

**HUBUNGAN INFEKSI PROTOZOA USUS DENGAN STATUS  
GIZI DAN PRESTASI AKADEMIK PADA ANAK USIA  
SEKOLAH DASAR DI PANTI ASUHAN  
KOTA BANDAR LAMPUNG**

**(Skripsi)**

**Oleh:  
HUSAINI GUSTIAR  
2218011125**



**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER  
FAKULTAS KEDOKTERAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2026**

**HUBUNGAN INFEKSI PROTOZOA USUS DENGAN STATUS  
GIZI DAN PRESTASI AKADEMIK PADA ANAK USIA  
SEKOLAH DASAR DI PANTI ASUHAN  
KOTA BANDAR LAMPUNG**

**Oleh  
HUSAINI GUSTIAR**

**Skripsi  
Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
SARJANA KEDOKTERAN**

**Pada  
Program Studi Pendidikan Dokter  
Jurusan Kedokteran  
Fakultas Kedokteran Universitas Lampung**



**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER  
FAKULTAS KEDOKTERAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2026**

Judul Skripsi : **HUBUNGAN INFEKSI PROTOZOA USUS  
DENGAN STATUS GIZI DAN PRESTASI  
AKADEMIK PADA ANAK USIA SEKOLAH  
DASAR DI PANTI ASUHAN KOTA BANDAR  
LAMPUNG**

Nama Mahasiswa : *Husaini Gustiar*

No. Pokok Mahasiswa : 2218011125

Program Studi : Pendidikan Dokter

Fakultas : Kedokteran



*Jhons*  
Dr. dr. Jhons Fatmadi Suwandi,  
S. Ked., M. Kes., Sp. ParK  
NIP 197402262001122002

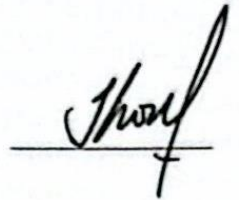
*Linda*  
Linda Septiani, S. Si., M. Sc.  
NIP 199009282022032010

2. Dekan Fakultas Kedokteran  
*Evi*  
Dr. dr. Evi Kurniawaty, S.Ked., M.Sc.  
NIP 197601202003122001

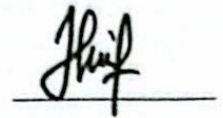
## MENGESAHKAN

### 1. Tim Penguji

Ketua : Dr. dr. Jhons Fatriyadi Suwandi, S.Ked., M.Kes.Sp. Par.K

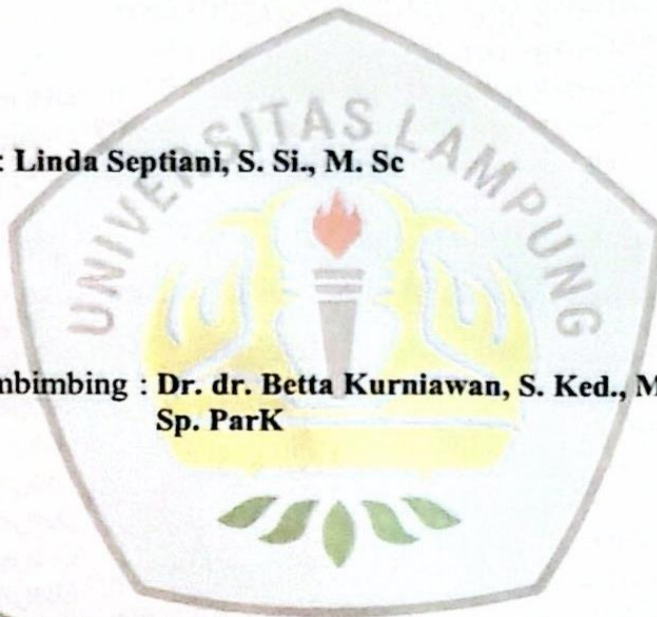


Sekretaris : Linda Septiani, S. Si., M. Sc



Penguji

Bukan Pembimbing : Dr. dr. Betta Kurniawan, S. Ked., M. Kes.,  
Sp. ParK



### 2. Dekan Fakultas Kedokteran



Dr. dr. Evi Kurniawaty, S.Ked., M.Sc.

NIP-19760120 200312 2 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 07 Januari 2026



## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Husaini Gustiar

NPM : 2218011125

Program Studi : Pendidikan Dokter

Judul Skripsi : Hubungan Infeksi Protozoa Usus dengan Status Gizi dan Prestasi Akademik pada Anak Usia Sekolah Dasar di Panti Asuhan Kota Bandar Lampung

Dengan ini menyatakan bahwa karya ilmiah Skripsi ini merupakan **HASIL KARYA SAYA SENDIRI**. Apabila di kemudian hari terbukti adanya plagiarisme dan kecurangan dalam karya ilmiah ini, maka saya bersedia diberi sanksi.

Bandar Lampung, 07 Januari 2026

Mahasiswa,



Husaini Gustiar

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan di Jakarta, 15 Juli 2004 sebagai anak dari Nico Bustanul Anshary dan Tri Agustiningrum, serta kakak dari Nadine Gustiar dan Gharami Gustiar. Penulis menempuh pendidikan menengah atas di SMAN 68 Jakarta dan lulus pada tahun 2022. Selama menempuh pendidikan di SMA, penulis aktif dalam berbagai kegiatan akademik dan organisasi sekolah, seperti Rohani Islam (ROHIS) dan Kegiatan Ilmiah Remaja.

Pada tahun 2022, Penulis dinyatakan menjadi mahasiswa program pendidikan dokter Fakultas Kedokteran Universitas Lampung. Selama masa perkuliahan, Penulis aktif dalam berbagai kegiatan akademik dan kemahasiswaan. Penulis berpartisipasi dalam berbagai kegiatan dinas pengabdian masyarakat, bantuan medis, dan pecinta alam di bawah naungan PMPATD PAKIS *Rescue Team* Fakultas Kedokteran Universitas Lampung dan SCORA CIMSA Fakultas Kedokteran Universitas Lampung.

هَلْ جَزَاءُ الْإِحْسَانِ إِلَّا الْإِحْسَانُ

*“Tidak ada balasan untuk kebaikan  
selain kebaikan (pula)”  
(QS. Ar-Rahman: 60)*

## **SANWACANA**

Alhamdulillahirrabilalamin puji syukur senantiasa Penulis panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya Penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi dengan judul “Hubungan Infeksi Protozoa Usus dengan Status Gizi dan Prestasi Akademik pada Anak Usia Sekolah Dasar di Panti Asuhan Kota Bandar Lampung” disusun sebagai pemenuh syarat guna mencapai gelar sarjana di Fakultas Kedokteran di Universitas Lampung.

Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bimbingan, masukan, bantuan, kritik, dan saran dari berbagai pihak. Dengan ini penulis ingin menyampaikan ucapan rasa terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., selaku Rektor Universitas Lampung;
2. Dr. dr. Evi Kurniawaty, S.Ked., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Lampung;
3. Dr. dr. Indri Windarti, S.Ked., Sp.PA., selaku Ketua Jurusan Kedokteran Fakultas Kedokteran Universitas Lampung;
4. dr. Intanri Kurniati, S.Ked., Sp.PK., selaku Kepala Program Studi Fakultas Kedokteran Universitas Lampung;
5. Dr. dr. Jhons Fatriyadi Suwandi, S. Ked., M. Kes., Sp. ParK. selaku Pembimbing Pertama sekaligus orang tua kedua penulis yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing, memberikan kritik dan saran yang konstruktif selama proses penyusunan skripsi ini. Terima kasih atas segala dukungan dan nasihat yang tidak pernah putus



diberikan selama proses penyusunan skripsi, penulis sangat menghargai ilmu yang telah dibagikan;

6. Linda Septiani, S. Si., M. Sc., selaku Pembimbing Kedua, yang bersedia meluangkan waktu dan tenaga, serta dengan sabar memberikan bimbingan, dukungan, kritik, saran yang membangun dalam penyelesaian skripsi ini. Terima kasih atas segala bimbingan dan ilmu yang telah diberikan kepada penulis;
7. Dr. dr. Betta Kurniawan, S. Ked., M. Kes., Sp. ParK., selaku Pembahas, yang telah meluangkan banyak waktu untuk memberikan masukan, kritik, saran, dan pembahasan yang bermanfaat dalam proses penyelesaian skripsi yang tidak akan pernah saya lupakan. Terima kasih atas arahan dan nasihat yang tidak pernah putus diberikan selama proses penyusunan skripsi ini;
8. dr. Novita Carolia, S. Ked., M. Sc., selaku Pembimbing Akademik penulis yang telah meluangkan waktu untuk membimbing, memberi dukungan, motivasi, saran, kritik, dan masukan selama melaksanakan studi;
9. Seluruh Civitas Akademika Fakultas Kedokteran Universitas Lampung, terima kasih atas ilmu, bimbingan, serta pengalaman berharga yang telah diberikan selama masa perkuliahan. Setiap dosen, tenaga kependidikan, dan pihak yang terlibat telah berkontribusi besar dalam membentuk penulis menjadi pribadi yang lebih berilmu, disiplin, dan berintegritas sebagai calon tenaga medis. Dukungan dan dedikasi seluruh civitas akademika menjadi fondasi penting dalam proses penulis menempuh pendidikan hingga terselesaikannya skripsi ini;
10. Subjek penelitian, terima kasih untuk seluruh subjek penelitian yang telah bersedia berpartisipasi dalam penelitian ini. Partisipasi, kerja sama, serta kesediaan subjek dalam mengikuti seluruh rangkaian kegiatan penelitian, termasuk pengisian data dan pemeriksaan yang dilakukan, sangat berperan penting dalam kelancaran serta keberhasilan penelitian ini. Tanpa keterlibatan aktif dan dukungan dari seluruh subjek penelitian, penelitian ini tidak dapat terlaksana dengan baik.
11. Laboran Mikrobiologi, Parasitologi, dan Patologi Klinik, Peneliti mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya karena telah memberikan bantuan, bimbingan, serta kerja sama selama proses pemeriksaan penelitian

ini. Tanpa bantuan dan kontribusi dari laboran, pelaksanaan penelitian ini tidak dapat berjalan dengan optimal.

12. Keluarga tercinta papah, mamah, nadine, mbah, aki, dan saudara semuanya, terima kasih banyak atas doa, cinta, dan semangatnya yang selalu mengiringi setiap perjalanan. Terima kasih atas segala pengorbanan, kesabaran, dan kasih sayang yang menjadi sumber kekuatan terbesar dalam menempuh perjalanan akademik ini. Setiap nasihat, perhatian, dan doa tulus dari keluarga telah menjadi penerang di saat penulis menghadapi kesulitan dan motivasi untuk terus berjuang hingga akhirnya dapat menyelesaikan skripsi ini. Tanpa doa dan cinta kalian, pencapaian ini tidak akan mungkin terwujud;
13. Ghatami Gustiar, adik kedua saya yang kehadirannya belum pernah penulis rasakan secara langsung tetapi doa dan dukungannya selalu menjadi pegangan hidup penulis selama ini, terima kasih banyak ghatami;
14. DPA 6 GASTER keluarga pertama di Fakultas Kedokteran, terima kasih atas setiap momen yang penuh tawa, cerita, dan perjuangan bersama sejak awal perkuliahan hingga kini. Kalian bukan hanya teman seangkatan, tetapi juga keluarga yang selalu memberikan semangat di kala lelah, tempat berbagi di kala sulit, dan pengingat untuk terus melangkah maju. Kehangatan dan solidaritas yang terjalin di antara kita menjadi salah satu kenangan paling berharga dalam perjalanan hidup penulis di Fakultas Kedokteran Universitas Lampung;
15. YBBA (Avis, Bilal, dan Fairuz) dan bootcamp (Avis, Alif, Bilal, Damar, Haikal, Ipan, Shiba, dan Toto) terima kasih sudah menjadi sahabat perjalanan terbaik selama perkuliahan. Terima kasih atas semangat dan motivasi serta bintang yang diberikan;
16. Grup “rencananya si ke Bandung” (bilal, jonathan, shiba, rio, toto, umar, dan jovan) yang sudah menemani penulis dalam mengisi waktu liburannya mengunjungi tempat-tempat baru di Jakarta dan Bandung;
17. Grup WTP, terima kasih aisyah dan lulu telah menemani penulis selama pre klinik ini dalam hal kegiatan CIMSAs, main, dan cerita bareng.

18. Teman teman seperjuangan parasitologi, terima kasih sudah bersama sama menyelesaikan rangkaian penelitian ini.
19. Keluarga besar PMPATD PAKIS Rescue Team Kedokteran Universitas Lampung, khususnya kepada SC 17 terima kasih atas kebersamaan, semangat, serta kerja sama yang luar biasa selama menjalankan berbagai program dan kegiatan pengabdian masyarakat;
20. Teman-teman KKN Sriwijaya Mataram, yaitu hazay, aga, naufal, pikri, anika, rere, dea, karin, fathia, rini, dita, ghefira, dan lisa, terima kasih atas kebersamaan, kerja sama, dan semangat luar biasa selama menjalankan program pengabdian di desa. Terima kasih atas setiap perjuangan, canda tawa, dan kenangan indah yang tercipta selama masa KKN. Pengalaman bersama kalian tidak hanya memperkaya wawasan dan keterampilan penulis, tetapi juga menjadi salah satu kenangan paling berharga dalam perjalanan selama menjadi mahasiswa Universitas Lampung;
21. Teman-teman sejawat angkatan 2022 (Troponin-Tropomiosin), terima kasih untuk segala memori indahnyanya selama 7 semester ini. Semoga perjuangan yang sudah kita lalui dapat membantu kita menjadi dokter yang profesional;
22. Terima kasih kepada segala pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah mendukung dan membantu dalam penyusunan skripsi ini. Terima kasih juga kepada diri saya sendiri yang selalu memilih berusaha dengan jujur dan tidak menyerah sesulit apapun proses penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak ketidaksempurnaan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, Penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberi kebermanfaatan bagi para pembacanya.

Bandar Lampung, 07 Januari 2026

Penulis



Husaini Gustiar

## ABSTRACT

### THE ASSOCIATION BETWEEN INTESTINAL PROTOZOAN INFECTIONS AND NUTRITIONAL STATUS AND ACADEMIC ACHIEVEMENT AMONG PRIMARY SCHOOL-AGED CHILDREN IN ORPHANAGES IN BANDAR LAMPUNG CITY

By

HUSAINI GUSTIAR

**Background:** Intestinal protozoan infections remain a public health problem among primary school-aged children, particularly those living in orphanages, as they may affect nutritional status and academic achievement. Environmental conditions, sanitation, and daily living practices can increase the risk of intestinal parasitic infections. This study aimed to determine the association between intestinal protozoan infections, nutritional status, and academic achievement among primary school-aged children living in orphanages in Bandar Lampung City.

**Methods:** This study employed an analytic observational design with a cross-sectional approach. The study subjects consisted of 38 primary school-aged children residing in orphanages in Bandar Lampung City. Nutritional status was assessed using anthropometric measurements, while academic achievement was evaluated based on school report card grades. Stool sample examinations were conducted at the Microbiology and Parasitology Laboratory, Faculty of Medicine, University of Lampung, using Lugol's iodine and Ziehl-Neelsen staining methods. Data analysis in this study employed an independent *t*-test.

**Results:** The prevalence of intestinal protozoan infections among children living in orphanages was 7.8%, with *Blastocystis* sp. identified as the detected species. Bivariate analysis revealed a statistically significant association between intestinal protozoan infections and academic achievement ( $p=0.024$ ). However, no statistically significant association was found between intestinal protozoan infections and nutritional status ( $p=0.870$ ).

**Conclusion:** The prevalence of intestinal protozoan infections among primary school-aged children in orphanages in Bandar Lampung City was relatively low. Intestinal protozoan infections were associated with academic achievement but were not associated with nutritional status.

**Keywords:** academic achievement, *Blastocystis* sp., intestinal protozoan infection, nutritional status, orphanage.

## ABSTRAK

### HUBUNGAN INFEKSI PROTOZOA USUS DENGAN STATUS GIZI DAN PRESTASI AKADEMIK PADA ANAK USIA SEKOLAH DASAR DI PANTI ASUHAN KOTA BANDAR LAMPUNG

Oleh

HUSAINI GUSTIAR

**Latar Belakang:** Infeksi protozoa usus masih menjadi masalah kesehatan pada anak usia sekolah dasar, terutama pada kelompok yang tinggal di panti asuhan, karena berpotensi memengaruhi status gizi dan prestasi akademik. Kondisi lingkungan, sanitasi, serta pola hidup sehari-hari dapat meningkatkan risiko terjadinya infeksi parasit usus. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan infeksi protozoa usus dengan status gizi dan prestasi akademik pada anak usia sekolah dasar yang tinggal di panti asuhan di Kota Bandar Lampung.

**Metode:** Penelitian ini merupakan penelitian observasional analitik dengan desain potong lintang (*cross-sectional*). Subjek penelitian berjumlah 38 anak usia sekolah dasar yang tinggal di panti asuhan di Kota Bandar Lampung. Status gizi ditentukan berdasarkan pengukuran antropometri, sedangkan prestasi akademik dinilai menggunakan nilai rapor. Pemeriksaan sampel feses dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi dan Parasitologi Fakultas Kedokteran Universitas Lampung menggunakan metode Lugol dan *Ziehl-Neelsen*. Analisis data pada penelitian ini menggunakan *independent t-test*.

