

**KAJIAN ENTOMOLOGI FORENSIK KEANEKARAGAMAN
SERANGGA PADA BANGKAI TIKUS (*Rattus novergicus*)
BERDASARKAN FAKTOR LINGKUNGAN**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Syarat Guna
Memperoleh Gelar Sarjana Sains
dalam Ilmu Biologi



Oleh:

MUHAMMAD FARID RAHMAN

1708016027

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2022**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Farid Rahman

NIM : 1708016027

Jurusan : Biologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**“Kajian Entomologi Forensik Keanekaragaman
Serangga pada Bangkai Tikus (*Rattus novvergicus*)
Berdasarkan Faktor Lingkungan”**

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya saya sendiri, kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 30 Juni 2022

Pembuat pernyataan,



Muhammad Farid Rahman

NIM: 1708016027



PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : Kajian Entomologi Forensik Keanekaragaman
Serangga pada Bangkai Tikus (*Rattus
novergicus*) Berdasarkan Faktor Lingkungan

Penulis : Muhammad Farid Rahman

NIM : 1708016027

Jurusan : Biologi

Telah diujikan dalam sidang tugas akhir oleh Dewan Penguji
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat
diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana
dalam Ilmu Biologi

Semarang, 30 Juni 2022

DEWAN PENGUJI

Penguji I

Dr. Ling. Rusmadi, M.Si.
NIDN. 2026018302

Penguji II

Bowo Nurcahyo, M.Biotech.
AKBP NRP. 77111013

Penguji III

Andang Syaifudin, M.Sc.
NIP. 198907192019051010

Penguji IV

Mirzati Na'ima, M.Sc.
NIP. 198809302019032016

Pembimbing I

Dr. Ling. Rusmadi, M.Si.
NIDN. 2026018302

Pembimbing II

Bowo Nurcahyo, M.Biotech.
AKBP NRP. 77111013



NOTA DINAS

Semarang, 30 Juni 2022

Yth. Ketua Progam Studi Biologi
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamualaikum. wr. wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Kajian Entomologi Forensik Keanekaragaman Serangga pada Bangkai Tikus (*Rattus novergicus*) Berdasarkan Faktor Lingkungan

Penulis : Muhammad Farid Rahman

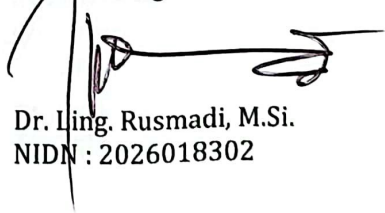
NIM : 1708016027

Jurusan : Biologi

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan Sidang Munaqosyah.

Wassalamualaikum. wr. wb.

Pembimbing I,



Dr. Ling. Rusmadi, M.Si.
NIDN : 2026018302

NOTA DINAS

Semarang, 30 Juni 2022

Yth. Ketua Progam Studi Biologi
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamualaikum. wr. wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Kajian Entomologi Forensik Keanekaragaman Serangga pada Bangkai Tikus (*Rattus novergicus*) Berdasarkan Faktor Lingkungan

Penulis : Muhammad Farid Rahman

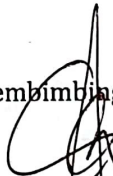
NIM : 1708016027

Jurusan : Biologi

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan Sidang Munaqosyah.

Wassalamualaikum. wr. wb.

Pembimbing II,



Bowo Nurcahyo, M.Biotech
AKBP NRP. 77111013

TRANSLITERASI

Penulisan transliterasi huruf-huruf Arab Latin dalam skripsi ini berpedoman pada SKB Menteri Agama dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan RI Nomor : 158/1987 dan Nomor: 0543b/U/1987. Penyimpangan penulisan kata sandang [al-] disengaja secara konsisten supaya sesuai teks Arabnya.

ا	A	ط	t}
ب	B	ظ	z}
ت	T	ع	'
ث	s\	غ	G
ج	J	ف	F
ح	h}	ق	Q
خ	Kh	ك	K
د	D	ل	L
ذ	z\	م	M
ر	R	ن	N
ز	Z	و	W
س	S	ها	H
ش	Sy	ء	'
ص	s}	ي	Y
ض	d}		

Bacaan Madd:

a > = a panjang

i > = I panjang

u > = u panjang

Bacaan Diftong:

au = او

ai = اي

iy = اي

ABSTRAK

Serangga merupakan hewan yang memiliki peran penting dalam Kajian Entomologi Forensik. Gelombang kedatangannya pada bangkai dapat digunakan untuk memperkirakan lama waktu kematian dan tempat kematian bangkai. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui keanekaragaman serangga pada bangkai Tikus (*Rattus novergicus*) di dua tempat dengan perbedaan faktor lingkungan. Metode dilakukan dengan pengamatan setiap pagi dan sore selama proses dekomposisi bangkai berlangsung identifikasi serangga yang terkoleksi, dan analisis data menggunakan rumus excel *Shannon-Wiener*. Indeks keanekaragaman serangga di Cagar Budaya Candi Gedong Songo termasuk kategori sedang, yaitu 1,234 terdiri dari 301 jumlah individu dan di Area Persawahan Dusun Kalibendo tercatat 1,477 yang terdiri dari 494 jumlah individu. Terdapat 10 jenis serangga pada masing-masing lokasi penelitian, sembilan diantaranya ditemukan di dua lokasi tersebut, yaitu *C. megacephala*, *C. vicina*, *Fannia sp.*, *M. domestica*, *V. velutina*, *A. crenulata*, *A. gracilipes*, *A. cinerea*, *L. migratoria*, sedangkan serangga *H. unipunctatus* hanya terdapat di Cagar Budaya Candi Gedong Songo dan *S. invicta* hanya terdapat di Area Persawahan Dusun Kalibendo. Perbedaan jumlah serangga pada dua lokasi tersebut dipengaruhi oleh faktor lingkungan berbeda, yang mana faktor lingkungan berpengaruh langsung terhadap lama proses dekomposisi bangkai. Proses dekomposisi bangkai di Cagar Budaya Candi Gedong Songo memulai tahap *bloated* lebih lama (hari keempat) dan berakhir lebih cepat (hari ketujuh), hal ini menyebabkan serangga yang tertarik pada tahap ini seperti lalat dari Family *Callphoridae* hanya sedikit yang datang. Sedangkan proses dekomposisi bangkai di Area Persawahan Dusun Kalibendo mulai tahap *bloated* sejak hari ketiga dan berakhir pada hari ketujuh, bahkan sampai hari ke sembilan beberapa bagian tampak belum kering meskipun hanya tersisa kulit, rambut rontok dan tulang-belulang.

Kata kunci: *Keanekaragaman, Entomologi Forensik, Serangga.*

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya yang senantiasa terlimpahkan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul “Kajian Entomologi Forensik Keanekaragaman Serangga pada Bangkai Tikus (*Rattus novergicus*) Berdasarkan Faktor Lingkungan” sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan Program Sarjana (S-1) pada Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.

Sholawat serta salam selalu tercurahkan kepada baginda Nabi Muhammad SAW yang telah memberikan inspirasi dan menuntun umat manusia menuju jalan yang lurus serta menjadi anugerah terbesar bagi seluruh alam semesta. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Sehingga pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua saya H. Nurrohman, S.Ag., S.Pd., M.M., dan Hj. Nur ‘Aisah, S.H., yang senantiasa memberikan dukungan baik moral ataupun materi, serta memberikan doa yang tulus atas kelancaran selama menyelesaikan perkuliahan dan penulisan skripsi;
2. Prof. Dr. H. Imam Taufiq, M.Ag., selaku Rektor UIN Walisongo Semarang;

3. Dr. H. Ismail, M.Ag., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang;
4. Baiq Farhatul Wahidah, M.Si., selaku Ketua Program Studi Biologi dan Dosen Wali yang telah berkenan memberikan arahan selama perkuliahan hingga dalam penulisan skripsi;
5. Dr. Ling. Rusmadi, M.Si., selaku Sekretaris Prodi Biologi serta Dosen Pembimbing Skripsi I yang telah bersedia membimbing, memberikan ilmu, perhatian, serta memberikan arahan dalam penulisan skripsi;
6. AKBP Bowo Nurcahyo, S.Si., M.Biotech., selaku Dosen Pembimbing II yang telah bersedia membimbing, memberikan ilmu, perhatian, ide – ide penelitian serta memberikan arahan dalam penulisan skripsi;
7. Dosen, Laboran, Staf dan segenap civitas akademik Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang yang telah memeberikan banyak ilmu dan senantiasa memotivasi penulis dapat menyelesaikan skripsi;
8. AKP Nindya Putra S.Si., M. Akmal Surur, S.Si., dan M. Yusrun Niam, S.Si., yang senantiasa membantu sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan lancar;
9. Siti Fatimah yang senantiasa menemani, membantu, dan mengingatkan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini;

10. Segenap keluarga besar BATIM FAMILY yang senantiasa memberikan dukungan dan doa;
11. Teman-teman seperjuangan dari keluarga Biologi 2017 (BIOSQUAD) sebagai tempat berbagi cerita selama perkuliahan dan senantiasa memberikan dukungan semangat serta doa;
12. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan kontribusi sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.

Semoga semua yang telah diberikan kepada penulis, mendapatkan balasan dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran guna menjadikan skripsi ini lebih baik. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan, pembaca, serta masyarakat. Aamiin.

Semarang, 30 Juni 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PENGESAHAN	iii
NOTA DINAS	iv
TRANSLITERASI	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR DIAGRAM	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian	5
D. Manfaat Penelitian	5
BAB II LANDASAN PUSTAKA	7
A. Kajian Pustaka	7
1. Entomologi Forensik.....	7
2. Keanekaragaman.....	9
3. Serangga.....	11
a. Deskripsi Serangga.....	11

b. Aktivitas Serangga pada Bangkai.....	20
c. Serangga Forensik	29
4. Tikus Putih (<i>Rattus novergicus</i>) Wistar	30
5. Faktor Lingkungan yang Berpengaruh pada Bangkai Tikus terhadap Ketertarikan Serangga	32
6. Entomologi Forensik dalam Al-Qur'an	35
B. Penelitian Terdahulu	37
C. Kerangka Teori.....	41
D. Hipotesis	42
BAB III METODE PENELITIAN	43
A. Jenis Penelitian	43
B. Tempat dan Waktu Penelitian.....	43
C. Alat dan Bahan.....	43
1. Alat.....	43
2. Bahan	44
D. Prosedur Kerja.....	44
1. Tahap Persiapan	44
2. Tahap Sampling	44
3. Identifikasi	45
4. Analisis Data.....	45
E. Batasan Penelitian.....	47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	49
A. Deskripsi Kondisi Lingkungan pada Lokasi Penelitian	49
1. Kawasan Cagar Budaya Candi Gedong Songo	49

2. Area Persawahan Dusun Kalibendo	51
B. Keanekaragaman Serangga pada Bangkai Tikus (<i>Rattus novergicus</i>) di Kawasan Cagar Budaya Candi Gedong Songo.....	53
C. Keanekaragaman Serangga pada Bangkai Tikus (<i>Rattus novergicus</i>) di Area Persawahan Dusun Kalibendo	62
D. Pengaruh Faktor Lingkungan pada Bangkai terhadap Kehadiran Serangga sebagai Faktor Dekomposisi.....	70
BAB V PENUTUP	73
A. Kesimpulan	73
B. Saran.....	74
DAFTAR PUSTAKA	75
LAMPIRAN	86
RIWAYAT HIDUP	111

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Tabel Pengukuran Parameter Lingkungan di Kawasan Cagar Budaya Candi Gedong Songo.....	45
Tabel 4.2 Tabel Pengukuran Parameter Lingkungan di Area Persawahan Dusun Kalibendo.....	47
Tabel 4.3 Keanekaragaman serangga pada bangkai tikus di Kawasan Cagar Budaya Candi Gedong Songo	50
Tabel 4.4 Keanekaragaman serangga pada bangkai tikus di Area Persawahan Dusun Kalibendo	60
Tabel 4.5 Absensi Kehadiran Serangga.....	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Miastor sp.</i>	16
Gambar 2.2 Lalat Rumah (<i>Musca domestica</i>).....	18
Gambar 2.3 Lalat Kecil (<i>Fannia sp.</i>).....	18
Gambar 2.4 Ngengat Io (<i>Automeris io</i>)	20
Gambar 2.5 Kupu-Kupu Raja (<i>Danaus plexippus</i>)	21
Gambar 2.6 Kumbang Koksi (<i>Harmonia axyridis</i>)	21
Gambar 2.7 Kumbang Sayap Jaring (<i>Porrostama rhipidius</i>)..	22
Gambar 2.8 Assasin Bugs (<i>Rhynocoris iracundus</i>).....	22
Gambar 2.9 Ulat Pelana (<i>Acharia stimulea</i>)	23
Gambar 2.10 Larva Ngengat Io (<i>Automeris io</i>).....	23
Gambar 2.11 Kumbang Lepuh (<i>Hycleus lugens</i>)	24
Gambar 2.12 Kumbang Atlion (<i>Euroleon nostras</i>).....	24
Gambar 2.13 Sengatan Tawon (<i>Vespula germanica</i>).....	25
Gambar 4.1 Belalang Hijau (<i>Atractomorpha crenulata</i>).....	52
Gambar 4.2 <i>Homoeocerus unipunctatus</i>	55

DAFTAR DIAGRAM

Diagram 4.1 Jumlah Kehadiran Serangga	63
---	----

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Pengamatan Pagi Kawasan Cagar Budaya Candi Gedong Songo	78
Lampiran 2. Tabel Pengamatan Pagi Area Persawahan.....	82
Lampiran 3. Tabel Pengamatan Sore Kawasan Cagar Budaya Candi Gedong Songo	89
Lampiran 4. Tabel Pengamatan Sore Area Persawahan	93
Lampiran 5. Tabel Dokumentasi Penelitian.....	98
Lampiran 6. Tabel Foto Serangga yang Teramati	100

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Faktor penting yang menyertai kesuksesan ahli forensik dalam mengungkap kebenaran mengenai kasus kriminal yaitu ketelitian ketika mengumpulkan dan mengamati bukti-bukti yang tertinggalkan. Terdapat beberapa metode pengamatan yang dapat ditempuh dalam mengungkap kasus-kasus tersebut dan menjadi keharusan bahwa kesimpulan ahli forensik dapat menjadi saksi kunci di meja hijau. Salah satu kunci dalam menyelesaikan kasus forensik adalah adanya barang bukti jaringan tubuh manusia. Meskipun jaringan tubuh manusia akan mengalami proses degradasi dan akhirnya hilang, namun kerusakan dan hilangnya jaringan tubuh tersebut membawa bukti-bukti baru, yakni bukti ilmiah yang mendukung proses hukum di pengadilan (Kristanto, dkk, 2009).

Keberadaan bangkai hewan sangat mendukung terbentuknya sebuah ekosistem baru. Selama proses dekomposisi terjadi perubahan fisik, biologis dan kimiawi yang sangat cepat. Tahap dekomposisi bangkai hewan akan menarik berbagai spesies serangga untuk datang. Beberapa jenis serangga menyukai bangkai hewan yang masih segar,

ada pula serangga yang menyukai jasad hewan yang sudah membusuk. Keanekaragaman jenis serangga yang datang menghampiri bangkai sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan serta kondisi bangkai (Supriyono, dkk, 2019). Termasuk adanya perubahan pada jasad seperti kaku mayat (*rigor mortis*), munculnya lebam pada tubuh mayat (*livor mortis*) merupakan parameter yang perlu diperhatikan dalam mengenali keanekaragaman serangga yang datang (Park, dkk, 2018).

Keanekaragaman jenis serangga yang datang karena adanya aktivitas tubuh pasca kematian jasad sangat bergantung pada proses dekomposisi jasad. Faktor yang mempengaruhi proses dekomposisi yakni suhu, kelembapan, curah hujan, pencahayaan, letak geografis, serta kontaminan yang menentukan proses dekomposisi jasad dan menjadi dasar keberadaan serangga (Byrd & Jeffery, 2020).

Entomologi merupakan salah satu cabang ilmu biologi yang mempelajari tentang kehidupan serangga, baik itu pengenalan anatomi, struktur maupun klasifikasi serangga. Selain itu, entomologi juga berperan dalam identifikasi keanekaragaman jenis serangga yang terdapat di sekitar jasad. Hal ini bermanfaat sebagai parameter pengelompokan serangga berdasarkan faktor lingkungan,

karena faktor lingkungan setiap tempat berbeda mempengaruhi keanekaragaman jenis serangga yang ada (Laksmi, dkk, 2015).

Penelitian dalam kajian entomologi forensik mengharuskan adanya ilustrasi sebuah kasus forensik, oleh karena itu dibutuhkan adanya korban yang menjadi subjek sebuah kasus kriminalitas. Berdasarkan ketentuan tersebut tikus (*Rattus novergicus*) menjadi salah satu kandidat sebuah penelitian dalam kajian entomologi forensik. Tikus termasuk hewan yang paling sering digunakan sebagai hewan coba pada penelitian, karena tikus memiliki karakter seperti masa gestasi singkat, masa hidup relatif singkat, jinak dan memiliki latar belakang kesehatan dan genetik yang sudah diketahui. Genom tikus memiliki kedekatan homologi dengan genom manusia sehingga manipulasi pada genom tikus dapat menghasilkan hewan coba yang fenotipnya mirip dengan penyakit pada manusia (Husna, dkk, 2019).

