



Sistem Pakar Diagnosis Hama Dan Penyakit Tanaman Jeruk Keprok Menggunakan Metode *Dempster Shafer* Berbasis Web.

Adi Saldi Buala^{1*}, Derwin R. Sina², Yelly Y. Nabusa³

^{1, 2, 3.} Ilmu Komputer, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana
Jln AdiSucipto Penfui Kupang, NTT, e-mail: : saldybuala99@gmail.com,
derwinsina@staf.undana.co.id, yellynabuasa@staf.undana.co.id

ARTICLE INFO

History of the article :

Received 25 April 2024

Received in revised form 30 Mei 2024

Accepted 11 Juli 2024

Available online 31 Juli 2024

Keywords:

Expert systems; Tangerines; Dempster Shafer;
Expert Justification

*** Correspondence:**

Telepon:

+62 (024) 12345678

E-mail:

first_author@afiliasi.xx.xx

ABSTRACT

Soe Tangerines are a type of local orange from the Soe area and are one of the leading agricultural commodities in East Nusa Tenggara (NTT) Province. The fruit is round and small with an average diameter of between 5-7 cm. Oranges are an important need for Indonesian people. Although the harvest of these oranges has not yet reached its maximum potential, this is caused by several factors such as cultivation techniques, environmental conditions, as well as pest and disease attacks. These three factors can cause a decrease in productivity and even crop failure. Therefore, an expert system was designed using the Dempster Shafer method. This method aims to detect pests and diseases based on the symptoms that appear on Tangerine plants and provide solutions to overcome these problems. The goal is to reduce the risk of pest and disease attacks on plants. The test results used 50 case data from the TTS Regency Agriculture and Plantation Service. The system test results from 50 data produced 42 case data that were in accordance with the expert diagnosis, 6 data that were in accordance with the expert diagnosis but below the threshold of 80% and 8 data that were not appropriate. Testing system accuracy by comparing system and expert diagnosis results obtained accuracy results of 84%.

1. PENDAHULUAN

Jeruk keprok Soe merupakan salah satu varietas jeruk lokal, komersial unggulan Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT), yang kualitas buahnya tidak kalah dibanding dengan jeruk keprok lain yang telah berkembang di Indonesia, seperti Keprok Batu 55, Tawangmangu, Chikonde, Garut, Madura, Tejakula dan lainnya[1]. Jeruk yang berkembang di Soe, Nusa Tenggara Timur, dikenal masyarakat setempat dengan sebutan “lemon cina” berkembang dan berbuah dalam

jumlah besar di wilayah itu. Kebanyakan jeruk keprok Soe tumbuh di kawasan Gunung Mutis dengan ketinggian 2.000 meter dari permukaan laut (DPL), di Kecamatan Molo Utara dan Molo Selatan [2].

Tanaman Jeruk Keprok Soe banyak dibudidayakan terutama di dataran tinggi. Jeruk keprok Soe tumbuh dengan baik pada ketinggian tempat 500-1.200 m dpl. Berdasarkan pengamatan di lapangan, jeruk tumbuh pada ketinggian yang bervariasi yaitu, pada dataran rendah hingga dataran tinggi. Pada dataran rendah dengan ketinggian 100-400 m dpl, Jeruk Keprok Soe masih dapat tumbuh meskipun tidak menjadi sasaran pengembangan karena produksinya relatif rendah. Buah Jeruk Keprok Soe memiliki warna, aroma, maupun rasa yang khas bila dibandingkan dengan Jeruk Keprok yang lain di Indonesia[3]. Ciri khusus Jeruk Keprok Soe adalah buah yang bulat, pendek dengan diameter rata-rata 5-7 cm, ukuran buah hampir seragam, kulit agak tebal, berongga, berwarna *orange*, dan mudah dikupas. Jeruk Keprok memiliki aroma yang lembut, daging buah berwarna kuning kemerahan, ketika masak kulit buah tampak mengkilap dan agak bergelombang. Berat perbuah berkisar 100-125 g.[4].

