

BAB II

KAJIAN TEORI DAN KERANGKA PEMIKIRAN

A. Kajian Teori

Kajian teori ini bertujuan untuk memberikan dasar konseptual yang kuat terhadap penelitian mengenai pemanfaatan serangga sebagai bahan pangan fungsional dan agen terapeutik. Penelitian ini menitikberatkan pada tiga jenis serangga utama, yaitu larva tentara hitam (*Hermetia Illucens*), semut Jepang (*Tenebrio molitor*), dan lebah madu (*Apis cerana*). Kajian ini mencakup aspek farmakologis, nutrisi, dan aplikasinya dalam pengembangan produk pangan. Kajian ini meliputi:

1. Entomoterapi: Pengobatan Berbasis Serangga

Entomoterapi merupakan pendekatan medis tradisional dan kontemporer yang menggunakan serangga atau produk turunan serangga sebagai agen terapi untuk berbagai penyakit. Tradisi ini telah diadopsi oleh banyak budaya sejak ribuan tahun lalu dan kini mulai mendapatkan perhatian ilmiah karena potensi bioaktivitas yang dimiliki oleh komponen-komponen serangga (Mozhui *et al.*, 2021). Dalam konteks lokal seperti di Bandung Raya, entomoterapi masih dipraktikkan terutama melalui konsumsi madu dan larva lebah, serta pemanfaatan semut Jepang sebagai suplemen herbal. Lebah madu menghasilkan senyawa melittin yang bersifat antiinflamasi dan antikanker, serta *royal jelly* yang mempercepat regenerasi sel. Racun lebah juga mengandung apamin dan adolapin yang bersifat neuroprotektif dan analgesik (Ghosh *et al.*, 2021). Sifat farmakologis dari produk lebah ini membuatnya sering dijadikan bagian dari terapi pengobatan tradisional yang digunakan secara turun-temurun. Larva lalat *Hermetia Illucens* dikenal memiliki kemampuan debridemen luka secara alami karena kandungan enzim proteolitiknya. Larva ini mampu membersihkan jaringan mati sekaligus merangsang pembentukan jaringan baru, sehingga sangat efektif dalam pengobatan luka kronik serta ulkus diabetikum. Kandungan antibakteri yang tinggi membuat larva tentara hitam efektif dalam menghambat pertumbuhan patogen seperti *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* (Sari *et al.*, 2024). Penelitian modern terus mengeksplorasi potensi larva ini dalam bidang kedokteran regeneratif.

2. Kandungan Bioaktif dan Nutrisi Serangga

Serangga kaya akan senyawa bioaktif seperti peptida antimikroba, alkaloid, flavonoid, dan enzim, yang telah terbukti memiliki potensi terapeutik. Racun lebah, misalnya, mengandung melittin yang memiliki aktivitas antikanker dan antiinflamasi (Ratcliffe *et al.*, 2014). Masing-masing serangga yang digunakan dalam penelitian ini memiliki kandungan bioaktif tersendiri yang khas, berikut penjelasannya:

1) Larva Tentara Hitam (*Hermetia Illucens*)

Larva tantara hitam (*Hermetia Illucens*) memiliki profil bioaktif dan nutrisi yang sangat kompetitif. Penelitian oleh (Tomberlin, 2002) menunjukkan bahwa larva tentara hitam yang dibudidayakan dengan media bungkil kelapa mengandung protein kasar hingga 39,95%, jauh lebih tinggi dibandingkan media feses ayam yang hanya menghasilkan 25,05%. Protein ini tidak hanya melimpah secara kuantitatif, tetapi juga berkualitas tinggi karena komposisi asam aminonya lengkap dan mudah dicerna. Selain itu, keberadaan lemak sehat seperti asam laurat memberikan manfaat tambahan sebagai antimikroba alami. Selain protein, larva tantara hitam juga kaya akan asam lemak seperti asam laurat (C12:0), linoleat, dan palmitat yang berfungsi sebagai antimikroba dan imunostimulan (Wrasianti *et al.*, 2025). Kitin dan kitosan dari eksoskeletonnya memberikan efek terapeutik sebagai penyembuh luka dan penguat sistem imun (Sari *et al.*, 2024). Keduanya juga terbukti mampu mempercepat pembekuan darah dan regenerasi sel kulit. Semut jepang (*Tenebrio molitor*)