Pemanfaatan serangga sebagai salah satu faktor yang dapat membantu melihat penyebab kematian belum banyak dilakukan. Sehingga penelitian ini sangat penting dilakukan untuk menambah *database* serangga forensik yang telah terinventarisasi melalui artikel penelitian terdahulu dengan adanya perbedaan letak geografis

penelitian. Alasan lain disampaikan oleh *statement* pakar forensik bahwa penelitian serupa harus sering dilakukan diberbagai daerah, mengingat persebaran serangga yang sangatlah luas. Semakin sering penelitian serupa dilakukan, maka semakin rapat pemetaan keanekaragaman serangga di seluruh penjuru bumi yang berimbas kepada semakin spesifik daftar serangga dimasing – masing tempat tersebut untuk menambah database serangga forensik yang telah ada. Penelitian ini juga dilakukan berdasarkan saran penelitian terdahulu dengan menambahkan pengukuran faktor lingkungan seperti suhu dan kelembapan di sekitar tempat penelitian.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana keanekaragaman spesies serangga yang datang pada bangkai tikus (*Rattus novergicus*) di dua tempat penelitian dengan faktor lingkungan berbeda?
2. Bagaimana perbedaan jenis serangga yang datang pada bangkai tikus (*Rattus novergicus*) di dua tempat penelitian berbeda berdasarkan faktor lingkungan yang berbeda?

C. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui keanekaragaman spesies serangga yang datang pada bangkai tikus (*Rattus novergicus*) dari dua tempat penelitian dengan faktor lingkungan berbeda.
2. Mengetahui perbedaan jenis serangga yang datang pada bangkai tikus (*Rattus novergicus*) berdasarkan faktor lingkungan dari dua tempat penelitian berbeda.

D. Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian di atas, manfaat penelitian yang diambil dari penelitian tersebut sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Secara umum penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi perkembangan studi entomologi forensik terutama dalam menambah database serangga forensik berdasarkan faktor lingkungan, meliputi: suhu; intensitas cahaya, kelembapan dan ketinggian.

2. Manfaat Praktis

- a. Bagi intitusi penelitian dan pembelajaran penelitian ini memiliki manfaat menambah *database* serangga forensik serta dapat menambah koleksi insektarium di laboratorium.

- b. Bagi aparat kepolisian penelitian ini dapat membantu mengidentifikasi proses penyelidikan kasus kriminal salah satunya melalui tahapan autopsi jenazah korban kriminal.
- c. Bagi masyarakat umum penelitian ini dapat digunakan sebagai informasi publik tentang serangga seperti siklus hidupnya, habitatnya, dalam kajian entomologi forensik.

BAB II

LANDASAN PUSTAKA

A. Kajian Pustaka

1. Entomologi forensik

Entomologi forensik merupakan cabang ilmu dalam ilmu entomologi dan ilmu forensik. Entomologi forensik memiliki keterkaitan dengan ilmu tanatologi (ilmu kematian). Beberapa cabang keilmuan biologi tersebut berguna mempelajari pengaruh dan peran serangga dalam penentuan waktu kematian mayat secara entomologis yang dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal seperti musim, kelembapan, temperatur, paparan cahaya dan lokasi (Keshavarzi, *dkk*, 2015).

Entomologi adalah salah satu cabang ilmu biologi yang mempelajari tentang serangga serta kehidupannya. Istilah ini berasal dari dua perkataan latin '*entomon*' bermakna serangga dan '*logos*' bermakna ilmu pengetahuan. Sebagai bagian dari komunitas ekosistem bumi, serangga telah menjadi penentu keberadaan dan perkembangan ekosistem di muka bumi (Ofreza, 2019).

Serangga disebut pula '*insecta*', berasal dari bahasa Latin '*insectum*', sebuah kata serapan dari bahasa Yunani έντομον (*éntomon*) yang berarti "terpotong

menjadi beberapa bagian". Serangga merupakan salah satu kelas avertebrata di dalam filum arthropoda yang memiliki eksoskeleton berkitin, bagian tubuhnya terbagi menjadi tiga bagian; yaitu kepala, thorax, dan abdomen, tiga pasang kaki yang terhubung ke thorax, memiliki mata majemuk, dan sepasang antena.

Serangga tergolong dalam kelompok hewan dengan keanekaragaman yang melimpah, yakni lebih dari satu juta spesies dan bahkan menggambarkan lebih dari setengah organisme hidup yang telah diketahui. Sekitar enam hingga sepuluh juta spesies diperkirakan masih belum teridentifikasi dan berpotensi mewakili lebih dari 90% bentuk kehidupan hewan yang berbeda-beda di bumi. Serangga terdapat di hampir semua lingkungan.

Forensik berasal dari bahasa Latin *forensis* yang berarti "dari luar", dan sekerabat dengan kata forum yang berarti "tempat umum" adalah cabang ilmu pengetahuan yang bertujuan membantu proses penegakan keadilan dengan menerapkan ilmu sains. Forensik terbagi dalam beberapa kelompok bidang keilmuan; antara lain ilmu fisika forensik, ilmu kimia forensik, ilmu psikologi forensik, ilmu kedokteran forensik, ilmu toksikologi forensik, ilmu psikiatri

forensik, komputer forensik, dan sebagainya (Maramis, 2015).

Identifikasi dalam ilmu forensik didefinisikan sebagai kegiatan yang membantu penyidik dalam menentukan identitas seseorang. Identifikasi manusia dapat dilakukan dengan analisa karakter individu berdasarkan ciri-ciri fisik yang unik. Sebagai identitas biologis, penentuan jenis kelamin menjadi langkah awal identifikasi dalam ilmu forensik karena dapat menentukan metode identifikasi selanjutnya. Penentuan jenis kelamin dapat dilakukan dengan berbagai cara. Beberapa contoh metode dalam forensik yang umum digunakan untuk identifikasi jenis kelamin diantaranya; karakteristik morfologi dan pengukuran gigi, pemeriksaan histologis, dan analisis DNA dari gigi (Syafitri, dkk, 2013).

2. Keanekaragaman

Keanekaragaman didalam KBBI berasal dari kata “aneka” dan “ragam”, yakni hal atau keadaan beranekaragam. Keanekaragaman adalah jumlah seluruh spesies dalam suatu wilayah tertentu atau dapat juga diartikan sebagai jumlah spesies yang terdapat dalam suatu wilayah antar jumlah total individu dari spesies yang ada dalam suatu komunitas (Michael,

1995). Definisi lain keanekaragaman disebutkan Ewusie (1990) sebagai keadaan yang berbeda dalam bentuk ataupun sifat. Keanekaragaman spesies merupakan suatu karakteristik yang dapat diukur dan berciri khusus untuk organisasi ekologi pada tingkat komunitas. Penjelasan diatas dapat disimpulkan bahwa keanekaragaman merupakan jumlah total spesies dari berbagai macam organisme yang berbeda dalam suatu komunitas.

Keanekaragaman ditandai dengan banyaknya spesies yang menyusun suatu komunitas, semakin banyak jumlah spesies, maka semakin tinggi tingkat keanekaragamannya. Satuan nilai keanekaragaman spesies dinyatakan dalam indeks keanekaragaman. Indeks keanekaragaman menunjukkan hubungan antara jumlah spesies dengan jumlah individu yang menyusun suatu komunitas. Nilai keanekaragaman tinggi menunjukkan bahwa lingkungan tersebut stabil, apabila nilai keanekaragaman rendah menunjukkan bahwa lingkungan tersebut menyesakkan dan tidak stabil atau berubah-ubah (Heddy dan Kurniati, 1996).

Indeks keanekaragaman digunakan untuk menyatakan hubungan kelimpahan spesies dalam

komunitas. Keanekaragaman spesies terdiri dari dua komponen yaitu :

- a. Jumlah spesies dalam komunitas yang sering disebut kekayaan spesies;
- b. Kesamaan spesies yang menunjukkan kelimpahan spesies tersebar antara banyak spesies itu (Siregar, 2014).

Keanekaragaman makhluk hidup ditandai dengan beberapa sifat seperti adanya perbedaan warna, ukuran, bentuk, jumlah, tekstur, penampilan, dan sifat-sifat lainnya. Keanekaragaman dari makhluk hidup dapat juga dilihat dengan adanya persamaan ciri antar makhluk hidup. Pengamatan makhluk hidup khususnya pada hewan dapat dilakukan berdasarkan ciri-ciri yang dimilikinya melalui pengamatan morfologi, habitat, cara berkembang biak, jenis makanan, tingkah laku, serta beberapa ciri lain yang dapat diamati (Michael, 1995).

3. Serangga

- a. Deskripsi Serangga

Serangga adalah kelompok hewan yang dominan di Bumi saat ini. Mereka jauh melebihi jumlah semua hewan darat lainnya, dan mereka hampir ada di mana-mana. Ratusan ribu jenis yang berbeda telah dideskripsikan (tiga kali lebih banyak

dari hewan lainnya yang ada di dunia) dan beberapa pihak percaya bahwa jumlah total jenis yang berbeda mungkin mendekati 30 juta. Lebih dari seribu jenis serangga mungkin terdapat di halaman belakang berukuran sedang, dan populasinya sering kali berjumlah jutaan per hektar (Putri, 2018).

Serangga memiliki banyak sekali peran yang tidak kita sadari sangat berharga bagi keberlangsungan hidup manusia. Kegiatan penyerbukan mereka misalnya, memungkinkan produksi banyak tanaman pertanian; mereka memberi kita madu, lilin lebah, sutra, dan produk lain yang bernilai komersial; mereka membantu mengendalikan hewan dan tumbuhan yang berbahaya; dan mereka telah berguna dalam pengobatan dan penelitian ilmiah (Triplehorn, 2005).

Serangga telah hidup di Bumi selama sekitar 350 juta tahun, dibandingkan dengan manusia yang kurang dari dua juta tahun. Selama waktu ini, mereka telah berevolusi ke berbagai arah untuk beradaptasi dengan kehidupan di hampir setiap jenis habitat (dengan pengecualian laut yang masih sangat sedikit literaturinya) dan banyak menjadi inspirasi berbagai kalangan atas karya-karya.

Dibandingkan dengan manusia, serangga adalah hewan yang dibangun secara khusus. Serangga tidak memiliki paru-paru, tetapi bernapas melalui sejumlah lubang kecil di dinding tubuh dan udara yang masuk ke lubang ini didistribusikan ke seluruh tubuh langsung ke jaringan melalui banyak tabung kecil bercabang. Jantung dan darah tidak penting dalam mengangkut oksigen ke jaringan. Serangga mencium dengan antenanya, beberapa mengecap dengan kakinya, dan beberapa mendengar dengan organ khusus di perut, kaki depan, atau antena.

Pada hewan yang kerangkanya berada di bagian luar tubuh, mekanisme penopang dan pertumbuhan membatasi hewan pada ukuran yang relatif kecil. Kebanyakan serangga berukuran relatif kecil, mungkin tiga perempat atau lebih, panjangnya kurang dari 6 mm. Ukurannya yang kecil memungkinkan mereka untuk hidup di tempat yang tidak tersedia untuk hewan yang lebih besar.

Ukuran serangga berkisar dari sekitar 0,25 hingga 330 mm dan lebar sayap sekitar 0,5 hingga 300 mm, satu fosil capung memiliki lebar sayap lebih dari 760 mm. Beberapa serangga terpanjang sangat

ramping (ditemukan serangga tongkat berukuran 330 mm di Kalimantan), rupanya beberapa kumbang memiliki tubuh hampir sebesar kepalan tangan. Serangga terbesar di Amerika Utara adalah beberapa ngengat, dengan lebar sayap sekitar 150 mm, dan serangga tongkat, dengan panjang tubuh sekitar 150 mm.

Serangga adalah satu-satunya invertebrata yang memiliki sayap, dan sayap ini memiliki asal usul evolusi yang berbeda dari vertebrata. Sayap vertebrata terbang (burung, kelelawar, dan lain-lain) merupakan modifikasi dari kaki depan. Adanya sayap membuat serangga dapat meninggalkan habitat ketika menjadi tidak cocok; misalnya serangga air dewasa, memiliki sayap ketika dewasa, dan jika habitatnya mengering mereka dapat terbang ke habitat lain. Ikan dan makhluk air lainnya biasanya mati dalam kondisi buruk yang serupa.

Serangga memiliki berbagai warna dari sangat menjemukan hingga cemerlang; tidak ada hewan lain di Bumi yang berwarna lebih cerah daripada kebanyakan serangga. Beberapa serangga, seperti kumbang Jepang dan kupu-kupu morpho berkilauan dan berwarna-warni, seperti permata hidup. Warna

dan bentuknya telah menginspirasi seniman selama ribuan tahun.

Beberapa serangga memiliki struktur yang menakjubkan jika kita membandingkannya dengan vertebrata. Lebah dan tawon dan beberapa semut memiliki ovipositor, atau organ bertelur, yang berkembang menjadi belati beracun (sengat) yang berfungsi sebagai sarana penyerangan dan pertahanan yang sangat baik. Beberapa ichneumonidae (Tawon pinggang ramping) memiliki ovipositor seperti rambut sepanjang 100 mm yang dapat menembus kayu solid.

Serangga adalah hewan tidak bisa mengatur suhu tubuhnya (Poikilotherm). Ketika suhu lingkungan turun, suhu tubuh mereka juga turun, dan proses fisiologis mereka melambat. Serangga dapat menahan suhu beku dalam waktu singkat, dan beberapa dapat menahan suhu beku yang sangat dingin dalam waktu lama. Mereka dapat bertahan hidup pada suhu rendah ini dengan menyimpan etilen glikol di jaringan mereka, bahan kimia yang sama kita tuangkan ke radiator mobil untuk mencegah pembekuan selama musim dingin.

Organ indera serangga memiliki keunikan dibandingkan dengan manusia dan vertebrata lainnya. Serangga memiliki dua jenis mata, yaitu mata tunggal yang terletak di bagian atas wajah dan sepasang mata majemuk di sisi kepala. Beberapa serangga mendengar melalui gendang telinga, sedangkan yang lain mendengar melalui rambut yang sangat sensitif di antena. Beberapa serangga memiliki gendang telinga yang terletak di sisi tubuh di dasar perut (belalang) atau di kaki depan di bawah lutut (katidid dan jangkrik).

Kemampuan reproduksi serangga luar biasa sering, kebanyakan orang tidak menyadari betapa hebatnya mereka. Kemampuan setiap hewan untuk meningkatkan jumlahnya melalui reproduksi bergantung pada tiga karakteristik: jumlah telur fertil yang diletakkan oleh setiap betina (yang pada serangga dapat bervariasi dari satu hingga ribuan); panjang generasi (yang dapat bervariasi dari beberapa hari hingga beberapa tahun); dan proporsi setiap generasi yang 1 betina dan akan menghasilkan generasi berikutnya (pada beberapa serangga tidak ada jantan).

Contoh yang dapat digunakan untuk menggambarkan kekuatan reproduksi serangga adalah *Drosophila*. Lalat ini mampu menghasilkan 25 generasi dalam setahun. Setiap betina akan bertelur hingga 100 telur, dengan perbandingan 50 : 50 untuk jantan dan betina. Jika sepasang lalat ini dibiarkan berkembang biak selama satu tahun, maka dengan 2 lalat pada generasi pertama, akan ada 100 lalat pada generasi kedua, 5000 pada generasi ketiga, dan seterusnya, dengan generasi ke-25 yang terdiri dari sekitar $1,192 \times 10^{41}$ lalat.



Gambar 2. 1 *Miastor sp*
(Lindsey, 2008)

Di seluruh kingdom hewan, telur biasanya berkembang menjadi satu individu. Pada manusia dan beberapa hewan lain, satu telur dapat berkembang menjadi dua individu (kembar identik) bahkan tiga atau empat, namun jarang. Serangga mampu memiliki lebih dari satu anak dari satu telur (poliembrioni), misal tawon encyrtid memiliki lebih

dari 1000 anak dari telur tunggal. Terdapat metode reproduksi paedogenesis (reproduksi oleh larva) yang terjadi pada agas (gambar 2.1) *genus* Miastor dan kumbang *genus* Micromalthus, Phengodes, dan Thylodrias.

Sifat perkembangan dan siklus hidup serangga sangat sederhana, ada juga yang kompleks. Beberapa serangga mengalami sedikit perubahan saat berkembang, baik muda atau dewasa memiliki kebiasaan yang sama, padahal dasarnya berbeda dalam ukuran. Sebaliknya, sebagian besar serangga, mengalami perubahan yang cukup luar biasa, baik penampilan maupun kebiasaan.

Kebanyakan serangga memiliki siklus hidup seperti kupu-kupu; telur menetas menjadi larva seperti cacing, yang tumbuh dengan secara berkala melepaskan kerangka luarnya (bersama-sama dengan lapisan usus depan, usus belakang, dan saluran pernapasan), akhirnya berubah pada tahap kepompong tidak aktif yang mana serangga dewasa bersayap mulai muncul.

