

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai ekstraksi minyak larva *Black Soldier Fly* (BSF) yang dibudidayakan pada substrat yang berbeda sebagai kandidat antibakteri, maka dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Perbedaan jenis substrat budidaya mempengaruhi karakteristik minyak larva BSF yang dihasilkan, baik dari segi volume minyak, rendemen, maupun kadar Free Fatty Acid (FFA). Substrat limbah nasi dan sisa makanan (food waste) menghasilkan volume minyak tertinggi sebesar $22,50 \pm 0,183$ ml, rendemen tertinggi sebesar $40,50 \pm 0,329\%$, serta nilai FFA terendah sebesar $3,79 \pm 0,008\%$, sehingga menunjukkan kualitas minyak yang lebih baik dibandingkan substrat lainnya.
- 2) Komposisi asam lemak minyak larva *Black Soldier Fly* dipengaruhi secara nyata oleh jenis substrat pakan. Perlakuan A menghasilkan kualitas lemak terbaik dengan kandungan SFA terendah (51,40%) serta MUFA (15,25%) dan PUFA (5,63%) tertinggi, meskipun total lemaknya paling rendah (24,09%). Sebaliknya, perlakuan B dan C menghasilkan total lemak lebih tinggi (28,07% dan 28,15%), namun didominasi SFA masing-masing 72,96% dan 73,19% dengan MUFA (9,80%) dan PUFA (1,45%) yang rendah. Dengan demikian, substrat food waste lebih efektif meningkatkan kualitas asam lemak tidak jenuh, sedangkan substrat nabati sederhana meningkatkan kuantitas lemak namun dengan dominasi asam lemak jenuh.
- 3) Hasil uji organoleptik menunjukkan bahwa perbedaan substrat juga mempengaruhi karakteristik sensori minyak larva BSF. Perlakuan substrat limbah nasi dan sisa makanan serta limbah sawi putih memiliki nilai tekstur tertinggi sebesar $9,00 \pm 0,00$, sedangkan pada parameter warna nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan limbah nasi dan sisa makanan sebesar $7,00 \pm 0,00$. Pada parameter aroma, seluruh perlakuan menunjukkan nilai yang sama yaitu $9,00 \pm 0,00$, sehingga tidak terdapat perbedaan nyata antar perlakuan. Minyak larva BSF menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Escherichia coli*, *Pseudomonas sp.*, dan *Staphylococcus aureus*. Zona hambat tertinggi terhadap

E. coli diperoleh pada substrat limbah nasi dan sisa makanan sebesar $20 \pm 7,07$ mm, terhadap *Pseudomonas sp.* pada substrat limbah sawi putih sebesar $15 \pm 0,82$ mm, dan terhadap *Staphylococcus aureus* pada substrat limbah pisang barangan sebesar $20,5 \pm 3,32$ mm, yang menunjukkan bahwa minyak larva BSF memiliki potensi sebagai antibakteri alami.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, disarankan agar penelitian selanjutnya melakukan analisis yang lebih mendalam terhadap komposisi senyawa bioaktif dan profil asam lemak pada minyak larva *Black Soldier Fly* (BSF) untuk mengetahui senyawa yang berperan dalam aktivitas antibakteri. Selain itu, perlu dilakukan pengujian lanjutan dengan menggunakan variasi substrat limbah organik lainnya serta pengujian pada konsentrasi minyak yang berbeda untuk memperoleh efektivitas antibakteri yang lebih optimal. Penelitian selanjutnya juga diharapkan dapat mengkaji potensi pemanfaatan minyak larva *BSF* sebagai bahan antibakteri alami dalam bidang perikanan, pangan, maupun bioteknologi sehingga dapat meningkatkan nilai guna limbah organik sebagai media budidaya larva *BSF*.