Dinas Pertanian dan Perkebunan Kabupaten Timor Tengah Selatan (TTS) memiliki tanggung jawab mengatur serta mengelola berbagai jenis tanaman yang dibudidayakan, termasuk diantaranya adalah Jeruk Keprok. Di wilayah Kabupaten Timor Tengah Selatan (TTS), Kecamatan Amanuban Barat dan Kuantana merupakan dua area yang juga melakukan budidaya Jeruk Keprok[5]. Data pada tahun 2019 menunjukkan bahwa terdapat 158.202 pohon Jeruk Keprok di Kecamatan Amanuban Barat dan 98.607 pohon di Kuantana, sehingga totalnya terdapat 256.809 pohon Jeruk Keprok di kedua kecamatan tersebut. Namun, meskipun jumlah tanaman Jeruk Keprok cukup besar, wilayah ini menghadapi keterbatasan dalam jumlah pakar yang mengkhususkan diri pada penanganan hama dan penyakit. Hal ini menjadi kendala ketika membantu kelompok tani yang membutuhkan bantuan ahli dalam menangani masalah hama dan penyakit di lokasi mereka. Jarak antara lokasi tanaman Jeruk Keprok yang terkena penyakit dengan tempat tinggal para pakar juga menjadi faktor yang menghambat proses penyembuhan tanaman. Selain itu, petani Jeruk Keprok sering kali menghadapi masalah yang sulit diatasi terkait jenis hama dan penyakit pada tanaman mereka[6].

Penelitian ini akan menerapkan suatu metode untuk membantu manusia maupun instansi dalam diagnosis penyakit pada tanaman Jeruk Keprok. Metode yang akan di gunakan adalah *Dempster Shafer* yaitu salah satu teori matematika untuk pembuktian berdasarkan fungsi kepercayaan atau *belief functions* dan pemikiran yang masuk akal atau *plausible reasoning*. Alasan menggunakan metode ini karena pengumpulan data (bobot) untuk perhitungan *Dempster Shafer* dirasa mudah hanya dengan memberikan nilai kepercayaan pakar terhadap suatu gejala, proses perhitungan untuk mendapatkan kesimpulan juga di rasa mudah karena dalam perhitungannya teori *Dempster Shafer* melibatkan *probabilitas* semua kemungkinan penyakit dari setiap gejala.[7]

2. METODE PENELITIAN

a. *Dempster Shafer*

Teori *Dempster-Shafer* bermula dari *Mathematical Theory of Evidence*. Karya penting tentang subjek dari Shafer 1976, yang merupakan pengembangan dari Dempster 1967. Teori *Dempster-Shafer* dapat diartikan sebagai generalisasi teori probabilitas. Bagian terpenting dari teori *Dempster-Shafer* adalah model tersebut dirancang untuk mengatasi berbagai tingkat presisi informasi dan tidak ada asumsi lebih lanjut yang diperlukan untuk memberikan informasi[8].

Teori *dempster-shafer* dituliskan sebagai berikut [*Belief, Plausibility*] *Belief* menunjukan ukuran kekuatan evidence dalam mendukung suatu hipotesis. *Plausibility* menunjukkan keadaan yang bisa dipercaya. Keterkaitan antara *plausibility* dan *belief* dapat dituliskan. $Pl(H) = 1 - Bel(H)$ Dalam teori *dempster-shafer* diasumsikan bahwa hipotesis-hipotesis yang digunakan dikelompokkan ke dalam suatu lingkungan (*environment*) tersendiri yang biasa disebut himpunan semesta pembicaraan dari sekumpulan hipotesis dan berikan notasi Θ . Selain itu dikenal juga probabilitas fungsi densitas (m) yang menunjukkan besarnya kepercayaan evidence terhadap hipotesis tertentu[9]. Adapun, fungsi *belief* dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$Bel(X) = \sum_{Y \subseteq X} m(Y) \quad (2.1)$$

Sedangkan Plausibility (Pls) di notasikan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Pls(X) &= 1 - Bel(X) \\ &= 1 - \sum_{Y \subseteq X} m(Y) \end{aligned} \quad (2.2)$$

Dimana: $Bel(X)$ = Belief (X)

$Pls(X)$ = Plausibility (X)

$m(X)$ = mass function dari (X)

$m(Y)$ = mass function dari (Y)

Plausibility juga bernilai 0 sampai 1, jika kita yakin akan X' maka dapat dikatakan Belief (X') = 1 sehingga dari rumus di atas nilai Pls (X) = 0.

