

Perkiraan Waktu Kematian Berdasarkan Kehadiran Serangga Dekomposer pada Bangkai Untuk Kepentingan Entomologi Forensik

(ESTIMATED TIME OF DEATH BASED ON THE PRESENCE OF DECOMPOSER INSECTS ON THE CARCASS FOR FORENSIC ENTOMOLOGY PURPOSES

**Ahmad Dedi Kurniawan¹,
Ni Made Suartini², I Ketut Junitha³**

¹Mahasiswa Program Studi Biologi,

²Laboratorium Taksonomi Hewan,

³Laboratorium Genetika, Program Studi Biologi,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,

Universitas Udayana,

Kampus Unud, Bukit Jimbaran, Kuta, Badung,

Bali, Indonesia 80362

Email: made_suartini@unud.ac.id

ABSTRACT

Insects can be used to determine the time of death in forensic entomology and the study of the spread of zoonotic diseases in veterinary science. The technique to identify the species of scavengers insects were used in this study. Mouse (*Mus musculus* L.) is commonly used as experimental animals in forensic entomology research. The mice used in this study are in good health and the research have received animal ethics approval for the study with certificate number: B/8/UN.14.2.9/PT.01. This research was aimed to determine the estimated time of death of victims by analyzing the species of decomposer insects in mouse cadavers and observing the condition characteristics of mouse cadavers at each stage of decomposition that were treated with abdominal wounds. The research used 30 mouse cadavers placed at three different points with 10 mice at each point and the distance between the points was three meters. At each point, the mouse cadavers were covered by a cube-shaped wire box. Adult insects on mouse cadavers were collected every day from 08.00 AM to 16.00 PM with a break of 30 minutes at 12.10 PM and next at 12.40 PM. Mouse cadavers were taken randomly with one mouse cadaver from each point. The insects obtained were collected and stored in collection bottles containing 70% alcohol and labeled for identification purposes. The environmental factor were temperature range from 27,66°C to 31,07°C, and an average of 29,5°C. Air humidity was in the range of 71,33% to 89,33%, and the average is 76,49%. The wind speed range was 6.03 km/h to 15.67 km/h, with an average of 10,7 km/h. The decomposition process in mouse cadavers has four stages, namely *fresh stage*, *decay stage*, *post decay* and *skeletal stage*. The adult insects obtained came from four orders, eight families and 21 species. *Musca domestica* (order Diptera) and *Canthon mutabilis* (order Coleoptera) were found at every stage of decomposition.

Keywords: Forensic entomology; time of death; insect identification; decomposition

ABSTRAK

Serangga dapat digunakan untuk menentukan waktu kematian dalam entomologi forensik dan untuk studi penyebaran penyakit zoonosis dalam bidang kedokteran hewan. Teknik yang dimanfaatkan yaitu dengan melakukan identifikasi spesies serangga pemakan bangkai. Mencit (*Mus musculus* L.) umum digunakan sebagai hewan coba pada penelitian entomologi forensik. Mencit yang digunakan pada penelitian ini dalam kondisi sehat dan telah mendapat persetujuan etik hewan untuk penelitian dengan nomor sertifikat: B/8/UN.14.2.9/PT.01. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perkiraan waktu kematian korban dengan analisis spesies serangga dekomposer pada bangkai mencit serta mengamati karakteristik kondisi bangkai mencit pada setiap tahapan dekomposisi yang diberi perlakuan luka pada bagian abdomen. Penelitian menggunakan 30 bangkai mencit yang diletakkan di tiga titik berbeda dengan jumlah 10 mencit pada masing-masing titik dan jarak antar titik adalah tiga meter. Pada tiap titik, bangkai mencit ditutupi dengan kotak kawat berbentuk kubus. Serangga dewasa pada bangkai mencit dikoleksi tiap hari pada pukul 08.00-16.00 WITA dengan durasi jeda 30 menit pada pukul 12.10 WITA dan dilanjutkan kembali pukul 12.40 WITA. Bangkai mencit diambil secara acak dengan masing-masing satu bangkai mencit dari setiap titik. Serangga yang didapat dikoleksi dan disimpan dalam botol koleksi yang diisi alkohol 70% dan diberi label untuk keperluan identifikasi. Hasil penelitian menunjukkan faktor lingkungan berupa suhu dengan rentang 27,66°C hingga 31,07°C, dan rata-rata 29,5°C. Kelembapan udara berada pada rentang 71,33% hingga 89,33%, dan rata-rata 76,49%. Rentang kecepatan angin berkisar 6,03 km/jam hingga 15,67 km/jam, dengan rata-rata 10,7 km/jam. Proses dekomposisi pada bangkai mencit didapatkan empat tahapan yakni *fresh stage*, *decay stage*, *post decay*, dan tahap *skeletal*. Serangga dewasa yang didapat berasal dari empat Ordo, delapan famili, dan 21 spesies. *Musca domestica* (ordo Diptera) dan *Canthon mutabilis* (ordo Coleoptera) adalah spesies yang ditemukan pada setiap tahapan dekomposisi.

