

ULAT SAGU

Adhi Susilo



Pendahuluan

Sagu menjadi makanan pokok bagi sebagian masyarakat di wilayah Indonesia. Sebagai makanan pokok, sagu biasanya diolah menjadi berbagai masakan: papeda, sagu lempeng, gula sagu, dan sagu apatar (Tulalessy, 2016). Berbagai makanan tersebut merupakan hasil produksi tradisional yang diwariskan secara turun-temurun tanpa adanya inovasi atau adopsi jenis makanan dari masyarakat lain. Variasi makanan sagu kini telah diinovasi menjadi makanan modern seperti roti, *cookies*, pasta, soun, kerupuk, mutiara sagu dan bahan sirup. Hal ini merupakan indikasi bahwa sagu memiliki potensi tidak hanya sebagai sumber pangan lokal, namun juga nasional dan global. Sagu tidak hanya dimanfaatkan sebagai bahan pangan, namun kini telah menjadi bahan industri non-pangan.

Stek pohon sagu yang dagingnya telah diolah menjadi tepung sagu akan membusuk dan terinfeksi oleh kumbang. Larva kumbang yang hidup di batang sagu disebut sebagai larva sagu. Istilah atau nama ulat sagu berbeda-beda di setiap daerah. Di Bone, ulat sagu ini sering disebut "*dutu*" sedangkan di Palopo disebut "*wati*" (Hastuty, 2016). Ulat sagu adalah larva kumbang palem merah (*Rhynchophorus ferrugineus*) yang merupakan serangga ambivalen, artinya dapat menjadi hama di sektor perkebunan sekaligus sumber protein yang bermanfaat (Edrus dan Bustaman, 2007). Jika ulat sagu ini tidak dikonsumsi, maka akan berubah menjadi kumbang merah dewasa, yang selanjutnya dapat menjadi hama (penggerek batang) tanaman, terutama pucuk sagu atau kelapa, pelepah atau daunnya terpotong-potong dan berlubang sejak muda (Makapagal & Lumanauw, 2019).

Ulat sagu (*Rhynchophorus ferrugineus*) adalah makanan khas di Provinsi Papua, Indonesia (Realm, Andrea, Euniche, Ratna, & Hans, 2020). Sekitar 90 persen tanaman sagu terdapat di Papua, sedangkan di Maluku hanya 10 persen. Di Papua, ulat sagu banyak terdapat dalam menu suku Kamoro di Kabupaten Timika dan disebut

“koo” (Hastuty, 2016). Di Papua, ulat sagu segar bisa diolah menjadi berbagai masakan. Suku Dayak Kanayatn di Desa Linta Betung, Kecamatan Menuke, Kecamatan Landak mengonsumsi ulat sagu dengan cara dimasak (Richardo, Ardian, & Anwari, 2019). Ulat sagu bisa dimasak kering dengan berbagai bumbu, dibuat menjadi sate, atau bahkan dikonsumsi mentah. Rasa ulat sagu mentah bervariasi antara gurih, beraroma ulat, dan sedikit manis. Namun karena bentuk tubuhnya yang menjijikkan, banyak orang yang tidak mau mengonsumsi ulat sagu dalam keadaan mentah (Megumi, 2019). Oleh karena itu, diperlukan pengolahan ulat sagu untuk menambah daya tarik konsumen.

Potensi ulat sagu sebagai bahan pangan lokal tersebar luas di seluruh Nusantara, namun belum tergarap secara maksimal. Padahal, ulat sagu yang dianggap primitif banyak mengandung nutrisi dan bisa dijadikan pangan alternatif di masa sulit. Ulat sagu telah dikonsumsi oleh nenek moyang kita di masa lalu. Pada masa itu, nenek moyang menganggap makanan ini sebagai “makanan pokok”. Berdasarkan permasalahan tersebut, bab ini menjelaskan mengenai potensi, manfaat, peluang dan tantangan pemanfaatan ulat sagu sebagai pangan fungsional lokal.



Sejarah Ulat Sagu Menjadi Pangan

a. Asal Usul Pemanfaatan Ulat Sagu

Menurut Hastuty (2016), ulat sagu masih sangat terbatas pemanfaatannya hanya untuk dikonsumsi sendiri dan sebagai pakan ternak. Ulat sagu mengandung nutrisi diantaranya karbohidrat 0,02%, protein 13,80%, lemak 18,09%, abu 0,70%, air 64,21% (Bustaman, 2008; Edrus & Bustaman, 2007). Menurut Edrus dan Bustaman (2007) ulat sagu memiliki jumlah dan kadar asam amino esensial yang cukup tinggi, sehingga dapat dimanfaatkan untuk keperluan pakan ternak dan pangan manusia. Masyarakat Papua dan Maluku secara turun-temurun mengonsumsi ulat sagu dan tidak memberikan efek negatif terhadap kesehatan. Kandungan protein yang tinggi digunakan sebagai cadangan untuk membentuk protein struktural yang diperlukan dalam pembentukan jaringan tubuh larva (Tingginehe &

Simanjuntak, 2021). Disamping itu, pembentukan hormon dan enzim yang diperlukan dalam proses metamorfosis juga membutuhkan protein. Hasil penelitian Purnamasari (2018) menemukan bahwa kadar protein ulat sagu berkualitas tinggi menyamai kualitas protein hewan lainnya. Selain itu, dilaporkan juga nilai kimia protein ulat sagu yang tinggi berdasarkan jumlah dan jenis asam amino esensial penyusun protein ulat sagu yang sesuai dengan referensi FAO (1973). Hal ini berarti jenis dan jumlah asam amino esensial dalam protein ulat sagu dapat mencukupi kebutuhan tubuh untuk membentuk protein yang diperlukan bagi pertumbuhan, perkembangan, dan pemeliharaan tubuh. Melihat potensi nutrisi dari ulat sagu, maka ulat sagu perlu diolah menjadi suatu produk makanan yang dapat diterima oleh konsumen.

Menurut Istalaksana (2013), ulat sagu dapat dijadikan sumber bahan pangan lokal karena kandungan lemak dan protein ulat sagu cukup tinggi. Kandungan tertinggi adalah asam kaprat (asam lemak rantai menengah) dan asam oleat (asam lemak tak jenuh) yang menjadi sumber lemak yang baik bagi konsumen.



Sumber: [Megumi \(2019\)](#)

Gambar 1. Ulat Sagu

Masyarakat pada kondisi sekarang membutuhkan fungsi lain dari makanan, tidak hanya sekedar memuaskan selera, tetapi untuk kebugaran dan kesehatan yang optimal (Suter, 2013). Menurut Astawan (2003), pangan memiliki tiga fungsi yaitu fungsi primer,

fungsi sekunder, dan fungsi tersier. Fungsi primer adalah fungsi pangan yang utama bagi manusia yaitu untuk memenuhi kebutuhan nutrisi tubuh. Fungsi sekunder yaitu selain memenuhi kebutuhan zat-zat gizi tubuh, pangan juga harus memiliki karakteristik sensori yang baik. Sebab, bagaimanapun tingginya kandungan gizi suatu bahan pangan, jika karakteristik sensori tidak menarik maka akan ditolak konsumen. Sedangkan fungsi tersier adalah jika bahan pangan memiliki fungsi fisiologis tertentu bagi tubuh. Tuntutan terhadap fungsi bahan pangan akan semakin tinggi sejalan dengan tingkat kemakmuran dan kesadaran seseorang terhadap kesehatan dan kebugaran (Suter, 2013).

b. Daerah Sebaran Ulat Sagu

Kumbang penggerek kelapa sawit merah (*Rhynchophorus ferrugineus*) adalah hama kelapa sawit utama di Asia Selatan. Penyebarannya selama dua dekade terakhir disebabkan oleh dibawanya tanaman yang terinfeksi kumbang tersebut ke Timur Tengah, Afrika, dan Mediterania. Di seluruh dunia, hama ini memiliki distribusi geografis yang luas di berbagai agroklimat dan kisaran inang yang luas di Oseania, Asia, Afrika, dan Eropa. Penyakit hawar palem merah dilaporkan menyerang lebih dari 40 spesies tanaman palem yang termasuk dalam 23 genus berbeda di seluruh dunia (R. Giblin-Davis et.al, 2013).

