

**SISTEM PAKAR DETEKSI DINI PENYAKIT UDANG
VANNAMEI PADA TAMBAK MENGGUNAKAN FORWARD
CHAINING DAN CERTAINTY FACTOR**

Tugas Akhir

diajukan untuk memenuhi salah satu syarat

memperoleh gelar sarjana

dari Program Studi Teknologi Informasi (Kampus Surabaya)

Fakultas Informatika

Universitas Telkom

NIM 1202200403

DIMAS CAHYO UTOMO



Program Studi Sarjana Teknologi Informasi (Kampus Surabaya)

Fakultas Informatika

Universitas Telkom

2024

LEMBAR PENGESAHAN

**SISTEM PAKAR DETEKSI DINI PENYAKIT UDANG VANNAMEI PADA
TAMBAK MENGGUNAKAN FORWARD CHAINING DAN CERTAINTY FACTOR**

**EXPERT SYSTEM FOR EARLY DETECTION OF VANNAMEI SHRIMP DISEASE
IN PONDS USING FORWARD CHAINING AND CERTAINTY FACTOR**

NIM : 1202200403

DIMAS CAHYO UTOMO

Tugas akhir ini telah diterima dan disahkan untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar pada Program Studi Sarjana Teknologi Informasi (Kampus Surabaya)

Fakultas Informatika

Universitas Telkom

Surabaya, 18 Juni 2024

Menyetujui

Pembimbing I,



Oktavia Ayu Permata, S.T., M.T.

NIP: 19900006

Pembimbing II,



Yohanes Setiawan, S.Si., M.Kom.

NIP: 22950049

Ketua Program Studi
Sarjana Teknologi Informasi (Kampus Surabaya)




Bernadus Anggo Seno Aji, S.Kom., M.Kom.

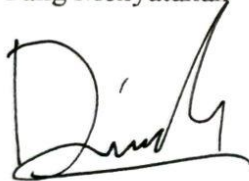
NIP: 23929009

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya, Dimas Cahyo Utomo, menyatakan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir saya dengan judul Sistem Pakar Deteksi Dini Penyakit Udang Vannamei pada Tambak Menggunakan Forward Chaining dan Certainty Factor. beserta dengan seluruh isinya adalah merupakan hasil karya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Saya siap menanggung resiko/sanksi yang diberikan jika di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam buku TA atau jika ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya,

Surabaya, 18 Juni 2024

Yang Menyatakan



Dimas Cahyo Utomo

Sistem Pakar Deteksi Dini Penyakit Udang Vannamei pada Tambak Menggunakan Forward Chaining dan Certainty Factor

Dimas Cahyo Utomo¹, Oktavia Ayu Permata², Yohanes Setiawan³

^{1,2,3}Fakultas Informatika, Universitas Telkom

¹dimascahyoutomo@students.telkomuniversity.ac.id, ²oktapermata@telkomuniversity.ac.id,

³yohanessetiawan@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Udang vannamei merupakan komoditas unggulan pada sektor budidaya di Indonesia karena tingginya permintaan dari pasar lokal maupun global. Tingginya budidaya udang vannamei memunculkan masalah penyakit. Permasalahan penyakit membawa kerugian bagi para pembudidaya udang vannamei. Analisis penyakit udang vannamei umumnya dilakukan oleh seorang pakar yang dijumpai di laboratorium. Pakar tersebut mendiagnosa penyakit udang dan memberikan solusi. Pembudidaya tingkat mikro hanya dapat melakukan analisis menggunakan alat yang terbatas sehingga sulit menentukan solusi yang tepat. Sistem pakar dapat membantu pembudidaya mikro melakukan deteksi penyakit dengan keterbatasan alat dan sumber daya. Pengumpulan data dan informasi terkait gejala, penyakit udang, dan solusinya dilakukan dengan studi literatur dan mewawancarai pakar udang vannamei. Data dan informasi digunakan sebagai pengetahuan untuk sistem pakar dalam bentuk website menggunakan metode certainty factor sebagai penilaian keyakinan pakar dan forward chaining untuk menarik kesimpulannya. Sebagai perbandingan performa metode certainty factor, penelitian menggunakan metode naive bayes. Hasil pengujian berupa perbandingan F1-score menunjukkan bahwa performa certainty factor dalam deteksi dini kelas penyakit WSD, IMNV, dan tidak sakit lebih baik daripada naive bayes. Sedangkan performa naive bayes dalam deteksi dini kelas penyakit WFD lebih baik daripada certainty factor. Sehingga performa certainty factor lebih signifikan dibanding naive bayes.

Kata kunci : sistem pakar, udang vannamei, forward chaining, certainty factor

Abstract

Vannamei shrimp is reliable commodity in Indonesia's aquaculture sector due to high demand from local and global markets. The high cultivation of vannamei shrimp causes disease problems. Disease problems bring losses to the farmers. Disease analysis is generally done by an expert found in a laboratory. The expert diagnoses shrimp diseases and provides treatments. Microfarmers can only analyze using limited tools, making it difficult to determine the correct solution. An expert system can help microfarmers detect disease using limited tools and resources. Data and information related to symptoms, diseases, and solutions are gathered by studying the literature and interviewing vannamei shrimp experts. Data and information are used as expert system knowledge using certainty factor as certainty value of experts and forward chaining to conclude in the form of website. To compare the certainty factor performance, the research used the naive bayes. The test results in the form of F1-score comparison show that the performance of certainty factor in class of WSD, IMNV, and tidak sakit is better than naive bayes. The performance of naive bayes in class of WFD is better than certainty factor. So certainty factor performance more significant than naive bayes.

Keywords: expert system, vannamei shrimp, forward chaining, certainty factor

1. Pendahuluan

Latar Belakang

Udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) adalah komoditas dengan nilai ekonomis tinggi di Indonesia [1]. Indonesia yang merupakan negara yang memiliki banyak budidaya dan pembesaran udang vannamei [2]. Dengan semakin banyaknya budidaya udang vannamei, beberapa masalah mulai bermunculan. Salah satunya adalah serangan penyakit. Tambak budidaya udang vannamei yang memiliki kepadatan tinggi dapat menimbulkan permasalahan penyakit. Serangan penyakit umumnya disebabkan oleh kombinasi dari kondisi inang yang melemah, patogen yang ganas, dan kondisi air tambak yang buruk. Persebaran penyakit akan menyebar dari satu udang ke udang lain dan tambak satu ke tambak lain [3].

Dalam budidaya udang vannamei kemunculan penyakit menyebabkan kerugian. Berbagai kasus wabah penyakit yang pernah terjadi karena bakteri, virus, dan jamur membuat pemeliharaan udang terganggu dikarenakan

wabah penyakit tersebut bisa menyebabkan kematian massal [4]. Kematian massal ini dapat mengurangi jumlah panen dari pembudidaya dan menurunkan kualitas udang. Jika jumlah panen sedikit dan kualitasnya buruk maka nilai jualnya rendah. Sehingga pembudidaya akan mengalami kerugian.

Analisis penyakit udang vannamei umumnya dilakukan oleh seorang pakar. Pembudidaya udang vannamei tingkat menengah ke atas memiliki seorang pakar di masing-masing tambak dan terkadang memiliki fasilitas laboratorium mikrobiologi sendiri yang dilengkapi dengan teknologi yang canggih untuk mendeteksi penyakit dan menganalisis solusi yang sesuai sehingga pembudidaya dapat terhindar dari kerugian. Sedangkan, pembudidaya udang vannamei tingkat mikro hanya dapat melakukan analisis solusi penyakit menggunakan alat-alat yang terbatas tanpa dibantu oleh seorang pakar.

Topik dan Batasannya

Permasalahan pendeteksian udang vannamei pada pembudidaya tingkat mikro dimana mereka memiliki keterbatasan alat dan sumber daya, bisa dibantu dengan adanya sistem pakar. Sistem pakar merupakan sebuah bidang dari kecerdasan buatan yang digunakan untuk menyelesaikan masalah manusia berdasarkan pengetahuan yang didapat dari pakar [5].