2) Semut jepang

Semut Jepang (*Tenebrio molitor*) merupakan serangga yang memiliki kandungan protein tinggi dan telah digunakan secara tradisional sebagai suplemen kesehatan. Semut Jepang mengandung asam amino esensial seperti leusin, lisin, dan metionin yang berfungsi dalam perbaikan jaringan dan pembentukan enzim. Peptida yang terkandung di dalamnya juga berperan sebagai penghambat ACE (*angiotensin-converting enzyme*), yang membantu mengontrol tekanan darah dan mencegah hipertensi. Penelitian oleh (Samsul *et al.*, 2020) menunjukkan bahwa konsumsi serbuk semut Jepang secara signifikan menurunkan kadar glukosa darah pada tikus uji, bahkan lebih baik dibandingkan obat standar glibenklamid. Hal ini

membuka peluang besar untuk pengembangan semut Jepang sebagai suplemen antidiabetes.

3) Lebah (*Apis cerana*)

Lebah (*Apis cerana*) tidak hanya menghasilkan madu, tetapi juga berbagai produk biologis aktif lainnya seperti bee pollen, propolis, dan *royal jelly*. Melittin, apamin, dan adolapin yang terdapat dalam racun lebah memiliki aktivitas biologis yang kuat sebagai antiinflamasi, analgesik, dan neuroprotektif. Pollen yang dikumpulkan lebah mengandung protein tinggi, vitamin B kompleks, serta flavonoid seperti quercetin dan pinocembrin yang memiliki aktivitas antioksidan tinggi (Amelia & Soekardi, 2014). Konsumsi rutin produk lebah dapat memperkuat daya tahan tubuh, mempercepat penyembuhan luka, serta meningkatkan stamina secara umum. Nilai Gizi dan Keunggulan Serangga sebagai Pangan Fungsional.

Edible insects atau serangga pangan dinilai sebagai sumber protein hewani yang efisien, kaya nutrisi, dan berkelanjutan. Kandungan protein dalam beberapa spesies serangga seperti semut jepang (*Tenebrio molitor*), lebah (*Apis cerana*) dan larva tentara hitam (*Hermetia Illucens*) bahkan mencapai lebih dari 50% berat kering, dengan kandungan lemak sehat serta mikronutrien seperti zat besi dan seng (Pérez-Grisales & Uribe Soto, 2022)

Berikut kandungan yang terdapat pada serangga:

- 1) Larva tantara hitam (*Hermetia illucens*). Menurut (Sari *et al.*, 2024) larva tentara hitam yang dibudidayakan dengan media fermentasi limbah ikan mengandung: Protein: 33,94%; Lemak: 3,31% Karbohidrat: 51,16% Kadar Air : 8,13% abu : 2,85% Larva tengtara hitam juga kaya akan mikronutrien seperti fosfor, zinc, dan vitamin B kompleks. Kandungan proteinnya tergolong tinggi dan memiliki daya cerna yang baik karena profil asam aminonya lengkap (Saleh, 2020).
- 2) Semut Jepang (*Tenebrio molitor*). Menurut (Tavares *et al.*, 2022), semut jepang memiliki kandungan: Protein: 47–54%; Lemak: 30–32%; Serat kasar: 6–8% abu: 2–3%. Semut jepang juga mengandung asam amino esensial lengkap serta mineral penting seperti zat besi, kalsium, dan magnesium yang berperan dalam sistem metabolik dan kekebalan tubuh.
- 3) Lebah (*Apis cerana/mellifera*). Dalam penelitian oleh (Ghosh *et al.*, 2021), larva dan pupa lebah mengandung: Protein: 31,4–43,4%; Lemak: 9,5–11,5%;

Kalsium: 34–46 mg/100g; Magnesium: 65–88 mg/100g; Kalium: 1048–1401 mg/100g; Fosfor: 651–869 mg/100g; Zat besi: 5,6–6,1 mg/100g; Zinc: 4,8–6,0 mg/100g. Serangga juga memiliki efisiensi konversi pakan yang tinggi dan menghasilkan emisi gas rumah kaca yang jauh lebih rendah dibandingkan peternakan konvensional, menjadikannya solusi pangan berkelanjutan untuk masa depan (Luo et al., 2024).