Klasifikasi ulat sagu (*Rhynchophorus ferrugeneus*) menurut Hastuty (2016), diacu dalam Kalshoven (1981), adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia
 Filum : Arthropoda
 Kelas : Insecta
 Ordo : Coleoptera
 Family : Curculionidae
 Genus : *Rhynchophorus*
 Spesies : *Rhynchophorus ferrugeneus*

Kumbang penggerek palem adalah anggota dari tujuh garis keturunan alami dalam famili Curculionidae dan Dryophthoridae (atau Dryophthorinae) sebagai serangga yang paling merusak palem-

paleman di seluruh dunia (R.M. Giblin-Davis, 2001). Empat genus yang terkenal dalam Dryophthoridae adalah serangga hama pohon palem: *Rhynchophorini* yang mencakup *Rhynchophorus* (sebagian besar distribusi tropis/subtropis di seluruh dunia) dan *Dynamis* (distribusi Neotropis); *Sphenophorini* yang meliputi *Metamasius* (distribusi Neotropis), *Rhabdoscelus* (distribusi Asia), dan *Temnoschoita* (distribusi Afrika); *Diocalandrini* yang meliputi *Diocalandra* (distribusi Asia Tenggara); dan *Orthognathini* yang meliputi *Rhinostomus* (distribusi tropis di seluruh dunia) dan *Mesocordylus* (distribusi Neotropis) (R. Giblin-Davis et al., 2013).

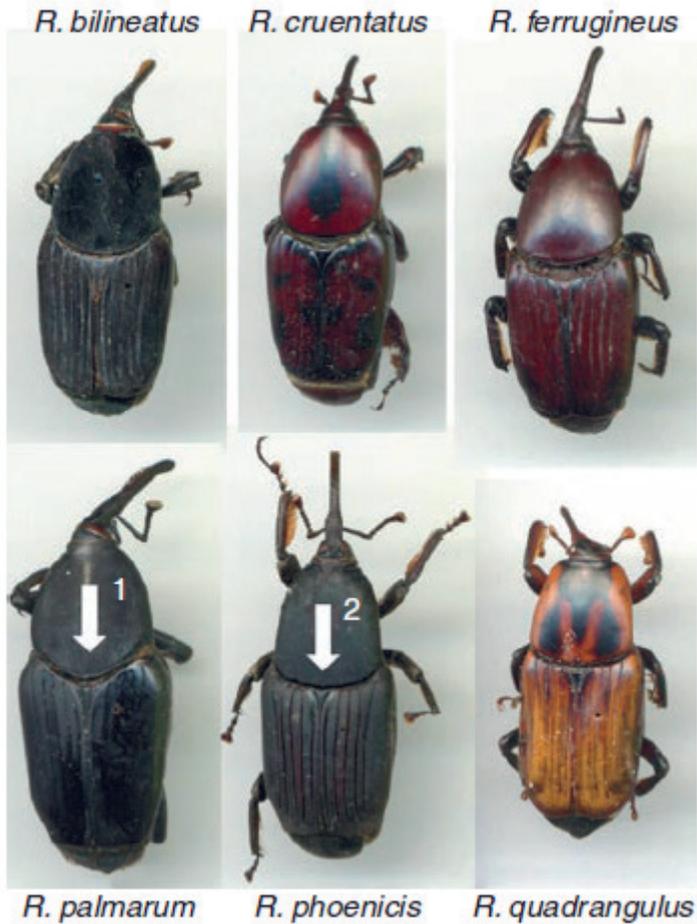
Spesies dari genus *Rhynchophorus* dan *Dynamis* sering disebut sebagai 'kumbang sawit' dan merupakan serangga yang relatif besar, dengan panjang tubuh saat dewasa hingga 5 cm dan lebar 2 cm; larva memiliki panjang hingga 6,4 cm dan lebar 2,5 cm (R. M. Giblin-Davis, 2001). Panjang larva *Rhynchophorus ferrugineus* dapat mencapai 35 mm dengan kepala berwarna coklat dan tubuh kekuningan yang terdiri dari 13 segmen. Saat dewasa, pertumbuhan panjang kumbang rata-rata sekitar 50 mm dan lebar 20 mm dengan kitin yang kuat (Khanittha, Manat, & Worawan, 2020). Bentuk dewasa dari *Dynamis spp.* tidak seperti *Rhynchophorus spp.* yang biasanya berwarna hitam mengkilat dan sangat bervariasi, dari hitam seluruhnya hingga hampir coklat merah seluruhnya; bertekstur dan pada masa akhir pertumbuhan merah mengkilap.

Ada sembilan spesies *Rhynchophorus (R.)*, di antaranya: *R. cruentatus* dari Florida dan pantai tenggara Amerika Serikat dan Bahama; *R. palmarum* dari Meksiko, Amerika Tengah dan Selatan dan Antillen paling selatan; *R. ferrugineus/R. kerentanan* yang berasal dari Asia Tenggara, tetapi dengan wilayah baru; *R. phoenicis* dari Afrika Tengah dan Selatan; *R. quadrangulus* dari Afrika Barat dan Tengah; *R. bilineatus* dari New Guinea; *R. differentus* dari Kalimantan; *R. lobatus* dari Indonesia; dan *R. ritcheri* dari Peru, *R. differentus*, *R. lobatus* dan *R. ritcheri* dianggap langka dan spesies lokal (Hallett, Crespi, & Borden, 2004; Thomas, 2010).

Ada berbagai jenis pohon palem di Indonesia, antara lain kelapa, sawit, sugu dan beberapa palem hias lainnya. Dengan

demikian, kumbang merah (*Rhynchophorus ferrugineus*) berpeluang menjadi salah satu hama yang mengancam industri kelapa sawit yang merupakan salah satu sumber utama perekonomian Indonesia. Kumbang merah merupakan salah satu hama tanaman kelapa sawit yang paling berbahaya, terutama mengancam produksi kelapa, minyak, dan sagu. Tahap larva serangga menyebabkan kerusakan parah pada kelapa sawit dan benar-benar menghancurkan batang kelapa sawit (Zulkifli, Zakeri, & Azmi, 2018). Zulkifli et al. (2018) melakukan penelitian terhadap pemberian makan tiga jenis larva kumbang merah, mereka menyimpulkan bahwa walaupun pohon kelapa lebih banyak dimakan oleh larva kumbang merah daripada pohon kelapa sawit dan sagu, namun tingkat pertumbuhan larva kumbang merah yang diberi makan batang kelapa sawit lebih tinggi. Seekor kumbang merah hanya membutuhkan waktu 1 bulan 9 hari untuk menyelesaikan hidup larva. Kajian yang dilakukan Abdel-Hameid (2024) menunjukkan bahwa *Rhynchophorus ferrugineus* mengalami periode larva dan kepompong terpendek dengan umur hidup terpanjang untuk jantan dan betina ketika dipelihara dengan diet buatan berbasis ubi jalar. Studi ini menunjukkan bahwa parameter siklus hidup *R. ferruginus* dipengaruhi oleh jenis diet yang digunakan. Pakan ubi jalar memberikan hasil terbaik untuk pertumbuhan larva, metamorfosis, dan fekunditas betina. Oleh karena itu, diet ini dapat direkomendasikan sebagai diet buatan yang cocok dan ekonomis untuk pemeliharaan *R. ferrugineus*.





