

Reviu Pelingkupan: Alergen Dan Resiko Zoonosis Pada Serangga Konsumsi (Edible Insect)

Katharina Ardanareswari*, Hana Linda Yunita, Bernadeta Soedarini

Universitas Katolik Soegijapranata

*Email: k.ardanareswari@unika.ac.id

ABSTRAK

Seiring dengan prediksi peningkatan populasi manusia hingga 9 milyar orang pada tahun 2050, permintaan untuk makanan berbasis hewani akan meningkat sebanyak 70-80% antara tahun 2012 hingga 2050. Tantangan ini datang bersamaan dengan kelangkaan berbagai sumber daya dan juga perubahan iklim. Food and Agricultural Organization (FAO) menekankan perlunya memanfaatkan sumber protein alternatif seperti serangga. Di berbagai belahan dunia, entomofagi atau aktivitas memakan serangga telah cukup dikenal, namun keamanan pangan terhadap serangga masih belum menjadi perhatian. Ruang lingkup review ini adalah kandungan alergen pada serangga. Review dibuat dengan metode Prisma Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR). Pencarian literatur dilakukan pada lima basis data yaitu Google Scholar, Semantic Scholar, Science Direct, Wiley Online Library, dan MDPI dengan kata kunci pencarian “*edible insect allergy*” dan “*edible insect zoonosis*”. Ditemukan 29 artikel dan setelah disaring dengan kriteria inklusi didapatkan 7 artikel penelitian. Kesimpulannya, alergen yang paling banyak ditemukan pada serangga adalah arginin kinase dan tropomyosin, yang mungkin menyebabkan reaktivitas silang pada artropoda lain. Sebagian parasit yang ditemukan pada serangga konsumsi hasil budidaya bersifat patogen bagi manusia, sehingga sepertinya serangga konsumsi memiliki tantangan dan resiko yang serupa dengan hewan ternak lainnya.

Kata kunci: serangga konsumsi, keamanan pangan, alergen

ABSTRACT

*As the human population is expected to reach 9 billion by 2050, demand for animal-based foods will rise by 70-80% between 2012 and 2050. This dilemma coexists with a lack of resources and climate change. The Food and Agriculture Organization (FAO) emphasizes the importance of using alternative protein sources, such as insects. Entomophagy, or the act of eating insects, is well recognized in many parts of the world, yet food safety of edible insects is still not a concern. This review focuses on the allergen substances of insects. The review was conducted utilizing the Prisma Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR) approach. A literature search was conducted on five databases: Google Scholar, Semantic Scholar, Science Direct, Wiley Online Library, and MDPI, with keywords “*edible insect allergy*” dan “*edible insect zoonosis*”. Total 29 articles were found, and after filtering, 6 research articles were matched with the inclusion criteria. In conclusion, the allergens most commonly found in insects are arginine kinase and tropomyosin, which may cause cross-reactivity with other arthropods. Some of the parasite found in farm edible insects are pathogenic to human, thus it seems that this novel food imposes the same challenges with conventional livestock farming.*

Keywords: *edible insect, food safety, allergen*

PENDAHULUAN

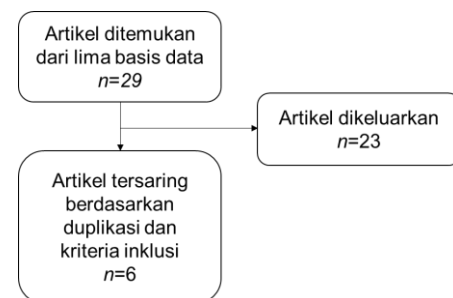
Penduduk di negara-negara Barat pada umumnya lebih banyak mengonsumsi makanan dengan proporsi protein yang tinggi, yang terutama berasal dari protein hewani. Hal ini berimbas pada besarnya luasan lahan pertanian yang diperlukan untuk mendukung produksi pakan ternak sebesar hingga 70% total lahan pertanian dunia, dengan 77 juta ton protein nabati dikonversi untuk menghasilkan 58 juta ton protein hewani (Yen, 2009). Di masa depan, permintaan konsumsi daging karena kandungan proteinnya diprediksi akan meningkat sebanyak 70% seiring dengan peningkatan populasi dunia (Varelas, 2019). Tantangan utama yang akan dihadapi untuk memenuhi kebutuhan tersebut yaitu menghasilkan lebih banyak makanan tanpa menggunakan lebih banyak lahan dan pada saat yang sama menurunkan emisi CO₂. Untuk menutupi kesenjangan tersebut, Food and Agricultural Organization (FAO) menunjukkan perlunya memanfaatkan sumber pangan protein alternatif seperti daging buatan, rumput laut, jamur dan serangga (Serrano, 2020).