Kata-kata kunci: entomologi forensik; waktu kematian; identifikasi serangga; dekomposisi

PENDAHULUAN

Penentuan waktu kematian pada suatu kasus di bidang forensik dikenal dengan *Post Mortem Interval* (PMI). Upaya untuk mengungkap penyebab dan waktu kematian dari korban yang ditemukan membutuhkan ketelitian (Handoko, 2021). Salah satu metode efektif yang digunakan untuk menentukan waktu kematian adalah dengan entomologi forensik yang mempelajari tentang serangga yang dimanfaatkan dalam melakukan analisis suatu kasus yang berkaitan dengan forensik yakni identifikasi suatu kematian. Hal ini didasarkan pada serangga memiliki hubungan erat dengan jasad manusia, dan jasad manusia dapat memicu timbulnya ekosistem baru (Siregar et al., 2022). Dalam konteks veteriner, pemahaman tentang suksesi serangga

pada bangkai/kadaver hewan penting untuk mengidentifikasi penyebaran penyakit dan pengelolaan bangkai di lingkungan peternakan (Wahyudi et al., 2023).

Serangga dapat membantu dalam menentukan *Post Mortem Interval* (PMI) selama proses penyelidikan forensik, yakni serangga yang memakan daging yang disebut dengan serangga medikolegal (Evand et al., 2022). Perkiraan waktu kematian sangat penting dalam kasus forensik dan biasanya dimasukkan dalam simpulan otopsi forensik. Menurut Trasia (2022), terdapat serangga yang lebih tertarik dengan jasad yang baru, ada pula yang lebih tertarik dengan jasad yang telah mengalami proses dekomposisi bahkan pada jasad yang telah tinggal tulang belulang. Proses dekomposisi mencakup perubahan fisik, biologis, dan

kimia. Perbedaan tahapan pembusukan menyebabkan spesies serangga tertentu muncul dan dapat menjadi salah satu tolak ukur PMI. Pembusukan dapat menentukan penyebab dan lama kematian jasad dengan menilai perubahan pada tubuh (Baskoro *et al.*, 2023).

Penelitian mengenai serangga dalam bidang entomologi forensik pernah dilaporkan, salah satunya oleh Laksmi *et al.* (2014), yang berfokus pada perkembangan larva famili Sarcophagidae untuk memprediksi lama kematian dengan perbedaan titik lokasi yakni di daratan dan perairan. Siklus hidup lalat *Chrysomya rufifacies* dari famili Calliphoridae dengan memberikan perlakuan obat amlo-dipine secara oral pada tikus putih (*Rattus norvegicus*), ternyata memengaruhi siklus hidup lalat khususnya pada tahap larva yakni instar III menjadi pupa dan pupa menjadi imago. Diarsa *et al.* (2022), melaporkan adanya perbedaan kecepatan dekomposisi bangkai pada media penguburan yang berbeda.

Penelitian-penelitian yang dilaporkan lebih banyak berfokus pada satu spesies serangga maupun tahapan larva tertentu. Penelitian entomologi forensik mengenai perkiraan wak-tu kematian menggunakan mencit (*Mus musculus* L.), yang diberi perlakuan luka pada bagian abdomen dengan mengidentifikasi spesies serangga dekomposer pada tiap proses dekomposisinya belum pernah dilaporkan, sehingga dengan latar belakang tersebut penelitian ini dilaksanakan.

METODE PENELITIAN

Peletakkan Bangkai Mencit dan Pengamatan Peletakkan bangkai mencit yang diberi perlakuan luka di bagian abdomen dilakukan di hutan kawasan Kampus Universitas Udayana, Bukit Jimbaran pada tanggal 16 Desember 2023, dilanjutkan dengan pengamatan hingga tanggal 26 Desember 2023. Identifikasi spesies serangga yang didapat dilakukan di Laboratorium Taksonomi Hewan, Program Studi Biologi, FMIPA Universitas Udayana.

Penelitian menggunakan 30 bangkai

mencit. Mencit digunakan dalam penelitian ini karena merupakan hewan mamalia yang mempunyai ciri fisiologi dan biokimia yang hampir menyerupai manusia. Selain itu, penggunaan mencit diharapkan dapat merepresentasikan proses dekomposisi pada hewan kecil di alam. Mencit yang digunakan adalah mencit berjenis kelamin jantan, dengan bobot badan 20-30 g. Mencit dengan kondisi fisik baik misalnya tidak ada luka di bagian tubuh, dan dalam kondisi sehat ditandai dengan aktif bergerak, serta mencit belum mendapatkan perlakuan apa pun. Penggunaan mencit telah mendapat persetujuan etik hewan untuk penelitian dengan nomor sertifikat: B/8/UN.14.2.9/PT.01.04/2024. Selama penelitian dilakukan pengukuran faktor lingkungan.

Bangkai mencit diletakkan di tiga titik berbeda dengan jumlah 10 mencit pada masing masing titik dan jarak antar titik adalah tiga meter. Pada tiap titik, bangkai mencit ditutup kotak kawat berbentuk kubus. Serangga dewasa pada bangkai mencit dikoleksi tiap hari pada pukul 08.00-16.00 WITA dengan durasi jeda 30 menit pada pukul 12.10 WITA dan dilanjutkan kembali pukul 12.40 WITA. Bangkai mencit diambil secara acak dengan masing-masing satu bangkai mencit dari setiap titik.