Sumber: R. Giblin-Davis et al. (2013)

Gambar 2. Berbagai spesies kumbang merah dari genus *Rhynchophorus*



Potensi dan Manfaat

a. Potensi Ulat Sagu

Ulat sagu memiliki potensi sebagai sumber pangan fungsional. *Inductively coupled plasma mass spectrometer* (ICP-MS) mendeteksi 44 mineral dalam bubuk ulat sagu atau *Sago Grub Powder* (SGP) dengan kadar mineral esensial yang relatif tinggi seperti kalium, kalsium, magnesium, mangan, zat besi, dan seng. Rasio Ca:P

dalam sampel SGP lebih rendah dari rasio yang direkomendasikan, menunjukkan perlunya mengonsumsi SGP sebagai bagian dari diet seimbang (Kavle, Pritchard, Carne, Bekhit, & Agyei, 2023). Menurut Kavle et al. (2023) mineral beracun seperti kadmium, vanadium, dan timbal berada di bawah batas toksisitas SGP. Temuan ini menunjukkan bahwa ulat sagu secara keseluruhan merupakan bahan pangan asal serangga yang aman untuk dikonsumsi.

Hasil penelitian oleh Realm et al. (2020) menunjukkan bahwa kumbang sagu mengandung 10,39 g protein dan 17,17 g minyak per 100 g berat segar. Ulat sagu mengandung 40% asam amino esensial dan rasio 0,60 antara asam amino esensial dan non-esensial. Asam amino pembatasnya adalah metionin dan sistein. Asam lemak utama yang ditemukan dalam ulat sagu adalah asam palmitat (42%), oleat (45%), dan linoleat (3%). Ulat sagu juga mengandung vitamin E, 1 g minyak ulat sagu mengandung vitamin E sebanyak 51 µg vitamin E, yang sebagian besar terdiri dari tokoferol (92%). Berdasarkan penelitian ini juga diketahui bahwa minyak ulat sagu mengandung δ-tokoferol (0,12 µg/g minyak), dan β-tokoferol dalam jumlah yang sangat tinggi (3,85 µg/g minyak).

Kavle et al. (2023) memperoleh asam palmitat (42,5% FA), asam oleat (39,0% FA), dan asam linoleat (1,02% FA) dari analisis asam lemak tepung ulat sagu (*Rhynchophorus ferrugineus*). Tepung ulat sagu paling banyak mengandung asam lemak jenuh, asam lemak tak jenuh tunggal, dan asam lemak tak jenuh ganda. Indeks nutrisi lipid dari lemak tepung ulat sagu adalah ω6/ω3 (2,17), rasio asam hipokolesterolemik/hiperkolesterolemik (0,88), indeks aterogenisitas (1,01), indeks trombogenisitas (1,65), dan indeks yang meningkatkan kesehatan (0,99). Terdapat 11 mineral esensial dan 29 mineral non-esensial, dan 4 logam berat, yaitu kalium (1657 mg/kg DW), magnesium (805,3 mg/kg DW), zat besi (23 mg/kg DW), mangan (8,8 mg/kg DW), kalsium (477 mg/kg DW), dan fosfor (2.950 mg/kg DW) (Kavle et al., 2023). Namun, rasio Ca:P (0.16:1) dari sampel SGP lebih rendah daripada rasio Ca:P yang direkomendasikan (1.3:1) yang dibutuhkan untuk kesehatan tulang yang optimal, sehingga diperlukan tambahan Kalsium. Walaupun logam berat seperti arsenik

(0,17 mg/kg DW), kadmium (0,04 mg/kg DW), timbal (0,56 mg/kg DW), dan vanadium (0,01 mg/kg DW) terdeteksi di dalam SGP namun masih di bawah ambang batas toksisitas yang diijinkan (Kavle et al., 2023).

b. Manfaat Ulat Sagu

Serangga yang dapat dimakan dianggap sebagai sumber nutrisi alternatif yang berkelanjutan dan semakin diminati untuk tujuan komersial (Chaijan & Panpipat, 2021). Fenomena serangga yang dapat dimakan (*edible insect*) telah muncul dalam dekade terakhir sebagai alternatif berkelanjutan untuk sistem produksi agroindustri dan makanan berbasis ternak (Wade & Hoelle, 2020). Dalam sepuluh tahun terakhir, serangga telah dikenal luas untuk pangan dan pakan. Banyak penelitian yang menggunakan serangga (*Black Soldier Fly* (BSF), jangkrik, dan kepompong ulat sutera) sebagai pakan untuk mengeksplorasi nilai gizinya dan menerapkannya pada beberapa ransum hewani sebagai alternatif sumber protein dan lemak (Dewi Apri & Komalasari, 2020). Dengan komposisi gizi yang sesuai, dapat dikatakan larva sagu merupakan sumber protein hewani yang sangat potensial bagi manusia dan ternak. Meskipun ulat sagu tidak digunakan secara komersial, namun telah dikonsumsi oleh masyarakat Maluku dan Papua yang mengolah sagu secara tradisional. Di daerah yang sulit ditemukan sumber protein hewani seperti ikan dan ulat sagu dapat menjadi alternatif sumber pangan kaya protein karena kandungan gizinya yang tinggi dan cara pengolahan yang mudah. Ulat sagu dapat menjadi alternatif pangan lokal bagi kelompok masyarakat yang tidak mampu membeli ikan dan hasil olahannya (Nuban, Wijaya, Rahmat, & Yuniarti, 2020). Sejak zaman dahulu, ulat sagu telah dikonsumsi masyarakat di berbagai tempat termasuk Maluku, Papua, dan Kalimantan dalam berbagai bentuk pangan olahan (Leatemala, Patty, Masauna, Noya, & Hasinu, 2021b). Masyarakat yang memiliki hutan/perkebunan sagu atau tinggal di tempat yang memiliki hutan sagu saat ini masih memakan ulat sagu sebagai suplemen makanan mereka.

Sumber daya pakan lokal banyak digunakan untuk memenuhi kebutuhan protein ternak. Ulat sagu mengandung semua asam

amino esensial dan non esensial dalam jumlah yang cukup sehingga dapat dijadikan sebagai alternatif sumber protein pada pakan ternak khususnya untuk ayam kampung, ikan dan udang sebagai pengganti tepung ikan. Pemanfaatan ulat sagu sebagai sumber protein alami untuk pakan ternak merupakan upaya yang baik untuk mengurangi penggunaan pakan sintetik (Bustaman, 2008). Ransum yang mengandung ulat sagu mempunyai kualitas yang relatif seimbang dengan protein standar (kasein), artinya protein ulat sagu dapat dimanfaatkan dalam mendukung pertumbuhan, perkembangan, dan pemeliharaan jaringan tubuh (Purnamasari, 2018).

Beberapa penelitian telah dilakukan terkait pemanfaatan ulat sagu untuk makanan anak-anak. Nirmala et al. (2017) melakukan penelitian dengan memberikan asupan ulat sagu yang diolah menjadi berbagai olahan makanan seperti dadar gulung dan skotel pada anak usia 1-5 tahun di Sulawesi Tenggara sehingga lebih menarik dan diminati. Obyek dari penelitian ini termasuk anak-anak dengan *stunting*, gizi buruk, dan gizi kurang. Kadar protein pada kelompok anak dengan pemberian ulat sagu meningkat dibandingkan kelompok anak tanpa pemberian ulat sagu.

Sagu yang melimpah dapat diubah menjadi makanan pokok tradisional. Papeda telah dikonsumsi secara turun-temurun. Papeda tinggi karbohidrat tetapi rendah protein. Olahan papeda dapat diberi nilai tambah dengan menambahkan sumber protein dan nutrisi esensial lainnya yaitu tepung ulat sagu yang dapat meningkatkan kandungan gizi papeda. Ulat sagu tidak digunakan secara komersial oleh masyarakat karena hanya untuk dikonsumsi sebagai pelengkap papeda. Ulat sagu merupakan sumber makanan yang baik digunakan sebagai suplemen makanan, terutama untuk memperbaiki kekurangan nutrisi penting, menjadikannya sebagai alternatif makanan bergizi. (Adawiyah, Palupi, & Junieni, 2019). Berdasarkan penelitian Adawiyah et al. (2019), nilai respon tepung papeda pada kondisi optimum yang terdiri dari 14.8 % tepung ulat sagu dan 85.2% tepung sagu, dengan nilai *desirability* sebesar 0,768 yang artinya formula ini akan menghasilkan produk yang memiliki karakteristik sesuai dengan target optimasi sebesar 76,8% dengan nilai gizi protein yang cukup.

