

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Udang merupakan salah satu komoditas unggulan budi daya di Indonesia dan bahkan menjadi komoditas ekspor ke berbagai negara, yaitu Amerika Serikat, Uni Eropa, Jepang, dan beberapa negara di kawasan Asia. Ekspor komoditas udang yang memberikan devisa bagi negara adalah dalam bentuk udang beku, udang segar, dan udang olahan (Rosyidah et al., 2019). Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) merupakan salah satu udang yang mempunyai nilai ekonomis dan merupakan jenis udang alternatif yang dapat dibudidayakan di Indonesia, disamping udang windu (*Panaeus monodon*) dan udang putih (*Panaeus merguensis*). Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) tergolong mudah untuk dibudidayakan. Hal itu pula yang membuat para petambak udang di tanah air beberapa tahun terakhir banyak yang mengusahakannya (Purnamasari et al., 2017). Budidaya udang juga mengalami kendala yang menyebabkan negara produsen udang banyak mengalami penurunan produksi dikarenakan serangan penyakit baik patogen yang berasal dari virus, bakteri maupun parasit.

EHP (*Enterocytozoon hepatopenaei*) adalah mikroorganisme bersifat parasit mikrosporadia yang masuk dalam kelompok jamur, yang ditemukan pada udang-udang yang pertumbuhannya sangat lambat. EHP pertama kali ditemukan pada tahun 2004 pada jaringan hepatopankreatik udang windu yang dibudidayakan di Thailand. Selanjutnya, penyakit ini menyebar dan dilaporkan menginfeksi udang vaname di Indonesia pada tahun 2015. Di India dan Indonesia, infeksi EHP dikaitkan dengan *white feces syndrome* (WFS) pada udang yang dibudidayakan. EHP menginfeksi sel epitel tubulus hepatopankreas udang. Udang yang terinfeksi EHP berat dapat menampilkan kotoran putih yang dikemas dengan spora mikrosporidian. Meskipun begitu, infeksi EHP tidak akan menyebabkan kematian yang tinggi pada udang. Namun, bahayanya infeksi parasit ini adalah sangat menghambat pertumbuhan dan menyebabkan kerugian ekonomi yang besar akibat penurunan produksi di tambak udang. EHP merupakan penyakit yang cukup berbahaya karena udang yang terjangkit virus ini akan mengalami penurunan nafsu makan hingga kanibalisme (Millat Hanif, 2023).

Infeksi EHP umumnya asimtomatik pada tahap awal, tetapi dapat menimbulkan gangguan pertumbuhan, efisiensi pakan rendah, dan kerugian ekonomi yang signifikan (Nguyen et al., 2022). Faktor-faktor yang mempengaruhi penyebaran EHP antara lain kualitas air, kepadatan populasi, manajemen pakan, dan biosekuriti tambak (Lee et al., 2021). Diagnosis

infeksi EHP dapat dilakukan melalui Histopatologi, PCR, dan metode molekuler lain yang lebih sensitif (Chen et al., 2025).

Penyebaran penyakit EHP udang dapat terjadi secara horizontal dari *hatchery* ke *grow out* pada tambak budidaya. Jumlah produksi spora juga mempengaruhi munculnya penyakit ini, dimana udang yang memakan spora mikrosporidia akan mudah terserang EHP. EHP merupakan infeksi yang muncul dan menyerang udang vaname terutama pada tambak intensif maupun super intensif. Budidaya udang dengan padat tebar tinggi baik intensif maupun super intensif dapat menyebabkan terbatasnya ruang gerak udang, sisa pakan dan feses yang tinggi, sehingga menyebabkan tingginya bahan organik. Apabila terjadi penurunan oksigen maka proses pembongkaran bahan organik akan terhambat dan menyebabkan tingginya kadar Nitrit (NO_2) dan amonia (NH_3) yang dapat menyebabkan udang keracunan dan bahkan menyebabkan kematian (Nkuba et al., 2021).

Tugas akhir ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam identifikasi EHP dengan menggunakan metode PCR dan Histopatologi untuk mendapatkan hasil pemeriksaan yang lebih akurat.

I.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana cara identifikasi EHP pada udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) menggunakan metode PCR?
2. Bagaimana cara identifikasi EHP pada udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) menggunakan metode Histopatologi?
3. Bagaimana kesesuaian hasil identifikasi EHP pada udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) antara metode PCR dan Histopatologi?