Serangga yang didapat dikoleksi dan disimpan pada botol koleksi yang diisi alkohol 70% dan diisi label untuk keperluan identifikasi. Pengamatan serangga pada bangkai dan pengamatan kondisi fisik bangkai mencit dilakukan sampai hari ke-11. Kondisi yang diamati di antaranya: bau, bangkai mencit yang mulai membengkak, daging berwarna kegelapan, rambut mulai rontok, kulit terkelupas dan ciri lainnya dicatat, kemudian ciri yang didapatkan dibandingkan dengan ciri bangkai pada literatur untuk mengetahui tiap tahapan dekomposisi (Gennard, 2007).

Identifikasi Serangga

Identifikasi serangga dilakukan dengan mengamati ciri morfologi, di antaranya: bentuk mata, bentuk antenna, pola warna pada thoraks, bentuk dan venasi

sayap, bentuk dan pola warna abdomen, bentuk atau tipe tungkai dan karakter lain yang diperlukan untuk identifikasi. Karakter yang teramati diidentifikasi dengan mengacu pada Carvalho dan Mello-Patiu (2008); Marshall et al., (2011); Aballay et al. (2013); Beutel et al. (2014); Astuti et al. (2014); Vairoa et al. (2015); Al-Shareef (2016); McLeod et al. (2018); Nazarreta et al. (2021); Wallace (2021); Bharti dan Devinder (2022); dan Mota et al. (2023).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dekomposisi bangkai mencit memiliki karakteristik berbeda-beda pada tiap tahapannya baik dari aroma yang keluar dari bangkai mencit maupun dari morfologinya. Tahapan dekomposisi dan karakteristik tiap tahapan disajikan pada Tabel 1.

Dekomposisi bangkai mencit dimulai dari tahapan *fresh stage* pada hari pertama (saat peletakkan), tanda kematian mulai muncul setelah mencit nyawanya dikorbankan. Bangkai mencit mengalami perubahan kondisi pada menit ke-20, saat disentuh tubuh bangkai terasa lebih dingin (*algor mortis*), berbeda saat sebelum nyawanya dikorbankan. Menurut Parinduri (2020), hal tersebut terjadi karena tubuh menghentikan penyerapan oksigen, yang menyebabkan terhentinya metabolisme tubuh sehingga tidak dihasilkan panas atau energi. Lebam mayat (*livor mortis*) terlihat pada beberapa bagian di antaranya kaki dan punggung setelah satu jam kematian. Menurut Nitiprodjo et al. (2018), perubahan warna berupa warna ungu kemerahan terjadi akibat terkumpulnya darah pada jaringan kulit dan subkutan disertai pelebaran pembuluh kapiler pada bagian tubuh yang letaknya rendah karena gaya gravitasi bumi.

Empat puluh menit sampai dua jam setelah kematian, otot menjadi kaku dan persendian membeku, ini adalah proses yang dikenal sebagai kaku mayat (*rigor mortis*). Kondisi kaku mayat terjadi ditandai dengan persendian tidak dapat bergerak (kaku) (Dix dan Michael, 2000). Kaku mayat terjadi karena hilangnya ATP (Adenosine Triphosphate). Selama masih ada ATP, serabut aktin dan miosin tetap lentur dan dapat berkontraksi

dan relaksasi. Reaksi ini dapat terjadi ketika tubuh memiliki jumlah oksigen yang cukup (Parinduri, 2020).

Bangkai mencit tidak mengalami tahap penggembungan atau *bloated stage* karena pada bagian abdomen telah terjadi luka terbuka sepanjang 3 cm. Hal ini mengakibatkan gas terdorong keluar tanpa tertahan di bagian tubuh, sehingga pada hari kedua aroma busuk bangkai sudah tercium dari jarak 1 m pada setiap titiknya. Bau yang timbul disebabkan oleh aktivitas metabolisme tubuh yang tidak lagi berjalan, sehingga aktivitas bakteri anaerobik pada saluran pencernaan menjadi berkembang dengan cepat dan mengakibatkan timbulnya gas atau bau (Matuszewski et al., 2015). Bau akibat gas yang ditimbulkan pada tahap penggembungan dan pembusukan ini menarik serangga untuk datang (Supriyono et al., 2019).

Tahap pembusukan (*decay stage*) dimulai pada hari ke-3 hingga hari ke-5. Hari ke-3 bau pada bangkai semakin menyengat, hal ini karena pembusukan aktif terjadi dan kadar ammonia yang meningkat mengakibatkan bau bangkai sangat menyengat. Bau yang berasal dari amonia ini berakhir hingga hari ke-6, dan memasuki tahap pascapembusukan (*post decay*). Supriyono et al. (2019), menyatakan bahwa keberadaan amonia mulai meningkat sejak tahap awal kematian, amonia merupakan hasil dari proses *autolisis* dan *putrefaksi* jaringan sehingga amonia kadarnya menurun pada tahap pascapembusukan.

Pada tahap pembusukan (*decay stage*) bau tercium hingga 5 m dari titik lokasi dan pada bangkai ditemukan lalat dengan jumlah paling banyak dari hari sebelumnya. Hal ini karena bau merupakan stimulus utama yang menuntun lalat dalam mencari pakanannya. Lalat tertarik pada bau atau aroma tertentu, termasuk bau busuk yang muncul dari bangkai (Wright, 2015). Selaras dengan Borkakati et al. (2019), yang menyatakan bahwa lalat akan mencari pakan pertama kali dengan sensor bau yang berada di antenanya.