Berdasarkan penelitian Ariani et al. (2018) tepung sagu mengandung antioksidan sekaligus arginin, keduanya berperan memodulasi stres oksidatif termasuk *nitric oxide* (NO) yang terlibat pada imunopatologi malaria serebral. Kandungan metionin yang merupakan antioksidan dalam tepung ulat sagu dapat menekan radikal bebas termasuk NO pada mencit Swiss yang diinokulasi *Plasmodium berghei* ANKA (PbA). Efek imunomodulator tepung ulat sagu berasosiasi dengan penurunan kadar NO sirkulasi pada mencit yang diterapi antimalaria standar. Pada penelitian lainnya, Lestari et al. (2021) menemukan bahwa tepung ulat sagu dapat menurunkan kadar *malondialdehyde* (MDA) disebabkan oleh kandungan asam amino glisin, lisin, dan fenilalanin yang tinggi. Pemberian tepung ulat sagu dosis 0,36 g/100 g berat badan tikus/hari dan 1,36 g/100 g berat badan tikus/hari menurunkan kadar MDA pada tikus Wistar dengan diet rendah protein secara signifikan. Menurut Sheikh (2017), larva ulat sagu kaya akan asam amino esensial, leusin, fenilalanin, dan metionin yang dapat memenuhi kebutuhan harian minimum. Dalam kajian Sheikh (2017), nilai gizi antara larva dan pupa ulat sagu menunjukkan bahwa ulat ini merupakan sumber penting berbagai komponen zat gizi pangan. Berdasarkan kelarutan protein dan kandungan mineral yang baik, ulat ini berpotensi menjadi komoditas penting yang dibutuhkan oleh industri pangan. Larva ini juga dapat digunakan sebagai pakan (misalnya untuk unggas, kambing, ikan) dan bahan untuk formulasi pakan ternak lainnya (Omotoso & Adedire, 2007).

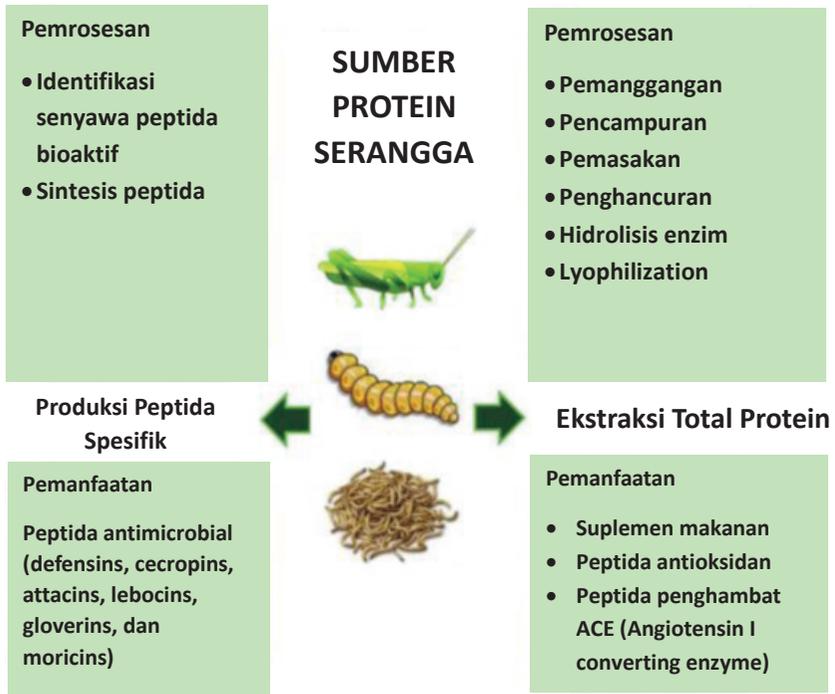
Komposisi gizi dari beberapa spesies *Rhynchophorus* juga telah diketahui. Kandungan protein dan lemak *R. bilineatus* (24,2 dan 40,0 g/100 g dry weight/dw), *R. ferrugineus* (27,9 dan 59,7 g/100 g dw), *R. phoenicis* (22,1 dan 66,6 g/100 g dw), dan *R. palmarum* (24,4 dan 15,36 g/100 g dw) telah dilaporkan dalam literatur yang menunjukkan bahwa ulat sagu cocok dimanfaatkan sebagai sumber protein dan lemak (Khanittha et al., 2020; Köhler et al., 2020; Okunowo et al., 2017). Kandungan mineral ulat sagu diketahui baik sebagai sumber gizi mineral untuk ibu hamil dan menyusui. Kebutuhan mineral esensial harian dapat dipenuhi dengan mengonsumsi ulat sagu ini. Mineral penting untuk perkembangan

dan fungsi normal sistem tubuh (E.A.El-Sheikh, 2017). Chaijan dan Panpipat (2021) membandingkan bumbu bubuk yang terbuat dari ulat sagu, babi, dan ayam. Semua aspek sensori dari bumbu bubuk yang terbuat dari ulat sagu identik dengan bumbu bubuk dari daging babi dan ayam. Oleh karena itu, bumbu penyedap yang terbuat dari ulat sagu dapat digunakan sebagai alternatif bahan penyedap yang tinggi gizi.

Laar et al. (2017) menyelidiki larva kumbang merah (*akokono*) sebagai sumber makanan dan mata pencaharian di Ghana. Responden umumnya memiliki persepsi yang baik terhadap larva kumbang merah sebagai makanan bergizi. Sebagian responden tidak mengonsumsi larva kumbang merah karena alasan agama. Faktor utama yang berpengaruh positif terhadap penerimaan larva kumbang merah sebagai makanan tambahan adalah kebiasaan makan nenek moyang mereka dan dukungan tenaga kesehatan untuk mendorong masyarakat mengonsumsi larva. Hambatan yang diantisipasi untuk meningkatkan pertanian mikro *akokono* termasuk kebutuhan untuk lebih mengenal dan menerima serangga sebagai makanan untuk bayi dan anak kecil serta penciptaan pasar yang berkelanjutan. Pelibatan pemangku kepentingan, termasuk petugas kesehatan, akan memfasilitasi penggunaan *akokono* sebagai makanan pendamping (Laar et al., 2017).

Selain itu, masyarakat Thailand juga suka mengonsumsi larva kumbang sagu (*Rhynchophorus ferrugineus*) (Hanboonsong, Jamjanya, & Durst, 2013), yang dipanen secara liar atau ditanakkan (Chaijan et al., 2022). Ulat sagu cukup bergizi (Leatemia et al., 2021a) dan dapat memenuhi kebutuhan gizi kelompok rentan serta berkontribusi terhadap ketahanan pangan. Menurut penelitian yang telah dipublikasikan, kandungan protein *Rhynchophorus ferrugineus* berkisar antara 18-28,5 g/100 g berat kering (dw), kandungan lipid berkisar antara 52,4-60,1 g/100 g dw, dan kandungan abu berkisar antara 2,4-2,9 g/100 g dw, tergantung pada lokasi budidaya (Khanittha et al., 2020). Selain nilai gizinya yang tinggi, serangga memiliki masa hidup yang pendek, dan kapasitas produksi yang tinggi, relatif mudah dipanen/dikumpulkan, dan dapat dikonsumsi

pada setiap tahap siklus hidupnya. Budidaya serangga semakin populer di dunia karena nilai gizi, ramah terhadap lingkungan, dan nilai ekonominya yang penting (Chaijan et al., 2022). Larva ulat sagu, misalnya, memiliki konversi pakan yang lebih tinggi, diproduksi tanpa antibiotik, dan memiliki dampak lingkungan yang lebih rendah seperti emisi rumah kaca, serta kebutuhan lahan dan air yang rendah ketika dibesarkan dibandingkan dengan hewan ternak tradisional (Chaijan et al., 2022; Chaijan & Panpipat, 2021; Khanittha et al., 2020).