Metode forward chaining digunakan dalam deteksi jenis penyakit berdasarkan data yang ada dan metode certainty factor digunakan dalam perhitungan nilai tingkat keyakinan dari pendeteksian penyakit. Sebagai pembanding dari certainty factor, penelitian juga menggunakan metode naive bayes. Metode naive bayes pada penelitian ini digunakan untuk perbandingannya dikarenakan data training yang digunakan tidak terlalu banyak. Sistem pakar ini diharapkan mampu membantu pembudidaya udang vannamei tingkat mikro agar terhindar dari kerugian dengan cara memberikan rekomendasi solusi berdasarkan informasi dari pakar terkait.

Batasan dari penelitian ini yaitu untuk deteksi dini penyakit udang kita melihat data perilaku udang seperti tingkat nafsu makan udang dan kondisi air seperti suhu, ph, kecerahan, dan salinitas. Hal tersebut disebabkan karena data tersebut merupakan data yang paling mudah didapatkan di tambak udang. Data diambil dari beberapa tambak udang di Kabupaten Probolinggo yang beroperasi di siklus bulan Oktober-Februari. Selain itu pada penelitian ini, sistem dapat mendeteksi penyakit *White Spot Disease*, *White Feces Disease*, *Infectious Myonecrosis Virus*, *Acute Hepatopancreatic Necrosis Disease* pada udang vannamei menggunakan certainty factor dan forward chaining.

Tujuan

Penelitian dilakukan untuk mengetahui cara mendeteksi dini penyakit udang vannamei dengan cara memperhatikan data perilaku udang dan data kondisi air. Jika perilaku udang dan kondisi kualitas air tidak normal maka ada indikasi udang akan terserang penyakit. Selain itu, penelitian ini dilakukan agar tahu cara mengembangkan sistem pakar deteksi penyakit pada udang vannamei. Sistem pakar menggunakan forward chaining untuk pengambilan keputusan dan certainty factor sebagai nilai keyakinan dari hasil deteksi. Dengan forward chaining dan certainty factor, sistem pakar dapat mendeteksi penyakit berdasarkan data pengetahuan yang bersumber dari pakar.

Organisasi Tulisan

Penelitian ini memiliki tahapan berupa studi literatur, pengumpulan data, perancangan sistem, dan implementasi. Studi literatur dilakukan agar mendapat informasi yang berhubungan dengan penelitian. Studi literatur dilakukan dengan mempelajari dan menganalisis referensi dari artikel ilmiah, buku, dan jurnal yang tersedia. Melakukan pengumpulan data dengan cara wawancara dengan pakar udang vannamei. Data tersebut akan digunakan sebagai basis pengetahuan dari sistem pakar. Perancangan Sistem untuk mempersiapkan kebutuhan sistem mulai dari perangkat lunak dan perangkat keras hingga analisis kebutuhan dan perancangan sistem. Implementasi penelitian berupa sistem pakar dengan metode forward chaining dan certainty factor menggunakan basis pengetahuan dari pakar yang sesuai dengan perancangan sistem. Kemudian penggunaan metode naive bayes sebagai pembanding dari certainty factor dalam menentukan nilai pada hasil deteksi penyakit.

2. Studi Terkait

Studi literatur merupakan salah satu tahapan dari metodologi penelitian. Studi literatur berupa penelitian terdahulu sangat penting dalam penelitian selanjutnya agar terdapat perbaruan dan bisa digunakan sebagai referensi dalam pelaksanaan penelitian. Berikut adalah studi terkait penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya.

Iskandar (2019) melakukan penelitian sistem pakar diagnosa penyakit udang windu dengan metode naive bayes. Sistem pakar tersebut dapat mengidentifikasi penyakit pada udang windu berdasarkan gejalanya dan menghitung nilai kepercayaan berdasarkan gejala yang dipilih [6]. Hubungan dengan penelitian yang dilakukan penulis adalah pembuatan sistem pakar sebagai pendeteksi penyakit pada udang. Namun, untuk menghasilkan nilai kepastian dari hasil sistem pakar, penelitian penulis menggunakan metode certainty factor.

Rio Andika (2019) melakukan penelitian yang membahas sistem pakar berbasis menggunakan metode certainty factor dan metode CBR (Case-Based Reasoning). Metode certainty factor digunakan untuk mencari nilai keyakinan penyakit dan Case-Based Reasoning digunakan untuk mendapatkan nilai yang mirip dengan kasus sebelumnya [7]. Hubungan dengan penelitian yang dilakukan penulis adalah penggunaan metode certainty factor untuk menghitung nilai kepastian dalam hasil deteksi penyakit. Namun, mesin inferensi yang digunakan pada penelitian penulis yaitu metode forward chaining.

Davit Wijaya, Machudor Yusman, dan Akhmad Ikhwan (2022) meneliti sistem pakar yang digunakan untuk menentukan penyakit udang vannamei. Dalam penelitian ini, implementasi sistem pakar dilakukan melalui web, dan diagnosis penyakit udang dilakukan melalui metode backward chaining [8]. Pada penelitian tersebut, sistem pakar menggunakan pengetahuan pakar dari laboratorium Dinas Perikanan. Hubungan dengan penelitian yang dilakukan penulis adalah tujuan pengembangan sistem pakar ini adalah untuk mendeteksi penyakit pada udang vannamei. Namun, mesin inferensi yang digunakan pada penelitian penulis yaitu metode forward chaining dan nilai probabilitas dari hasil sistem pakar menggunakan certainty factor.

Nurul Hafiza, Indra Kelana Jaya, dan Siswan Syahputra (2022) meneliti sistem pakar untuk diagnosa penyakit udang vannamei dengan metode certainty factor. Penelitian tersebut dilakukan menggunakan metode certainty factor untuk melihat tingkat kepastian hasil diagnosa penyakit udang dari sistem pakar [1]. Hubungan dengan penelitian yang dilakukan penulis adalah penggunaan sistem pakar dalam deteksi penyakit pada udang vannamei dengan metode certainty factor. Namun, mesin inferensi yang digunakan pada penelitian penulis yaitu metode forward chaining.

Ery Mintoni, Wildan Mahmud, Iqlima Zahari, Moch. Sjamsul Hidajat Widyatmoko, Toni Wibowo, dan Bhakti Eka Ferdianto (2023) telah melakukan penelitian tentang penggunaan forward chaining dan naïve bayes dalam deteksi penyakit pada burung merpati. Forward chaining digunakan dalam penelitian ini untuk membuat kesimpulan tentang penyakit, sedangkan naïve bayes digunakan untuk menentukan nilai kemungkinan tertinggi untuk beberapa penyakit. [9]. Hubungan dengan penelitian yang dilakukan penulis adalah penerapan sistem pakar untuk mendeteksi penyakit pada hewan menggunakan forward chaining dan naïve bayes. Namun, juga menggunakan naïve bayes untuk membandingkan hasil certainty factor pada penelitian penulis.

2.1 Penyakit Udang Vannamei

Beberapa contoh penyakit udang vannamei yaitu *White Spot Disease (WSD)*, *White Feces Disease (WFD)*, *Infectious Myonecrosis Virus (IMNV)*, dan *Acute Hepatopancreatic Necrosis Disease (AHPND)*. WSD merupakan penyakit yang sangat merugikan pembudidaya dengan ciri utama bintik putih pada udang [10]. WFD adalah penyakit gangguan pencernaan pada udang dengan tanda adanya kotoran putih mengambang di permukaan [11]. IMNV adalah penyakit gangguan jaringan otot pada udang dengan tingkat kematian yang tinggi [12]. AHPND adalah penyakit dengan fenomena nekrosis yang memiliki angka mortalitas 100% pada udang usia 30-35 hari [13].

2.2 Kecerdasan Buatan

Kecerdasan buatan merupakan cabang bidang ilmu komputer yang berhubungan dengan pemodelan pemikiran dan tingkah laku manusia ke dalam sistem komputer. Kecerdasan Buatan berkembang dari teori komputasi, ilmu pengetahuan kognitif, dan logika. Penerapan kecerdasan buatan dapat disesuaikan dengan kebutuhan manusia. Manusia dapat memilih satu ataupun menggabungkan beberapa bidang kecerdasan buatan [14]. Maka dari itu, kecerdasan buatan dapat digunakan untuk segala keahlian.