**Hasil:** Prevalensi infeksi protozoa usus pada anak panti asuhan sebesar 7,8%, dengan spesies yang ditemukan adalah *Blastocystis* sp.. Analisis bivariat menunjukkan terdapat hubungan bermakna antara infeksi protozoa usus dengan prestasi akademik anak ( $p=0.024$ ). Namun, tidak ditemukan hubungan bermakna antara infeksi protozoa usus dengan status gizi anak ( $p=0.870$ ).

**Kesimpulan:** Prevalensi infeksi protozoa usus pada anak usia sekolah dasar di panti asuhan Kota Bandar Lampung tergolong rendah. Infeksi protozoa usus berhubungan dengan prestasi akademik, tetapi tidak berhubungan dengan status gizi.

**Kata Kunci:** *Blastocystis* sp., infeksi protozoa usus, panti asuhan, prestasi akademik, status gizi.



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>v</b>
 <b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	 <b>6</b>
1.1 Latar Belakang .....	6
1.2 Rumusan Masalah .....	10
1.3 Tujuan Penelitian .....	11
1.3.1 Tujuan Umum .....	11
1.3.2 Tujuan Khusus .....	11
1.4 Manfaat Penelitian .....	11
1.4.1 Manfaat Bagi Peneliti .....	11
1.4.2 Manfaat Bagi Peneliti Lain .....	11
1.4.3 Manfaat Bagi Masyarakat .....	11
 <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	 <b>13</b>
2.1 Protozoa Usus .....	13
2.1.1 <i>Giardia lamblia</i> .....	14
2.1.2 <i>Entamoeba histolyca</i> .....	21
2.1.3 <i>Blastocystis hominis</i> .....	26
2.1.4 <i>Cryptosporidium parvum</i> .....	31
2.2 Status Gizi .....	35
2.3 Prestasi Akademik .....	38
2.4 Hubungan Infeksi Protozoa Usus, Status Gizi, dan Prestasi Akademik .....	40
2.5 Kerangka Teori .....	41
2.6 Kerangka Konsep .....	41
2.7 Hipotesis Penelitian .....	42
 <b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	 <b>43</b>
3.1 Desain Penelitian .....	43
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian .....	43
3.2.1 Tempat Penelitian .....	43
3.2.2 Waktu Penelitian .....	43
3.3 Populasi dan Sampel Penelitian .....	43
3.3.1 Populasi Penelitian .....	43
3.3.2 Sampel Penelitian .....	44
3.3.3 Teknik Pemilihan Sampling .....	45
3.3.4 Kriteria Inklusi .....	45

3.3.5 Kriteria Eksklusi .....	45
3.4 Identifikasi Variabel Penelitian.....	45
3.4.1 Variabel Bebas ( <i>independent variable</i> ) .....	45
3.4.2 Variabel Terikat ( <i>dependent variable</i> ).....	45
3.5 Definisi Operasional .....	46
3.6 Alat dan Bahan Penelitian.....	46
3.6.1 Alat Penelitian.....	46
3.6.2 Bahan Penelitian .....	47
3.7 Prosedur Penelitian .....	47
3.8 Uji Instrumen Data.....	52
3.9 Teknik Pengolahan dan Analisis Data .....	52
3.10 Etika Penelitian .....	53
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>54</b>
4.1 Gambaran Umum Penelitian.....	54
4.2 Hasil Penelitian .....	54
4.2.1 Uji Normalitas.....	54
4.2.2 Karakteristik Dasar Sampel Penelitian .....	55
4.2.3 Prevalensi Infeksi Protozoa Usus, Gambaran Status Gizi, dan Prestasi Akademik.....	56
4.2.4 Hubungan Infeksi Protozoa Usus dengan Status Gizi dan Prestasi Akademik.....	58
4.3 Pembahasan.....	59
4.3.1 Protozoa Usus pada Anak Usia Sekolah Dasar di Panti Asuhan Kota Bandar Lampung .....	59
4.3.2 Hubungan Infeksi Protozoa Usus dengan Status Gizi pada Anak Usia Sekolah Dasar di Panti Asuhan Kota Bandar Lampung .....	61
4.3.3 Hubungan Infeksi Protozoa Usus dengan Prestasi Akademik pada Anak Usia Sekolah Dasar di Panti Asuhan Kota Bandar Lampung.....	64
4.4 Keterbatasan Penelitian.....	65
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>67</b>
5.1 Kesimpulan .....	67
5.2 Saran .....	67
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>69</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>76</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
2. 1 Kategori Status Gizi berdasarkan IMT/U .....	37
3. 1 Definisi Operasional.....	46
4. 1 Karakteristik Data Sampel Penelitian .....	55
4. 2 Distribusi Prevalensi Infeksi Protozoa Usus pada Anak Usia Sekolah Dasar di Panti Asuhan Kota Bandar Lampung.....	56
4. 3 Distribusi Kategori Gambaran Status Gizi dan Prestasi Akademik.....	57
4. 4 Perbedaan Rerata Gambaran Status Gizi dan Prestasi Akademik pada Kelompok yang Terinfeksi dan Tidak Terinfeksi Protozoa Usus.....	58

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
2. 1 Morfologi <i>Giardia lamblia</i> .....	15
2. 2 Siklus hidup <i>Giardia lamblia</i> .....	17
2. 3 Morfologi <i>Entamoeba histolytica</i> .....	21
2. 4 Siklus hidup <i>Entamoeba histolytica</i> .....	23
2. 5 Morfologi <i>Blastocystis hominis</i> .....	27
2. 6 Siklus hidup <i>Blastocystis hominis</i> .....	28
2. 7 Morfologi <i>Cryptosporidium parvum</i> stadium ookista .....	31
2. 8 Siklus hidup <i>Cryptosporidium parvum</i> .....	33
2. 9 Kerangka Teori.....	41
2. 10 Kerangka Konsep .....	41
3. 1 Alur Penelitian .....	52

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1** Lembar Isian Subjek
- Lampiran 2** *Informed Consent*
- Lampiran 3** Surat Etik Penelitian
- Lampiran 4** Surat Izin PTSP
- Lampiran 5** Dokumentasi Pengambilan Data di Panti Asuhan
- Lampiran 6** Dokumentasi Nilai Rapot
- Lampiran 7** Dokumentasi Laboratorium
- Lampiran 8** Hasil Pemeriksaan Mikroskopis
- Lampiran 9** Karakteristik Sampel
- Lampiran 10** Uji Univariat Numerik Status Gizi
- Lampiran 11** Uji Univariat Numerik Prestasi Akademik
- Lampiran 12** Tes Normalitas
- Lampiran 13** Uji Bivariat *Independent t test* Hubungan Infeksi Protozoa Usus  
dengan Status Gizi dan Prestasi Akademik
- Lampiran 14** Data Sampel

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Infeksi yang disebabkan oleh protozoa usus masih menjadi isu penting dalam bidang kesehatan masyarakat, khususnya di negara-negara berkembang. Beberapa jenis protozoa seperti *Giardia lamblia*, *Entamoeba histolytica*, *Blastocystis hominis*, dan *Cryptosporidium parvum* dikenal sebagai penyebab utama gangguan saluran pencernaan yang dapat menimbulkan diare, kekurangan gizi, hingga komplikasi serius lainnya. Tingkat penyebaran infeksi ini dipengaruhi oleh kondisi geografis, sosial, serta lingkungan.

Secara keseluruhan, *Giardia lamblia* bertanggung jawab atas sekitar 200 juta kasus infeksi setiap tahunnya di seluruh dunia (Purba & Mahyudi, 2018). Di negara berkembang, angka infeksi cenderung lebih tinggi dibandingkan negara maju, di Asia melaporkan bahwa rata-rata prevalensi protozoa usus pada anak sekolah mencapai 20,8%, dengan *Giardia duodenalis* sebagai spesies paling sering ditemukan (8,2%), sementara negara seperti Lebanon dan Tajikistan mencatat prevalensi tertinggi lebih dari 80% (Abdoli *et al.*, 2024). Prevalensi protozoa usus di Indonesia menunjukkan variasi yang cukup besar antar-wilayah dan populasi. Studi pada anak-anak usia Sekolah Dasar di Jakarta melaporkan prevalensi protozoa usus sebesar 26% (Tamba *et al.*, 2024). Temuan serupa juga terlihat pada studi di Makassar menemukan bahwa *Entamoeba coli* adalah spesies protozoa yang paling sering terdeteksi dengan prevalensi 17,14% pada sampel yang diteliti (Jabal *et al.*, 2020).



Tingkat prevalensi infeksi protozoa usus di Provinsi Lampung bervariasi secara signifikan tergantung pada wilayah dan kelompok populasi yang menjadi fokus penelitian. Sebuah studi di Kabupaten Pesawaran menemukan bahwa 65,2% penduduk terinfeksi protozoa usus, dengan spesies yang paling sering teridentifikasi antara lain *Blastocystis hominis*, *Giardia lamblia*, dan *Cryptosporidium parvum* (Nugraha *et al.*, 2024). Penelitian terbaru pada komunitas petani di Kecamatan Gisting, Kabupaten Tanggamus, melaporkan prevalensi sebesar 9,33%, dengan jenis parasit yang paling sering ditemukan adalah *Blastocystis sp.* (6,67%), diikuti *Entamoeba histolytica/dispar* dan kombinasi *Blastocystis sp.* dengan *Endolimax nana* (Suwandi *et al.*, 2025). Di kawasan urban seperti Bandar Lampung, penelitian pada anak-anak Sekolah Dasar Negeri 2 Sukamenanti menunjukkan prevalensi infeksi parasit usus sebesar 26,11% (Susilo & Haryatm 2024).

Penelitian lebih lanjut masih diperlukan untuk memperoleh pemahaman yang lebih menyeluruh mengenai prevalensi infeksi protozoa usus di Kota Bandar Lampung. Salah satu studi yang dilakukan di wilayah kerja Puskesmas Campang Raya melaporkan bahwa 7,5% anak usia sekolah dasar terinfeksi protozoa usus, dengan *Entamoeba histolytica* sebagai spesies yang paling dominan (Steven, 2024; Khuluq, 2024).

Infeksi protozoa usus, seperti *Giardia lamblia*, telah terbukti meningkatkan permeabilitas usus yang kemudian memperparah malabsorpsi berbagai zat penting termasuk makro dan mikronutrien seperti vitamin A, B12, dan asam folat, serta dikaitkan dengan stunting pada anak-anak di negara berkembang (Bartelt *et al.*, 2024). Anak-anak yang menderita malnutrisi kronis akibat infeksi ini cenderung mengalami hambatan dalam pertumbuhan fisik serta penurunan kemampuan untuk berpartisipasi dalam aktivitas fisik dan mental di sekolah.

Infeksi protozoa di saluran pencernaan yang terjadi secara terus-menerus bisa memicu respons imun yang berkepanjangan, menghasilkan peradangan sistemik yang berpeluang menjalar ke otak dan menimbulkan neuroinflamasi. Situasi ini berisiko mengganggu fungsi perhatian, memori kerja, dan proses belajar anak, meskipun gizi mereka masih dalam keadaan cukup. Selain itu, infeksi tersebut sering menyebabkan ketidakseimbangan mikrobiota usus (*dysbiosis*), yang memainkan peran sentral dalam komunikasi dua arah antara usus dan otak (dikenal sebagai *gut-brain axis*). Gangguan ini dapat mengubah produksi zat hasil metabolisme mikroba, memengaruhi sinyal imun, bahkan meredam saluran saraf seperti vagus, sehingga suasana hati, fokus, dan motivasi belajar turut terganggu yang pada akhirnya dapat menurunkan pencapaian akademik anak (Johnson *et al.*, 2020).

Sebuah studi yang dilakukan di Mesir mengungkapkan bahwa anak-anak yang terinfeksi parasit usus cenderung memiliki nilai rata-rata yang lebih rendah dalam berbagai bidang pendidikan dibandingkan dengan anak-anak yang tidak terinfeksi (Heba *et al.*, 2018). Gejala yang timbul akibat infeksi, seperti diare dan nyeri perut, dapat mengganggu konsentrasi saat belajar, menurunkan kehadiran di sekolah, serta menurunkan motivasi untuk belajar. Penelitian lain yang dilakukan di wilayah sub-Sahara Afrika juga menemukan bahwa anak-anak yang terinfeksi parasit usus memiliki skor akademik rata-rata yang lebih rendah dibandingkan dengan anak-anak yang tidak terinfeksi (53,7% vs. 59,6%,  $p=0,034$ ). Hasil analisis regresi menunjukkan bahwa infeksi parasit usus memberikan kontribusi signifikan terhadap penurunan prestasi akademik ( $F(1117)=8.169$ ,  $p<0,001$ ) (Donkoh *et al.*, 2022).

Kota Bandar Lampung merupakan salah satu kota dengan kepadatan penduduk yang tinggi di Provinsi Lampung. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, jumlah penduduk Kota Bandar Lampung pada tahun 2021 mencapai 1.184.949 jiwa dengan kepadatan penduduk sekitar 6.008 jiwa

per kilometer persegi. Kepadatan penduduk yang tinggi menjadi tantangan dalam penyediaan layanan dasar, termasuk sanitasi dan kesehatan lingkungan (Badan Pusat Statistik Kota Bandar Lampung, 2022).

Kondisi sanitasi yang tidak memadai dapat mempermudah penyebaran protozoa usus melalui kontaminasi air dan makanan, yang pada akhirnya meningkatkan risiko infeksi. Tingginya angka kejadian diare di Bandar Lampung menjadi perhatian utama bagi pemerintah dan masyarakat. Berdasarkan data dari Kementerian Kesehatan RI, diare termasuk salah satu penyakit utama yang disebabkan oleh sanitasi yang buruk dan keterbatasan akses terhadap air bersih yang layak (Kemenkes RI, 2021).

Anak-anak yang tinggal di panti asuhan memiliki risiko tinggi terhadap infeksi protozoa usus karena adanya kombinasi faktor lingkungan dan sosial. Kondisi sanitasi yang kurang memadai, keterbatasan fasilitas air bersih, serta rendahnya penerapan perilaku hidup bersih dan sehat (PHBS) seperti kebiasaan mencuci tangan sebelum makan menjadi faktor utama yang meningkatkan paparan parasit. Risiko semakin tinggi karena anak-anak di panti asuhan umumnya hidup secara komunal dalam ruangan yang padat, sehingga kontak erat antar individu memperbesar peluang penularan kista atau trofozoit melalui jalur fekal-oral. Selain itu, kurangnya pengawasan langsung dari orang tua menyebabkan perilaku higiene sehari-hari anak sering terabaikan, seperti kebiasaan jajan sembarangan atau tidak mencuci tangan dengan benar, yang memperkuat siklus penularan. Faktor-faktor ini menjadikan anak panti asuhan kelompok yang sangat rentan terhadap infeksi protozoa usus (Kotepui *et al.*, 2025).

Beberapa studi epidemiologi di Indonesia menunjukkan bahwa prevalensi infeksi protozoa usus pada populasi anak cukup tinggi, khususnya di lingkungan dengan sanitasi yang kurang optimal. Misalnya, penelitian pada anak di wilayah Jakarta menemukan bahwa protozoa usus seperti

*Blastocystis hominis* bukan hanya umum tetapi juga menjadi salah satu parasit yang sering ditemukan pada feces anak (prevalensi protozoa usus sebesar 26 %) meskipun tidak semua spesies patogen seperti *Entamoeba histolytica* terdeteksi pada sampel tersebut (Tamba *et al.*, 2024). Infeksi protozoa usus pada anak sering dikaitkan dengan gangguan pencernaan, diare, penurunan status gizi, dan morbiditas gastrointestinal, terutama pada kelompok dengan sanitasi yang tidak optimal (Tamba *et al.*, 2024).

Meskipun angka infeksi parasit usus di Kota Bandar Lampung relatif lebih rendah, pemilihan lokasi ini tetap dianggap relevan karena penelitian difokuskan pada kelompok rentan, yaitu anak-anak usia sekolah dasar yang tinggal di panti asuhan. Anak-anak dalam lingkungan panti asuhan berisiko lebih tinggi terpapar infeksi protozoa usus akibat keterbatasan dalam hal sanitasi, pemantauan kesehatan, dan asupan gizi yang memadai. Selain itu, kajian yang menyoroti kelompok khusus di wilayah perkotaan, seperti panti asuhan, masih terbatas.

Mengingat urgensi permasalahan ini dan minimnya data yang menyeluruh mengenai tingkat infeksi parasit usus pada anak-anak di panti asuhan di Bandar Lampung serta dampaknya bagi mereka, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keterkaitan antara faktor-faktor tersebut. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan informasi yang bermanfaat bagi pemerintah daerah, pengelola panti asuhan, dan organisasi kesehatan masyarakat dalam upaya menurunkan tingkat infeksi parasit usus pada anak-anak.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka diperoleh rumusan masalah yaitu “apakah terdapat hubungan infeksi protozoa usus dengan rerata hasil status gizi dan prestasi akademik pada anak usia sekolah dasar di panti asuhan kota Bandar Lampung”.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

#### **1.3.1 Tujuan Umum**

Mengetahui hubungan infeksi protozoa usus dengan rerata hasil status gizi dan prestasi akademik pada anak usia sekolah dasar di panti asuhan kota Bandar Lampung.