Tabel 1. Tahapan dekomposisi dan karakteristik tiap tahapan

			
<p>1. Fresh stage Pada hari ke-1 dan 2. Bangkai teramati kaku (<i>Rigor mortis</i>), Lebam (<i>Livor mortis</i>), Bangkai terasa lebih dingin, tidak terjadi penggembungan (<i>bloated stage</i>) dan timbul bau</p>		<p>2. Decay stage. Teramati pada hari ke3-5. Tercium bau menyengat, daging kehitaman, rambut mulai rontok, ditemukan larva</p>	
			
<p>3. Post Decay. Ditemukan pada hari ke 6-8. Bangkai berbau, tubuh pecah/rusak, larva menyebar, rambut rontok</p>		<p>4. Skeletal Stage. Ditemukan pada hari ke-9. bau mulai menghilang, tubuh kering, tulang terlihat dengan jelas, sisa kulit, sedi-kit rambut</p>	
		<p>5. Skeletal Stage. Pada hari ke 10-11. Ditemu-kan sisa kulit dan tulang</p>	

Tabel 2. Serangga yang ditemukan pada setiap tahapan dekomposisi

Ordo	Famili	Spesies	Tahapan dekomposisi				
			<i>Fresh stage</i>	<i>Decay stage</i>	<i>Post stage</i>	<i>decay</i>	<i>Skeletal stage</i>
Diptera	Calliphoridae	<i>Chrysomya albiceps</i>	√	-	-	-	
		<i>Chrysomya megacephala</i>	√	√	-	-	
		<i>Chrysomya putoria</i>	√	√	-	-	
		<i>Lucilia cuprina</i>	√	-	-	-	
		<i>Lucilia sericata</i>	√	√	-	-	
		<i>Lucilia sp.</i>	√	-	-	-	
	Muscidae	<i>Musca domestica</i>	√	√	√	√	
		<i>Musca sp.</i>	√	-	-	-	
	Sarcophagidae	<i>Sarcophaga sp. 1</i>	√	-	√	√	
		<i>Sarcophaga sp. 2</i>	√	√	√	-	

Lanjutan Tabel 2. Serangga yang ditemukan pada setiap tahapan dekomposisi

Hymenoptera	Ulidiidae	<i>Physiphora alceae</i>	✓	✓	-	-
	Formicidae.	<i>Diacamma</i> sp.	✓	-	✓	✓
		<i>Diacamma rogosum</i>	✓	✓	-	✓
		<i>Pachycondyla</i> sp.	-	-	✓	-
		<i>Paratrechina longicornis</i>				
		<i>Solenopsis geminate</i>	✓	✓	✓	-
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Canthon mutabilis</i>	✓	✓	✓	✓
		<i>Canthon</i> sp.	✓	-	✓	✓
	Histeridae	<i>Euspilotus azureus</i>	✓	✓	-	-
		<i>Saprinus cyaneus</i>	✓	✓	-	-
Hemiptera	Miridae	<i>Calocoris nemoralis</i>	-	-	-	✓

Keterangan: ✓ = ditemukan, - = tidak ditemukan

Tabel 3. Kehadiran masing-masing spesies serangga berdasarkan hari pada setiap tahapan dekomposisi

Famili	Spesies	Hari dan Tahapan Dekomposisi										
		H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11
		FS	FS	DS	DS	DS	PD	PD	S	S	S	S
Calliphoridae	<i>C. albiceps</i>	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>C. megacephala</i>	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>C. putoria</i>	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>L. cuprina</i>	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>L. sericata</i>	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Lucilia</i> sp.	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Muscidae	<i>Musca domestica</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	-
	<i>Musca</i> sp.	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sarcophagidae	<i>Sarcophaga</i> sp. 1	✓	-	-	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	-
	<i>Sarcophaga</i> sp. 2	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	-	-	-
Ulidiidae	<i>P. alceae</i>	-	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-
Formicidae	<i>Diacamma</i> sp.	✓	-	-	-	-	✓	✓	✓	✓	-	-
	<i>D. rugosum</i>	✓	✓	-	✓	-	-	-	✓	-	-	-
	<i>Pachycondyla</i> sp.	-	-	-	-	✓	✓	-	-	-	-	-
	<i>P. longicornis</i>	✓	-	-	✓	✓	-	-	-	-	-	-
	<i>S. geminate</i>	✓	-	-	✓	✓	✓	-	-	-	-	-
Scarabaeidae	<i>C. mutabilis</i>	-	✓	✓	-	-	-	✓	-	✓	-	-
	<i>Canthon</i> sp.	-	✓	-	-	-	-	✓	-	✓	✓	✓
Histeridae	<i>E. azureus</i>	-	✓	-	✓	-	-	-	-	-	-	-
	<i>S. cyaneus</i>	-	✓	-	✓	-	-	-	-	-	-	-
Miridae	<i>C. nemoralis</i>	-	-	-	-	-	-	-	✓	✓	-	-

Keterangan: ✓ = ditemukan, - = tidak ditemukan, FS= fresh stage, DS= Decay stage, PD= Post decay stage, S= Skeletal

Tabel 4. Data faktor lingkungan selama penelitian

Hari	Suhu (°C)*	Kelembapan (%)*	Kecepatan angin (km/jam)*	Keadaan Cuaca*
1	29,47	71,33	9,97	Cerah
2	28,50	74,33	6,07	Cerah berawan
3	29,37	74	13,2	Cerah
4	29,40	74,33	11,73	Cerah berawan
5	30,07	72,67	12,33	Sedikit awan
6	30,23	73,33	8,93	Hujan
7	30,30	74,33	11,63	Hujan
8	31,07	77,67	9,17	Sedikit awan
9	29,33	76	15,67	Hujan
10	29,33	84	12,9	Awan pecah
11	27,66	89,33	6,03	Hujan
Rata-rata	29.5	76,49	10,7	

