

**IMPLEMENTASI METODE *FUZZY LOGIC* DAN *CERTAINTY FACTOR*  
DALAM SISTEM PAKAR PENDETEKSI PENYAKIT UDANG VANAME  
(LITOPENAEUS VANNAMEI)**

**(Skripsi)**

**Oleh:**

**GEMA ANNISA HERMASTUTI**

**NPM. 1817051020**



**PROGRAM STUDI S-1 ILMU KOMPUTER  
JURUSAN ILMU KOMPUTER  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG**

**2022**

**IMPLEMENTASI METODE *FUZZY LOGIC* DAN *CERTAINTY FACTOR*  
DALAM SISTEM PAKAR PENDETEKSI PENYAKIT UDANG VANAME  
(LITOPENAEUS VANNAMEI)**

**Oleh**

**GEMA ANNISA HERMASTUTI**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar  
SARJANA ILMU KOMPUTER**

**Pada**

**Jurusan Ilmu Komputer  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2022**

## **ABSTRAK**

### **IMPLEMENTASI METODE *FUZZY LOGIC* DAN *CERTAINTY FACTOR* DALAM SISTEM PAKAR PENDETEKSI PENYAKIT UDANG VANAME (*LITOPENAEUS VANNAMEI*)**

**Oleh**

**GEMA ANNISA HERMASTUTI**

Udang merupakan salah satu jenis hewan air yang menjadi bagian dari komoditas ekspor Indonesia dalam bidang perairan dan perikanan. Selama produksi, proses budidaya yang dilakukan tidak selalu berjalan dengan sukses dan menghasilkan panen yang baik. Hal tersebut disebabkan karena adanya serangan penyakit pada udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) atau vanamei yang dapat menyebabkan kematian dini dan mengakibatkan harga jual udang menurun. Beberapa penyakit pada udang vaname ada yang disebabkan oleh virus, bakteri, parasit, atau karena kondisi lingkungan tempat pengembangbiakan. Penyakit yang menyerang udang vaname ini dapat diketahui dari gejala-klinis dan perilaku yang tampak pada udang selama budidaya. Diperlukan adanya pengalaman dan pengetahuan seorang pakar atau ahli untuk mengetahui penyakit yang menyerang udang dengan lebih akurat. Namun, dengan adanya kemajuan teknologi yang pesat, pengetahuan dan pengalaman pakar ini dapat dikomputerisasi menjadi sebuah sistem yang disebut sistem pakar. Sistem pakar dirancang sebagai alternatif pemecahan masalah yang dapat diakses menggunakan teknologi komputer menggunakan basis pengetahuan dan penalaran dari pakar. Sistem Pakar Vannamei ini dirancang sebagai aplikasi berbasis android menggunakan bahasa pemrograman Dart sebagai bahasa pemrograman resmi dari *framework* Flutter. Metode pengembangan perangkat lunak yang digunakan adalah metode *prototyping* dengan metode inferensi menggunakan Logika *Fuzzy* dan *Certainty Factor* yang telah dinyatakan dari beberapa penelitian dapat menghasilkan tingkat akurasi yang baik.

Kata kunci: Android, *Certainty Factor*, Logika *Fuzzy*, Sistem Pakar, Vaname

## **ABSTRACT**

### **IMPLEMENTATION OF FUZZY LOGIC AND CERTAINTY FACTOR METHODS IN EXPERT SYSTEM DETECTION OF VANAME SHRIMP (LITOPENAEUS VANNAMEI)**

**By**

**GEMA ANNISA HERMASTUTI**

*Shrimp is one type of aquatic animal as a part of Indonesia's export commodities in the field of waters and fisheries. During production, the cultivation process that is carried out does not always run successfully and produces good harvests. This is due to a disease attack on pacific white shrimp (Litopenaeus vannamei) or vaname shrimp which could cause premature death and lead to a decrease in the selling price of shrimp. Some diseases in pacific white shrimp are caused by viruses, bacteria, parasites, or due to environmental conditions in which they breed. Diseases that infect pacific white shrimp can be identified from the clinical symptoms and behaviors seen in the shrimp during cultivation. It is necessary to have the experiences and knowledge of one or more experts to get more accuracy in identifying diseases that infect the shrimp. However, with rapid technological advances, this expert knowledge and experience can be computerized into a system called an expert system. The expert system is designed as an alternative problem solving that can be accessed using computer technology using knowledge base and reasoning from experts. This pacific white shrimp expert system is designed as an android-based application using the Dart programming language as the official programming language of the Flutter framework. The software development method used is the Prototyping method with Fuzzy Logic and Certainty Factor as the inference methods which had been stated from several scientific publications can produce a good level of accuracy.*

*Keywords: Android, Certainty Factor, Fuzzy Logic, Expert System, Pacific white shrimp*

Judul Skripsi : **IMPLEMENTASI METODE *FUZZY LOGIC*  
DAN *CERTAINTY FACTOR* DALAM SISTEM  
PAKAR PENDETEKSI PENYAKIT UDANG  
VANAME (*LITOPENAEUS VANNAMEI*)**

Nama Mahasiswa : **Gema Annisa Hermastuti**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1817051020**

Program Studi : **Ilmu Komputer**

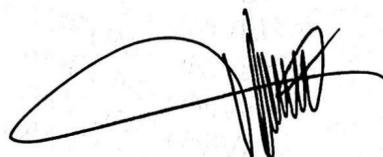
Fakultas : **Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



  
**Dr. rer. nat. Akmal Junaidi, S.Si., M.Sc.**  
NIP. 19710129199702 1 001

  
**Dr. Supono, S.Pi., M.Si.**  
NIP. 19701002200501 1 002

2. Ketua Jurusan Ilmu Komputer

  
**Didik Kurniawan, S.Si., M.T.**  
NIP. 19800419200501 1 004

**MENGESAHKAN**

1. Tim Penguji

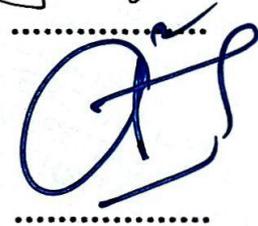
Ketua Penguji : **Dr. rer. nat. Akmal Junaidi, S.Si., M.Sc.** .....



Sekretaris : **Dr. Supono, S.Pi., M.Si.**



Anggota : **Aristoteles, S.Si., M.Si.**



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



**Dr. Eng. Supto Dwi Yuwono, S.Si., M.T.**  
NIP. 197407052000031001



Tanggal Lulus Ujian Skripsi: **25 November 2022**

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Gema Annisa Hermastuti

NPM : 1817051020

menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“Implementasi Metode *Fuzzy Logic* dan *Certainty Factor* dalam Sistem Pakar Pendeteksi Penyakit Udag Vaname (*Litopenaeus vannamei*)”** merupakan karya saya sendiri dan bukan karya orang lain. Semua tulisan yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila dikemudian hari terbukti skripsi saya merupakan hasil penjiplakan atau dibuat orang lain, maka bersedia menerima sanksi berupa pencabutan gelar yang telah saya terima.

Bandarlampung, 25 November 2022



**Gema Annisa Hermastuti**

NPM. 1817051020

## RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Gema Annisa Hermastuti bertempat lahir di Sribhawono pada tanggal 26 Juni 2000, sebagai anak kedua dari dua bersaudara. Penulis menyelesaikan pendidikan formal pertamanya di TK Dharma Wanita Bumi Dipasena Abadi pada tahun 2006, melanjutkan sekolah dasar di SD Negeri 1 Bumi Dipasena Abadi dan selesai pada tahun 2012. Kemudian melanjutkan pendidikan menengah pertama di SMP Negeri 25 Bandar Lampung yang diselesaikan pada tahun 2015, lalu melanjutkan ke pendidikan menengah atas di SMA Negeri 3 Bandar Lampung pada jurusan IPA yang diselesaikan pada tahun 2018.

Pada tahun 2018 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Ilmu Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung melalui seleksi jalur SNMPTN. Selama menjadi mahasiswa, penulis melakukan beberapa kegiatan sebagai berikut.

1. Menjadi anggota Adapter Himpunan Mahasiswa Jurusan Ilmu Komputer pada periode 2018/2019.
2. Menjadi anggota Biro Kesekretariatan Himpunan Mahasiswa Jurusan Ilmu Komputer periode 2018/2019.

3. Melaksanakan Kerja Praktik di Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Provinsi Lampung pada tahun 2021.
4. Melaksanakan KKN Universitas Lampung di Kelurahan Keteguhan, Kecamatan Teluk Betung Timur, Kota Bandar Lampung pada bulan Agustus tahun 2021.

## **PERSEMBAHAN**

Alhamdulillah rabbi 'alamin

Puji dan syukur tercurahkan kepada Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* atas segala Rahmat dan Karunia-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat serta salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad *Shallallahu Alaihi Wasallam*.

Kupersembahkan karya ini kepada:

### **Kedua Orang Tuaku Tercinta**

Yang senantiasa memberikan yang terbaik, melantunkan do'a yang tidak pernah putus dan selalu menyertaiku. Kuucapkan pula terima kasih sebesar-besarnya karena telah berjuang dalam mendidik dan membesarkanku dengan cara yang dipenuhi kasih sayang, kesabaran, dukungan, dan pengorbanan yang belum bisa terbalaskan.

### **Seluruh Keluarga Besar Ilmu Komputer 2018**

Yang selalu memberikan semangat dan dukungan.

### **Almamater Tercinta, Universitas Lampung dan Jurusan Ilmu Komputer**

Tempat bernaung mengemban semua ilmu untuk menjadi bekal hidup.

## MOTTO

*“Jika kamu berbuat baik (berarti) kamu berbuat baik untuk dirimu sendiri. Dan jika kamu berbuat jahat, maka (kerugian kejahatan) itu untuk dirimu sendiri.”*

*(QS. Al-Isra: 27)*

*“Sabar sesaat saja di saat marah akan menyelamatkan kita dari ribuan penyesalan.”*

*(Ali bin Abi Thalib)*

*“꿈, 희망, 전진, 전진 (Mimpi, Harapan, Maju, Maju)”*

*(BTS – EPILOGUE: Young Forever)*

## SANWACANA

Puji syukur kehadiran Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* atas berkat rahmat dan hidayah-Nya, serta petunjuk dan pedoman dari Rasulullah Nabi Muhammad *Shollallahu Alaihi Wasallam* penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Implementasi Metode Fuzzy Logic dan Certainty Factor dalam Sistem Pakar Pendeteksi Penyakit Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)”** dengan baik dan lancar.

Selesainya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, ucapan terima kasih ditujukan kepada:

1. Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya selama menjalani penelitian hingga laporan dapat diselesaikan dengan baik;
2. Keluarga, terutama ibu yang selalu memberikan doa, kasih sayang, dan dukungannya sehingga penelitian ini terselesaikan.
3. Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi yang telah menerima penulis sebagai salah satu penerima beasiswa bidikmisi dan selama empat tahun berkuliah telah membantu penulis dari segi finansial dan pengembangan kemampuan penulis.
4. Bapak Dr. Eng. Suropto Dwi Yuwono, S.Si., M.T., selaku dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
5. Bapak Didik Kurniawan, S.Si., M.T., selaku Ketua Jurusan Ilmu Komputer Universitas Lampung.
6. Bapak Dr. rer. nat. Akmal Junaidi, M.Sc. selaku dosen pembimbing utama dalam penelitian ini dan sebagai dosen pembimbing akademik, yang selalu memberikan bimbingan, ilmu, dan saran sekaligus selaku sekretaris Jurusan Ilmu Komputer Universitas Lampung dan koordinator skripsi.

7. Bapak Dr. Supono, S.Pi., M.Si., selaku dosen pembimbing pembantu dan pakar pembimbing, yang telah memberikan ilmu dan saran dalam penelitian ini;
8. Bapak Aristoteles, S.Si., M.Si., selaku dosen pembahas, yang telah memberikan ilmu dan saran dalam penelitian ini.
9. Seluruh Bapak dan Ibu dosen Jurusan Ilmu Komputer yang telah memberikan ilmunya selama masa perkuliahan.
10. Indah Ayu Wirastiti, Agnes Pramudani, Azzah Roudhoh, Evania Intiha, Yulivia Annisa Putri, Afifah, dan Muhammad Farid Alfasha yang selalu memberi semangat dan membantu mencari jalan keluar setiap ada masalah.
11. Hana Afriliza, Windy Desty Ariany, Suci Hasanah Bertha, Fikri Mulya Permana, Aulia Ahmad Nabil, dan Jonathan Michael yang tidak pernah lelah menjadi tempat untuk bertanya mengenai informasi yang diperlukan.
12. Gita Kusuma Wardani selaku kakak kandung yang memberi nasehat serta semangat untuk terus berjuang mencapai hal yang diinginkan.
13. Teman-teman seangkatan Jurusan Ilmu Komputer 2018 di Universitas Lampung.

Disadari masih banyak kekurangan dalam penulisan laporan skripsi ini yang disebabkan terbatasnya kemampuan, pengetahuan, dan pengalaman. Tetapi, semoga skripsi ini memberikan manfaat bagi yang pihak yang membaca.