#### **1.3.2 Tujuan Khusus**

1. Mengetahui prevalensi infeksi parasit usus pada anak usia sekolah dasar di panti asuhan kota Bandar Lampung.
2. Mengetahui perbedaan rerata nilai status gizi berdasarkan IMT antara kelompok yang terinfeksi dan tidak terinfeksi protozoa usus pada anak usia sekolah dasar di panti asuhan kota Bandar Lampung.
3. Mengetahui perbedaan hasil rerata prestasi akademik antara kelompok yang terinfeksi dan tidak terinfeksi protozoa usus pada anak usia sekolah dasar di panti asuhan kota Bandar Lampung.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

#### **1.4.1 Manfaat Bagi Peneliti**

Penelitian ini memberikan tambahan pengetahuan mandiri mengenai hubungan infeksi protozoa usus dan terhadap status gizi dan prestasi akademik pada anak panti asuhan kota Bandar Lampung.

#### **1.4.2 Manfaat Bagi Peneliti Lain**

Memberikan data terkait prevalensi infeksi protozoa usus pada anak Panti Asuhan di Kota Bandar Lampung serta hubungannya dengan status gizi dan prestasi akademik yang dapat digunakan untuk melanjutkan penelitian yang serupa.

#### **1.4.3 Manfaat Bagi Masyarakat**

Memberikan informasi terkait infeksi protozoa usus serta dampaknya bagi anak-anak usia sekolah dasar yang harapannya dapat mendorong pihak panti asuhan dan pemerintah setempat

untuk membuat program ataupun fasilitas yang dapat mencegah dan mengurangi infeksi protozoa usus.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Protozoa Usus**

Infeksi protozoa usus adalah masalah kesehatan utama di negara-negara berkembang, termasuk Indonesia. Mikroorganisme bersel tunggal seperti *Giardia lamblia*, *Entamoeba histolytica*, *Blastocystis hominis*, dan *Cryptosporidium parvum* dapat bertahan hidup sebagai parasit dalam saluran pencernaan manusia. Infeksi ini umumnya ditularkan melalui rute fekal-oral, yaitu melalui konsumsi makanan atau air yang terkontaminasi dengan kista atau trofozoit protozoa (Atabati *et al.*, 2020).

Faktor-faktor yang memengaruhi terjadinya infeksi protozoa usus meliputi kondisi sanitasi lingkungan, ketersediaan air bersih, dan perilaku higiene individu. Di wilayah dengan sanitasi yang buruk dan fasilitas kesehatan yang terbatas, risiko infeksi meningkat secara signifikan. Selain itu, faktor sosial-ekonomi seperti tingkat pendidikan dan pendapatan keluarga juga memainkan peran dalam prevalensi infeksi; kelompok masyarakat berpendapatan rendah cenderung memiliki akses terbatas terhadap layanan kesehatan dan pendidikan mengenai praktik higiene yang baik (Atabati *et al.*, 2020).

Diagnosis infeksi protozoa usus umumnya dilakukan melalui pemeriksaan feses untuk mendeteksi kista atau trofozoit parasit. Metode yang paling umum digunakan adalah pemeriksaan mikroskopis konvensional, di mana sampel feses dianalisis menggunakan larutan garam fisiologis dan pewarnaan seperti *trichrome* atau Ziehl-Neelsen untuk memperjelas tampilan parasit. Selain itu, metode serologi dan molekular, seperti deteksi

antigen dan PCR, juga diterapkan untuk meningkatkan sensitivitas dan spesifisitas diagnosis, terutama dalam kasus di mana infeksi tidak terdeteksi melalui mikroskopi (Atabati *et al.*, 2020).

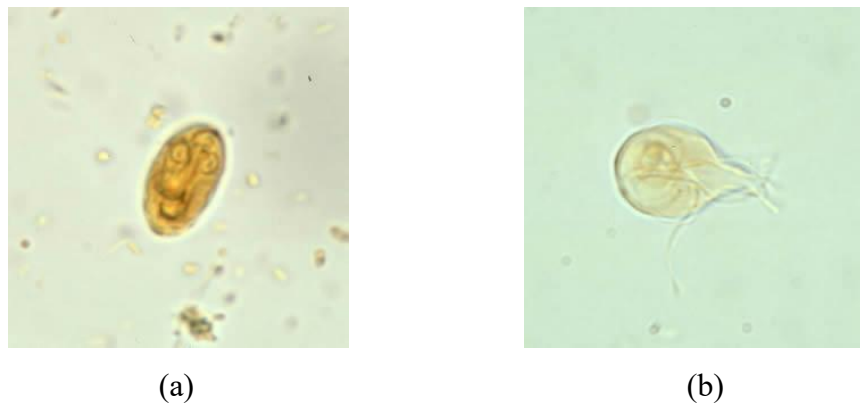
Penelitian ini menggunakan metode *direct slide* atau pemeriksaan sediaan basah langsung, yang merupakan teknik dasar dan cepat untuk mendeteksi infeksi protozoa usus pada sampel feses manusia. Pada metode ini, sejumlah kecil feses segar diambil dan dicampurkan dengan larutan garam fisiologis (NaCl 0,9%) atau larutan iodine (seperti lugol 1%) di atas kaca objek, kemudian ditutup dengan kaca penutup dan diamati di bawah mikroskop cahaya. Larutan NaCl digunakan untuk mengamati trofozoit yang masih hidup dan bergerak (*motil*), sementara larutan iodine membantu memperjelas detail morfologi internal kista, seperti inti dan vakuola. Pemeriksaan harus dilakukan segera setelah pengambilan sampel karena trofozoit sangat rapuh dan dapat kehilangan gerakannya dengan cepat (Paniker & Ghosh, 2017; Garcia, 2020).

Pencegahan infeksi protozoa usus mencakup langkah-langkah sanitasi dan higiene yang baik. Masyarakat disarankan untuk mengonsumsi air bersih dan aman serta memasak makanan dengan benar untuk membunuh kista atau trofozoit yang mungkin terkandung di dalamnya (Kementerian Kesehatan RI, 2020). Selain itu, mencuci tangan dengan sabun sebelum makan dan setelah menggunakan toilet sangat penting untuk mencegah penularan. Program pendidikan kesehatan yang meningkatkan kesadaran masyarakat tentang risiko infeksi protozoa usus juga memiliki peran penting dalam pencegahan penyakit ini.

### **2.1.1 *Giardia lamblia***

*Giardia lamblia* (juga dikenal sebagai *G. intestinalis*, *G. duodenalis*) adalah protozoa flagelata yang merupakan penyebab utama giardiasis, suatu infeksi parasit yang menyerang usus halus manusia. Infeksi ini umumnya terjadi akibat konsumsi kista yang terdapat dalam air, makanan, atau pada permukaan yang tercemar feses, terutama di

daerah dengan sanitasi yang buruk. Kista *Giardia lamblia* sangat resisten terhadap kondisi lingkungan dan dapat bertahan lama dalam air atau tanah yang terkontaminasi. Di negara-negara berkembang, prevalensi giardiasis cukup tinggi, khususnya pada anak-anak, dan sering kali dikaitkan dengan masalah stunting yang disebabkan oleh kerusakan epitel usus yang mengganggu proses penyerapan nutrisi (Uslu *et al.*, 2021).



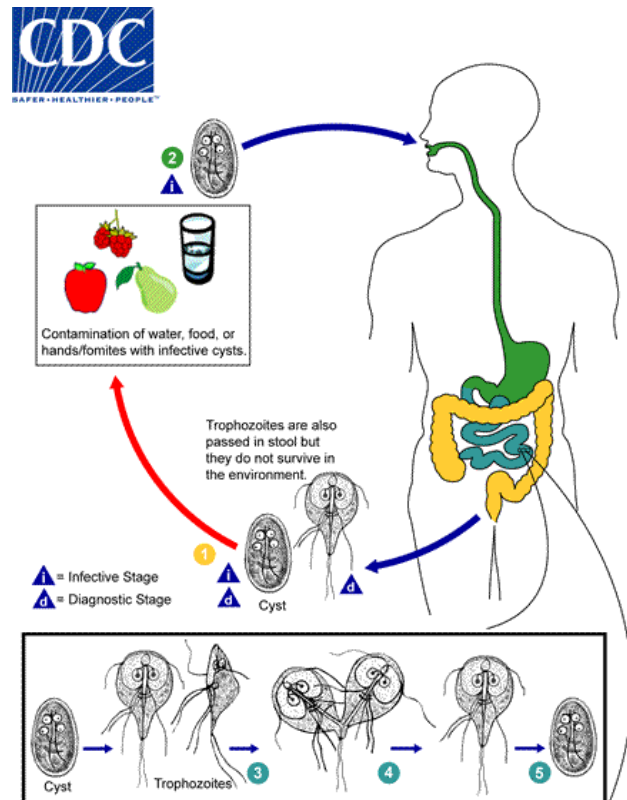
**Gambar 2. 1** Morfologi *Giardia lamblia*  
(a) Kista dan (b) Trofozoit dengan perbesaran 1000x  
(CDC, 2024)

*Giardia duodenalis*, suatu protozoa flagelata patogen usus, menampilkan dua bentuk morfologis penting dalam daur hidupnya, yaitu trofozoit (vegetatif) dan kista (infektif). Trofozoit berbentuk seperti buah pir dengan panjang berkisar antara 9–21  $\mu\text{m}$ , lebar 5–15  $\mu\text{m}$ , dan ketebalan sekitar 2–4  $\mu\text{m}$ . Sel ini dilengkapi dengan dua inti sentral yang besar, satu badan median (*median-pear-shaped body*), delapan flagela (terdiri dari empat pasang), serta sebuah cakram adhesif ventral yang memungkinkan penempelan kuat pada epitel usus. Sebaliknya, kista berukuran sedikit lebih kecil, oval, dengan dimensi sekitar 8–18  $\mu\text{m} \times 7\text{--}10 \mu\text{m}$ , mengandung empat inti ketika matang (atau dua inti pada kista muda), dan memiliki dinding yang tahan terhadap lingkungan eksternal. Bentuk ini tidak aktif secara

metabolik, tetapi sangat tahan banting dan merupakan tahap infeksi utama yang menjembatani transmisi antar hospes (Ahmed, 2023).

Dalam taksonomi, *Giardia lamblia* diklasifikasikan ke dalam filum Metamonada, subfilum Trichozoa, kelas Trepomonadea, ordo Giardiida, dan famili Giardiidae. Parasit ini memiliki delapan kelompok genetik (*assemblages*) yang serupa secara morfologi tetapi berbeda secara genetik. Dari delapan kelompok tersebut, *assemblages* A dan B merupakan yang paling relevan bagi kesehatan manusia karena dapat menginfeksi manusia sekaligus berbagai mamalia lain (Abdoli *et al.*, 2023).

*Giardia lamblia* adalah protozoa yang ditemukan di berbagai habitat, termasuk tanah, air, makanan, atau permukaan yang terkontaminasi tinja dari manusia dan hewan yang terinfeksi. Parasit ini dapat bertahan hidup di lingkungan yang lembap dan dapat ditemukan di sumber air yang tidak direbus atau tidak terolah dengan baik. Kista *Giardia lamblia* dapat bertahan selama berbulan-bulan di dalam air, menjadikannya sebagai salah satu penyebab utama infeksi *gastrointestinal* di seluruh dunia (Uslu *et al.*, 2021).



**Gambar 2. 2** Siklus hidup *Giardia lamblia* (CDC, 2024)

*Giardia lamblia* memiliki siklus hidup hanya di manusia, dengan kista matang sebagai bentuk infeksi sesuai pada. Pada Gambar 2. 2 dijelaskan bahwa penularan terjadi lewat air atau makanan terkontaminasi, atau kontak langsung, terutama pada anak-anak, pria homoseksual, dan penderita gangguan mental. Faktor risiko meliputi golongan darah A, aklorhidria, penggunaan ganja, pankreatitis kronis, malnutrisi, dan gangguan imun seperti defisiensi IgA. Sekitar setengah jam setelah tertelan, kista melepaskan dua trofozoit yang berkembang biak secara biner dan berkolonisasi di duodenum, hidup dengan pinositosis. Saat kondisi tidak mendukung, trofozoit membentuk kista (enkistasi) di kolon, lalu dikeluarkan lewat feses. Kista dapat bertahan di tanah dan air selama beberapa minggu, dengan satu gram tinja mengandung hingga 200.000 kista, padahal dosis infeksiusnya hanya 10–100 kista (Paniker & Ghosh, 2017).

Infeksi *Giardia lamblia* dimulai melalui penelanan kista infeksius yang berasal dari air atau makanan terkontaminasi secara fekal–oral. Setelah tertelan, kista akan mengalami proses eksistasi akibat pengaruh asam lambung dan empedu, sehingga melepaskan trofozoit di lumen usus halus, terutama di duodenum. Trofozoit kemudian berpindah dan berkolonisasi di duodenum hingga jejunum, yang merupakan lokasi utama replikasi dan aktivitas patogenik parasit ini (Klimczak *et al.*, 2024).

Trofozoit *Giardia lamblia* menempel pada permukaan mukosa usus menggunakan struktur khas berupa *ventral adhesive disc*, yang memungkinkan adhesi kuat pada enterosit tanpa melakukan invasi ke jaringan submukosa. Adhesi ini bersifat mekanis dan menyebabkan gangguan langsung pada integritas epitel usus, khususnya pada wilayah duodenum dan jejunum. Walaupun tidak bersifat invasif, keberadaan trofozoit dalam jumlah besar dapat menghambat aliran nutrisi dan mengganggu fungsi fisiologis mukosa usus halus (Harun *et al.*, 2020).

Mekanisme patogenesis utama giardiasis terjadi melalui kerusakan struktur mikrovili dan *brush border* enterosit. Adhesi trofozoit memicu pemendekan dan atrofi vilus usus, sehingga menurunkan luas permukaan absorpsi. Kerusakan ini menyebabkan penurunan aktivitas enzim disakaridase, serta gangguan absorpsi lemak dan karbohidrat. Akibatnya, penderita dapat mengalami malabsorpsi, steatorrhea, diare osmotik, dan penurunan berat badan, terutama pada infeksi kronis (Klimczak *et al.*, 2024).

Selain kerusakan struktural, *Giardia lamblia* juga memengaruhi fungsi barrier mukosa usus dengan meningkatkan permeabilitas epitel. Trofozoit diketahui dapat menginduksi apoptosis enterosit, mengganggu tight junction antar sel, dan menyebabkan translokasi



antigen luminal ke lapisan subepitel. Kondisi ini memicu aktivasi respons imun mukosa, yang berkontribusi terhadap sekresi cairan dan elektrolit ke lumen usus, sehingga memperparah gejala diare (Solaymani-Mohammadi, 2022).

Steatorrhea merupakan salah satu manifestasi klinis khas pada infeksi *Giardia lamblia* dan berkaitan erat dengan mekanisme patogenesis parasit di usus halus, khususnya duodenum dan jejunum. Adhesi trofozoit pada mukosa usus menyebabkan kerusakan mikrovili, atrofi vilus, serta gangguan fungsi brush border, yang berujung pada penurunan kapasitas absorpsi lemak. Selain itu, infeksi giardiasis dapat mengganggu reabsorpsi asam empedu dan aktivitas lipase pankreas secara tidak langsung, sehingga proses emulsifikasi dan absorpsi trigliserida menjadi tidak optimal. Akibatnya, lemak diekskresikan bersama feses dalam jumlah berlebih, menghasilkan feses berbau menyengat, berminyak, dan sulit disiram, yang secara klinis dikenal sebagai steatorrhea (Klimczak *et al.*, 2024).

Steatorrhea pada giardiasis memiliki implikasi penting terhadap status gizi, terutama pada anak usia sekolah, karena kehilangan lemak kronik dapat menyebabkan defisiensi energi serta kekurangan vitamin larut lemak (A, D, E, dan K). Kondisi ini berkontribusi terhadap penurunan berat badan, gangguan pertumbuhan, dan penurunan cadangan nutrisi, khususnya pada infeksi giardiasis kronik atau berulang. Oleh karena itu, steatorrhea menjadi salah satu mekanisme kunci yang menjelaskan hubungan antara infeksi *Giardia lamblia* dengan malnutrisi dan dampak jangka panjang pada kesehatan anak (Solaymani-Mohammadi, 2022; Klimczak *et al.*, 2024).

Pada tingkat molekuler, *Giardia lamblia* menghasilkan berbagai faktor virulensi, termasuk protease seperti giardipain-1, yang berperan dalam degradasi protein epitel, induksi apoptosis sel, serta

pengelupasan enterosit pada puncak vilus. Protease ini juga memengaruhi komposisi mikrobiota usus, menyebabkan disbiosis yang dapat memperburuk inflamasi lokal dan gangguan absorpsi nutrisi. Interaksi antara parasit, epitel usus, dan mikrobiota berkontribusi pada variasi manifestasi klinis giardiasis (Solaymani-Mohammadi, 2022).

Respons imun terhadap infeksi *Giardia lamblia* melibatkan aktivasi imunitas humoral dan seluler, termasuk peran IgA sekretorik dan sel T mukosa. Namun, *Giardia* memiliki kemampuan imunomodulasi yang dapat menekan respons inflamasi berlebihan, sehingga pada sebagian individu infeksi berlangsung asimtomatik meskipun terjadi perubahan struktural pada mukosa usus. Variabilitas respons imun host ini menjelaskan perbedaan spektrum klinis giardiasis, mulai dari tanpa gejala hingga diare kronis dan malnutrisi, terutama pada anak usia sekolah (Klimczak *et al.*, 2024).