Sejak tahun 2003, Food and Agriculture Organization (FAO) telah mengakui potensi menggunakan serangga konsumsi (*edible insect*) sebagai bahan pangan dan pakan sehingga muncul banyak pertanian serangga yang meningkat secara drastis di seluruh dunia (Mishyna et al, 2019). Indikator lingkungan dari serangga konsumsi (*edible insect*), termasuk penggunaan lahan, jejak air, dan gas rumah kaca, lebih rendah hingga 40-60% bila dibandingkan dengan hewan ternak konvensional (Ros-Baró, et al., 2022). Sebagian besar serangga yang dapat dimakan menyediakan energi dan protein yang cukup serta memenuhi kebutuhan asam amino pada manusia. Serangga juga memiliki kandungan mono dan polyunsaturated asam lemak yang tinggi.

Selain itu, serangga juga kaya akan elemen seperti tembaga, besi, magnesium, mangan, fosfor, selenium dan seng, serta vitamin seperti riboflavin, asam pantotenat, biotin, dan asam folat dalam beberapa kasus (Kourismka & Adamkova, 2016). Namun, dengan meningkatnya pengakuan dan pentingnya potensi serangga konsumsi dalam hal nutrisi, terdapat kekhawatiran terhadap keamanan pangan yang menghambat masuknya serangga konsumsi dalam pola diet (Imathiu, 2020).

Alergi akibat serangga telah dilaporkan lewat jalur kontak langsung, inhalasi, gigitan/sengatan, dan juga proses menelan. Reaktivitas silang akibat memakan serangga dapat disebabkan oleh kesamaan alergen antar invertebrata seperti adanya alergen tropomyosin dan arginin kinase pada serangga dan juga krustasea (De Marchi et al., 2021).

Dari semua penyakit infeksi yang telah ditemukan pada manusia, 60% di antaranya adalah zoonosis. Zoonosis adalah penyakit menular yang ditularkan dari hewan ke manusia dan sebaliknya. Berdasarkan etiologinya, zoonosis



Gambar 1. Identifikasi dan penyaringan

diklasifikasikan menjadi zoonosis bakterial (seperti antraks, salmonellosis, tuberkulosis, penyakit Lyme, brucellosis), zoonosis virus (seperti rabies, sindrom defisiensi imunitas-AIDS, Ebola, dan flu burung), zoonosis parasit (seperti trichinosis, toksoplasmosis, trematodosis, giardiasis, malaria, dan echinococcosis), zoonosis jamur (seperti cacing cincin),

rickettsial zoonosis (Q-fever), zoonosis klamidia (psittacosis), zoonosis mikoplasma (infeksi *Mycoplasma pneumoniae*), zoonosis protozoa, dan penyakit yang disebabkan oleh agen patogen non-virus aseluler (seperti penyakit sapi gila) (Rahman et al, 2020).

Reviu pelingkupan (*scoping review*) ini membahas tentang aspek kandungan alergen dan resiko zoonosis pada serangga.

BAHAN DAN METODE

Reviu pelingkupan merupakan ringkasan dan analisis data yang diperoleh dari berbagai literatur penelitian yang telah dipublikasikan. Proses evaluasi studi literatur ini menggunakan metode Prisma Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR) dengan menilai sebuah jurnal yang sesuai dengan tujuan topik studi literatur mulai dari judul, abstrak, latar belakang, metode penelitian, hasil penelitian, dan hasil diskusi yang akan menentukan hasil penyeleksian literatur yang ditemukan. Proses pengumpulan literatur dilakukan pada bulan Juni-Oktober 2023. Jenis data yang digunakan adalah data primer hasil penelitian. Pencarian literatur dilakukan menggunakan database Google Scholar, Semantic Scholar, Science Direct, Wiley Online Library, MDPI dengan kata kunci pencarian “*edible insect allergy*” dan “*edible insect zoonosis*”. Kriteria inklusi artikel adalah artikel yang merupakan penelitian, tahun terbit 2010-2023, dalam bahasa Indonesia dan Inggris. Sementara itu, artikel yang dieksklusi adalah artikel review, tahun terbit di luar tahun 2010-2023, dan menggunakan bahasa selain Indonesia dan Inggris.