Bandarlampung, 25 November 2022



Gema Annisa Hermastuti

NPM. 1817051020

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
A. Latar Belakang Masalah .....	1
B. Rumusan Masalah.....	3
A. Batasan Masalah .....	3
B. Tujuan .....	3
C. Manfaat .....	4
<b>II. LANDASAN TEORI</b> .....	<b>5</b>
A. Penelitian Terdahulu .....	5
1. Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Udang Windu ( <i>Penaeus Monodon</i> ) Menggunakan Logika Fuzzy .....	5
2. Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Udang Vannamei Menggunakan Metode <i>Forward Chaining</i> Berbasis Web .....	6
3. Sistem Pakar Mendiagnosa Virus Pada Udang Vannamei Dengan Implementasi Metode CBR ( <i>Case-Based Reasoning</i> ) dan <i>Certainty</i> Factor.....	6
B. Konsep Dasar Sistem Pakar .....	7
1. Definisi Sistem Pakar .....	7
2. Ciri-ciri Sistem Pakar .....	7
3. Komponen Sistem Pakar .....	8
4. Mekanisme Inferensi .....	8
C. Konsep Logika <i>Fuzzy</i> ( <i>Fuzzy Logic</i> ) .....	9
1. Definisi Logika <i>Fuzzy</i> .....	9
2. Himpunan <i>Fuzzy</i> .....	9

3. Tahapan Logika <i>Fuzzy</i> .....	10
2.1 Fuzzifikasi .....	10
2.2 Inferensi.....	10
2.3 Defuzzifikasi .....	10
D. <i>Certainty Factor</i> .....	11
E. Penyakit dan Gejalanya pada Udang Vaname.....	11
1. Penyakit Udang Vaname.....	11
2. Gejala Penyakit pada Udang Vaname.....	16
3. Relasi Gejala dengan Penyakit Udang Vaname.....	17
F. Metode Pengembangan Sistem <i>Prototyping</i> .....	18
G. <i>Unified Modelling Language</i> (UML) .....	19
1. <i>Use Case Diagram</i> .....	20
2. <i>Activity Diagram</i> .....	21
3. <i>Sequence Diagram</i> .....	22
4. <i>Class Diagram</i> .....	23
H. Android .....	24
1. Sistem Operasi Android .....	24
2. Aplikasi Android.....	25
I. <i>Flutter</i> .....	25
<b>III. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>26</b>
A. Metode .....	26
B. Instrumen Penelitian .....	26
1. Perangkat Keras .....	26
2. Perangkat Lunak .....	27
C. Tahapan Penelitian.....	27
1. Identifikasi dan Perumusan Masalah .....	28
2. Pengumpulan Data .....	29
3. Analisis Data.....	29
4. Analisis Kebutuhan Aplikasi .....	29
5. Perancangan Desain Aplikasi .....	29
6. Implementasi Metode Logika <i>Fuzzy</i> dan <i>Certainty Factor</i> .....	30
7. Pengujian dan Evaluasi .....	30
D. Metode Inferensi Sistem .....	30
1. Formula Logika <i>Fuzzy</i> .....	30

2. Formula <i>Certainty Factor</i> .....	32
3. Kombinasi Logika <i>Fuzzy</i> dengan <i>Certainty Factor</i> .....	32
E. Desain Umum Tampilan.....	33
1. Tampilan Utama.....	33
2. Tampilan <i>Input User</i> .....	34
3. Desain Proses .....	35
2.1 Diagram <i>Use Case</i> .....	35
2.2 Diagram <i>Activity</i> .....	36
2.3 <i>Sequence Diagram</i> .....	37
2.4 <i>Class Diagram</i> .....	38
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>39</b>
A. Analisis Kebutuhan Data .....	39
B. Tampilan Sistem Pakar Penyakit Udang Vaname .....	39
1. Tampilan Halaman Registrasi.....	39
2. Tampilan Halaman Utama .....	40
3. Tampilan Halaman Cek Diagnosa .....	41
4. Tampilan Halaman Hasil Diagnosa .....	42
5. Tampilan Halaman Daftar Penyakit.....	43
C. Basis Pengetahuan .....	44
D. Representasi Pengetahuan .....	49
E. Perhitungan Logika <i>Fuzzy</i> .....	51
F. Penyimpanan <i>Value TextEditingController</i> dan <i>RadioButton</i> .....	56
G. Pengujian dan Evaluasi.....	58
1. Pengujian dan Evaluasi Aplikasi Sistem Pakar Vannamei .....	58
2. Validasi Aplikasi Sistem Pakar Vannamei .....	59
<b>V. SIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>63</b>
A. Kesimpulan .....	63
B. Saran .....	64
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>65</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>69</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Gejala Penyakit Udang Vaname (Rakasiwi & Albastomi, 2017).....	16
Tabel 2. Karakteristik Penyakit Vaname (Jha <i>et al.</i> , 2021) .....	17
Tabel 3. Komponen dalam Use Case Diagram .....	20
Tabel 4. Komponen dalam Activity Diagram .....	21
Tabel 5. Komponen dalam Sequence Diagram.....	22
Tabel 6. Komponen dalam Class Diagram .....	24
Tabel 7. Kode Penyakit Vaname.....	44
Tabel 8. Bobot Pakar pada Gejala Penyakit.....	45
Tabel 9. Tabel Relasi Gejala dan Penyakit Vaname .....	46
Tabel 10. Aturan Produksi Penyakit Vaname .....	49
Tabel 11. Nilai Defuzzifikasi Laju Pertumbuhan .....	52
Tabel 12. Persentase Derajat Keyakinan.....	54
Tabel 13. Hasil <i>Usability Testing</i> .....	58
Tabel 14. Hasil Validasi Pakar.....	60

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Udang Terinfeksi WSSV (Otta <i>et al.</i> , 2016) .....	12
Gambar 2. Udang Tidak Terinfeksi (A) dan Udang Terinfeksi TSV (B) (Vergel <i>et al.</i> , 2019) .....	12
Gambar 3. Hepatopankreas Kekuningan pada Udang Terinfeksi <i>Yellow Head Disease</i> (A) Udang Tidak Terinfeksi (B) (Limsuwan <i>et al.</i> , 2008) .....	13
Gambar 4. Udang Terinfeksi IMNV (Jha <i>et al.</i> , 2021) .....	13
Gambar 5. Perubahan Bentuk dan Variasi Ukuran pada Udang Terinfeksi IHHNV (Jagadeesan <i>et al.</i> , 2019) .....	14
Gambar 6. Udang Terinfeksi <i>White Feces Disease</i> (Aranguren <i>et al.</i> , 2019).....	15
Gambar 7. Udang Terinfeksi EMS/AHPND (Bawah) dengan Udang Normal (Atas) (Caro <i>et al.</i> , 2020) .....	15
Gambar 8. Infeksi <i>Black Gill Disease</i> (Dewangan <i>et al.</i> , 2015) .....	16
Gambar 9. Siklus Pengembangan Perangkat Lunak <i>Prototyping</i> .....	19
Gambar 10. Tahapan Penelitian .....	28
Gambar 11. Kurva Himpunan Bobot Tubuh.....	31
Gambar 12. Rancangan Desain Tampilan Utama .....	33
Gambar 13. Rancangan tampilan <i>Input User</i> .....	34
Gambar 14. Diagram <i>Use Case</i> .....	35
Gambar 15. <i>Activity Diagram</i> Input dan Pilih Gejala Penyakit .....	36
Gambar 16. <i>Activity Diagram</i> Lihat Hasil Diagnosa .....	37

Gambar 17. <i>Sequence Diagram</i> pada Cek Diagnosa .....	37
Gambar 18. <i>Class Diagram</i> .....	38
Gambar 19. Halaman Registrasi .....	40
Gambar 20. Halaman Utama.....	41
Gambar 21. Halaman Cek Diagnosa.....	42
Gambar 22. Halaman Hasil Diagnosa.....	43
Gambar 23. Halaman Daftar Penyakit .....	44
Gambar 24. Kurva Himpunan <i>Fuzzy</i> Laju Pertumbuhan Udang .....	52

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang Masalah

Indonesia sebagai salah satu negara kepulauan terbesar memiliki julukan negara maritim. Julukan ini diberikan kepada Indonesia karena lebih dari 60% wilayah Republik Indonesia merupakan wilayah perairan. Dengan luasnya wilayah perairan yang dimiliki Indonesia tersebut, sumber daya perairan memiliki potensi yang besar dalam sektor ekonomi (Wahyudin, 2016). Salah satu sumber daya perairan paling besar yang dapat dimanfaatkan berasal dari sektor perikanan, termasuk perikanan tangkap dan perikanan budidaya. Perikanan budidaya dapat dikelompokkan lagi menjadi budidaya laut, budidaya tambak, dan budidaya darat.

Udang merupakan salah satu jenis sumber daya perairan dari kelas krustasea yang termasuk dalam kelompok perikanan budidaya. Di Indonesia, udang menjadi bagian dari komoditas ekspor Indonesia dalam bidang perairan dan perikanan yang dibudidayakan di air payau dalam lahan berupa tambak. Berdasarkan analisis dalam publikasi ilmiah *Analisa Diversifikasi Pasar Ekspor Komoditi Udang Indonesia* yang disusun oleh (Haryotejo, 2013), udang menjadi komoditi ekspor yang diminati dari Indonesia diperoleh sebagian besar dari proses pembudidayaan dan sisanya dari penangkapan perairan laut. Proses pembudidayaan udang tergolong tidak terlalu mudah karena udang rentan dan sensitif terhadap perubahan kondisi lingkungan.

Udang juga rentan terhadap serangan penyakit yang dapat menurunkan kualitas dan harga jualnya di pasaran atau bahkan sama sekali tidak layak jual sehingga menimbulkan kerugian bagi petambak. Walaupun ada beberapa jenis udang budidaya yang diklaim lebih resistan terhadap penyakit dibandingkan jenis lain (Rafiqie, 2014), tetapi penyakit-penyakit ini tetap menjadi ancaman bagi biota

budidaya tersebut. Salah satu jenis udang yang memiliki ketahanan lebih terhadap penyakit adalah udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) atau vanamei.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Hatmanti, 2003) yang berjudul *Penyakit Bakterial Pada Budidaya Krustasea Serta Cara Penanganannya*, penyakit yang menjangkiti biota budidaya dapat disebabkan oleh bakteri, jamur, parasit, dan juga virus. Penyakit ini dapat dideteksi dari gejala klinis dan perilaku yang tampak biota budidaya tersebut. Gejala penyakit ini akan lebih mudah dideteksi oleh pakar atau orang yang ahli di bidang tersebut. Namun, jumlah pakar juga memiliki keterbatasan sehingga tidak semua pakar dapat menjangkau daerah budidaya udang tersebut. Salah satunya juga karena biasanya daerah pertambakan udang berada di area terpencil guna menciptakan lingkungan yang baik dalam budidaya udang sehingga dibutuhkan solusi yang cepat, ramah biaya, dan mudah dioperasikan dengan adanya keterbatasan tersebut. Oleh karena itulah sistem pakar diciptakan dalam berbagai bidang untuk membantu perihal semacam ini.

Sistem pakar sebagai salah satu bagian dari kecerdasan buatan dibangun dengan menerapkan beberapa metode penyelesaian masalah. Sistem pakar digunakan sebagai alternatif solusi yang diciptakan untuk mengadopsi keahlian dari seorang pakar menjadi sistem dengan basis pengetahuan yang berfokus pada satu bidang tertentu (Aristoteles *et al.*, 2019). Sistem pakar dapat dikembangkan dengan menggunakan berbagai basis aplikasi, yang sudah banyak pada saat ini antara lain berbasis aplikasi *website*, desktop, dan android. Terkait dengan penelitian ini, maka sistem pakar diperlukan dalam membantu petani tambak udang untuk mendeteksi gejala penyakit yang timbul pada udang budidayanya, baik yang berasal dari bakteri, virus, atau parasit.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode inferensi *fuzzy logic* dan *certainty factor* dalam memproses data dari basis pengetahuan. Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan, tingkat akurasi pada penggunaan metode inferensi logika *fuzzy* dan *certainty factor* terbilang baik. Dengan hal tersebut, besar harapan sistem pakar yang dibangun sebagai hasil penelitian dapat membantu petani udang dalam mendeteksi penyakit pada udang vaname yang dibudidayakan menjadi lebih efektif dan dengan akurasi yang baik.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah penelitian dapat ditentukan sebagai berikut.

1. Bagaimana mengembangkan sistem pakar yang bertujuan untuk memberikan informasi atau diagnosa awal penyakit pada udang budidaya, khususnya udang jenis vaname berdasarkan gejala yang timbul dengan akurasi yang baik.
2. Bagaimana menerapkan metode *fuzzy logic* dan *certainty factor* untuk memaksimalkan akurasi sistem pakar dalam mendiagnosis gejala penyakit pada udang vaname sehingga menghasilkan *output* yang sesuai.