3. Penerapan Dalam Pangan Fungsional

Produk olahan berbasis serangga seperti *Cookies* dari tepung larva tentara hitam memiliki potensi besar sebagai pangan fungsional. Studi oleh (Wrasianti *et al.*, 2025) menunjukkan bahwa *Cookies* dengan substitusi 10% tepung larva tentara hitam mengandung protein 14,40% dan tetap diterima secara organoleptik oleh konsumen. Hal ini membuktikan bahwa serangga dapat diolah menjadi produk yang tidak hanya bergizi tinggi tetapi juga memiliki cita rasa dan tekstur yang disukai masyarakat. Lebih jauh, pengolahan serangga menjadi bentuk tepung atau ekstrak memudahkan dalam pencampuran dengan bahan pangan lain tanpa mengubah karakteristik sensorik secara signifikan. Penelitian (Ardian *et al.*, 2022) juga menunjukkan bahwa substitusi bekatul dan tepung ikan tuna pada *Cookies* dapat meningkatkan kadar protein dan lemak, serta menurunkan kadar karbohidrat, sehingga menjadikannya lebih sesuai untuk anak-anak dengan kebutuhan gizi tinggi seperti balita gizi kurang. Secara keseluruhan, pangan fungsional berbasis serangga dapat membantu mengatasi masalah kekurangan gizi, terutama pada kelompok rentan. Selain kandungan nutrisinya yang tinggi, serangga juga dapat dibudidayakan dengan biaya rendah dan waktu singkat, sehingga menjadikannya solusi berkelanjutan untuk ketahanan pangan masa depan.

4. Aplikasi Teknologi *Low-Temperature Functional Food Processing*

Teknologi *Low-Temperature Functional Food Processing* adalah pendekatan pengolahan makanan yang dilakukan pada suhu 100°C untuk mempertahankan kandungan nutrisi dan senyawa bioaktif dari bahan pangan, termasuk serangga. Pengolahan suhu tinggi seperti pemanggangan konvensional berpotensi merusak protein, menyebabkan denaturasi enzim, dan menghilangkan zat bioaktif seperti flavonoid, vitamin, serta peptida (Pérez-Grisales & Uribe Soto, 2022).

Proses LFFP terdiri dari beberapa tahapan, yaitu:

- 1) Pengeringan suhu rendah 100° C untuk mempertahankan struktur protein.
- 2) Penggilingan mikro untuk menghindari panas gesekan.
- 3) Pencampuran adonan pada suhu ruang untuk menjaga stabilitas bioaktif.
- 4) Pematangan produk melalui metode pengukusan ringan atau vacuum baking agar tidak merusak kandungan fungsional.

Keunggulan teknologi ini adalah:

- 1) Melindungi peptida antimikroba dan vitamin dari kerusakan.
- 2) Mengurangi risiko senyawa toksik seperti akrilamida.
- 3) Menghasilkan tekstur dan cita rasa yang lebih alami dan mudah diterima konsumen.

Dalam konteks penelitian ini, LFFP digunakan untuk mengolah tepung serangga menjadi *Cookies* fungsional. Dengan pendekatan ini, protein, flavonoid, dan