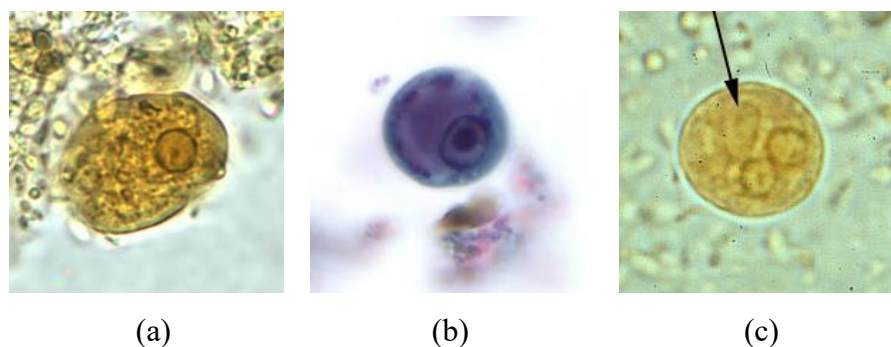
Pada kasus kronis, terutama pada anak-anak di negara dengan sumber daya terbatas, kerusakan mukosa usus akibat infeksi *Giardia lamblia* dapat menyebabkan konsekuensi jangka panjang. Gangguan absorpsi nutrisi yang terus-menerus berkontribusi terhadap stunting, penurunan kadar asam amino esensial, dan defisiensi energi. Kondisi ini juga berdampak pada fungsi kognitif karena adanya interaksi dengan metabolisme glukosa, lipid, serta perubahan mikrobiota usus. Gangguan pertumbuhan dan kognitif tersebut terjadi tanpa adanya peradangan kronis yang jelas, melainkan lebih dipengaruhi oleh perubahan metabolik dan lingkungan usus yang tidak seimbang akibat infeksi giardiasis (Gutiérrez & Bartelt, 2024).

Tatalaksana giardiasis mencakup obat-obatan dan langkah suportif. Tianidazol dosis tunggal 2 g per oral dan nitazoksanid 500 mg dua kali sehari selama tiga hari adalah pilihan utama. Metronidazol (250

mg tiga kali sehari selama lima hari) dan albendazol (400 mg sekali sehari selama 5–10 hari) menjadi alternatif, dengan albendazol cenderung memiliki efek samping lebih ringan. Selain pengobatan, penting memberikan cairan untuk mencegah dehidrasi akibat diare. Pasien juga disarankan menghindari susu dan produk olahannya selama 2–6 minggu setelah terapi untuk menilai apakah gejala berlanjut karena kegagalan pengobatan atau intoleransi laktosa akibat defisiensi laktase. Pencegahan dilakukan dengan menjaga kebersihan diri, makanan, air, serta merebus atau menyaring air sebelum dikonsumsi (Medscape, 2023).

### 2.1.2 *Entamoeba histolytica*

*Entamoeba histolytica* adalah protozoa anaerobik yang menyebabkan amebiasis. Infeksi ini terutama terjadi melalui konsumsi kista matang yang terdapat dalam makanan atau air yang terkontaminasi tinja. Setelah tertelan, kista mengalami eksistasi di usus kecil dan melepaskan tropozoit yang bermigrasi ke usus besar. Tropozoit dapat tetap berada di lumen usus tanpa menyebabkan gejala atau menembus dinding usus, menyebabkan ulserasi dan penyakit invasif seperti disentri amebik atau abses hati (CDC, 2023).



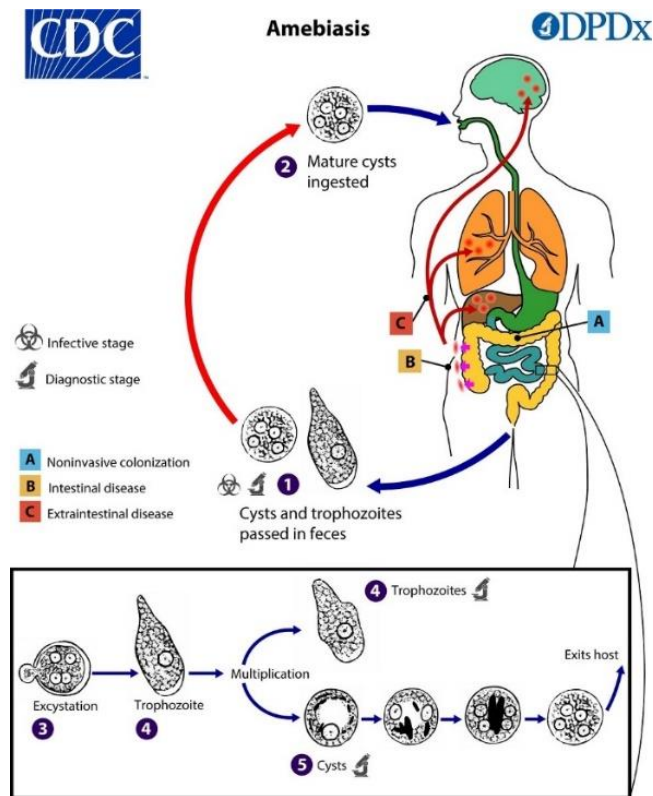
**Gambar 2. 3** Morfologi *Entamoeba histolytica*

(a) Trofozoit perbesaran 40x (b) Prekista perbesaran 1000x  
(c) Kista perbesaran 40x (CDC, 2019)

*Entamoeba histolytica* memiliki dua bentuk utama dalam siklus hidupnya, yaitu trofozoit dan kista. Trofozoit pada Gambar 2. 3 (a)

merupakan bentuk vegetatif, motil, dan invasif dengan ukuran 10–60  $\mu\text{m}$  (sering dijumpai 15–20  $\mu\text{m}$ ) yang hidup di lumen maupun jaringan usus. Trofozoit memiliki inti tunggal dengan kariosom sentral dan sitoplasma granular yang dapat mengandung vakuola makanan atau eritrosit yang ditelan sebagai ciri diagnostik. Gerakannya amoeboid dengan pembentukan pseudopodia. Sementara itu, kista berbentuk bulat atau oval dengan ukuran sekitar 10–20  $\mu\text{m}$ , berdinding tebal, dan merupakan tahap infeksi. Kista pada Gambar 2.3 (c) awalnya berinti satu, kemudian matang menjadi empat inti (kista quadranukleat), serta dapat mengandung vakuola glikogen dan batang kromatoid yang khas. Bentuk kista ini lebih resisten terhadap lingkungan luar tubuh sehingga memungkinkan transmisi infeksi antar individu (Ahmed, 2023).

Secara taksonomi, *Entamoeba histolytica* termasuk dalam domain Eukaryota, filum Amoebozoa, kelas Archamoebae, dan famili Entamoebidae. Genus *Entamoeba* mencakup beberapa spesies lain seperti *E. dispar* dan *E. moshkovskii*, tetapi hanya *Entamoeba histolytica* yang diketahui patogenik bagi manusia (Wikipedia, 2025). Habitat utama *Entamoeba histolytica* adalah lumen dan mukosa usus besar manusia. Dalam kasus invasif, trophozoit dapat menembus dinding usus dan menyebar melalui aliran darah ke organ lain seperti hati, menyebabkan abses hati amebik. Parasit ini juga dapat mencapai paru-paru atau otak dalam kasus yang jarang terjadi (CDC, 2023).



**Gambar 2. 4** Siklus hidup *Entamoeba histolytica* (CDC, 2019)

*Entamoeba histolytica* memiliki siklus hidup hanya pada manusia, dengan kista matang berinti empat (kuadrinukleat) sebagai bentuk infeksi yang dikeluarkan lewat feses penderita sembuh atau carrier. Kista bisa bertahan hingga 10 hari di lingkungan lembap. Penularan terjadi lewat konsumsi makanan atau air terkontaminasi, kontak langsung, atau hubungan seksual anal-oral. Dinding kista tahan asam lambung, sehingga mencapai usus halus tanpa rusak. Di ileum bawah atau sekum, kondisi basa dan enzim tripsin memicu eksistasi, melepaskan amoeba kuadrinukleat (metakista) yang membelah jadi delapan trofozoit metakistik. Trofozoit ini bergerak menuju sekum, menetap di jaringan submukosa, berkembang biak dengan pembelahan biner, sebagian membentuk prekista dan kista yang keluar bersama feses untuk melanjutkan siklus hidup (Paniker & Ghosh, 2017).

Pada sebagian besar kasus, *Entamoeba histolytica* hidup sebagai komensal di usus besar tanpa menimbulkan gejala, sehingga individu tersebut menjadi pembawa asimtomatik dan berpotensi menyebarkan kista infeksi ke masyarakat. Namun, sebagian kecil infeksi dapat menjadi aktif—ditandai munculnya kolitis amebik atau manifestasi luar usus seperti abses hati yang berkembang rata-rata dalam waktu 2–4 minggu, meskipun gejala dapat muncul beberapa hari hingga bertahun-tahun kemudian karena masa inkubasi yang sangat bervariasi (Nicholson *et al.*, 2023).

Infeksi aktif dimulai saat trofozoit menempel pada sel epitel usus menggunakan *galaktosa-N-asetilgalaktosamin-lectin*, kemudian melepaskan enzim seperti protease sistein yang merusak sel melalui sitolisis dan apoptosis, membentuk ulkus berbentuk flask dan memicu peradangan lokal. Trofozoit juga dapat memasuki aliran darah dan menyebar ke organ lain seperti hati, paru, atau otak, sehingga menimbulkan amebiasis ekstraintestinal dengan tingkat keparahan yang bergantung pada organ yang terlibat dan luasnya kerusakan jaringan (Nicholson *et al.*, 2023).

Pada amebiasis intestinal, selain menyebabkan diare berdarah dan disentri, infeksi *Entamoeba histolytica* juga dapat berkontribusi terhadap terjadinya steatorrhea, meskipun tidak seumum pada giardiasis. Steatorrhea pada amebiasis terjadi sebagai akibat kerusakan mukosa kolon yang luas, inflamasi berat, serta gangguan fungsi absorpsi lemak secara sekunder. Invasi trofozoit ke mukosa kolon, disertai nekrosis jaringan dan peningkatan permeabilitas mukosa, dapat mengganggu proses reabsorpsi asam empedu dan mempercepat transit intestinal, sehingga lemak tidak terserap secara optimal dan diekskresikan bersama feses. Kondisi ini lebih sering ditemukan pada infeksi kronik atau berat, terutama pada individu

dengan status gizi buruk atau infeksi berulang (Nakada-Tsukui & Nozaki, 2022).

Invasi jaringan yang berlanjut menyebabkan terbentuknya ulkus khas berbentuk labu (*flask-shaped ulcer*) yang meluas dari mukosa ke submukosa kolon. Ulserasi ini disertai dengan respon inflamasi lokal, perdarahan, dan gangguan absorpsi nutrisi yang secara klinis termanifestasi sebagai disentri amebik. Kerusakan jaringan tidak hanya disebabkan oleh efek sitotoksik langsung parasit, tetapi juga oleh respons imun inang yang berlebihan (Jannah & Abdullah, 2025).

Selain menimbulkan penyakit intestinal, trophozoit *Entamoeba histolytica* yang bersifat invasif mampu menembus mukosa dan submukosa usus besar, kemudian memasuki sirkulasi portal sehingga menyebar secara hematogen menuju organ ekstra-intestinal, terutama hati. Setelah mencapai parenkim hati, trophozoit berikatan dengan hepatosit dan sel endotel sinusoid, lalu menginduksi kerusakan jaringan melalui sekresi berbagai faktor virulensi seperti cysteine protease, amebapore, serta mekanisme sitotoksik yang bergantung pada kontak langsung sel ke sel. Proses ini menyebabkan lisis hepatosit, destruksi jaringan hati yang progresif, serta pembentukan area nekrosis luas yang khas pada abses hati amebik, yang secara histopatologis ditandai oleh ketiadaan pus sejati dan minimnya respon inflamasi neutrofil di pusat lesi. Selain efek sitotoksik langsung parasit, respon imun inang yang tidak efektif juga berperan dalam memperluas kerusakan jaringan, sehingga abses hati amebik sering berkembang secara cepat dan menimbulkan manifestasi klinis berat seperti demam, nyeri kuadran kanan atas, dan hepatomegali. (Guillén, 2022)

Pengobatan lini pertama untuk amebiasis meliputi penggunaan amebisid jaringan seperti metronidazol atau tinidazol. Metronidazol

diberikan dalam dosis 500-750 mg secara oral atau intravena, tiga kali sehari selama 5-10 hari, sedangkan tinidazol dapat diberikan dalam dosis tunggal 2 g per oral (Medscape, 2023)

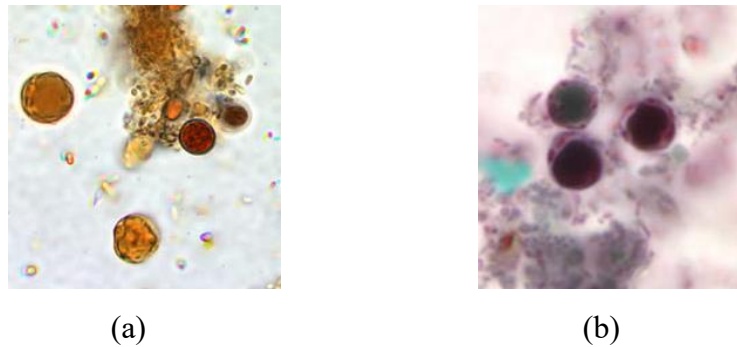
Setelah pengobatan dengan amebisid jaringan, pasien juga perlu diberikan amebisid intraluminal seperti paromomisin atau diloksanid furoat untuk membunuh kista yang mungkin masih ada di dalam usus. Pengobatan ini bertujuan untuk membunuh parasit, mengurangi risiko penyebaran infeksi ke bagian tubuh lainnya, serta mengatasi gejala klinis yang muncul (CDC, 2023).

Selain terapi medikamentosa, penting untuk menjaga hidrasi pasien untuk mencegah dehidrasi akibat diare. Jika pasien mengalami abses hati akibat infeksi ini, tindakan tambahan seperti aspirasi atau drainase perkutan mungkin diperlukan. Aspirasi dilakukan jika pengobatan medikamentosa tidak berhasil dalam waktu 72 jam (Uslu *et al.*, 2021).

### **2.1.3 *Blastocystis hominis***

*Blastocystis hominis* adalah protozoa uniseluler yang hidup di saluran gastrointestinal manusia dan berbagai hewan. Organisme ini termasuk dalam kelompok Stramenopiles dan memiliki distribusi global. Infeksi sering terjadi melalui konsumsi kista yang terdapat dalam makanan atau air yang terkontaminasi feces. Meskipun perannya sebagai patogen masih kontroversial, beberapa studi menunjukkan bahwa sub tipe tertentu dapat menyebabkan penyakit pada manusia, terutama pada individu dengan sistem imun yang lemah (CDC, 2023).





**Gambar 2. 5** Morfologi *Blastocystis hominis*

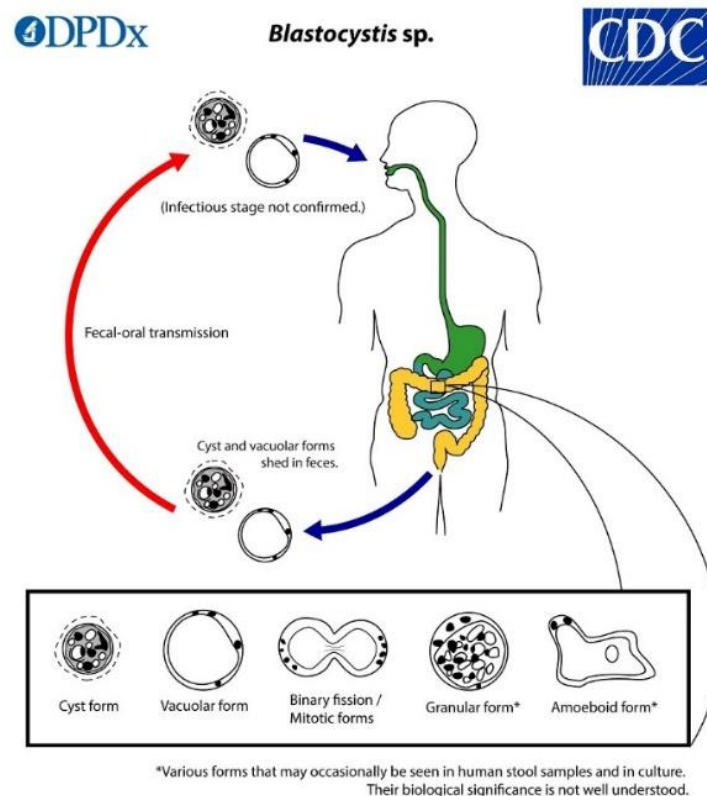
(a) Bentuk vakuolar dengan pewarnaan *iodine* (b) bentuk vakuolar dengan pewarnaan trikrom, Inti pada tepi sitoplasma perifer terlihat jelas dengan pewarnaan ungu (CDC, 2019)

*Blastocystis hominis* memperlihatkan variasi morfologi yang cukup beragam dalam siklus hidupnya, dengan tiga bentuk yang paling sering dijumpai. Bentuk vakuolated seperti pada Gambar 2. 5 merupakan bentuk yang paling umum ditemukan dalam sampel tinja, berukuran sekitar 5–15  $\mu\text{m}$  dengan vakuola sentral besar yang mendorong sitoplasma dan inti ke bagian perifer sel. Bentuk ini biasanya bereplikasi melalui pembelahan biner. Selain itu, terdapat bentuk amoeboid yang bersifat polimorfik, sedikit lebih besar daripada bentuk vakuolated, dan kadang ditemukan pada tinja pasien dengan gejala klinis. Bentuk granular juga dapat dijumpai, dengan ukuran berkisar 10–60  $\mu\text{m}$ , biasanya muncul pada kultur lama, dan mengandung butiran sitoplasma padat. Variasi bentuk morfologi ini menunjukkan kemampuan adaptif *Blastocystis hominis* dalam mempertahankan infektivitas dan bertahan di lingkungan usus manusia (Ahmed, 2023).