2.3 Sistem Pakar

Sistem Pakar dikenal juga sebagai sistem dengan mesin inferensi yang mampu melakukan penalaran berdasarkan aturan dalam basis pengetahuan [15]. Sistem pakar adalah pengembangan kecerdasan buatan pada bidang sistem pengambilan keputusan. Sistem pakar terdiri dari basis pengetahuan yang adalah representasi pengetahuan dari pakar atau ahli [16] dan mesin inferensi yang bertugas untuk penalaran berdasarkan kumpulan informasi di basis pengetahuan [17].

2.4 Metode Forward Chaining

Forward Chaining merupakan metode penarikan kesimpulan atau solusi suatu permasalahan berdasarkan data yang sesuai dengan kondisi nyata. Metode ini berfokus pada pengambilan keputusan berdasarkan data masukan yang ada dan aturan-aturan yang tersimpan dalam basis pengetahuan. Forward chaining adalah salah satu metode mesin inferensi yang digunakan di sistem pakar [18].

2.5 Metode Certainty Factor

Metode Certainty factor adalah metode yang digunakan sebagai pengukuran tingkat keyakinan atau kepastian dalam suatu kesimpulan. Umumnya kesimpulan yang dihasilkan oleh mesin inferensi sistem pakar. Certainty factor

merupakan contoh pengembangan sistem pakar dan kecerdasan buatan untuk mendiagnosis keputusan yang belum pasti [19].

2.6 Metode Naive Bayes

Metode naïve bayes merupakan metode klasifikasi berdasarkan probabilitas dari atribut yang telah dinilai. Salah satu dari kelebihan dari penggunaan metode naïve bayes adalah jumlah data training dan testing yang diperlukan tidak perlu banyak [9]. Naive bayes bisa digunakan hanya dengan jumlah data kurang dari 100. Klasifikasi dengan metode naïve bayes menunjukkan bahwa atribut dalam sebuah kelas tidak bergantung pada atribut lainnya [20].

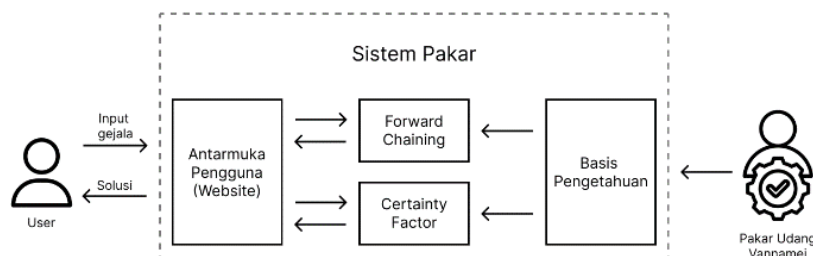
2.7 Website

Website adalah kumpulan beberapa halaman yang dapat dibuka menggunakan internet. Website dapat menampilkan teks, suara, gambar, video hingga animasi. Website dibangun menggunakan Bahasa pemrograman HTML, CSS, JavaScript, dan *server-side scripting* seperti PHP. Website dapat diakses dari semua perangkat asalkan terhubung ke internet[21].

3. Sistem yang Dibangun

3.1 Desain Sistem

Desain sistem pakar deteksi penyakit udang vannamei adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1 Desain sistem

Gambar 3.1 desain sistem tersebut menjelaskan cara kerja sistem dalam mendeteksi penyakit pada udang vannamei menggunakan forward chaining dan certainty factor.

Metode yang digunakan pada penelitian sistem pakar deteksi penyakit udang berbasis tambak yaitu forward chaining dan metode certainty factor. Metode forward chaining pada penelitian ini digunakan sebagai pengambil keputusan atau mesin inferensi berdasarkan basis pengetahuan. Sistem pakar mengidentifikasi perilaku udang dan kualitas air. Kemudian sistem melakukan penelusuran menggunakan fakta awal dengan mengikuti aturan atau basis pengetahuan yang sudah dibuat. Penelusuran tersebut dilakukan hingga mencapai suatu kesimpulan deteksi penyakit. Berdasarkan kesimpulan tersebut, sistem memberikan solusi yang didapat dari basis pengetahuan. Metode certainty factor pada penelitian ini digunakan untuk menghasilkan nilai tingkat keyakinan. Metode certainty factor memberikan nilai pada setiap gejala. Penilaian ini dilakukan oleh pakar udang vannamei. Sistem memberikan nilai keyakinan dari kesimpulan yang sudah diperoleh kepada user.

Penelitian ini membandingkan perhitungan dari certainty factor dan metode naïve bayes dalam menilai hasil deteksi penyakit. Pada naïve bayes pembagian dataset menggunakan perbandingan 6:4. Hasil perbandingan ini digunakan untuk menilai apakah metode certainty factor lebih baik dari naïve bayes.

3.2 Alur Metode Forward Chaining

Hal pertama yang dilakukan adalah menginputkan gejala dimana pada penelitian ini gejalanya berupa nafsu makan udang, kondisi air seperti pH, suhu, salinitas, kecerahan. Gejala diinputkan satu per satu. Ketika semua gejala sudah diinputkan, maka gejala tersebut akan diperiksa oleh aturan yang disimpan dalam bentuk IF[premis] THEN[konklusi] [22]. Premis berupa gejala seperti nafsu makan udang, kondisi air seperti pH, suhu, salinitas, kecerahan. Konklusi berupa penyakit udang vannamei dan solusinya. Apabila premis lebih dari satu maka dapat dihubungkan dengan operator logika AND atau OR. Contoh bentuk persamaan dari kondisi tersebut yaitu:

$$IF[gejala\ 1]\ AND\ [gejala\ 2]\ AND\ [gejala\ 3]\ THEN\ [penyakit] \tag{3.1}$$

Jika berdasarkan pemeriksaan aturan penyakit udang vannamei ditemukan, maka hasil deteksi penyakit dan solusi akan ditampilkan.

3.3 Alur Metode Certainty Factor

Pada certainty factor, pertama kita harus memilih gejala sesuai dengan penyakitnya. Gejala disini berupa nafsu makan udang, kondisi air seperti pH, suhu, salinitas, kecerahan. Kemudian dilakukan pengecekan apakah yang dimasukkan merupakan gejala pertama. Apabila masih ada gejala yang perlu dipilih lagi atau tidak. Jika ada, maka dilakukan perhitungan CF gabungan yang merupakan perhitungan nilai certainty factor gejala yang sekarang dan sebelumnya. Berikut ini adalah rumus gabungan certainty factor terhadap beberapa gejala [23]

1. Certainty factor satu persamaan

$$CF_{net} = CF[H, E] = CF_{rule} * CF_{evidence} \tag{3.2}$$

2. Certainty factor gabungan

$$C_{net\ 1 + 2} = CF_{net\ 1} + CF_{net\ 2} * [1 - CF_{net\ 1}] \tag{3.3}$$

Keterangan:

- CF_{rule}* : Faktor keyakinan dari aturan/hipotesis
- CF_{evidence}* : Faktor keyakinan evidence
- CF_{net}* : Faktor keyakinan dalam hipotesis H dipengaruhi fakta E
- CF_{net 1 + 2}* : Faktor keyakinan gabungan 1 dan 2

3.4 Alur Metode Naive Bayes

Hal yang pertama dilakukan adalah *pre-processing* data seperti mengecek ada data yang kosong atau tidak dan mengubah kolom yang berisi ‘YES’ dan ‘NO’ menjadi nilai 1 dan 0. Kemudian dilakukan pembagian *data training* sebesar 60% dan *data testing* menjadi 40%. Pembagian data ini dilakukan secara manual karena jumlahnya yang terbatas. Setelah pembagian data maka dilakukan pembuatan model naive bayes. Kemudian melakukan testing model menggunakan data testing untuk mendapat akurasi dari naive bayes.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Analisis Data

Data yang perlu dianalisis pada bagian ini yaitu gejala, penyakit, dan pengetahuan untuk metode forward chaining. Kemudian data tingkat keyakinan pakar untuk masing-masing gejala yang akan digunakan untuk metode certainty factor. Berikut ini data gejala dan penyakit yang telah diperoleh.