Seekor lalat tumbuh dari belatung; kumbang tumbuh dari belatung; dan seekor lebah, tawon, atau semut tumbuh dari tahap larva yang mirip belatung.

Ketika serangga ini menjadi dewasa, mereka berhenti tumbuh; lalat kecil yang telah bersayap tidak tumbuh menjadi lebih besar.

Serangga memiliki perkembangan metamorfosis sempurna yang memungkinkan dapat hidup di tempat yang sangat berbeda dari tempat ia hidup saat larva dan dewasa. Seekor lalat rumah (Gambar 2.2) biasa menghabiskan masa hidupnya di tempat sampah atau kotoran lain; lalat lain (Gambar 2.3) yang sangat mirip mungkin menghabiskan masa hidup larvanya dengan memakan bagian dalam dari belatung atau ulat.



Gambar 2.2 Lalat Rumah (*Musca domestica*)
(Albermarle Termite & Pest Control, 2022)



Gambar 2.3 Lalat Kecil (*Fannia* sp.)
(Vladimirov, 2018)

b. Aktivitas Serangga pada Bangkai

Serangga memiliki struktur, fisiologi, atau siklus hidup yang luar biasa, namun mungkin hal yang paling menarik tentang serangga adalah apa yang mereka lakukan. Perilaku serangga tampaknya dalam banyak kasus melampaui kecerdasan perilaku manusia. Beberapa serangga memberikan pandangan ke depan yang luar biasa, terutama dalam hal bertelur dengan tujuan untuk kebutuhan masa depan anak-anak mereka.

Serangga memiliki kebiasaan makan yang sangat bervariasi. Serangga memakan berbagai jenis makanan yang hampir tidak ada habisnya. Ribuan spesies memakan hampir setiap jenis tanaman, misal; ulat, kumbang daun, dan wereng memakan daun, kutu daun memakan batang, belatung putih memakan akar, kumbang tertentu dan larva ngengat memakan buah. Ribuan serangga yang lain adalah karnivora, misal; beberapa predator, dan beberapa parasit. Ada juga serangga yang memakan vertebrata yaitu penghisap darah; di antaranya nyamuk, tuma, dan kutu. Serangga juga diketahui memakan kayu mati, memakan makanan yang disimpan, memakan

berbagai kain, dan memakan bahan yang membusuk (Putri, 2015).

Serangga biasanya memiliki alat pertahanan yang menarik dan efektif untuk melawan penyusup dan musuh. Ada yang berpura-pura mati dengan menjatuhkan diri ke tanah dan tetap tidak bergerak atau dengan membeku dalam posisi yang khas. Ada yang berkemampuan ahli seni kamuflase karena dapat menyatu dengan latar belakang dan tidak mencolok. Beberapa ahli bersembunyi dengan menutupi diri di bawah puing-puing.

Sedangkan yang tidak memiliki kemampuan pertahanan khusus, diberikan metode perlindungan diri yang unik. Misalnya Ngengat Io memiliki sayap belakang tersembunyi di bawah sayap depan, yang berfungsi menakuti predator lain, karena warnanya berbintik menyerupai mata hewan yang lebih besar (Gambar 2.4). Suara khas yang dihasilkan beberapa serangga (jangkrik, kumbang, dan lain-lain) merupakan bentuk perlindungan ketika diserang dan suara ini sering membakar penyerang.



Gambar 2.4 Ngengat Io (*Automeris io*)
(Aboagye, 2020)

Serangga memiliki jenis pertahanan kimia. Beberapa mengeluarkan zat berbau busuk ketika terganggu, karena mereka memiliki bau yang sangat tak sedap. Beberapa serangga yang menggunakan mekanisme pertahanan seperti itu dapat mengeluarkan zat tersebut sebagai semprotan. Beberapa serangga, seperti kupu-kupu raja (Gambar 2.5), kumbang koksi (Gambar 2.6), dan kumbang Coleoptera (Gambar 2.7), tampaknya memiliki cairan tubuh yang tak sedap atau agak beracun, untuk menghindarinya dari pemangsa (Kahono, 2010).



Gambar 2.5 Kupu-Kupu Raja (*Danaus plexippus*)
(Tucker, 2003)



Gambar 2.6 Kumbang Koksi (*Harmonia axyridis*)
(Murtadha, 2012)



Gambar 2.7 Kumbang Sayap Jaring (*Porrostoma rhipidius*)
(Flagstaffotos, 2007)

Banyak serangga menimbulkan gigitan yang menyakitkan ketika dipegang. Gigitannya mungkin hanya cubitan berat oleh rahang yang kuat, namun ternyata gigitan nyamuk, kutu, lalat hitam, assassin bugs (Gambar 2.8), dan banyak lainnya mirip dengan suntikan obat suntik; iritasi tersebut disebabkan oleh air liur yang disuntikkan pada saat proses menggigit berlangsung.



Gambar 2.8 Assasin Bugs (*Rhynocoris iracundus*)
(Sharp, 2017)

Sarana pertahanan lainnya termasuk bulu-bulu menyengat yang dimiliki beberapa ulat, misalnya Ulat Pelana (Gambar 2.9) dan Larva Ngengat Io (Gambar 2.10); cairan tubuh yang mengiritasi, misalnya Kumbang Lepuh (Gambar 2.11); pura-pura mati, misalnya Kumbang Antlion (Gambar 2.12); dan menampilkan peringatan berupa bintik seperti mata pada sayap, misalnya Ngengat Io (Gambar 2.4) atau struktur yang aneh.



Gambar 2.9 Ulat Pelana (*Acharia stimulea*)
(Lenhard, 2000)



Gambar 2.10 Larva Ngengat Io (*Automeris io*)
(Hall, 2014)



Gambar 2.11 Kumbang Lepuh (*Hycleus lugens*)
(Karim, 2010)



Gambar 2.12 Kumbang Atlion (*Euroleon nostras*)
(Novena, 2021)

Salah satu alat pertahanan paling efektif yang dimiliki serangga adalah sengatan. Beberapa serangga yang memiliki semacam ini adalah tawon, lebah, dan semut. Sengatannya adalah organ bertelur yang dimodifikasi; oleh karena itu hanya betina yang

dapat menyengat. Letaknya berada di ujung posterior tubuh, jadi bagian “tugas” serangga penyengat adalah bagian belakang (Gambar 2.13).



Gambar 2.13 Sengatan Tawon (*Vespula germanica*) (Alamsyah, 2020)

Serangga diketahui dapat melakukan kegiatan yang tampaknya hampir mustahil jika dilakukan manusia. Seekor serangga mampu mengangkat lebih dari 50 kali beratnya sendiri, dan para peneliti telah menemukan bahwa beberapa kumbang, ketika dipasang dengan tali pengikat khusus, dapat mengangkat lebih dari 800 kali beratnya sendiri. Jika manusia sekuat kumbang, maka manusia dapat mengangkat sekitar 60 ton. Ketika tiba dengan melompat, banyak serangga membuat atlet Olimpiade terbaik kita malu. Banyak belalang dapat melompat sejauh 1 m, jika diproyeksikan dengan manusia maka dapat lompat jauh sejauh lapangan sepak bola. Seekor kutu mempunyai kemampuan melompat yang luar biasa, yang apabila

diumpamakan dengan ukuran manusia, maka dapat melompat hingga gedung bertingkat 30.

Serangga melakukan hal-hal yang mungkin kita anggap sebagai aktivitas peradaban manusia atau produk teknologi modern kita. Larva Caddisfly merupakan organisme pertama yang menggunakan jaring untuk menangkap organisme air. Nimfa capung, caranya menyedot dan mengeluarkan air untuk menganginkan insang di rektum, termasuk pertama penggunaan jet berpendorong. Lebah madu meng-AC-kan sarang mereka jauh sebelum manusia muncul di Bumi. Lebah adalah hewan pertama yang membuat kertas dari serbuk kayu. Jauh sebelum kemunculan manusia di Bumi, serangga telah menemukan cahaya dingin dan perang kimia serta banyak memecahkan masalah aerodinamika dan navigasi angkasa. Banyak serangga memiliki sistem komunikasi yang rumit, yang melibatkan bahan kimia, suara (jangkrik), perilaku (bahasa tarian lebah madu), cahaya (kunang-kunang), dan mungkin mekanisme lainnya.

Berbagai jenis serangga memiliki ketertarikan pada jaringan tubuh manusia setelah kematian seperti saat hidup. Jenis serangga yang berbeda akan

tertarik pada tahap yang berbeda pula dari tahapan-tahapan pembusukan jaringan tubuh manusia. Serangga-serangga ini mengikuti suatu pola perkembangan. Terkait dengan pengetahuan mengenai pertumbuhan dan perkembangan mereka, hal ini dapat digunakan untuk membuat suatu perkiraan berapa lama tubuh tadi telah mati. Sebagai tambahan, identifikasi hal di atas juga akan dapat mengindikasikan apakah mayat telah dipindahkan dari satu area ke area yang lain (Kristanto, dkk, 2009).

Dinamika suksesi populasi dari berbagai spesies serangga akan berbeda secara ekologi pada setiap bangkai hewan. Serangga tersebut akan saling berinteraksi baik bersifat netral, kompetisi, maupun predasi dalam proses dekomposisi bangkai hewan. Serangga akan melakukan reaksi enzimatik pada bangkai hewan tersebut, ketika telah usai maka gelombang serangga yang berikutnya akan datang, dan melakukan reaksi enzimatik pula, begitu seterusnya. Serangga yang datang pada bangkai mempunyai urutan sesuai pada tahap dekomposisi. Berbagai tahapan dari proses dekomposisi menarik spesies serangga yang berbeda (Supriyono, dkk, 2019).

Aktivitas serangga beserta siklus hidupnya berperan penting dalam bidang entomologi forensik untuk menentukan perkiraan waktu kematian atau *Post Mortem Interval* (PMI). Aktivitas serangga sesungguhnya hanya dapat memperkirakan waktu kematian, tidak dapat menentukan waktu kematian dengan tepat. Jenis serangga yang berperan penting dalam penentuan perkiraan kematian antara lain; fleshflies, blowflies, chesse skippers, hide and skin beetles, rove beetles, dan clown beetles. Terdapat senyawa atau kandungan obat yang ditemukan dalam tubuh jenazah dapat menimbulkan efek terhadap percepatan atau perlambatan siklus hidup lalat (Wardani & Arif, 2019).

c. Serangga Forensik

Insiden pertama yang tercatat di mana serangga digunakan dalam penyelidikan kriminal adalah di Tiongkok abad ke-13 seperti yang dijelaskan dalam buku Sung Tzu berjudul *The Wash Away of Wrongs*. Ketika seorang petani ditemukan terbunuh di ladang dengan senjata tajam, semua tersangka disuruh meletakkan sabit mereka di tanah. Hanya satu sabit yang menarik lalat ke sejumlah jejak darah yang disembunyikan dan langsung

menghasilkan pengakuan oleh si pembunuh. Aplikasi pertama entomologi forensik di gedung pengadilan modern adalah di Prancis abad ke-18 di mana data entomologi diakui sebagai bukti untuk membebaskan penghuni tempat tinggal saat ini dari tempat sisa-sisa kerangka anak ditemukan. Pada abad ke-18 evaluasi Yovanovich dan Megnin tentang suksesi serangga pada mayat membentuk ilmu entomologi forensik (Joseph, 2011).

4. Tikus Putih (*Rattus novergicus*) Wistar

Kajian entomologi forensik pada dasarnya kajian yang mempelajari aktivitas serangga (entomologi) pada bangkai, dimana bangkai dalam topik ini diibaratkan sebagai jenazah korban kecelakaan atau bahkan korban kejahatan. Berdasarkan uraian diatas dipilihlah Tikus putih (*Rattus novergicus*) Wistar oleh sebagian besar peneliti karena tikus memiliki sifat seperti masa gestasi singkat, masa hidup relatif singkat, jinak, memiliki latar belakang kesehatan dan genetik yang sudah diketahui (Otto, dkk, 2015).

Tikus juga cukup besar untuk pengamatan anatomi guna dilakukan pembedahan atau transplantasi organ. Selain itu, genom tikus memiliki kedekatan homologi dengan genom manusia sehingga manipulasi

pada genom tikus dapat menghasilkan model hewan yang fenotipnya mirip dengan penyakit pada manusia (Ridwan, 2013).

Tikus pertama kali digunakan sebagai subjek penelitian pada tahun 1828 di Wistar Institute Philadelphia, merupakan institusi penelitian independen tertua di Amerika Serikat yang melakukan penelitian menggunakan hewan coba. Penelitian yang menggunakan tikus saat ini telah berkembang pesat, ditandai dengan peranannya sebagai hewan standar pada uji toksikologi, teratologi dan karsinogenesis bahkan tikus juga sudah digunakan untuk penelitian tingkah laku, neurologi, nutrisi, genetika, imunologi, penyakit infeksi dan metabolik (Hickman, dkk., 2017).

Syarat dalam penelitian yang memanfaatkan hewan coba, harus menggunakan hewan percobaan yang sehat dan berkualitas sesuai dengan materi penelitian, serta memperhatikan beberapa aspek etika pada hewan coba yaitu: *replacement*, *reduction*, dan *refinement* (3R). Terdapat beberapa cara dalam memperlakukan hewan coba yakni melihat azas kesejahteraan hewan (*animal welfare*) yang disingkat menjadi 5F atau *5 Freedom* yaitu *freedom from hunger and thirst*, *freedom from pain*, *freedom from distress and feeling discomfort*, *freedom*

from injury and diseases, dan freedom to express their normal behavior.

5. Faktor Lingkungan yang Berpengaruh pada Bangkai Tikus terhadap Ketertarikan Serangga

Uraian diatas menjelaskan korelasi antara Entomologi dan Forensik yang didalamnya ada pengetahuan tentang Tikus putih (*Rattus novergicus*) Wistar yang sengaja dikorbankan untuk mengetahui proses dekomposisi bangkai.

Proses dekomposisi pada Bangkai Tikus dipengaruhi berbagai faktor, seperti faktor abiotik yang meliputi parameter fisik seperti suhu, kelembaban, intensitas cahaya dan lain-lain. Faktor lingkungan tersebut dipengaruhi oleh letak geografis, seperti ketinggian (mdpl), contohnya suhu ($^{\circ}\text{C}$), kelembapan (%), kecepatan angin (m/s) dan intensitas cahaya (Cd) di daerah dataran tinggi akan sangat berbeda jika dibandingkan daerah dataran rendah, misalnya daerah pesisir atau daerah dataran rendah padat pemukiman (Nurrokhman, 2018).

Pengaruh faktor lingkungan akan berbanding lurus dengan proses dekomposisi bangkai, maka tahapan proses dekomposisi sangat tergantung oleh faktor lingkungan disekitarnya, yang mana dapat

mempengaruhi keragaman serangga yang datang atas dasar ketertarikannya pada tahap dekomposisi suatu bangkai.

Proses dekomposisi bangkai terbagi dalam beberapa tahap yang pada masing-masing tahapan dekomposisi tersebut memiliki daya tarik bagi serangga yang berbeda-beda. Proses dekomposisi bangkai terbagi dalam beberapa tahap berikut: *fresh stage*, *bloated stage*, *decay stage*, *postdecay/dry stage*, dan *skeletal stage* (Kreitlow, 2009).

a. *Fresh stage*

Tahap ini berlangsung dari awal kematian hingga tanda-tanda pertama kembung. Meski tidak ada tanda-tanda pembusukan yang terlihat, bakteri internal mulai mencerna organ-organ internal tubuh, menghasilkan bau yang menarik serangga pertama. Selama tahap ini penjajah pertama tiba, biasanya *blow flies* (Calliphoridae) dan *flesh flies* (Sarcophagidae), yang dapat dikumpulkan dengan *sweeping net*.

b. *Bloated stage*

Tahap ini menandai awal dari pembusukan. Proses metabolisme menghasilkan produksi gas oleh bakteri anaerob, yang dapat menyebabkan perut buncit. Ciri

yang menandakan tahap ini yaitu bangkai akan tampak seperti balon. Selama tahap ini, tanah di bawah mayat cenderung menjadi basa, mempengaruhi fauna tanah normal. Jumlah calliphoridae dan sarcophagidae biasanya memuncak selama tahap kembang.

c. *Decay stage*

Permulaan pembusukan dimulai ketika gas keluar dan bangkainya mengempis. Larva dipteran membentuk massa belatung besar yang dominan selama tahap ini. Selain itu, sejumlah besar coleopteran predator mulai berdatangan. Pada akhir tahap pembusukan, sebagian besar daging telah terdegradasi serta sebagian besar calliphoridae dan sarcophagidae telah meninggalkan bangkai.

d. *Postdecay/Dry stage*

Dekomposisi tahap *postdecay/dry* ditandai dengan menyusutnya keutuhan sebuah bangkai menjadi kulit, tulang rawan, dan tulang. Pada tahap ini, didominasi berbagai kumbang yang memakan bangkai kering.

e. *Skeletal stage*

Pada tahap akhir pembusukan ini, bangkai hanya terdiri dari rambut dan tulang. Sebagian besar taksa

sebelumnya yang pernah hinggap akan menghilang, dan hanya menyisakan tunggau sebagai indikator PMI yang berguna selama tahap ini.