Secara taksonomi, *Blastocystis hominis* termasuk dalam domain Eukaryota, filum Bigyra, kelas *Blastocystea*, dan famili *Blastocystidae*. Genus *Blastocystis* memiliki sub tipe genetik yang beragam, dengan setidaknya 17 sub tipe yang telah diidentifikasi melalui analisis molekuler. Sub tipe ini menunjukkan spesifisitas

inang yang berbeda dan potensi patogenik yang bervariasi. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa *Blastocystis* memiliki keragaman genetik yang tinggi dan dapat menginfeksi berbagai spesies hewan, termasuk manusia, dengan prevalensi yang bervariasi di berbagai wilayah dunia (CDC, 2019).

Habitat utama *Blastocystis hominis* adalah saluran gastrointestinal manusia dan hewan. Organisme ini dapat bertahan hidup di lingkungan luar sebagai kista infeksius dalam tanah atau air yang terkontaminasi. Dalam tubuh manusia, parasit ini menghuni usus besar dan berkembang biak melalui pembelahan biner (CDC, 2023).



**Gambar 2. 6** Siklus hidup *Blastocystis hominis* (CDC, 2019)

Pada Gambar 2.6 dijelaskan bahwa *Blastocystis hominis* adalah protozoa usus dengan siklus hidup kompleks yang dimulai dari masuknya kista berdinding tebal (5–40  $\mu\text{m}$ ) lewat konsumsi makanan atau air terkontaminasi. Di usus besar, kista mengalami eksistasi, melepaskan bentuk vakuolar (5–200  $\mu\text{m}$ ) yang dominan dalam tinja

(CDC, 2019). Bentuk vakuolar bereplikasi aseksual melalui pembelahan biner atau plasmotomi, menghasilkan bentuk multi-vakuolar atau amoeboid (2–5  $\mu\text{m}$ ) yang terkait gejala klinis seperti diare dan nyeri perut (Pramestuti, 2017). Autoinfeksi terjadi saat bentuk vakuolar membentuk kista berdinding tipis (3–10  $\mu\text{m}$ ) yang eksistasi langsung di lumen usus. Untuk menular ke inang baru, kista berdinding tebal dihasilkan melalui skizogoni dari sel prakista, lalu dikeluarkan lewat feses dan bertahan di lingkungan lembap (CDC, 2019).

Patogenesis *Blastocystis* berkaitan erat dengan kemampuannya memengaruhi fungsi epitel usus dan respon imun mukosa melalui mekanisme non-invasif. *Blastocystis* diketahui berinteraksi langsung dengan sel epitel kolon dan mikrobiota usus, sehingga menyebabkan gangguan homeostasis epitel, dan peningkatan permeabilitas mukosa. Interaksi ini dapat memicu produksi mediator inflamasi dan perubahan ekspresi gen yang berhubungan dengan fungsi barier usus, yang pada kondisi tertentu berkontribusi terhadap timbulnya gejala gastrointestinal. Efek patogenik tersebut sangat dipengaruhi oleh subtype *Blastocystis* dan komposisi mikrobiota usus, sehingga menjelaskan variasi manifestasi klinis dari asimtomatik hingga simptomatik (Deng *et al.*, 2021).

*Blastocystis* diketahui menghasilkan ekstraseluler vesikel (EVs) seperti exosomes yang membawa molekul aktif yang dapat memengaruhi respon imun, termasuk peningkatan ekspresi sitokin pro-inflamasi (IL-6, TNF- $\alpha$ ) dan penurunan sitokin anti-inflamasi (IL-10, IL-4) sehingga berkontribusi pada respon inflamasi lokal dan potensi disbiosis mikrobiota usus yang memperburuk gejala gastrointestinal (Norouzi *et al.*, 2022; Fadaee *et al.*, 2025).

Interaksi antara *Blastocystis* dan mikrobiota usus juga berperan penting dalam patogenesisnya. Studi menunjukkan bahwa komposisi mikrobiota yang menyertai infeksi dapat memengaruhi ekspresi fenotip dan potensial patogen parasit; contohnya, *Blastocystis* ST3 yang bersosialisasi dengan mikrobiota tertentu dapat berubah menjadi lebih invasif secara klinis, sedangkan di bawah kondisi lain tetap lebih jinak, yang menjelaskan mengapa sebagian infeksi bersifat asimtomatik sementara lainnya menyebabkan penyakit gastrointestinal (Rajamanikam *et al.*, 2023).

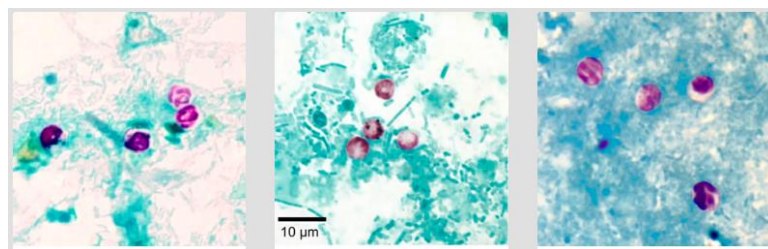
Konsekuensi dari mekanisme-mekanisme tersebut adalah gangguan homeostasis epitel usus, respon imun lokal yang tidak seimbang, dan perubahan mikrobiota yang secara kolektif dapat menghasilkan beragam manifestasi klinis mulai dari gangguan pencernaan ringan hingga kondisi kronis seperti sindrom iritasi usus besar (IBS) dan peradangan usus, tergantung pada sub tipe parasit, status imun tuan rumah, dan konteks mikrobiota (Halimi *et al.*, 2025).

Tatalaksana infeksi *Blastocystis hominis* tergantung pada gejala klinis yang ditunjukkan oleh pasien. Jika infeksi tidak menimbulkan gejala, umumnya tidak diperlukan pengobatan, karena banyak orang dapat membawa *Blastocystis hominis* tanpa menunjukkan tanda-tanda penyakit. Namun, jika pasien mengalami gejala gastrointestinal seperti diare, nyeri perut, atau flatulensi, pengobatan dengan antiprotozoa seperti metronidazol atau tinidazol biasanya direkomendasikan. Metronidazol dapat diberikan dalam dosis 500 mg tiga kali sehari selama 5-10 hari, sedangkan tinidazol diberikan dalam dosis tunggal 2 g per oral. Alternatif lain termasuk nitazoxanide, yang juga efektif dalam mengatasi infeksi ini. Selain terapi medikamentosa, penting untuk menjaga hidrasi pasien untuk mencegah dehidrasi akibat diare. Pasien disarankan untuk menghindari produk susu selama beberapa minggu setelah pengobatan untuk menentukan

apakah gejala disebabkan oleh kegagalan pengobatan atau intoleransi laktosa (Mayo Clinic, 2023; CDC, 2023).

#### 2.1.4 *Cryptosporidium parvum*

*Cryptosporidium parvum* adalah parasit protozoa dari filum Apicomplexa yang menyebabkan cryptosporidiosis, penyakit gastrointestinal yang ditandai dengan diare akut. Parasit ini dapat menginfeksi berbagai spesies mamalia, termasuk manusia, melalui konsumsi oocyst yang terkontaminasi dalam air atau makanan. Infeksi ini dapat menyebabkan diare berat, terutama pada individu dengan sistem kekebalan tubuh yang lemah, seperti penderita HIV/AIDS atau pasien yang menjalani terapi immunosupresif. Penting untuk dicatat bahwa *Cryptosporidium parvum* memiliki potensi zoonotik yang signifikan, sehingga dapat ditularkan dari hewan ke manusia (Coelho *et al.*, 2023).



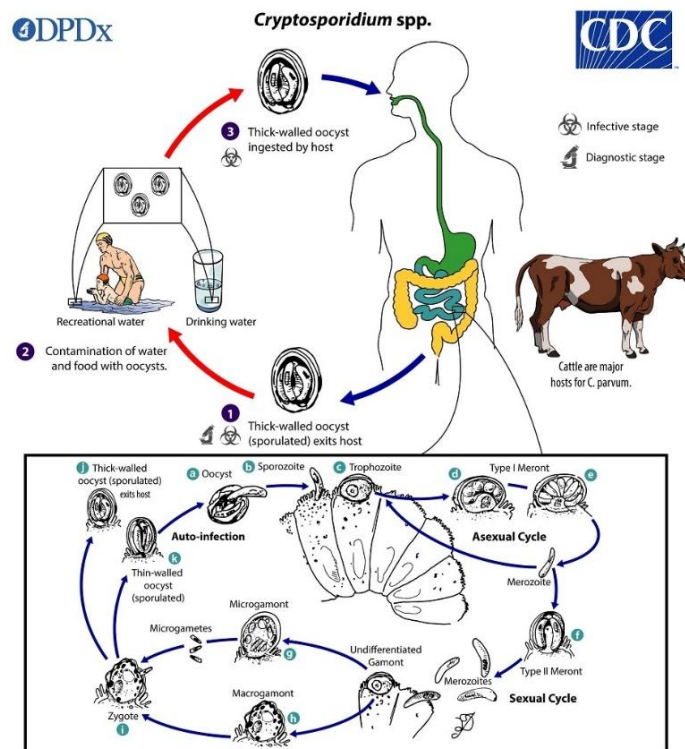
**Gambar 2. 7** Morfologi *Cryptosporidium parvum* stadium ookista (CDC, 2024)

Morfologi *Cryptosporidium parvum* terutama terdiri dari ookista sebagai bentuk infektif dan sporozoit yang dilepaskan setelah ookista menginfeksi hospes. Ookista berukuran kecil (Gambar 2.7), berbentuk sferis hingga oval dengan diameter sekitar 4–6  $\mu\text{m}$ , berdinding tebal, dan tahan terhadap kondisi lingkungan. Sebagian besar ookista memiliki dinding tebal yang mendukung transmisi melalui feses, sementara sebagian kecil (~20%) berdinding tipis dan berperan dalam autoinfeksi. Setiap ookista mengandung empat sporozoit berbentuk bulan sabit yang siap menginfeksi sel epitel usus setelah tertelan. Struktur dindingnya yang kuat memungkinkan ookista bertahan lama

di lingkungan, bahkan dalam air yang mengandung klorin, sehingga mendukung penyebaran luas penyakit. Ketahanan ini membuat *Cryptosporidium parvum* menjadi salah satu protozoa usus dengan potensi penularan yang tinggi, terutama melalui jalur fekal-oral (Ahmed, 2023).

Secara taksonomi, *Cryptosporidium parvum* termasuk dalam domain Eukaryota, filum Apicomplexa, kelas Conoidasida, ordo Eucoccidiorida, dan keluarga Eimeriidae. Genus *Cryptosporidium* mencakup beberapa spesies lain yang juga dapat menginfeksi manusia dan hewan. Namun, *Cryptosporidium parvum* dan *Cryptosporidium hominis* adalah dua spesies utama yang bertanggung jawab atas infeksi pada manusia (Coelho *et al.*, 2023).

Habitat utama *Cryptosporidium parvum* saluran pencernaan hewan dan manusia, khususnya di usus halus. Ookista dapat ditemukan di lingkungan luar seperti tanah dan air yang terkontaminasi feses dari hewan atau manusia yang terinfeksi. Parasit ini dapat bertahan hidup di lingkungan luar selama berbulan-bulan dalam bentuk ookista. Infeksi terjadi melalui rute fekal-oral, sering kali melalui konsumsi air atau makanan yang terkontaminasi. (Coelho *et al.*, 2023).



**Gambar 2. 8** Siklus hidup *Cryptosporidium parvum* (CDC, 2024)

Parasit ini (Gambar 2.8) menyelesaikan siklus hidup seksual dan aseksualnya dalam satu inang (monoksenus). Penularan terjadi lewat konsumsi makanan atau air terkontaminasi ookista bersporulasi atau melalui autoinfeksi. Ookista bersporulasi, bentuk infektifnya, mengandung empat sporozoit yang dilepaskan di usus, lalu berkembang menjadi trofozoit dalam vakuola parasitoforus di *brush border* usus. Trofozoit bermultiplikasi aseksual (skizogoni) membentuk meront tipe I yang melepaskan delapan merozoit. Merozoit ini melanjutkan skizogoni atau membentuk meront tipe II untuk masuk fase gametogoni, menghasilkan mikrogamet dan makrogamet. Setelah fertilisasi, terbentuk zigot yang berkembang menjadi ookista, lalu mengalami sporogoni untuk membentuk ookista bersporulasi. Ookista ini dikeluarkan melalui feses dan langsung infektif bagi inang baru, sementara ookista berdinding tipis dapat memicu autoinfeksi (Paniker & Ghosh, 2017).

Infeksi *Cryptosporidium parvum* dapat menyebabkan gejala kriptosporidiosis yang bervariasi tergantung pada status imun inang. Pada individu imunokompeten, infeksi sering kali asimtomatik atau menyebabkan diare akut yang dapat sembuh sendiri. Namun, pada individu dengan sistem imun yang lemah, seperti pasien HIV/AIDS, infeksi dapat menyebabkan diare kronis yang berat dan berpotensi mengancam jiwa (Lenière *et al.*, 2024).

Ookista yang tertelan mengalami eksistasi di usus halus bagian proksimal dan melepaskan sporozoit yang langsung menempel pada epitel usus tanpa penetrasi jauh ke jaringan submukosa. Para sporozoit kemudian menempel pada permukaan apikal enterosit dan berkembang dalam vakuola parasitoforus yang bersifat unik, yaitu intraseluler namun terletak ekstraseluler di dalam membran inang, sehingga memungkinkan parasit beradaptasi dan berkembang biak sambil menghindari sebagian respon pertahanan host (Lu *et al.*, 2025).

*Cryptosporidium parvum* merusak integritas barrier epitel usus melalui interaksi langsung dengan sel epitel dan gangguan *protein junctional*, termasuk penurunan sintesis protein *tight junction* seperti occludin, claudin, ZO-1, serta E-cadherin, sehingga meningkatkan permeabilitas mukosa. Disrupsi ini memungkinkan translokasi toksin dan mikroorganisme dari lumen usus ke jaringan submukosa, mempercepat respons inflamasi dan infiltrasi sel imun, yang pada gilirannya memperparah kerusakan jaringan dan diare yang merupakan manifestasi klinis utama kriptosporidiosis. Infeksi juga dikaitkan dengan perubahan mikrobiota usus (dysbiosis), yang memperlemah homeostasis mukosa dan respon imun lokal, serta memengaruhi produksi metabolit seperti *short-chain fatty acids* yang penting untuk kesehatan epitel usus (Ali *et al.*, 2025).



Perubahan fungsi epitel yang disebabkan *Cryptosporidium parvum* juga berkaitan dengan penurunan respon pertahanan seluler inang. Infeksi berhubungan dengan perubahan jalur sinyal dalam sel epitel, termasuk modulasi jalur MAPK yang berperan dalam respon imun dan pertahanan anti-parasit. Penurunan ekspresi dan aktivitas molekul sinyal ini dapat menghambat kemampuan sel epitel usus untuk melawan infeksi, sehingga parasit dapat bertahan dan berkembang biak lebih efektif di permukaan epitel yang terinfeksi (He *et al.*, 2021).

Manifestasi klinis kriptosporidiosis terutama berupa diare berair akut, yang disebabkan oleh kombinasi kerusakan epitel, disrupsi barier usus, inflamasi lokal, serta gangguan absorpsi. Pada individu imunokompromais dan anak kecil, infeksi dapat menjadi lebih parah dan persisten, menyebabkan dehidrasi berat, malnutrisi, dan komplikasi sistemik karena kegagalan kontrol parasit oleh respon imun inang (Lu *et al.*, 2025).

Terapi utama *Cryptosporidium parvum* adalah rehidrasi, baik melalui cairan oral atau intravena, sesuai tingkat keparahan dehidrasi. Nitazoxanide adalah satu-satunya obat antiparasit yang disetujui untuk pasien imunokompeten, dengan dosis dewasa 500 mg dua kali sehari selama tiga hari. Efektivitasnya sangat terbatas pada pasien imunodefisiensi, sehingga pemulihan sistem imun seperti melalui terapi antiretroviral menjadi strategi utama dalam pengendalian infeksi (Lenière *et al.*, 2024).

## 2.2 Status Gizi

Status gizi mencerminkan kondisi kesehatan individu yang dipengaruhi oleh keseimbangan antara asupan zat gizi dan kebutuhan metabolik tubuh. Ketidakseimbangan ini dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan, termasuk stunting, wasting, dan obesitas. Malnutrisi, baik karena kekurangan maupun kelebihan gizi, berdampak negatif pada pertumbuhan

dan perkembangan individu serta meningkatkan risiko penyakit kronis seperti diabetes dan penyakit jantung.

Status gizi seseorang dipengaruhi oleh berbagai zat gizi makro dan mikro. Makronutrien seperti karbohidrat, protein, dan lemak merupakan sumber energi utama sekaligus berperan penting dalam pertumbuhan dan pemeliharaan jaringan tubuh. Kekurangan protein dapat menimbulkan hambatan pertumbuhan, penurunan massa otot, hingga gangguan fungsi imun. Sementara itu, mikronutrien seperti zat besi, vitamin A, seng, dan yodium berperan dalam regulasi enzim, sistem kekebalan, serta perkembangan otak dan saraf. Defisiensi zat besi, misalnya, sering dikaitkan dengan anemia yang dapat menurunkan konsentrasi dan prestasi belajar anak, sedangkan kekurangan vitamin A meningkatkan risiko infeksi dan gangguan penglihatan (Ghosh *et al.*, 2020).