Sumber: de Castro et al. (2018)

Gambar 3. Kemajuan terbaru dalam pemrosesan protein serangga dan potensi pemanfaatan

Berdasarkan penelitian Realm et al. (2020), kandungan gizi ulat sagu yang ada di Papua, Indonesia dapat dianggap sebagai sumber nutrisi yang baik. Perbanyakannya serta pemanfaatannya harus didorong terutama di daerah-daerah lain di Indonesia dan mungkin di negara-negara tetangga yang memiliki kumbang sagu sebagai hewan endemik dan dapat digunakan untuk mengatasi masalah

kekurangan gizi. Konsumsi ulat sagu harus dipertimbangkan sebagai komponen dari diversifikasi pangan yang merupakan sebuah cara berkelanjutan untuk mengurangi malnutrisi masyarakat. Meskipun tidak ada jumlah yang direkomendasikan untuk indikator diet ini, sebaiknya memasukkan bahan pangan asal ulat sagu ke dalam diet seimbang dapat mengurangi risiko merugikan bagi kesehatan (Kavle et al., 2023). Penggunaan ulat sagu sebagai obat di Kamerun sudah ada sejak zaman nenek moyang mereka. Meskipun tingkat ketergantungan masyarakat setempat pada ulat sagu untuk obat-obatan telah menurun dalam beberapa tahun terakhir, sumber daya lokal ini masih penting dalam pengobatan beberapa penyakit (Muafor et al., 2015).



Teknologi Pengolahan

Masyarakat Thailand biasanya menyiapkan larva dan pupa ulat sagu untuk dimakan dengan tiga cara: (1) digoreng dalam wajan, (2) disiapkan sebagai hidangan kari dengan sayuran, (3) dilumatkan dan digoreng. Terkadang larva hidup dapat dimakan setelah diberi bumbu kecap (Hoddle, 2013). Untuk menyiapkan ulat sagu untuk dimasak, larva dan kepompong direndam selama kurang lebih 10 menit dalam larutan air garam 10%. Larva dikeringkan dan direbus selama 1 menit dalam air mendidih setelah itu kapsul kepala larva dapat dikeluarkan sebelum dimasak. Larva ditambahkan ke wajan panas dengan minyak sayur dan digoreng dengan daun kemangi, cabai rawit cincang halus, garam, lada hitam, dan kecap. Larva dimasak sampai mulai berubah menjadi cokelat muda di beberapa tempat (sekitar 5 menit). Hasil masakan ini dapat dimakan sebagai *snack finger food* dengan bir dingin atau sebagai hidangan utama dengan nasi. Cangkang kepala larva goreng bertekstur renyah mirip dengan biji bunga matahari, dan memberikan sensasi tekstur berbeda pada produk pangan olahannya. Pupa ulat sagu kandungan lemaknya tinggi, tekstur, dan konsistensinya mirip dengan mentega. Larva goreng sangat baik dan tanpa cangkang kepala, konsumen tidak akan menyadari bahwa potongan itu adalah larva serangga dan hidangan dari ulat sagu tidak mudah dikenali bahkan kadang dianggap sebagai cumi atau beberapa jenis makanan laut.

Pengolahan bahan pangan asal serangga perlu memperhatikan suhu dan lama pemanasan. Serangga yang terpapar dengan pengeringan matahari pada umumnya akan menurunkan semua kandungan vitaminnya. Perlakuan ini menyebabkan hilangnya kandungan riboflavin yang lebih tinggi (64%) dari sampel segar (Kinyuru et al., 2010). Laju kehilangan vitamin mungkin dipercepat oleh peningkatan suhu dan durasi pemanasan. Hal ini dibuktikan dengan kehilangan yang lebih besar pada sampel kering yang dipanggang dibandingkan dengan sampel segar.



Peluang dan Tantangan yang Dihadapi

a. Peluang yang Dihadapi Ulat Sagu

Botella-Martínez et al. (2021) melakukan penelitian pada komposisi kimia dan sifat antioksidan dari tepung yang dihilangkan lemaknya yang diperoleh dari beberapa serangga yang dapat dimakan yang tersedia secara komersial seperti *Acheta domesticus*, *Tenebrio molitor*, *Zophobas morio*, dan *Rhynchophorus ferrugineus* untuk menetapkan pemanfaatannya sebagai bahan dalam pengembangan produk makanan baru. Tepung yang dihilangkan lemaknya diperoleh dari serangga yang dapat dimakan yang dianalisis dapat memiliki beberapa aplikasi sebagai bahan untuk pengembangan makanan baru karena kandungan nutrisinya yang baik dan sebagai makanan fungsional untuk pencegahan oksidasi. Pohon sagu yang menjadi habitat ulat sagu banyak ditemukan di seluruh Maluku, utamanya di Pulau Ambon. Tanaman sagu merupakan komoditas lokal tradisional yang telah dimanfaatkan oleh masyarakat selama bertahun-tahun. Kumbang sawit merah biasanya bertelur di sisa pucuk batang sagu yang dibiarkan tidak terpakai. Pemanfaatan ulat sagu sebagai bahan pangan manusia dan pakan ternak juga menyediakan peluang budidaya ulat sagu dengan memanfaatkan ampas sagu tersebut. Ini akan berdampak positif terhadap kebersihan lingkungan hutan sagu sekaligus menekan populasi ulat sagu sebagai hama pada sagu. Budidaya ulat sagu juga sebagai upaya untuk meningkatkan nilai ekonominya sebagai sumber penghasilan dari bahan pangan alami lokal yang dapat berkontribusi pada ketahanan pangan (Leatemia et al., 2021b).

b. Tantangan yang dihadapi Ulat Sagu

Semakin banyak bukti mendukung pendapat bahwa makanan dari sumber hewani yang mengandung komponen aktif fisiologis dapat meningkatkan kesehatan manusia. Cito et al. (2017) mempromosikan konsumsi ulat sagu sebagai sumber makanan di seluruh dunia. Namun, penggunaan ulat sagu untuk konsumsi manusia dapat ditawarkan setelah dilakukan pengawasan ketat terhadap keamanan pangan terhadap mikroba dan risiko lainnya serta setelah melewati berbagai uji sensori untuk memuaskan selera konsumen. Di sisi lain, bidang pangan fungsional masih dalam tahap awal yang dipengaruhi oleh berbagai faktor. Faktor-faktor ini meliputi kompleksitas bahan, efek pada makanan, dan perubahan metabolisme yang dapat terjadi saat pola makan diubah (Prates & Alfaia, 2002). Kandungan nutrisi yang tinggi merupakan petunjuk bahwa ulat sagu dapat digunakan dalam mengatasi masalah kekurangan protein dan zat gizi mikro baik pada manusia maupun hewan (Okoli et al., 2019). Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk membuktikan manfaat kesehatan dari berbagai makanan asal hewan, terutama ulat sagu.

Untuk memastikan keamanan pangan dan pembuatan produk ulat yang aman, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengembangkan teknologi budidaya, pemanenan, dan pascapanen yang hemat biaya, efisien, dan bebas penyakit. Dibandingkan dengan produk daging olahan, ulat sagu harus dihargai secara wajar dalam skala industri di Indonesia. Selain itu, penerimaan pelanggan terhadap produk ulat sagu harus diprioritaskan, terutama dari segi estetika. Tiga hambatan utama harus diatasi. Pertama, harus memastikan bahwa serangga aman untuk dimakan. Kedua, perlu mengatasi kemungkinan neofobia terhadap entomophagy, yang harus diatasi terutama di negara-negara yang tidak terbiasa mengonsumsi serangga. Terakhir, perlu mengevaluasi kemungkinan alergi yang dapat ditimbulkan oleh konsumsi serangga.

