

SENASTIKA Universitas Malikussaleh

SISTEM PAKAR DIAGNOSIS PERMASALAHAN PRODUKSI TEMPE BERBASIS CASE BASED REASONING

Rayhan Alfarizi*¹, Zara Yunizar², Hafizh Al Kausar Aidilof*³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Informatika, Universitas Malikussaleh, Lhokseumawe, Aceh
Email: areihan56@gmail.com , zarayunizar@unimal.ac.id , hafizh@unimal.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem pakar berbasis *Case Based Reasoning* (CBR) untuk mendiagnosis permasalahan dalam produksi tempe, produk fermentasi penting dalam diet masyarakat Indonesia. Proses produksi tempe sering mengalami kendala seperti kegagalan fermentasi, kontaminasi mikroba, dan masalah kualitas bahan baku. Metode penelitian deskriptif ini menggunakan pendekatan kualitatif dan kuantitatif, dengan pengumpulan data melalui wawancara, observasi, studi literatur, dan kuesioner dari produsen tempe di daerah penghasil tempe. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 60% produsen mengalami kegagalan fermentasi, 30% menghadapi kontaminasi, dan 10% mengalami masalah terkait kualitas kedelai. Sistem pakar yang dikembangkan dapat mendiagnosis masalah dan memberikan solusi dengan tingkat akurasi 85%. Penerapan sistem ini tidak hanya mempercepat proses diagnosis tetapi juga mengurangi kerugian akibat produk gagal dan meningkatkan kualitas tempe yang dihasilkan. Hasil penelitian ini menunjukkan potensi besar teknologi informasi dalam mendukung industri pangan, khususnya dalam meningkatkan efisiensi dan daya saing produk tempe di pasar. Dengan demikian, sistem pakar berbasis CBR dapat menjadi alat yang efektif bagi produsen tempe untuk mengatasi permasalahan yang dihadapi dan menjaga keberlanjutan produksi.

Keywords: *Sistem Pakar, Tempe, Fermentasi, Case Based Reasoning*

Abstract

This study aims to develop an expert system based on Case-Based Reasoning (CBR) for diagnosing issues in tempe production, an important fermented product in the Indonesian diet. The tempe production process often encounters challenges such as fermentation failure, microbial contamination, and raw material quality issues. This descriptive research employs both qualitative and quantitative approaches, with data collection conducted through interviews, observations, literature reviews, and questionnaires from tempe producers in tempe-producing regions. The research findings indicate that 60% of producers experience fermentation failure, 30% face contamination issues, and 10% encounter problems related to soybean quality. The developed expert system can diagnose problems and provide solutions with an accuracy rate of 85%. The implementation of this system not only accelerates the diagnostic process but also reduces losses due to failed products and improves the quality of the tempe produced. The results of this research demonstrate the significant potential of information technology in supporting the food industry, particularly in enhancing the efficiency and competitiveness of tempe products in the market. Thus, the CBR-based expert system can serve as an effective tool for tempe producers to address the challenges they face and ensure sustainable production.

Keywords: *Expert System, Tempe, Fermentation, Case-Based Reasoning*

1. PENDAHULUAN

Tempe adalah salah satu produk fermentasi kedelai yang kaya akan protein dan nutrisi. Di Indonesia, tempe bukan hanya menjadi sumber protein yang terjangkau, tetapi juga merupakan bagian integral dari budaya dan tradisi kuliner. Proses produksi tempe yang sederhana memungkinkan masyarakat, terutama petani dan pengusaha kecil, untuk memproduksinya secara mandiri. Namun, seperti halnya proses produksi lainnya, produksi tempe juga menghadapi berbagai permasalahan, mulai dari bahan baku, teknik fermentasi, hingga kondisi penyimpanan [1].

Dalam beberapa tahun terakhir, permintaan akan tempe meningkat, seiring dengan kesadaran masyarakat akan pentingnya konsumsi makanan sehat dan bergizi. Namun, peningkatan permintaan ini tidak selalu diimbangi dengan peningkatan kualitas dan kuantitas produksi. Banyak produsen tempe menghadapi masalah dalam proses produksi yang dapat mengakibatkan penurunan kualitas tempe, seperti perubahan rasa, bau, dan tekstur. Hal ini

sering kali disebabkan oleh kurangnya pengetahuan teknis, ketidakpahaman tentang proses fermentasi, serta sulitnya mengidentifikasi masalah yang muncul [2].