B. Hasil Penelitian Terdahulu

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

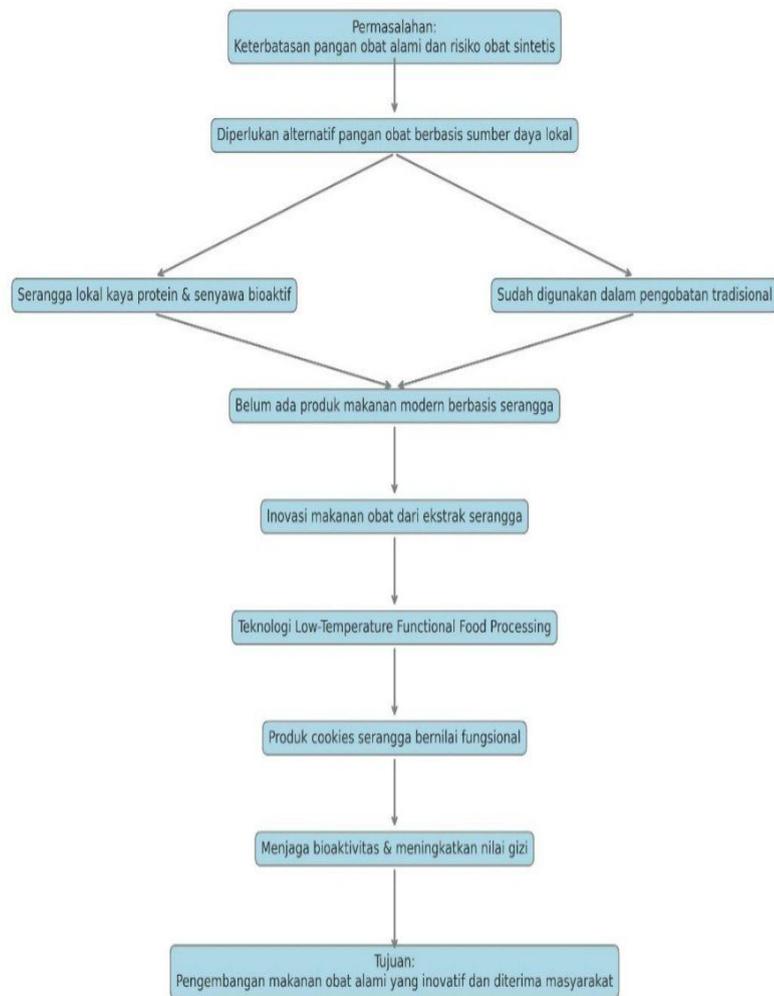
No	Peneliti	Judul (tahun)	Metode	hasil
1	Pedro Paulo Lordelo Guimarães Tavares, Matheus dos Santos Lima, Luiggi C. Pessôa, dkk.	<i>Innovation in Alternative Food Sources: A Review of a Technological State-of-the-Art of Insects in Food Products (2022)</i>	Penelitian ini menggunakan metode studi literatur dan prospektif dengan menganalisis data paten dari database Espacenet dan publikasi ilmiah dari Scopus. Kata kunci seperti <i>Insect, Larva, Pupa, Nymph</i> serta kode paten A23L33 dan A23V2002 digunakan untuk mengidentifikasi dokumen terkait	Hasil penelitian menunjukkan bahwa serangga seperti ulat sutra, jangkrik, dan larva memiliki potensi besar sebagai sumber protein alternatif. Aplikasi penggunaannya termasuk roti, biskuit, mie, dan sosis. Isolat protein merupakan teknologi dominan.

			teknologi pangan berbasis serangga.	Terdapat tren peningkatan pendaftaran paten sejak 2013. Pangan berbasis serangga dinilai ramah lingkungan dan memiliki prospek pasar yang besar.
2	Spandita Roy, Sumana Saha, Partha Pal	<i>Insect Natural Products as Potential Source for Alternative Medicines – A Review (2015)</i>	Penelitian ini menggunakan metode studi literatur (review) terhadap berbagai sumber ilmiah yang membahas pemanfaatan produk alami dari serangga seperti madu, racun lebah, dan larva lalat untuk aplikasi medis. Literatur yang dianalisis mencakup bidang farmakologi, mikrobiologi, dan biokimia.	Produk serangga seperti racun lebah (melittin) terbukti memiliki aktivitas antikanker, antiinflamasi, antidiabetes, antivirus (termasuk HIV), dan neuroprotektif. Larva tentara hitam (larva lalat) digunakan dalam terapi luka untuk debridement dan disinfeksi. terbukti memiliki sifat antibakteri, antioksidan, dan dapat menghambat biofilm serta

				patogen multiresisten. Serangga dipandang sebagai sumber obat masa depan yang murah dan efektif.
3	Irmanida Batubara, Muhammad Eka Prasty	<i>Potensi Tanaman Rempah dan Obat Tradisional Indonesia Sebagai Sumber Bahan Pangan Fungsional (2020)</i>	Penelitian ini menggunakan metode kajian pustaka (literatur review) terhadap hasil-hasil riset mengenai tanaman rempah dan obat tradisional Indonesia seperti jahe, kunyit, kapulaga, mahkota dewa, dan jambu biji. Penelitian menyoroti kandungan senyawa bioaktif (fitokimia) serta prospek pengembangan pangan fungsional di tengah tren gaya hidup sehat dan pandemi COVID-19.	Hasil kajian menunjukkan bahwa tanaman tersebut mengandung senyawa seperti gingerol, kurkumin, flavonoid, dan polifenol yang berfungsi sebagai antioksidan, antiinflamasi, dan imunostimulan. Produk olahannya berupa jamu, teh, sirup, dll. Dinilai sangat potensial untuk dikembangkan lebih lanjut karena didukung oleh penelitian ilmiah dan permintaan pasar yang tinggi. Pemerintah perlu

				menyusun regulasi pendukung khusus.
--	--	--	--	-------------------------------------

C. Kerangka Pemikiran



Gambar 2. 1 Kerangka Berpikir