## **A. Batasan Masalah**

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Sistem pakar yang dikembangkan menggunakan basis aplikasi android yang hanya dapat diakses menggunakan *smartphone*.
2. Mesin inferensi yang digunakan dalam sistem pakar ini adalah menggunakan metode *fuzzy logic* yang dikombinasikan dengan metode *certainty factor* untuk menghasilkan jawaban yang dibutuhkan.

## **B. Tujuan**

Berdasarkan rumusan permasalahan yang diperoleh pada subbab sebelumnya, tujuan yang ingin diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengembangkan aplikasi sistem pakar sebagai penyaluran akses pengetahuan pakar sampai ke petani tambak udang yang dapat memberikan informasi atau diagnosa awal penyakit pada udang jenis vaname berdasarkan gejala yang timbul dengan akurasi yang baik.
2. Menerapkan metode *fuzzy logic* dan *certainty factor* untuk memaksimalkan akurasi dalam pengembangan sistem pakar pendeteksi gejala penyakit pada udang vaname.

### **C. Manfaat**

Manfaat yang diharapkan dari adanya penelitian serta pengembangan aplikasi sistem pakar ini adalah sebagai berikut.

1. Tersedianya aplikasi yang dapat membantu petani tambak udang memberikan informasi dan mendiagnosis gejala penyakit pada udang vaname.
2. Pakar dapat menyalurkan pengetahuannya kepada masyarakat yang memerlukan informasi dan pengetahuan tersebut.

## II. LANDASAN TEORI

### A. Penelitian Terdahulu

Dalam penelitian ini, digunakan beberapa pustaka berupa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan topik penelitian sebagai referensi dari penelitian yang dilakukan.

#### 1. Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Udang Windu (*Penaeus Monodon*) Menggunakan Logika Fuzzy

Penelitian dengan judul “Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Udang Windu (*Penaeus Monodon*) Menggunakan Logika Fuzzy” yang dilakukan oleh (Darmawan *et al.*, 2010) menggunakan metode inferensi logika *fuzzy* pada penelitiannya. Penelitian dilakukan dengan menggunakan objek penelitian udang windu (*penaeus monodon*). Teknik penelitian menggunakan tiga jenis mekanisme inferensi, yaitu *forward chaining*, *backward chaining*, dan inferensi *fuzzy*. Dalam penelitian tersebut *forward chaining* digunakan untuk menentukan ciri khusus penyakit. *Backward chaining* digunakan untuk menentukan jenis penyakit yang menginfeksi udang windu. Serta inferensi *fuzzy* digunakan untuk mengetahui derajat persentase infeksi penyakit. Dari hasil pengujian sistem yang dilakukan, tingkat akurasi dalam penentuan jenis penyakit udang windu mencapai 95%. Sedangkan tingkat akurasi dalam mendeteksi persentase infeksi penyakit menggunakan inferensi *fuzzy* mencapai 85%. Dapat disimpulkan bahwa sistem yang dikembangkan telah memiliki akurasi yang baik dari hasil pengembangan dan pengujiannya.

## **2. Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Udang Vannamei Menggunakan Metode *Forward Chaining* Berbasis Web**

Penelitian ini dilakukan oleh (Rakasiwi & Albastomi, 2017) dengan judul penelitian “Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Udang Vannamei Menggunakan Metode *Forward Chaining* Berbasis Web”. Penelitian tersebut dilakukan untuk mendeteksi penyakit pada udang vaname menggunakan metode inferensi *forward chaining* berbasis aplikasi *website*. Penelitian oleh Rakasiwi dan Albastomi ini menggunakan parameter perilaku dan gejala klinis yang timbul pada fisik udang vaname sebagai basis pengetahuan yang digunakan dan menggunakan kaidah atau aturan produksi (*production rules*) IF...THEN... dalam proses penalaran. Penelitian dilakukan di salah satu organisasi pengepul udang Bernama UD. Toriz Putra dengan menggunakan metode penelitian *Research and Development* (R&D). Terdapat total 8 (delapan) penyakit yang digunakan sebagai target penalaran sistem pakar tersebut. Hasil pengujian akurasi dari aplikasi yang dikembangkan tergolong valid namun belum diketahui perhitungan persentase akurasi hasil diagnosa dan sistem yang dikembangkan.

## **3. Sistem Pakar Mendiagnosa Virus Pada Udang Vannamei Dengan Implementasi Metode CBR (*Case-Based Reasoning*) dan *Certainty Factor***

Penelitian yang dilakukan (Andika, 2019) dengan judul “Sistem Pakar Mendiagnosa Virus Pada Udang Vannamei Dengan Implementasi Metode CBR (*Case-Based Reasoning*) dan *Certainty Factor*” menggunakan dua metode inferensi dalam mengembangkan sistem pakar pendeteksi penyakit udang vaname berbasis aplikasi *desktop*. Metode *case-based reasoning* digunakan dalam mencari nilai kemiripan kasus yang baru dengan kasus terdahulu, sedangkan metode *certainty factor* digunakan untuk mencari nilai peluang kepastian dari penyakit. Fokus penyakit yang digunakan sebagai basis pengetahuan sistem ini adalah penyakit yang disebabkan oleh virus. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa metode *certainty factor* yang digunakan

pada sistem ini memiliki tingkat akurasi yang lebih baik dibandingkan metode *case-based reasoning*.

Dari kajian pustaka yang tersebut, diperoleh informasi mengenai pengembangan sistem pakar dengan berbagai metode inferensi. Semua sistem tersebut memiliki akurasi yang dinilai efektif dalam membantu mendeteksi suatu permasalahan. Namun pada penerapannya, beberapa hasil penelitian tersebut perlu dikembangkan lebih lanjut dan memerlukan basis pengetahuan dengan premis yang lebih bervariasi.

## **B. Konsep Dasar Sistem Pakar**

### **1. Definisi Sistem Pakar**

Sistem pakar adalah sebuah sistem pemrograman dari cabang kecerdasan buatan yang berorientasi pada penerapan dalam spesialisasi bidang ilmu yang khusus dan spesifik. Sederhananya, sistem pakar merupakan bentuk kodifikasi dari keahlian dan pengetahuan seorang pakar ke dalam bentuk sistem dan program komputer (Rosnelly, 2012). Sistem pakar sebagai salah satu bagian dari kecerdasan buatan, menggunakan mekanisme inferensi dalam algoritma pemrogramannya sebagai metode yang digunakan dalam menghasilkan respons atau menarik kesimpulan.

Sistem pakar sudah dikembangkan sejak tahun 1960 sebagai sistem yang dapat membantu sebagai pendukung keputusan. Sistem pakar menggunakan basis pengetahuan sebagai wadah yang berisi penalaran atau cara memecahkan suatu permasalahan spesifik dari seorang atau beberapa pakar dengan menggunakan dukungan dari mesin inferensi.

### **2. Ciri-ciri Sistem Pakar**

Menurut (Hayadi, 2018), sistem pakar memiliki ciri-ciri sebagai berikut.

1. Keahlian dalam sistem pakar terbatas pada domain tertentu dan spesifik.
2. Dapat memberikan penalaran untuk data yang tidak pasti dan tidak mutlak.

3. Berdasarkan pada kaidah dan aturan tertentu sesuai dengan pengembangan kepakarannya.
4. Basis pengetahuan dan penarikan kesimpulan terpisah dengan jelas.
5. Dapat mengemukakan rangkaian penalaran dengan cara yang dapat dipahami.
6. *Output* atau keluaran sistem berupa rekomendasi, anjuran, atau nasihat.
7. Dirancang untuk dikembangkan secara bertahap sesuai pengetahuan kepakaran yang digunakan.
8. Hasil keluaran sistem tergantung pada tuntunan dialog dari pengguna.

### 3. Komponen Sistem Pakar

Sistem pakar memiliki beberapa komponen penyusun sehingga dapat disebut sebagai sebuah sistem. Komponen tersebut bersifat mutlak dalam program sistem pakar. Menurut B. Herawan Hayadi (2018) dalam bukunya yang berjudul “Sistem Pakar” komponen-komponen penyusun sistem pakar tersebut terdiri dari basis pengetahuan (*knowledge base*), basis data, mesin inferensi, dan antarmuka pengguna (*user interface*).

### 4. Mekanisme Inferensi

Mekanisme inferensi atau dapat disebut sebagai mesin inferensi (*inference engine*) adalah algoritma yang menggunakan basis pengetahuan sebagai salah satu komponennya, tidak bergantung pada masalah tertentu, dan digunakan untuk menarik kesimpulan atau memberikan respons dari suatu tindakan (Rosnelly, 2012). Mesin inferensi merupakan bagian yang mengandung pola pemikiran pakar dengan mencocokkan kaidah atau aturan (*rules*) yang terdapat dalam basis pengetahuan dengan fakta-fakta dalam basis data. Dari proses tersebut kemudian akan disimpulkan jawaban atau solusi yang terbaik. Beberapa mekanisme inferensi antara lain, *forward chaining*, *backward chaining*, *fuzzy logic*, *bayes*, *Dempster-Shafer* dan *certainty factor*.

## C. Konsep Logika *Fuzzy* (*Fuzzy Logic*)

### 1. Definisi Logika *Fuzzy*

Logika *fuzzy* atau disebut juga *fuzzy logic* merupakan mesin inferensi yang menerapkan sifat kekaburan dalam perhitungan dan penalarannya. Logika *fuzzy* sendiri merepresentasikan nilai ketidakpastian yang berada di antara nilai 0 dan 1. Logika *fuzzy* pertama kali dikembangkan pada tahun 1965 oleh Prof. Lotfi Aliasker Zadeh, ilmuwan Amerika Serikat berkebangsaan Iran dalam tulisannya “Fuzzy Sets, Information and Control”. Menurut Klir & Yuan (1995), perbedaan mendasar antara logika *fuzzy* dengan logika klasik terdapat pada rentang nilai kebenarannya. Dalam logika klasik nilai kebenaran dapat dipastikan sebagai benar atau salah dengan nilai 0 dan 1. Namun, dalam logika *fuzzy* tingkat kebenaran suatu preposisi ditetapkan dalam derajat kepastian menggunakan rentang interval  $[0,1]$ .

### 2. Himpunan *Fuzzy*

Logika *fuzzy* dikatakan memiliki nilai yang ambigu karena menggunakan variabel linguistik yang nilainya berupa kata-kata *fuzzy* yang nilainya samar atau lebih ekspresif daripada angka. Kata-kata tersebut berakar pada bahasa alami dengan sifatnya yang ambigu dan tidak akurat, tetapi mudah dipahami dan banyak digunakan dalam percakapan sehari-hari. Bertolak belakang dengan teori himpunan klasik yang memiliki nilai pasti (*crisp*), himpunan *fuzzy* memiliki keanggotaan yang mengizinkan adanya penilaian bertahap dari suatu elemen ke dalam himpunan (Davvaz *et al.*, 2021).

Himpunan *fuzzy* nilainya berada di antara rentang nilai 0 dan 1. Dalam himpunan *fuzzy*, derajat keanggotaannya dinotasikan dengan  $\mu(x)$ . Jika nilai  $\mu(x)$  hanya berupa nilai 0 dan 1, maka disebut sebagai karakteristik himpunan tegas (*crisp*). Himpunan tegas (*crisp*) dapat dikategorikan sebagai kasus khusus dalam himpunan *fuzzy* karena nilai keanggotaan selalu 0 atau 1 (Siler & Buckley, 2005). Dalam kasus himpunan *fuzzy* berlaku dalam nilai keanggotaannya  $0 < \mu(x) < 1$ . Contoh himpunan *fuzzy* adalah suhu dengan nilai

keanggotaan dingin, sejuk, dan panas. Jika diubah ke bentuk matematika menjadi sebagai berikut.

$$\mu(\text{suhu}) = \{\text{dingin}, \text{sejuk}, \text{panas}\}$$

### 3. Tahapan Logika *Fuzzy*

Logika *fuzzy* memiliki beberapa tahapan dalam penerapan fungsionalitasnya. Berikut ini merupakan tahapan-tahapan yang harus dilakukan ketika menggunakan mekanisme inferensi logika *fuzzy*.

#### 2.1 Fuzzifikasi

Fuzzifikasi adalah tahap pertama dalam inferensi logika *fuzzy*. Fuzzifikasi merupakan proses perubahan nilai hasil pengukuran (*crisp*) ke dalam himpunan keanggotaan *fuzzy*. Fuzzifikasi dilakukan setelah mengambil hasil pengukuran terhadap semua variabel yang relevan dari proses representasi pengetahuan sebelumnya. Contoh dari proses fuzzifikasi adalah mengubah hasil pengukuran termometer klinis menjadi variabel linguistik seperti rendah, sedang, dan tinggi.

#### 2.2 Inferensi

Proses inferensi dalam logika *fuzzy* ini mengarah pada proses perubahan atau transformasi input *fuzzy* menjadi *output fuzzy* sesuai dengan anjuran dari aturan-aturan *fuzzy* yang telah ditetapkan sebelumnya dalam basis pengetahuan *fuzzy* (Rawansyah *et al.*, 2020).