Tabel 4.1 Data Gejala dan Penyakit

Kode Gejala	Nama Gejala	Penyakit			
		WSD	WFD	IMNV	AHPND
G1	Suhu air kurang dari 28 atau lebih dari 31.5 celcius	yes	yes	yes	yes
G2	Ph air kurang dari 7.5 atau lebih dari 8.5	yes	yes	yes	yes
G3	Kecerahan air tidak berada di angka 20-45 cm	yes	yes	yes	yes
G4	Salinitas kurang dari 10 atau lebih dari 35 g/l	yes	yes	yes	yes
G5	Udang berenang ke permukaan	yes	no	no	no
G6	Udang berkumpul di pematang kolam dengan luka di antena	yes	no	no	no
G7	Hepatopankreas membesar dan berwarna putih kekuningan	yes	no	no	no
G8	Nafsu makan menurun	yes	yes	no	yes
G9	Hepatopankreas mengecil dan berwarna keputihan	no	yes	yes	no
G10	Usus kosong	no	yes	no	yes
G11	Udang pucat	no	no	yes	no
G12	Udang memerah di bagian ruas hingga ekor	no	no	yes	no
G13	Kulit mengelupas bukan pada siklus molting	no	no	no	yes

Tabel 4.2 Aturan Penyakit

Penyakit	Aturan	Solusi
White Spot Disease(WSD)	IF G1 AND G2 AND G3 AND G4 AND G5 AND G6 AND G7 AND G8 THEN WSD	Menambahkan vitamin c, beta-glucan, fucoidan dan imunostimulan lain pada pakan yang dapat meningkatkan ketahanan udang terhadap virus. Pengeringan kolam dengan benar sebelum tebar.

<i>White Feces Disease(WFD)</i>	IF G1 AND G2 AND G3 AND G4 AND G8 AND G9 AND G10 THEN WFD	Menghentikan atau mengurangi pemberian pakan untuk jangka waktu tertentu, gunakan kincir untuk aerasi yang lebih baik, dan beri probiotik 3x dosis penggunaan normal.
<i>Infectious Myonecrosis Virus(IMNV)</i>	IF G1 AND G2 AND G3 AND G4 AND G9 AND G11 AND G12 THEN IMNV	Memberikan multivitamin hingga kondisi udang kembali normal. Beri probiotik dan kapur dengan rutin di pagi hari, kurangi jumlah pakan 30-40% dari biasanya
<i>Acute HepatopancreaticNecrosis Disese(AHPND)</i>	IF G1 AND G2 AND G3 AND G4 AND G8 AND G10 AND G13 THEN AHPND	Menjaga kualitas air supaya tidak ada parameter yang berubah secara mendadak. Lakukan Sampling secara rutin. Atur kepadatan udang dengan baik
Tidak Sakit	IF G1 AND G2 AND G3 AND G4 THEN "TIDAK SAKIT"	Udang tidak terserang penyakit. Apabila kondisi air tambak dalam kondisi tidak sesuai standar segera lakukan penyesuaian

Gejala pada tabel 4.1 dan aturan penyakit pada tabel 4.2 didapatkan berdasarkan Permen KP Nomor 75 Tahun 2016 tentang pedoman umum pembesaran udang windu dan udang vannamei. Selain itu juga dilakukan studi literatur [24], [25], [26], [27] dan wawancara dengan pakar. Penyakit WSD, WFD, IMNV, dan AHPND merupakan penyakit yang sering dijumpai pada tambak udang vannamei.

Tabel 4.3 Nilai CF Rule dan Evidence

Kode Gejala	WSD		WFD		IMNV		AHPND	
	CF Rule	CF Evidence	CF Rule	CF Evidence	CF Rule	CF Evidence	CF Rule	CF Evidence
G1	0,27	0,67	0,33	0,53	0,40	0,60	0,33	0,60
G2	0,40	0,67	0,40	0,73	0,47	0,60	0,47	0,60
G3	0,47	0,67	0,47	0,60	0,47	0,60	0,53	0,60
G4	0,33	0,40	0,40	0,53	0,33	0,53	0,33	0,60
G5	0,73	0,40	x	x	x	x	x	x
G6	0,67	0,27	x	x	x	x	x	x
G7	0,60	0,93	x	x	x	x	x	x
G8	0,87	0,40	0,80	0,80	x	x	0,73	0,73
G9	x	x	0,60	0,73	0,47	0,67	x	x
G10	x	x	0,67	0,87	x	x	0,8	0,67
G11	x	x	x	x	0,73	0,73	x	x
G12	x	x	x	x	0,80	0,93	x	x
G13	x	x	x	x	x	x	0,8	0,87

Pada tabel 4.3 terdapat penilaian pakar dan pengguna terkait tingkat kepercayaan gejala terhadap masing-masing penyakit sesuai dengan aturan yang dituliskan di tabel 4.2. Untuk gejala yang tidak termasuk dalam penyakit disimbolkan dengan 'x'. Nilai CF rule didapat dari 3 pakar. Sedangkan CF evidence didapat dari 3 petugas tambak. Setiap narasumber memberikan nilai keyakinan pada masing-masing gejala dengan skala 0-5. Nilai tersebut lalu diubah ke skala 0-1 kemudian dihitung rata-rata untuk CF Pakar dan CF pengguna.

4.2 Hasil Pengujian

4.2.1 Pengujian Website

Website dari sistem pakar deteksi penyakit udang vannamei memiliki dua tipe pengguna. Pengguna yang pertama adalah tamu atau pengguna yang hanya bisa melakukan cek penyakit saja. Pengguna menggunakan website sistem pakar untuk mendeteksi penyakit dengan membuka halaman cek penyakit kemudian memilih gejala seperti gejala dengan kode G5, G6, G7, G8 kemudian klik tombol submit. Setelah itu, sistem akan menampilkan nama penyakit, nilai certainty factor, dan rekomendasi solusi pada halaman hasil.

Tipe pengguna yang kedua adalah admin. Pengguna bisa masuk sebagai admin dengan melakukan proses login terlebih dahulu menggunakan akun admin. Admin dapat membuka halaman gejala untuk menambahkan gejala baru, mengubah gejala yang sudah ada, dan dapat menghapus gejala. Pada halaman pengetahuan admin juga bisa menambahkan pengetahuan dari sistem pakar dengan memilih penyakit dan gejala terlebih dahulu lalu mengisi nilai CF rule dan CF evidence. Selain itu, admin juga dapat mengubah nilai CF rule dan CF evidence dari data yang sudah ada. Admin juga dapat menghapus data pengetahuan yang sudah dibuat. Admin juga dapat

melakukan deteksi penyakit seperti yang bisa dilakukan oleh pengguna tamu. Tombol logout juga tersedia apabila ingin berhenti mengakses sistem pakar sebagai admin.

4.2.2 Pengujian Data

Pengujian data dilakukan dengan menghitung nilai certainty factor dan naive bayes berdasarkan data testing yang sudah disiapkan. Untuk certainty factor perhitungannya menggunakan nilai certainty factor yang sudah ditulis pada tabel 4.3. Pengujian metode certainty factor dilakukan dengan menguji data satu persatu ke dalam sistem pakar yang hasilnya dapat dilihat di lampiran 2. Berikut adalah confusion matrix dari pengujian certainty factor.

Tabel 4.4 Confusion Matrix Certainty Factor

		AKTUAL				
		WSD	WFD	IMNV	AHPND	Tidak Sakit
PREDIKSI	Class					
	WSD	10	0	0	0	0
	WFD	0	6	1	1	0
	IMNV	0	0	5	0	0
	AHPND	0	0	0	4	0
	Tidak Sakit	0	0	0	0	8

Pengujian metode naive bayes dilakukan menggunakan google colaboratory dengan memanfaatkan model Multinomial Naive Bayes dari library scikit-learn. Dari total 89 data, 54 diantaranya sebagai data training dan 35 sebagai data testing. Berikut adalah hasil pemodelan multinomial naive bayes.

```

model = MultinomialNB(alpha=1.0, class_prior=None, fit_prior=True)
model.fit(x_train, y_train)
predicted = model.predict(x_test)
print ("Testing Accuracy: {:.2f}".format(accuracy_score(y_test, predicted)))
print("\n")
Testing Accuracy: 0.80
    
```

Gambar 4.6 Pengujian Metode Naive Bayes

Pada gambar 4.6 variabel terbagi menjadi variabel independen atau x berupa gejala dan variabel dependen atau y berupa nama penyakitnya. Model yang berdasarkan x_test menghasilkan prediksi berupa variabel predicted. Hasil prediksi dan data aktual dibandingkan dan disajikan dalam bentuk confusion matrix seperti tabel 4.5.