I.3. Tujuan

1. Menjelaskan metode identifikasi EHP pada udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) menggunakan metode PCR.
2. Menjelaskan metode identifikasi EHP pada udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) menggunakan metode PCR.
3. Menjelaskan kesesuaian hasil identifikasi EHP pada udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) antara metode PCR dan Histopatologi.

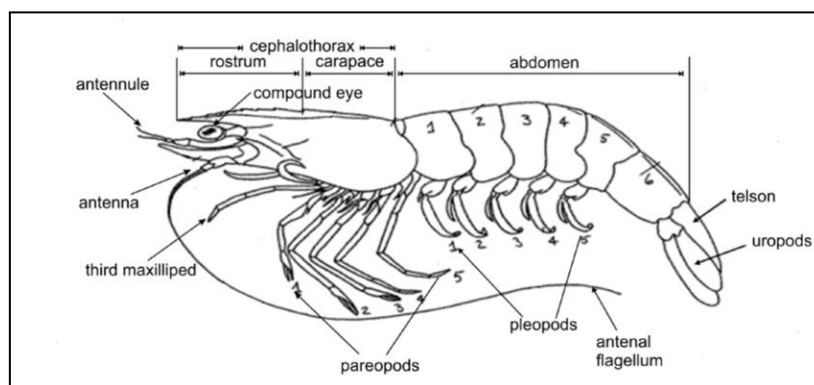
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1. Udang Vaname

Udang vaname atau udang putih merupakan spesies udang budidaya Indonesia yang berasal dari Perairan Amerika Tengah, tepatnya pada negara-negara Amerika Tengah dan Selatan seperti Ekuador, Venezuela, Panama, Brazil, dan Meksiko yang sudah lama membudidayakan jenis udang yang biasa disebut sebagai *pacific white shrimp*. Udang vaname sendiri masuk ke Indonesia dan dibudidayakan pada awal tahun 2000-an (Qulubi dan Mandala, 2024). Adapun klasifikasi udang vaname menurut Qulubi dan Mandala (2024), adalah sebagai berikut :

Domain	: Eukarya
Kingdom	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Sub Filum	: Crustacea
Class	: Malacostraca
Sub Class	: Eumalacostraca
Super Ordo	: Eucarida
Ordo	: Decapoda
Sub Ordo	: Dendrobranchiata
Super Famili	: Panaeoidae
Famili	: Penaeidae
Genus	: <i>Penaeus</i>
Spesies	: <i>Litopenaeus vannamei</i>



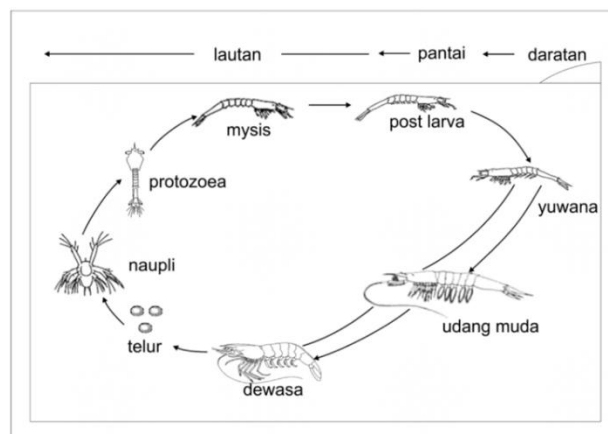
Gambar 1. Morfologi Udang Vaname (Kurniawan et al., 2021).

Tubuh udang vaname terdiri dari beberapa bagian. Tubuh udang vaname dibagi menjadi dua bagian, yaitu bagian kepala yang menyatu dengan bagian dada (*cephalothorax*) dan bagian

tubuh sampai ekor (*abdomen*). Bagian *cephalothorax* terlindung oleh kulit kitin yang disebut karapak. Bagian ujung *cephalothorax* meruncing dan bergerigi yang disebut *rostrum* (Qulubi dan Mandala, 2024).