Infeksi saluran pencernaan, termasuk yang disebabkan oleh protozoa, secara signifikan memengaruhi status gizi anak. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa anak-anak yang terpapar lingkungan dengan sanitasi buruk memiliki peningkatan biomarker gangguan usus (*environmental enteric dysfunction*) yang berhubungan dengan penyerapan nutrisi yang terganggu dan pertumbuhan terhambat. Hal ini menimbulkan lingkaran timbal balik: infeksi meningkatkan risiko malnutrisi, sementara status gizi yang buruk menurunkan kemampuan tubuh untuk melawan infeksi, sehingga anak-anak menjadi lebih rentan terhadap infeksi berulang (Sinharoy *et al.*, 2021).

Pengukuran status gizi pada anak usia sekolah dasar dapat dilakukan dengan menggunakan metode antropometri, salah satunya adalah Indeks Massa Tubuh menurut Umur (IMT/U). Metode ini melibatkan pengukuran berat badan dan tinggi badan anak, yang kemudian dibandingkan dengan standar pertumbuhan yang ditetapkan oleh Kementerian Kesehatan Republik Indonesia melalui Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2020 tentang Standar Antropometri Anak. Hasil pengukuran IMT/U digunakan

untuk menentukan kategori status gizi anak, seperti gizi kurang, gizi baik, berisiko gizi lebih, gizi lebih, dan obesitas (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2020).

Salah satu indikator yang digunakan untuk menilai status gizi anak usia sekolah adalah indeks massa tubuh menurut umur (IMT/U). IMT dihitung dengan rumus berat badan (kg) dibagi kuadrat tinggi badan ( $m^2$ ), kemudian hasilnya dipetakan ke dalam kurva pertumbuhan berdasarkan umur dan jenis kelamin. IMT/U dinilai sesuai standar WHO 2007 yang telah disesuaikan untuk anak usia 5–19 tahun. Penggunaan IMT/U dinilai lebih sesuai untuk anak usia sekolah dibandingkan indikator lain seperti BB/U yang hanya relevan untuk anak di bawah lima tahun. Dengan IMT/U, dapat diidentifikasi apakah seorang anak tergolong kurus, normal, gemuk, atau obesitas, yang masing-masing memiliki implikasi terhadap risiko kesehatan jangka panjang seperti penyakit metabolik dan gangguan tumbuh kembang (WHO, 2007). Berikut ini kategori status gizi berdasarkan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia tahun 2020.

**Tabel 2. 1** Kategori Status Gizi berdasarkan IMT/U

Indeks	Kategori	Ambang Batas ( <i>Z-Score</i> )
Indek Massa Tubuh menurut Umur (IMT/U) anak usia 5-18 tahun	Gizi buruk	< -3 SD
	Gizi kurang	-3 SD sampai < -2 SD
	Gizi baik	-2 SD sampai +1 SD
	Gizi lebih	> +1 SD sampai +2 SD
	Obesitas	> +2 SD

Anak usia sekolah dasar merupakan kelompok yang sangat rentan terhadap masalah gizi karena mereka sedang dalam fase pertumbuhan dan perkembangan yang pesat. Status gizi anak-anak ini dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk pola makan, akses terhadap makanan bergizi, pendidikan orang tua mengenai nutrisi, serta kondisi sosial ekonomi. Penelitian menunjukkan bahwa anak-anak di lingkungan dengan akses terbatas terhadap makanan sehat cenderung mengalami kekurangan gizi. Status gizi yang buruk pada anak dapat berdampak negatif pada kemampuan belajar dan konsentrasi mereka di sekolah (Wang & Fawzi, 2021).

Anak-anak yang tinggal di panti asuhan sering kali menghadapi tantangan tambahan terkait status gizi mereka. Keterbatasan dana untuk penyediaan makanan bergizi dan kurangnya pengetahuan tentang nutrisi di kalangan pengelola panti asuhan dapat menyebabkan anak-anak mengalami masalah gizi. Penelitian menunjukkan bahwa banyak anak di panti asuhan mengalami defisiensi zat gizi penting seperti protein, vitamin, dan mineral. Selain itu, pola makan yang monoton dan kurangnya variasi dalam menu makanan juga berkontribusi terhadap masalah ini. Dampak dari status gizi yang buruk pada anak-anak di panti asuhan dapat mencakup pertumbuhan terhambat, serta penurunan daya tahan tubuh terhadap infeksi (Soe *et al.*, 2020).

### **2.3 Prestasi Akademik**

Prestasi akademik merupakan indikator penting yang mencerminkan pencapaian siswa dalam memahami, menguasai, dan menerapkan materi pelajaran di sekolah. Penilaian prestasi akademik umumnya dilakukan melalui nilai rapor, hasil ujian standar, atau partisipasi dalam kompetisi akademik. Prestasi ini tidak hanya mencerminkan kemampuan intelektual siswa, tetapi juga keterampilan kognitif seperti memori kerja, perhatian, dan fungsi eksekutif (Peng & Kievit, 2020). Selain itu, faktor-faktor seperti kecepatan pemrosesan informasi, memori kerja visuospasial, dan kecerdasan fluid juga berkontribusi signifikan terhadap keberhasilan akademik siswa (Tikhomirova, 2020).

Indikator prestasi akademik meliputi nilai rapor, indeks prestasi akademik, hasil ujian nasional, serta partisipasi dalam kegiatan ekstrakurikuler yang mendukung pembelajaran. Nilai rapor memberikan gambaran tentang kemajuan siswa dalam berbagai mata pelajaran selama periode tertentu. Indeks prestasi akademik sering digunakan di tingkat perguruan tinggi untuk menilai kinerja akademis secara keseluruhan. Selain itu, keberhasilan

dalam kompetisi seperti olimpiade sains atau lomba debat juga dapat menjadi indikator prestasi akademik siswa (Salsabila & Puspitasari, 2020).

Rapor 2 semester terakhir dipilih sebagai indikator prestasi akademik anak SD karena mencerminkan pencapaian kumulatif dari berbagai mata pelajaran dalam periode tertentu. Berbeda dengan tes satu kali, rapor menggabungkan nilai ujian, tugas, partisipasi, serta sikap belajar, sehingga memberikan gambaran lebih holistik mengenai kemampuan akademik dan keterlibatan siswa. Selain itu, rapor juga umum digunakan dalam penelitian maupun sistem pendidikan formal sebagai ukuran yang praktis dan relevan untuk menilai prestasi akademik anak.

Prestasi akademik siswa dipengaruhi oleh berbagai faktor internal dan eksternal. Faktor internal meliputi motivasi belajar, kemampuan intelektual, dan kesehatan fisik serta mental. Motivasi belajar yang tinggi mendorong siswa untuk mencapai hasil yang optimal dalam pendidikan mereka. Faktor eksternal mencakup lingkungan keluarga, kualitas pengajaran di sekolah, fasilitas pendidikan, serta dukungan sosial dari teman sebaya dan guru. Lingkungan keluarga yang mendukung, seperti keterlibatan orang tua dalam pendidikan anak, terbukti meningkatkan motivasi dan kinerja akademis siswa (Salsabila & Puspitasari, 2020).

Infeksi protozoa usus dapat berdampak signifikan terhadap prestasi akademik anak. Penelitian menunjukkan bahwa infeksi protozoa, seperti *Giardia lamblia* dan *Entamoeba histolytica*, dapat menyebabkan diare kronis, gangguan tidur, dan kelelahan, yang pada gilirannya mengurangi kehadiran dan keterlibatan anak dalam kegiatan sekolah. Selain itu, infeksi ini dapat melemahkan kondisi fisik dan pola pikir anak, sehingga menurunkan performa akademik mereka. Kombinasi antara infeksi dan malnutrisi telah terbukti menurunkan performa akademik pada anak-anak di negara berkembang (Elmonir & Elaadli, 2025).

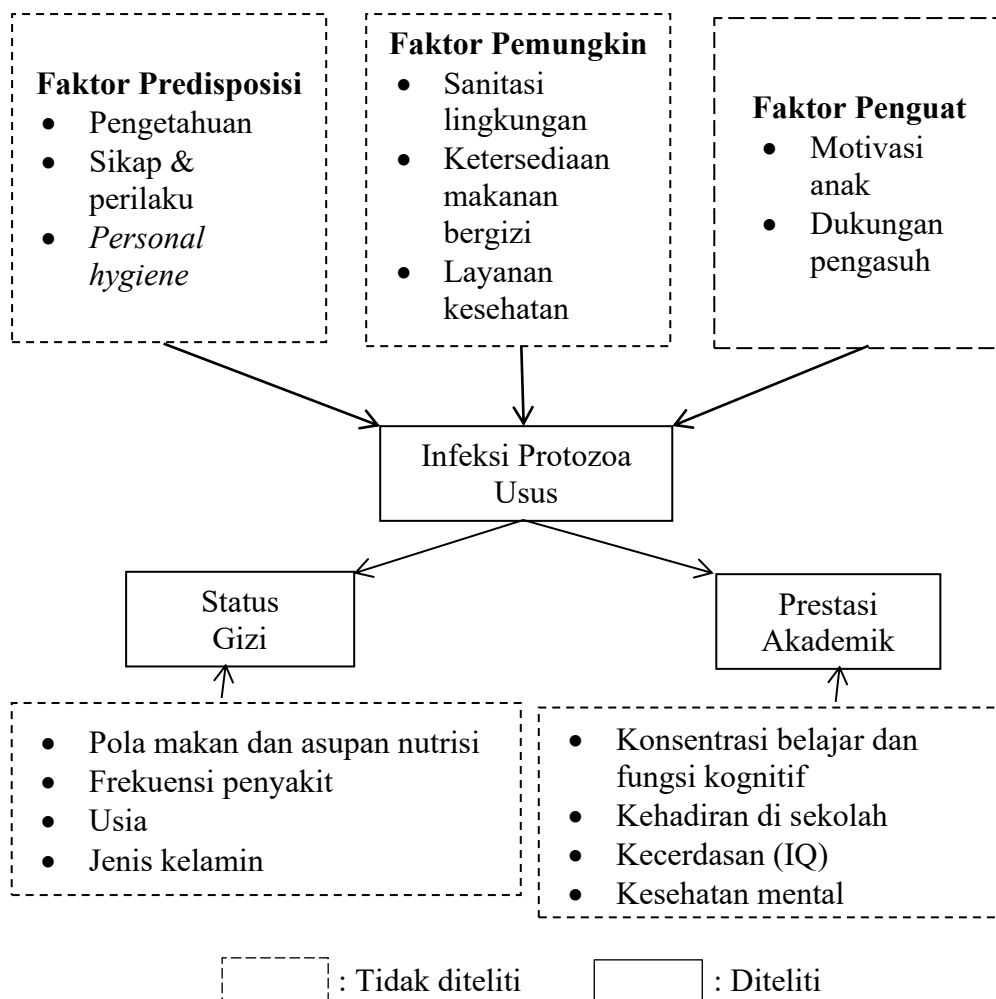
## 2.4 Hubungan Infeksi Protozoa Usus, Status Gizi, dan Prestasi Akademik

Penelitian menunjukkan bahwa infeksi protozoa usus dapat menyebabkan gangguan pertumbuhan dan perkembangan, serta berdampak negatif pada status gizi anak. Infeksi protozoa usus dapat mengganggu penyerapan nutrisi, yang berujung pada defisiensi gizi. Sebuah studi menyatakan bahwa anak-anak yang terinfeksi protozoa usus memiliki risiko lebih tinggi mengalami status gizi buruk, yang dapat mengakibatkan malnutrisi (Ardiansyah, 2022; Hardiansyah *et al.*, 2022).

Infeksi protozoa usus juga dapat memicu peradangan sistemik yang berisiko menjalar ke otak, menyebabkan gangguan fungsi kognitif seperti perhatian, memori, dan kemampuan belajar. Perubahan ini juga dipengaruhi oleh *dysbiosis* yang mengganggu jalur komunikasi usus–otak (*gut-brain axis*), sehingga berdampak negatif pada prestasi akademik anak (Johnson *et al.*, 2020).

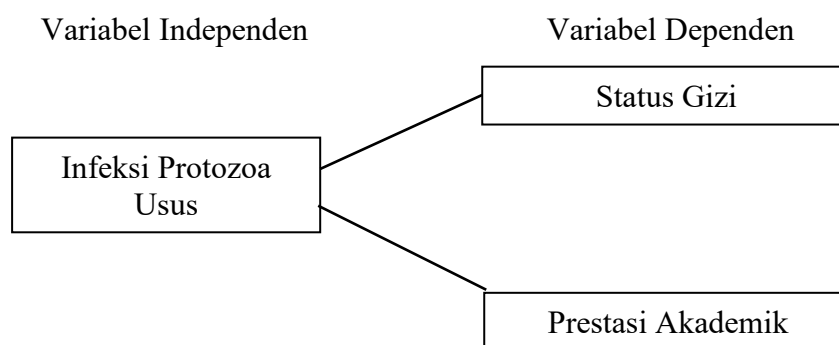
Secara keseluruhan, infeksi protozoa usus dapat memicu penurunan status gizi dan prestasi akademik anak. Upaya pencegahan dan pengobatan infeksi protozoa usus serta peningkatan status gizi sangat penting untuk mendukung perkembangan optimal anak-anak di lingkungan panti asuhan maupun di masyarakat umum (Uslu *et al.*, 2021; Hardiansyah *et al.*, 2022).

## 2.5 Kerangka Teori



**Gambar 2. 9** Kerangka Teori (Green, L. W., & Kreuter, M. W, 2005; Hotez, 2020; O'Brian & Gubbels, 2021; Prendergast & Humphrey, 2014; WHO, 2021; Pullan, 2014; Tekalign *et al*, 2024; Deary, 2007; Pascoe *et al.*, 2020).

## 2.6 Kerangka Konsep



**Gambar 2. 10** Kerangka Konsep

## 2.7 Hipotesis Penelitian

### 1. Infeksi Protozoa Usus dengan status gizi

H0: Tidak terdapat perbedaan rerata nilai status gizi berdasarkan IMT antara kelompok yang terinfeksi dan tidak terinfeksi protozoa usus pada anak usia sekolah dasar di panti asuhan kota Bandar Lampung.

H1: Terdapat perbedaan rerata nilai status gizi berdasarkan IMT antara kelompok yang terinfeksi dan tidak terinfeksi protozoa usus pada anak usia sekolah dasar di panti asuhan kota Bandar Lampung.

### 2. Infeksi Protozoa Usus dengan prestasi akademik

H0: Tidak perbedaan hasil rerata prestasi akademik antara kelompok yang terinfeksi dan tidak terinfeksi protozoa usus pada anak usia sekolah dasar di panti asuhan kota Bandar Lampung.

H1: Terdapat perbedaan hasil rerata prestasi akademik antara kelompok yang terinfeksi dan tidak terinfeksi protozoa usus pada anak usia sekolah dasar di panti asuhan kota Bandar Lampung.



## **BAB III METODE PENELITIAN**

### **3.1 Desain Penelitian**

Penelitian ini menggunakan desain observasional analitik dengan pendekatan *cross-sectional* untuk menguji hubungan antara infeksi protozoa usus dengan status gizi dan prestasi akademik pada anak usia sekolah dasar di panti asuhan Kota Bandar Lampung.

### **3.2 Waktu dan Tempat Penelitian**

#### **3.2.1 Tempat Penelitian**

Penelitian ini berlokasi di beberapa panti asuhan kota Bandar Lampung yang terdapat anak usia Sekolah Dasar. Pengambilan data berupa pengisian kuisioner dan pengambilan feses. Pemeriksaan feses dilakukan di laboratorium Parasitologi dan Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Lampung.

#### **3.2.2 Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan selama bulan September-Desember 2025.

### **3.3 Populasi dan Sampel Penelitian**

#### **3.3.1 Populasi Penelitian**

Populasi penelitian ini adalah anak panti asuhan kota Bandar Lampung dengan usia sekolah dasar dari kelas 1 sampai 6. Jumlah populasi dalam penelitian ini sebanyak 112 anak.

### 3.3.2 Sampel Penelitian

Sampel penelitian ini adalah anak usia sekolah dasar di panti asuhan kota Bandar Lampung yang memenuhi kriteria inklusi dan tidak merupakan kriteria eksklusi. Pengambilan sampel dihitung menggunakan rumus Lemeshow (Lemeshow *et al*, 1990) untuk studi *cross-sectional* dengan proporsi kejadian (p) sebesar 7,5% sebagai berikut.

$$n = \frac{Z^2 \times p(1 - p)}{E^2}$$

$$n = \frac{(1,96)^2 \times 0,075(1 - 0,075)}{(0,1)^2}$$

$$n = \frac{0,266}{0,01}$$

$$n = 26,6 \approx 27$$

Peneliti mengantisipasi data yang kurang lengkap, maka dilakukan penambahan jumlah sampel berdasarkan prediksi sampel *drop out* sebanyak 10% (Sugiyono, 2017).

$$n' = \frac{n}{1 - f}$$

$$n' = \frac{27}{1 - 0,10}$$

$$n' = 30$$

n = besar sampel

n' = besar sampel setelah dikoreksi

N = total populasi

Z = tingkat kepercayaan tertentu (misal 1,96 untuk tingkat kepercayaan 95%)

p = estimasi proporsi populasi → 7,5% (Steven, 2024) → 0,075

E = margin of error

f = prediksi sampel *drop out*

Berdasarkan perhitungan tersebut, diperoleh jumlah sampel minimal sebanyak 30.