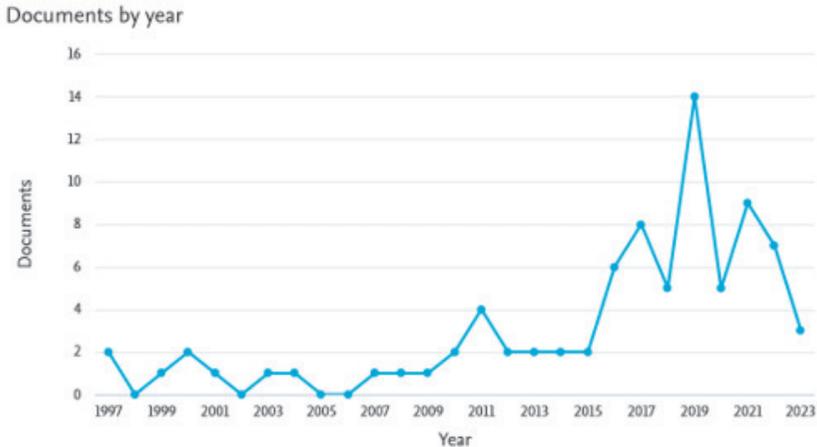


Roadmap Perkembangan Penelitian Ulat Sagu

Analisis *bibliometric* merupakan suatu analisis kuantitatif untuk menganalisis data referensi yang ada di artikel/jurnal. Analisis ini biasanya digunakan untuk menyelidiki artikel ilmiah yang dikutip dalam sebuah jurnal, pemetaan topik sebuah jurnal, dan untuk mengelompokkan artikel ilmiah yang sesuai dengan suatu topik penelitian tertentu. Metode ini bisa digunakan di berbagai bidang ilmu sosial (Effendy et al., 2021). Effendy et al. (2021) menerangkan bahwa pendekatan yang digunakan dalam analisis bibliometric adalah pendekatan *citation analysis* untuk melihat 1 artikel yang dikutip oleh 1 artikel lain, dan pendekatan *co-citation analysis* untuk menemukan 2 artikel atau lebih yang dikutip oleh 1 artikel.

Konsep ilmu pengetahuan yang terkandung dalam suatu dokumen terlihat melalui kata-kata (*co-word*) yang muncul pada judul, abstrak dan kata kunci. Analisis *co-word* didasarkan pada analisis *co-occurrence* kata atau kata kunci yang muncul di judul, abstrak atau kata kunci (*keywords*) dari dua atau lebih artikel yang digunakan untuk mengindeks dokumen (Zupic & Rater, 2014). VOSviewer adalah perangkat lunak untuk membangun dan memvisualisasikan jaringan bibliometrik. Jaringan ini misalnya dapat mencakup jurnal, peneliti, atau publikasi individu atau kelompok penulis, dan mereka dapat dibangun berdasarkan kutipan, penggabungan bibliografi, kutipan bersama, atau hubungan penulisan bersama. VOSviewer juga menawarkan fungsionalitas penambangan teks yang dapat digunakan untuk membangun dan memvisualisasikan jaringan kejadian bersama dari istilah-istilah penting yang diambil dari literatur ilmiah. VosViewer merupakan program komputer yang tersedia secara gratis untuk memvisualisasikan, dan mengeksplor peta pengetahuan bibliometrik (Shah et al., 2019). Kelebihan VosViewer dibanding aplikasi analisis yang lain yaitu program ini menggunakan fungsi text mining untuk mengidentifikasi kombinasi frase kata benda yang relevan dengan pemetaan dan pendekatan clustering terpadu untuk memeriksa jaringan *co-citation* data dan *co-occurrence* (Wong, 2018). Meskipun

banyak program untuk menganalisis unit teks dan kesamaan matriks, kelebihan VosViewer ada pada visualisasinya (VOSviewer, 2020). Pilihan dan fungsi interaktif program menjadikannya mudah diakses dan dieksplorasi jaringan data bibliometriknya, seperti jumlah kutipan atau hubungan *co-occurrence* diantara istilah kunci dan konsep (Van-Eck & Waltman, 2014).



Gambar 4. Perkembangan jumlah artikel yang membahas ulat sagu

Berdasarkan hasil penelusuran dengan kata kunci ulat sagu, *Rhynchophorus ferrugineus*, food, diet dengan katagori *article title*, *abstract*, *keywords* dalam kurun waktu 1997 – 2023 pada Scopus diperoleh 82 publikasi. Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa perkembangan pertumbuhan bidang topik mengenai ulat sagu dari tahun 1997 sampai dengan 2023 yang terindeks Scopus tertinggi terjadi pada tahun 2019 yang mencapai 14 publikasi (17%). Publikasi pada tahun 2019 sebagian besar membicarakan prospek dan tantangan manajemen resiko serangan serangga *Rhynchophorus ferrugineus* terhadap perkebunan kelapa sawit, kurma dan pohon palem lainnya dan tidak ada artikel yang membahas mengenai potensi dan manfaat serta peluang dan tantangan ulat sagu untuk pangan manusia.

baku. Ulat sagu mengandung protein yang berkualitas tinggi yang ditunjukkan dengan nilai kimia yang tinggi dan sama dengan kualitas protein hewani lainnya. Oleh karena itu, ulat sagu berpotensi untuk dibudidayakan sebagai sumber protein hewani alami bagi manusia dan ternak. Ulut sagu berpotensi sebagai sumber minyak pangan dan protein karena sebagian besar terdiri dari lipid dan protein dan proporsi asam lemak tak jenuh dan asam lemak rantai menengah pada minyak ulat sagu juga sangat tinggi. Temuan ini menunjukkan bahwa ulat sagu yang telah diolah sebelumnya aman untuk dikonsumsi dan mengandung nutrisi yang cukup baik, terutama mineral. Namun, implikasi gizi dan kesehatan dari peningkatan kadar asam lemak jenuh, kandungan asam lemak tak jenuh ganda yang rendah, dan rasio Ca:P yang rendah pada tepung ulat sagu harus dipertimbangkan ketika memilih ulat sagu sebagai sumber makanan. Di sisi lain, tepung ulat sagu dapat diolah menjadi berbagai makanan berkhasiat untuk menyembuhkan berbagai macam penyakit. Diversifikasi ulat sagu melalui penggunaan di berbagai masakan, dapat meningkatkan kualitas gizi pangan secara keseluruhan. Pemanfaatan ulat sagu sebagai pangan lokal berkontribusi terhadap ketersediaan dan keberlanjutan sistem pangan serta berkontribusi terhadap ketahanan pangan.

Eksplorasi dan perdagangan ulat sagu merupakan sumber pendapatan penting bagi banyak rumah tangga di Indonesia. Diperlukan upaya untuk mensosialisasikan olahan ulat sagu sebagai bahan pangan fungsional yang baik agar dapat diterima konsumen, sehingga meningkatkan keragaman sumber protein hewani sebagai bahan pangan fungsional. Budidaya ulat sagu yang efektif dan efisien juga harus didorong untuk mempertahankan ulat sagu sebagai sumber pangan lokal dan fungsional yang berkelanjutan. Protein ulat sagu memiliki keunggulan besar dalam hal nilai gizi, tingkat protein total, dan profil asam amino. Namun, beberapa masalah keamanan harus dipertimbangkan dalam produksi skala besar. Pemrosesan protein serangga secara konvensional tergantung pada beberapa aspek seperti spesies, tahap larva, budidaya, dan lain-lain. Meskipun demikian, kemajuan terbaru dalam produksi protein ulat sagu melalui hidrolisis enzimatis dan ekspresi heterolog telah menunjukkan

teknologi yang menjanjikan untuk mempelajari dan mengeksploitasi sifat bioaktifnya, seperti antimikroba, antioksidan, dan antihipertensi.