Udang vaname memiliki dua gerigi di bagian ventral *rostrum*, sedangkan di bagian dorsalnya memiliki 8-9 gerigi. Jumlah keseluruhan ruas badan udang vaname umumnya sebanyak 20 buah. *Cephalothorax* terdiri dari 13 ruas, yaitu 5 ruas di bagian kepala dan delapan ruas di bagian dada. Ruas ke-1 terdapat mata bertangkai, sedangkan pada ruas ke-2 dan ke-3 terdapat antena dan antenula yang berfungsi sebagai alat peraba dan pencium. Rahang (*mandibula*) terdapat pada ruas ke-3 yang berfungsi sebagai alat untuk menghancurkan makanan sehingga dapat masuk ke dalam mulut (Qulubi dan Mandala, 2024).

Bagian dada udang vaname terdapat 8 ruas yang masing-masing terdiri dari anggota badan yang biasa disebut *thoracopoda*. *Thoracopoda* ke-1 sampai ke-3 dinamakan *maxilliped* yang berfungsi sebagai pembantu mulut dalam memegang makanan. *Thoracopoda* ke-4 sampai ke-8 berfungsi sebagai kaki jalan (*periopoda*). Bagian abdomen udang vaname terdapat 6 ruas. Ruas ke -1 sampai ke-5 merupakan bagian kaki renang (*pleopoda*), sedangkan pada ruas ke-6 berbentuk pipih dan melebar yang dinamakan *uropoda* yang bersama-sama dengan *telson* berfungsi sebagai kemudi saat berenang (Qulubi dan Mandala, 2024).



Gambar 2. Siklus Udang Vaname (Kurniawan et al., 2021).

Udang vaname merupakan salah satu jenis udang yang memiliki habitat asli di dasar laut pada kedalaman kurang lebih 72 meter. Berdasarkan tingkatan pada daur hidupnya, udang vaname dapat hidup di habitat yang berbeda-beda tergantung persyaratan hidup pada setiap fase tingkatan tersebut. Udang vaname sebenarnya adalah hewan yang hidup di dasar laut atau bersifat bentis. Jenis habitat yang dapat dihuni udang vaname adalah dasar perairan lunak yang biasanya merupakan campuran lumpur dan pasir. Indukan alami udang vaname dapat ditemukan di perairan lepas pantai pada kedalaman antara 70-72 meter. Sifat hidup udang

vaname adalah *catadromous* atau hidup di dua lingkungan. Udang dewasa akan bertelur di laut lepas, di mana setelah menetas, larva udang vaname akan bermigrasi ke daerah pesisir atau hutan bakau yang biasa disebut daerah muara sebagai tempat persemaian. Setelah tumbuh dewasa, udang vaname akan bermigrasi kembali ke laut untuk melakukan kegiatan pemijahan (Kurniawan et al., 2021).

Perkembangan siklus hidup udang vaname terdiri dari pembuahan telur lalu berkembang menjadi *naupli*, *mysis*, *post larva*, *juvenil*, dan terakhir menjadi udang dewasa. Udang dewasa memijah secara seksual di air laut dalam. Masuk ke stadia larva dari *stadia naupli* sampai pada *stadia juvenil*, udang vaname berpindah ke perairan yang lebih dangkal dimana terdapat banyak vegetasi yang dapat berfungsi sebagai tempat habitat hidupnya. Setelah mencapai remaja, mereka kembali ke laut lepas untuk menjadi udang dewasa. Siklus hidup udang vaname tersebut kemudian berlanjut kembali (Kurniawan et al., 2021)

II.2. *Enterocytozoon Hepatopenaei* (EHP)

Spora EHP memiliki morfologi berbentuk oval dengan ukuran berkisar antara 0,7 hingga 1,1 μm (Aras et al., 2023). Spora EHP yang dewasa dicirikan oleh dinding yang padat dan kaku yang terdiri dari tiga lapisan tebal: eksospora, endospora, dan membran plasma. Eksospora merupakan lapisan terluar yang bersifat padat elektron dan seragam, sedangkan endospora yang terletak di internal bersifat kurang padat elektron (elektrolusen) dan tersusun dari alfa-kitin dan glikoprotein. Lapisan membran plasma berisi sporoplasma, yaitu bahan infeksius mikrosporidia. Di dalam sporoplasma terdapat nukleus, ribosom, dan alat ekstrusi yang vital, berupa tabung polar yang melekat pada salah satu ujung spora. Komponen utama spora EHP juga mencakup inti tunggal, vakuola di bagian posterior, cakram jangkar (*anchor disk*) yang terhubung dengan filamen polar spiral (berjumlah 5-6 lilitan), dan polaroplast (Gamez et al., 2023). Klasifikasi EHP menurut Tourtip et al., (2009) yaitu sebagai berikut:

Kingdom : Fungus
Phylum : Microspora
Class : Microsporea
Order : Microsporida
Family : Enterocytozoonidae
Genus : Enterocytozoon
Spesies : *Enterocytozoon hepatopenaei*

III.2.1 Etiologi

EHP merupakan parasit *microsporidia* yang bertanggung jawab dalam terjadinya wabah WFD yang mengakibatkan penghambatan pertumbuhan pada udang hingga kematian. Penyakit ini baru teridentifikasi pada tahun 2009 di Thailand dan saat ini telah menyebar ke beberapa negara di Asia Tenggara termasuk Indonesia. Beberapa wilayah yang terkena dampak wabah WFD di Indonesia di antaranya Jawa Tengah, Jawa Barat, Sumatera Utara, Lampung, Bali, Lombok, dan Sulawesi (Faisal & Pancoro, 2018).

EHP merupakan parasit yang pertama kali dilaporkan menyebabkan penurunan pertumbuhan pada udang windu (*Penaeus monodon*) di Thailand pada tahun 2001, dan secara resmi diidentifikasi sebagai penyebab HPM pada tahun 2009. Parasit EHP dilaporkan menginfeksi udang vaname dan menjadi salah satu ancaman dan faktor pembatas dalam budidaya. Penyakit EHP telah menyebar dan menyebabkan kerugian ekonomi (Fidyandini et al., 2024).

III.2.2 Patogenesis

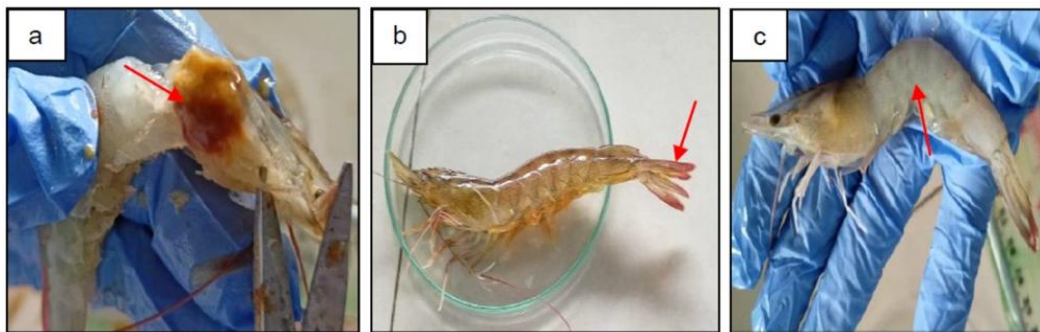
Di tambak udang, EHP ditularkan secara horizontal melalui konsumsi spora yang dikeluarkan dari feses udang yang terinfeksi atau melalui kanibalisme udang yang terinfeksi. EHP sendiri bersifat infeksius melalui konsumsi. Terbukti bahwa spora yang dihasilkan di hepatopankreas (berukuran serupa dengan bakteri) dapat menyebarkan EHP secara internal ke sel epitel tubulus hepatopankreas yang tidak terinfeksi (autoinfeksi). Penularan vertikal juga dapat terjadi dari induk ke anak. Induk udang betina yang terinfeksi EHP juga masih dapat menularkan infeksi secara horizontal kepada keturunannya di tempat penetasan melalui pelepasan feses yang mengandung spora ke dalam tangki pemijahan (Chaijarasphong et al., 2020).

EHP menginfeksi sitoplasma dari sel tubulus epitelial dari hepatopankreas udang. Pada uji laboratorium, udang vaname yang terinfeksi EHP meningkatkan kerentanan akan infeksi *Vibrio* yang berasosiasi dengan *Acute Hepatopancreatic Necrosis Diseases (AHPND)*. Infeksi EHP mengganggu sel tubulus hepatopankreas (Amelia et al., 2020). EHP adalah parasit mikrosporidia yang menghambat pertumbuhan udang vaname dengan menyerang hepatopankreasnya. Spesies ini bereplikasi di sel epitel tubulus hepatopankreas dan menyebabkan lisis sel. Di sisi lain, berkurangnya oksigen terlarut menyebabkan proses dekomposisi bahan organik terhambat dan meningkatkan nitrit (NO_3) dan amonia (NH_3), yang mengakibatkan keracunan dan bahkan kematian udang (Ramadhan et al., 2024, Utami et al., 2025)