### 3.3.3 Teknik Pemilihan Sampling

Penelitian ini menggunakan teknik *consecutive sampling*, yaitu seluruh anak usia sekolah dasar di panti asuhan yang memenuhi kriteria inklusi diikutsertakan secara berurutan hingga jumlah sampel terpenuhi, dengan total 38 subjek yang memenuhi kriteria inklusi dan bukan merupakan kriteria eksklusi. Teknik ini dipilih karena sesuai untuk populasi yang terbatas dan khusus, serta dapat meminimalkan bias seleksi sehingga hasil penelitian lebih representatif.

### 3.3.4 Kriteria Inklusi

- a. Anak panti asuhan usia 6-13 tahun usia sekolah dasar kelas 1-kelas 6 yang hadir pada saat dilakukan pendataan.
- b. Minimal tinggal di panti asuhan selama 1 bulan.
- c. Tidak mengonsumsi obat parasit dalam 6 bulan terakhir.
- d. Memiliki nilai rapor minimal 2 semester terakhir (ganjil dan genap)

### 3.3.5 Kriteria Eksklusi

- a. Anak panti asuhan yang tidak berkenan memberikan feses atau tidak mengembalikan pot feses.
- b. Anak panti asuhan yang belum dapat membaca, menulis, dan operasi hitung pengurangan,

## 3.4 Identifikasi Variabel Penelitian

### 3.4.1 Variabel Bebas (*independent variable*)

Variabel bebas dari penelitian ini adalah infeksi protozoa usus pada anak usia sekolah dasar di panti asuhan kota Bandar Lampung.

### 3.4.2 Variabel Terikat (*dependent variable*)

Variabel terikat dari penelitian ini adalah status gizi dan prestasi akademik pada anak usia sekolah dasar di panti asuhan Kota Bandar Lampung.

### 3.5 Definisi Operasional

**Tabel 3. 1** Definisi Operasional

Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Cara Ukur	Skala Ukur	Hasil Ukur
Infeksi protozoa usus (independen)	Keberadaan protozoa usus ( <i>Giardia lamblia</i> , <i>Entamoeba histolyca</i> , <i>Blastocystis hominis</i> , <i>Cryptosporidium parvum</i> ) dalam feses	Mikroskop cahaya	Pemeriksaan mikroskopis feses	kategorik	0: positif 1: negatif
Status gizi (dependen)	Kondisi nutrisi anak berdasarkan parameter IMT	Stadiometer dan timbangan digital	Pengukuran tinggi badan (TB) dan berat badan (BB)	Numerik	Nilai IMT
Prestasi akademik (dependen)	Hasil belajar anak sesuai rapot 2 semester terakhir (khusus kelas 1 hanya 1 semester saja)	Dokumen rapor sekolah	Melihat rata-rata nilai akhir di raport	Numerik	Nilai rata-rata raport

### 3.6 Alat dan Bahan Penelitian

#### 3.6.1 Alat Penelitian

1. Lembar informed consent
2. Lembar data responden
3. Timbangan berat badan
4. Microtoise
5. Kontainer feses
6. Masker dan sarung tangan
7. Lidi
8. Label
9. Tabung sentrifugasi 15ml
10. Sentrifugasi
11. Object glass
12. Cover glass

13. Lampu Bunsen
14. Bak Pewarnaan
15. Penjepit Object glass
16. Lemari pendingin
17. Corong gelas
18. Kain kassa
19. Gelas beker
20. Pipet pasteur
21. Mikropipet
22. Minyak emersi
23. Mikroskop

### **3.6.2 Bahan Penelitian**

Bahan yang digunakan yaitu feses dari sampel yang telah diambil, formalin 5%, larutan lugol 1%, dietil eter, aquabides, Methanol, Carbol Fuschin, HCL-Methanol 1%, Malachite green 0,4%. (sedimentasi water eter)

## **3.7 Prosedur Penelitian**

### **3.7.1 Persiapan Penelitian**

1. Pengajuan Izin: Mengajukan izin penelitian kepada pihak panti asuhan dan mendapatkan persetujuan dari Komite Etik Fakultas Kedokteran Universitas Lampung.
2. Identifikasi Populasi: Mengidentifikasi anak-anak usia 6–13 tahun yang tinggal di panti asuhan.
3. Kriteria Inklusi: Memastikan anak-anak memenuhi kriteria inklusi (bersedia berpartisipasi).

### **3.7.2 Pengambilan Sampel Feses**

1. Wali panti asuhan akan menemani dan mendampingi peserta dalam pengambilan fesesnya dikarenakan anak usia sekolah dasar masih memerlukan pengawasan.

2. Menyiapkan alat berupa kontainer feses sekali pakai atau pot feses besi, tabung kontainer feses lengkap dengan sekop kecil steril, sarung tangan, kontainer plastik hitam, dan label identitas.
3. Setelah memakai sarung tangan, kontainer feses diletakkan di atas jamban atau pot feses di lantai kamar mandi, memastikan bagian yang akan menampung feses tidak terkontaminasi cairan atau benda lain di sekitarnya.
4. Selanjutnya, peserta melakukan defekasi langsung ke dalam kontainer atau pot tersebut. Sampel feses sebanyak 10 gram (setara ukuran ibu jari) diambil menggunakan sekop kecil dari tutup tabung, lalu dimasukkan ke dalam tabung kontainer feses steril dan ditutup rapat.
5. Tabung diberi label berisi kode sampel, nama, usia, nama dan alamat panti asuhan, serta informasi waktu pengambilan.
6. Tabung yang telah terisi kemudian dikumpulkan dalam wadah plastik gelap untuk melindungi dari cahaya matahari. Setelah itu, kontainer dibuang atau pot dibersihkan, sarung tangan dilepas, dan tangan dicuci bersih.
7. Sampel feses dikirim ke Laboratorium Mikrobiologi dan Parasitologi Fakultas Kedokteran Universitas Lampung dalam waktu kurang dari dua jam setelah buang air besar.
8. Setibanya di laboratorium, dilakukan proses preservasi dengan menambahkan formalin 10% ke satu bagian feses. Sampel yang sudah dipreservasi disimpan di tempat gelap dan dingin dalam box styrofoam hingga waktu uji parasitologi.

### **3.7.3 Pengukuran Antropometri**

1. Berikan penjelasan mengenai informed consent kepada sampel dan walinya terkait proses pengukuran tinggi badan dan berat badan.
2. Siapkan alat ukur berupa microtoise.

3. Lakukan kalibrasi microtoise dengan menempatkannya pada ketinggian 2 meter dan pastikan angka menunjukkan 0.00 sebelum digunakan.
4. Instruksikan sampel untuk melepas alas kaki serta pakaian yang dapat memengaruhi akurasi pengukuran.
5. Minta sampel berdiri dengan punggung menempel pada dinding atau permukaan tempat microtoise dipasang, dengan bagian belakang kepala, bahu, bokong, dan tumit sejajar serta menempel.
6. Pastikan posisi berdiri tegak secara alami, dengan berat badan merata di kedua kaki dan tangan berada di samping tubuh, sehingga tinggi badan maksimal dapat tercapai.
7. Arahkan pandangan sampel lurus ke depan.
8. Periksa postur tubuh sampel untuk memastikan kesesuaian sebelum pengukuran dilakukan.
9. Ukur tinggi badan dengan menarik pelat pengukur microtoise ke bawah hingga menyentuh titik tertinggi kepala.
10. Siapkan timbangan digital dan letakkan di atas permukaan yang rata dan kokoh.
11. Pastikan timbangan telah dikalibrasi dan menunjukkan angka 0.00 sebelum digunakan.
12. Instruksikan sampel untuk melepaskan pakaian atau aksesoris yang dapat memengaruhi keakuratan hasil.
13. Minta sampel berdiri tegak di tengah timbangan dengan lengan di samping tubuh dan berat badan merata.
14. Arahkan sampel untuk menghadap lurus ke depan, berdiri diam, dengan posisi kaki sejajar dan lakukan pengukuran berat badan.

#### **3.7.4 Pemeriksaan Protozoa Usus**

Pada pemeriksaan protozoa usus, digunakan teknik pemeriksaan feses dengan teknik pewarnaan direct slide dengan lugol dan modifikasi Ziehl-Neelsen yang sebelumnya sudah dilakukan sedimentasi pada spesimen dengan metode formalin-eter.

#### Sedimentasi Formol-Eter:

1. Sampel feses sebanyak  $\pm 0,5$  gram diambil menggunakan alat bantu (tusuk lidi) kemudian dimasukkan ke dalam tabung centrifuge,
2. Tabung tersebut ditambahkan larutan formalin 10% sebanyak 5 ml dengan menggunakan pipet tetes,
3. Selanjutnya, ditambahkan larutan diethyl eter sebanyak 2 ml ke dalam tabung yang sama,
4. Campuran homogen diperoleh dengan melakukan pengadukan tabung menggunakan gerakan memutar berbentuk angka delapan,
5. Tabung kemudian disentrifugasi pada kecepatan 2500 rpm selama 2 menit untuk memisahkan komponen,
6. Setelah proses sentrifugasi, lapisan cairan bagian atas beserta debris yang mengapung dibuang sehingga hanya tersisa sedimen pada dasar tabung,
7. Sedimen yang diperoleh dari proses tersebut selanjutnya digunakan sebagai preparat untuk pemeriksaan mikroskopis.

#### Cara kerja direct slide pewarnaan lugol:

1. Satu tetes larutan lugol 1% diteteskan pada objek glass,
2. Spesimen feses sebanyak  $\pm 1$  mg (seujung lidi) dicampurkan ke dalam tetesan larutan lugol,
3. Campuran kemudian diratakan hingga membentuk lapisan tipis pada objek glass,
4. Preparat ditutup menggunakan cover glass untuk menjaga kestabilan sampel,
5. Preparat yang telah dibuat diamati dengan mikroskop menggunakan perbesaran 40x, 100x, hingga 400x,
6. Hasil pengamatan diidentifikasi dengan mengacu pada Atlas Parasitologi dan dilakukan konfirmasi kepada ahli.

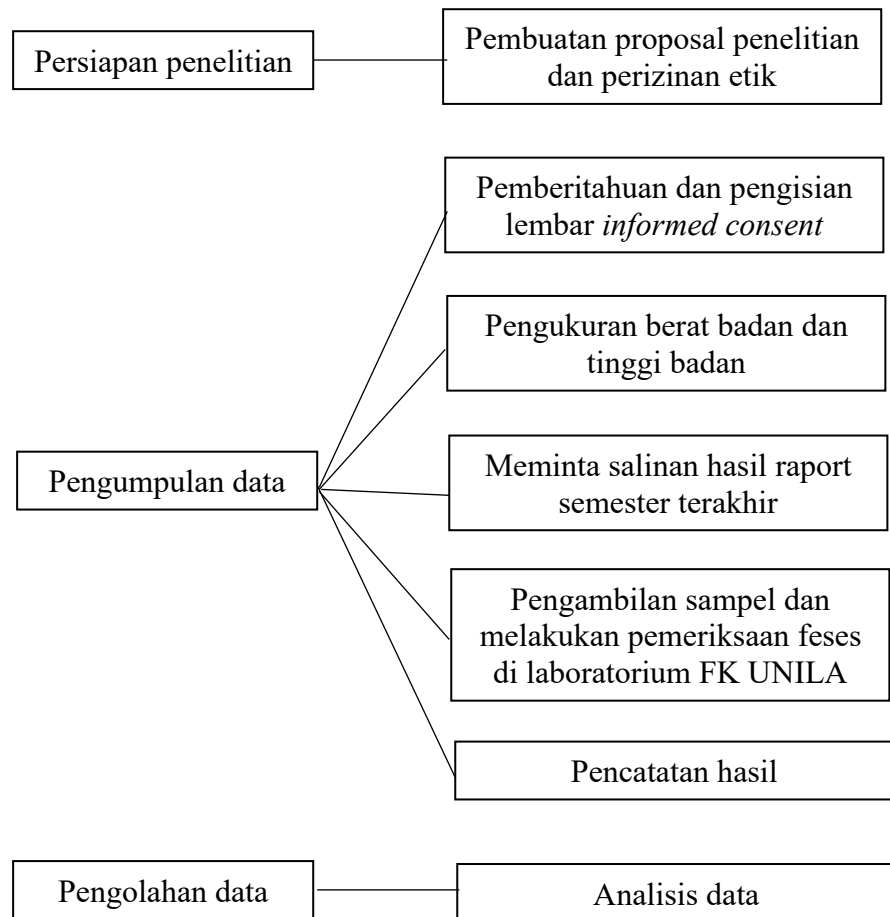


Cara kerja pewarnaan modifikasi Ziehl-Neelsen :

1. Ambil Tinja menggunakan mikropipet 10 $\mu$ l
2. Pipetkan 10 $\mu$ l tinja langsung pada kaca objek dan biarkan pada suhu ruang. Jika tinja padat pulas tinja menggunakan lidi kapas dengan diameter 1cm di atas kaca objek
3. Slide selanjutnya dilewatkan diatas api sebanyak 2-3x
4. Fiksasi dengan methanol selama 30 detik
5. Teteskan pewarnaan Carbol fuchsin. Warnai selama 15 menit tanpa tambahan penghangat
6. Cuci slide dengan air
7. Tambahkan asam alkohol sampai tidak ada lagi pewarnaan tersisa, kemudian cuci dengan air
8. Aliri slide dengan pewarnaan Malachite green selama 1 menit
9. Cuci dengan air lalu keringkan
10. Lihat di mikroskop dengan 40x hingga perbesaran 1000x, kemudian hasilnya akan diidentifikasi menggunakan Atlas Parasitologi dan konfirmasi kepada ahli.

### 3.8 Uji Instrumen Data

#### 3.8.1 Alur Penelitian



**Gambar 3. 1** Alur Penelitian

### 3.9 Teknik Pengolahan dan Analisis Data

#### 3.9.1 Pengolahan Data

Pengolahan dan analisis data dilakukan untuk mengubah data mentah menjadi informasi yang sesuai dengan tujuan penelitian. Tahap awal dimulai dengan *editing*, yaitu memeriksa kelengkapan, ketepatan, dan konsistensi data yang diperoleh. Data yang kurang lengkap atau tidak sesuai akan diperbaiki atau dihapus. Selanjutnya dilakukan *coding* dengan memberikan kode numerik pada data kualitatif agar lebih mudah dianalisis. Data yang telah dikodekan dipindahkan ke tabel atau spreadsheet melalui proses *transferring*

sehingga lebih terstruktur. Kemudian dilakukan *tabulating* untuk menyusun data ke dalam tabel distribusi frekuensi, misalnya berdasarkan status gizi dan prestasi akademik. Tahap terakhir adalah *cleaning*, yaitu membersihkan data dari kesalahan atau outlier agar analisis yang dilakukan menggunakan data yang valid dan akurat.

### 3.9.2 Analisis Data

Analisis univariat digunakan terlebih dahulu untuk menganalisis setiap variabel secara terpisah. Hasil analisis ini memberikan informasi mengenai distribusi frekuensi, persentase, rata-rata, dan median dari tiap variabel. Selanjutnya, analisis bivariat dilakukan untuk menguji hubungan antara dua variabel, seperti hubungan antara infeksi protozoa usus dengan rerata nilai IMT anak. Uji statistik menggunakan uji *Independent t-test* berpasangan karena penelitian ini mengukur perbedaan rata-rata yang menggunakan skala numerik pada dua kelompok data dan bagaimana hubungannya. Jika data numerik tidak terdistribusi normal, dapat digunakan uji *Mann-Whitney U* dengan membandingkan dua kelompok berdasarkan nilai median sebagai bentuk non-parametrik dari *t-test*. Uji ini digunakan untuk mengetahui perbedaan nilai status gizi dan prestasi akademik antara anak yang terinfeksi dan tidak terinfeksi protozoa usus.

### 3.10 Etika Penelitian

Penelitian ini telah mendapatkan *etichal approval* atau persetujuan etik dari Komite Etik Penelitian Kedokteran dan Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Lampung dengan nomor 4930/UN26.18/PP.05.02.00/2025.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Prevalensi protozoa usus pada anak usia sekolah dasar di pantai asuhan wilayah kota Bandar Lampung sebesar 7,8% dengan spesies yang teridentifikasi *Blastocystis sp.*
2. Terdapat perbedaan rerata prestasi akademik pada anak usia sekolah dasar di panti asuhan kota Bandar Lampung yang terinfeksi dan tidak terinfeksi protozoa usus ( $p\text{-value} = 0,023$ ).
3. Tidak terdapat perbedaan rerata gambaran status gizi pada anak usia sekolah dasar di panti asuhan kota Bandar Lampung yang terinfeksi dan tidak terinfeksi protozoa usus ( $p\text{-value} = 0,870$ ).