HASIL PENELITIAN

Dalam pencarian artikel dalam lima basis data, ditemukan 29 artikel dan setelah disaring berdasarkan duplikasi, kriteria inklusi, dan kecocokan dengan ruang

lingkup reviu, didapatkan 6 artikel penelitian (Gambar 1).

Alergen

Terdapat 64 jenis protein pada serangga konsumsi yang diidentifikasi sebagai penyebab alergi. Sejauh ini, protein arginin kinase dan tropomyosin merupakan alergen yang ditemukan pada paling banyak jenis serangga (Tabel 1).

Resiko Zoonosis

Galęcki dan Sokoł (2019) mengobservasi serangga dari 300 tempat budidaya serangga konsumsi, dan parasit terdeteksi pada 244 (81,33%) dari 300 (100%) tempat budidaya. Parasit yang teridentifikasi pada 206 (68,67%) kasus merupakan parasit yang bersifat patogen hanya bagi serangga, sementara 106 (35,33%) kasus merupakan parasit yang berpotensi parasit bagi hewan, dan pada 91 (30,33%) kasus ditemukan parasit yang berpotensi patogen bagi manusia. Jenis parasit yang ditemukan pada serangga konsumsi disajikan di Tabel 2.

PEMBAHASAN

Alergen

Sebagian besar alergen yang kerap ditemukan pada serangga konsumsi memiliki reaktivitas silang (*cross-reactivity*) dengan artropoda lain (seperti kutu, krustasea), moluska (kerang, siput), dan nematoda. Berarti, orang yang

Tabel 1. Jenis Protein Alergen yang Terdeteksi Pada Serangga

NO	JENIS PROTEIN	JENIS SERANGGA	REFERENSI
1	Acidic ribosomal protein	<i>Locusta migratoria</i> , <i>Zophobas morio</i> , <i>Rhynchophorus ferrugineus</i>	Barre et al, 2021
2	Actin α	<i>Bombyx mori</i> , <i>Tenebrio molitor</i> , <i>Acheta domesticus</i> , <i>Locusta migratoria</i> , <i>Zophobas morio</i> , <i>Rhynchophorus ferrugineus</i>	Barre et al, 2021
3	Actinin	<i>Tenebrio molitor</i> , <i>Acheta domesticus</i> , <i>Apis mellifera</i> (mentah), <i>Triobolium Castaneum</i> (proses)	Barre et al, 2021; Broekman et al 2015
4	Adenosylhomocysteinase	<i>Bombyx mori</i>	Barre et al, 2021
5	α - Amylase	<i>Tenebrio molitor</i>	Barre et al, 2021
6	Apolopophorin III	<i>Bombyx mori</i> , <i>Tenebrio molitor</i> , <i>Acheta domesticus</i>	Barre et al, 2021
7	Apolipoprotein	<i>Bombyx mori</i>	Barre et al, 2021
8	Arginine Kinase	<i>Bombyx mori</i> , <i>Tenebrio molitor</i> , <i>Acheta domesticus</i> , <i>Locusta migratoria</i> , <i>Zophobas morio</i> , <i>Rhynchophorus ferrugineus</i> , <i>Patanga Succincta</i> mentah, <i>M. rosenbergii</i> , <i>M. lanchesteri</i> , <i>Aglaothorax diminutiva</i> , <i>Aglaothorax gurneyi</i> , <i>Aglaothorax ovata gigantea</i>	Barre et al, 2021; Phiriyangkul et al, 2015; Srinroch et al, 2015; Hall & Liceaga, 2021
9	Arylphorin, Hemocyanin	<i>Bombyx mori</i> , <i>Tenebrio molitor</i> , <i>Locusta migratoria</i> , <i>Zophobas morio</i>	Barre et al, 2021
10	Aspartic protease	<i>Tenebrio molitor</i>	Barre et al, 2021
11	ATP synthase	<i>Acheta domesticus</i> , <i>Locusta migratoria</i> , <i>Zophobas morio</i>	Barre et al, 2021
12	Carboxypeptidase	<i>Bombyx mori</i>	Barre et al, 2021
13	Catalase	<i>Bombyx mori</i>	Barre et al, 2021
14	Chemosensory protein	<i>Bombyx mori</i> , <i>Locusta migratoria</i> , <i>Rhynchophorus ferrugineus</i>	Barre et al, 2021
15	Chitinase	<i>Bombyx mori</i> , <i>Tenebrio molitor</i>	Barre et al, 2021
16	Cockroach allergen - like protein	<i>Tenebrio molitor</i>	Barre et al, 2021
17	Cystatin proteinase inhibitor	<i>Bombyx mori</i>	Barre et al, 2021
18	Cytochrome C	<i>Bombyx mori</i> , <i>Zophobas morio</i> , <i>Rhynchophorus ferrugineus</i>	Barre et al, 2021
19	Enolase	<i>Bombyx mori</i> , <i>Tenebrio molitor</i> , <i>Acheta domesticus</i> , <i>Locusta migratoria</i> , <i>Zophobas morio</i> , <i>Patanga Succincta</i> (mentah dan goreng)	Barre et al, 2021; Phiriyangkul et al, 2015
20	Fatty acid-binding protein	<i>Bombyx mori</i> , <i>Tenebrio molitor</i> , <i>Locusta migratoria</i> , <i>Rhynchophorus ferrugineus</i>	Barre et al, 2021