III.2.3 Tanda Klinis

Gejala klinis infeksi EHP bersifat tidak spesifik dan sering kali sulit diamati secara langsung di lapangan. Udang yang terinfeksi menunjukkan pertumbuhan lambat (*slow growth*), ukuran tubuh tidak seragam, dan penurunan nafsu makan. Dalam banyak kasus, infeksi bersifat subklinis, yang artinya udang terlihat sehat secara eksternal, tetapi mengalami penurunan performa pertumbuhan yang signifikan (Tang et al., 2016). Salah satu gejala lapangan yang sering dikaitkan dengan infeksi EHP adalah WFS, ditandai dengan munculnya gumpalan feses putih mengapung di permukaan air tambak. Namun, beberapa penelitian menunjukkan bahwa EHP bukan satu-satunya penyebab WFS, gejala tersebut juga dapat disebabkan oleh koinfeksi dengan *Vibrio parahaemolyticus*, EHP dan kondisi lingkungan yang buruk (Tang et al., 2016). Meskipun demikian, WFS sering menjadi indikator awal bahwa populasi udang mengalami stres fisiologis akibat infeksi mikrosporidia.

Selain pertumbuhan lambat, infeksi kronis juga dapat menyebabkan penurunan efisiensi pakan (*feed conversion ratio/FCR*) dan peningkatan variasi ukuran antar individu dalam satu kolam. Pada tingkat produksi, tambak yang terinfeksi EHP sering kali menunjukkan waktu panen yang lebih lama dan hasil produksi yang tidak seragam (Govindasamy et al., 2023). Udang dengan infeksi berat terkadang tampak lebih pucat, hepatopankreas mengecil, dan massa tubuh berkurang akibat gangguan metabolisme nutrisi.



Gambar 3. Tanda Klinis EHP (Aras et al., 2022).

Gejala klinis infeksi EHP antara lain perubahan pada organ hepatopankreas yang berwarna pucat dan lunak serta saluran pencernaan yang berwarna putih. Selain itu juga ditemukan adanya abnormalitas pada ujung ekor yang berwarna kemerahan dan karapas yang tampak pucat. Target organ utama pada infeksi EHP adalah tubulus hepatopankreas. Infeksi EHP pada organ hepatopankreas menyebabkan perubahan saluran pencernaan menjadi berwarna putih dan dapat menghambat pertumbuhan hingga kematian pada udang (Aras et al., 2022).

III.2.4 Diagnosa

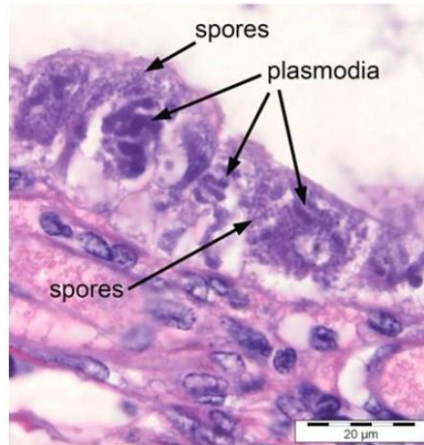
Pengamatan secara morfologi dari penyakit infeksi sulit untuk dilakukan, karena penyebarannya yang cepat dan ukuran patogen yang kecil. Metode *polymerase chain reaction* (PCR) merupakan salah satu metode standar yang direkomendasikan untuk diagnostik EHP berdasarkan *World Organisation for Animal Health* (WOAH) (Aras et al., 2022).

PCR konvensional menjadi salah satu metode yang sering digunakan karena prosedurnya sederhana, efisien, dan biayanya lebih terjangkau dibandingkan metode molekuler lainnya. Tahapan dalam PCR konvensional umumnya mencakup proses ekstraksi DNA dari sampel, dilanjutkan dengan amplifikasi menggunakan primer spesifik, dan diakhiri dengan analisis hasil melalui *elektroforesis gel agarosa*. Hasil elektroforesis akan menunjukkan pita-pita DNA yang muncul pada gel berdasarkan berat molekulnya. Pita-pita tersebut kemudian dicocokkan dengan *DNA marker* untuk menentukan apakah sampel menunjukkan keberadaan DNA patogen atau tidak (Putri & Wardhana, 2020).