#### **5.2 Saran**

Berdasarkan kesimpulan dari hasil penelitian ini maka saran yang dapat diberikan peneliti adalah sebagai berikut:

1. Bagi pengelola panti asuhan, dengan hasil penelitian yang dilakukan mendapatkan prevalensi rendah (7,8%) pada anak usia sekolah dasar di panti asuhan kota Bandar Lampung, pengelola panti asuhan perlu mempertahankan dan meningkatkan program yang telah berjalan. Hal yang dapat ditingkatkan seperti penyediaan sarana sanitasi yang memadai, pengawasan kebersihan makanan dan minuman, serta pembiasaan cuci tangan pakai sabun sebelum makan dan setelah buang air besar.
2. Bagi dinas kesehatan, diharapkan dapat memperkuat program pencegahan dan pengendalian penyakit, pada kelompok anak usia sekolah di panti asuhan terutama ditujukan kepada wali/pengurus

panti asuhannya. Upaya tersebut dapat dilakukan melalui edukasi kesehatan mengenai sanitasi, *higiene*, dan menjaga perilaku pencegahan infeksi protozoa usus. Selain itu, hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan dalam penyusunan kebijakan dan perencanaan program intervensi terpadu yang mengintegrasikan aspek kesehatan lingkungan, status gizi, dan kesehatan anak, terutama pada populasi rentan seperti anak yang tinggal di panti asuhan.

3. Bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk mengembangkan penelitian yang lebih mendalam antara infeksi protozoa usus dengan status gizi, prestasi akademik anak, serta faktor-faktor lain yang dapat dipengaruhi oleh infeksi protozoa usus. Selain itu, penelitian lanjutan dapat mempertimbangkan faktor perancu lain, seperti asupan zat gizi, riwayat penyakit infeksi lain, kondisi sanitasi lingkungan, serta faktor psikososial anak. Penggunaan metode diagnostik yang lebih sensitif serta cakupan sampel yang lebih luas seperti PCR (*Polymerase Chain Reaction*), yang mampu mengidentifikasi spesies protozoa secara akurat sehingga dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai dampak infeksi protozoa usus pada anak usia sekolah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdoli, A., Olfatifar, M., Eslahi, A. V., Moghadamizad, Z., Nowak, O., Prestani, M., *et al.* 2024. Prevalence of intestinal protozoan parasites among school children in Asia: A systematic review and meta-analysis. *Infection*, 52(5), 1183–1195.
- Ahmed, M. 2023. Intestinal parasitic infections: Prevalence, risk factors, and clinical impact. *Frontiers in Public Health*, 11, 1184763.
- Ali, M., Xu, C., Wang, M., Hina, Q., Ji, Y., Anwar, S., *et al.* 2025. Gut barrier dysfunction and microbiota variations in cryptosporidiosis: A comprehensive review. *Veterinary Sciences*, 12(2), 85.
- Almujalli, Y. F., Alaidarous, M. I., Allam, A. A. 2024. The Role of *Blastocystis* spp. in the Etiology of Gastrointestinal and Autoimmune Diseases. *Pathogens*, 14(4), 313.
- Anuar, T. S., Ghani, M. K. A., Azreen, S. N., Salleh, F. M., Moktar, N., Al-Mekhlafi, H. M. 2021. Prevalence and risk factors associated with *Blastocystis* infection among schoolchildren in Malaysia. *PLoS ONE*, 16(7), e0254540.
- Ardyansyah, R. 2022. Infeksi Protozoa Usus dan Korelasinya dengan Status Gizi Balita Usia 12-59 Bulan di Desa Sucopangepok Kecamatan Jelbuk. Universitas Jember.
- Atabati, H., Kassiri, H., Shamloo, E., Akbari, M., Atamaleki, A., Sahlabadi, F., *et al.* 2020. The association between the lack of safe drinking water and sanitation facilities with intestinal *Entamoeba* spp infection risk: A systematic review and meta-analysis. *PLOS ONE*, 15(11), e0237102.
- Badan Pusat Statistik Kota Bandar Lampung. 2024. Bandar Lampung dalam angka 2024. BPS Kota Bandar Lampung.
- Badan Pusat Statistik Kota Bandar Lampung. 2022. LPPD Kota Bandar Lampung 2021—Jumlah dan komposisi penduduk serta kepadatan penduduk Kota Bandar Lampung pada tahun 2021.

- Badan Pusat Statistik Provinsi Lampung. 2024. Persentase Rumah Tangga yang Memiliki Akses terhadap Sanitasi Layak dan Berkelanjutan (Provinsi Lampung).
- Bartelt, L. 2024. Current understanding of *Giardia lamblia* and pathogenesis of long-term sequelae. *Current Tropical Medicine Reports*.
- Centers for Disease Control and Prevention. 2019. Blastocystis sp.: Epidemiology & risk factors. U.S. Department of Health & Human Services. <https://www.cdc.gov/dpdx/blastocystis/index.html>
- Centers for Disease Control and Prevention. 2024. Signs and symptoms of giardiasis. U.S. Department of Health and Human Services. <https://www.cdc.gov/giardia/signs-symptoms/index.html>
- Centers for Disease Control and Prevention. 2019. Amebiasis. U.S. Department of Health and Human Services. <https://www.cdc.gov/amebiasis/about/index.html>
- Centers for Disease Control and Prevention. 2025. Cryptosporidiosis – DPDx. U.S. Department of Health and Human Services. <https://www.cdc.gov/dpdx/cryptosporidiosis/index.html>
- Coelho, N. M. D., Coelho, W. M. D., Gomes, J. F., Meireles, M. V., Nagata, W. B., de Lima, V. M. F., *et al.* 2023. Evidence of the Zoonotic Transmission of Cryptosporidium among Children and Pets. *Pathogens*, 12(12), 1393.
- Deary, I. J., Strand, S., Smith, P., Fernandes, C. 2007. Intelligence and educational achievement. *Intelligence*, 35(1), 13–21.
- Deng, L., Wojciech, L., Gascoigne, N. R. J., Peng, G., Tan, K. S. W. 2021. New insights into the interactions between Blastocystis, the gut microbiota, and host immunity. *PLoS Pathogens*, 17(2), e1009253.
- Dinas Kesehatan Bandar Lampung. 2023. Laporan tahunan UPT Puskesmas Campang Raya Bandar Lampung.
- Donkoh, E. T., Berkoh, D., Fosu-Gyasi, S., Ofori Boadu, W. I., Raji, A. S., Asamoah, S., *et al.* 2023. Evidence of reduced academic performance among schoolchildren with helminth infection. *International health*, 15(3), 309–317.
- Elmonir, W., Elaadli, H. 2025. Prevalence of intestinal parasitic infections and their associated risk factors among preschool and school children in Egypt. *PLOS ONE*, 16(6), e0258037.

- Fauzia, R., Damayanti, N. A., Arsyad, M. 2024. Gambaran infeksi parasit usus pada anak di pemukiman pemulung perkotaan Jakarta Timur dan tinjauannya menurut pandangan Islam. *Junior Medical Journal*, 2(10), 1–6.
- Fu, B., Wang, J., Fu, X. 2022. A rare case of extraintestinal amebiasis. *BMC Infectious Diseases*, 22, 364.
- Garcia, L. S. 2020. *Diagnostic Medical Parasitology* (6th ed.). ASM Press.
- Ghosh, S., Suri, D., Uauy, R. 2020. Assessment of protein and micronutrient nutrition. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 23(4), 243–248.
- Guillén, N. 2022. Pathogenicity and virulence of *Entamoeba histolytica*, the agent of human amebiasis. *Virulence*, 13(1), 1–17.
- Gutiérrez, L., Bartelt, L. 2024. Current Understanding of *Giardia lamblia* and Pathogenesis of Stunting and Cognitive Deficits in Children from Low- and Middle-Income Countries. *Current Tropical Medicine Reports*, 11(1), 28–39.
- Haerani, H., Sennang, N., Rusli, B. 2020. Giardiasis: Penyakit Gastrointestinal. *Healthy Tadulako Journal*, 5(3), 4-12.
- Halimi, M. M., Wu, Y. S., Lee, M. F., Kumarasamy, V., Kalita, T., Guad, R. M., *et al.* 2025. *Blastocystis* sp.: A Hidden Player in Gut Health and Disease. *Progress In Microbes & Molecular Biology*, 8(1).
- Hall, A., Hewitt, G., Tuffrey, V. 2021. Intestinal parasitic infections, nutrition and educational outcomes in school-age children. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(9), 4762.
- Hardiansyah, R., Mutiara, H., Islami, S., Susianti. 2022. Hubungan Infeksi Parasit Usus Dengan Status Gizi Anak Sekolah Dasar di Indonesia: Sebuah Tinjauan Sistematis. *Jurnal Kesehatan Tambusai*, 11922, 1-10.
- Healthline. 2023. Giardiasis: Causes, Symptoms, and Treatment. Retrieved from <https://www.healthline.com/health/giardiasis>
- He, W., Li, J., Gong, A.Y., Deng, S., Li, M., Wang, Y., *et al.* 2021. Cryptosporidial infection suppresses intestinal epithelial cell MAPK signaling impairing host anti-parasitic defense. *Microorganisms*, 9(1), 151.
- Hotez, P. J. 2020. *Neglected Tropical Diseases: The Role of Age and Development*. Academic Press.



- Jabal, A. R., Ratnasari, A., Rusli, N. M., Djazarie, N. M. Z., & Bara, M. P. 2020. Prevalensi protozoa penyebab diare di Kelurahan Antang, Kota Makassar. *Jurnal Medika: Karya Ilmiah Kesehatan*, 5(2).
- Jannah, I. F., & Abdullah, A. 2025. Amoebiasis: Etiologi, patofisiologi, morfologi, diagnosis, dan pengobatan. *Indonesian Journal of Health Science*, 5(4), 736–747.
- Kotepui, M., Popruk S., Kotepui, K., U., Masangkay, F. R., Wangdi, K., Mahittikorn, A. *et al.* 2025. Prevalence and subtype distribution of Blastocystis infections among community participants in Thailand: a systematic review and meta-analysis. 32, 53.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2021. Data situasi diare di Indonesia.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2020. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2020 tentang Standar Antropometri Anak.
- Khuluq, M. K. 2024. Hubungan karakteristik sosio-demografik terhadap kejadian infeksi protozoa usus pada anak usia sekolah dasar di wilayah kerja Puskesmas Campang Raya Bandar Lampung. Skripsi. Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung. Repository Universitas Lampung.
- Lenière, A.-C., Vlandas, A., Follet, J. 2024. Treating cryptosporidiosis: A review on drug discovery strategies. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance*, 25, 100542.
- Lu, Y., Zhang, X., Guan, Z., Ji, R., Peng, F., Zhao, C., *et al.* 2025. Molecular pathogenesis of *Cryptosporidium* and advancements in therapeutic interventions. *Parasite*, 32, Article 7.
- Mayo Clinic. 2023 *Blastocystis hominis* infection: Symptoms & causes. Retrieved from <https://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/blastocystis-hominis-infection/symptoms-causes/syc-20351205>
- Mayo Clinic. 2023. Giardiasis (Giardia infection): Symptoms & causes. Retrieved from <https://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/giardia-infection/symptoms-causes/syc-20372786>
- Medscape. 2023. Intestinal protozoal diseases: Background, pathophysiology, etiology. Retrieved from <https://emedicine.medscape.com/article/212029-overview>
- Medscape. 2025. Cryptosporidiosis: Practice Essentials. Retrieved from [https://emedicine.medscape.com/article/215490overview?utm\\_source=chatgpt.com](https://emedicine.medscape.com/article/215490overview?utm_source=chatgpt.com)

- Norouzi, M., Pirestani, M., Arefian, E., Dalimi, A., Sadraei, J., Mirjalali, H. 2022. Exosomes secreted by Blastocystis subtypes affect proinflammatory and anti-inflammatory cytokine expression (IL-6, TNF- $\alpha$ , IL-10, IL-4). *Frontiers in Medicine*, 9, 940332.
- Nicholson, M. V., Singh, U., Gilchrist, C. 2023. Amoebiasis: Advances in diagnosis, treatment, and immune mechanisms. *Frontiers in Gastroenterology*, 4, 10380210.
- Nugraha, *et al.* 2024. Hubungan Infeksi Protozoa Usus terhadap Kuantitas Morbiditas di Kabupaten Pesawaran. Digilib Unila.
- O'Brian, C., & Gubbels, M. J. 2021. Sex-Specific Differences in Host Immune Responses to Intestinal Protozoan Infections. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 11, 68-75.
- Osei, F. B., Stein, A., Yankson, P. W. K. 2020. Intestinal parasitic infections and their effects on cognitive function and school performance among school-aged children: A systematic review. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 14(10), e0008792.
- Pascoe, M. C., Hetrick, S. E., Parker, A. G. 2020. The impact of stress on students in secondary school and higher education. *International Journal of Adolescence and Youth*, 25(1), 104–112.
- Peng, P., Kievit, R. A. 2020. The development of academic achievement and cognitive abilities: A bidirectional perspective. *Child Development Perspectives*, 14(1), 15–20.
- Prendergast, A. J., & Humphrey, J. H. 2014. The Stunting Syndrome in Developing Countries. *Paediatrics and International Child Health*, 34(4), 250-265.
- Pullan, R. L., Smith, J. L., Jasrasaria, R., Brooker, S. J. 2014. Global numbers of infection and disease burden of soil transmitted helminth infections in 2010. *Parasites & Vectors*, 7(1), 37.
- Purba Y, Mahyudi. 2018. Analisa Kadar Protozoa Usus Pada Masyarakat Usia 40-50 Tahun Pekerja Kebun Di Desa Negeri Juhar Kabupaten Karo. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Dan Lingkungan Hidup*. 9(2):422-433.
- Pusilo, P., Haryatm, D. 2024. Hubungan perilaku hidup bersih dan sehat anak dengan kejadian infeksi parasit usus di SDN 2 Sukamenanti, Bandar Lampung. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Indonesia*.
- Rajamanikam, A., Isa, M. N. M., Samudi, C., Devaraj, S., Govind, S. K. 2023. Gut bacteria influence Blastocystis sp. phenotypes and may trigger pathogenicity. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 17(3): e0011170.

- Rina. 2017. Identifikasi protozoa usus dan bakteri coliform dari berbagai jenis lalat di Pasar Pasir Gintung Bandar Lampung (Skripsi). Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.
- Salsabila, A., Puspitasari. 2020. Faktor-faktor yang memengaruhi prestasi belajar siswa sekolah dasar. *Pandawa: Jurnal Pendidikan dan Dakwah*, 2(2), 278–288.
- Sinharoy, S. S., Reese, H. E., Praharaj, I., Chang, H. H., Clasen, T. 2021. Effects of a combined water and sanitation intervention on biomarkers of child environmental enteric dysfunction and associations with height-for-age z-score: A matched cohort study in rural Odisha, India. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 15(3), e0009198.
- Sugiyono. 2017. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Susilo, P., & Haryatmi, D. 2024. Hubungan perilaku hidup bersih dan sehat anak dengan kejadian kecacingan (Studi di Sekolah Dasar Negeri 2 Sukamenanti Kota Bandar Lampung). *Jurnal Kesehatan Masyarakat Indonesia*, 19(1), 1–6.
- Suwandi, J. F., Saftarina, F., Kartika, J. 2025. Profile of intestinal protozoan parasites in farming communities in Gisting Subdistrict, Tanggamus District, Lampung Province.
- Steven, N. 2024. Analisis spasial kejadian infeksi protozoa usus pada anak usia sekolah dasar di wilayah kerja Puskesmas Campang Raya, Bandar Lampung. Skripsi. Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung. Repository Universitas Lampung.
- Stensvold, C. R., Bart, A., Wentink-Bonnema, E. M. S., Gilis, H., Verhaar, N., Wassenaar, C. J. A., *et al.* 2013. Diagnosis and subtype analysis of *Blastocystis* sp. in 442 patients in a hospital setting in the Netherlands. *BMC Infectious Diseases*, 13, 389.
- Tamba, R., Hutabarat, H., Prakasa, B. M. Y., Wahyuningsih, R. 2024. Prevalensi protozoa usus pada anak di Jakarta. *Majalah Kedokteran*, 39(2), 30–34.
- Tekalign, E., Sebeta, A., Nureye, D., Duguma, T., Tesfaye, T. 2024. Intestinal parasitic infections among children aged 7–14 years in Mizan-Aman city, Southwest Ethiopia: A community-based cross-sectional study. *Frontiers in Public Health*, 12, 1478293.
- Tikhomirova, T., Malykh, A., Malykh, S. 2020. Predicting Academic Achievement with Cognitive Abilities: Cross-Sectional Study across School Education. *Behavioral sciences (Basel, Switzerland)*, 10(10), 158.

- Tito, R. Y., Antonetti, L., Berrilli, F., Di Cristanziano, V., Farowski, F., Daeumer, M., *et al.* 2024. Investigation of gut microbiota composition in humans carrying *Blastocystis* subtypes. *Gut Pathogens*, 16, 72.
- Uslu, M., Arslan, H., Gokce, C. 2021. Comparison of diagnostic methods for intestinal protozoa: A review of the literature. *Jurnal Kedokteran Universitas Palangka Raya*, 7(2), 840–847.
- Veshkini, A., Torabi, E., Bazzucchi, M., Brisbin, J. T., Girard, C. 2024. *Cryptosporidium parvum* infection alters the intestinal mucosa transcriptome in neonatal calves: impacts on epithelial barriers and transcellular transport systems. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 14, 1495309.
- Wang, D., Fawzi, W. W. 2021. Impacts of school feeding on educational and health outcomes of school-age children and adolescents in low- and middle-income countries: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Global Health*, 11, 04051
- Wikipedia contributors. 2024. *Blastocystis hominis*. Wikipedia. Retrieved from [https://en.wikipedia.org/wiki/Blastocystis\\_hominis](https://en.wikipedia.org/wiki/Blastocystis_hominis)
- WHO. 2007. Growth reference data for 5–19 years. World Health Organization. Retrieved from <https://www.who.int/tools/growth-reference-data-for-5to19-years>
- World Health Organization. (2021). Malnutrition. World Health Organization. Retrieved from <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/malnutrition>