Keterangan: * = diukur saat penelitian

Hal ini menjadi tanda bahwa proses pembusukan sedang berjalan dan lalat dengan mudah mengenali pakannya. Serangga dari Ordo Diptera terutama dari famili Calliphoridae yaitu *Chrysomya megacephala* dan *Lucilia sericata*, terlihat mengerubungi setiap bangkai. Selain serangga dewasa ditemukan pula larva pada tubuh bangkai yang terbuka karena luka. Larva tertarik ke area yang terluka karena mereka memakan protein darah yang terpapar dan menyebabkan percepatan dekomposisi (Dix dan Michael, 2000).

Tahap *post decay* ditandai dengan adanya organ yang hilang (terjadinya *adipocere*) dan bangkai terlihat terlapisi lapisan seperti lilin hasil dari penguraian lemak pada bangkai. Bangkai menunjukkan adanya tulang yang sudah terlihat. Aktivitas serangga pada tahap ini mulai menurun, dan hanya ditemukan dua spesies dari famili Muscidae dan Sarcophagidae, serta satu famili Formicidae. Hal ini menunjukkan bahwa masih ada bau yang tercium dari bangkai. Larva pada bangkai mulai meninggalkan bangkai dan tersisa sedikit. Penurunan jumlah larva pada bangkai karena adanya kompetisi dalam mencari pakan baik antar spesies maupun dalam satu spesies. Selain itu, telur lalat tidak menetas akibat kondisi bangkai yang mengering (Supriyono *et al.*, 2019).

Tahap *skeletal* ditandai dengan bau yang sudah hilang, jaringan lunak serta

rambut tersisa sedikit, tulang kerangka bangkai mencit terlihat di semua bagian, sebagian besar tulang menge-ring, namun ada tulang yang masih terlihat terlumasi, bangkai telah mengalami mumi-fikasi yang terlihat dari tulang ditutupi jaringan lunak yang mengering. Tahap ini dimulai pada hari ke-9, serangga yang datang pada bangkai yakni *Musca domestica*, *Sarcophaga* sp 1., *Diacamma* sp., dan *Calocoris nemoralis*. Hari ke-10 diamati tiga spesies lalat, yaitu: *Musca domestica*, *Sarcophaga* sp 1., *Conthon* sp. Tahapan *skeletal* ini terjadi hingga hari ke-11 yang hanya didapatkan serangga dari Ordo Coleoptera yakni *Conthon* sp. Hari ke-11 merupakan hari terakhir pengamatan, dan hanya ditemukan Ordo Coleroptera. Hal tersebut karena Coleoptera umumnya berkoloni pada sisa-sisa bangkai pada tahap akhir (Griffiths *et al.*, 2020).

Lama proses dekomposisi bangkai dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti suhu, kelembapan, cuaca, lokasi, dan ukuran bangkai. Pengaruh lingkungan seperti kecepatan angin dapat memengaruhi aktivitas mikroorganisme dekomposer. Mikroorganisme yang berada di udara terbuka dapat bergerak lebih cepat dan lebih efektif dalam menghancurkan jaringan tubuh, sehingga mempercepat proses pembusukan (Sitohang *et al.*, 2023). Kecepatan angin memengaruhi kondisi lingkungan, seperti kelembapan

udara. Kondisi lembap memengaruhi proses pembusukan. Rata-rata suhu diperoleh 28°C dan kelembapan adalah 90%, dengan demikian mikroorganisme yang membantu proses pembusukan bekerja efektif pada suhu 21-38°C dan pada kelembapan yang tinggi (Sitohang *et al.*, 2023). Ukuran bangkai juga memengaruhi lama tahapan dekomposisi. Sesuai dengan penelitian Pangaila *et al.* (2013), yang menggunakan babi sebagai hewan coba, dan ternyata proses dekomposisi berlangsung hingga 15 hari untuk mencapai tahap *skeletal*. Semakin besar bangkai yang digunakan, maka serangga yang terdapat pada bangkai akan semakin beranekaragam dan melimpah (Wahyudi *et al.*, 2015).

Serangga yang teridentifikasi pada bangkai mencit selama penelitian termasuk kedalam empat ordo, delapan famili dan 21 spesies. Spesies yang paling banyak ditemukan adalah termasuk ordo Diptera sedangkan yang paling sedikit adalah termasuk ordo Hemiptera. Famili dengan jumlah spesies yang paling banyak ditemukan dari famili Calliphoridae yaitu enam spesies sedangkan yang paling sedikit adalah famili Ulidiidae, Histeridae dan Miridae dengan masing-masing satu spesies. Spesies serangga yang ditemukan disajikan pada Tabel 2.

Masing-masing spesies serangga dari 21 spesies yang ditemukan selama penelitian (Tabel 2), tidak selalu ditemukan pada setiap tahapan dekomposisi. Keberadaan serangga dewasa pada tahap awal kematian sampai tahap pembusukan didominasi oleh lalat yang termasuk ordo Diptera (Calliphoridae, Muscidae, Sarcophagidae) dan semut yang merupakan anggota ordo Hymenoptera. Tahap pascapembusukan dan tahap tulang didominasi oleh serangga dari ordo Coleoptera (Scarabeidae) dan serangga dari ordo Hymenoptera (Formicidae) datang ke bangkai hewan sejak awal kematian sampai pada tahap *skeletal*. Kehadiran spesies-spesies serangga pada tiap tahapan dekomposisi disajikan pada Tabel 3.