Selain pemeriksaan molekuler seperti PCR, histopatologi merupakan metode penting untuk mengonfirmasi infeksi EHP melalui pengamatan lesi jaringan hepatopankreas. Ciri khas infeksi berupa keberadaan spora mikrosporidia dalam sitoplasma sel epitel, pelebaran lumen tubulus serta nekrosis fokal (Tang et al., 2015). Pewarnaan *Hematoxylin and Eosin* (H&E) dapat memperlihatkan struktur tubulus yang mengalami disorganisasi, sedangkan pewarnaan khusus seperti *Calcofluor White* atau Giemsa membantu memperjelas dinding spora mikrosporidia (Aldama-Cano et al., 2019).

II.3. Gambaran Histopatologi Udang Vaname yang Terinfeksi EHP

Semua tahapan perkembangan mikrospidia terjadi dalam 1 sel epitel. Ketika jumlah spora semakin banyak, sel menjadi bengkak, muncul ruang kosong di sitoplasma (vakuolisasi), dan akhirnya mati atau nekrosis karena tekanan dari banyaknya parasit di dalamnya (Biju et al., 2016). Jika jaringan hepatopankreas dari udang yang terinfeksi diperiksa di bawah mikroskop, akan terlihat tanda-tanda khas seperti penyusutan (atrofi) tubulus, kerusakan sel epitel (degenerasi), adanya ruang kosong dalam sel (vakuolisasi), dan kematian sel (nekrosis). Spora EHP tampak berwarna ungu kebiruan pada pewarnaan *Hematoxylin-Eosin* (HE) dan berukuran sangat kecil (sekitar 1–2 μm). Biasanya, spora memenuhi seluruh bagian dalam sel. Pada kasus yang lebih parah, hampir seluruh jaringan hepatopankreas tampak rusak dan lumen berisi sisa-sisa sel yang mati dan tumpukan spora. Akibatnya, pertumbuhan menjadi sangat lambat dan efisiensi pakan menurun (Aranguren-Caro et al., 2020).



Gambar 4. Histopatologi hepatopankreas yang terinfeksi EHP (Govindasamy et al., 2024).

Temuan utama yang menjadi indikasi infeksi adalah adanya badan inklusi basofilik yang tidak beraturan atau beraturan di dalam sitoplasma sel yang terinfeksi. Pada pemeriksaan histopatologi dapat ditemukan fase perkembangan parasit seperti plasmodia (fase vegetatif di dalam sel) dan spora EHP (fase infeksi di dalam maupun luar sel). Spora bebas ditemukan dalam lumen tubulus hepatopankreas dari sel epitel yang lisis. Pada kasus infeksi yang parah, studi histologis menunjukkan adanya spora matang bersamaan dengan nekrosis epitel dan tubulus hepatopankreas (Govindasamy et al., 2024).

II.4. PCR (*Polymerase Chain Reaction*)

Polymerase Chain Reaction merupakan metode enzimatik yang mampu memperbanyak urutan DNA tertentu secara *in vitro* dengan pola penggandaan eksponensial (Kurniawati et al., 2019). Teknik PCR memungkinkan proses analisis suatu penyakit dilakukan dengan mudah melalui sejumlah kecil molekul DNA yang diperbanyak jumlahnya. PCR digunakan untuk memperbesar bagian (fragmen) tertentu dari rantai DNA dengan panjang rantai yang sangat pendek. PCR menjadi *gold standard* yang direkomendasikan untuk diagnosis berbagai penyakit udang berdasarkan protokol WHO (Chaijarashong et al., 2021). Deteksi EHP menggunakan metode berbasis PCR dapat dilakukan secara *onestep* PCR (Tang et al., 2015), *nested* PCR, dan *multiplex* PCR (Jaroenlak et al., 2016). *One-step* PCR hanya membutuhkan satu set primer tetapi memiliki sensitivitas lebih rendah dengan batas deteksi sekitar 1.000–10.000 salinan per reaksi. Sebaliknya, *nested* PCR menggunakan dua set primer secara berurutan sehingga meningkatkan sensitivitas hingga sepuluh kali lipat, dengan batas deteksi mencapai 10 salinan per reaksi, sehingga mampu mengidentifikasi infeksi EHP tingkat rendah (Jaroenlak et al., 2016; Chaijarashong et al., 2021). Deteksi infeksi EHP pada udang vaname menggunakan metode PCR menargetkan *spore wall protein* (SWP) dari mikrosporidia EHP (Kim et al., 2021). Prinsip PCR adalah amplifikasi fragmen DNA spesifik melalui kerja enzim