6. Entomologi Forensik dalam Al-Qur'an

Kajian Entomologi Forensik secara tidak sadar sering diajarkan atau diceritakan dalam Islam. Mayoritas umat islam pasti pernah mendengar kisah kematian Nabi Sulaiman yang baru disadari setelah rayap memakan tongkatnya. Kisah ini diceritakan dalam Surat Saba' ayat 14:

فَلَمَّا قَضَيْنَا عَلَيْهِ الْمَوْتَ مَا دَلَّهُمْ عَلَى مَوْتِهِ إِلَّا دَابَّةُ الْأَرْضِ تَأْكُلُ مِنْسَأَتَهُ...^{الأيه}
 {14}

"Maka ketika Kami telah menetapkan kematian atasnya (Sulaiman), tidak ada yang menunjukkan kepada mereka kematiannya itu kecuali rayap yang memakan tongkatnya,..." (QS. Saba' : 14).

Ayat diatas menjelaskan bahwa serangga jenis rayap yang memakan tongkat Nabi Sulaiman menjadi bukti konkret atas kematiannya. Hal ini sangat jelas menunjukkan penerimaan peran entomologi dalam membuktikan kematian bahkan sejak ribuan tahun yang lalu (Baharuddin, 2017).

Terdapat ayat lain yang menjelaskan bagaimana forensik bekerja dengan mengidentifikasi berbagai

macam barang bukti dalam kasus kejahatan , yakni Surat Yasin ayat 12:

إِنَّا نَحْنُ نُحْيِي الْمَوْتَىٰ وَنَكْتُبُ مَا قَدَّمُوا وَآثَرَهُمْ وَكُلَّ شَيْءٍ أَحْصَيْنَاهُ فِي إِمَامٍ مُّبِينٍ {12}

“Sungguh, Kamilah yang menghidupkan orang-orang yang mati, dan Kamilah yang mencatat apa yang telah mereka kerjakan dan bekas-bekas yang mereka (tinggalkan). Dan segala sesuatu Kami kumpulkan dalam Kitab yang jelas (Lauh Mahfuzh)” (QS. Yasin :12).

Mengutip pendapat aparat polisi Aiptu Wazir Arwani Malik, Penyidik Direktorat Reserse Kriminal Umum (Ditreskrim) Polda Jawa Tengah, tentang bagaimana beliau mengaplikasikan Surat Yasin ayat 12 dalam tugas forensiknya, “Ilmu forensik itu sudah dibahas dalam Alquran sejak 1.400 tahun lalu. Dalam surat Yasin termaktub, apa yang pernah menjadi perbuatan manusia pasti meninggalkan jejak. Itu yang jadi pedoman saya”, beliau juga menambahkan bahwa di era seperti ini, suatu benda yang mati dapat berbicara (mengungkap fakta), seperti darah, potongan tubuh, DNA, rambut, pisau bahkan HP, dengan memanfaatkan keilmuan sains dan teknologi.

B. Penelitian terdahulu

Penelitian ini sebelumnya telah dilaksanakan oleh Isfandiari (2009), dengan tujuan mengetahui perbedaan genus larva lalat pada bangkai tikus (*Rattus novergicus*) di dua tempat yang berbeda, yakni dataran rendah dan dataran tinggi. Metode yang dilakukan adalah menempatkan bangkai tikus di dua lokasi berbeda, kemudian diambil larva lalat yang ada pada bangkai tikus saat proses pembusukan untuk diidentifikasi dengan melihat posterior spirakel larva lalat. Hasil dari penelitian tersebut menyebutkan bahwa terdapat perbedaan genus larva lalat pada bangkai tikus di dataran rendah dan dataran tinggi. Sayangnya penelitian tersebut tidak disertai pengukuran faktor-faktor eksternal disekitar pengambilan sampel. Sehingga penelitian tersebut menyarankan untuk dilakukan penelitian serupa tetapi dengan pengukuran faktor-faktor eksternal (lingkungan, temperatur, kelembaban) yang mempengaruhi pertumbuhan genus larva tertentu.

Penelitian serupa juga dilakukan oleh Switha, dkk., (2019) dengan tujuan membandingkan larva lalat yang terdapat pada bangkai tikus (*Rattus novergicus*) di beberapa tempat peletakan bangkai yang berbeda yakni di ruang terbuka, di dalam kotak kayu, di dalam tas yang

dimasukkan ke dalam kotak kayu, dan di dalam kotak kayu yang ditanam di tanah. Metode yang digunakan Switha dkk (2019) ini sama dengan yang digunakan oleh Isfandiari (2009). Berdasarkan penelitian tersebut didapatkan konklusi bahwasanya perbedaan tempat peletakan bangkai juga mempengaruhi pertumbuhan larva lalat. Namun karena literatur taksonomi tentang sampel pada fase larva saat ini belum jelas, maka identifikasi kekerabatan antar spesies dapat menyebabkan kebingungan.

Penelitian lain yang sama juga telah dilakukan oleh Rusidi dan Yulianti (2019) dengan mengukur panjang larva lalat pada bangkai yang di letakkan di tiga tempat berbeda, yakni pemukiman, dataran tinggi dan vegetasi pantai. Berdasarkan penelitian tersebut diketahui bahwa perbedaan letak geografis mempengaruhi jenis larva lalat yang ditemukan, karena setiap jenis serangga memiliki kecocokan habitat yang berbeda-beda. Metode yang ditempuh oleh Rusidi dan Yulianti (2019) sama dengan penelitian-penelitian sebelumnya, yakni mengamati larva lalat yang hinggap di bangkai tikus pada saat proses pembusukan. Pengambilan dan pengamatan larva lalat dilakukan hanya pada hari ke-2 untuk lokasi pemukiman dan dataran tinggi serta pada hari ke-5 untuk lokasi vegetasi pantai. Hal ini menyebabkan adanya ketidaktahuan

lama waktu pembusukan yang berhubungan dengan jenis-jenis serangga tertentu datang pada fase-fase pembusukan.

Supriyono, dkk., (2019) juga telah melakukan penelitian serupa dengan tujuan mengamati dan menganalisis ciri khusus gelombang suksesi serangga dari awal kematian sampai fase akhir dekomposisi pada bangkai hewan hingga dapat memperkirakan lama waktu kematiannya. Namun perbedaan dalam penelitian ini yakni spesimen serangga diambil dari bangkai kelinci (*Oryctolagus cuniculus*), bukan tikus (*Rattus novergicus*) sama seperti penelitian lain di atasnya. Supriyono, dkk., (2019) menggunakan empat ekor kelinci (*Oryctolagus cuniculus*) dalam penelitiannya yang kemudian dikorbankan dengan memotong vena jugularis yang ada pada bagian leher. Spesimen serangga diambil setiap hari pada pagi, siang, dan sore selama penelitian berlangsung dari awal proses pembusukan hingga menjadi tulang belulang. Hasil dari penelitian tersebut mengungkapkan bahwa dari setiap proses dekomposisi bangkai kelinci (*Oryctolagus cuniculus*) memiliki daya tarik serangga yang berbeda. Serangga yang datang pada bangkai hewan sejak awal kematian hingga pembusukan adalah ordo Diptera (*Calliphoridae*, *Tachinidae*, *Muscidae*, dan *Sarcophagidae*). Sedangkan serangga yang datang pada pasca pembusukan

dan fase tulang adalah ordo Coleoptera (Staphylinidae, Chrysomelidae, Scarabeidae, dan Silphidae). Serangga dari ordo Hymenoptera (Formicidae) hadir sejak awal kematian hingga fase tulang.

Variasi lain yang diterapkan pada penelitian serupa yaitu dengan menambahkan Ciu Oplosan ke dalam bangkai tikus (*Rattus novergicus*) dilakukan oleh Wardani dan Mulyanto (2019). Penelitian tersebut bertujuan mengetahui spesies larva lalat yang terdapat pada bangkai tikus yang diberi ciu oplosan. Kandungan obat atau senyawa kimiawi pada bangkai tersebut memungkinkan adanya perbedaan perkembangan larva lalat dibandingkan dengan bangkai yang mati secara normal. Penelitian dilakukan secara observasional deskriptif dengan mengorbankan tiga ekor tikus yang diberi ciu oplosan minuman berenergi, ditunggu hingga mati kemudian diletakkan di Science Techno Park Universitas Muhammadiyah Purwokerto. Pengamatan dilakukan dengan mengambil 10% larva dari total populasi yang ditemukan setiap harinya, kemudian diidentifikasi melalui preparat posterior spirakelnya. Analisis data dengan univariate mengungkap identitas larva lalat pada bangkai tikus yang diberi ciu oplosan yakni *Calliphora sp.* (19,10%), *Sarcophaga sp.* (0,71%), *Chrysomya megacephala* (13,28%), dan *Chrysomya bezziana* (13,86%).

Berdasarkan penelitian yang sudah ada, penelitian ini perlu dilakukan untuk meneruskan penelitian terdahulu dengan menambahkan letak geografis baru yang belum pernah dikaji, yaitu di Kawasan Cagar Budaya Candi Gedong Songo dan Area Persawahan Dusun Kalibendo. Mengingat kedua tempat tersebut memiliki perbedaan faktor lingkungan yang memungkinkan adanya perbedaan jenis serangga. Pada dasarnya masih banyak jenis serangga di berbagai tempat di seluruh negeri ini yang belum teridentifikasi sebagai serangga forensik.

C. Kerangka Teori

Entomologi Forensik merupakan keilmuan di bidang hukum yang melibatkan sains yaitu Biologi. Ilmu Biologi yang berperan yaitu Entomologi, yaitu keilmuan biologi yang fokus pembahasannya tentang serangga. Serangga memiliki peran penting dalam Entomologi Forensik sebagai indikator berbagai macam kasus, diantaranya sebagai prediktor lama waktu dan tempat kematian jasad, dapat juga digunakan memperkiraan penyebab kematian melalui tahap pengamatan jenis-jenis serangga yang hinggap pada jasad tersebut.

Serangga yang tertarik pada jasad atau bangkai terpicu oleh bau busuk yang disebabkan oleh tahap dekomposisi bangkai, sedangkan proses pembusukan

bangkai dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan, seperti suhu, kelembapan, intensitas cahaya, dan letak geografisnya.

Ketertarikan serangga pada bangkai tidak dipengaruhi oleh faktor lingkungan, karena pada dasarnya serangga “suka” terhadap bangkai dimanapun tempatnya dan dengan faktor lingkungan yang sangat berbeda sekalipun. Bahkan sejumlah serangga dari family Lepidoptera diketahui dapat mencium aroma busuk bangkai dari jarak 20 KM.

D. Hipotesis

H0: Tidak ada perbedaan jenis serangga yang datang pada bangkai tikus (*Rattus novergicus*) di dua tempat dengan faktor lingkungan berbeda.

H1: Ada perbedaan jenis serangga yang datang pada bangkai tikus (*Rattus novergicus*) di dua tempat dengan faktor lingkungan berbeda.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk jenis penelitian kuantitatif deskriptif. Penelitian kuantitatif deskriptif merupakan metode yang mengukur tingkat suatu variabel pada populasi atau sampel sebagai suatu proses menemukan pengetahuan dengan menggunakan data berupa angka (Kasiram, 2008).

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Kawasan Cagar Budaya Candi Gedong Songo Dusun Darum dan Area Persawahan Dusun Kalibendo Desa Candi Kecamatan Bandungan Kabupaten Semarang pada Januari 2022.

C. Alat dan Bahan

1. Alat

Alat yang akan digunakan dalam penelitian ini antara lain : botol perangkap serangga, *sweeping net*, kandang besi ukuran 50X40X40 cm, termohyrometer, lux meter, mikroskop stereo, cawan petri, pinset, label dan wadah spesimen.

2. Bahan

Bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini antara lain : Tikus Wistar (*Rattus novergicus*) berbobot 250-300 gram, formalin dan Alkohol 70%.

D. Prosedur Kerja

1. Tahap Persiapan

Langkah awal dalam penelitian ini yaitu peneliti mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan saat penelitian berlangsung. Kemudian empat ekor tikus dikorbkan dengan cara memotong vena jugularis yang ada pada bagian leher. Tikus yang telah mati diletakkan ke dalam dua kandang besi berukuran 50X40X40 cm, masing-masing kandang berisi dua ekor tikus. Botol perangkap juga dimasukkan ke dalam kandang dengan tujuan untuk menjerat serangga darat. Kandang tersebut diletakkan di dua lokasi yang berbeda yakni di Kawasan Cagar Budaya Candi Gedong Songo Dusun Darum dan Area Persawahan Dusun Kalibendo (Isfandiari, 2009).

2. Tahap Sampling

Pengamatan akan dilakukan setiap hari pada pukul 07.00 - 08.00 dan 16.00 - 17.00 dengan menyertakan faktor lingkungan meliputi suhu, kelembapan, dan intensitas cahaya di sekitar tempat penelitian. Kemudian serangga terbang dikoleksi

menggunakan *sweeping net*, sedangkan serangga darat diambil di dalam botol perangkap. Serangga yang terperangkap diambil dan diawetkan menggunakan formalin dan alkohol 70%. Setelah itu disimpan dalam wadah spesimen dengan diberi label yang menunjukkan hari pengambilan lalat. Hal ini dilakukan berulang setiap harinya (Wardani & Arif, 2019).

3. Identifikasi

Identifikasi lalat akan dilakukan di Laboratorium Struktur dan Mikroteknik kampus 3 UIN Walisongo Semarang dengan mengamati morfologi lalat menggunakan mikroskop stereo dan *lup*. Kemudian penentuan jenis lalat dilakukan dengan cara mencocokkan kunci identifikasi Borror and DeLong's Introduction To The Study Of Insects dan aplikasi mobile phone PictureThis v 2.8.3 (Wardani & Arif, 2019).

4. Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil penelitian disusun dalam bentuk tabel excel, kemudian dihitung dengan rumus *Shannon-Wiener* untuk mengetahui Nilai Indeks Keanekaragaman Serangga.

Nilai indeks keanekaragaman dihitung dalam aplikasi Microsoft Excel menggunakan rumus *Shannon-*

Wiener, yang mana p_i merupakan kelimpahan proposional setiap spesies = n_i/N (Magguran, 1988).

$$H = - \sum p_i \ln p_i$$

$$H = - \sum \{(n_i/N) \ln (n_i/N)\}$$

Keterangan:

H : Indeks keanekaragaman

N_i : Jumlah individu setiap jenis

N : Total individu setiap plot

ln : Logaritma natural

Kategori:

Nilai Indeks Shannon- Winner	Kategori
$H' > 3$	Keanekaragaman tinggi, penyebaran jumlah individu tiap spesies tinggi dan kestabilan komunitas tinggi
$1 < H' < 3$	Keanekaragaman sedang, penyebaran jumlah individu tiap spesies sedang dan kestabilan komunitas sedang
$H' < 1$	Keanekaragaman rendah, penyebaran jumlah individu tiap spesies rendah dan kestabilan komunitas rendah

E. Batasan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan untuk menambahkan database serangga dalam kajian entomologi forensik merangkum keanekaragaman serangga pada bangkai. Peneliti membatasi penelitian ini berdasarkan fokus peneliti pada keanekaragaman serangga yang datang pada bangkai berdasarkan faktor lingkungan. Hal ini ditempuh berdasarkan penelitian terdahulu yang menuturkan bahwa faktor lingkungan memiliki pengaruh terhadap bangkai, dimana kondisi bangkai yang terpengaruh faktor lingkungan akan menimbulkan perbedaan gelombang kedatangan serangga pada bangkai tersebut.

Faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap keberadaan serangga dapat dijumpai pada penelitian ekologi, seperti indikator lingkungan bersih atau tercemar dengan mengidentifikasi ada dan tidaknya capung. Belalang juga dapat dikategorikan dalam penelitian serupa, karena faktor lingkungan dan keanekaragaman vegetasi suatu ekosistem yang didominasi rumput dalam mempengaruhi jumlah dan variasi macam-macam belalang. Berdasarkan fokus peneliti dalam kajian entomologi forensik, maka aspek faktor lingkungan yang mempengaruhi serangga tidak diperhitungkan, karena yang berpengaruh pada kehadiran serangga yaitu ketertarikannya pada bangkai.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Kondisi Lingkungan pada Lokasi Penelitian

Faktor lingkungan seperti suhu, kelembapan, intensitas cahaya serta ketinggian termasuk parameter yang digunakan untuk mengelompokkan jenis-jenis serangga. Pengamatan dilakukan di dua tempat, yakni Kawasan Cagar Budaya Candi Gedong Songo dan Area Persawahan Dusun Kalibendo yang memiliki karakteristik lingkungan berbeda.

1. Kawasan Cagar Budaya Candi Gedong Songo

Kawasan Cagar Budaya Candi Gedong Songo merupakan komplek wisata yang ada di lereng Gunung Ungaran tepatnya di Dusun Darum, Desa Candi, Kecamatan Bandungan, Kabupaten Semarang. Candi Gedong Songo merupakan salah satu peninggalan budaya Hindu berupa candi-candi yang berjumlah 9 (Songo) unit. Hal ini yang mendasari para leluhur memberi nama Candi Gedong Songo karena di komplek lereng Gunung Ungaran tersebut ditemukan sembilan kelompok bangunan atau candi. Kawasan Cagar Budaya Gedong Songo menempati beberapa kawasan milik instansi pemerintah, meliputi: Dinas Pariwisata Kab. Semarang, Balai Pelestarian Cagar Budaya Jawa Tengah,

Pemerintah Daerah Kabupaten Semarang, serta lahan milik Perhutani berupa hutan pinus dan hutan campuran.