DAFTAR PUSTAKA

- Achuoth, M. P., Mudalungu, C. M., Ochieng, B. O., Mokaya, H. O., Kibet, S., Maharaj, V. J., Subramanian, S., Kelemu, S., Tanga, C. M., 2024. Unlocking the Potential of Substrate Quality for the Enhanced Antibacterial Activity of *Black Soldier Fly* against Pathogens. *ACS Omega*, 9(7): 8478-8489. <https://doi.org/10.1021/acsomega.3c09741>
- Ali, S., Baharuddin, M., Sappewali, 2013. Pengujian Aktivitas Antibakteri Minyak Atsiri Jahe (*Zingiber officinale roscoe*) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* Dan *Escherichia coli*. *AI Kimia*, 18-31. <https://share.google/gS4H8lsq5Tpa5iTIF>
- Arifin, Z., 2017. Manajemen Kesehatan Ikan Dalam Budidaya Perikanan. Jakarta: Penebar Swadaya, Jakarta Timur.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC), 2013. Official Methods of Analysis of AOAC International (19th ed.), Gaithersburg, MD, USA: AOAC International.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC), 2016. Official Methods of Analysis of AOAC International (20th ed.). Method 920.153. Rockville, MD, USA: AOAC International
- Azir, A., Harris, H., & Haris, R. B., 2017, Juni. Produksi Dan Kandungan Nutrisi Maggot (*Chrysomya megacephala*) Menggunakan Komposisi Media Kultur Berbeda. *Jurnal Ilmu-ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan*, 12.
- Barragan-Fonseca, K. B., Dicke, M., Loon J. J. A. V., 2017. Nutritional Value of The *Black Soldier Fly* (*Hermetia illucens* L.) and its Suitability as Animal Feed. *Juornal of Insects as Food and Feed*, 3(2): 105-120.
- Bava, M., Jucker, C., Gai, F., Lussiana, C., Renna, M., & Gasco, L. 2019. Nutritional Value of *Hermetia illucens* Larvae Reared on Different Organic Substrates. *Journal of Insects as Food and Feed*, 5(3): 205–215.
- Cabello, F. C., Godfrey, H. P., Buschmann, A. H., Dolz, H. J., 2016. Aquaculture as yet Another Environmental Gateway to the Development and Globalisation of Antimicrobial Resistance. *The Lancet Infectious Diseases*, 16(7): 127-133. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(16\)00100-6](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(16)00100-6)
- Chang, K. A., Leong, S. Y., Chew, L. Y., & Chan, S. W., 2025. Physicochemical and Perceived Olfactory Changes in *Black Soldier Fly* (*Hermetia illucens*) Larvae Oil Under Domestic Cooking Temperatures. *Foods*, 14(13): 2333. <https://doi.org/10.3390/foods14132333>
- Caruso, D., Devic, E., Subamia, I. W., Talamond, P., Baras, E., 2014. Technical Handbook of Domestication and Production of Diptera *Black Soldier Fly* (*BSF*) *Hermetia illucens*, Stratiomyidae. Bogor, Indonesia & Marseille, France: IPB Press & IRD (Institut de Recherche pour le Développement), 141 p. ISBN 978-979-493-610-8.

- Cumberlege, T., 2021. Sustainable Aquaculture and Antimicrobial Resistance Challenges. *Aquaculture Reports*, 20: 100654.
- Dwinafiah, R., Hasan S. A. Z., 2023. Optimalisasi Produksi Perikanan Berkualitas Berbasis Digital yang Aman dan Ramah Lingkungan Sebagai Peningkatan Ekonomi Masyarakat Pesisir. *Sensistek*, 6(2): 141-145. <https://journal.unhas.ac.id/index.php/SENSISTEK/article/view/31731/10759>
- Eawag. 2021. *Black Soldier Fly* Biowaste Processing: A Step-by-Step Guide. Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag), Dübendorf, Switzerland.
- Edea, C., Tesfaye, E., Yirgu, T., Abdu, M. A., 2022. *Black Soldier Fly (Hermetia illucens)* Larvae as a Sustainable Source of Protein in Poultry Feeding: A Review. *Ethiop.J. Agric. Sci*, 32(1): 89-104.
- Eprariana, Maulidia, F., Adidah, S. N., Yoshi, C. N., Raida, Norhalija, G., Puspita, D., 2025. Perbedaan Teknik Ekstraksi dan Pengaruhnya terhadap Aktivitas Biologis serta Hasil Senyawa Fitokimia pada Bahan Alam. *Jurnal Pendidikan, Kimia, Fisika dan Biologi*, 1(5): 23-39. <https://doi.org/10.61132/jupenkifb.v1i5.633>
- Ewald, N., Vidakovic, A., Langeland, M., Kiessling, A., Sampels, S. and Lalander, C., 2020. Fatty Acid Composition of *Black Soldier Fly* Larvae (*Hermetia illeceus*) Possibilities and Limitations for Modification Through Diet. *Waste Manage.*, 102: 40–47.
- Fadlina, A. E., Hermawati, E., Azhar, M. N. A., Amilia, Silvi, Salsabila, Z. L., Arifin, Z. A., 2022. Perhitungan Rendemen Minyak Atsiri.
- FAO, 2020. The State of World Fisheries and Aquaculture (SOFIA)
- FAO., 2021. Looking At Edible Insect from a Food Safet Perspective.
- FAO., 2022. Promoting Sustainable Aquaculture for Food Security and Economic Development. <https://doi.org/10.4060/cc0324en>.
- Fauzi, M., & Muharram, L. H., 2019. Karakteristik Bioreduksi Sampah Organik Oleh Maggot BSF (*Black Soldier Fly*) Pada Berbagai Level Instar: Review. *Journal Of Science, Technology and Entrepreneurship*, 1: 134-139.
- Firdaus, M., 2023. Potensi Minyak Serangga Sebagai Antibakteri Alami. *Jurnal Bioteknologi Indonesia*.
- Fitri, D. A., 2023. Pemanfaatan Larva *Black Soldier Fly (Hermetia illucens)* sebagai Sumber Bahan Pakan Alternatif. Skripsi.
- Gasco, L., Biasato, I., Dabbou, S., Schiavone, A., & Gai, F. 2020. Animals fed Insect Meal: Growth Performance and Nutritional Aspects. *Animals*, 10: 2227.
- Giyesi, Sandiah, A., Auza, F. A., 2025. Kadar Nutrien Larva BSF (*Black Soldier Fly, Hermetia illucens*) yang Diberi Substrat Limbah Organik Berbeda.