Faktor lingkungan meliputi suhu, kelembapan, kecepatan angin dan keadaan cuaca bervariasi selama 11 hari pengamatan. Suhu terendah 27,66°C, tertinggi 31,07°C,

dan suhu rata-rata 29,5° C. Kelembapan udara terendah 71,33% , tertinggi 89,33%, dan rata-rata 76,49%. Kecepatan angin terendah 6,03 km/jam, tertinggi 15,67 km/jam, dan rata-rata 10,7 km/jam. Hasil pengukuran faktor lingkungan disajikan pada Tabel 4.

Serangga yang datang pada bangkai mencit berjumlah 21 spesies (Tabel 2). Serangga yang datang pertama kali pada hari peletakan bangkai adalah serangga dari ordo Diptera, famili Calliphoridae yaitu *Lucilia sericata*, *Chrysomya megacephala*, *Lucilia* sp. (Tabel 3). Hasil yang diperoleh selaras dengan laporan penelitian Switha *et al.* (2019), yang mendapatkan spesies *C. megacephala* telah datang di hari pertama pada mencit yang dikorbankan dengan cara dislokasi leher. Penelitian lain yang dilaporkan oleh Putra dan Astuti (2021), menemukan spesies *Chrysomya rufifacies* di atas permukaan tanah pada hari pertama. Laksmi *et al.* (2015), mendapatkan lalat spesies *Lucilia* sp. dengan dua lokasi yang berbeda yakni di perairan dan daratan. Lalat dewasa yang ditemukan pada hari pertama pada ketiga penelitian ini berbeda, karena adanya pengaruh tempat peletakan bangkai yang digunakan.

Hal tersebut senada dengan laporan Laksmi *et al.* (2015) dan Switha *et al.* (2019), yang menyatakan bahwa lokasi ditemukannya mayat, sangat memengaruhi jumlah dan spesies lalat yang datang pada mayat tersebut. Pernyataan tersebut juga senada dengan laporan penelitian dari Grisales *et al.* (2010), yang menemukan spesies lalat yang berbeda pada bangkai tikus wistar yang diletakkan di dataran rendah dan dataran tinggi. Selain itu, faktor lingkungan seperti cuaca dan kecepatan angin juga memengaruhi, karena dalam laporannya pada hari pertama didapatkan cuaca yang cerah dengan kecepatan angin rata-rata 9,97 km/jam.

Lalat dari famili Calliphoridae ini ditemukan pada bangkai sejak hari pertama hingga ketiga. Terhitung 48 jam setelah kematian, lalat spesies *C. albiceps*, *C. megacephala*, *C. putoria*, *L. sericata*, *Sarcophaga* sp., *M. domestica* ditemukan. Hal ini selaras dengan laporan penelitian Musyaffa *et al.*

(2021), yang menemukan kedatangan serangga pada 42 jam pertama adalah spesies *C. megachepala*, *C. albiceps*, dan *Sarcophaga* sp. Lalat yang ditemukan dari famili Muscidae yakni *M. domestica*, *Musca* sp. dan disusul lalat dari Sarcophagidae yakni *Sarcophaga* sp. Hal ini mirip dengan laporan penelitian Musyaffa *et al.* (2021), yang mendapatkan bahwa lalat Calliphoridae, Muscidae dan Sarcophagidae yang mendatangi bangkai pada hari pertama dengan aktivitas bertelur dan memakan bangkai tersebut.

Hari pertama (peletakan bangkai) pada siang hari ditemukan telur pada bagian rongga abdomen bangkai mencit yang terbuka karena perlakuan luka. Hal ini sesuai dengan laporan penelitian Siregar *et al.* (2022), yang menyatakan bahwa hari pertama hingga kedua *post mortem*, telur lalat dapat ditemukan pada jenazah. Lalat menempatkan telur dalam orificium tubuh atau pada luka terbuka, kemudian menyebabkan perubahan bentuk luka maupun hancurnya jaringan sekitar luka. Faktor lain yang mendorong bertelurnya lalat pada hari pertama dan ke-2 pada bangkai karena kelembapan udara yang berada pada kisaran 71-74% (Tabel 4), sesuai untuk lalat bertelur pada bangkai. Kelembapan udara merupakan salah satu faktor abiotik yang memengaruhi siklus hidup lalat. Kelembapan optimum yang dibutuhkan lalat yaitu berkisar antara 45-90% (Munandar *et al.*, 2018).

Hari kedua yang merupakan tahap *fresh stage*, mulai timbul bau menyengat yang dapat tercium hingga 3 m dari titik peletakan bangkai mencit. Bau yang timbul ini lebih cepat tercium karena tidak adanya tahap *bloated stage* atau pembungaan karena tubuh bangkai yang telah terbuka akibat luka sayat sepanjang 3-4 cm di abdomen sehingga pembusukan lebih cepat terjadi. Parinduri (2020), menyatakan bahwa salah satu faktor yang memengaruhi kecepatan pembusukan adalah adanya luka pada bagian tubuh mayat. Kehadiran *P. alceae* di hari kedua dan ketiga pada bangkai di permukaan tanah sesuai dengan laporan penelitian Al-Zahrani *et al.* (2023), yang

menemukan adanya *P. alceae* pada bangkai yang dikubur dan bangkai yang diletakkan di permukaan tanah.