Kawasan Cagar Budaya Candi Gedong Songo memiliki 40 macam tumbuhan, terdiri dari 21 jenis family, berdasarkan habitusnya terdapat lima jenis pohon, 17 jenis perdu, dan 18 jenis herba. Tumbuhan didominasi oleh tumbuhan Bendotan (*Ageratum conyzoides*), Rumput Teki (*Cyperus rotundus*), Pohon Pinus (*Pinus merkusii*) dan lain-lain (Jatmiko, 2020). Berdasarkan deskripsi vegetasi tersebut, Kawasan Cagar Budaya Candi Gedong Songo menjadi lokasi dengan hawa sejuk dan kelembapan yang cukup tinggi.

Parameter Lingkungan di Kawasan Cagar Budaya Candi Gedong Songo diukur dua kali pada pagi hari dan sore hari. Adapun Tabel Pengukuran Parameter Lingkungan di Kawasan Cagar Budaya Candi Gedong Songo dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Tabel Pengukuran Parameter Lingkungan di Kawasan Cagar Budaya Candi Gedong Songo

Waktu Pengamatan	Ketinggian (mdpl)	Suhu (°C)	Kelembapan (%)	Intensitas Cahaya (Cd)
Pagi	1375	22	65	7550
Sore	1375	26	71	3960

Kawasan Cagar Budaya Candi Gedong Songo terletak di Dusun Darum Desa Candi Kecamatan Bandungan Kabupaten Semarang. Kawasan ini terletak pada ketinggian 1375 mdpl dengan suhu udara rata-rata di pagi hari 22^oC dan 26^oC di sore hari. Menurut Jatmiko (2020) dan Sulistyadi (2014) hal ini didukung letaknya yang berada di kaki Gunung Ungaran serta dikelilingi beberapa spot pohon pinus. Kelembapan ditempat ini tercatat pada kisaran 65% sampai 71%, angka ini didapatkan ketika pengukuran pada musim hujan dimana intensitas cahaya sangat mempengaruhi kelembapan. Kemudian intensitas cahaya dilakukan pengukuran sering kali ketika cahaya mentari pagi belum naik di pagi hari dan mendung pasca hujan di sore, sehingga meskipun tempatnya tinggi angkanya tercatat di pagi hari dan sore hari masing - masing 7550 dan 3960 Cd.

2. Area Persawahan Dusun Kalibendo

Area Persawahan Dusun Kalibendo terletak di RT05 RW01 Dusun Kalibendo Desa Candi Kecamatan Bandungan Kabupaten Semarang. Area Persawahan ini memiliki ukuran yang sangat luas terdiri dari beberapa petak tanah dengan bentuk terasering. Lahan di Area Persawahan Dusun Kalibendo merupakan Lahan

Pertanian yang dimiliki oleh masyarakat Dusun Kalibendo dan digunakan sebagai mata pencaharian. Beberapa memanfaatkan sebagai lahan menanam padi, singkong, pisang, sayur-sayuran, seperti; kol, sawi, daun bawang, timun, cabai, tomat dan lain-lain, ada juga yang memanfaatkan untuk menanam tanaman musiman, seperti; alpukat dan jeruk lemon, bahkan lahan tersebut ada yang memanfaatkannya sebagai tempat budidaya bunga, seperti bunga mawar. Namun tidak jarang beberapa pemilik lahan di Area Persawahan Dusun Kalibendo mengalihfungsikan lahannya untuk berwirausaha, seperti; budidaya ikan lele dan peternakan ayam.

Parameter Lingkungan di Area Persawahan Dusun Kalibendo diukur 2 kali pada pagi hari dan sore hari. Adapun Tabel Pengukuran Parameter Lingkungan di Area Persawahan Dusun Kalibendo dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Tabel Pengukuran Parameter Lingkungan di Area Persawahan Dusun Kalibendo

Waktu Pengamatan	Ketinggian (mdpl)	Suhu (°C)	Kelembapan (%)	Intensitas Cahaya (Cd)
Pagi	595	25	75	10510
Sore	595	29	70	4050

Lokasi penelitian kedua terletak di Area Persawahan Dusun Kalibendo Desa Candi Kecamatan Bandungan Kabupaten Semarang. Area ini lebih rendah jika dibandingkan dengan Kawasan Cagar Budaya Candi Gedong Songo, dibuktikan oleh angka yang tercatat pada Altimeter yaitu 595 mdpl, dengan ketinggian tersebut area ini mempunyai suhu udara pada kisaran 26°C di pagi hari hingga 29°C di sore hari. Meskipun tempat ini memiliki suhu udara yang lebih hangat, namun kelembapan ditempat ini tercatat lebih tinggi dibandingkan Kawasan Cagar Budaya Candi Gedong Songo yakni 75% sampai 71%, karena suhu udara yang lebih tinggi menyebabkan lahan persawahan yang basah menjadi lebih banyak penguapan air tanah ke permukaan dan udara. Pengukuran intensitas cahaya di pagi hari tercatat 10510 Cd dengan kondisi cuaca cerah namun matahari belum naik terlalu tinggi, sedangkan pada sore hari dengan kondisi pasca hujan tercatat 4050 Cd.

B. Keanekaragaman Serangga pada Bangkai Tikus (*Rattus novergicus*) di Kawasan Cagar Budaya Candi Gedong Songo

Keanekaragaman serangga pada bangkai tikus di Kawasan Cagar Budaya Candi Gedong Songo dianalisis menggunakan rumus excel Indeks *Shannon-Wiener* (Magguran, 1988). Adapun hasil pengamatan

keanekaragaman serangga pada bangkai tikus di Kawasan Cagar Budaya Candi Gedong Songo dapat dilihat ditabel 4.3.

Serangga di sekitar bangkai tertarik untuk mendatangi bangkai tikus dikarenakan adanya aktivitas katabolisme subtraksi bakteri anorganik yang memenuhi rongga-rongga tubuh dari bangkai tikus yang menghasilkan gas ammonia (Nurrokhman, 2018). Gelombang kedatangan serangga menuju bangkai tidak hanya tergantung pada suhu dan kelembapan suatu lingkungan.

Tabel 4.3 Keanekaragaman Serangga pada Bangkai Tikus di
Kawasan Cagar Budaya Candi Gedong Songo

No	Ordo	Suku	Nama Ilmiah	Jumlah Individu	ni/N	lnpi	pi lnpi	H'	pi
1	Hymenoptera	Formicidae	<i>Anoplolepis gracilipes</i>	200	0,664	-0,409	-0,272	1,234	66,445%
2	Diptera	Calliphoridae	<i>Chrysomya megacephala</i>	45	0,150	-1,900	-0,284		14,950%
3	Diptera	Muscidae	<i>Musca domestica</i>	14	0,047	-3,068	-0,143		4,651%
4	Diptera	Calliphoridae	<i>Calliphora vicina</i>	10	0,033	-3,405	-0,113		3,322%
5	Diptera	Muscidae	<i>Fannia sp</i>	8	0,027	-3,628	-0,096		2,658%
6	Orthoptera	Pyrgomorphidae	<i>Atractomorpha lata</i>	7	0,023	-3,761	-0,087		2,326%
7	Orthoptera	Acrididae	<i>Acrida cinerea</i>	6	0,020	-3,915	-0,078		1,993%
8	Orthoptera	Acrididae	<i>Locusta migratoria</i>	4	0,013	-4,321	-0,057		1,329%
9	Hymenoptera	Vespidae	<i>Vespa velutina</i>	4	0,013	-4,321	-0,057		1,329%
10	Hemiptera	Coreidae	<i>Homoeocerus unipunctatus</i>	3	0,010	-4,608	-0,046		0,997%
Jumlah seluruh individu				301			-1,234		

Berdasarkan tabel 4.3 Indeks keanekaragaman serangga di Kawasan Cagar Budaya Candi Gedong Songo terbilang sedang yakni sebesar 1,234. Keanekaragaman sedang menunjukkan penyebaran jumlah setiap individu sedang dan kestabilan komunitas sedang. Semut *Anoplolepis gracilipes* dari Family Formicidae merupakan individu terbanyak yang ditemukan, yaitu 200 individu (66,44%) dari keseluruhan individu yang ada dengan jumlah 310 individu. Menurut Ahmad (2019) Semut memiliki perbedaan morfologi dengan serangga lainnya yaitu terdapat ruas perut yang menyatu dan menyempit (ruas ke-3 dan ke-4) di belakang toraks. Selain itu, antena semut berbentuk siku (geniculate) dan memiliki segmen pangkal panjang diikuti segmen pendek di depannya. Semut juga memiliki keunikan pada struktur tubuhnya, karena tidak mempunyai tulang di dalam badannya, namun badan semut ditopang oleh lapisan kulit yang keras (Arifin, 2014).

Serangga Ordo Diptera yang terdiri dari family Calliphoridae dan Muscidae berurutan menempati urutan kedua hingga kelima teratas keanekaragaman serangga. Keempat individu yakni *Chrysomya megacephala* (14,95%), *Musca domestica* (4,65%), *Calliphora vicina* (3,32%) dan *Fannia sp.* (2,65%). Menurut Pramudi (2013) Serangga ordo Diptera memiliki ciri umum morfologi yang sama dengan

serangga yang lain, yaitu terdiri dari tiga bagian; kepala, dada (toraks), dan perut (abdomen). Family Calliphoridae memiliki ciri umum; warna hijau, abu-abu, perak mengkilat atau abdomen gelap, serangga berkelamin jantan berukuran panjang 8 mm, memiliki mata berwarna merah yang berukuran besar (Widyastuti, 2012). Sedangkan family Muscidae memiliki ciri umum : biasanya tubuhnya berukuran kecil hanya 6-8 mm; berwarna hitam abu-abu dengan empat garis membujur pada dorsal; antenanya terdiri dari tiga ruas; mempunyai sayap dengan empat vena.

Selanjutnya serangga family Pyrgomorphidae menyusul diurutan keenam (2,32%). Family ini hanya diisi oleh satu spesies serangga jenis belalang hijau *Atractomorpha crenulata*. Meskipun mempunyai nama hijau, namun dalam kondisi tertentu serangga ini dapat dijumpai berwarna coklat, hal ini terjadi karena Belalang Hijau memiliki kemampuan polimorfisme, yaitu kemampuan untuk merubah warnanya ketika suhu disekitarnya mengalami peningkatan (Andana, 2020).



Gambar 4.1 Belalang Hijau (*Atractomorpha crenulata*)
(Dokumen Penelitian, 2022)

Urutan ketujuh dan kedelapan keanekaragaman serangga di Kawasan Cagar Budaya Candi Gedong Songo diisi oleh dua spesies dari family Acrididae yakni *Acrida cinerea* (1,99%) dan *Locusta migratoria* (1,32%). *Acrida cinerea* biasanya memiliki ciri morfologi jantan dan betina yang berbeda. Jantan memiliki panjang 40-50 mm sedangkan betina 70-80 mm, berwarna hijau atau coklat (ketika suhu sekitar mengalami peningkatan) dengan sayap tidak berwarna. *Acrida cinerea* memiliki kaki panjang yang dapat digunakan untuk melompat dengan jarak cukup jauh (Hakim, 2017). *Locusta migratoria* merupakan satu-satunya spesies belalang yang mengalami fase transformasi. Menurut Aris (2021) belalang ini tercatat sebagai hama di Indonesia dan dapat menyerang hampir seluruh tanaman hortikultura. Struktur tubuh belalang ini sama seperti serangga lainnya, terdiri dari tiga bagian yaitu kepala, dada (toraks) dan perut (abdomen).

Lebah *Vespa velutina* (1,32%) menduduki urutan kedelapan keanekaragaman serangga di Kawasan Cagar Budaya Candi Gedong Songo dengan jumlah empat individu saja dari total 301 individu. Lebah ini memiliki ukuran sedikit lebih kecil dari lebah Eropa. Terdapat perbedaan ukuran antara lebah ratu, jantan dan pekerja. Ratu memiliki panjang 30 mm, jantan 24 mm dan pekerja berukuran

sekitar 20 mm. Lebah ini memiliki tiga warna dasar, kuning atau oranye, coklat dan hitam. Kakinya berwarna kuning, dada berwarna coklat atau hitam, perut berwarna coklat yang di setiap segmennya memiliki batas kuning, kecuali segmen keempat berwarna oranye, kepala berwarna hitam dan wajah berwarna kuning (Ueno, 2015).

Urutan kesembilan diisi oleh serangga family Coreidae, *Homoeocerus unipunctatus*, hanya berjumlah tiga individu (0,997%) dari total 301 individu. Serangga ini saat dewasa memiliki panjang 12,8 mm dan lebar 4,5 mm. Seluruh tubuh berwarna coklat muda. Perut (abdomen) dan batas pronotum (pelat punggung prothorax serangga) berwarna coklat kekuningan. Kaki berwarna coklat. Mata berwarna coklat kekuningan. Bintik hitam di tengah setiap corium (bagian basal yang menebal, kasar, dari sayap depan serangga atau hemelytron dalam ordo Hemiptera). Antena berwarna coklat tua dengan segmen terakhir berbulu halus dan warna lebih terang. Rostrum (seperti paruh, terutama moncong yang kaku atau pemanjangan kepala bagian depan) baru mencapai pertengahan koksa (Kc, 2018).



Gambar 4.2 *Homoeocerus unipunctatus*
(Dokumen Penelitian, 2022)

Berdasarkan tabel 4.5 dapat dilihat bahwa kemelimpahan serangga jenis semut dari Family Formicidae merupakan yang paling banyak, karena semut datang sejak awal proses pembusukan yakni pada tahap *fresh stage*. Hal ini terjadi karena ketertarikan semut pada bangkai yang dianggap sebagai makanannya. Menurut Goff (2009) dan Gennard (2012) serangga pertama yang datang pada bangkai adalah serangga betina dari Family Sarcophagidae dan Calliphoridae dengan tujuan meletakkan telur. Namun tidak dengan jumlah yang banyak. Kemudian pada tahapan proses pembusukan selanjutnya yaitu *bloated stage*, bangkai mulai mengeluarkan gas yang dihasilkan oleh aktivitas metabolisme bakteri anaerob menyebabkan penggelembungan pada perut mayat. Tahap ini suhu internal naik sebagai akibat dari aktivitas bakteri pembusuk dan aktivitas metabolisme dari larva lalat. Serangga dari famili Calliphoridae sangat melimpah,

tercatat pada Tabel. 4.3 kelimpahan serangga dari Famili Calliphoridae pada urutan kedua terbanyak.

Jumlah total serangga yang teramati pada bangkai tikus di Kawasan Cagar Budaya Candi Gedong Songo sebanyak 301 individu. Data ini didapatkan dan dicatat sejak hari pertama setelah peletakan bangkai seperti yang tertera pada Lampiran 1 dan 3 sampai tahap *skeletal stage*. Pengamatan dilakukan disekitar bangkai dengan radius $4m^2$ agar semua serangga yang tertarik dengan bangkai secara langsung dan yang hanya tertarik dengan adanya aktivitas serangga lain dapat terkoleksi.

Beberapa serangga disuatu tempat sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan meliputi: suhu, kelembapan, intensitas cahaya serta letak geografis. Namun dalam kajian ini, faktor lingkungan berpengaruh terhadap bangkai yang mana mempengaruhi lama waktu proses dekomposisi, hal ini yang menjadi pengaruh kehadiran serangga, mengingat masing-masing tahapan dekomposisi memiliki daya tarik serangga yang berbeda-beda jenis dan banyak jumlahnya. Kawasan Cagar Budaya Candi Gedong Songo memiliki faktor lingkungan yang menyebabkan jumlah individunya lebih sedikit dikoleksi jika dibandingkan dengan Area Persawahan Dusun Kalibendo, yaitu adanya Kawah Panas yang menyemburkan uap panas

dari inti bumi dengan kandungan belerang (S). Uap panas dengan kandungan belerang ini mempunyai pengaruh terhadap ketertarikan serangga pada bangkai, karena belerang merupakan salah satu unsur kimiawi alami yang dimanfaatkan sehari-hari untuk membuat Insektisida (Lukyani, 2021). Oleh karena itu ketertarikan serangga pada bangkai di Kawasan Cagar Budaya Candi Gedong Songo sedikit terganggu karena adanya Belerang yang dapat disebut sebagai Insektisida alami di lingkungan tersebut.

C. Keanekaragaman Serangga pada Bangkai Tikus (*Rattus novergicus*) di Area Persawahan Dusun Kalibendo

Pengamatan serangga di Area Persawahan Dusun Kalibendo dilakukan sama persis dengan Kawasan Cagar Budaya Candi Gedong Songo menggunakan bangkai tikus (*Rattus novergicus*) yang kemudian datanya diolah menggunakan tabel excel dan dianalisis menggunakan rumus *Shannon-Wiener* guna mendapatkan nilai indeks keanekaragaman (Magguran, 1988). Adapun tabel keanekaragaman serangga di Area Persawahan Dusun Kalibendo dapat dilihat pada tabel 4.4.