Daftar Pustaka

- Abdel-Hameid, N. F. (2024). Impact of artificial diets on the biological and chemical properties of red palm weevil, *Rhynchophorus Ferrugineus* Olivier (Coleoptera:Curculionidae). *Brazilian Journal of Biology*, 84. doi:10.1590/1519-6984.264413
- ADA. (2004). Position of the American Dietetic Association: Functional Foods. *Journal of the American Dietetic association*, 104(5), 814-826. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jada.2004.03.015>
- Adawiyah, D. R., Palupi, N. S., & Junieni. (2019). *Optimasi Pembuatan dan Pencampuran Tepung Ulat Sagu (Rhynchophorus Ferrugineus) Untuk Meningkatkan Nilai Gizi Protein Papeda*. IPB, Bogor. Retrieved from <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/103235>
- Ariani, A., Anjani, G., Sofro, M. A. U., & Djamiatun, K. (2018). Tepung ulat sagu (*Rhynchophorus ferrugineus*) imunomodulator Nitric Oxide (NO) sirkulasi mencit terapi antimalaria standar. *Jurnal Gizi Indonesia (The Indonesian Journal of Nutrition)*, 6(2), 131-138. doi:10.14710/jgi.6.2.131-138
- Astawan, M. (2003). Pangan fungsional untuk kesehatan yang optimal. *Kompas*
- Botella-Martínez, C., Lucas-González, R., Pérez-Álvarez, J. A., Fernández-López, J., & Viuda-Martos, M. (2021). Assessment of chemical composition and antioxidant properties of defatted flours obtained from several edible insects. *Food Science and Technology International*, 27(5), 383-391. doi:10.1177/1082013220958854
- BPOM. (2011). *Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat Dan Makanan Republik Indonesia Nomor HK 03.1.23.11.11.09909* Jakarta

- Bustaman, S. (2008). Potensi Ulat Sagu dan Prospek Pemanfaatannya. *Jurnal Litbang Pertanian*, 27(10), 50-54.
- Chaijan, M., Chumthong, K., Kongchoosi, N., Chinarak, K., Panya, A., Phonsatta, N., ... Panpipat, W. (2022). Characterisation of pH-shift-produced protein isolates from sago palm weevil (*Rhynchophorus ferrugineus*) larvae. *Journal of Insects as Food and Feed*, 8(3), 313-324. doi:10.3920/JIFF2021.0085
- Chaijan, M., & Panpipat, W. (2021). Techno-biofunctional aspect of seasoning powder from farm-raised sago palm weevil (*Rhynchophorus ferrugineus*) larvae. *Journal of Insects as Food and Feed*, 7(2), 187-195. doi:10.3920/jiff2020.0025
- Cito, A., Longo, S., Mazza, G., Dreassi, E., & Francardi, V. (2017). Chemical evaluation of the *Rhynchophorus ferrugineus* larvae fed on different substrates as human food source. *Food Science and Technology International*, 23(6), 529-539. doi:10.1177/1082013217705718
- de Castro, R. J. S., Ohara, A., Aguilar, J. G. D. S., & Domingues, M. A. F. (2018). Nutritional, functional and biological properties of insect proteins: Processes for obtaining, consumption and future challenges. *Trends in Food Science and Technology*, 76, 82-89. doi:10.1016/j.tifs.2018.04.006
- Dewi Apri, A., & Komalasari, K. (2020). Feed and animal nutrition: insect as animal feed. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 465(1), 012002. doi:10.1088/1755-1315/465/1/012002
- E.A.El-Sheikh, W. (2017). The Red Palm Weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* Olivier, As Edible Insects for Food and Feed a Case Study in Egypt. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*.
- Edrus, I. N., & Bustaman, S. (2007). Pengkajian Budidaya Ulat Sagu sebagai Sumber Protein Pakan Ternak. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian*, 10(3), 207-217.

- Effendy, F., Gaffar, V., Ahmad, R., & Hendrayati, H. (2021). Analisis Bibliometrik Perkembangan Penelitian Penggunaan Pembayaran Seluler Dengan Vosviewer. *Jurnal Interkom: Jurnal Publikasi Ilmiah Bidang Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 16, 10-17. doi:10.35969/interkom.v16i1.92
- FAO. (1973). *FAO/WHO Ad Hoc Expert Committee. Energy and protein requirements. FAO Nutritional Meeting Report Series, no. 52; WHO Technical Report Series, no. 522. Geneva: WHO.*
- Giblin-Davis, R., Faleiro, J. R., Jaques, J., Pena, J., & Vidyasagar, P. (2013). Biology and Management of the Red Palm Weevil, *Rhynchophorus ferrugineus*. In (pp. 33).
- Giblin-Davis, R. M. (2001). Borers of palms. In *Insects on palms* (pp. 267-304): CABI.
- Goldberg, I. (1994). Introduction. In *Functional Foods* (pp. 3-16): Springer US.
- Hallett, R. H., Crespi, B. J., & Borden, J. H. (2004). Synonymy of *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier), 1790 and *R. vulneratus* (Panzer), 1798 (Coleoptera, Curculionidae, Rhynchophorinae). *Journal of Natural History*, 38(22), 2863-2882. doi:10.1080/00222930310001657874
- Hanboonsong, Y., Jamjanya, T., & Durst, P. B. (2013). Six-legged livestock: Edible insect farming, collecting and marketing in Thailand. *Six-Legged Livestock: Edible Insect Farming, Collecting and Marketing in Thailand.*
- Hastuty, S. (2016). Pengolahan Ulat Sagu (*Rhynchophorus Ferruginenes*) di Kelurahan Bosso Kecamatan Walenrang Utara Kabupaten Luwu. . *PERSPEKTIF: JURNAL PENGEMBANGAN SUMBER DAYA INSANI*, 1(1), 12-19. doi:DOI: <https://doi.org/10.26618/perspektif.v1i1.3>
- Hoddle, M. (2013). Entomophagy: Farming Palm Weevils for Food. Retrieved from <https://cissr.ucr.edu/blog/2013/09/30/entomophagy-farming-palm-weevils-food>

- INMAS. (1994). Opportunities in the Nutrition and Food Sciences: Research Challenges and the Next Generation of Investigators: Special Committee of the Food and Nutrition Board of the Institute of Medicine, National Academy of Sciences. *The Journal of Nutrition*, 124(6), 763-769. doi:10.1093/jn/124.6.763
- Istalaksana, P. (2013). Lemak dari Minyak Ulat Sagu (*Rhynchophorus papuanus*). *AGROINTEK*, 7(2), 122-127. Retrieved from <https://journal.trunojoyo.ac.id/agrointek/issue/view/396>
- Kavle, R. R., Pritchard, E. T. M., Carne, A., Bekhit, A. E. D. A., & Agyei, D. (2023). Fatty Acid Profile, Mineral Composition, and Health Implications of Consuming Dried Sago Grubs (*Rhynchophorus ferrugineus*). *Applied Sciences (Switzerland)*, 13(1). doi:10.3390/app13010363
- Khanittha, C., Manat, C., & Worawan, P. (2020). Farm-raised sago palm weevil (*Rhynchophorus ferrugineus*) larvae: Potential and challenges for promising source of nutrients. *Journal of Food Composition and Analysis*. doi:10.1016/j.jfca.2020.103542
- Kinyuru, J. N., Kenji, G. M., Njoroge, S. M., & Ayieko, M. (2010). Effect of Processing Methods on the In Vitro Protein Digestibility and Vitamin Content of Edible Winged Termite (*Macrotermes subhylanus*) and Grasshopper (*Ruspolia differens*). *Food and Bioprocess Technology*, 3(5), 778-782. doi:10.1007/s11947-009-0264-1
- Köhler, R., Irias-Mata, A., Ramandey, E., Purwestri, R., & Biesalski, H. K. (2020). Nutrient composition of the Indonesian sago grub (*Rhynchophorus bilineatus*). *International Journal of Tropical Insect Science*, 40(3), 677-686. doi:10.1007/s42690-020-00120-z
- Laar, A., Kotoh, A., Parker, M., Milani, P., Tawiah, C., Soor, S., ... Pelto, G. (2017). An Exploration of Edible Palm Weevil Larvae (Akokono) as a Source of Nutrition and Livelihood: Perspectives From Ghanaian Stakeholders. *Food and Nutrition Bulletin*, 38(4), 455-467. doi:10.1177/0379572117723396