Dengan perkembangan teknologi informasi, sistem pakar dapat dimanfaatkan untuk membantu produsen dalam mendiagnosis permasalahan yang muncul dalam proses produksi tempe. Sistem pakar adalah suatu sistem komputer yang dapat menyimpan pengetahuan dari seorang ahli dan menerapkannya dalam memecahkan masalah tertentu. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan dalam pengembangan sistem pakar adalah Case-Based Reasoning (CBR), yang memungkinkan sistem untuk belajar dari pengalaman masa lalu dan menerapkannya dalam situasi baru. Melalui pendekatan ini, diharapkan dapat memberikan solusi yang tepat dan efektif bagi produsen tempe dalam mengatasi masalah yang dihadapi [3].

1.1. Tempe

Tempe adalah makanan fermentasi tradisional yang berasal dari kedelai. Proses fermentasi melibatkan jamur *Rhizopus oligosporus*, yang mengubah kedelai menjadi produk yang lebih mudah dicerna dan kaya nutrisi. Tempe kaya akan protein, serat, vitamin, dan mineral, menjadikannya pilihan makanan sehat. Proses produksi tempe melibatkan langkah-langkah yang sederhana tetapi memerlukan perhatian pada detail untuk memastikan kualitas produk akhir. Langkah-langkah dalam produksi tempe meliputi [4]:

1. Persiapan Bahan Baku: Kedelai direndam selama beberapa jam untuk memudahkan proses perebusan dan penghilangan kulit.
2. Perebusan: Setelah direndam, kedelai direbus hingga empuk, kemudian dikeringkan.
3. Inokulasi: Kedelai yang telah direbus dicampur dengan kultur jamur *Rhizopus oligosporus*, yang merupakan mikroorganisme utama dalam proses fermentasi tempe.
4. Fermentasi: Kedelai yang diinokulasi diletakkan dalam wadah yang memungkinkan pertumbuhan jamur pada suhu yang sesuai (30-35°C) selama 24-48 jam.
5. Penyimpanan: Tempe yang telah difermentasi dapat disimpan untuk distribusi atau dikonsumsi.

1.2. Sistem Pakar

Sistem pakar adalah suatu sistem komputer yang dirancang untuk meniru dan menerapkan pengetahuan serta keterampilan seorang ahli dalam menyelesaikan masalah tertentu. Sistem ini dapat digunakan untuk mendiagnosis, merencanakan, dan memberikan rekomendasi, sehingga dapat membantu pengguna dalam pengambilan keputusan. Dengan menggunakan pendekatan berbasis pengetahuan, sistem pakar berfungsi sebagai sumber informasi yang dapat diandalkan dalam situasi di mana pengetahuan manusia tidak tersedia atau sulit diakses [5].

Sistem pakar pertama kali diperkenalkan pada awal tahun 1970-an dan telah berkembang pesat sejak saat itu, dengan aplikasi di berbagai bidang seperti kesehatan, teknik, pertanian, dan bisnis. Keunggulan utama sistem pakar adalah kemampuannya untuk memberikan solusi yang cepat, akurat, dan konsisten, serta dapat beroperasi dalam lingkungan yang tidak memerlukan kehadiran manusia secara langsung [6].

Sistem pakar terdiri dari beberapa komponen utama yang saling berinteraksi untuk mencapai tujuannya:

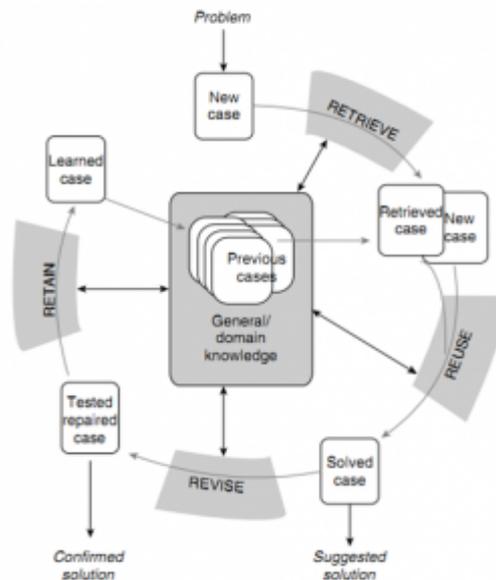
1. Basis Pengetahuan
Basis pengetahuan adalah inti dari sistem pakar. Ini merupakan kumpulan informasi, fakta, aturan, dan heuristik yang diperoleh dari para ahli di bidang tertentu.
2. Mesin Inferensi
Mesin inferensi adalah komponen yang bertanggung jawab untuk menarik kesimpulan dari informasi yang terdapat dalam basis pengetahuan. Mesin ini menggunakan algoritma tertentu untuk menganalisis data yang dimasukkan oleh pengguna dan mencocokkannya dengan informasi dalam basis pengetahuan.
3. Antarmuka Pengguna
Antarmuka pengguna adalah bagian yang berinteraksi langsung dengan pengguna. Ini memungkinkan pengguna untuk memasukkan data, mendapatkan hasil, dan berinteraksi dengan sistem pakar.
4. Basis Data
Basis data menyimpan informasi tambahan yang mungkin diperlukan oleh sistem pakar. Ini bisa termasuk data historis, statistik, atau informasi lain yang dapat membantu dalam proses pengambilan keputusan.
5. Penalaran dan Algoritma
Bagian ini mengacu pada metode atau teknik yang digunakan oleh mesin inferensi untuk memproses data dan menarik kesimpulan.

1.3. Case Based Reasoning

Case Based Reasoning (CBR) adalah pendekatan dalam kecerdasan buatan yang berfokus pada penyelesaian masalah dengan memanfaatkan pengalaman masa lalu. Dalam metode ini, sistem akan mencari solusi untuk masalah baru dengan merujuk pada kasus-kasus yang telah terjadi sebelumnya dan menyimpan solusi dari kasus-kasus tersebut. CBR didasarkan pada asumsi bahwa masalah yang dihadapi saat ini memiliki kesamaan

dengan masalah yang pernah dihadapi sebelumnya, sehingga solusi yang diterapkan pada kasus lama dapat diterapkan pada kasus baru [7].

Proses *Case Based Reasoning* (CBR) umumnya terdiri dari empat langkah utama. Berikut adalah penjelasan untuk setiap langkah:



Gambar 1. Tahapan *Case Based Reasoning*

Dalam tahap pengambilan kembali, akan dilakukan analisis untuk menghitung tingkat kesamaan struktur antara kasus baru dan objek-objek yang terdapat dalam kasus-kasus yang sudah tersimpan. Fungsi kemiripan (Similarity) digunakan sebagai metode untuk mengidentifikasi kesamaan antara kasus yang ada dalam basis data dan kasus yang baru. Rumus yang digunakan untuk mencari nilai kemiripan yaitu :

$$\text{Similarity} = \frac{s1 * w1 + s2 * w2 + ..sn * wn}{w1 + w2 + ...wn} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

S = similarity jika terdapat kemiripan kasus maka akan bernilai 1, sedangkan tidak mirip, bernilai 0.
 W = weight (bobot yang diberikan).

2. METODE PENELITIAN

2.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Isi dari metode penelitian adalah memformulasikan permasalahan yang diteliti dengan lebih rinci (sedapat mungkin ditulis secara matematis) dan menjelaskan metode yang diusulkan. Apabila menggunakan sebuah algoritma, dapat dijelaskan di bagian ini, beserta dengan *state of the art*.

Isi Metode Penelitian umumnya hanya mencakup 20-30% dari keseluruhan paper.

2.2. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan kualitatif dan kuantitatif. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pakar berbasis CBR untuk mendiagnosis masalah yang sering dihadapi dalam produksi tempe.