Kemungkinan *range belief* dan *plausibility* pada teori *Dempster-Shafer*, ada pada tabel 2.6 di bawah ini

Frame of discernment dengan notasi Θ atau sering disebut *environment* adalah semesta pembicaraan yang menampung kumpulan hipotesis. Kemungkinan jawaban yang benar digambarkan dalam elemen-elemen *environment* dan hanya satu jawaban yang benar. Elemen-elemen *environment* yang dimaksud ada pada persamaan 2.3.

$$\Theta = \{\theta_1, \theta_2 \dots, \theta_n\} \quad (2.3)$$

Suatu himpunan bagian N memiliki 2^n himpunan bagian, termasuk himpunan tersebut dan himpunan bagiannya. Himpunan bagian ini biasa disebut *power set* yang dinotasikan dengan $P(\Theta)$. Penelitian (Orthega dkk., 2017) $P(\Theta)$ dirumuskan pada persamaan 2.4.

$$m = P(\Theta) \rightarrow [0, 1] \quad (2.4)$$

Not belief diasosiasikan dengan *environment* (Θ), sedangkan derajat kepercayaan eviden dianalogikan sebagai masa dari objek yang dinotasikan dengan m . Misalkan $m_1(\{A, B\}) = 0,6$ maka $m_1(\Theta) = 0,4$. m merupakan fungsi yang memetakan setiap elemen dari *power set* ke dalam bilangan riil.

Pada aplikasi sistem pakar dalam satu penyakit terdapat sejumlah evidence yang akan digunakan pada faktor ketidakpastian dalam pengambilan keputusan untuk diagnosa suatu penyakit. Untuk mengatasi sejumlah evidence tersebut pada teori Dempster-Shafer menggunakan aturan yang lebih dikenal dengan Dempster's Rule of Combination.

$$m_3(Z) = \sum_{X \cap Y = Z} m_1(X) m_2(Y) \quad (2.5)$$

Dimana:

$m_3(Z)$ = mass function dari evidence (Z)

$m_1(X)$ = mass function dari evidence (X)

$m_2(Y)$ = mass function dari evidence (Y)

Secara umum formulasi untuk Dempster's Rule of Combination adalah:

$$m_3 = Z = \frac{\sum_{X \cap Y = Z} m_1(X) m_2(Y)}{1 - k} \quad (2.6)$$

Dimana: k = Jumlah evidential conflict.

Besarnya jumlah evidential conflict (k) dirumuskan dengan :

$$k = \sum_{x \cap y = \emptyset} m1(X) m2(Y) \quad (2.7)$$

Sehingga bila persamaan (2.6) disubstitusikan ke persamaan (2.7) akan menjadi :

$$m3(Z) = \frac{\sum_{x \cap y = z} m1(X) m2(Y)}{1 - \sum_{x \cap y = \emptyset} m1(X) m2(Y)} \quad (2.8)$$

Dimana:

$m3(Z)$ = mass function dari evidence (Z)

$m1(X)$ = mass function dari evidence (X)

$m2(Y)$ = mass function dari evidence (Y)

k = jumlah evidential conflict.

b. Analisis sistem yang diusulkan

Pada bagian analisis sistem ini akan dibahas tentang analisis masalah, analisis peran pengguna.

1. Analisis Masalah

Pada saat ini proses diagnosis penyakit Jeruk Keprok masih dilakukan secara manual dengan cara pakar melihat langsung kebun jeruk yang terserang penyakit lalu melihat gejala yang tampak pada jeruk dan mendiagnosis penyakit yang sedang menyerang tanaman jeruk tersebut. Hal ini dirasa kurang tepat karena petani harus melaporkan kepada pakar atau kantor dinas setempat untuk mendatangi kebun petani, pakar memerlukan waktu dan mungkin saja penyakit pada Jeruk Keprok bisa bertambah parah.

Dari hasil analisis permasalahan tersebut, perlu dirancang sebuah aplikasi yang mampu mendiagnosa penyakit jeruk. sistem ini dapat membantu petani dalam mendiagnosa hama dan penyakit tanaman jeruk. Petani juga bisa mengakses informasi tanpa terbatas ruang dan waktu. Perancangan sebuah aplikasi harus dibuat secara matang, supaya tampilannya mudah dipahami dan hasilnya bermanfaat dan memuaskan bagi para pemakai [10].

c. Aturan Produksi

Berdasarkan nilai keputusan yang diperoleh dari pakar. maka untuk mempresentasikan kaidah produksi atau aturan pada sistem bisa disimpulkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Aturan produksi

