

Entomologi Forensik

Rana Noor Fakhira Siregar¹, Jhons Fatriyadi Suwandi², Intanri Kurniati³

¹Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

²Bagian Parasitologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

³Bagian Ilmu Patologi Klinik, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

Abstrak

Entomologi forensik merupakan ilmu yang memanfaatkan serangga terutama jenis artropoda dalam mengidentifikasi suatu mayat. Serangga merupakan makhluk yang memiliki hubungan erat dengan manusia termasuk jasad manusia. Jasad manusia akan memicu timbulnya ekosistem baru. Identifikasi jasad disesuaikan dengan tahapan dekomposisi mayat. Hal ini disebabkan oleh perbedaan jenis maupun tahapan hidup serangga pada setiap dekomposisi. Serangga akan datang berurutan sesuai perannya yaitu serangga nekrofagus, kelompok predator dan parasit, kelompok omnivora, dan kelompok lain yang menjadikan mayat sebagai perluasan tempat hidupnya. Entomologi forensik berperan untuk mengetahui lamanya usia jasad setelah kematian. Selain itu, dapat digunakan untuk mengetahui apakah jasad sudah dipindahkan dari satu lokasi ke lokasi lain. Serangga yang memakan jaringan jasad dapat mempresentasikan apakah didalam tubuh jasad mengandung senyawa kimia yang kemungkinan menjadi penyebab kematian dengan ilmu entomotoksikologi. Metode yang dilakukan dalam entomologi dapat berupa *scanning electron microscopy*, menyesuaikan siklus hidup serangga sesuai literatur, maupun dengan DNA.

Kata kunci: artropoda, dekomposisi mayat, entomologi forensik, jasad manusia

Forensic Entomology

Abstract

Forensic entomology is a science that uses insects, especially arthropods, to identify a corpse. Insects are creatures that have a close relationship with humans, including the human body. The human body will trigger the emergence of a new ecosystem. Identification of the body is adjusted to the stages of decomposition of the corpse. This is caused by differences in types and life stages of insects in each decomposition. Insects will come sequentially according to their role, namely necrophagus insects, predators and parasites groups, omnifora groups, and other groups that make corpses an extension of their place of life. Forensic entomology plays a role in determining how old a body is after death. In addition, it can be used to find out whether the body has been moved from one location to another. Insects that eat corpse tissue can present whether the body contains chemical compounds that may be the cause of death with entomotoxicology. The method used in entomology can be in the form of scanning electron microscopy, adjusting the life cycle of insects according to the literature, or with DNA.

Keywords: arthropods, corpse decomposition, forensic entomology, human remains

Korespondensi: Rana Noor Fakhira Siregar, Alamat Jl. Prof. Dr. Soematri Bojonegoro No. 12A, Gedong Meneng, Rajabasa, Bandar Lampung, HP 081901008911, Email fesiregar612@gmail.com

Pendahuluan

Entomologi forensik merupakan ilmu tentang serangga yang digunakan untuk menganalisis kasus yang berhubungan dengan forensik yaitu kematian. Hal ini didasarkan oleh hubungan erat antara manusia dan serangga yang hidup saling berdampingan. Serangga dapat menjadi salah satu faktor penentuan Postmortem Interval (PMI) sehingga berguna dalam proses penyelidikan forensik. Serangga medikolegal adalah serangga yang digunakan sebagai bukti pada kasus kematian. Biasanya serangga yang berhubungan adalah serangga pemakan daging (1).

Entomologi forensik adalah cabang ilmu forensik di mana informasi tentang serangga digunakan untuk menarik kesimpulan ketika menyelidiki kasus hukum yang berkaitan dengan manusia dan satwa liar. Serangga yang dapat membantu dalam penyelidikan

entomologi forensik termasuk lalat, lalat daging, dan kumbang (2).

Entomologi forensik dapat memperkirakan saat kematian dan apakah jasad atau mayat sudah dipindahkan dari lokasi satu ke lokasi yang lain dengan mengevaluasi aktivitas serangga. Entomologi forensik melibatkan ilmu biologi, histologi antropoda, kimia, dan genetika. Identifikasi DNA pada tubuh serangga di tempat kejadian dapat digunakan untuk mendeteksi jaringan tubuh atau mayat (3).