2.3. Tahapan Penelitian

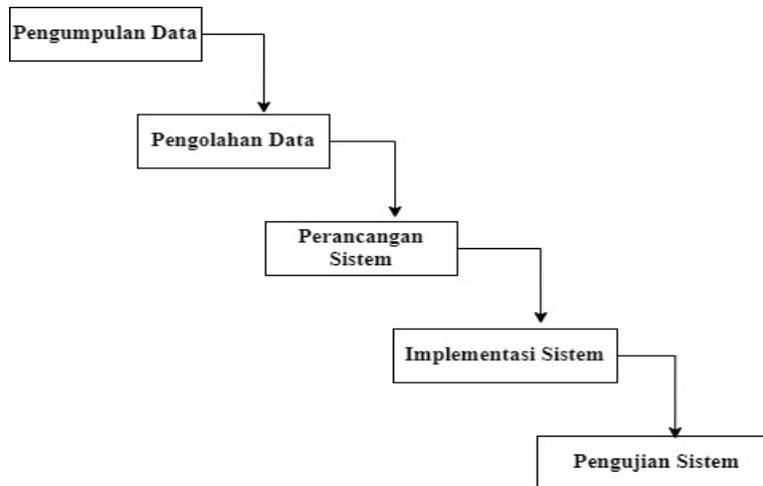
Data dikumpulkan melalui beberapa teknik:

1. Wawancara: Melakukan wawancara mendalam dengan produsen tempe untuk mengidentifikasi permasalahan yang sering mereka hadapi serta solusi yang mereka terapkan.
2. Studi Literatur: Mengkaji literatur terkait proses produksi tempe, permasalahan yang umum terjadi, dan penerapan sistem pakar dalam industri pangan.

3. Observasi: Melakukan observasi langsung terhadap proses produksi tempe untuk memahami secara detail tahapan dan permasalahan yang mungkin timbul.

2.4. Skema Penelitian

Berikut adalah skema penelitian yang akan dilakukan oleh penulis untuk memperoleh data atau informasi yang dibutuhkan. Berikut skema penelitian yang dilakukan adalah :



Gambar 2. Skema Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Penelitian

Sistem pakar yang dikembangkan mampu mendiagnosis permasalahan dalam produksi tempe dengan mengandalkan basis data kasus yang ada. Pengguna dapat memasukkan gejala yang dihadapi, dan sistem akan mencocokkannya dengan kasus yang pernah terjadi. Setelah dilakukan pengujian, sistem menunjukkan akurasi yang tinggi dalam mendiagnosis permasalahan. Data menunjukkan bahwa sistem dapat memberikan rekomendasi yang tepat dalam 80-90% kasus.

3.2. Data Yang Digunakan

1. Dataset

Table 1. Dataset

No	Tanggal Produksi	Jenis Kedelai	Sumber kedelai	Waktu Pemasakan (Menit)	Suhu Fermentasi (C)	Waktu Fermentasi (Jam)	Kadar Air (%)	Kualitas Kedelai	Masalah Yang Dihadapi	Solusi yang dicoba
1	05-07-2024	Kedelai Lokal	Petani A	60	30	24	55	Baik	Tidak Berfermentasi	Meningkatkan Suhu fermentasi
2	12-07-2024	Kedelai Impor	Distributor B	45	32	20	50	Sangat Baik	Bau Tidak Sedap	Mengubah Metode Penyimpanan
3	19-07-2024	Kedelai Impor	Petani C	50	28	18	53	Cukup	Tekstur Keras	Manambahkan Ragi Lebih Banyak
4	26-07-2024	Kedelai Lokal	Petani D	55	31	22	52	Baik	Pertumbuhan Jamur	Sterilisasi Alat
5	02-08-2024	Kedelai Lokal	Petani E	60	30	24	54	Baik	Tidak Berfermentasi	Mengurangi Waktu Fermentasi
6	09-08-2024	Kedelai Impor	Distributor F	40	33	21	51	Sangat Baik	Warna Merata	Menyesuaikan Kadar Air

2. Penjelasan Variabel

Keterangan :

- Tanggal Produksi = Tanggal saat tempe diproduksi.
- Jenis Kedelai = Varietas kedelai yang digunakan.
- Sumber Kedelai = Dari mana kedelai diperoleh.