#### 2.3 Defuzzifikasi

Defuzzifikasi adalah tahapan akhir sebelum *output* dari proses inferensi *fuzzy* dihasilkan. Defuzzifikasi merupakan proses perubahan nilai hasil dari proses inferensi ke bentuk nilai tegas (*crisp*). Defuzzifikasi secara konsep merupakan kebalikan dari fuzzifikasi. Keduanya berkaitan dengan perubahan atau transformasi nilai dari maupun ke bentuk nilai tegas.

#### **D. Certainty Factor**

*Certainty factor* merupakan metode penalaran pada sistem pakar yang pertama kali dikembangkan oleh Shortliffe dan Buchanan pada tahun 1975 dengan menggunakan model MYCIN (Shortliffe & Buchanan, 1975). Metode ini merepresentasikan derajat kepastian atau nilai kepercayaan dari nilai kualitatif seperti “mungkin”, “sedikit”, “hampir”, menjadi nilai kuantitatif dari skala antara -1 sampai 1 (Sudrajat *et al.*, 2018). Semakin mendekati nilai 1 maka kepercayaan semakin mendekati nilai mutlak. Sebaliknya, jika semakin mendekati nilai -1, maka semakin mendekati ketidakpercayaan mutlak.

#### **E. Penyakit dan Gejalanya pada Udang Vaname**

##### **1. Penyakit Udang Vaname**

Selama fase pembudidayaan, udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) atau *vannamei* rentan terhadap serangan penyakit yang disebabkan oleh berbagai faktor. Faktor tersebut dapat berupa serangan mikroorganisme seperti bakteri dan virus atau karena pengaruh faktor lingkungan tempat udang tersebut dibudidayakan. Penyakit-penyakit tersebut dapat mengakibatkan kegagalan dalam pembudidayaan jika petani tambak tidak mengetahui ciri, gejala, cara pencegahan, atau cara penanganan yang sesuai.

Dari berbagai macam penyakit yang dapat menjangkiti udang, terdapat 9 (sembilan) penyakit yang umumnya menyerang udang vaname. Berikut ini merupakan penyakit-penyakit yang secara umum dapat menginfeksi udang vaname dari sumber penyebab berupa virus, bakteri, dan parasit.

1. *White Spot Disease* (WSD) merupakan penyakit yang disebabkan oleh *White Spot Syndrome Virus* (WSSV). Penyakit ini pertama kali diketahui penyebarannya di China pada tahun 1992. Ciri utama yang dapat dilihat dari udang yang terinfeksi penyakit ini adalah adanya bintik putih di pada bagian jaringan tubuh di bawah karapaks yang tampak oleh mata

(Lilisuriani, 2020). Infeksi penyakit ini dapat menyebabkan kematian massal karena penyebarannya yang sangat cepat.



Gambar 1. Udang Terinfeksi WSSV (Otta *et al.*, 2016)

2. *Taura Syndrome Virus* (TSV) atau penyakit taura disebabkan oleh virus yang termasuk dalam keluarga *Dicistroviridae*, Taura Syndrome Virus. Gejala yang ditimbulkan dari penyakit ini adalah adanya nekrosis pada bagian insang dan tubuh kemerahan di keseluruhan bagian cangkang luar udang termasuk kaki renang (pleopod) jika dibandingkan dengan udang yang tidak terinfeksi (Vergel *et al.*, 2019).



Gambar 2. Udang Tidak Terinfeksi (A) dan Udang Terinfeksi TSV (B) (Vergel *et al.*, 2019)

3. *Yellow Head Disease* (YHD) pada mulanya merupakan penyakit yang menginfeksi udang windu (*Penaeus monodon*). Namun, beberapa penelitian menyebutkan bahwa penyakit ini juga dapat menginfeksi udang vaname yang termasuk dalam keluarga udang *Penaeidae*. Walaupun belum

ada artikel resmi yang membahas tentang seluk beluk penyakit ini pada udang vaname, tetapi dari beberapa kasus diketahui bahwa gejala yang ditampakkan menyerupai gejala pada udang windu yang terinfeksi. Gejala penyakit ditandai dengan bagian kepala atau organ hepatopankreas yang menguning dan keseluruhan tubuh berwarna pucat (Flegel, 1997).



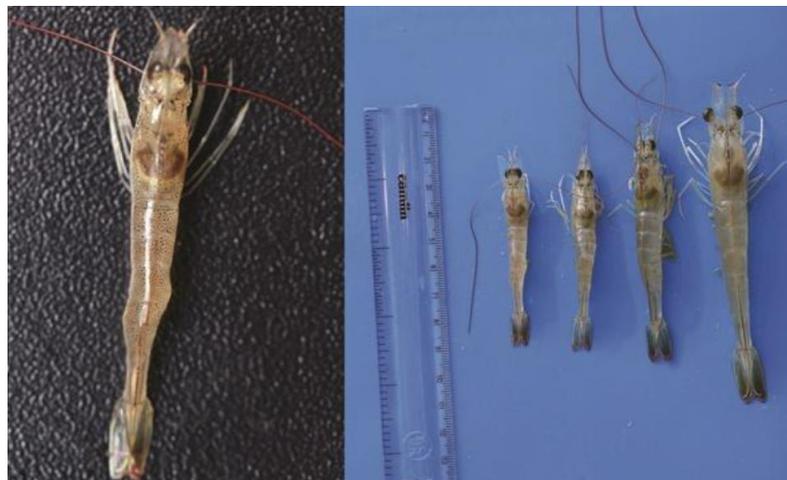
Gambar 3. Hepatopankreas Kekuningan pada Udang Terinfeksi Yellow Head Disease (A) Udang Tidak Terinfeksi (B) (Limsuwan *et al.*, 2008)

4. *Infectious Myonecrosis* (IMNV) atau sering disebut penyakit Myo merupakan penyakit yang berasal dari infeksi virus penyebab nekrosis (kematian jaringan tubuh). Gejala yang ditimbulkan dari penyakit ini adalah tubuh udang kehilangan transparansi menyebabkan warna putih keabuan mengindikasikan kematian pada sel dan jaringan tubuh. Selain itu gejala yang dapat dilihat adalah segmen tubuh di area ekor mengalami perubahan warna menjadi kemerahan (Jha *et al.*, 2021).



Gambar 4. Udang Terinfeksi IMNV (Jha *et al.*, 2021)

5. *Infectious Hypodermal and Hematopoietic Necrosis Virus* (IHHNV) adalah penyakit pada vaname yang disebabkan oleh salah satu virus terkecil sebagai patogen pada infeksi penyakit spesies udang putih, *Infectious Hypodermal and Hematopoietic Necrosis Virus* (Dhar *et al.*, 2019). Infeksi virus ini menyerang vaname pada seluruh siklus hidup dari fase telur sampai fase dewasa. Infeksi penyakit ini dapat menyebabkan laju pertumbuhan vaname menurun dan menimbulkan perubahan bentuk pada beberapa bagian tubuh. Infeksi penyakit ini pada fase post-larva dapat menyebabkan kematian massal, tetapi pada fase udang dewasa memiliki efek yang rendah untuk menimbulkan kematian.



Gambar 5. Perubahan Bentuk dan Variasi Ukuran pada Udang Terinfeksi IHHNV (Jagadeesan *et al.*, 2019)

6. *White Feces Disease* (WFD) disebabkan oleh infeksi bakteri *Vibrio* sp. yang dapat menyebabkan kematian massal pada budidaya udang (Gunalan *et al.*, 2014). Gejala yang sangat tampak dari penyakit ini adalah udang menghasilkan kotoran putih yang mengambang di permukaan air. Kotoran putih tersebut disebabkan karena udang yang tidak memiliki nafsu makan dan intensitas bakteri yang tinggi pada bagian usus.



Gambar 6. Udang Terinfeksi White Feces Disease (Aranguren *et al.*, 2019)

7. *Early Mortality Syndrome* (EMS) atau *Acute Hepatopancreatic Necrosis Disease* (AHPND) penyebab utamanya adalah infeksi bakteri *Vibrio parahaemolyticus* (Santos *et al.*, 2020). Sesuai dengan namanya dapat menyebabkan kematian massal hingga 100% dalam rentang waktu yang singkat. Ciri khas gejala penyakit ini adalah usus yang kosong dan organ hepatopankreas yang menyusut karena penurunan nafsu makan yang drastis. Udang juga tampak bergerak lesu dan berenang secara spiral (Zorriehzahra, 2015).



Gambar 7. Udang Terinfeksi EMS/AHPND (Bawah) dengan Udang Normal (Atas) (Caro *et al.*, 2020)

8. *Black Gill Disease* atau penyakit insang hitam disebabkan oleh infeksi fungi pada bagian sistem respirasi udang yaitu insang. Fungi tersebut kemudian menutupi sebagian besar insang sehingga udang mengalami kesulitan bernapas dan meningkatkan risiko udang terinfeksi oleh patogen

lain (Dewangan *et al.*, 2015). Pada tahap infeksi awal insang udang berwarna putih kecoklatan kemudian secara berangsur menghitam.



Gambar 8. Infeksi Black Gill Disease (Dewangan *et al.*, 2015)

## 2. Gejala Penyakit pada Udang Vaname

Dari berbagai macam penyakit pada udang vaname yang sudah dijelaskan pada subbab sebelumnya, terdapat gejala-gejala yang dapat mengindikasikan bahwa udang vaname terinfeksi penyakit tertentu. Berikut ini merupakan gejala-gejala penyakit yang berhasil dikumpulkan berkaitan dengan penyakit-penyakit yang berpotensi menyerang udang vaname selama proses budidaya.

Tabel 1. Gejala Penyakit Udang Vaname (Rakasiwi & Albastomi, 2017)

Kode Gejala	Gejala Penyakit
G01	Nafsu makan turun
G02	Pertumbuhan lambat/menurun
G03	Bagian kepala kekuningan
G04	Hepatopankreas mengecil dan berwarna putih
G05	Insang coklat kehitaman
G06	Bagian tubuh kemerahan
G07	Kerusakan bagian tubuh
G08	Perubahan bentuk tubuh
G09	Bintik hitam di badan
G10	Bintik putih di cangkang
G11	Badan putih/jaringan tubuh mati
G12	Cangkang lunak

Tabel 1 (lanjutan)

G13	Saluran pencernaan kosong/putih
G14	Kotoran berwarna putih
G15	Ekor berwarna kemerahan
G16	Ekor berwarna hitam
G17	Bagian ekor rusak
G18	Berenang ke permukaan/tepi
G19	Kurang bergerak/banyak diam
G20	Berenang tidak teratur
G21	Kematian bertahap/massal
G22	Variasi udang tinggi

### 3. Relasi Gejala dengan Penyakit Udang Vaname

Gejala penyakit dengan penyakit itu sendiri memiliki keterkaitan satu sama lain. Suatu kondisi penyakit dapat teridentifikasi melalui gejala-gejala yang timbul. Untuk mengetahui hubungan antara penyakit pada vaname dan gejalanya dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Karakteristik Penyakit Vaname (Jha *et al.*, 2021)

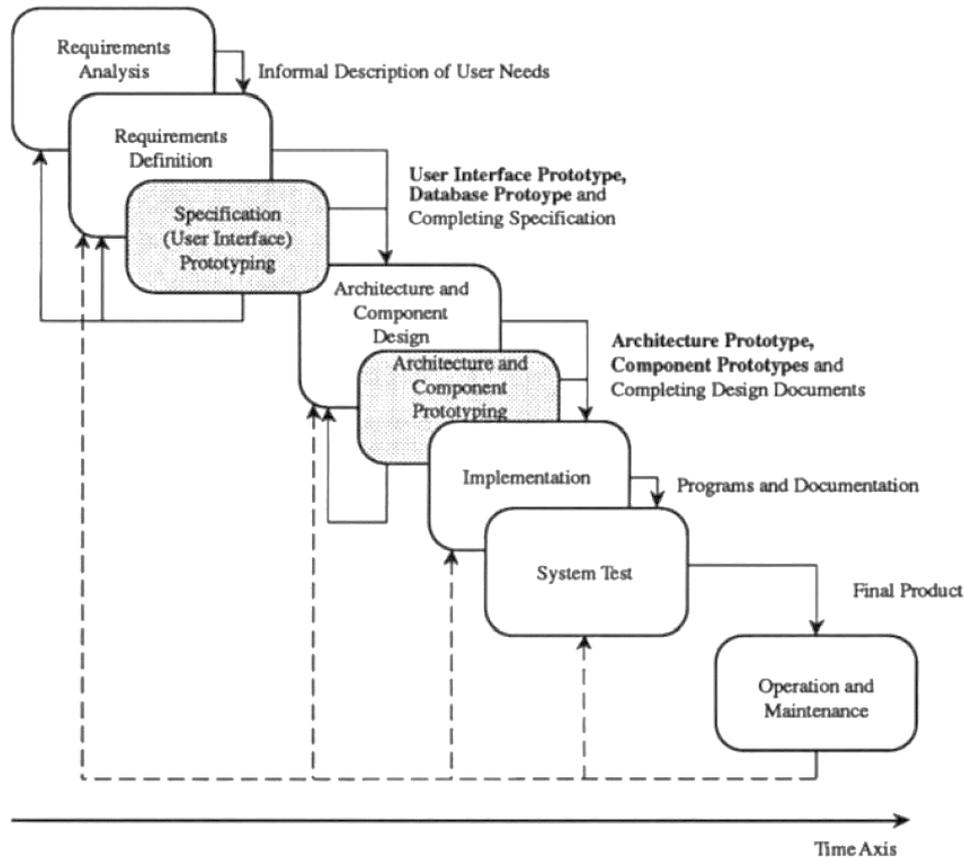
No.	Nama Penyakit	Gejala Penyakit
1	<i>White Spot Syndrome</i>	Nafsu makan turun, tumbuh lambat, bintik putih, berenang ke permukaan atau tepi, tubuh kemerahan, kematian bertahap/massal
2	<i>Taura Syndrome Virus</i>	Nafsu makan turun, tubuh kemerahan, ekor kemerahan, bintik hitam, berenang tidak wajar, kematian massal.
3	<i>Yellow Head Disease</i>	Nafsu makan turun, berenang ke permukaan/tepi, berenang tidak teratur, banyak diam, kepala kekuningan, kematian bertahap/massal.