Tabel 4.5 Confusion Matrix Naive Bayes

		AKTUAL				
		WSD	WFD	IMNV	AHPND	Tidak Sakit
PREDIKSI	Class					
	WSD	10	0	0	0	4
	WFD	0	6	0	1	0
	IMNV	0	0	4	0	0
	AHPND	0	0	0	4	0
	Tidak Sakit	0	0	2	0	4

Berdasarkan confusion matrix certainty factor dan naive bayes maka menghasilkan nilai recall, presisi, dan f1-score. Berikut adalah tabel perbandingannya.

Tabel 4.6 Hasil Pengujian

	Certainty Factor					Naïve Bayes				
	WSD	WFD	IMNV	AHPND	Tidak Sakit	WSD	WFD	IMNV	AHPND	Tidak Sakit
Recall	1	1	0,83	0,8	1	1	1	0,67	0,8	0,5
Precision	1	0,75	1	1	1	0,71	0,86	1	1	0,67
F1-score	1	0,86	0,91	0,89	1	0,83	0,92	0,8	0,89	0,57

Tabel 4.6 berisikan recall, precision, dan f1-score dari masing-masing penyakit pada certainty factor dan naive bayes. F1-score pada class WSD, IMNV, dan Tidak Sakit dari certainty factor lebih baik dari naive bayes. F1-score pada class WFD dari naive bayes lebih baik dari certainty factor. Untuk class AHPND pada certainty factor dan naive bayes memiliki nilai yang sama

4.3 Analisis Hasil Pengujian

Pada tabel 4.6 f1-score WSD pada certainty factor lebih baik daripada naive bayes hal ini bisa dilihat dari certainty factor bernilai 1 dan naive bayes bernilai 0,83. Perbedaan f1-score berasal dari precision WSD dimana naive bayes bernilai 0,71 yang berarti tidak semua yang diprediksi WSD oleh naive bayes adalah benar.

F1-score WFD pada naive bayes lebih baik daripada certainty factor hal ini bisa dilihat dari certainty factor bernilai 0,86 dan naive bayes bernilai 0,92. Perbedaan f1-score berasal dari precision WFD dimana naive bayes bernilai 0,86 dan certainty factor bernilai 0,75 yang berarti prediksi WFD dengan hasil salah oleh naive bayes lebih sedikit daripada certainty factor.

F1-score IMNV pada certainty factor lebih baik daripada naive bayes hal ini bisa dilihat dari certainty factor bernilai 0,91 dan naive bayes bernilai 0,8. Perbedaan f1-score berasal dari recall IMNV dimana certainty factor bernilai 0,83 dan naive bayes bernilai 0,67 yang berarti prediksi IMNV dengan hasil benar oleh certainty factor lebih banyak daripada naive bayes.

F1-score AHPND pada certainty factor sama dengan naive bayes hal ini bisa dilihat dari F1-score keduanya bernilai 0,89. Hal ini disebabkan oleh nilai precision dan recall yang sama. Nilai recall bernilai 0,8 yang berarti jumlah prediksi AHPND dengan hasil benar certainty factor sama dengan naive bayes.

F1-score Tidak Sakit pada certainty factor lebih baik daripada naive bayes hal ini bisa dilihat dari certainty factor bernilai 1 dan naive bayes bernilai 0,57. Perbedaan f1-score berasal dari recall Tidak Sakit naive bayes yang bernilai 0,5 dan precision Tidak Sakit bernilai 0,67 yang berarti tidak semua yang diprediksi Tidak Sakit oleh naive bayes adalah benar.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa sistem pakar deteksi dini penyakit udang vannamei berbasis tambak dengan forward chaining dan certainty factor dapat melakukan deteksi dini penyakit berdasarkan data perilaku udang dan data kualitas air. Sistem pakar ini bisa membantu petugas tambak melakukan deteksi dini penyakit udang vannamei. Sistem pakar dapat menampilkan penyakit, nilai certainty factor, dan rekomendasi solusi berdasarkan gejala yang dipilih oleh petugas tambak.

Selain itu, hasil pengujian juga menunjukkan bahwa performa certainty factor dalam deteksi dini penyakit AHPND sama dengan naive bayes. Untuk performa certainty factor dalam deteksi WSD, IMNV, dan tidak sakit lebih baik daripada naive bayes. Sedangkan performa naive bayes dalam deteksi dini penyakit WFD lebih baik daripada certainty factor. Sehingga performa certainty factor lebih signifikan dibanding naive bayes.

5.1 Saran

Beberapa saran yang dapat dibarikan untuk penelitian selanjutnya adalah menambahkan jenis penyakit udang vannamei agar bisa dideteksi oleh sistem pakar. Kemudian tambahkan lagi data gejala dan penyakit dari tambak yang belum diambil datanya. Apabila memiliki data yang cukup banyak maka bisa melakukan pengujian dengan metode lainnya.

Daftar Pustaka

- [1] N. Hafiza, I. Kelana Jaya, and S. Syahputra, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Udang Vannamei (*Litopenaeus Vannamei*) Menggunakan Metode Certainty Factor (Studi Kasus Dinas Perikanan Dan Kelautan Kabupaten Langkat, Sumatera Utara)," *Jurnal Informatika Kaputama (JIK)*, vol. 6, no. 3, pp. 591–601, 2022.
- [2] H. Ariadi *et al.*, "Keterkaitan Hubungan Parameter Kualitas Air Pada Budidaya Intensif Udang Putih (*Litopenaeus vannamei*)," *Samakia: Jurnal Ilmu Perikanan*, vol. 12, no. 1, pp. 18–27, 2021.
- [3] N. Y. Mamesah, R. A. Tumbol, I. R. N. Salindeho, R. L. Kreckhoff, S. L. Undap, and E. L. A. Ngangi, "Identifikasi, prevalensi, indeks dominansi, tingkat kesukaan dan intensitas serangan parasit pada udang vanname (*Litopenaeus vannamei*) di Tambak," *e-Journal Budidaya Perairan*, vol. 11, no. 2, pp. 130–138, 2023.
- [4] C. P. Abudi, Y. Koniyo, S. P. Suherman, A. Lamadi, and B. Perairan, "Identifikasi Infeksi WSSV (White Spot Syndrome Virus) Pada Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Dengan Metode PCR (Polimerase Chain Reaction) Di Kecamatan Wanggarasi (Identification of WSSV (White Spot Syndrome Virus) Infection in Vannamei Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Using PCR (Polymerase Chain Reaction) Method in Wanggarasi Sub-district)," *Review Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, vol. 2, no. 1, 2023.
- [5] A. S. Ashidiqi, I. Widaningrum, and J. Karaman, "Implementation of The Certainty Factor Method in The Expert System For Early Diagnosis of Dyslexia in Childhood," *INTENSIF: Jurnal Ilmiah Penelitian dan Penerapan Teknologi Sistem Informasi*, vol. 7, no. 1, pp. 18–32, Feb. 2023, doi: 10.29407/intensif.v7i1.18433.