Isi

Kasus serangga digunakan dalam penyelidikan kriminal pertama kali ditulis dalam buku Sung Tzu berjudul *The Wash Away of Wrongs* dari Cina. Kasus yang tercatat adalah kasus pembunuhan seorang petani di ladang dengan senjata tajam. Seluruh tersangka diperintahkan untuk meletakkan benda tajam yang mereka miliki ke tanah. Terdapat satu

senjata yang menarik kedatangan lalat ke jejak darah yang disembunyikan oleh pelaku dari kasat mata dan diikuti dengan pengakuan oleh para pelaku (4).

Ahli patologi biasanya dianggap mampu memberikan penentuan kematian yang cukup akurat dalam 72 jam pertama setelah kematian. Hal ini didasarkan pada kondisi tubuh itu sendiri dan ciri-ciri seperti kaku mayat, lebam mayat, maupun penurunan suhu tubuh. Diluar waktu tersebut terdapat informasi medis yang dapat digunakan untuk mengkorelasikan *postmortem interval* (PMI). Oleh karenanya, diperlukan bidang keahlian lain untuk mengklarifikasi waktu kematian. Ahli entomologi forensik dapat memberikan ukuran interval post mortem yang mungkin, berdasarkan tahap siklus hidup spesies lalat tertentu yang ditemukan dari mayat, atau dari sukseksi serangga yang ada di tubuh. Perkiraan ini dapat diberikan selama periode jam, minggu, atau tahun. Awal interval post mortem dianggap bertepatan dengan waktu ketika lalat pertama kali bertelur di tubuh, dan akhirnya menjadi penemuan tubuh dan pengenalan tahap kehidupan spesies koloni tertua yang merasukinya (2).

Serangga akan berinteraksi satu sama lain atau yang disebut dengan simbiosis. Simbiosis yang terjadi dapat berupa mutualisme maupun kompetisi dalam dekomposisi jasad. Serangga akan melakukan reaksi enzimatik yang akan dilanjutkan oleh serangga berikutnya apabila sudah selesai. Serangga yang datang pada bangkai berurutan sesuai tahap dekomposisi (5).

Jasad hewan maupun manusia mendukung terbentuknya ekosistem baru. Terjadi proses dekomposisi berupa perubahan fisik, biologi, dan kimia yang sangat cepat. Proses ini akan menarik beberapa jenis spesies serangga datang. Serangga dapat tertarik pada jasad baru maupun jasad yang sudah membusuk. Kedatangan serangga ke jasad sangat berguna dalam mengidentifikasi *postmortem interval* (PMI). Akan tetapi faktor lain yang mempengaruhi PMI adalah fisik, kimiawi, iklim atau cuaca, dan serangga pengurai (5).

Faktor-faktor yang digunakan untuk

menentukan saat terjadinya kematian adalah *livor mortis* (lebam mayat), *rigor mortis* (kaku jenazah), *body temperature*, *degree of decomposition*, *stomach content*, *insect activity*, dan *scene marker* (tanda-tanda yang ditemukan pada sekitar tempat kejadian. Aktivitas serangga merupakan salah satu faktor penentu waktu kematian (3).

Aktivitas serangga digunakan dalam memperkirakan waktu kematian dengan menentukan umur serangga yang ditemukan pada jenazah. Serangga yang akan memakan tubuh jenazah adalah spesies *Necrophagus*. Kemudian predator dan parasit akan memakan *Necrophagus*. Selanjutnya spesies pemakan segalanya atau omnivora akan memakan jaringan tubuh maupun serangga. Hari pertama hingga kedua post mortem, telur lalat dapat ditemukan pada jenazah. Lalat akan menempatkan telur dalam orificium tubuh atau pada luka terbuka. Hal ini dapat menyebabkan perubahan bentuk luka maupun hancurnya jaringan sekitar luka. Telur lalat tersimpan pada mayat segera setelah kematian pada siang hari. Hal ini bergantung pada temperatur, kelembapan, dan spesies lalat. Hari ke enam hingga sepuluh post mortem akan ditemukan larva pada jenazah pada kondisi tropis. Setelah itu, pupa yang berasal dari larva dewasa akan ditemukan pada hari ke dua belas hingga delapan belas hari post mortem (3).