Area Persawahan Dusun Kalibendo memiliki nilai indeks keanekaragaman serangga lebih tinggi daripada Kawasan Cagar Budaya Candi Gedong Songo yakni 1,477,

nilai termasuk dalam kategori sedang. Jumlah serangga terbanyak diduduki oleh family Formicidae dengan dua jenis semut, yakni *Anoplolepis gracilipes* (46,15%) dan *Solenopsis invicta* (26,72%). Terdapat satu individu yang hanya ditemukan di Area Persawahan Dusun Kalibendo yaitu semut merah (*Solenopsis invicta*). Semut Merah atau Semut Api merupakan makhluk kecil yang paling dihindari oleh manusia, karena gigitannya yang berbahaya. Menurut Fox, dkk, (2012) beberapa studi memaparkan gigitan semut ini dapat menyebabkan bekas gigitan berair dan bengkak, karena memiliki racun. Semut Api memiliki struktur sama seperti arthropoda lainnya, yaitu terdiri dari tiga bagian; kepala, dada (mesosoma) dan perut (metasoma) dengan ciri yang mencolok berwarna merah api (Azizah, 2021).

Perolehan terbanyak kedua yaitu lalat *Chrysomya megachepala* (13,15%), disusul lalat rumah *Musca domestica* (6,09%). Setelah itu diduduki oleh *Vespa velutina* (2,42%) dari family Vespidae. Berbeda dengan tingkat keanekaragaman di Kawasan Cagar Budaya Candi Gedong Songo, *Calliphora vicina* (2,02%) mencatatkan angka lebih rendah di Area Persawahan Dusun Kalibendo. Selanjutnya diposisi ketujuh ada family Pyrgomorphidae (1,41%) dengan tujuh individu dari spesies *Atractomorpha crenulata*. Family Acrididae berurutan menempati urutan

kedelapan dan kesembilan, yakni *Acridia cinerea* (0,81%) dan *Locusta migratoria* (0,607%). Pada posisi kesembilan, yakni urutan yang sama dengan *Locusta migratoria*, ada *Fannia sp.* (0,607%) dari family Muscidae.

Terdapat perbedaan jumlah individu yang dikoleksi antara Kawasan Cagar Budaya Candi Gedong Songo dan Area Persawahan Dusun Kalibendo. Meski begitu keanekaragaman serangga ditempat ini memiliki sedikit kesamaan dengan keanekaragaman jenis serangga di Kawasan Cagar Budaya Candi Gedong Songo. Serangga dari Family Formicidae menyumbangkan catatan paling banyak yang diisi oleh dua jenis serangga, yakni Semut Merah (*Anoplolepis gracilipes*) dan Semut Hitam (*Solenopsis invicta*). Hal terjadi karena ketertarikan semut pada bangkai yang dianggapnya sebagai salah satu sumber makanan, bahkan sejak hari pertama pembusukan pun telah datang.

Tabel 4.4 Keanekaragaman Serangga pada Bangkai Tikus di Area Persawahan

No	Ordo	Suku	Nama Ilmiah	Jumlah Individu	ni/N	lnpi	pi lnpi	H'	pi
1	Hymenoptera	Formicidae	<i>Anoplolepis gracilipes</i>	228	0,462	-0,773	-0,357	1,477	46,154%
2	Hymenoptera	Formicidae	<i>Solenopsis invicta</i>	132	0,267	-1,320	-0,353		26,721%
3	Diptera	Calliphoridae	<i>Chrysomya megacephala</i>	65	0,132	-2,028	-0,267		13,158%
4	Diptera	Muscidae	<i>Musca domestica</i>	30	0,061	-2,801	-0,17		6,073%
5	Hymenoptera	Vespidae	<i>Vespa velutina</i>	12	0,024	-3,718	-0,09		2,429%
6	Diptera	Calliphoridae	<i>Calliphora vicina</i>	10	0,020	-3,900	-0,079		2,024%
7	Orthoptera	Pyrgomorphidae	<i>Atractomorpha lata</i>	7	0,014	-4,257	-0,06		1,417%
8	Orthoptera	Acrididae	<i>Acridia cinerea</i>	4	0,008	-4,816	-0,039		0,810%
9	Orthoptera	Acrididae	<i>Locusta migratoria</i>	3	0,006	-5,104	-0,031		0,607%
10	Diptera	Muscidae	<i>Fannia sp</i>	3	0,006	-5,104	-0,031		0,607%
Jumlah seluruh individu				494			-1,477		

Perbedaan yang menyebabkan jumlah individu serangga di Area Persawahan Dusun Kalibendo lebih banyak dibandingkan dengan Kawasan Cagar Budaya Candi Gedong Songo yakni kondisi bangkai yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan, serta tidak adanya penghambat kedatangan serangga yaitu Belerang (S). Belerang yang termasuk insektisida alami merupakan penghambat bagi serangga untuk datang menghinggapi bangkai.

Jumlah serangga kedua terbanyak yang datang tertarik dengan bangkai tikus (*Rattus novergicus*) setelah Family Formicidae yaitu serangga dari Family Calliphoridae. Data ini disumbang oleh empat jenis serangga berjenis lalat yaitu *Chrysomya megachepala*, *Calliphora vicina*, *Musca domestica* (biasa dikenal dengan Lalat Rumah), dan *Fannia* sp. Jumlah serangga dari Family Calliphoridae tercatat lebih banyak di Area Persawahan Dusun Kalibendo daripada Kawasan Cagar Budaya Candi Gedong Songo karena laju proses dekomposisi di Area Persawahan Dusun Kalibendo lebih lambat daripada Kawasan Cagar Budaya Candi Gedong Songo seperti yang tertera pada Tabel 4.5.

Menurut Nurrokhman (2018) serangga jenis lalat dari Family Calliphoriade sangat menyukai dengan laju dekomposisi bangkai pada tahap *bloated stage*, hal ini tentu

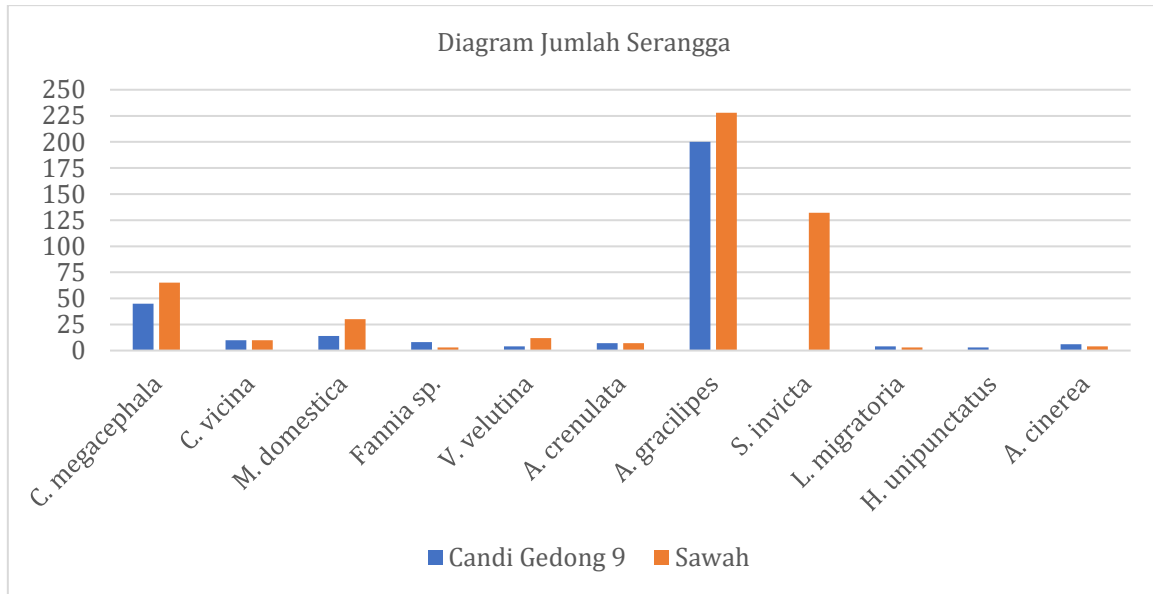
menjadi melimpahnya jenis lalat dari Family Calliphoridae di Area Persawahan Dusun Kalibendo karena tahap *bloated stage* dimulai lebih dulu daripada yang di Kawasan Cagar Budaya Candi Gedong Songo. Faktor lain yang menyebabkan laju dekomposisi bangkai tikus (*Rattus novergicus*) di Area Persawahan Dusun Kalibendo adalah bantuan mikroba anaerob yang berada didalam perut bangkai menyebabkan adanya gas dan cairan amonia keluar dari tubuh, kemudian menarik fauna tanah untuk hinggap.

Keterangan Tabel 4.5:

CG9 = Candi Gedong Songo

■ = Hadir □ = Tidak Hadir

Diagram 4.1 Jumlah Kehadiran Serangga



D. Pengaruh Faktor Lingkungan pada Bangkai terhadap Kehadiran Serangga sebagai Faktor Dekomposisi

Berdasarkan pengukuran faktor lingkungan diatas serangga yang dijumpai di Area Persawahan Dusun Kalibendo mencatatkan jumlah individu lebih banyak daripada Kawasan Cagar Budaya Candi Gedong Songo. Hal ini terjadi karena bangkai di Area Persawahan Dusun Kalibendo memiliki tahapan pembusukan lebih lama (depalan hari) dibandingkan dengan Kawasan Cagar Budaya Candi Gedong Songo yang cuacanya relatif lebih dingin namun kelembapannya lebih rendah (udara sekitar kering) yaitu hanya lima hari (Nafisah, 2020).

Jumlah individu yang terkoleksi dari Kawasan Cagar Budaya Candi Gedong Songo dan Area Persawahan Dusun Kalibendo memiliki perbedaan. Hal ini disebabkan oleh lama waktu proses pembusukan bangkai yang berbeda, yang mana proses ini tergantung pada beberapa faktor lingkungan di sekitar bangkai (Goff, 2009; Gennard, 2012).

Menurut Herlambang, dkk (2016) faktor lingkungan dalam beberapa studi memiliki pengaruh terhadap keberadaan serangga, seperti Capung (Ordo: Odonata). Capung memiliki peran sebagai salah satu indikator pencemaran lingkungan, terutama lingkungan perairan. Lingkungan yang tercemar akan mengganggu daur hidup

capung sehingga berakibat pada menurunnya populasi capung. Oleh karena itu dapat dikategorikan lingkungan bersih maupun tidak dengan kehadiran capung. Namun hal ini tidak dapat dijadikan acuan dalam penelitian entomologi forensik, karena kajian faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap serangga merupakan kajian dalam ekologi air, dimana faktor kehadiran serangga dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Sedangkan faktor yang berpengaruh dalam penelitian entomologi forensik adalah faktor adanya bangkai sebagai ganti jenazah korban kecelakaan atau korban kejahatan. Faktor lingkungan pada penelitian entomologi forensik memiliki pengaruh terhadap laju dekomposisi bangkai yang mana masing-masing tahapan dekomposisi bangkai inilah yang mempengaruhi kehadiran serangga.

Menurut Rosyada dan Budijastuti (2021) serangga yang mudah dijumpai di setiap lingkungan adalah belalang dari Ordo Orthoptera. Padang rumput merupakan habitat belalang sehingga akan mudah menemukan belalang di daerah yang banyak terdapat rumput, seperti Area Persawahan Dusun Kalibendo. Semakin rapat lapisan kanopi hutan dan banyaknya keanekaragaman vegetasi akan menyebabkan tingginya komposisi dan keberadaan belalang dalam suatu ekosistem.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Keanekaragaman serangga pada Bangkai Tikus (*Rattus novergicus*) di Kawasan Cagar Budaya Candi Gedong Songo dan Area Persawahan Dusun Kalibendo memiliki perbedaan nilai indeks keanekaragaman, yakni 1,234 dan 1,477. Meski demikian keduanya masuk dalam kategori yang sama yakni kategori sedang. Kategori keanekaragaman sedang menunjukkan penyebaran jumlah individu tiap spesies sedang dan kestabilan komunitas sedang.
2. Keanekaragaman serangga yang teramati di Kawasan Cagar Budaya Candi Gedong Songo dan Area Persawahan Dusun Kalibendo memiliki kesamaan beberapa jenis serangga. Terdapat 10 jenis serangga di masing-masing tempat, 9 diantaranya terdapat pada dua lokasi tersebut, yaitu *A. gracilipes*, *C. megacephala*, *M. domestica*, *C. vicina*, *Fannia sp*, *A. lata*, *A. cinerea*, *L. migratoria*, *V. velutina*. Satu spesies serangga yang hanya dijumpai di Kawasan Cagar Budaya Candi Gedong Songo yaitu *Homoeocerus unipunctatus*. *Solenopsis invicta* merupakan spesies serangga dari Family Formicidae yang hanya dijumpai di Area Persawahan Dusun Kalibendo.

B. Saran

1. Melakukan penelitian lebih lanjut dengan menambahkan laju dekomposisi bangkai untuk mengetahui lama waktu kematian (*Post Mortem Interval*) yang dapat dilihat dari pertumbuhan larva hingga menjadi serangga dewasa pada bangkai.
2. Melakukan penelitian lebih lanjut menggunakan serangga endemik sebagai validator untuk mengidentifikasi lokasi kematian dengan tingkat keakuratan tinggi berdasarkan serangga yang datang pasca kematian.
3. Melakukan penelitian lebih lanjut dengan variabel yang bervariasi, seperti bangkai yang ditenggelamkan, dikubur, atau dibakar setengah matang di berbagai lokasi seperti pegunungan, pemukiman, dataran rendah, atau pantai agar semakin rapat pemetaan data serangga forensik di seluruh daerah.

DAFTAR PUSTAKA

- Aboagye, Dalvin. 2020. <https://www.scenichudson.org/viewfinder/its-national-moth-week/> Diakses pada 05 juni 2022.
- Aris, Warisman. 2021. *Efikasi Pestisida Nabati Cuka Serutan Kayu Jati terhadap Serangan Belalang (Locusta migratoria Meyen) pada Tanaman Padi*. Skripsi. Universitas Siliwangi: Fakultas Pertanian Jurusan Agroteknologi.
- Ahmad, Fajar, Putra, Apriza Hongko & Viza, Rivo Yulse. 2019. Keanekaragaman Jenis Semut (Hymenoptera: Formicidae) di Hutan Adat Guguk Kabupaten Mrangin Provinsi Jambi. *BIOCOLONY: Jurnal Pendidikan Biologi dan Biosains*, Vol. 2, No. 1.
- Alamsyah, Syahdan. 2020. <https://news.detik.com/berita-jawa-barat/d-5276729/10-warga-terluka-akibat-serangan-tawon-di-sukabumi> Diakses pada 08 juni 2022.
- Albermarle Termite & Pest Control. 2022. <https://www.albemarlepestsolutions.com/house-flies> Diakses pada 04 juni 2022.
- Andana, Adolfo Septa. 2020. <https://protan.faperta.unej.ac.id/keunikan-siklus-hidup-belalang-kukus-hijau/> Diakses pada Juni 2022.

- Arifin, Irfanul. 2014. Keanekaragaman Semut (Hymenoptera : Formicidae) pada Berbagai Subzona Hutan Pegunungan Di Sepanjang Jalur Pendakian Cibodas, Taman Nasional Gunung Gedepangrango (TNGGP). *BIOMA Jurnal Biologi Indonesia*: Vol. 10, No.2.
- Azizah, N., Hamidah, S., Mufidah, R., Rahayu, K. P. S., & Nindhica, R. 2021. Observasi Hewan Invertebrata Di Pantai Bandengan Jepara. *In Seminar Nasional Sains & Entrepreneurship*: Vol. 1, No. 1.
- Baharuddin, Ahmad Syukran. 2017. *Fiqah Forensik: Forensik Entomologi dan Syariah*. Majalah Al-Ustaz. Telaga Biru Publications.
- Byrd, Jason H. & Tomberlin, Jeffery, K. 2020. *Forensic Entomology: The Utility Of Arthropods In Legal Investigations*. Third Edition. New York: CRC Press.
- Dahlem G. A. 2014. *The Science of Forensic Entomology*. UK: Wiley Blackwell.
- Ewusie, J. Yanney. 1990. *Pengantar Ekologi Tropika*. Bandung: ITB.
- Flagstaffotos. 2007.
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Metriorrhynchus_rhipidius02.jpg#mw-jump-to-license Diakses pada 07 juni 2022.