- [6] Iskandar, "SISTEM PAKAR DIAGNOSA PENYAKIT PADA UDANG WINDU (PENAEUS MONODON) MENGGUNAKAN METODE BAYES," *JURNAL SISTEM INFORMASI DAN TEKNIK KOMPUTER*, vol. 4, no. 1, pp. 47–53, 2019.
- [7] R. Andika, "SISTEM PAKAR MENDIAGNOSA VIRUS PADA UDANG VANNAMEI DENGAN IMPLEMENTASI METODE CBR (CASE-BASED REASONING) DAN CERTAINTY FACTOR," *Jurnal Pelita Informatika*, vol. 8, no. 2, pp. 248–253, 2019.
- [8] D. Wijaya, M. Yusman, and A. Ikhwan, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Udang Vannamei Menggunakan Metode Forward Chaining Berbasis Web (Studi Kasus : Petambak Udang Dirawajitu)," *Jurnal Teknologi dan Informatika (JEDA)*, vol. 3, no. 1, pp. 1–7, Apr. 2022.
- [9] E. Mintorini *et al.*, "Penerapan Kombinasi Forward Chaining Dan Naive Bayes Untuk Mendeteksi Penyakit Pada Burung Merpati Balap," in *Prosiding SEMNAS INOTEK (Seminar Nasional Inovasi Teknologi)*, Online, 2023, pp. 2549–7952.
- [10] I. Lestari *et al.*, "DETEKSI VIRUS WSSV (White Spot Syndrom Virus) PADA UDANG VANNAMEI (Litopenaeus vannamei) YANG DILALULINTASKAN MELALUI STASIUN KARANTINA IKAN PENGENDALIAN MUTU DAN KEAMANAN HASIL PERIKANAN BENGKULU," in *SEMNAS IKL UNIB*, 2022, pp. 211–215.
- [11] J. Marbun, E. Harpeni, and W. Wardiyanto, "Penanganan penyakit white feces pada udang vaname (Litopenaeus vannamei) menggunakan aplikasi pakan yang dicampur ekstrak lengkuas merah *Alpinia purpurata k. schum.*," *Depik*, vol. 8, no. 2, pp. 76–86, Aug. 2019, doi: 10.13170/depik.8.2.13570.
- [12] R. K. Jha, H. Babikian, . K., and S. Srisombat, "Managing infectious myonecrosis virus (IMNV) in Vannamei shrimp culture: Learning by doing," *Int J Fish Aquat Stud*, vol. 9, no. 1, pp. 385–391, Jan. 2021, doi: 10.22271/fish.2021.v9.i1e.2424.
- [13] P. Studi Ilmu Kelautan, F. Pertanian Universitas Tunojoyo Madura Jl Raya Telang, and J. Timur, "Fenomena Infeksi Acute Hepatopancreatic Necrosis Disease pada Budidaya Udang Vaname di Kabupaten Bangkalan Amirul Suryana, Eka Nurrahema Ning Asih * , Insafitri," *J Mar Res*, vol. 12, no. 2, pp. 212–220, 2023, doi: 10.14710/jmr.v12i2.35632.
- [14] A. Octaviani and P. Dewi, "Kecerdasan Buatan sebagai Konsep Baru pada Perpustakaan," *ANUVA*, vol. 4, no. 4, pp. 453–460, 2020.
- [15] B. H. Hayadi, E. Widawati, M. Bachtiar, D. Fazli, and N. Tambunan, "Certainty Factor Method Analysis for Identification of Covid-19 Virus Accuracy," *International Journal of Informatics and Information Systems*, vol. 6, no. 1, pp. 38–46, 2023.
- [16] X. Huang *et al.*, "A Generic Knowledge Based Medical Diagnosis Expert System," in *ACM International Conference Proceeding Series*, Association for Computing Machinery, Nov. 2021, pp. 462–466. doi: 10.1145/3487664.3487728.
- [17] D. Janjanam, B. Ganesh, and L. Manjunatha, "Design of an expert system architecture: An overview," in *Journal of Physics: Conference Series*, IOP Publishing Ltd, Feb. 2021. doi: 10.1088/1742-6596/1767/1/012036.
- [18] A. Salma Shafira, A. Burhanuddin, and D. Chika Fransisca, "Sistem Pakar dalam Identifikasi Penyakit Pada Ikan Nila dengan Menggunakan Metode Forward Chaining dan Certainty Factor," *Smart Comp*, vol. 11, no. 3, pp. 396–404, 2022.
- [19] A. O. Weking and E. T. Wea, "Laporan Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Ikan Lele Dengan Metode Forward Chaining Dan Certainty Factor," *Jurnal Sains dan Teknologi*, vol. 3, no. 1, pp. 24–27, 2021.
- [20] U. Syaripudin, R. Zaenal, M. F. A. Duri, E. Firmansyah, and A. Rahman, "Comparison between Naïve Bayes and certainty factor to predict big five personality," in *Journal of Physics: Conference Series*, Institute of Physics Publishing, Dec. 2019. doi: 10.1088/1742-6596/1402/7/077030.
- [21] A. Maulida, A. Rahmatulloh, I. Ahussalim, R. Alvian Jaya Mulia, and P. Rosyani, "Analisis Metode Forward Chaining pada Sistem Pakar: Systematic Literature Review," *Jurnal Manajemen, Ekonomi, Hukum, Kewirausahaan, Kesehatan, Pendidikan dan Informatika (MANEKIN)*, vol. 1, no. 4, pp. 144–151, 2023, [Online]. Available: <https://journal.mediapublikasi.id/index.php/manekin>
- [22] A. Sulistyohati and T. Hidayat, "APLIKASI SISTEM PAKAR DIAGNOSA PENYAKIT GINJAL DENGAN METODE DEMPSTER-SHAFFER," *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi*, 2008.
- [23] S. Kumova Metin, B. Karaođlan, T. Kışla, and K. Soleymanzadeh, "Certainty factor model in paraphrase detection," *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences*, vol. 27, no. 2, pp. 139–150, 2021, doi: 10.5505/pajes.2020.75350.
- [24] PT JALA Akuakultur Lestari Alamku, "White Spot Syndrome (WSS / WSD)." Accessed: Feb. 05, 2024. [Online]. Available: <https://app.jala.tech/diseases/white-spot-syndrome>
- [25] PT JALA Akuakultur Lestari Alamku, "White Feces Disease (WFD)." Accessed: Feb. 05, 2024. [Online]. Available: <https://app.jala.tech/diseases/white-feces-disease>
- [26] PT JALA Akuakultur Lestari Alamku, "Infectious Myonecrosis Disease (IMNV / Myo)." Accessed: Feb. 05, 2024. [Online]. Available: <https://app.jala.tech/diseases/infectious-myonecrosis-virus>

[27] PT JALA Akuakultur Lestari Alamku, “Acute Hepatopancreatic Necrosis Disease (AHPND).” Accessed: Feb. 05, 2024. [Online]. Available: <https://app.jala.tech/diseases/acute-hepatopancreatic-necrosis-disease>

Lampiran:

1. Nilai Certainty Factor pakar dan user:

WSD (P1)						
Kode Gejala	Rule			Evidence		
	Pakar 1	Pakar 2	Pakar 3	User 1	User 2	User 3
G1	0,40	0,2	0,2	0,60	1	0,4
G2	0,80	0,2	0,2	0,60	1	0,4
G3	0,80	0,2	0,4	0,60	1	0,4
G4	0,80	0,2	0	0,40	0,4	0,4
G5	0,60	0,6	1	0,20	0,2	0,8
G6	0,60	0,6	0,8	0,20	0,2	0,4
G7	0,80	0,8	0,2	0,80	1	1
G8	0,80	0,8	1	0,20	0,2	0,8

WFD (P2)						
Kode Gejala	Rule			Evidence		
	Pakar 1	Pakar 2	Pakar 3	User 1	User 2	User 3
G1	0,60	0,2	0,2	0,60	0,6	0,4
G2	0,60	0,2	0,4	0,80	1	0,4
G3	0,40	0,2	0,8	0,60	0,6	0,6
G4	0,60	0,2	0,4	0,60	0,6	0,4
G8	0,80	0,6	1	0,80	1	0,6
G9	0,40	0,6	0,8	0,60	0,8	0,8
G10	0,60	0,6	0,8	0,60	1	1

IMNV (P3)						
Kode Gejala	Rule			Evidence		
	Pakar 1	Pakar 2	Pakar 3	User 1	User 2	User 3
G1	0,60	0,2	0,4	0,60	0,6	0,6
G2	0,80	0,2	0,4	0,60	0,6	0,6
G3	0,60	0,2	0,6	0,60	0,6	0,6
G4	0,60	0,2	0,2	0,60	0,6	0,4
G9	0,60	0,6	0,2	0,60	0,6	0,8
G11	0,60	0,6	1	0,80	0,8	0,6
G12	0,60	0,8	1	0,80	1	1

AHPND (P4)						
Kode Gejala	Rule			Evidence		
	Pakar 1	Pakar 2	Pakar 3	User 1	User 2	User 3
G1	0,40	0,2	0,4	0,60	0,60	0,60
G2	0,80	0,2	0,4	0,60	0,60	0,60
G3	0,80	0,2	0,6	0,60	0,60	0,60
G4	0,60	0,2	0,2	0,60	0,60	0,60
G8	0,80	0,6	0,8	0,80	0,60	0,80