Serangga memiliki jumlah spesies beragam dan memiliki kemampuan bertahan hidup yang tinggi. Serangga yang tertarik pada jasad hewan maupun serangga dapat menjadi indikator waktu kematian sehingga berguna dalam pengungkapan kasus kematian (5). Jenis serangga tanah yang teridentifikasi dalam beberapa penelitian yaitu *Entomobrya nivalis*, *Isotomurus balteatus*, *Hypogastura purpurescens*, *Neanura muscorum*, *Micromalthidae debilis*, *Cucujus clavipes*, *Euborellia annulipes*, *Acerentomidae sp.*, *Parholaspulus sp* (6).

Zoosaprofag atau lalat pemakan bangkai digunakan dalam penentuan umur mayat. Terdapat tiga kelompok yaitu spesies nekrofagus, kelompok predator dan parasit, dan yang terakhir adalah spesies omnivora. Spesies nekrofagus akan memakan tubuh

mayat, kelompok predator dan parasite akan memakan nekrofagus, dan kelompok omnivora akan memakan jaringan dan serangga lainnya. Kelompok yang paling penting dalam memprediksi waktu kematian adalah kelompok nekrofagus (3). Spesies yang terutama adalah spesies ordo Diptera (lalat) dan Coleoptera (kumbang). Kelompok spesies lain yang dapat ditemukan seperti *springtail* dan laba-laba yang menggunakan mayat sebagai perpanjangan dari lingkungannya (4).

Serangga yang paling banyak terlibat dalam penyelidikan forensik adalah lalat sejati atau Diptera. Spesies dominan dalam ordo ini adalah Calliphoridae (lalat tiup), Sarcophagidae (lalat daging) dan Muscidae (lalat rumah). Calliphoridae (lalat tiup), Sarcophagidae (lalat daging) dapat tiba dalam beberapa menit setelah kematian. Muscidae (lalat rumah) menunda kolonisasi sampai tubuh mencapai tahap pembusukan mengembung (4).

Proses dekomposisi dari tubuh yang dapat dikenali dalam pembusukan mayat adalah autolisis, pembusukan, dan dekomposisi tulang rangka (diagenesis). Proses autolisis merupakan pemecahan alami, sel-sel tubuh dicerna oleh enzim, termasuk lipase, protease, dan karbohidrat. Proses ini paling cepat terjadi pada organ dalam seperti otak dan hati. Sub nutrisi dilepaskan yang menjadi sumber makanan bagi bakteri. Proses pembusukan adalah kerusakan jaringan oleh bakteri. Hal ini menyebabkan gas seperti gas seperti hidrogen sulfida, sulfur dioksida, karbon dioksida, metana, amonia, hidrogen, dan karbon dioksida dilepaskan. Bersamaan dengan ini terjadi fermentasi anaerob ketika volatile asam propioat dan butirrat terbentuk (7). Tubuh akan mengalami pembusukan aktif, dimana sumber protein dipecah menjadi lemak oleh bakteri. Asam lemak dan senyawa seperti *skatole*, *putrescine*, dan *cadaverine* merupakan senyawa yang penting dalam kondisi ini. Ketika jaringan lunak hilang, kerangka, sisa organik, dan sisa anorganik dipecah oleh kondisi lingkungan dan direduksi menjadi komponen tanah (2).