- Fox, E. G. P., Solis, D. R., Rossi, M. L., Delabie, J. H. C., De Souza, R. F., & Bueno, O. C. 2012. Comparative Immature Morphology of Brazilian Fire Ants (Hymenoptera: Formicidae: Solenopsis). *Psyche*.
- Gennard, Dorrothy. 2012. *Forensic Entomology: An Introduction, Second Edition*. New Jersey, USA: John Wiley & Sons Ltd.
- Goff, M. Lee & Lord, Wayne D. 2009. Entomotoxicology: Insects As Toxicological Indicators and The Impact of Drugs and Toxins on Insect Development. In J. H. Byrd, & J. L. Castner. *Forensic Entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations*. Second Edition. New York: CRC Press.
- Hakim, Lukmanul, Muis, Abdul & Surya, Edi. 2017. Preferensi Warna sebagai Pengendalian Alternatif Hama Serangga Sayuran dengan Menggunakan Perangkap Kertas. *Seminar Nasional Universitas Serambi Mekkah Aceh: Vol. 1*.
- Hall, Donald W. 2014. https://entnemdept.ufl.edu/creatures/misc/io_moth.htm Diakses pada 08 juni 2022.
- Heddy, Suwasono & Kurniati, Metty. 1994. Prinsip-prinsip Dasar Ekologi. Jakarta: Raja Grafindo Persada.

- Herlambang, A. E. N., Hadi, M., & Tarwotjo, U. 2016. Struktur Komunitas Capung di Kawasan Wisata Curug Lawe Benowo Ungaran Barat. *Bioma: Berkala Ilmiah Biologi*: Vol. 18, No. 2.
- Hickman, D. L., Johnson, J., Vemulapalli, T. H., Crisler, J. R., Shepherd, R. 2017. Commonly Used Animal Models. *Principles of Animal Research for Graduate and Undergraduate Students*.
- Husna, F., Franciscus, D.S., Wawaimuli, A. & Erni, H.P. 2019. Model Hewan Coba pada Penelitian Diabetes. *Pharmaceutical Sciences & Research*: Vol. 6, No. 3.
- Isfandiari, Adelia Bayu. 2009. *Perbedaan Genus Larva Lalat Tikus Wistar Mati pada Dataran Tinggi dan Rendah Di Semarang*. Skripsi. Universitas Diponegoro: Fakultas Kedokteran.
- Jatmiko, Fina Athaula Nurjanah, Jumari & Wiryani, Erry. 2020. Komposisi Struktur Vegetasi Di Kawasan Wisata Alam Wono Lestari, Candi Gedong Songo, Kecamatan Bandungan, Kabupaten Semarang, Jawa Tengah. *Jurnal Akademika Biologi*: Vol. 9, No.1.
- Joseph, Isaac, Mathew, Deepu G., Sathyan, Pradeesh, Vargheese, Geetha. 2011. The Use of Insects In Forensic Investigations: An Overview on The Scope of Forensic

Entomology. *Journal of Forensic Dental Sciences*:Vol. 3, No. 2.

Kahono, Sih, Mursidawati, Sofi & Erniwati. 2010. Komunitas Serangga pada Bunga *Rafflesia patma* Blume (Rafflesiaceae) di Luar Habitat Aslinya Kebun Raya Bogor Kota Bogor Provinsi Jawa Barat Indonesia. *Jurnal Biologi Indonesia*: Vol. 6, No. 3.

Karim, Muhammad Mahdi. 2010. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hycleus_lugens,_Meloidae.jpg Diakses pada 08 juni 2022.

Kasiram. (2008). Metodologi Penelitian. Malang: UIN-Malang Pers.

Kc, Sajjan, Kafle, K. & Khadka, A. 2018. Species Composition of Leaf Footed Bugs (Coreidae: Hemiptera) in Hilly Regions of Nepal. *Journal of The Institute of Agriculture and Animal Science*: Vol. 35, No. 1.

Keshavarzi, K., Mehran, F., Mohammad, A. & Zahra, N. 2015. A Checklist of Forensic Important Flies (Insecta: Diptera) Associated with Indoor *Rat carrion* in Iran. *Journal of Entomology and Zoology Studies*: Vol. 3, No. 3.

Komisi Etik Penelitian Kesehatan Badan Litbangkes Pedoman operasional komisi etik penelitian kesehatan (PO KEPK).

- Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia; 2007.
- Kreitlow, K. L. T. 2009. Insect Succession in a Natural Environment. In J. H. Byrd, & J. L. Castner. *Forensic Entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations*. Second Edition. New York: CRC Press.
- Kristanto, E., Sunny, W., Sonny, J.R.K. & Johannis, F.M. 2009. Peran Entomologi Forensik dalam Perkiraan saat Kematian dan Olah Tempat Kejadian Perkara Sisi Medis (Introduksi Entomologi Medik). *Jurnal Biomedik*: Vol. 1, No. 1.
- Laksmita, A.S., Ni Luh, W. & I Ketut, J. 2015. Identifikasi Larva Sarcophagidae (Genus Sarcophaga) pada Bangkai Mencit (*Mus musculus*) Di Hutan Mangrove. *Jurnal Biologi*: Vol. 19, No. 2.
- Lenhard, Gerald James. 2000. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Acharia_stimulea_0795036.jpg Diakses pada 8 juni 2022.
- Lindsey, Jim. K. 2008. <https://www.commanster.eu/Commanster/Insects/Flies/SuFlies/Miastor.metraloas.html> Diakses pada 02 juni 2022.
- Lukyani, Lulu. 2021. <https://www.kompas.com/sains/read/2021/09/04/18>

3200923/mengenal-belerang-dan-fungsinya-untuk-manusia?page=all diakses pada April 2022.

Magurran, A. E. 1988. *Ecological Diversity and Its Measurement*. USA: Chapman and Hall.

Maramis, Marchel R. 2015. Peran Ilmu Forensik dalam Penyelesaian Kasus Kejahatan Seksual dalam Dunia Maya (Internet). *Jurnal Ilmu Hukum*: Vol. 2, No. 7.

Michael, P., 1995. *Metode Ekologi Untuk Penyelidikan Ladang dan Laboratorium*. Jakarta: UI Press.

Murtadha. 2012.
<http://versesofuniverse.blogspot.com/2012/01/lady-bug-kumbang-koksi.html> Diakses pada 07 juni 2022.

Nafisah, Sarah. 2020.
<https://bobo.grid.id/read/082087208/4-kebiasaan-lalat-yang-mirip-dengan-manusia-salah-satunya-tidur-siang?page=all> diakses pada April 2022.

Novena, Monika. 2021.
<https://www.kompas.com/sains/read/2021/03/09/120200823/serangga-ini-pura-pura-mati-hingga-1-jam-untuk-apa?page=all> Diakses pada 08 juni 2022.

Nurokhman F. A, Basori A, dan Yuwono M. 2018. Analisis Propoksur LD 50 terhadap Pertumbuhan Larva Lalat *Sarcophaga sp.* dengan Kromatografi Gas Spektrometri Massa. *Jurnal Biosains Pascasarjana*: Vol. 20, No.2.

- Ofreza, Ahmad. 2019. *Inventarisasi Tumbuhan yang Berpotensi Sumber Nutrisi Nyamuk sebagai Referensi Mata Kuliah Entomologi*. Skripsi. UIN Ar-Raniry: Fakultas Tarbiyah dan Keguruan.
- Otto, G. M., Franklin, C. L., & Clifford, C. B. 2015. Biology and Diseases of Rats. In *Laboratory animal medicine*. Academic Press.
- Park, J.H., Sang, E.S., Kwang, S.K. & Seong, H.P. 2018. Identification of Forensically Important Calliphoridae and Sarcophagidae Species Collected in Korea Using SNaPshot Multiplex System Targeting the Cytochrome c Oxidase Subunit I Gene. *BioMed Research International: Vol. 2018*.
- Pramudi, M. Indar, Puspitarini, Retno Dyah, & Rahardjo, Bambang Tri. 2013. Keanekaragaman dan Kekerabatan Lalat Buah (Diptera: Tephritidae) Di Kalimantan Selatan Berdasarkan Karakter Morfologi dan Molekular (RAPD-PCR dan Sekuensing DNA). *Jurnal HPT Tropika* : Vol. 13, No. 2.
- Putri, Yunita Panca. 2015. Keanekaragaman Spesies Lalat (Diptera) dan Bakteri pada Tubuh Lalat di Tempat Pembuangan Akhir Sampah (TPA) dan Pasar. *Jurnal Teknik Lingkungan: Vol. 12, No. 2*.

- Putri, Yunita Panca. 2018. Taksonomi Lalat di Pasar Induk Jakabaring Kota Palembang. *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, Vol. 15, No. 2.
- Ridwan, Endi. 2013. Etika Pemanfaatan Hewan Percobaan dalam Penelitian Kesehatan. *J Indon Med Assoc*: Vol. 63, No. 3.
- Rosyada, S., & Budijastuti, W. 2021. Hubungan Faktor Lingkungan Terhadap Keanekaragaman Belalang dan Hubungan Antarkarakter Morfometri Belalang (Insecta: Orthoptera) Di Hutan Kota Surabaya. *Lentera Bio*: Vol. 10, No.3.
- Rusidi, Hanan Anwar & Kunthi, Yulianti. 2019. Gambaran Genus dan Panjang Larva Lalat pada Bangkai Tikus Wistar dengan Perbedaan Letak Geografis Di Bali. *Jurnal Medika Udayana*: Vol. 8, No. 9.
- Sharp, Charles James. 2017. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Assassin_bug_\(Rhynocoris_iracundus\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Assassin_bug_(Rhynocoris_iracundus).jpg) Diakses pada 07 juni 2022.
- Siregar, Anna Sari, Bakti, Darma & Zahara, Fatimah. 2014. Keanekaragaman Jenis Serangga Di Berbagai Tipe Lahan Sawah. *Jurnal Online Agroekoteknologi*: Vol. 2, No. 4.

- Sulistiyadi, Kohar. 2014. Pengembangan Sistem Ekowisata Candi Gedong Songo Di Kabupaten Semarang. *Ekonomi Bisnis & Kewirausahaan*: Vol. 3, No. 2.
- Supriyono, Susi, S. & Upik, K. H. 2019. Pola Kedatangan Serangga pada Jasad Hewan sebagai Indikator dalam Kegiatan Forensik. *Jurnal Veteriner*: Vol. 20, No. 3.
- Switha, E. T., Chairil, A., Dalilah & Ahmad, G. 2019. Pengaruh Beda Tempat Peletakan Bangkai dengan Pertumbuhan Larva Lalat pada Tikus (*Rattus Norvegicus*). *Syifa' Medika*: Vol. 10, No. 1.
- Syafitri, K., Elza, A. & Winoto, S. 2013. Metode Pemeriksaan Jenis Kelamin melalui Analisis Histologis dan DNA dalam Identifikasi Odontologi Forensik. *Jurnal PDGI*: Vol. 62, No. 1.
- Tripelhorn, Charles A. & Johnson, Norman F. 2005. *Borrer and Delong's Introduction to the Study of Insect*. Seventh Edition. USA: Thomson Brooks/Cole Publishing.
- Tucker, Captain. 2003. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Male_monarch_butterfly.JPG Diakses pada 07 juni 2022.
- Ueno, Takatoshi. 2015. Flower-Visiting by the Invasive Hornet *Vespa Velutina Nigrithorax* (Hymenoptera: Vespidae). *International Journal of Chemical, Environmental & Biological Sciences (IJCEBS)*: Vol. 3, No. 6.

- Vladimirov, Nikolai. 2018.
<https://www.flickr.com/photos/150523863@N05/32815483627> Diakses pada 04 juni 2022.
- Wardani, Dita Pratiwi Kusuma & Mulyanto, Arif. 2019.
Identifikasi Larva Lalat dalam Kepentingan Post Mortem Interval pada Bangkai Tikus (*Rattus Novergicus*) yang Diberi Ciu Oplosan Di Science Techno Park Universitas Muhammadiyah Purwokerto. *Herb-Medicine Journal*: Vol. 2, No. 1.
- Widyastuti, Dwi Afria. 2012. *Pengaruh Penambahan Minyak Selasih (*Ocimum basilicum*) sebagai Atraktan pada Kertas Perekat Lalat terhadap Jumlah Lalat yang Tertangkap*. Diploma Thesis. Poltekkes Kemenkes Yogyakarta.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Pengamatan Pagi Kawasan Cagar Budaya
Candi Gedong Songo

Hari ke	Tanggal	Jenis Serangga	Kondisi Sampel	Jumlah Serangga
0	20 Jan 2022	-	Masih utuh	-
1	21 Jan 2022	Semut (<i>Anoplolepis gracilipes</i>)	Masih utuh, kaku	10 ekor
2	22 Jan 2022	Semut (<i>Anoplolepis gracilipes</i>)	Masih utuh, kaku	12 ekor
3	23 Jan 2022	Semut (<i>Anoplolepis gracilipes</i>)	Masih utuh, kaku	13 ekor
4	24 Jan 2022	1. Semut (<i>Anoplolepis gracilipes</i>)	Menggembung, kaku, mengeluarkan bau busuk	1. 15 ekor
		2. Lalat Hijau (<i>Chrysomya megacephala</i>)		2. 2 ekor
		3. Lalat rumah (<i>Musca domestica</i>)		3. 1 ekor

		4. Lalat (<i>Calliphora vicina</i>)		4. 1 ekor
		5. Belalang Hijau (<i>Atractomorpha crenulata</i>)		5. 1 ekor
		6. Belalang (<i>Acrida cinerea</i>)		6. 2 ekor
		7. Belalang Kembara (<i>Locusta migratoria</i>)		7. 1 ekor
5	25 Jan 2022	1. Semut (<i>Anoplolepis gracilipes</i>)	Menggembung, kaku, mengeluarkan bau busuk	1. 16 ekor
		2. Lalat Hijau (<i>Chrysomya megacephala</i>)		2. 4 ekor
		3. Lalat Rumah (<i>Musca domestica</i>)		3. 3 ekor
		4. Lalat (<i>Calliphora vicina</i>)		4. 1 ekor

		5. Belalang Hijau (<i>Atractomorpha crenulata</i>)		5. 1 ekor
		6. Lebah (<i>Vespa velutina</i>)		6. 1 ekor
		7. Belalang Kembara (<i>Locusta migratoria</i>)		7. 1 ekor
6	26 Jan 2022	1. Semut (<i>Anoplolepis gracilipes</i>)	Daging mulai terdegradasi, muncul banyak belatung	1. 18 ekor
		2. Lalat Hijau (<i>Chrysomya megacephala</i>)		2. 6 ekor
		3. Lalat Rumah (<i>Musca domestica</i>)		3. 2 ekor
		4. Lalat (<i>Calliphora vicina</i>)		4. 3 ekor
		5. Lalat Kecil (<i>Fannia sp.</i>)		5. 3 ekor

		6. Belalang Hijau (<i>Atractomorpha crenulata</i>)		6. 1 ekor
		7. Lebah (<i>Vespa velutina</i>)		7. 1 ekor
7	27 Jan 2022	1. Semut (<i>Anoplolepis gracilipes</i>)	Bangkai mulai tidak berbentuk, bau busuk berkurang	1. 13 ekor
		2. Lalat Hijau (<i>Chrysomya megacephala</i>)		2. 8 ekor
		3. Lalat Rumah (<i>Musca domestica</i>)		3. 2 ekor
		4. Lalat (<i>Calliphora vicina</i>)		4. 1 ekor
		5. Lalat Kecil (<i>Fannia sp.</i>)		5. 2 ekor
		6. Lebah (<i>Vespa velutina</i>)		6. 1 ekor
		7. Kutu (<i>Homoeocerus unipunctatus</i>)		7. 2 ekor

8	28 Jan 2022	1. Semut (<i>Anoplolepis gracilipes</i>)	Masuk tahap <i>skeletal</i> , tersisa kulit, rambut dan tulang; bau busuk hampir tidak ada	1. 12 ekor
		2. Lalat Hijau (<i>Chrysomya megacephala</i>)		2. 7 ekor
		3. Lalat Rumah (<i>Musca domestica</i>)		3. 1 ekor
		4. Kutu (<i>Homoeocerus unipunctatus</i>)		4. 1 ekor
9	29 Jan 2022	1. Semut (<i>Anoplolepis gracilipes</i>)	Kulit mengering, tersisa rambut dan tulang, bau busuk hanya tercium dengan radius 20-30 cm ²	1. 11 ekor
		2. Lalat Hijau (<i>Chrysomya megacephala</i>)		2. 3 ekor

Lampiran 2. Tabel Pengamatan Pagi Area Persawahan

Hari ke	Tanggal	Jenis Serangga	Kondisi Sampel	Jumlah Serangga
0	20 Jan 2022	-	Masih utuh	-

1	21 Jan 2022	1. Semut (<i>Anoplolepis gracilipes</i>)	Masih utuh, kaku	1. 12 ekor
		2. Semut Api (<i>Solenopsis invicta</i>)		2. 5 ekor
2	22 Jan 2022	1. Semut (<i>Anoplolepis gracilipes</i>)	Menggembung, mengeluarkan bau busuk	1. 12 ekor
		2. Semut Api (<i>Solenopsis invicta</i>)		2. 5 ekor
		3. Belalang Hijau (<i>Atractomorpha crenulata</i>)		3. 1 ekor
		4. Belalang (<i>Acrida cinerea</i>)		4. 2 ekor
		5. Belalang Kembara (<i>Locusta migratoria</i>)		5. 1 ekor
3	23 Jan 2022	1. Semut (<i>Anoplolepis gracilipes</i>)	Menggembung, mengeluarkan bau busuk	1. 16 ekor