Tabel 2 (lanjutan)

4	<i>Infectious Myonecrosis</i>	Nafsu makan turun, ekor kemerahan, berenang ke permukaan/tepi, banyak diam, badan putih/jaringan tubuh mati, kematian bertahap/massal, variasi tinggi.
5	<i>Infectious Hypodermal and Haematopoietic Necrosis</i>	Nafsu makan turun, tumbuh lambat, bintik hitam, banyak diam, perubahan bentuk tubuh, kematian massal, variasi tinggi.
6	<i>White Feces Disease</i>	Nafsu makan turun, tumbuh lambat, usus kosong/putih, kotoran putih, tubuh mengalami kerusakan.
7	<i>Early Mortality Syndrome/ AHPND</i>	Berenang tidak teratur, usus kosong, cangkang lunak, hepatopankreas menyusut.
8	<i>Black Gill Disease</i>	Bintik hitam, insang hitam/coklat, tubuh mengalami kerusakan, ekor rusak.

## F. Metode Pengembangan Sistem *Prototyping*

Metode pengembangan sistem adalah acuan yang digunakan selama proses pengembangan sebuah sistem. *Prototyping* merupakan salah satu metode pengembangan sistem dalam metode *Rapid Application Development (RAD)*. Metode ini melibatkan rangkaian tahapan berulang yang berfokus pada *user* selama tahap pengembangan sistem. Dalam *prototyping*, jika sistem yang dibuat dinyatakan masih belum sempurna atau masih memiliki kekurangan, maka sistem bisa dievaluasi kembali dan kembali lagi melalui rangkaian tahapan pengembangan secara iteratif. Berikut ini merupakan rangkaian tahap pengembangan sistem menggunakan metode *prototyping* (Siler & Buckley, 2005).



Gambar 9. Siklus Pengembangan Perangkat Lunak *Prototyping*

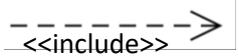
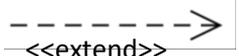
### G. Unified Modelling Language (UML)

*Unified Modeling Language* atau sering disingkat sebagai UML adalah bahasa standar yang digunakan dalam membuat cetak biru dari perangkat lunak yang digunakan dalam memvisualisasikan, menspesifikasikan, merancang, dan mendokumentasikan inti dari sistem perangkat lunak (Booch, Rumbaugh, & Jacobson, 1998). Sesuai dengan namanya merupakan bahasa untuk memvisualisasikan model berupa alur dalam suatu proses perangkat lunak. UML direpresentasikan dalam bentuk diagram yang terstandarisasi untuk mendeskripsikan dan memetakan struktur dan desain sistem komputer. UML berfungsi untuk memberi kemudahan kepada pengguna dalam memahami kerja fungsional di dalam sistem yang sedang dikembangkan.

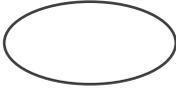
## 1. Use Case Diagram

*Use case* merupakan gambaran dari rangkaian *behavior* atau fungsional yang diterapkan dalam sistem yang dibangun tanpa harus menjelaskan bagaimana hal tersebut diimplementasikan (Booch, Rumbaugh, & Jacobson, 1998). Diagram *use case* menggambarkan hubungan atau relasi antara komponen *use case* dengan *user* sebagai aktor. Diagram *use case* digunakan oleh para pengembang perangkat lunak sebagai diagram dalam menjelaskan fungsional sistem kepada *end users* supaya lebih mudah dimengerti. Tabel 1 merupakan komponen-komponen dalam *use case diagram*.

Tabel 3. Komponen dalam *Use Case Diagram*

Gambar	Nama	Keterangan
	<i>Actor</i>	Sekumpulan peran yang mengindikasikan pengguna saat berinteraksi dengan <i>use case</i> .
	<i>Dependency</i>	Relasi antara dua objek dimana perubahan pada satu objek independen akan berdampak pada objek yang dependen.
	<i>Generalization</i>	Hubungan spesialisasi atau generalisasi dimana struktur dan perilaku objek induk dapat disubstitusi objek turunannya.
	<i>Include</i>	Menspesifikasikan bahwa <i>use case</i> adalah sumber dari <i>use case</i> lain secara eksplisit.
	<i>Extend</i>	<i>Use case</i> target memperluas perilaku dari <i>use case</i> sumber pada titik perluasan yang diberikan.
	<i>System</i>	Representasi model sistem secara terbatas.

Tabel 3 (lanjutan)

	<i>Use case</i>	Deskripsi dari rangkaian perilaku yang dapat dilakukan sistem yang memberikan hasil yang terukur bagi <i>actor</i> .
	<i>Collaboration</i>	Spesifikasi dari elemen seperti <i>use case</i> atau operasi diwujudkan dengan serangkaian asosiasi yang melakukan peran tertentu dan digunakan dengan cara tertentu.

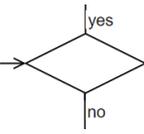
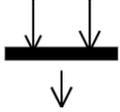
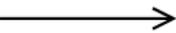
## 2. Activity Diagram

*Activity* diagram adalah diagram yang menggambarkan alur dari sebuah objek dari suatu kedudukan ke kedudukan lain (*state*) pada titik kontrol yang berbeda (Booch, Rumbaugh, & Jacobson, 1998). *Activity* diagram digunakan untuk menggambarkan aspek dinamis dalam sistem, yaitu memodelkan alur kontrol dari suatu operasi atau fungsi dalam sistem. Alur yang digambarkan dalam *activity diagram* melibatkan dua atau lebih kelas yang berhubungan satu sama lain dalam sebuah aktivitas sistem. Tabel 2 merupakan komponen-komponen dalam *activity diagram*.

Tabel 4. Komponen dalam *Activity Diagram*

Gambar	Nama	Keterangan
	<i>Swimlane</i>	Menunjukkan kelompok yang bertanggung jawab dalam melakukan aktivitas.
	<i>Action State</i>	Merepresentasikan suatu eksekusi tindakan dalam <i>activity diagram</i> .

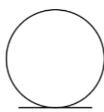
Tabel 4 (lanjutan)

	<i>Initial State</i>	Menunjukkan permulaan aliran kerja aktivitas.
	<i>Final State</i>	Menunjukkan akhir dari kerja aktivitas.
	<i>Decision</i>	Menunjukkan keputusan yang mempunyai dua atau lebih transisi sesuai kondisi.
	<i>Fork</i>	Percabangan dalam aliran aktivitas.
	<i>Join</i>	Penggabungan dalam aliran aktivitas.
	<i>Control Flow</i>	Menunjukkan transisi dari satu aktivitas ke aktivitas lain.

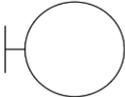
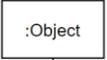
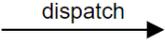
### 3. *Sequence Diagram*

*Sequence diagram* dalam UML adalah diagram yang menggambarkan alur dari suatu bagian atau keseluruhan sebuah *use case* (Lee, 2012). *Sequence diagram* berfokus pada urutan kejadian atau perilaku baik yang dikirim atau diterima yang terjadi saat melakukan aktivitas suatu *use case* dengan lebih detail.

Tabel 5. Komponen dalam *Sequence Diagram*

Gambar	Nama	Keterangan
	<i>Actor</i>	Merepresentasikan pengguna yang sedang berinteraksi dengan sistem
	<i>Entity Object</i>	Mengambarkan suatu tempat atau mekanisme yang menangkap pengetahuan atau informasi dalam suatu sistem

Tabel 5 (lanjutan)

	<i>Boundary Object</i>	Menggambarkan hubungan suatu elemen yang berbeda, secara khas menghubungkan <i>actor</i> dengan layar.
	<i>Control Object</i>	Menggambarkan pengendalian yang mengorganisir dan menjadwalkan aktivitas elemen.
	<i>Lifeline</i>	Merepresentasikan keberadaan objek dalam suatu waktu.
		
	<i>Message</i>	Penggabungan dalam aliran aktivitas.

#### 4. *Class Diagram*

*Class Diagram* merupakan salah satu diagram standar dalam UML yang digunakan untuk menampilkan struktur statis dari sebuah sistem atau aplikasi komputer. Dalam *class diagram* juga digambarkan hubungan atau relasi antara *entity* yang satu dengan yang lain. Gambaran struktur sistem dalam *class diagram* berupa entitas berisi nama kelas, atributnya, operasi (atau metode), dan hubungan antar kelas entitas tersebut.

Tabel 6. Komponen dalam *Class Diagram*

Gambar	Nama	Keterangan
	<i>Association</i>	Relasi struktural yang menghubungkan antarkelas, biasanya disertai dengan <i>multiplicity</i> .
	<i>Directed Association</i>	Relasi antara dua kelas, kelas yang satu digunakan oleh kelas lainnya, biasanya disertai dengan <i>multiplicity</i> .
	<i>Generalization</i>	Hubungan spesialisasi atau generalisasi antarkelas.
	<i>Dependency</i>	Relasi dengan makna saling kebergantungan antarkelas.
	<i>Realization</i>	Relasi antarkelas dimana aturan suatu kelas harus diikuti kelas lainnya.
	<i>Aggregation</i>	Relasi dimana suatu kelas adalah bagian dari kelas lainnya.
	<i>Composition</i>	Jenis <i>aggregation</i> dengan ikatan yang lebih kuat.
	<i>Class</i>	Himpunan objek yang berbagi atribut dan operasi yang sama.

## H. Android

### 1. Sistem Operasi Android

Android merupakan sistem operasi berupa sekumpulan paket perangkat lunak yang di dalamnya termasuk sistem operasi berbasis Linux yang dapat menjalankan aplikasi dengan ekstensi android (Istiadi *et al.*, 2016). Sistem atau aplikasi ini dikembangkan dengan sasaran perangkat berupa *mobile smartphone* yang memang dikenal dengan nama *smartphone* android. Sistem

operasi android adalah platform sistem operasi *open source* sehingga seluruh komponen dalam paket perangkat lunak tersebut dapat diakses secara terbuka.

## 2. Aplikasi Android

Aplikasi atau *software* adalah perangkat lunak yang digunakan melakukan fungsi tertentu, seperti mengolah dokumen, melakukan *editing*, permainan (*game*), dan sebagainya. Dari pengertian tersebut dapat disimpulkan bahwa aplikasi android merupakan perangkat lunak yang dioperasikan dalam sistem operasi android. Aplikasi android memiliki format aplikasi berbentuk .apk yang dapat di-*install* di berbagai perangkat yang menggunakan *platform* android.

### I. Flutter

*Flutter* adalah *software development kit* (SDK) yang dibuat oleh Google, dengan menggunakan *Dart* sebagai bahasa pemrogramannya. *Flutter* juga merupakan *framework* yang berfungsi untuk membuat aplikasi *multiplatform*, baik aplikasi pada Android, iOS, atau sistem operasi lain. Dengan *Flutter*, pengembangan aplikasi dapat menggunakan satu basis kode yang sama untuk berbagai platform. *Dart* sebagai bahasa pemrograman pada *framework Flutter* juga diproduksi oleh Google pada tahun 2011 (Firdausi & Ramadhani, 2020).

### **III. METODE PENELITIAN**

#### **A. Metode**

Metode penelitian digunakan sebagai pedoman selama proses penelitian. Proses pengembangan perangkat lunak berupa sistem pakar pada penelitian ini menggunakan metode pengembangan perangkat lunak *prototyping*. *Prototyping* digunakan sebagai metode pengembangan perangkat lunak karena metode ini terbuka terhadap evaluasi dan umpan balik pengguna. Dengan adanya hal tersebut, maka hasil pengembangan aplikasi diharapkan sesuai dan memenuhi kebutuhan pengguna.

#### **B. Instrumen Penelitian**

Proses penelitian dalam merancang sistem pakar ini memerlukan instrumen-instrumen penelitian sebagai berikut sebagai media pengembangan.

##### **1. Perangkat Keras**

Spesifikasi perangkat keras yang digunakan dalam proses perancangan dan pengembangan sistem pakar penyakit udang vaname berbasis android adalah sebagai berikut.