NO	JENIS PROTEIN	JENIS SERANGGA	REFERENSI
21	Ferritin	<i>Bombyx mori</i>	Barre <i>et al</i> , 2021
22	Fructose-1,6-biphosphate aldolase	<i>Bombyx mori</i> , <i>Tenebrio molitor</i> , <i>Acheta domesticus</i> , <i>Locusta migratoria</i> , <i>Zophobas morio</i> , <i>Rhynchophorus ferrugineus</i>	Barre <i>et al</i> , 2021
23	Glucosamine-6-phosphate isomerase	<i>Bombyx mori</i>	Barre <i>et al</i> , 2021
24	Glutathione S-transferase	<i>Bombyx mori</i> , <i>Tenebrio molitor</i>	Barre <i>et al</i> , 2021
25	Glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase	<i>Bombyx mori</i> , <i>Tenebrio molitor</i> , <i>Acheta domesticus</i> , <i>Locusta migratoria</i> , <i>Zophobas morio</i> , <i>Rhynchophorus ferrugineus</i> , <i>Patanga Succincta goreng</i> , <i>M. rosenbergii</i>	Barre <i>et al</i> , 2021; Phiriyangkul <i>et al</i> , 2015; Srinroch <i>et al</i> , 2015
26	Hemocyanin	<i>M. rosenbergii</i> , <i>M. lanchesteri</i> ; <i>Tenebrio molitor</i> (mentah dan proses)	Srinroch <i>et al</i> , 2015; Broekman <i>et al</i> 2015
27	Hexamerin	<i>Bombyx mori</i> , <i>Tenebrio molitor</i> , <i>Locusta migratoria</i> , <i>Zophobas morio</i> , <i>Rhynchophorus ferrugineus</i> , <i>Patanga Succincta mentah</i>	Barre <i>et al</i> , 2021; Phiriyangkul <i>et al</i> , 2015
28	Hexamerin-like protein 3, partial	<i>Patanga Succincta goreng</i>	Phiriyangkul <i>et al</i> , 2015
29	Hexamerin-like protein 2	<i>Patanga Succincta goreng</i> , <i>Tenebrio molitor</i> (mentah dan proses)	Phiriyangkul <i>et al</i> , 2015;
30	Hexamerin 1B precursor	<i>G. bimaculatus</i>	Srinroch <i>et al</i> , 2015
31	HSP 70	<i>Bombyx mori</i> , <i>Tenebrio molitor</i> , <i>Acheta domesticus</i> , <i>Locusta migratoria</i> , <i>Zophobas morio</i>	Barre <i>et al</i> , 2021
32	Larval cuticle protein	<i>Bombyx mori</i> , <i>Tenebrio molitor</i> , <i>Rhynchophorus ferrugineus</i> , <i>Tenebrio molitor</i> (mentah)	Barre <i>et al</i> , 2021; Broekman <i>et al</i> 2015
33	Lipocalin	<i>Tenebrio molitor</i>	Barre <i>et al</i> , 2021
34	Lysosomal aspartic protein	<i>Tenebrio molitor</i>	Barre <i>et al</i> , 2021
35	Lysozyme	<i>Bombyx mori</i>	Barre <i>et al</i> , 2021
36	Malate dehydrogenase	<i>Bombyx mori</i> , <i>Tenebrio molitor</i> , <i>Acheta domesticus</i>	Barre <i>et al</i> , 2021
37	Mitochondrial aldehyde dehydrogenase	<i>Bombyx mori</i>	Barre <i>et al</i> , 2021
38	α -Myosin	<i>Tenebrio molitor</i> , <i>Acheta domesticus</i> , <i>Locusta migratoria</i> , <i>Zophobas morio</i> , <i>Rhynchophorus ferrugineus</i>	Barre <i>et al</i> , 2021
39	Myosin heavy chain	<i>Bombyx mori</i> , <i>Tenebrio molitor</i> , <i>Triobolium Castaneum</i> (mentah dan proses), <i>Blattella germanica</i>	Barre <i>et al</i> , 2021; Broekman <i>et al</i> 2015; Hall & Liceaga, 2021
40	Myosin light chain	<i>Bombyx mori</i> , <i>Tenebrio molitor</i>	Barre <i>et al</i> , 2021
41	Nucleoside diphosphate kinase	<i>Bombyx mori</i>	Barre <i>et al</i> , 2021