No	Rule
1.	IF (G01) OR (G02)) OR (G03) THEN P01
2.	IF (G04) THEN P02
3.	IF (G05) OR (G06) OR (G07) THEN P03
4.	IF (G08) OR (G09) OR (G10) OR (G11) THEN P04
5.	IF (G12) OR (G13) OR (G14) OR (G15) THEN P13
6.	IF (G09) OR (G16) THEN P14
7.	IF (G17) OR (G18) OR (G19) THEN P07
8.	IF (G20) OR (G21) OR (G22) THEN P08
9.	P09 IF (G27) OR (G28) OR (G29) THEN P09
10.	IF (G18) OR (G23) OR (G24) THEN H10
11.	IF (G25) OR (G26) THEN H11
12.	IF (G30) OR (G31) OR (G32) THEN H12

13. **IF** (G33) **THEN** H13
14. **IF** (G34) **THEN** H14
15. **IF** (G35) **THEN** H15

3. HASIL DAN ANALISIS SISTEM

3.1. Implementasi Metode Dempster Shafer

Pada bagian ini digunakan satu data hama penyakit untuk dilakukan perhitungan dengan metode *Dempster-Shafer*. Misalkan ada seorang yang disebut A mengdianosis hama penyakit pada tanaman Jeruk Keprok untuk diperiksa ke Pakar atau Dinas Pertanian. Pertanyaan akan diberikan ke A sehingga berdasarkan jawaban dan nilai bobot keyakinan A akan dilakukan perhitungan. Untuk bobot kepercayaan dan *plausibility* dapat dilihat pada tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Gejala baru

Kode gejala	Nama gejala	Kode penyakit	Belief	Plausibility
G08	Tepung berwarna putih di daun dan tangkai muda	P04	0,8	0,2
G09	Daun yang masih muda gugur	P04,P06	0,6	0,4
G10	Ranting/cabang kerting	P04	0,4	0,6
G11	Daun jeruk menguning	P04	0,8	0,2

3.2. proses perhitungan Dempster Shafer

Untuk memperoleh nilai *plausibility* dapat menggunakan rumus pada persamaan 2.2. Sedangkan untuk memperoleh nilai densitas m_3 dapat menggunakan persamaan 2.8.

Penyelesaian :

G08 = Tepung berwarna putih di daun dan tangkai muda

Dengan nilai $m_1\{P04\} = 0,8$

$m_1\{\emptyset\} = 0,2$

G09 = Daun muda gugur

Dengan nilai $m_2\{P04,P06\} = 0,6$

$m_2\{\emptyset\} = 0,4$

Maka dihitung densitas baru untuk beberapa kombinasi dengan fungsi densitas m_3 berdasarkan tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Tabel kombinasi m_3 pada m_1 dan m_2

	$m_2\{P4,P6\} = 0,6$	$m_2\{\emptyset\} = 0,4$
$m_1\{P4\}=0,8$	$m_1m_2\{P4\}=0,48$	$m_1m_2\{P4\}=0,32$
$m_1\{\emptyset\}= 0,2$	$m_1m_2\{P4,P6\}=0,12$	$m_1m_2\{\emptyset\}= 0,08$

Maka m_3 baru hasil kombinasi dari m_1 dan m_2 sebagai berikut:

$$m3\{P4\} = \frac{0,48 + 0,32}{1 - 0} = 0,8$$

$$m3\{P4, P6\} = \frac{0,12}{1 - 0} = 0,12$$

$$m3\{\theta\} = \frac{0,8}{1 - 0} = 0,08$$

G10 = Ranting/cabang kering

Dengan nilai $m4\{P4\} = 0,4$

$$m4\{\theta\} = 0,6$$

Maka dihitung densitas baru untuk beberapa kombinasi dengan fungsi densitas $m5$ berdasarkan tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4. Tabel kombinasi $m5$ pada $m3$ dan $m4$

	$m4\{P4\} = 0,4$	$m4\{\theta\} = 0,6$
$m3\{P4\}=0,8$	$m3m4\{P4\}=0,32$	$m3m4\{P4\}=0,48$
$m3\{P4,P6\}=0,12$	$m3m4\{P4\}=0,048$	$m3m4\{P4,P6\}= 0,072$
$m3\{\theta\}= 0,08$	$m3m4\{P4\}=0,032$	$m3m4\{\theta\}= 0,048$