- Laptop Acer Swift 3 SF314
- Processor AMD Ryzen 5 3500U
- RAM 12 GB
- Graphic card Radeon Vega 8

Serta *smartphone* android dengan spesifikasi sebagai berikut.

- Oppo A37
- Processor Qualcomm MSM8916 Snapdragon 410 (28 nm)
- Sistem operasi Android 5.1 (Lollipop)
- Resolusi layar 720 x 1280 pixels

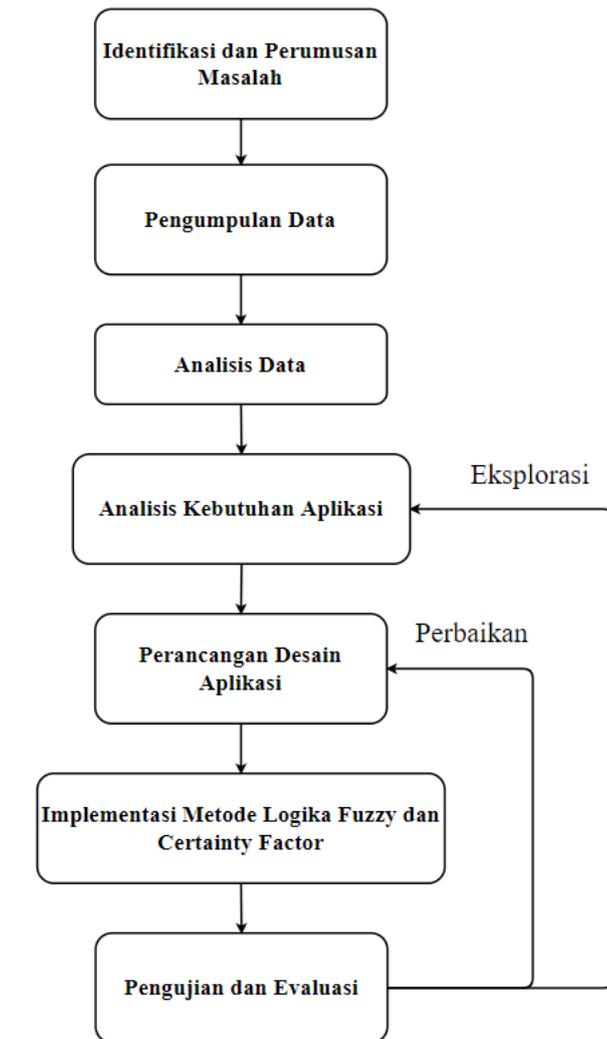
## 2. Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan dalam proses perancangan dan pengembangan sistem pakar untuk mendeteksi penyakit pada udang budidaya berbasis android adalah sebagai berikut.

- StarUML/Draw.io
- Text editor Visual Studio Code
- Flutter
- Android Studio emulator
- Web browser
- Affinity Designer

## C. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dalam mengembangkan sistem pakar penyakit udang vaname mengikuti acuan pengembangan sistem dengan metode *prototyping*. Gambaran tahapan penelitian dapat dilihat pada diagram alir berikut.



Gambar 10. Tahapan Penelitian

### 1. Identifikasi dan Perumusan Masalah

Tahap pertama yang dilakukan dalam penelitian adalah identifikasi masalah. Pembahasan mengenai objek dan permasalahan dalam penelitian akan dilakukan pada tahap ini. Permasalahan yang menjadi dasar dalam penelitian ini berasal dari adanya suatu potensi dan masalah pada kawasan area budidaya udang vaname. Potensi dan masalah tersebut kemudian ditelusuri dan dirumuskan menjadi suatu rumusan masalah.

## **2. Pengumpulan Data**

Setelah tahap perumusan masalah, maka diperlukan data berupa fakta-fakta di lapangan ataupun informasi dari beberapa sumber lain yang dapat mendukung dalam mencari solusi alternatif pemecahan masalah. Berkaitan dengan pengembangan aplikasi sistem pakar, maka diperlukan adanya data dari satu atau beberapa orang pakar. Data tersebut diperlukan dalam basis pengetahuan yang akan digunakan selama proses penalaran atau inferensi untuk menentukan jawaban akhir dalam diagnosis penyakit vaname.

## **3. Analisis Data**

Setelah data diperoleh, selanjutnya data dianalisis dan diproses lebih lanjut. Proses analisis data digunakan untuk memproses data yang telah diperoleh sebelumnya menjadi pengetahuan yang dapat direpresentasikan dan diakuisisi dalam basis pengetahuan. Pengetahuan tersebut nantinya akan diubah ke dalam bentuk model berupa kaidah atau aturan produksi.

## **4. Analisis Kebutuhan Aplikasi**

Setelah data diperoleh dan diproses lebih lanjut, langkah selanjutnya adalah persiapan dalam mengembangkan aplikasi. Sebelum mengembangkan aplikasi sistem pakar penyakit udang vaname, diperlukan adanya analisis kebutuhan. Dalam proses ini, didefinisikan format perangkat lunak dan mengidentifikasi kebutuhan keseluruhan perangkat lunak serta garis besar sistem yang akan dibuat. Analisis kebutuhan dilakukan dengan tujuan untuk merealisasikan fungsional sistem yang dibutuhkan pengguna selama menggunakan aplikasi. Termasuk fitur-fitur yang seharusnya berada di dalam aplikasi untuk mencapai tujuan pengembangan aplikasi.

## **5. Perancangan Desain Aplikasi**

Dalam pengembangan aplikasi juga memerlukan desain tampilan dan fungsi supaya pengguna dapat memahami kerja sistem pada aplikasi. Desain ini dibuat

dengan maksud sebagai media interaksi antara pengguna dengan sistem. Di tahapan ini, rancangan desain tampilan yang sudah dibuat sebelumnya akan diterjemahkan ke dalam bahasa pemrograman.

## **6. Implementasi Metode Logika *Fuzzy* dan *Certainty Factor***

Desain tampilan yang sudah dikembangkan sebelumnya, tidak dapat menghasilkan solusi yang diharapkan jika mesin inferensi dalam aplikasi sistem pakar tidak diimplementasikan. Implementasi inferensi ini dilakukan bertahap diawali dengan implementasi logika *fuzzy*. Hasil dari inferensi menggunakan inferensi *fuzzy* ini kemudian akan menjadi *input* dari inferensi selanjutnya menggunakan *certainty factor*. Kombinasi dari kedua metode inferensi tersebut akan menjadi bagian dari proses dalam menghasilkan solusi yang diharapkan sesuai dengan tujuan pengembangan aplikasi.

## **7. Pengujian dan Evaluasi**

Berdasarkan hasil dari pengembangan dan implementasi aplikasi sistem pakar penyakit udang vaname, perlu dilakukan pengujian. Pengujian yang dilakukan merupakan validasi yang diperlukan dari pakar terhadap sesuai atau tidaknya penalaran dan hasil keluaran sistem dengan pengetahuan yang sebelumnya diperoleh dari pakar. Sebelum validasi, sistem dievaluasi terlebih dahulu. Jika hasil yang diharapkan belum sesuai maka akan kembali diperbaiki melalui tahap-tahap perancangan dan implementasi.

### **D. Metode Inferensi Sistem**

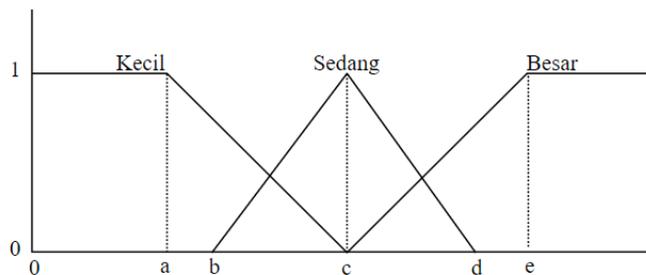
#### **1. Formula Logika *Fuzzy***

Seperti penjelasan pada bab sebelumnya, logika *fuzzy* digunakan untuk menggambarkan nilai samar pada suatu pengukuran menjadi nilai yang dapat diukur. Logika *fuzzy* memanfaatkan nilai samar tersebut menjadi pengukuran dalam interval nilai batas bawah dan batas atas. Sehingga dengan menerapkan

logika *fuzzy* pada sistem pakar penyakit udang vaname ini dapat membantu mengukur variabel yang memiliki nilai samar tersebut.

Penggunaan logika *fuzzy* pada sistem ini dapat dikombinasikan dengan metode *certainty factor*. Letak kombinasi antara kedua metode tersebut contohnya adalah pada penentuan nilai kepastian pada variabel bernilai samar seperti variabel bobot tubuh udang rata-rata pada udang yang nilainya tidak jelas dan berada pada posisi samar antara kecil, sedang, atau besar. Jika diformulasikan dengan perhitungan *Average Body Weight (ABW)* menurut (Purnamasari *et al.*, 2017) maka akan menjadi seperti berikut.

$$ABW = \frac{\text{Jumlah bobot seluruh udang sampel (gr)}}{\text{Jumlah udang sampel (ekor)}} \dots\dots\dots (1)$$



Gambar 11. Kurva Himpunan Bobot Tubuh

Maka, fungsi keanggotaan *fuzzy* pada variabel *Average Body Weight (ABW)* dapat dipetakan dengan persamaan berikut.

$$\mu_{Kecil}(x) \begin{cases} 1; x \leq a \\ \frac{(x-a)}{(c-a)} ; a < x < c \\ 0; x \geq c \end{cases} \quad \mu_{Besar}(x) \begin{cases} 0; x \leq c \\ \frac{(x-c)}{(e-c)} ; c < x < e \\ 1; x \geq e \end{cases}$$

$$\mu_{Sedang}(x) \begin{cases} 0; x \leq b \text{ atau } x \geq d \\ \frac{(x-b)}{(c-b)} ; b \leq x \leq c \\ \frac{(d-x)}{(d-c)} ; c \leq x \leq d \end{cases}$$

## 2. Formula *Certainty Factor*

Dalam pengaplikasian metode *certainty factor* pada aplikasi sistem pakar, digunakan *rule* berupa aturan produksi IF...THEN. Sehingga dalam *certainty factor* dikenal beberapa premis (*rules*) yang digunakan untuk mendiagnosis penyakit sebagai berikut.

### 1. Premis Tunggal

$$CF[H, E] = CF(H) * CF(E) || CF[Rule] \dots\dots\dots (2)$$

### 2. Premis Kombinasi

$$CF_{combine}[H, E]_{1,2} = CF(H, E)_1 + CF(H, E)_2 * (1 - CF(H, E)_1) \dots\dots\dots (3)$$

$$CF_{combine}[H, E]_{old, 3} = CF[H, E]_{old} + CF(H, E)_3 * (1 - CF[H, E]_{old}) \dots\dots (4)$$

Dimana:

1. CF[H, E] = CF dari hipotesis H yang dipengaruhi *evidence* E
2. CF[E] = besar CF dari *evidence*
3. CF[Rule] = besar CF dari pakar
4. CFold : Hasil dari pengkombinasian awal.

Dari beberapa hasil penelitian terdahulu yang menggunakan metode *certainty factor*, diperoleh kesimpulan bahwa metode ini baik digunakan sebagai metode pendeteksian penyakit.

## 3. Kombinasi Logika *Fuzzy* dengan *Certainty Factor*

Proses kombinasi logika *fuzzy* dan *certainty factor* dilakukan ketika menentukan nilai kepastian (CF). Nilai kepastian dari hasil logika *fuzzy* akan digunakan untuk proses diagnosis selanjutnya menggunakan *certainty factor*. Hasil dari perhitungan pada subbab D.1 akan dikalikan dengan CF dari pakar. CF pakar digunakan sebagai CF[*rule*] yang menjadi pedoman perhitungan nilai kepastian dalam *certainty factor*.

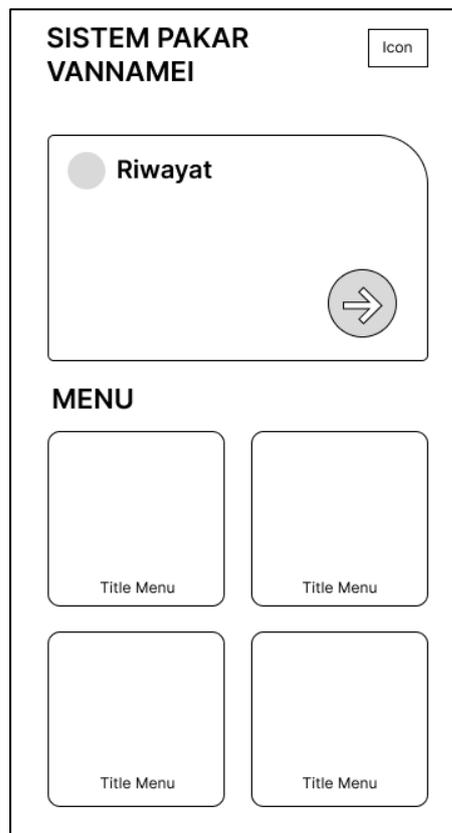
$CF[H, E] = CF(H) * CF(E) || CF[Rule]$  dimana CF(H) akan menggunakan hasil  $\mu(x)$  dari logika *fuzzy* pada variabel-variabel tertentu.