- JIPHO Jurnal Ilmiah Peternakan Halu Oleo, 7(1): 76-83.
<https://doi.org/10.56625/jipho.v7i1.60>.
- Gold, M., 2021. Insect as Sustainable Feed Ingredients in Aquaculture. *Journal of Insects as Food and Feed*, 7(5): 1-4.
- Handayani, D., 2021. Management of Increasing Economic Value of Organic Waste with Maggot Cultivation. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/716/1/012026>.
- Keshaini, S., Zainab-L, I., Sudesh, K., 2025. *Black Soldier Fly* Larval Oil as Renewable Substrate for Tailored PHA Production. *Scientific Reports*, 16(489). <https://doi.org/10.1038/s41598-025-30033-1>
- Khasanah, H., 2024. Comparative Evaluation of *Hermetia Illucens* Larvae Reared on Different Substrates: Effect on Growth (The Yield, Nutritional Properties and Bioconversion) Rate. *Bulletin of Animal Science*, 48: 200-206.
<https://doi.org/10.21059/buletinpeternak.v48i3.87557>.
- Kumar A., 2020. The Virtuous Potential of Chitosan Oligosaccharide for Promising Biomedical Applications. *Journal of Materials Research*, 35(9): 1123-1134.
<https://doi.org/10.1557/jmr.2020.76>
- Li, Q., 2021. Extraction and Characterization of Lipids from Insect Larvae. *Journal of Food Composition and Analysis*, 93: 103623.
- Lubis, M. E., Bajra, B. D., Rizki, I. F., Mulyono, M. E., Yudianto, B. G., & Panjaitan, F. R., 2023. Pengaruh Komposisi Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Bungkil Inti Kelapa Sawit Sebagai Pakan Larva Lalat Tentara Hitam (*Hermetia illucens*) Terhadap Perubahan Kandungan Asam Lemaknya. *Pusat Penelitian Kelapa Sawit*, 31: 13-24.
- Lu, S., 2022. Nutritional Composition of *Black Soldier Fly* Larvae (*Hermetia illucens* L.) and Its Potential Uses as Alternative Protein Sources in Animal Diets: A Review. 13. <https://doi.org/10.3390/insects13090831>
- Makkar, H. P. S., 2014. State of The Art on use of Insect as Animal Feed. *Animal Feed Science and Technology*.
- Mangisah, I., Mulyono, & Yuniyanto, D. V., 2022. Maggot Bahan Pakan Sumber Protein Untuk Unggas. Semarang: 41.
- Manurung, U. N., & Susantie, D., 2017. Identifikasi Bakteri Patogen pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di Lokasi Budidaya Ikan Air Tawar Kabupaten Kepulauan Sangihe. *Budidaya Perairan*, 5(3): 11-17.
- Mardiana, Pallu, M. S., Mulyani, S., Ningsi, W., Soenarto, A., Ali, S. A., Pakasi, R., 2022. Alih Teknologi Pembuatan Pakan Buatan Udang dan Ikan di Tambak Bosowa Isuma Desa Majannang. *Jurnal Dedikasi*, 24(2): 102-105.
- Martins, O. M. D., Bucea-Manea-Țoniș, R., Coelho, A. S., & Simion, V.-E., 2022. Sensory Perception Nudge: Insect-Based Food Consumer Behavior. *Sustainability*, 14(18): 11541. <https://doi.org/10.3390/su141811541>

