larva BSF.

Setelah diuji menggunakan *One Way Anova*, dilakukan uji *Post Hoc Multiple Comparisons* untuk mengetahui perbedaan antar kelompok. Berikut hasil uji *Post Hoc LSD* dari reduksi sampah organik:

Tabel 2. Uji *Post Hoc LSD*

Multiple Comparisons			
Reduksi sampah organik			
LSD			
Berbagai konsentrasi limbah (I)	Berbagai konsentrasi limbah (J)	Mean Difference (I-J)	Sig.
Kontrol	Limbah 55%	-379.167*	.007
	Limbah 65%	-533.333*	.000
	Limbah 75%	-635.833*	.000
Limbah 55%	Kontrol	379.167*	.007
	Limbah 65%	-154.167	.240
	Limbah 75%	-256.667	.058
Limbah 65%	Kontrol	533.333*	.000
	Limbah 55%	154.167	.240
	Limbah 75%	-102.500	.431
Limbah 75%	Kontrol	635.833*	.000
	Limbah 55%	256.667	.058
	Limbah 65%	102.500	.431

Tabel 2 di atas menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan (sig < 0,05) dari reduksi sampah organik kelompok kontrol dengan kelompok eksperimen (P1, P2, dan P3), sedangkan antar kelompok eksperimen tidak ada perbedaan yang signifikan.

Selain dapat mengurangi cemaran pada sungai, penambahan limbah cair industri tempe pada sampah organik dapat mempercepat proses reduksi sampah organik oleh larva BSF. Hal ini terbukti dari hasil uji statistic *One Way Anova*, bahwa terdapat pengaruh penambahan limbah cair industri tempe sebagai campuran pada proses reduksi sampah organik menggunakan larva BSF. Penambahan limbah cair industri tempe akan menambah kelembapan dari media perkembangan larva BSF. Hal ini dapat dilihat dari grafik 4, terlihat bahwa kelembapan P1, P2, dan P3 lebih tinggi dibanding dengan kontrol sehingga proses reduksi sampah P1, P2, dan P3 lebih efisien. Menurut Syahri, ukuran partikel makanan juga mempengaruhi daya konsumsi larva. Larva tidak mempunyai bagian mulut untuk mengunyah sehingga dalam bentuk cair maupun bubur nutrisi akan mudah diserap.¹⁵ Penambahan limbah cair industri tempe akan membuat tekstur media menjadi lebih lunak sehingga larva BSF akan mudah memakan sampah organik dalam jumlah besar, berbeda dengan kontrol yang bermedia lebih kering dan keras. Larva BSF tidak menyukai media yang terlalu basah. Pada penelitian ini, P3 sangat beresiko pada kehidupan larva BSF. Pada penambahan 75% limbah cair industri tempe tidak merata pada seluruh media, larva BSF akan mencoba naik dari media karena larva BSF kurang menyukai tempat yang sangat basah. Kadar air yang terlalu tinggi pada sumber makanan larva BSF akan menyebabkan larva keluar dari wadah pembiakan dan mencari tempat yang lebih kering.¹⁰

Selain itu, kandungan protein pada limbah cair industri tempe dapat meningkatkan berat tubuh larva BSF. Berdasarkan pada gambar 8, tubuh larva BSF pada P1, P2, dan P3 lebih berat dibandingkan tubuh larva BSF pada kontrol. Kontrol hanya memiliki rata-rata kelembapan sebesar 38%, sedangkan P1 memiliki rata-rata kelembapan sebesar 56%, P2 sebesar 55%, dan P3 sebesar 62%. Hal ini menyebabkan reduksi sampah organik pada P1, P2, dan P3 lebih banyak dibandingkan dengan kontrol. Hal ini didukung oleh penelitian Raihan, kemampuan larva BSF dapat mereduksi sampah organik kurang lebih sekitar 2 hingga 5 kali dari berat badannya.⁷ Penambahan berbagai konsentrasi pada P1, P2, dan P3 tidak ada perbedaan yang signifikan pada reduksi sampah organik. Berdasarkan gambar 1, reduksi sampah organik antar kelompok perlakuan tidak jauh berbeda. Menurut penelitian sebelumnya kandungan air rebusan kedelai 75% pada media perkembangan larva akan lebih efektif terhadap berat dan panjang larva BSF.⁸ Semakin berat dan panjang larva, maka semakin banyak pula konsumsi larva terhadap sampah organik. Pada penelitian ini penambahan limbah cair membuat sampah organik menjadi berair dan lembap, sehingga mengubah tekstur dan menambah berat sampah organik. Berkesinambungan dengan tabel 10 hasil uji *Post Hoc LSD*, yang menyebutkan bahwa hanya kontrol terhadap P1, kontrol terhadap P2, dan kontrol terhadap P3 yang memiliki nilai $\text{sig} < 0,05$.