Proses dekomposisi juga dapat dijelaskan dalam lima tahap yaitu tahap segar, tahap mengembung, tahap

pembusukan, tahap pasca pembusukan, dan tahap sisa. Tahap segar atau *fresh* berlangsung pada hari ke-1 hingga hari ke-2 dimulai pada saat kematian dan berakhir ketika kembang diamati pada bangkai. Estimasi waktu kematian dengan data entomologis setelah 24 jam lebih akurat daripada estimasi pemeriksa medis berdasarkan pemeriksaan jaringan lunak. Serangga terlihat tertarik dalam 10 menit pertama kematian pada bangkai tetapi tidak ditemukan peletakan telur (oviposisi) selama keadaan ini. Kerusakan sel terjadi selama tahap ini tanpa perubahan morfologis. Meskipun perubahan morfologi dan bau tidak jelas bagi manusia, bahan kimia yang dilepaskan dari kerusakan sel menarik serangga bahkan pada tahap awal ini. Tahap mengembung terjadi pada hari ke-2 hingga hari ke-7 terjadi pembusukan gas yang dihasilkan oleh aktivitas metabolisme bakteri anaerob menyebabkan pembengkakan perut dan bangkai membentuk penampilan seperti balon pada bagian selanjutnya. Kegiatan Arthropoda dikombinasikan dengan proses pembusukan menyebabkan suhu internal bangkai meningkat. Diptera dewasa dalam jumlah terbesar tertarik pada bangkai selama tahap ini. Pada hari keempat, stadium instar pertama dan awal kedua atau larva Diptera sudah ada. Pada awal Hari ke-2, beberapa predator larva Diptera juga ditemukan dari bangkai (7). Tahap pembusukan terjadi pada hari ke-5 hingga hari ke-13 terjadi penembusan atau bocornya dinding perut sehingga bangkai akan mengempis dan mengakhiri tahap mengembung. Suhu internal akan naik hingga 14 derajat diatas suhu sekitar diikuti dengan penurunan yang menandakan akhir dari tahap pembusukan. Bau busuk tinggi selama suhu meningkat dan turun dengan penurunan suhu. Terjadi konversi biomassa karkas menjadi biomassa larva diptera. Larva kemudian berubah bentuk dari bangkai untuk menjadi kepompong. Tahap pasca pembusukan terjadi pada hari ke10 hingga hari ke-23. Tahap pasca pembusukan dimulai ketika sebagian besar larva Diptera meninggalkan bangkai, meninggalkan tulang, tulang rawan, rambut, sebagian kecil jaringan, dan sejumlah besar bahan basah dan kental yang diketahui sebagai produk sampingan dari pembusukan. Tahap sisa terjadi pada hari ke-18 hingga lebih dari hari ke-90 Tahap ini ditandai dengan tulang dengan sedikit tulang

rawan yang tersisa dan produk sampingan dari pembusukan telah mengering. Peralihan dari tahap pasca pembusukan ke tahap sisa terjadi secara bertahap, dengan menurunnya populasi Diptera dewasa dan larva (4).

Langkah pertama yang dilakukan dalam pendugaan indeks post mortem dengan larva serangga adalah identifikasi spesies dengan benar. Spesies yang berbeda berbeda dalam tingkat pertumbuhan dan pematangannya. Untuk memperkirakan PMI, umur larva harus ditentukan. Dengan mengukur panjang atau berat kering larva tertua dan membandingkannya dengan data referensi, umur larva dapat diperkirakan. Setelah riwayat termal larva diperoleh, dapat dibandingkan dengan suhu di lokasi kematian dan PMI dapat diperkirakan. Lalat dewasa generasi pertama juga dapat digunakan untuk menentukan umur. Mereka dapat dikenali dari sayapnya yang mengkerut (4).

Data serangga dapat digunakan untuk menentukan lokasi kejahatan. Terdapat perbedaan spesies serangga yang terlibat dengan mayat yang membusuk di habitat dan lingkungan yang berbeda. Pemeriksaan yang cermat dapat mengungkapkan variasi spesies, karena spesies yang terkait dengan satu jenis habitat yang ada pada mayat ternyata berbeda dari spesies saat mayat diangkat setelah kematian (4).

Metode yang digunakan dalam analisis bidang entomologi adalah "*Scanning electron microscopy*" (SEM) untuk meneliti morfologi telur dan larva secara bersamaan di bawah mikroskop electron. Selain itu, digunakan hewan coba untuk merekonstruksi kondisi tempat kejadian. Ketika identifikasi serangga tidak dapat ditentukan sesuai siklus hidupnya, dapat dilakukan pemeriksaan DNA dengan melihat mitokondria DNA (3).