## E. Desain Umum Tampilan

Berikut ini merupakan hasil perancangan desain umum tampilan aplikasi dalam bentuk *wireframe*.

### 1. Tampilan Utama

Rancangan tampilan utama aplikasi sistem pakar penyakit udang vaname akan dirancang seperti berikut.



Gambar 12. Rancangan Desain Tampilan Utama

Dari hasil rancangan desain tampilan utama pada *wireframe* tersebut, pengguna dapat mengakses empat menu utama dalam aplikasi. Menu cek diagnosa sebagai fitur utama aplikasi digunakan untuk memeriksa penyakit yang berpotensi menginfeksi udang vaname yang dibudidayakan. Menu daftar penyakit merupakan fitur berisi informasi tentang penyakit-penyakit yang

dapat menginfeksi udang vaname. Dua menu lainnya berisi fitur tambahan untuk membantu pengguna mengetahui informasi tentang aplikasi tersebut.

## 2. Tampilan *Input User*

Sebelum aplikasi sistem pakar dapat memberikan hasil diagnosis penyakit udang vaname kepada pengguna, pengguna harus memasukkan informasi terkait kondisi udang yang dibudidayakan. Rancangan tampilan halaman *input user* dalam bentuk *wireframe* sebagai berikut.

The wireframe shows a user input form with a grey header bar at the top. Below the header is a grey circle icon. The main text reads: "Lakukan pengukuran pada udang anda dan kemudian masukkan input ke form dibawah ini!". There are three input fields, each with a label to its left: "Panjang udang jika direntangkan (cm)", "Massa udang (gr)", and "Usia udang (hari)". At the bottom center, there is a grey button labeled "Selanjutnya".

Gambar 13. Rancangan tampilan *Input User*

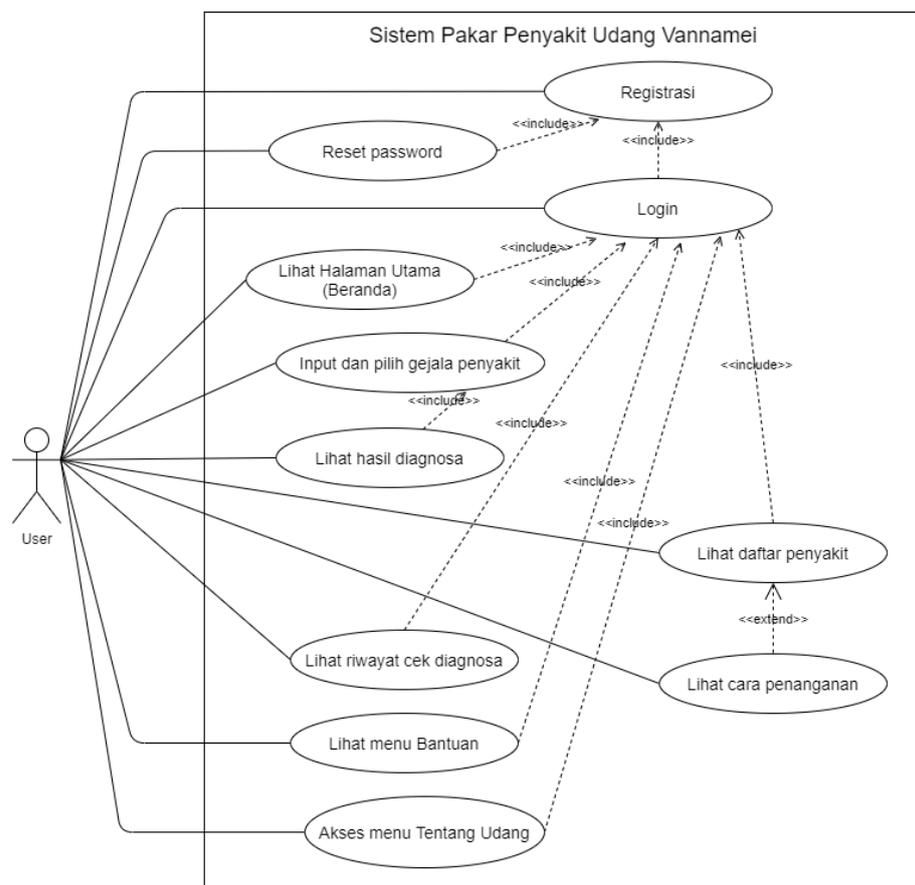
Dalam halaman tersebut, *user* diminta untuk meng-*input* informasi mengenai udang vaname budidayanya. Kemudian dari halaman tersebut *user* akan diminta menjawab pertanyaan-pertanyaan lebih lanjut.

### 3. Desain Proses

Dalam pengembangan aplikasi, diperlukan diagram-diagram yang akan menggambarkan kerja fungsional aplikasi kepada *user* atau pihak lain. Tujuan dari digunakannya diagram tersebut adalah untuk memudahkan *user* atau pihak lain dalam memahami fungsionalitas sistem yang sedang dikembangkan. Diagram tersebut dibuat dengan menggunakan *Unified Modeling Language* (UML).

#### 2.1 Diagram *Use Case*

Berikut ini merupakan diagram *use case* aplikasi sistem pakar penyakit udang vanamei.

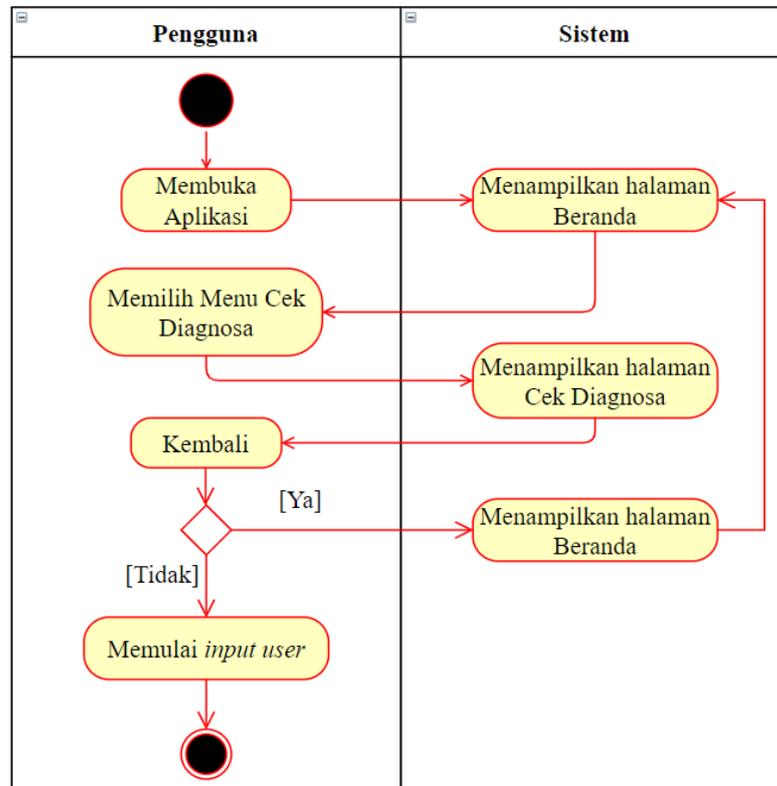


Gambar 14. Diagram *Use Case*

## 2.2 Diagram Activity

Berikut ini merupakan beberapa diagram *activity* dalam mengoperasikan aplikasi sistem pakar penyakit udang vaname.

### 1. Diagram Activity *Input* dan Pilih Gejala Penyakit.

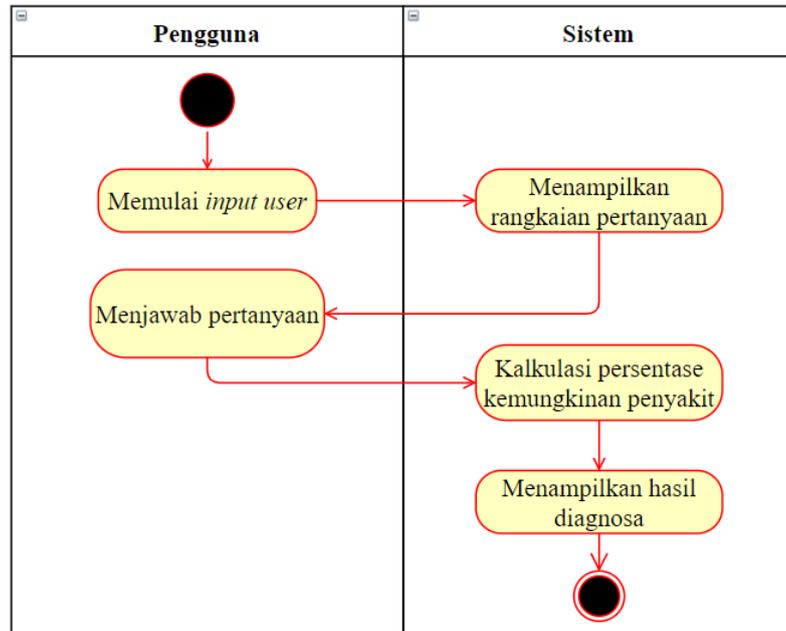


Gambar 15. *Activity Diagram* Input dan Pilih Gejala Penyakit

Dari diagram tersebut, pengguna dapat mulai melakukan diagnosis ketika memberikan *input* pada halaman menu Cek Diagnosa.

### 2. Diagram Activity Lihat Hasil Diagnosa

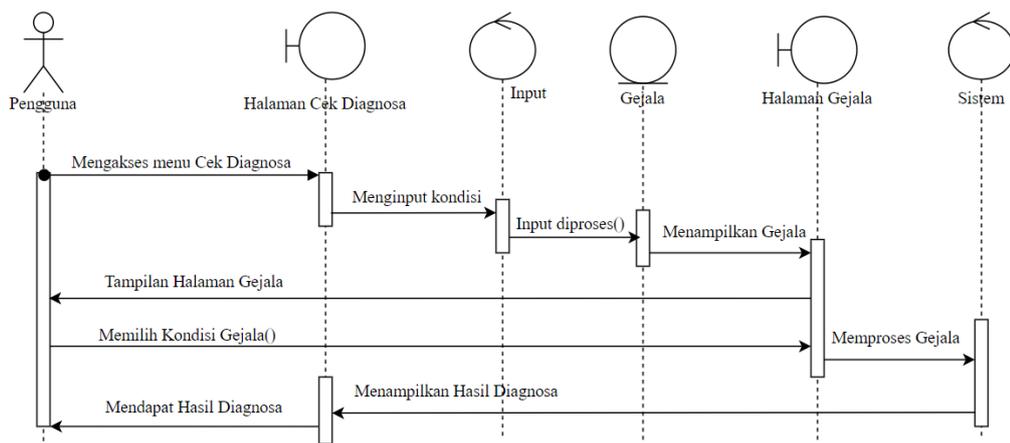
Rangkaian *activity* yang dilakukan untuk melihat hasil diagnosis dapat dilihat pada diagram berikut.



Gambar 16. *Activity Diagram* Lihat Hasil Diagnosa

### 2.3 *Sequence Diagram*

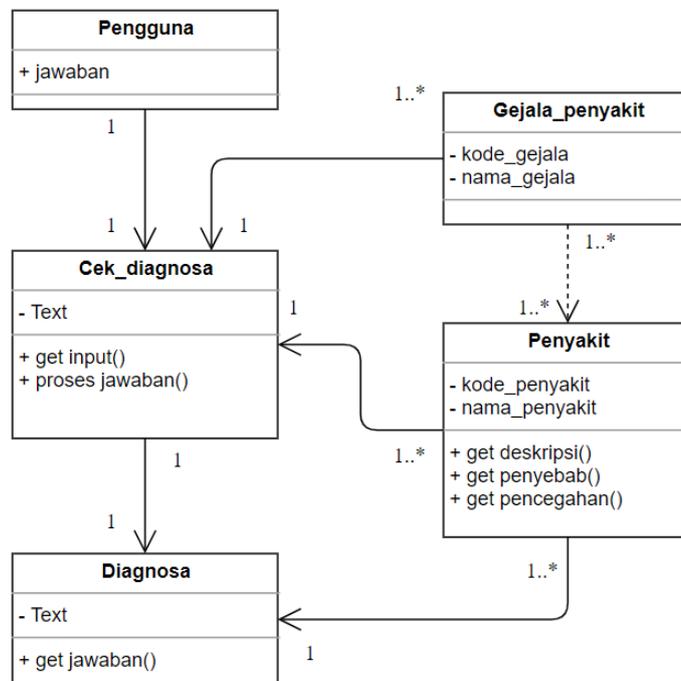
Berikut ini merupakan *sequence diagram* pada penggunaan menu Cek Diagnosa aplikasi sistem pakar penyakit udang vaname.



Gambar 17. *Sequence Diagram* pada Cek Diagnosa

## 2.4 Class Diagram

*Class diagram* pada aplikasi sistem pakar penyakit udang vaname menggambarkan relasi antarobjek dalam sistem pakar. Berikut merupakan gambaran *class diagram* pada pengembangan aplikasi ini.