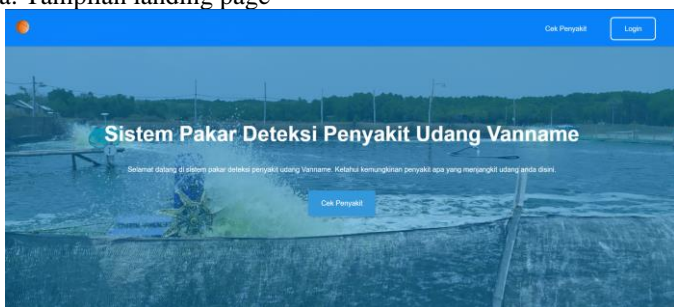
G10	0,80	0,8	0,8	0,80	0,60	0,60
G13	0,60	0,8	1	1,00	0,80	0,80

2. Hasil Uji Certainty Factor dan Naive Bayes:

No	Aktual	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	HASIL CF	Hasil NB
1	WSD	N	N	N	N	Y	Y	Y	Y	N	N	N	N	N	WSD	WSD
2	WSD	N	N	N	N	Y	Y	Y	Y	N	N	N	N	N	WSD	WSD
3	WSD	N	N	N	N	Y	Y	Y	Y	N	N	N	N	N	WSD	WSD
4	WSD	N	N	N	N	Y	Y	Y	Y	N	N	N	N	N	WSD	WSD
5	AHPND	N	N	Y	N	N	N	N	Y	N	Y	N	N	N	WFD	WFD
6	AHPND	N	N	Y	N	N	N	N	Y	N	Y	N	N	Y	AHPND	AHPND
7	AHPND	N	N	Y	N	N	N	N	Y	Y	Y	N	N	Y	AHPND	AHPND
8	AHPND	N	N	Y	N	N	N	N	Y	Y	Y	N	N	Y	AHPND	AHPND
9	AHPND	N	N	Y	N	N	N	N	Y	Y	Y	N	N	Y	AHPND	AHPND
10	WFD	N	N	Y	N	N	N	N	Y	Y	Y	N	N	N	WFD	WFD
11	WFD	N	N	Y	N	N	N	N	Y	Y	Y	N	N	N	WFD	WFD
12	WFD	N	N	Y	N	N	N	N	Y	Y	Y	N	N	N	WFD	WFD
13	WFD	N	N	Y	N	N	N	N	Y	Y	Y	N	N	N	WFD	WFD
14	WFD	N	N	Y	N	N	N	N	Y	Y	Y	N	N	N	WFD	WFD
15	WFD	N	N	N	N	N	N	N	Y	Y	Y	N	N	N	WFD	WFD
16	IMNV	N	N	Y	N	N	N	N	N	Y	N	Y	Y	N	MYO	IMNV
17	IMNV	N	N	Y	N	N	N	N	N	Y	N	Y	Y	N	MYO	IMNV
18	IMNV	N	N	Y	N	N	N	N	N	N	N	N	Y	N	MYO	Tidak Sakit
19	IMNV	N	N	Y	N	N	N	N	N	Y	N	Y	N	N	MYO	IMNV
20	IMNV	N	N	N	N	N	N	N	N	Y	N	Y	Y	N	MYO	IMNV
21	IMNV	N	N	Y	N	N	N	N	N	Y	N	N	N	N	WFD	Tidak Sakit
22	WSD	N	N	Y	N	N	Y	Y	Y	N	N	N	N	N	WSD	WSD
23	WSD	N	N	Y	N	Y	Y	Y	N	N	N	N	N	N	WSD	WSD
24	WSD	N	N	Y	N	Y	N	Y	Y	N	N	N	N	N	WSD	WSD
25	WSD	N	N	N	N	N	Y	Y	Y	N	N	N	N	N	WSD	WSD
26	WSD	N	Y	N	N	N	N	Y	Y	N	N	N	N	N	WSD	WSD
27	WSD	N	N	N	N	Y	N	Y	N	N	N	N	N	N	WSD	WSD
28	Tidak Sakit	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Tidak Sakit	WSD
29	Tidak Sakit	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Tidak Sakit	WSD
30	Tidak Sakit	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Tidak Sakit	WSD
31	Tidak Sakit	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Tidak Sakit	WSD
32	Tidak Sakit	N	N	Y	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Tidak Sakit	Tidak Sakit
33	Tidak Sakit	N	N	Y	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Tidak Sakit	Tidak Sakit
34	Tidak Sakit	N	Y	Y	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Tidak Sakit	Tidak Sakit
35	Tidak Sakit	N	N	Y	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Tidak Sakit	Tidak Sakit