Larva lalat yang memakan bangkai dapat mengakumulasi obat-obatan yang tertelan oleh orang yang meninggal. Mayat yang berada dalam tahap dekomposisi lanjut atau yang telah menjadi kerangka sulit untuk diperiksa zat-zat toksikologinya. Dalam hal ini, larva yang memakan tubuh ini dapat dimaserasi dan dianalisis dengan teknik seperti kromatografi lapis tipis, kromatografi

gas, dan/atau spektrometri massa. Racun dapat mempengaruhi tahap perkembangan larva. Kokain dan heroin dalam bangkai dapat mempercepat perkembangan larva. Racun seperti *malthione* dalam bangkai dapat menunda kolonisasi serangga. Ilmu dalam mengidentifikasi mayat dengan metode ini disebut dengan entomotoksikologi (4).

Ringkasan

Entomologi forensik dapat memberikan ukuran interval post mortem, berdasarkan tahap siklus hidup spesies serangga yang ditemukan dari mayat. Serangga yang datang pada bangkai berurutan sesuai tahap dekomposisi karena jasad hewan maupun manusia mendukung terbentuknya ekosistem baru. Dekomposisi mayat terdiri dari tiga tahap yaitu autolisis, pembusukan, dan dekomposisi tulang rangka (diagenesis). Akan tetapi, terdapat pengklasifikasian lain menjadi lima tahap yaitu tahap segar, tahap pembengkakan, tahap pembusukan, tahap pasca pembusukan, dan tahap sisa. Tetapi perlu diperhatikan faktor lain yang mempengaruhi PMI berupa fisik, kimiawi, iklim atau cuaca, dan serangga pengurai. Serangga yang ditemukan pada mayat dapat diklasifikasikan menjadi tiga kelompok yaitu spesies nekrofagus, kelompok predator dan parasit, dan spesies omnivora. Kelompok spesies lain yang dapat ditemukan adalah springtail dan laba-laba. Selain untuk menentukan waktu kematian, serangga dapat digunakan untuk menentukan lokasi tempat kejadian perkara maupun mengungkap apakah mayat mengonsumsi bahan kimia yang menyebabkan kematian dengan ilmu entomotoksikologi. Metode yang dilakukan dalam entomologi dapat berupa *scanning electron microscopy*, menyesuaikan siklus hidup serangga sesuai literatur, maupun dengan DNA.

Simpulan

Entomologi forensik merupakan ilmu yang memanfaatkan serangga dalam mengidentifikasi mayat. Lamanya mayat, lokasi tempat kejadian, maupun penyebab toksik kematian mayat dapat diidentifikasi dengan ilmu entomologi forensik.

Daftar Pustaka

1. Evand H, Supandi A, Ichsan M. Identifikasi Serangga Tanah Pada Proses Pembusukan Jasad (Entomologi

- Forensik). *jurnal.ar-rairy*. 2022;10(2):176–9.
2. Gennard DE. *Forensic Entomology*. Lincoln: WILEY; 2015.
 3. Nurwidayati A. Penerapan Entomologi dalam Bidang Kedokteran Forensik. *J Vektor Penyakit*. 2009;3(2):55–65.
 4. Joseph I, Mathew D, Sathyan P, Vargheese G. The use of insects in forensic investigations: An overview on the scope of forensic entomology. *J Forensic Dent Sci*. 2011;3(2):89.
 5. Supriyono S, Soviana S, Hadi UK. Pola Kedatangan Serangga pada Jasad Hewan Sebagai Indikator dalam Kegiatan Forensik. *J Vet*. 2019;20(3):418.
 6. Ibrahim A, Kuncoro H. Identifikasi Metabolit Sekunder Dan Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Sungkai (*Peronema Canescens* Jack.) Terhadap Beberapa Bakteri Patogen. *J Trop Pharm Chem*. 2012;2(1):8–18.
 7. LeBlanc HN. *Current concepts in forensic entomology*. The Netherland: Springer International Publishing; 2010. 205 p.