Maka $m5$ baru hasil kombinasi dari $m3$ dan $m4$ sebagai berikut:

$$m5\{P4\} = \frac{0,32 + 0,048 + 0,032 + 0,48}{1 - 0} = 0,88$$

$$m5\{P4, P6\} = \frac{0,072}{1 - 0} = 0,072$$

$$m5\{\theta\} = \frac{0,048}{1 - 0} = 0,048$$

G11 = Daun jeruk menguning

Dengan nilai $m6\{P4\} = 0,8$

$$m6\{\theta\} = 0,2$$

Maka dihitung densitas baru untuk beberapa kombinasi dengan fungsi densitas $m7$ berdasarkan tabel 5 dibawah ini.

Tabel 5. kombinasi $m7$ pada $m5$ dan $m6$

	$m6\{P4\} = 0,8$	$m6\{\theta\} = 0,2$
$m5\{P4\}=0,88$	$m5m6\{P4\}=0,704$	$m5m6\{P4\}=0,176$
$m5\{P4,P6\}=0,072$	$m5m6\{P4\}=0,0576$	$m5m6\{P4,P6\}= 0,0144$
$m5\{\theta\}= 0,048$	$m5m6\{P4\}=0,0384$	$m5m6\{\theta\}= 0,0096$

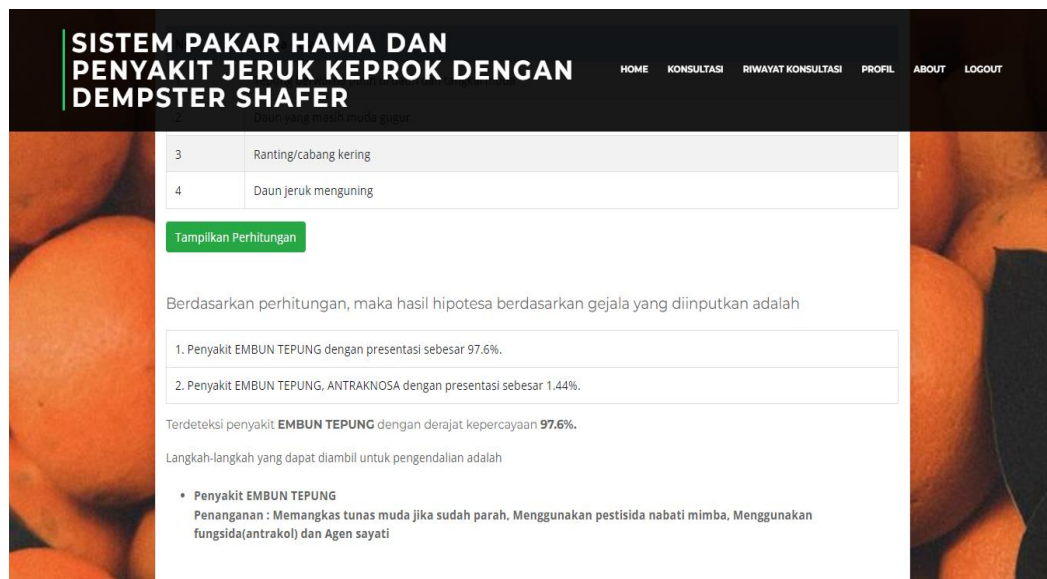
Maka $m7$ baru hasil kombinasi dari $m5$ dan $m6$ sebagai berikut:

$$m7\{P4\} = \frac{0,704 + 0,0576 + 0,0384 + 0,176}{1 - 0} = 0,976$$

$$m7\{P4, P6\} = \frac{0,0144}{1 - 0} = 0,0144$$

$$m7\{\theta\} = \frac{0,0096}{1 - 0} = 0,0096$$

Berdasarkan hasil kombinasi ini, nilai densitas dari setiap penyakit yaitu (P4) sebesar $0,976 \times 100\% = 97,6\%$, (P4,P6) sebesar $0,0144 \times 100\% = 1,44\%$ dan nilai environment sebesar $0,0096 \times 100\% = 0,96\%$. Dari hasil nilai densitas tersebut, nilai densitas yang paling tinggi yaitu sebesar 97,6% sehingga dapat disimpulkan penyakit yang dialami adalah Embun Tepung (P4).