Serangga dewasa pada tahap awal kematian sampai tahap pembusukan didominasi oleh lalat anggota ordo Diptera (Calliphoridae, Muscidae, Sarcophagidae) dan semut. Pada tahap pascapembusukan dan tahap tulang didominasi oleh Coleoptera (Scarabaeidae, Histeridae). Serangga Hymenoptera (Formicidae) datang ke bangkai hewan sejak awal kematian sampai pada tahap *skeletal*. Suksesi serangga dengan kelompok serangga yang berbeda tertarik pada tahap pembusukan yang berbeda. Distribusi spesies serangga yang ditemukan pada mayat menunjukkan mayat tersebut berada pada tahap pembusukannya (Anderson, 2000).

Kehadiran spesies serangga yaitu lalat yang meliputi 11 spesies (*C. albiceps*, *C. megacephala*, *C. putoria*, *L. cuprina*, *L. sericata*, *Lucilia* sp., *M. domestica*, *Musca* sp., *Sarcophaga* sp. 1., *Sarcophaga* sp. 2, dan *P. alceae*) pada bangkai dapat berpotensi menyebarkan penyakit terhadap manusia maupun hewan lainnya di alam.

SIMPULAN

Karakteristik tiap tahapan dekomposisi yaitu: tahapan *fresh stage*: bangkai menjadi kaku, dan terdapat warna merah kebiruan (ungu) pada punggung dan kaki, bagian tubuh masih utuh. Tahapan *decay stage*: bangkai mengeluarkan bau busuk, bangkai berwarna coklat kehitaman (gelap) dengan kulit bertekstur kasar, abdomen yang terbuka memperlihatkan jaringan lunak yang terdekomposisi dan rambut rontok. Tahapan *post decay*: bangkai terlihat terlapisi lapisan seperti lilin (*adipocere*), bangkai terlihat lembap dengan tulang terlihat, organ-organ terlihat hilang, Tahapan *skeletal*: tulang bangkai terlihat tertutupi dengan sedikit jaringan lunak yang tersisa. Serangga yang ditemukan berasal dari empat ordo, delapan famili, dan 21 spesies. *M. domestica* (ordo Diptera) dan *C. mutabilis* (ordo Coleoptera) adalah spesies yang ditemukan pada setiap tahapan dekomposisi.

SARAN

Penelitian lanjutan diharapkan mengkaji hubungan serangga dekomposer dengan penyebaran penyakit.

DAFTAR PUSTAKA

- Aballay FH, Arriagada G, Flores GE, Centeno ND. 2013. An Illustrated Key to and Diagnoses of the Species of Histeridae (Coleoptera) Associated with Decaying Carcasses in Argentina. *Zoo Keys* 261: 61–84.
- Al-Shareef LAH. 2016. Species Identification of Forensic Important Blowflies (Diptera, Calliphoridae) that Occur in Jeddah, Kingdom of Saudi Arabia. *Global Journal of Nursing and Forensic Studies* 1(3): 1-8.
- Al-Zahrani O, Al-Khalifa MS, Al-Qahtni AH, AL-Mekhlafi FA. 2023. Decomposition and Dipteran Succession on Buried Rabbits Carcasses. *Saudi Journal of Biological Sciences* 30(11): 1-8.
- Baskoro MA, Suwandono A, Wujoso H. 2023. Hubungan Pembusukan dengan Penentuan Sebab Kematian pada Jenazah Tanpa Identitas yang Dilakukan Otopsi di RSUD Dr. Moewardi Tahun 2011-2021. *Plexus Medical Journal* 2(3): 94-99.
- Beutel RG, Richard AB. 2016. *Leschen Coleoptera, Beetles. Morphology and Systematics*. Berlin. [De Gruyter](#).
- Bharti M, Devinder S. 2022. Insects in Forensic Investigations. *Insects as Service Providers*. Patiala, Punjab. Departemen Zoologi dan Ilmu Lingkungan, Universitas Punjabi. Hlm. 165-182.
- Borkakati, Venkatesh, Saikia, Bora. 2019. A Brief Review on Food Recognition by Insects: Use of Sensory and Behavioural Mechanisms. *Journal of Entomology and Zoology Studies* 7(3): 574– 579.
- Carvalho CJBD, Mello-Patiu CAD. 2008. Key to the Adults of the Most Common Forensic Species of Diptera in South America. *Revista Brasileira de Entomologia* 52(3): 390-406.
- Diarsa C, Junitha IK, Sundra IK. 2022. Laju Dekomposisi Bangkai Mencit (*Mus musculus*) yang Dikubur selama Empat minggu pada Media Tanah Kumus, Kapur, dan Pasir Pantai. *Jurnal Biologi Udayana* 26(1): 73-86.
- Dix J, Michael G. 2000. *Time of Death, Decomposition and Identification: an atlas*. Boca Raton. CRC Press LLC
- Evand H, Supandi A, Putri MK, Khatami MI, Kesuma DI, Isfanda. 2022. Identifikasi Serangga Tanah pada Proses Pembusukan Jasad (Entomologi Forensik). *Biotik* 10(2): 176-179.
- Griffiths K, Krosch MN, Wright K. 2020. Variation in Decomposition Stages and Carrion Insect Succession in a Dry Tropical Climate and its Effect on Estimating Post Mortem Interval. *Forensic Sciences Research* 5(4): 327–335.
- Grisales D, Magnolia R, Villegas S. 2010. Insects Associated with Exposed Decomposing Bodies in the Colombian Andean Coffee Region. *Revista Brasileira de Entomologia*. 54(4).
- Handoko ACD. 2021. Menentukan Post Mortem Interval (PMI) dengan Pemeriksaan Pertumbuhan Larva Serangga Berdasarkan Faktor Penyebab Kematian. *Jurnal Ilmiah Indonesia* 6(2): 1044-1054.
- Laksmi ASN, Watiniasih, Junitha IK. 2014. Identifikasi Larva Sarcophagidae (Genus Sarcophaga) pada Bangkai Mencit (*Mus musculus*) di Hutan Mangrove. *Majalah Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya* 1(4): 190-199.
- Marshall SA, Whitworth T, Roscoe L. 2011. Blow Flies (Diptera: Calliphoridae) of Eastern Canada with a Key to Calliphoridae Subfamilies and Genera of Eastern North America, and a Key to the Eastern Canadian Species