- Novianti, D., 2023. Review: Kondisi Lingkungan Ideal Untuk Budidaya *Black Soldier Fly (BSF)*. *Cakrawala Jurnal Utbang Kebijakan*, 17(2): 195-206. <https://doi.org/10.32781/cakrawala.v17i2.575>
- Nugrahati, C. N., & Nugroho, R. A., 2024, Desember. Asam Laurat Minyak Maggot (*Hermetia illucens L.*) Sebagai Bahan Dasar Kosmetik. *Proceeding Biology Education Conference*, 21: 14-19.
- Nurhayati, L. S., Yahdiyani, N., Hidayatulloh, A., 2020. Perbandingan Pengujian Aktivitas Antibakteri Starter Yogurt dengan Metode Difusi Sumuran dan Metode Difusi Cakram. *Jurnal Teknologi Hasil Peternakan*, 1(2): 41. <https://doi.org/10.24198/jthp.v1i2.27537>
- Pedrazzani, C., Righi, L., Vescovi, F., Maistrello, L., & Caligiani, A., 2024. *Black Soldier Fly* as a New Chitin Source: Extraction, Purification and Molecular/structural Characterization. *LWT*, 191. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.115618>
- Permana, A. D., Julita, U., Fitri, L. L., Putra, R. E., 2020. Kerberhasilan Kawin dan Perilaku Reproduksi Lalat Tentara Hitam *Hermetia illucens L.* (Diptera, stratiomyidae) di Daerah Tropis. *Journal of Entomology*, 17(3): 117-127. <https://doi.org/10.3923/je.2020.117.127>
- Pezzi, M., Leis, M., Chicca., M., Falabella, P., 2017. Morphology of the Antenna of *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae): An Ultrastructural Investigation. *Journal of Medical Entomology*, 54(4): 925-933.
- Ogabidu, O. A., YusufYahaya, J., Abdulkadir, J., Hope, E., Ime, U. I., Adamun, S. I., Iyeh, F., Bernard, M., Anna, S. F., Yamma, T. O., Usman, Y. O., Sangodare, R. S. A., Oladele, I. O., Jabba, R. J., & Yelwa, J. M., 2025. Evaluation of *Black Soldier Fly (Hermetia illucens)* Larvae Oil as a Natural Antibacterial Agent for Possible Dermatological Applications. *International Journal of Sciences and Applied Research*, 12(9): 1–9.
- Qibtia, A. M., Tyas, I., Kusbianto, D. E., Khasanah, H., 2023. Pengaruh Substrat Pertumbuhan terhadap Produksi Larva *Black Soldier Fly* dan Karakteristik Kasgot. Department of Animal Science, 9-19. <https://proceedings.poliije.ac.id/index.php/animalscience/article/download/544/577/897>
- Rachmawati, D., Buchori., P. Hidayat., S. Hem, dan M.R. Fahmi. 2010. Perkembangan dan Kandungan Nutrisi Larva *Hermetia illucens (Linnaeus)* (Diptera: Stratiomyidae) Pada Bungkil Kelapa Sawit. *J Entomol Indones*, 7: 28- 41.
- Rohmana, N. A., Subekti, I. F., Deoranto, P., Arwani, M., Majid, Z. A. N. M., Febrianto, A., Mulyadi, Hidayat, N., 2023. Optimasi Ekstraksi Minyak BSFL (*Hermetia illucens*) Dengan Metode *Microwave Assisted Extraction (MAE)* Sebagai Bahan Baku Biodiesel. *Jurnal Agroindustri*, 14(1): 11-25. <https://doi.org/10.31186/j.agroind.14.1.11-25>