NO	JENIS PROTEIN	JENIS SERANGGA	REFERENSI
42	Odorant-binding protein	<i>Bombyx mori</i> , <i>Tenebrio molitor</i> , <i>Acheta domesticus</i> , <i>Locusta migratoria</i> , <i>Zophobas morio</i> , <i>Rhynchophorus ferrugineus</i>	Barre <i>et al</i> , 2021
43	Paramyosin long form	<i>Tenebrio molitor</i> , <i>Acheta domesticus</i>	Barre <i>et al</i> , 2021
44	Paramyosin short form	<i>Tenebrio molitor</i> , <i>Acheta domesticus</i> , <i>Cryptotermes secundus</i>	Barre <i>et al</i> , 2021; Hall & Liceaga, 2021
45	Peroxidodoxin	<i>Bombyx mori</i> , <i>Tenebrio molitor</i>	Barre <i>et al</i> , 2021
46	Putative arginine kinase	<i>G. bimaculatus</i>	Srinroch <i>et al</i> , 2015
47	Pyruvate kinase	<i>Bombyx mori</i> , <i>Tenebrio molitor</i> , <i>Acheta domesticus</i> , <i>Patanga Succincta goreng</i>	Barre <i>et al</i> , 2021; Phiriyangkul <i>et al</i> , 2015
48	Receptor for activated protein kinase	<i>Tenebrio molitor</i>	Barre <i>et al</i> , 2021
49	Sarcoplasmic calcium-binding protein	<i>Tenebrio molitor</i>	Barre <i>et al</i> , 2021
50	Serine protease	<i>Tenebrio molitor</i>	Barre <i>et al</i> , 2021
51	Serpin	<i>Bombyx mori</i> , <i>Tenebrio molitor</i>	Barre <i>et al</i> , 2021
52	Superoxide dismutase	<i>Bombyx mori</i> , <i>Tenebrio molitor</i> , <i>Acheta domesticus</i>	Barre <i>et al</i> , 2021
53	Thioredoxin	<i>Bombyx mori</i> , <i>Tenebrio molitor</i>	Barre <i>et al</i> , 2021
54	Transdolase	<i>Bombyx mori</i>	Barre <i>et al</i> , 2021
55	Triosephosphate isomerase	<i>Tenebrio molitor</i> , <i>Zophobas morio</i>	Barre <i>et al</i> , 2021
56	Tropomyosin 1	<i>Bombyx mori</i> , <i>Tenebrio molitor</i> , <i>Acheta domesticus</i> , <i>Locusta migratoria</i> , <i>Zophobas morio</i> , <i>Rhynchophorus ferrugineus</i> , <i>Teleogryllus emma</i>	Barre <i>et al</i> , 2021; Hall & Liceaga, 2021
57	Tropomyosin 2	<i>Tenebrio molitor</i> , <i>Acheta domesticus</i> , <i>Locusta migratoria</i> , <i>Teleogryllus emma</i>	Barre <i>et al</i> , 2021; Hall & Liceaga, 2021
58	Tropomyosin	<i>Periplaneta americana</i> , <i>Zootermopsis nevadensis</i> , <i>Cryptotermes secundus</i> , <i>Blattella germanica</i>	Hall & Liceaga, 2021
59	Troponin C	<i>Tenebrio molitor</i> , <i>Zophobas morio</i>	Barre <i>et al</i> , 2021
60	Troponin T	<i>Tenebrio molitor</i> , <i>Acheta domesticus</i> , <i>Zophobas morio</i> , <i>Triobolium Castaneum (mentah)</i>	Barre <i>et al</i> , 2021;
61	Trypsin	<i>Tenebrio molitor</i>	Barre <i>et al</i> , 2021
62	Tubulin α	<i>Tenebrio molitor</i> , <i>Acheta domesticus</i>	Barre <i>et al</i> , 2021
63	Tubulin β	<i>Tenebrio molitor</i> , <i>Acheta domesticus</i> , <i>Locusta migratoria</i> , <i>Zophobas morio</i>	Barre <i>et al</i> , 2021
64	Vitellogenin	<i>Bombyx mori</i> , <i>Tenebrio molitor</i> , <i>Locusta migratoria</i>	Barre <i>et al</i> , 2021