Gambar 18. *Class Diagram*

Pada Gambar 10, *class diagram* dari proses cek diagnosis penyakit udang vaname memiliki lima *entity class*, antara lain pengguna, gejala\_penyakit, penyakit, cek\_diagnosa, dan diagnosa. Pengguna berelasi ke cek\_diagnosa karena pengguna mengakses menu cek diagnosa. Cek\_diagnosa berelasi dengan gejala\_penyakit dan penyakit karena cek\_diagnosa memerlukan informasi dari atribut kedua *entity class* tersebut untuk memproses jawaban. Kemudian *class* diagnosa berelasi dengan cek\_diagnosa dan penyakit untuk menghasilkan jawaban dari proses cek diagnosa.

## V. SIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian mengenai aplikasi Sistem Pakar Vannamei yang dikembangkan dengan menerapkan metode *fuzzy logic* dan *certainty factor*, kesimpulan yang diperoleh adalah sebagai berikut.

1. Aplikasi Sistem Pakar Vannamei dikembangkan dengan metode pengembangan sistem *prototyping* dengan basis aplikasi android. Pengembangan aplikasi sistem pakar ini juga menggunakan *framework* Flutter dan Dart sebagai bahasa pemrograman yang digunakan untuk membangun sistem pakar menjadi sebuah aplikasi yang penggunaannya terbatas pada *smartphone* dengan sistem operasi android. Dalam proses dan ruang penyimpanan data, aplikasi Sistem Pakar Vannamei menggunakan penyimpanan dokumen noSQL berupa Cloud Firestore untuk menyimpan dan mengambil data mengenai gejala penyakit yang diinputkan oleh pengguna.
2. Sistem Pakar Vannamei berbasis aplikasi android dikembangkan dengan menerapkan dua metode penalaran dalam sistem pakar, yaitu dengan menggunakan metode *fuzzy logic* dan metode *certainty factor*. Metode *fuzzy logic* digunakan untuk menentukan nilai kategori variabel laju pertumbuhan udang. Kemudian nilai hasil yang diperoleh dari metode *fuzzy logic* tersebut dikombinasikan dengan metode *certainty factor* untuk mendapatkan nilai kepastian dari masing-masing kategorinya. Metode *certainty factor* juga digunakan untuk menentukan tingkat keyakinan pengguna terhadap setiap gejala yang muncul pada saat proses diagnosis penyakit. Hasil pengujian yang diperoleh dari pengujian fungsionalitas (*blackbox testing*) aplikasi Sistem Pakar Vannamei menunjukkan bahwa aplikasi telah memiliki fungsionalitas yang baik

dan sesuai dengan tujuan pengembangan aplikasi. Sedangkan pada pengujian validasi yang melibatkan pakar, hasil menunjukkan bahwa sistem pakar yang dikembangkan mencapai nilai lebih dari 90% dalam aspek akurasi diagnosis penyakit.

## **B. Saran**

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian mengenai pengembangan aplikasi Sistem Pakar Vannamei menggunakan metode penalaran *fuzzy logic* dan *certainty factor*, saran yang dapat diberikan sebagai rekomendasi dalam peningkatan hasil penelitian di masa depan adalah sebagai berikut.

1. Sistem pakar ini belum menyediakan fasilitas untuk perbaikan atau penambahan pengetahuan dan perubahan penjelasan terhadap adanya pengetahuan yang baru mengenai suatu penyakit dari pakar sehingga sistem ini membutuhkan pengembangan lebih lanjut oleh penelitian berikutnya.
2. Dalam aplikasi diperlukan keterangan yang mendetail mengenai setiap gejala penyakit dengan adanya sisipan gambar untuk memudahkan pengguna mengetahui dengan pasti visual gejala yang mengindikasikan suatu penyakit.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andika, R. (2019). Sistem Pakar Mendiagnosa Virus Pada Udang Vannamei Dengan Implementasi Metode CBR ( Case-Based Reasoning ) Dan Certainty Factor. *Jurnal Pelita Informatika*, 8(2), 248–253.
- Aranguren, L. F., Mai, H., Pichardo, O., Hanggono, B., & Dhar, A. K. (2019). White Feces Syndrome in shrimp: Predictor of EHP? Crucial to minimize risk spread of EHP/EHP-like pathogens. *Global Aquaculture Advocate*. <https://www.aquaculturealliance.org/advocate/white-feces-syndrome-shrimp-predictor-ehp/?headlessPrint=AAAAPIA9c8r7gs82oWZBA>
- Aristoteles, Adhianto, K., Andrian, R., & Sari, Y. N. (2019). Comparative analysis of cow disease diagnosis expert system using Bayesian network and Dempster-Shafer method. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 10(4), 227–235. <https://doi.org/10.14569/ijacsa.2019.0100427>
- Booch, G., Rumbaugh, J., & Jacobson, I. (1998). *The Unified Modelling Language User Guide* (First Edit). Addison Wesley.
- Caro, L. F. A., Mai, H. N., Noble, B., & Dhar, A. K. (2020). *AHPND is a chronic disease in Pacific white shrimp from Latin America*. August, 1–13.
- Darmawan, S., Sitanggang, I. S., & Herdiyeni, Y. (2010). Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Udang Windu (*Penaeus Monodon*) Menggunakan Logika Fuzzy. *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, 14(1), 10–15.
- Davvaz, B., Mukhlash, I., & Soleha, S. (2021). Himpunan Fuzzy dan Rough Sets. *Limits: Journal of Mathematics and Its Applications*, 18(1), 79. <https://doi.org/10.12962/limits.v18i1.7705>
- Dewangan, N. K., Gopalakrishnan, A., Kannan, D., Shettu, N., & Singh, R. R. (2015). Black Gill Disease of Pacific White Leg Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) by *Aspergillus flavus*. *Journal of Coastal Life Medicine*, 3(10), 761–765. <https://doi.org/10.12980/jclm.3.2015j5-70>
- Dhar, A. K., Cruz-Flores, R., Caro, L. F. A., Siewiora, H. M., & Jory, D. (2019). Diversity of single-stranded DNA containing viruses in shrimp. *VirusDisease*, 30(1), 43–57. <https://doi.org/10.1007/s13337-019-00528-3>
- Firdausi, F. A., & Ramadhani, S. (2020). Pengembangan Aplikasi Online Public Access Catalog (OPAC) Perpustakaan Berbasis Mobile Pada STAI

- Auliaurasyidin. *Jurnal Intra Tech*, 4(2), 11–25.
- Flegel, T. W. (1997). Special Topic Review: Major Viral Diseases of the Black Tiger Prawn ( *Penaeus monodon*) in Thailand. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*, 13, 433–442.  
<https://link.springer.com/content/pdf/10.1023%2FA%3A1018580301578.pdf>
- Gunalan, B., Soundarapandian, P., Anand, T., Kotiya, A. S., & Simon, N. T. (2014). Disease Occurrence in *Litopenaeus vannamei* Shrimp Culture Systems in Different Geographical Regions of India. *International Journal of Aquaculture*, 4(04). <https://doi.org/10.5376/ija.2014.04.0004>
- Haryotejo, B. (2013). Analisa Diversifikasi Pasar Ekspor Komoditi Udang Indonesia (Analysis of Export Market Diversification of Indonesia's Shrimp Commodity). *J. Sosek KP*, 8(1), 85–91.
- Hatmanti, A. (2003). Penyakit Bakterial Pada Budidaya Krustasea Serta Cara Penanganannya. *Oseana*, 3(3), 1–10.
- Hayadi, B. H. (2018). *Sistem Pakar* (1st ed.). Deepublish.
- Istiadi, Rofii, F., Qustoniah, A., Marisa, F., & Putra, G. D. (2016). An Online Expert System for Consultation Services Using a Mobile Application Interface. *Jurnal Teknologi*, 78(6–3), 41–46.  
<https://doi.org/10.11113/jt.v78.8926>
- Jagadeesan, V., Praveena, P. E., Otta, S. K., & Jithendran, K. P. (2019). Classical Runt Deformity Syndrome Cases in Farmed *Penaeus vannamei* Along the East Coast of India. *Journal of Coastal Research*, 86(sp1), 107–111.  
<https://doi.org/10.2112/SI86-016.1>
- Jha, R. K., Babikian, H., Kristina, & Srisombat, S. (2021). Managing infectious myonecrosis virus (IMNV) in Vannamei shrimp culture: Learning by doing. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 9(1), 385–391.  
<https://doi.org/10.22271/fish.2021.v9.i1e.2424>
- Klir, G. J., & Yuan, B. (1995). Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications. In *Geophysical Journal International* (Vol. 4). Prentice Hall.  
<https://doi.org/10.1111/j.1365-246X.2012.05469.x>
- Lee, S. (2012). Unified Modeling Language (UML) for Database Systems and Computer Applications. *International Journal of Database Theory and Application*, Vol.5 No.1(1), 157–164.
- Lilisuriani. (2020). Serangan Penyakit Virus Pada Udang Di Tambak Tanpa Memperlihatkan Gejala Klinis. *Octopus : Jurnal Ilmu Perikanan*, 9(1), 25–32.
- Limsuwan, C., Chuchird, N., Prompamorn, P., Prasertsri, S., Wongmaneeprateep, S., Laisutisan, K., & Wiriyapathanasub, P. (2008). Yellow-head Disease in Cultured *Litopenaeus vannamei* in Low-salinity Water. *Proceedings of the 45th Kasetsart University Annual Conference, Kasetsart, 29 January - 1 February, 2008. Subject: Fisheries*, 450–457.

- Otta, S. K., Poornima, M., Praveena, P. E., Bhuvanewari, T., Raja, R. A., Kumar, T. S., & Alavandi, S. V. (2016). Prevention & Management of White Spot Disease of Shrimp. *Ciba Extension Series No. : 51*, 4. <http://www.ciba.res.in/Books/Brochure 3.pdf>
- Pratama, A., Wardiyanto, & Supono. (2017). Studi Performa Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*) yang Dipelihara dengan Sistem Semi Intensif pada Kondisi Air Tambak dengan Kelimpahan Plankton yang Berbeda pada Saat Penebaran. *E-Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Budidaya Perairan*, VI(1), 643–652.
- Purnamasari, I., Purnama, D., & Utami, M. A. F. (2017). Pertumbuhan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) di Tambak Intensif. *Jurnal Enggano*, 2(1), 58–67.
- Rafiqie, M. (2014). Penyakit Udang Vaname ( *Litopenaeus Vannamei* ) Di Tambak PT Tanjung Bejo , Pajajaran Kabupaten Probolinggo. *Jurnal Ilmu Perikanan*, 5(1), 20–24.
- Rakasiwi, S., & Albastomi, T. S. (2017). Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Udang Vannamei Menggunakan Metode Forward Chaining Berbasis Web. *Simetris : Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer*, 8(2), 647. <https://doi.org/10.24176/simet.v8i2.1560>
- Rawansyah, Lestari, V. A., & Anita, S. (2020). Ibu Hamil Menggunakan Metode Fuzzy Logic dan Certainty Factor. *Seminar Informatika Aplikatif Polinema*, 221–225. <http://jurnalti.polinema.ac.id/index.php/SIAP/article/view/773>
- Rosnelly, R. (2012). *Sistem Pakar: Konsep dan Teori* (P. Y. Jati (ed.)). Penerbit Andi.
- Santos, H. M., Tsai, C. Y., Maquiling, K. R. A., Tayo, L. L., Mariatulqabthiah, A. R., Lee, C. W., & Chuang, K. P. (2020). Diagnosis and Potential Treatments for Acute Hepatopancreatic Necrosis Disease (AHPND): A Review. *Aquaculture International*, 28(1), 169–185. <https://doi.org/10.1007/s10499-019-00451-w>
- Shortliffe, E. H., & Buchanan, B. G. (1975). A Model of Inexact Reasoning in Medicine. *Mathematical Biosciences*, 23, 351–379.
- Siler, W., & Buckley, J. J. (2005). *Fuzzy expert systems and reasoning*. John Wiley & Sons, Inc.
- Sudrajat, D., Achmad Daengs, G. S., Satria, E., Nurmawati, N., Iskandar, A., Khasanah, K., Sururi, A., & Rahim, R. (2018). Expert System Application for Identifying Formalin and Borax in Foods Using the Certainty Factor Method. *Eurasian Journal of Analytical Chemistry*, 13(6), 321–325.
- Vergel, J. C., Cabawatan, L. D., Madrona, V. A., Rosario, A. F., Sta. Ana, J. B., Tare, M. V., & Maningas, M. B. (2019). Detection of Taura Syndrome Virus (TSV) in *Litopenaeus vannamei* in the Philippines. *The Philippine Journal of Fisheries*, 26(1), 8–14. <https://doi.org/10.31398/tpjf/25.2.2018-0003>

- Wahyudin, Y. (2016). Potensi Bisnis Kelautan di Negara Maritim Poros Dunia untuk Kesejahteraan Rakyat Indonesia. *Agrimedia*, 21(1), 17–23.
- Zorriehzaha, M. J. (2015). Early Mortality Syndrome (EMS) as new Emerging Threat in Shrimp Industry. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 3(2s), 64–72. <https://doi.org/10.14737/journal.aavs/2015/3.2s.64.72>