- Leatemia, J. A., Patty, J. A., Masauna, E. D., Noya, S. H., & Hasinu, J. V. (2021a). Utilization of sago grub (*Rhynchophorus ferrugineus* Olivier) (Coleoptera: Curculionidae) as an alternative source of protein. Paper presented at the IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.
- Leatemia, J. A., Patty, J. A., Masauna, E. D., Noya, S. H., & Hasinu, J. V. (2021b). Utilization of sago grub (*Rhynchophorus ferrugineus* Olivier) (Coleoptera: Curculionidae) as an alternative source of protein. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 800(1), 012028. doi:10.1088/1755-1315/800/1/012028
- Lestari, L. A., Sulchan, M., Legowo, A. M., Tjahjono, K., & Juniarto, A. Z. (2021). Efek tepung ulat sagu (*Rhynchophorus ferrugineus*) terhadap penurunan kadar malondialdehyde (MDA) pada tikus Wistar dengan diet rendah protein. *2021*, 6(2), 8. doi:10.30867/action.v6i2.537
- Makapagal, D. P., & Lumanauw, N. (2019). Be Jubel Dan Be Ancruk Kuliner Ekstrim Langka Di Bali. *Journey : Journal of Tourismpreneurship, Culinary, Hospitality, Convention and Event Management*, 1(1 Special Edition), 42-61. doi:10.46837/journey.v1i1.16
- Martirosyan, D., Kanya, H., & Nadalet, C. (2021). Can functional foods reduce the risk of disease? Advancement of functional food definition and steps to create functional food products. *Functional Foods in Health and Disease*, 11(5), 213-221. doi:10.31989/ffhd.v11i5.788
- Megumi, S. R. (2019). Ulat Sagu, Penghuni Pohon Sagu yang Lezat Rasanya. Retrieved from <https://www.greeners.co/flora-fauna/ulat-sagu-penghuni-pohon-sagu-yang-lezat-rasanya/>
- Muafor, F. J., Gnetegha, A. A., Gall, P. L., & Levang, P. (2015). *Exploitation, trade and farming of palm weevil grubs in Cameroon*: Center for International Forestry Research (CIFOR).

- Muchtadi, D. (2004). Komponen bioaktif dalam pangan fungsional. *Gizi Medik Indonesia*, 3(7).
- Nirmala, I. R., Trees, Suwarni, & Pramono, M. S. (2017). Sago worms as a nutritious traditional and alternative food for rural children in Southeast Sulawesi, Indonesia. *Asia Pacific journal of clinical nutrition*, 26 Suppl 1, S40-S49.
- Nuban, N. S., Wijaya, S. M., Rahmat, A. N., & Yuniarti, W. (2020). Makanan Tradisional dari Ulat Sagu sebagai Upaya Mengatasi Malnutrisi pada Anak. *Indonesian Journal of Nursing and Health Sciences*, 1(1), 25-36. Retrieved from <http://jurnal.globalhealthsciencegroup.com/index.php/IJNHS>
- Okoli, I. C., Olodi, W. B., Ogbuewu, I. P., Aladi, N. O., & Okoli, C. G. (2019). Nutrient Composition of African Palm Grub (*Rhynchophorus phoenicis*) Larvae Harvested from *Raphia* Palm Trunk in the Niger-delta Swamps of Nigeria. *Asian Journal of Biological Sciences*, 12(2), 284-290. doi:10.3923/ajbs.2019.284.290
- Okunowo, W. O., Olagboye, A. M., Afolabi, L. O., & Oyedeji, A. O. (2017). Nutritional Value of *Rhynchophorus phoenicis* (F.) Larvae, an Edible Insect in Nigeria. *African Entomology*, 25(1), 156-163. doi:10.4001/003.025.0156
- Omotoso, O. T., & Adedire, C. O. 2007. Nutrient composition, mineral content and the solubility of the proteins of palm weevil, *Rhynchophorus phoenicis* f. (Coleoptera: Curculionidae). (1673-1581 (Print)).
- Prates, J., & Alfaia, C. (2002). Functional foods from animal sources and their physiologically active components. *Revue de médecine vétérinaire*, 153.
- Purnamasari, V. (2018). Kualitas Protein Ulat Sagu (*Rhynchophorus bilineatus*). *Jurnal Biologi Papua*, 2(1), 12-18. doi:10.31957/jbp.556

- Realm, K., Andrea, I.-M., Euniche, R., Ratna, P., & Hans, K. B. (2020). Nutrient composition of the Indonesian sago grub (*Rhynchophorus bilineatus*). *International Journal of Tropical Insect Science*. doi:10.1007/s42690-020-00120-z
- Richardo, Y., Ardian, H., & Anwari, M. S. (2019). Etnozooloji untuk Konsumsi Suku Dayak Kanayant di Desa Lintah Betung Kecamatan Menyuke Kabaupaten Landak. *Jurnal Hutan Lestari*, 7(3). doi:10.26418/jhl.v7i3.37271
- Schmidt, D. B., Morrow, M. M., & White, C. (1998). Communicating the Benefits of Functional Foods: Insights from Consumer and Health Professional Focus Groups. In *ACS Symposium Series* (pp. 10-16): American Chemical Society.
- Shah, S. H. H., Lei, S., Ali, M., Doronin, D., & Hussain, S. T. (2019). Prosumption: bibliometric analysis using HistCite and VOSviewer. *Kybernetes, ahead-of-print*(ahead-of-print). doi:10.1108/k-12-2018-0696
- Suter, I. K. (2013). *Pangan Fungsional Dan Prospek Pengembangannya*. Paper presented at the Pentingnya Makanan Alamiah (Natural Food) Untuk Kesehatan Jangka Panjang, Denpasar, Bali-Indonesia.
- Thomas, M. C. (2010). *Giant palm weevils of the genus Rhynchophorus (Coleoptera: Curculionidae) and their threat to Florida palms. Pest Alert: Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Division of Plant Industry. DACS-P-01682, pp. 2*. Retrieved from <https://www.yumpu.com/en/document/view/6848043/giant-palm-weevils-of-the-genus-rhynchophorus-florida->
- Tingginehe, R. M., & Simanjuntak, T. P. T. (2021). *ULAT SAGU PAPUA: Budaya dan Risetnya*: Penerbit NEM.
- Tulalessy, Q. D. (2016). Sagu sebagai Makanan Rakyat dan Sumber Informasi Budaya Masyarakat Inanwatan: Kajian Folklor Non Lisan. *MELANESIA: Jurnal Ilmiah Kajian Sastra dan bahasa*, 1(1), 85-91.

- van Eck, N. J., & Waltman, L. (2014). Visualizing Bibliometric Networks. In *Measuring Scholarly Impact* (pp. 285-320): Springer International Publishing.
- VOSviewer. (2020). "Welcome to VOSviewer," Centre for Science and Technology Studies, Leiden University.
- Wade, M., & Hoelle, J. (2020). A review of edible insect industrialization: scales of production and implications for sustainability. *Environmental Research Letters*, 15(12), 123013. doi:10.1088/1748-9326/aba1c1
- Wong, D. (2018). VOSviewer. *Technical Services Quarterly*, 35(2), 219-220. doi:10.1080/07317131.2018.1425352
- Zulkifli, A. N., Zakeri, H. A., & Azmi, W. A. (2018). Food Consumption, Developmental Time, and Protein Profile of the Digestive System of the Red Palm Weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera: Dryophthoridae) Larvae Reared on Three Different Diets. LID - 10.1093/jisesa/iey093 [doi] LID - 10. (1536-2442 (Electronic)).
- Zupic, I., & Čater, T. (2014). Bibliometric Methods in Management and Organization. *Organizational Research Methods*, 18(3), 429-472. doi:10.1177/1094428114562629