Gambar 1 Tampilan hasil diagnosis

4. KESIMPULAN DAN SARAN

a. Kesimpulan

Penelitian sistem pakar diagnosis hama dan penyakit Jeruk Keprok menggunakan metode *Dempster Shafer*, dilakukan di Dinas Pertanian dan Perkebunan Kabupaten Timor Tengah Selatan (TTS), Kecamatan Kuantana dan Amanuban Barat. Sumber data yang diperoleh dari Dinas Pertanian Dan Perkebunan sebanyak 50 data uji. Data tersebut terdiri dari 9 penyakit, 6 hama dan 35 gejala. Hasil pengujian sistem dari 50 data menghasilkan 42 data kasus yang sesuai dengan diagnosis pakar ,6 data yang sesuai dengan diagnosis pakar tetapi di bawah Threshold 80% dan 8 data yang tidak sesuai. Pengujian akurasi sistem dengan membandingkan hasil diagnosis sistem dan pakar mendapatkan hasil akurasi sebesar 84%, yang artinya sistem sudah sesuai.

b. Saran

Adapun saran dalam penelitian ini yaitu :

1. Peneliti selanjutnya diharapkan dapat menambah jenis penyakit dan gejala, serta nilai bobot yang diperoleh bukan dari satu pakar saja, supaya nilai pembobotan gejala lebih bervariasi dan hasilnya akan lebih akurat.
2. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat mengembangkan sistem ini menggunakan metode lainnya.
3. Pada pengujian sistem terdapat 8 data kasus yang berbeda antara hasil diagnosa sistem dan hasil diagnosa pakar, karena bobot pakar yang diberikan masih belum akurat dan hanya memiliki satu orang pakar.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fitrahul Janah, F., Fitri Laxmi, G., & Riana, F. (2021). Penerapan Metode Certainty Factor Pada Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Dan Hama Tanaman Manggis. *Jurnal Ilmiah Teknologi Infomasi Terapan*, 8(1), 63–71. <https://doi.org/10.33197/jitter.vol8.iss1.2021.719>
- [2] Hortikultura, D. J. (2008). Membangun Hortikultura Berdasarkan Enam Pilar Pengembangan. *Direktorat Jenderal Hortikultura, Jakarta*.
- [3] Iswanti, S., & Anggraeny, R. N. (2019). Implementasi Metode Dempster-Shafer Pada Sistem Pakar Pendiagnosa Kerusakan Sepeda Motor. *Informatika Mulawarman : Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, 14(1), 38. <https://doi.org/10.30872/jim.v14i1.1443>
- [4] Kusumadewi. (2003). Rtifical Ntelligence. *Artificial Intelligence (Teknik Dan Aplikasinya)*, 1–335.
- [5] Martosupono, M., Semangun, H., & Sunbanu, B. Y. (2007). Budidaya Jeruk Keprok Soe di Kabupaten Timor Tengah Selatan. In *Jurnal Agric* (Vol. 19, Issue 1, pp. 76–90).
- [6] Maulana, S., Hidayat, N., & Santoso, E. (2017). Implementasi Metode Dempster Shafer Dalam Diagnosis Penyakit Pada Tanaman Jeruk. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 1(12), 1632–1641.
- [7] Neot, P. E. (2018). *Uji aktivitas antioksidan air perasan buah jeruk Keprok Soe (Citrus Nobilis L.) dengan metode DPPH (1, 1 Diphenyl-2-Picrylhydrazyl)*. 67.
- [8] Nurcahyo, Y., Hidayat, N., & Perdana, R. S. (2018). Pemodelan Sistem Pakar untuk Identifikasi Hama Penyakit Tanaman Tebu dengan Metode Dempster-Shafer. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 2(e-ISSN: 2548-964X), 1187–1193.
- [9] Pasaribu, C. T., Hidayat, N., & Wihandika, R. C. (2018). Pemodelan sistem pakar diagnosis penyakit pada sistem endokrin manusia. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 2(5), 2092–2094.
- [10] Sasoeng, A. A., Sentinuwo, S. R., & Rindengan, Y. D. Y. (2018). Rancang Bangun Sistem Informasi Geografis Potensi Sumber Daya Alam Di Kabupaten Talaud Berbasis Web. *Jurnal Teknik Informatika*, 13(1), 1–8. <https://doi.org/10.35793/jti.13.1.2018.20763>