- of Calliphorinae, Luciliinae and Chrysomyiinae. *Canadian Journal of Arthropod Identification* 11: 1-93
- Matuszewski S, Konwerski S, Fr¹tczak K, Szafaowicz M. 2014. Effect of Body Mass and Clothing on Decomposition of Pig Carcasses. *Int J Legal Med* 128(6): 1039–1048.
- McLeod N, Hall MJR, Wardhana AH. 2018. Towards the Automated Identification of Chrysomya Blow Flies from Wing Images: Automated Identification of Chrysomya. *Med Vet Entomol* 32(3): 323-333.
- Mota AA, Carvalho E, Correa CMA, Vaz-de-Mello FZ. 2023. Identification Guide of Dung Beetle Species (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) of the Brazilian Pantanal. *Biota Neotropica* 23(2): 1-21
- Munandar MA, Hestningsih R, Kusariana N. 2018. Perbedaan Warna Perangkap Pohon Lalat terhadap Jumlah Lalat yang Terperangkap di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Jati-barang Kota Semarang. *J Kesehat Masy* 6(4):157–167.
- Musyaffa MF, Soviana S, Retnani EB. 2021. The Dynamic of Insect Population Succession in Bird Poisoned by Pyrethroid Insecticides. *Acta Veterinaria Indonesia* May 2021:102-108.
- .Nazarreta R, Buchori D, Hashimoto Y, Hidayat P, Stefen S, Jochen D. 2021. *A Guide to the Ants of Jambi (Sumatra, Indonesia): Identification Key to Ant Genera and Images of the EFF or TS collection*. Jakarta. LIPI Press.
- Nitiprodjo AH, Maulana AM. 2018. Persepsi Tenaga Medis dan Paramedis terhadap Pasien Meninggal di RS PKU Muhammadiyah Gombong. *Herb-Medicine Journal* 1(2): 115-121.
- Pangaila SKI, Kristanto EG, Mallo JF. 2013. Gambaran Kecepatan Pembusukan Hewan Coba di Daerah Pesisir Pantai Manado. *Jurnal Ilmiah Kedokteran Ilmiah* 2(2): 1-9.
- Parinduri AG. 2020. *Buku Ajar Kedokteran Forensik dan Medikolegal*. Medan. Umsu Press.
- Siregar RNF, Suwandi JF, Kurniati I. 2022. Entomologi Forensik. *Jurnal Agro-medicine* 9(1): 76-80.
- Sitohang S, Zaluchu RB, Nawan. 2023. Perbedaan Laju Pembusukan Mencit di Air Tawar, Air Asin, dan Udara Terbuka. *Jurnal Riset Mahasiswa* 1(1): 9-12.
- Supriyono, Soviana S, Hadi UK. 2019. Pola Kedatangan Serangga pada Jasad Hewan sebagai Indikator dalam Kegiatan Forensik. *Jurnal Veteriner* 20(3): 418-427.
- Switha ET, Anwar C, Ghiffari A. 2019. Pengaruh Beda Tempat Peletakan Bangkai dengan Pertumbuhan Larva Lalat pada Tikus (*Rattus norvegicus*). *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan* 10(1): 46–54.
- Trasia RF. 2022. The Role of Forensic Entomology in Estimating the Time of Death. *Damianus Journal of Medicine* 21(1): 78-86.
- Vairoa KPE, Mauricio OM, Cátia ADMP. 2015. Comparative Morphology and Identification key for Females of Nine Sarcophagidae Species (Diptera) with Forensic Importance in Southern Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia* 59(3): 177–187.
- Wahyudi P, Soviana S, Hadi UK. 2015. Keragaman Spesies dan Prevalensi Lalat Pasar Tradisional di Kota Bogor. *Jurnal Veteriner* 16(4): 474-482.
- Wallace C. 2021. An Illustrated Identification Key to the Genera of Uliidiidae (Diptera: Tephritoidea) of the United States and Canada. *Canadian Journal of Arthropod Identification* 45: 94.
- Wright GA. 2015. Olfaction: Smells like fly food. *Journal Current Biology* 25(4): 144-146.