Tabel 2. Jenis Parasit yang Ditemukan Pada Serangga Konsumsi

JENIS PARASIT	BUDIDAYA SERANGGA			
	<i>Mealworm</i>	<i>House cricket</i>	<i>Madagascar hissing cockroach</i>	<i>Migrating locust</i>
<i>Nosema</i> spp.		74	-	125
<i>Cryptosporidium</i> spp	41	7	292	17
<i>Gregarine</i> spp.	99	72	236	180
<i>Isospora</i> spp.	15	9	22	16
<i>Balantidium</i> spp	15	-	37	19
<i>Entamoeba</i> spp	14	-	37	10
<i>Nyctotherus</i> spp	.	.	59	-
<i>Cestoda</i>	30	4	7	17
<i>Gordiidae</i>	-	19	-	16
<i>H. diesigni</i>	-	.	143	-
<i>Pharyngodon</i> spp	13	.	22	-
<i>Physaloptera</i> spp	19	4	42	17
<i>Spiruroidea</i>	8	.	14	-
<i>Thelastomidae</i> spp		47	-	31
<i>Steinernema</i> spp.		11	.	17
<i>Thelastoma</i> spp		.	270	-
<i>Acanthocephala</i>	2	.	5	-
<i>Pentastomida</i>		.	5	-
<i>Acaridae</i>	84		31	32

* (Gałęcki dan Sokoł, 2019)

memiliki alergi terhadap komponen-komponen ini kemungkinan besar akan memiliki alergi terhadap serangga.

Akan tetapi, serangga konsumsi memiliki beberapa allergen yang spesifik, seperti apolipoprotein III, protein kemosenso (chemosensory protein), protein cockroach allergen-like, heksamerin, protein kutikel larva (the larval cuticle protein), odorant binding protein dan reseptor kinase untuk protein aktif (Barre et al., 2021).

Zoonosis

Secara kekerabatan taksonomi, serangga berkerabat lebih jauh dengan manusia daripada antara manusia dengan hewan ternak sehingga risiko infeksi zoonosis diperkirakan rendah. Namun, serangga adalah vektor potensial patogen yang relevan secara medis, termasuk telur cacing gastrointestinal yang ditemukan dalam kotoran manusia. Risiko infeksi zoonosis (penularan penyakit dari manusia ke hewan dan sebaliknya) dapat meningkat dengan penggunaan limbah untuk pakan serangga secara tidak tepat, penanganan serangga yang tidak higienis, dan kontak langsung antara serangga yang diternakkan dengan serangga di luar peternakan.

Temuan parasit yang patogen pada manusia pada serangga konsumsi hasil budidaya menegaskan bahwa serangga konsumsi memiliki tantangan dan resiko yang serupa dengan hewan ternak konvensional lain. Di masa depan, sertifikasi dan pelatihan terkait praktik budidaya yang baik (*Good Farming Practices*) yang spesifik untuk serangga konsumsi sangat krusial untuk dibahas.

KESIMPULAN

Sejauh ini, protein arginin kinase dan tropomyosin merupakan allergen yang ditemukan pada paling banyak jenis serangga. Serangga konsumsi memiliki protein allergen yang serupa dengan artropoda lain sehingga orang yang memiliki reaksi alergi pada komponen-

komponen ini kemungkinan besar juga memiliki reaksi alergi terhadap serangga.