Waktu Pemasakan	= Durasi pemasakan kedelai sebelum fermentasi.
Suhu Fermentasi	= Suhu ruangan atau lingkungan saat fermentasi.
Waktu Fermentasi	= Lama waktu kedelai difermentasi.
Kadar Air	= Persentase kadar air dalam tempe yang dihasilkan.
Kualitas Kedelai	= Penilaian umum tentang kualitas kedelai yang digunakan.
Masalah yang Dihadapi	= Masalah yang muncul selama proses produksi.
Solusi yang Dicoba	= Upaya yang dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut.
Penggunaan Data	

Data di atas dapat digunakan untuk:

1. Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas tempe.
2. Mengidentifikasi pola masalah yang sering muncul.
3. Mengembangkan rekomendasi untuk meningkatkan proses produksi tempe.

4.3 Perhitungan *Case Based Reasoning*

1. Analisis Rata-rata Kadar Air

Kita akan menghitung rata-rata kadar air dari semua contoh data yang ada.

Data Kadar Air

55%

50%

53%

52%

54%

51%

Perhitungan Rata-rata Kadar Air

$$\text{Rata-rata Kadar Air} = \frac{55 + 50 + 53 + 52 + 54 + 51}{6} = \frac{315}{6} = 52.5\%$$

2. Analisis Waktu Fermentasi

Menghitung rata-rata waktu fermentasi dari semua contoh data.

Data Waktu Fermentasi

24 jam

20 jam

18 jam

22 jam

24 jam

21 jam

Perhitungan Rata-rata Waktu Fermentasi

$$\text{Rata-rata Waktu Fermentasi} = \frac{24 + 20 + 18 + 22 + 24 + 21}{6} = \frac{129}{6} = 21.5 \text{ jam}$$

3. Frekuensi Masalah

Menghitung frekuensi masing-masing masalah yang muncul.

1. Data Masalah yang Dihadapi

2. Tidak Berfermentasi

3. Bau Tidak Sedap

4. Tekstur Keras

5. Pertumbuhan Jamur

6. Tidak Berfermentasi

7. Warna Tidak Merata

Frekuensi

1. Tidak Berfermentasi: 2 kali

2. Bau Tidak Sedap: 1 kali

3. Tekstur Keras: 1 kali

4. Pertumbuhan Jamur: 1 kali

5. Warna Tidak Merata: 1 kali

Analisis Hubungan Suhu dan Kualitas

Menghitung hubungan antara suhu fermentasi dan kualitas kedelai (dalam bentuk skala). Misalnya, kita dapat memberikan skor pada kualitas kedelai:

Sangat Baik = 3

Baik = 2

Cukup = 1

Data Kualitas Kedelai dan Suhu

Table 2. suhu fermentasi dan kualitas kedelai

Suhu Fermentasi (C)	Kualitas Kedelai	Skor
30	Baik	2
32	Sangat Baik	3
28	Cukup	1
31	Baik	2
30	Baik	2
33	Sangat Baik	3

Perhitungan Rata-rata Skor Kualitas

$$\text{Rata-rata Skor Kualitas} = \frac{62 + 3 + 1 + 2 + 2 + 3}{6} = \frac{613}{6} \approx 2.17$$

4. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Achsanuddin, A., Khaerunnisa, F., Violin, V., & Yusuf, M. (2023). Faktor-faktor yang Memengaruhi Produksi Tempe di Kecamatan Burau Kabupaten Luwu Timur. *Kompeten: Jurnal Ilmiah Ekonomi dan Bisnis*, 2(2), 568-577. <https://doi.org/10.57141/kompeten.v2i2.76>
- [2] Astrawinata, Y. F., Triono, J., & Utomo, P. (2021). Sistem Pakar Penentuan Penempatan Karyawan Terhadap Bidang Pekerjaan Berbasis Web Dengan Metode Case Based Reasoning Studi Kasus CV. Mitra Teknik. *Journal of Information Technology Ampera*, 2(2), 90-104. [10.51519/journalita.volume2.isssue2.year2021.page90-104](https://doi.org/10.51519/journalita.volume2.isssue2.year2021.page90-104)
- [3] Ayustina, B., Nurdini, A., & Lazuardy, A. (2023). Perencanaan Jadwal Induk Produksi Pada Produk Tempe Di Rumah Tempe Indonesia. *Jurnal Ilmiah Teknik*, 2(1), 60-75. <https://doi.org/10.56127/juit.v2i1.497>
- [4] Falah, A. L. N., Arief, K., & Riginianto, R. S. I. (2023). Analisis Pengendalian Kualitas Pada Tempe Menggunakan Metode Seven Tools Dan FMEA. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan*, 2(3), 212-223. <https://doi.org/10.55826/tmit.v2i3.264>
- [5] Fauziah, A. R. (2024). *Analisis Perhitungan Harga Pokok Produksi Tempe Dengan Metode Full Costing Pada Agroindustri Tempe Asli Hb Jambi* (Doctoral Dissertation, Universitas Unja). <https://doi.org/10.31102/agrosains.2024.9.1.31-39>
- [6] Jafar, J., Syam, A., & Utamingsih, D. (2024). Fermentasi Limbah Cair Produksi Tempe Terhadap Pertumbuhan Seledri (Apium graveolens L.). *Jurnal Biotek*, 12(1), 18-28. <https://doi.org/10.24252/jb.v12i1.37098>
- [7] Julyadin, M. R., & Herdiansyah, R. (2024). Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Tingkat Stres Pada Mahasiswa Tingkat Akhir Dengan Menggunakan Metode Case Based Reasoning (CBR) Berbasis Website. *Madani: Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 2(8), 562-567. <https://doi.org/10.5281/zenodo.13380136>
- [8] Kusumawati, I., Astawan, M., & Prangdimurti, E. (2020). Efisiensi Proses Produksi dan Karakteristik Tempe dari Kedelai Pecah Kulit (Production Process Efficiency and Characteristic of Tempe from Dehulled Soybean). *Jurnal Pangan*, 29(2), 117-126. <https://doi.org/10.33964/jp.v29i2.492>
- [9] Nas, C., & Kusnadi, K. (2019). Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Gigi Dan Mulut Menggunakan Metode Case-Based Reasoning. *Jurnal Digit: Digital of Information Technology*, 9(2), 202-214. <https://doi.org/10.51920/jd.v9i2.122>
- [10] Pamungkas, G. A., Amellia, A., & Alifdiyani, A. (2024). Perencanaan Dan Pengendalian Produksi Tempe Dengan Menggunakan Metode Manufacturing Resources Planning. *Jurnal Ilmiah Penelitian Mahasiswa*, 2(4), 300-310. <https://doi.org/10.61722/jipm.v2i4.289>
- [11] Putri, D. C., & Siregar, J. (2023). Analisis Kelayakan Bisnis pada Usaha Produksi Tempe Rumahan dalam Perspektif Islam. *Jurnal Ilmu Komputer, Ekonomi dan Manajemen (JIKEM)*, 3(1), 1625-1637. <https://doi.org/10.21107/agrointek.v12i2.4025>
- [12] Rahman, S. A., & Sumijan, S. (2021). Sistem Pakar Menggunakan Metode Case Based Reasoning dalam Akurasi Penyakit Disebabkan oleh Bakteri Staphylococcus Aureus. *Jurnal Sistim Informasi dan Teknologi*, 13-19. <https://doi.org/10.26418/justin.v7i2.29891>
- [13] Septiany, A., & Gunawan, K. I. (2024). Analisis Kelayakan Usaha Produksi Tempe Di Desa Pandawangi Kecamatan Diwek Kabupaten Jombang. *Musyteri: Neraca Manajemen, Akuntansi, dan Ekonomi*, 4(1), 32-42. <https://doi.org/10.8734/musyteri.v4i1.2247>

- [14] Septiany, A., & Gunawan, K. I. (2024). Analisis Kelayakan Usaha Produksi Tempe Di Desa Pandawangi Kecamatan Diwek Kabupaten Jombang. *Musyteri: Neraca Manajemen, Akuntansi, dan Ekonomi*, 4(1), 32-42. <https://doi.org/10.30997/karimahtauhid.v3i10.15507>
- [15] Syahputra, M., Defit, S., & Sumijan, S. (2021). Sistem Pakar Metode Case Based Reasoning untuk Mengidentifikasi Penyakit Psoriasis. *Jurnal Sistim Informasi Dan Teknologi*, 20-27. <https://doi.org/10.37034/jsisfotek.v3i1.39>