- Romero, J., Feijoo, C., & Navarrete, P., 2012. Antibiotics in Aquaculture use, Abuse and Alternatives. *Health and Environment in Aquaculture*, 159-198.
- Ruitan, J. N. C., 2024. Efektivitas Komposisi Limbah Organik Rumah Tangga Terhadap Potensi Nutrisi Larva *Black Soldier Fly* (*Hermetia illucens*) Sebagai Pakan Ikan Melalui Teknik Biokonversi.
- Saadoun, J. H., Sogari, G., Bernini, V., Camorali, C., Rossi, F., Neviani, E., Lazzi, C., 2022. A Critical Review of Intrinsic and Extrinsic Antimicrobial Properties of Insects. *Trends in Food Science & Technology*, 122: 40-48. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.02.018>
- Safitri, R. Y., 2025. Ekstraksi dan Karakterisasi Minyak Ikan yang Dihasilkan dari Limbah Ikan Bandeng (*Chanos chanos*). Skripsi. Sekolah Tinggi Teknologi Kelautan Balikpapan Makassar.
- Saragih, K. P., Marpaung, T. S., 2025. Perhitungan Kebutuhan Panas pada Proses Distilasi untuk Menghasilkan Destilat Asam Lemak Biji Sawit (DPKFA) pada Kolom Distilasi 6C01, pada Unit Distilasi Asam Lemak, PT. ABC. *Jurnal Rekayasa, Teknologi Proses dan Sains Kimia*, 4(1): 31-37.
- Sastro, Y., 2016. Teknologi Pengomposan Limbah Organik Kota Menggunakan *Black Soldier Fly*, Badan Pengkajian Teknologi Pertanian, BPPT. Jakarta.
- Septiana, P. V., 2024. Aktivitas Antibakteri Kombinasi Minyak Larva BSF dan Minyak Ikan Tuna terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* secara In Vitro
- Silvan, J. M., Hurtado-Ribeira, R., Martin, D., & Martinez-Rodriguez, A. J., 2025. Antibacterial Activity of Fat from *Black Soldier Fly* (*Hermetia illucens*) Larvae Against Antibiotic Resistant *Campylobacter spp.*, Strains. *Journal of Insects as Food and Feed*, 11(9): 1547-1559. <https://doi.org/10.1163/23524588-00001417>
- SNI (2730:2013). Standar Baku Mutu Minyak Hati Ikan Cucut Botol Kasar. <https://share.google/w1f7zHBLplXAgvA>
- Spranghers, T., Ottoboni, M., Klootwijk, C., Ovynd, A., Akse, S., De Clercq, P., & De Smet, S., 2017. Nutritional Composition of *Black Soldier Fly* (*Hermetia illucens*) Prepupae Reared on Different Organic Waste Substrates. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(8): 2594-2600. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8081>
- Su, H., Zhang, B., Shi, J., He, S., Dai, S., Zhao, Z., Wu, D., Li, J., 2025. *Black Soldier Fly* larvae as a Novel Protein Feed Resource Promoting Circular Economy in Agriculture. *Insects*, 16(8): 830. <https://doi.org/10.3390/insects16080830>
- Sulistiyani, Firdaus, M. F., Sigiro, R. H., Nawangsih, A. A., Purwanto, U. M., & Andrianto, D., 2023. Potensi Ekstrak Maggot Lalat Tentara Hitam *Hermetia illucens* (Linnaeus) Dalam Regulasi Mekanisme Antioksidan Selular dan Antiradang: Kajian in silico. *Jurnal Entomologi Indonesia*, 20(3): 223-239. <https://dx.doi.org/10.5994/jei.20.3.223>

- Pasaribu, W., Djonu, A., 2021. Kajian Pustaka: Penggunaan Bahan Herbal Untuk Pencegahan dan Pengobatan Penyakit Bakterial Ikan Air Tawar. *Jurnal Bahari Papadak*, 2(1): 41-52. <https://ejurnal.undana.ac.id/JBP>
- Sutuli, F. J., 2014. Antimicrobial Activity of Fatty Acids Againsts Fish Pathogenic Bacteria. *Aquaculture Research*, 45: 1-9.
- Suryati, T., Julaeha, E., Farabi, K., Ambarsari, H. and Hidayat, A.T., 2023. Lauric Acid from the *Black Soldier Fly (Hermetia illucens)* and Its Potential Applications. *Sustainability*, 15: 10383.
- Toishimanov, M., Nurgaliyeva, M., Serikbayeva, A., Suleimenova, Z., Myrzabek, K., Shokan, A., & Myrzabayeva, N., 2023. Comparative Analysis and Determination of the Fatty Acid Composition of Khazakhstan's Commercial Vegetable Oils by GC-FID. *MDPI*, 13(13): 7910. <https://doi.org/10.3390/app13137910>
- Vogel, H., 2021. Metabolic Profile and Lipid Composition of *Hermetia illucens* Larvae. *Scientific Reports*, 11: 123.
- Wang, Y., 2017. Antimicrobial Properties of Insect Derived Lipids. *Food Chemistry*, 221: 1114-1120.
- Wardhana, A., H., 2016. *Black Soldier Fly (Hermetia illucens)* as an Alternative Protein Source for Animal Feed. *Indonesian Bulletin of Animal and Veterinary Sciences*, 26: 69-78. <http://dx.doi.org/10.14334/wartazoa.v26i2.1218>
- WHO, 2021. Antimicrobial Resistance Global Report.
- Zabulionė, A., Šalaševičienė, A., Makštutienė, N., Šarkinas, A., 2023. Exploring the Antimicrobial Potential and Stability of *Black Soldier Fly (Hermetia illucens)* Larvae Fat for Enhanced Food Shelf-Life. *Gels*, 9: 793. <https://doi.org/10.3390/gels9100793>