Ditemukan parasit yang dapat menginfeksi vertebrata dan manusia pada serangga konsumsi hasil budidaya, sehingga walaupun hubungan kekerabatan antara manusia dan serangga cukup jauh, hal ini penting untuk diwaspadai. Sepertinya serangga konsumsi memiliki tantangan dan resiko yang serupa dengan hewan ternak lainnya, sehingga sertifikasi dan pelatihan terkait praktik budidaya yang baik akan sangat diperlukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Barre, A., Pichereaux, C., Simplicien, M., Bulet-Schiltz, O., Benoist, H., & Rougé, P. (2021). A proteomic-and bioinformatic-based identification of specific allergens from edible insects: Probes for future detection as food ingredients. *Foods*, 10(2). <https://doi.org/10.3390/foods10020280>
- Bermúdez-Serrano, I.M. (2020). Challenges and opportunities for the development of an edible insect food industry in Latin America. *Journal of Insects as Food and Feed*, 6(5), 537-556. <https://doi.org/10.3920/JIFF2020.0009>
- Broekman, H., Knulst, A., Den Hartog Jager, S., Monteleone, F., Gaspari, M., De Jong, G., Houben, G., & Verhoeckx, K. (2015). Effect of thermal processing on mealworm allergenicity. *Molecular Nutrition and Food Research*, 59(9), 1855-1864. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201500138>
- De Marchi, L., Wangorsch, A., & Zoccatelli, G. (2021). Allergens from Edible Insects: Cross-reactivity and Effects of Processing. *Current allergy and asthma reports*, 21(5), 35. <https://doi.org/10.1007/s11882-021-01012-z>

- Gałęcki, R., & Sokół, R. (2019). A parasitological evaluation of edible insects and their role in the transmission of parasitic diseases to humans and animals. *PLoS ONE*, *14*(7), 1–19. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219303>
- Hall, F. G., & Liceaga, A. M. (2021). Isolation and proteomic characterization of tropomyosin extracted from edible insect protein. *Food Chemistry: Molecular Sciences*, *3*, 100049.
- Imathiu, S. (2020). Benefits and food safety concerns associated with consumption of edible insects. *NFS Journal*, *18*(August 2019), 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.nfs.2019.11.002>
- Kourimska L., & Adamkova, A. (2016). Nutritional and sensory quality of edible insects. *NFS Journal*, *4*, 22–26. <https://doi.org/10.1016/j.nfs.2016.07.001>
- Mishyna, M., Chen, J., & Benjamin, O. (2020). Sensory attributes of edible insects and insect-based foods – Future outlooks for enhancing consumer appeal. *Trends in Food Science and Technology*, *95*, 141–148. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.11.016>
- Phiriyangkul, P., Srinroch, C., Srisomsap, C., Chokchaichamnankit, D., & Punyarit, P. (2015). Effect of Food Thermal Processing on Allergenicity Proteins in Bombay Locust (*Patanga Succincta*). *ETP International Journal of Food Engineering*, *1*(1), 23–28. <https://doi.org/10.18178/ijfe.1.1.23-28>
- Rahman, M. T., Sobur, M. A., Islam, M. S., Levy, S., Hossain, M. J., El Zowalaty, M. E., ... & Ashour, H. M. (2020). Zoonotic diseases: etiology, impact, and control. *Microorganisms*, *8*(9), 1405.
- Ros-Baró, M., Casas-Agustench, P., Díaz-Rizzolo, D. A., Batlle-Bayer, L., Adrià-Acosta, F., Aguilar-Martínez, A., ... & Bach-Faig, A. (2022). Edible Insect Consumption for Human and Planetary Health: A Systematic Review. *International journal of environmental research and public health*, *19*(18), 11653.
- Srinroch, C., Srisomsap, C., Chokchaichamnankit, D., Punyarit, P., & Phiriyangkul, P. (2015). Identification of novel allergen in edible insect, *Gryllus bimaculatus* and its cross-reactivity with *Macrobrachium* spp. allergens. *Food Chemistry*, *184*, 160–166. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.03.094>
- Varelas, V. (2019). Food wastes as a potential new source for edible insect mass production for food and feed: A review. *Fermentation*, *5*(3). <https://doi.org/10.3390/fermentation5030081>
- Yen, A. L. (2009). Edible insects: Traditional knowledge or western phobia? *Entomological Research*, *39*(5), 289–298.