4. Simpulan dan Saran

a. Simpulan

Simpulan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

- 1) Reduksi sampah organik tanpa penambahan limbah cair industri tempe adalah sebanyak 828 gram atau sebesar 41,4% dari 2.000 gram berat awal sampah organik.
- 2) Reduksi sampah organik dengan penambahan 55% limbah cair industri tempe adalah sebanyak 1.207,5 gram (60,4%), penambahan 65% limbah cair industri

tempe sebanyak 1.362 gram (68,1%), dan penambahan 75% limbah cair industri tempe sebanyak 1.464 gram (73,2%)

- 3) Terdapat pengaruh dari penambahan limbah cair industri tempe mempengaruhi proses reduksi sampah organik menggunakan larva BSF.
 - 4) Tidak ada perbedaan yang signifikan antara penambahan limbah cair industri tempe 50%, 65%, dan 75% pada reduksi sampah organik oleh larva BSF.
- b. Saran

Saran setelah dilakukan penelitian adalah dapat dilakukan uji lanjutan dengan menganalisis pengaruh suhu dan kelembapan lingkungan, suhu dan kelembapan media, dan berat larva BSF pada proses reduksi sampah organik menggunakan larva BSF.

5. Daftar Pustaka

1. Ariati TP, Shinta ND, Hadi PS. Proses Pengolahan dan Analisa Air Limbah Industri di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). *DISTILAT J Teknol Separasi*. 2023;6(2):491–8.
2. Annisa FS. Pemanfaatan Limbah Cair Rebusan Kedelai Tempe sebagai Nutrisi pada Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Pakcoy (*Brassica Rapa L.*) dengan Sistem Hidroponik Sumbu Vertikal. 2021.
3. Etik IH. Pemanfaatan Serbuk Biji Asam Jawa (*Tamarindusindica L*) untuk Pengolahan Limbah Cair Industri Tempe. 2015.
4. Silvi WP. Alternatif Pengolahan Limbah Industri Tempe dengan Kombinasi Metode Filtrasi dan Fitoremediasi. In: *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Inofatif Pascapanen untuk Pengembangan Industri Berbasis Pertanian [Internet]*. 2017. hal. 588–97. Tersedia pada: http://repo-nkm.batan.go.id/5739/2/PROSIDING_SW_PUSPITAWATI_SIL_UI_2017.pdf
5. Ummul M, Andi F, Sagita. Produksi Maggot Black Soldier Fly (BSF) (*Hermetia illucens*) pada Media Ampas Tahu dan Feses Ayam. *Agrovital J Ilmu Pertan*. 2020;5(November):87–90.
6. Trisnowati BA, Endang SK, Edi B. Teknologi Biokonversi Sampah Organik Rumah Tangga Menggunakan Larva Lalat Tentara Hitam (Black Soldier Fly / BSF). In: *Pengembangan Sumber Daya Perdesaan dan Kearifan Lokal Berkelanjutan IX*. 2019. hal. 235–43.
7. Raihan MA. Potensi Maggot sebagai Pengurai Limbah Organik. Universitas Islam Indonesia Yogyakarta; 2022.
8. Arif M, Novy E, Kukuh M. Pengaruh Bonggol Pisang dan Air Rebusan Kedelai terhadap Pertumbuhan Maggot BSF (*Hermetia Illucens*). Univ Muhammadiyah Jember. 2020;
9. Azhari M. Pengolahan Limbah Tahu dan Tempe dengan Metode Teknologi Tepat Guna Saringan Pasir sebagai Kajian Mata Kuliah Pengetahuan Lingkungan. *MITL J Media Ilm Tek Lingkung*. 2016;1:1–8.
10. Bayu CP, Nurjazuli, Suhartono. Pengaruh Luas Penampang Wadah terhadap Besarnya Reduksi Volume Sampah Organik Rumah Tangga Menggunakan Larva Lalat BSF (Black Soldier Fly). *J Sehat Mandiri*. 2021;16(2):99–108.
11. Rizki ADP. Monitoring dan Kontrol Suhu Lampu untuk Budidaya Maggot BSF Berbasis IOT. *J TRANSIT*. 2021;1–9.
12. Diah N. Review: Kondisi Lingkungan Ideal untuk Budidaya Black Soldier Fly

- (BSF). *Cakrawala J Litbang Kenijakan*. 2023;17(2):195–206.
13. Aditya RM. Pengaruh Pemberian Darah Sapi pada Biokonversi Sampah Organik Restoran Terhadap Reproduksi Larva Lalat Black Soldier Fly (*Hermetia illucens* L.). 2020.
 14. Aline MW, Kahar. Pemanfaatan Maggot (Black Soldier Fly) dalam Pengelolaan Sampah Organik. *Lontara J Heal Sci Technol*. 2023;4:56–66.
 15. Syahri M. Pengaruh Berbagai Media terhadap Pertumbuhan, Produksi Larva dan Produksi Kasgot Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*). Universitas Medan Area; 2023.