		2. Semut Api (<i>Solenopsis invicta</i>)		2. 10 ekor
		3. Lalat Hijau (<i>Chrysomya megacephala</i>)		3. 3 ekor
		4. Lebah (<i>Vespa velutina</i>)		4. 1 ekor
		5. Lalat (<i>Calliphora vicina</i>)		5. 1 ekor
		6. Belalang Hijau (<i>Atractomorpha crenulata</i>)		6. 1 ekor
		7. Belalang Kembara (<i>Locusta migratoria</i>)		7. 1 ekor
		8. Lalat Kecil (<i>Fannia sp.</i>)		8. 1 ekor
4	24 Jan 2022	1. Semut (<i>Anoplolepis gracilipes</i>)	Mengeluarkan bau busuk, beberapa organ	1. 17 ekor

		2. Semut Api (<i>Solenopsis invicta</i>)	dalam keluar dan berair	2. 11 ekor
		3. Lalat Hijau (<i>Chrysomya megacephala</i>)		3. 4 ekor
		4. Lalat Rumah (<i>Musca domestica</i>)		4. 1 ekor
		5. Lebah (<i>Vespa velutina</i>)		5. 3 ekor
		6. Lalat (<i>Calliphora vicina</i>)		6. 1 ekor
		7. Belalang Hijau (<i>Atractomorpha crenulata</i>)		7. 2 ekor
		8. Belalang Kembara (<i>Lacosta migratoria</i>)		8. 1 ekor
		9. Lalat Kecil (<i>Fannia sp.</i>)		9. 2 ekor

5	25 Jan 2022	1. Semut (<i>Anoplolepis gracilipes</i>)	Mengeluarkan bau busuk, beberapa organ dalam keluar dan berair, banyak belatung	1. 19 ekor
		2. Semut Api (<i>Solenopsis invicta</i>)		2. 12 ekor
		3. Lalat Hijau (<i>Chrysomya megacephala</i>)		3. 7 ekor
		4. Lalat Rumah (<i>Musca domestica</i>)		4. 5 ekor
		5. Lebah (<i>Vespa velutina</i>)		5. 2 ekor
		6. Lalat (<i>Calliphora vicina</i>)		6. 1 ekor
		7. Belalang Hijau (<i>Atractomorpha crenulata</i>)		7. 1 ekor
6	26 Jan 2022	1. Semut (<i>Anoplolepis gracilipes</i>)	Mengeluarkan bau busuk, beberapa organ	1. 19 ekor

		2. Semut Api (<i>Solenopsis invicta</i>)	dalam keluar dan berair, banyak belatung, daging mulai terkikis	2. 10 ekor
		3. Lalat Hijau (<i>Chrysomya megacephala</i>)		3. 8 ekor
		4. Lalat Rumah (<i>Musca domestica</i>)		4. 5 ekor
		5. Lebah (<i>Vespa velutina</i>)		5. 1 ekor
		6. Lalat (<i>Calliphora vicina</i>)		6. 1 ekor
7	27 Jan 2022	1. Semut (<i>Anoplolepis gracilipes</i>)	Mengeluarkan bau busuk, beberapa organ dalam keluar dan berair, banyak belatung, daging mulai terkikis dan tulang mulai terlihat	1. 16 ekor
		2. Semut Api (<i>Solenopsis invicta</i>)		2. 9 ekor
		3. Lalat Hijau (<i>Chrysomya megacephala</i>)		3. 8 ekor

		4. Lalat Rumah (<i>Musca domestica</i>)		4. 3 ekor
		5. Lebah (<i>Vespa velutina</i>)		5. 1 ekor
		6. Lalat (<i>Calliphora vicina</i>)		6. 1 ekor
8	28 Jan 2022	1. Semut (<i>Anoplolepis gracilipes</i>)	Mulai tahap <i>skeletal</i> , daging hampir tidak ada, tersisa kulit utuh dengan rambutnya, dan tulang belulang	1. 14 ekor
		2. Semut Api (<i>Solenopsis invicta</i>)		2. 7 ekor
		3. Lalat Hijau (<i>Chrysomya megacephala</i>)		3. 5 ekor
		4. Lalat Rumah (<i>Musca domestica</i>)		4. 2 ekor
9	29 Jan 2022	1. Semut (<i>Anoplolepis gracilipes</i>)	Kulit mengering, rambut rontok, tulang belulang	1. 12 ekor

		2. Semut Api (<i>Solenopsis invicta</i>)	tidak terstruktur membentuk rangka tubuh	2. 6 ekor
		3. Lalat Hijau (<i>Chrysomya megacephala</i>)		3. 4 ekor
		4. Lalat Rumah (<i>Musca domestica</i>)		4. 2 ekor

Lampiran 3. Tabel Pengamatan Sore Kawasan Cagar Budaya Candi Gedong Songo

Hari ke	Tanggal	Jenis Serangga	Kondisi Sampel	Jumlah Serangga
0	20 Jan 2022	-	Masih utuh, mulai kaku	-
1	21 Jan 2022	Semut (<i>Anoplolepis gracilipes</i>)	Masih utuh, kaku	7 ekor
2	22 Jan 2022	Semut (<i>Anoplolepis gracilipes</i>)	Masih utuh, kaku	9 ekor
3	23 Jan 2022	1. Semut (<i>Anoplolepis gracilipes</i>)	Masih utuh, mulai menggebung, mulai bau busuk	1. 9 ekor
		2. Lalat Hijau (<i>Chrysomya megacephala</i>)		2. 1 ekor

		3. Lalat Rumah (<i>Musca domestica</i>)		3. 1 ekor
		4. Belalang Hijau (<i>Atractomorpha crenulata</i>)		4. 1 ekor
		5. Belalang (<i>Acrida cinerea</i>)		5. 2 ekor
4	24 Jan 2022	1. Semut (<i>Anoplolepis gracilipes</i>)	Menggembung, mengeluarkan bau busuk	1. 12 ekor
		2. Lalat Hijau (<i>Chrysomya megacephala</i>)		2. 1 ekor
		3. Lalat Rumah (<i>Musca domestica</i>)		3. 1 ekor
		4. Lalat (<i>Calliphora vicina</i>)		4. 2 ekor
		5. Lalat Kecil (<i>Fannia sp.</i>)		5. 1 ekor
		6. Belalang Hijau (<i>Atractomorpha crenulata</i>)		6. 2 ekor

		7. Belalang (<i>Acrida cinerea</i>)		7. 1 ekor
		8. Belalang Kumbara (<i>Locusta migratoria</i>)		8. 1 ekor
5	25 Jan 2022	1. Semut (<i>Anoplolepis gracilipes</i>)	Bau semakin menyengat, beberapa bagian sudah menghitam	1. 11 ekor
		2. Lalat Hijau (<i>Chrysomya megacephala</i>)		2. 3 ekor
		3. Lalat Rumah (<i>Musca domestica</i>)		3. 2 ekor
		4. Lalat (<i>Calliphora vicina</i>)		4. 1 ekor
		5. Lalat Kecil (<i>Fannia sp.</i>)		5. 1 ekor
		6. Belalang Hijau (<i>Atractomorpha crenulata</i>)		6. 1 ekor

		7. Belalang (<i>Acrida cinerea</i>)		7. 1 ekor
		8. Lebah (<i>Vespa velutina</i>)		8. 1 ekor
6	26 Jan 2022	1. Semut (<i>Anoplolepis gracilipes</i>)	Daging berangsur terkikis, belatung sangat banyak	1. 9 ekor
		2. Lalat Hijau (<i>Chrysomya megacephala</i>)		2. 3 ekor
		3. Lalat Rumah (<i>Musca domestica</i>)		3. 1 ekor
		4. Lalat (<i>Calliphora vicina</i>)		4. 1 ekor
		5. Lalat Kecil (<i>Fannia sp.</i>)		5. 1 ekor
		6. Belalang Hijau (<i>Atractomorpha crenulata</i>)		6. 1 ekor
7	27 Jan 2022	1. Semut (<i>Anoplolepis gracilipes</i>)	Bangkai tidak berbentuk, bau busuk berkurang	1. 8 ekor

		2. Lalat Hijau (<i>Chrysomya megacephala</i>)		2. 3 ekor
8	28 Jan 2022	1. Semut (<i>Anoplolepis gracilipes</i>)	Kulit mengering, rambut rontok, tulang terlihat, bau busuk hampir tidak ada	1. 8 ekor
		2. Lalat Hijau (<i>Chrysomya megacephala</i>)		2. 2 ekor
9	29 Jan 2022	1. Semut (<i>Anoplolepis gracilipes</i>)	Kulit mengering, tersisa rambut dan tulang, bau busuk samar hanya tercium dengan jarak sangat dekat	1. 7 ekor
		2. Lalat Hijau (<i>Chrysomya megacephala</i>)		2. 2 ekor

Lampiran 4. Tabel Pengamatan Sore Area Persawahan

Hari ke	Tanggal	Jenis Serangga	Kondisi Sampel	Jumlah Serangga
0	20 Jan 2022	-	Masih utuh, mulai kaku	-
1	21 Jan 2022	1. Semut (<i>Anoplolepis gracilipes</i>)	Masih utuh, beberapa bagian menghitam	1. 7 ekor

		2. Semut Api (<i>Solenopsis invicta</i>)	(mata, leher bekas sayatan, mulut, telinga), mulai menggebung	2. 3 ekor
		3. Lalat Hijau (<i>Chrysomya megacephala</i>)		3. 2 ekor
2	22 Jan 2022	1. Semut (<i>Anoplolepis gracilipes</i>)	Menggebung dan mengeluarkan bau busuk	1. 7 ekor
		2. Semut Api (<i>Solenopsis invicta</i>)		2. 5 ekor
		3. Lalat Hijau (<i>Chrysomya megacephala</i>)		3. 2 ekor
		4. Belalang (<i>Acrida cinerea</i>)		4. 1 ekor
3	23 Jan 2022	1. Semut (<i>Anoplolepis gracilipes</i>)	Menggebung dan mengeluarkan bau busuk	1. 13 ekor
		2. Semut Api (<i>Solenopsis invicta</i>)		2. 6 ekor

		3. Lalat Hijau (<i>Chrysomya megacephala</i>)		3. 5 ekor
		4. Belalang Hijau (<i>Atractomorpha crenulata</i>)		4. 1 ekor
		5. Belalang (<i>Acrida cinerea</i>)		5. 1 ekor
4	24 Jan 2022	1. Semut (<i>Anoplolepis gracilipes</i>)	Beberapa organ dalam keluar, berair, banyak belatung, dan bau busuk meningkat	1. 14 ekor
		2. Semut Api (<i>Solenopsis invicta</i>)		2. 7 ekor
		3. Lalat Hijau (<i>Chrysomya megacephala</i>)		3. 5 ekor
		4. Lalat Rumah (<i>Musca domestica</i>)		4. 1 ekor
		5. Lalat (<i>Calliphora vicina</i>)		5. 3 ekor
		6. Lebah (<i>Vespa velutina</i>)		6. 1 ekor

		7. Belalang Hijau (<i>Atractomorpha crenulata</i>)		7. 1 ekor
5	25 Jan 2022	1. Semut (<i>Anoplolepis gracilipes</i>)	Mengeluarkan bau busuk, beberapa organ dalam keluar dan berair, banyak belatung, daging perlahan mulai terkikis	1. 11 ekor
		2. Semut Api (<i>Solenopsis invicta</i>)		2. 9 ekor
		3. Lalat Hijau (<i>Chrysomya megacephala</i>)		3. 3 ekor
		4. Lalat Rumah (<i>Musca domestica</i>)		4. 3 ekor
		5. Lalat (<i>Calliphora vicina</i>)		5. 2 ekor
		6. Lebah (<i>Vespa velutina</i>)		6. 2 ekor
6	26 Jan 2022	1. Semut (<i>Anoplolepis gracilipes</i>)	Mengeluarkan bau busuk, beberapa organ	1. 11 ekor

		2. Semut Api (<i>Solenopsis invicta</i>)	dalam keluar dan berair, banyak belatung, daging	2. 8 ekor
		3. Lalat Hijau (<i>Chrysomya megacephala</i>)	mulai terkikis dan tulang mulai terlihat	3. 4 ekor
		4. Lalat Rumah (<i>Musca domestica</i>)		4. 4 ekor
		5. Lebah (<i>Vespa velutina</i>)		5. 1 ekor
7	27 Jan 2022	1. Semut (<i>Anoplolepis gracilipes</i>)	Mulai tahap <i>skeletal</i> , daging hampir tidak ada,	1. 10 ekor
		2. Semut Api (<i>Solenopsis invicta</i>)	tersisa kulit utuh dengan rambutnya, dan tulang belulang	2. 8 ekor
		3. Lalat Hijau (<i>Chrysomya megacephala</i>)		3. 2 ekor
		4. Lalat Rumah (<i>Musca domestica</i>)		4. 1 ekor










8	28 Jan 2022	1. Semut (<i>Anoplolepis gracilipes</i>)	Kulit mengering karena daging sudah habis, tersisa tulang belulang	1. 9 ekor
		2. Semut Api (<i>Solenopsis invicta</i>)		2. 6 ekor
		3. Lalat Hijau (<i>Chrysomya megacephala</i>)		3. 2 ekor
		4. Lalat Rumah (<i>Musca domestica</i>)		4. 2 ekor
9	29 Jan 2022	1. Semut (<i>Anoplolepis gracilipes</i>)	Kulit mengering, rambut-rambut rontok, terlihat tulang belulang tidak terstrukturisasi	1. 9 ekor
		2. Semut Api (<i>Solenopsis invicta</i>)		2. 5 ekor
		3. Lalat Hijau (<i>Chrysomya megacephala</i>)		3. 1 ekor
		4. Lalat Rumah (<i>Musca domestica</i>)		4. 1 ekor



Lampiran 5. Tabel Dokumentasi Penelitian

		
<p>Tikus Putih (<i>Rattus novergicus</i>) Wistar</p>	<p>Peralatan Sampling, meliputi: <i>lux meter</i>, <i>thermohygrometer</i>, <i>insect net</i> gun thermometer, pH meter, botol selai kaca, pinset</p>	<p>Kondisi bangkai tikus pasca kematian, Lokasi Sawah</p>
		
<p>Kondisi bangkai tikus pasca kematian, Lokasi Gedong Songo</p>	<p>Kondisi bangkai tikus pasca kematian, lokasi sawah, tahap <i>skeletal</i></p>	<p>Kondisi bangkai tikus pasca kematian, lokasi Gedong Songo, <i>bloated stage</i></p>

		
<p>Kondisi bangkai tikus pasca kematian, lokasi sawah, tahap <i>skeletal</i>, kulit mengering</p>	<p>Kondisi bangkai tikus pasca kematian, lokasi gedong songo, tahap <i>skeletal</i>, kulit mengering</p>	<p>Kondisi bangkai tikus pasca kematian, lokasi gedong songo, kulit sangat kering (seperti keripik), rambut rontok</p>
		
<p>Kondisi bangkai tikus pasca kematian, lokasi sawah, tahap <i>skeletal</i>, kulit tidak mengering seperti lokasi Gedong Songo</p>	<p>Belatung mulai menggerogoti bangkai, sejak <i>bloated stage</i>, lokasi Gedong Songo</p>	<p>Belatung menggerogoti bangkai sejak <i>bloated stage</i> dimulai yang mana lokasi sawah lebih dulu mulai daripada Gedong Songo</p>

Lampiran 6. Tabel Foto Serangga yang Teramati

		
<p>Semut Api/Merah (<i>Solenopsis invicta</i>)</p>	<p>Hama Kutu (<i>Homoeocerus unipunctatus</i>)</p>	<p>Lalat Hijau (<i>Chrysomya megachepala</i>) Female (Kiri) & Male (Kanan)</p>
		
<p>Lebah (<i>Vespa velutina</i>)</p>	<p>Lalat Rumah (<i>Musca domestica</i>)</p>	<p>Lalat Kecil (<i>Fannia sp.</i>)</p>
		
<p>Belalang Hijau (<i>Atractomorpha crenulata</i>)</p>	<p>Belalang Kembara (<i>Locusta migratoria</i>)</p>	<p>Belalang (<i>Acrida cinerea</i>)</p>

		
<p><i>Calliphora vicina</i> Sumber: Wikimedia Commons</p>	<p><i>Anoplolepis gracilipes</i> Sumber: Greeners.Co</p>	

RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

1. Nama : Muhammad Farid Rahman
2. Tempat & Tanggal Lahir : Kab. Semarang, 02 Mei 1999
3. Alamat Rumah : Dsn. Kalibendo, RT01 RW01,
Desa Candi, Kec. Bandungan,
Kab. Semarang
4. HP : 081293729144
5. E-Mail :
muhammadfaridrachman@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan Formal

1. Pendidikan Formal
 - a. MI Al-Bidayah Candi Lulus 2011
 - b. MTs Raudlatul Ulum Guyangan Lulus 2014
 - c. MA Raudlatul Ulum Guyangan Lulus 2017
2. Pendidikan Non-Formal
 - a. Pondok Pesantren Raudlatul Ulum Guyangan
Trangkil Pati
 - b. Pesantren Mahasiswa Al-Ihya' Jl. Prof. Hamka
Ngaliyan Semarang