DNA polimerase yang mensintesis untai DNA baru berdasarkan perlekatan primer dan suplai deoksiribonukleotida trifosfat (dNTP) dalam kondisi pemanasan berulang (Yustinadewi et al., 2018). Menurut Hanggono dan Junaidi (2015), proses PCR terdiri dari tiga tahap utama yaitu (Hanggono dan Junaidi, 2015):

1. Ekstraksi

Ekstraksi merupakan tahapan untuk memisahkan materi genetik (DNA/RNA) dari komponen sel lainnya seperti lemak, karbohidrat, protein, dan lain-lain. Proses tersebut diikuti dengan pengendapan materi genetik serta menghilangkan biomolekul lain yang dilakukan secara enzimatik dan kimiawi. Proses ekstraksi materi genetik terdiri dari tiga tahap utama yaitu meliputi perusakan dinding sel (lisis), pemisahan materi genetik dari komponen lainnya, dan permurnian materi genetik.

2. Amplifikasi

Amplifikasi merupakan proses penggandaan jumlah molekul DNA secara eksponensial pada setiap siklus PCR, biasanya berlangsung selama 20–30 siklus dalam waktu yang relatif singkat. Proses amplifikasi terdiri atas empat tahap utama, yaitu, denaturasi, annealing, dan extension. Denaturasi memisahkan DNA untai ganda menjadi dua untai tunggal. Pada tahap annealing, primer menempel pada urutan DNA komplementer sehingga mengapit fragmen target, sedangkan pada tahap extension enzim DNA polimerase mensintesis untai DNA baru mengikuti urutan DNA cetakan. Keberhasilan amplifikasi dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk konsentrasi primer, ketersediaan dNTP, komposisi buffer, kemurnian DNA template, jumlah siklus, jenis enzim, serta faktor teknis seperti kontaminasi. Enzim yang umum digunakan dalam PCR adalah Taq polymerase.

3. Elektroforesis

Elektroforesis merupakan suatu tahapan untuk memisahkan fragmen DNA berdasarkan berat molekulnya. Prinsip elektroforesis yaitu DNA yang bermuatan negatif akan berpindah menuju ke arah muatan positif dalam medan listrik. Hal ini dapat terjadi ketika makro molekul yang bermuatan listrik ditempatkan pada medium berisi tenaga listrik, molekul tersebut akan bermigrasi menuju kutub positif atau kutub negatif tergantung pada muatan yang terkandung di dalamnya. Kecepatan migrasi molekul tersebut ditentukan oleh pendek-panjang pita DNA. Semakin kecil molekul DNA maka semakin cepat migrasi molekul DNA melewati gel elektroforesis. Pada proses elektroforesis terdiri dari tiga tahapan yaitu pembuatan sel agarose, elektroforesis, dan pewarnaan. Hasil elektroforesis dianalisis secara visual dengan membandingkan perpendaran pita DNA.

4. Visualisasi Hasil

Pembacaan hasil elektroforesis dilakukan dengan menempatkan gel agarosa pada *UV doc* atau *UV transilluminator* yang terhubung dengan perangkat lunak pencitraan. Ketika sinar UV dinyalakan, pita DNA akan tampak berpendar. Kualitas hasil visualisasi yang baik ditandai oleh pita DNA yang tampak tebal, jelas. Sebaliknya, perpendaran pita yang sangat tipis atau bahkan tidak terlihat biasanya disebabkan oleh rendahnya konsentrasi DNA atau RNA hasil ekstraksi. Interpretasi hasil PCR untuk deteksi *Enterocytozoon hepatopenaei* (EHP) didasarkan pada pola pita yang muncul pada gel. Sampel dinyatakan positif apabila terdapat pita DNA yang posisinya sejajar dengan pita pada kontrol positif. Sebaliknya, sampel dinyatakan negatif apabila tidak terbentuk pita DNA pada posisi target.