3. Tampilan website sistem pakar:

a. Tampilan landing page



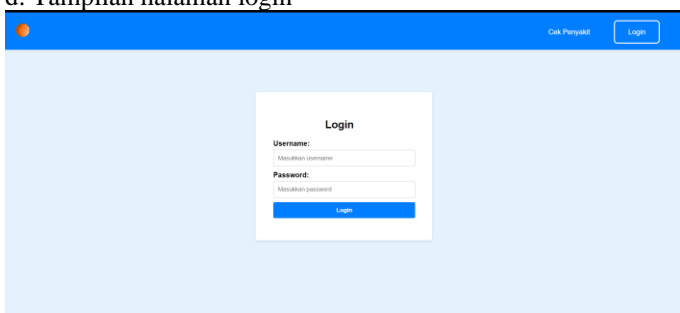
b. Tampilan halaman cek penyakit



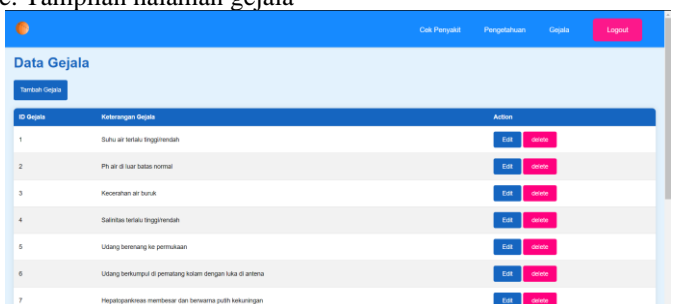
c. Tampilan halaman hasil



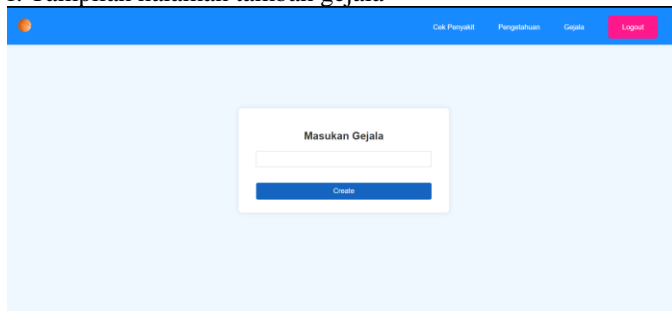
d. Tampilan halaman login



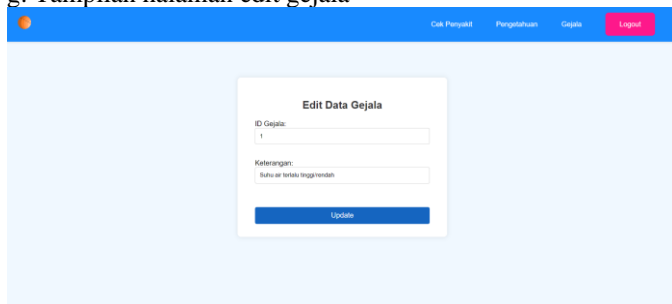
e. Tampilan halaman gejala



f. Tampilan halaman tambah gejala



g. Tampilan halaman edit gejala



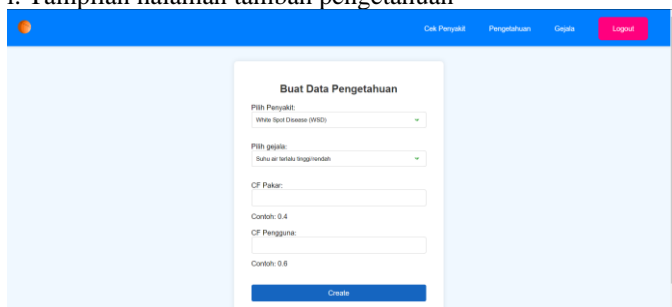
h. Tampilan halaman pengetahuan

Data Pengetahuan

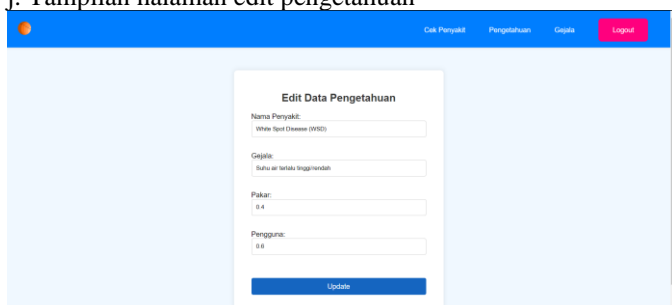
Tambah Pengetahuan

ID Pengetahuan	Kode Penyakit	Nama Penyakit	ID Gejala	Gejala	CF Pakar	CF Pengguna	Action
1	P1	White Spot Disease (WSD)	1	Suhu air terlalu tinggi/rendah	0.4	0.0	Edit delete
2	P1	White Spot Disease (WSD)	2	PH air di luar batas normal	0.8	0.0	Edit delete
3	P1	White Spot Disease (WSD)	3	Kekeruhan air buruk	0.9	0.0	Edit delete
4	P1	White Spot Disease (WSD)	4	Salinitas terlalu tinggi/rendah	0.8	0.4	Edit delete
5	P1	White Spot Disease (WSD)	5	Udang berenang ke permukaan	0.6	0.2	Edit delete
6	P1	White Spot Disease (WSD)	6	Udang berkumpul di pemang karam dengan kuku di antara	0.8	0.2	Edit delete
7	P1	White Spot Disease (WSD)	7	Hepatoparutiasis membesar dan berwarna putih kekuningan	0.8	0.0	Edit delete

i. Tampilan halaman tambah pengetahuan



j. Tampilan halaman edit pengetahuan



4. Pengambilan data tingkat keyakinan pakar



5. Pengambilan data tingkat keyakinan pengguna atau petugas tambak



6. Data gejala dan penyakit di Kabupaten Probolinggo:

..... mengrupas udang pada siklus molting

Lok : Kraksaan

G13

Data Penyakit dan Gejala:

No.	Penyakit	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13
A2/55	WS					✓	✓	✓	✓					
A2/56	WS					✓	✓	✓	✓					
A3/53	WS					✓	✓	✓	✓					
A9/59	WS					✓	✓	✓	✓					
A5/56	WS					✓	✓	✓	✓					
A6/47	WS					✓	✓	✓	✓					
A7/51	WS					✓	✓	✓	✓					
A8/50	WS					✓	✓	✓	✓					
A8/51	WS					✓	✓	✓	✓					
A19/51	WS					✓	✓	✓	✓					
B1/31	AHPND			✓		✓	✓	✓	✓		✓			✓
B1/32	AHPND			✓				✓	✓		✓			✓
B2/31	AHPND			✓				✓	✓		✓			✓
B3/31	AHPND			✓				✓	✓		✓			✓
B4/31	AHPND			✓				✓	✓		✓			✓
B5/31	AHPND			✓				✓	✓		✓			✓
B3/32	AHPND			✓				✓	✓		✓			✓
B2/33	AHPND			✓				✓	✓		✓			✓
Ba/32	AHPND			✓				✓	✓		✓			✓
Ba/33	AHPND			✓				✓	✓		✓			✓
Ba/34	AHPND			✓				✓	✓		✓			✓
22				✓				✓	✓		✓			✓

Gejala dan Penyakit Udang Vannamei

Lok: Bangarsari
Data Penyakit dan Gejala:

Blk/Doc	No.	Penyakit	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13
A9/31	1	IMNV			✓						✓		✓		
A9/32	2	IMNV			✓						✓		✓	✓	
A9/33	3	IMNV			✓						✓		✓	✓	
A9/34	4	IMNV			✓						✓		✓	✓	
A9/35	5	IMNV			✓						✓		✓	✓	
A9/36	6	IMNV			✓						✓		✓	✓	
A9/37	7	IMNV			✓						✓		✓	✓	
A9/38	8	IMNV			✓						✓		✓	✓	
A9/39	9	IMNV			✓						✓		✓	✓	
A9/40	10	IMNV			✓						✓		✓	✓	
A8/35	11	WSD			✓			✓	✓						
A8/36	12	WSD			✓			✓	✓						
A8/37	13	WSD			✓			✓	✓						
A8/36	14	WSD			✓			✓	✓	✓					
A5/37	15	WSD			✓		✓	✓	✓	✓					
A13/38	16	WSD			✓		✓	✓	✓	✓					
A4/36	17	WSD			✓		✓	✓	✓	✓					
A4/37	18	WSD			✓		✓	✓	✓	✓					
A4/38	19	WSD			✓		✓	✓	✓	✓					
	20														
	21														
	22														

Lok: Bangarsari
Data Penyakit dan Gejala:

Blk/Doc	No.	Penyakit	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13
A2/38	1	WSD			✓		✓	✓	✓	✓					
A2/39	2	WSD			✓		✓	✓	✓	✓					
A2/40	3	WSD			✓		✓	✓	✓	✓					
A6/38	4	WSD			✓		✓	✓	✓	✓					
A6/39	5	WSD			✓		✓	✓	✓	✓					
A6/40	6	WSD			✓		✓	✓	✓	✓					
	7														

Lok: paiton
Data Penyakit dan Gejala:

Blk/Doc	No.	Penyakit	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13
2C/47	1	WFD								✓	✓	✓			
A10/30	2	MYO				✓					✓		✓		
A10/31	3	MYO				✓					✓		✓	✓	
A11/31	4	MYO			✓								✓	✓	
A12/31	5	WSD				✓	✓			✓					
A12/32	6	WSD			✓	✓	✓			✓					
A13/31	7	WSD					✓	✓							
A13/32	8	WSD					✓	✓	✓						
A13/33	9	WSD		✓				✓	✓						
A13/33	10	WSD				✓		✓							
	11														

Lok: Tongas
Data Penyakit dan Gejala:

Blk/Doc	No.	Penyakit	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13
A/31	1	WFD			✓					✓	✓	✓			
A/32	2	WFD								✓	✓	✓			
A/33	3	WFD			✓					✓	✓	✓			
A/34	4	WFD			✓					✓	✓	✓			
A/35	5	WFD								✓	✓	✓			
A/36	6	WFD								✓	✓	✓			
B/31	7	WFD								✓	✓	✓			
B/32	8	WFD			✓					✓	✓	✓			
B/33	9	WFD			✓					✓	✓	✓			
B/34	10	WFD			✓					✓	✓	✓			
B/35	11	WFD			✓					✓	✓	✓			
B/36	12	WFD			✓					✓	✓	✓			
B/37	13	WFD			✓					✓	✓	✓			

Data Penyakit dan Gejala: *Kraksaan*

Blot/Dol	No.	Penyakit	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13
B1/40	1	T. Sakit			✓										
B2/40	2	T. Sakit		✓	✓										
B3/40	3	T. Sakit			✓										
B4/40	4	T. Sakit			✓										
B5/40	5	T. Sakit			✓										
B6/40	6	T. Sakit			✓										
B10/39	7	T. Sakit			✓										
B11/39	8	T. Sakit			✓										
B12/39	9	T. Sakit			✓										
B13/39	10	T. Sakit		✓	✓										
B14/39	11	T. Sakit			✓										
	12														

Data Penyakit dan Gejala: *Paiton*

Blot/Dol	No.	Penyakit	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13
1/48	1	T. Sakit													
2B/47	2	T. Sakit													
2C/47	3	T. Sakit													
3/48	4	T. Sakit													
4/43	5	T. Sakit													
5/42	6	T. Sakit													
6/43	7	T. Sakit													
8/42	8	T. Sakit			✓										
9/44	9	T. Sakit													
	10														

7. Dokumentasi kegiatan kunjungan ke tambak





8. Gambar udang vannamei

