

Penerapan Metode Collaborative Filtering untuk Rekomendasi Pemilihan Bibit Herbal Temulawak

Inneke Putri*, M. Fakhriza

Fakultas Sains dan Teknologi, Program Studi Ilmu Komputer, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan, Indonesia

Email: ^{1,*}pinneke85@gmail.com, ²fakhriza@uinsu.ac.id

Email Penulis Korespondensi: pinneke85@gmail.com

Submitted: 17/11/2025; Accepted: 13/12/2025; Published: 31/12/2025

Abstrak—Budidaya tanaman obat di Indonesia menunjukkan perkembangan signifikan seiring meningkatnya industri obat tradisional dan tren masyarakat terhadap gaya hidup alami. Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*) merupakan salah satu tanaman herbal unggulan yang memiliki nilai ekonomi tinggi serta manfaat kesehatan karena kandungan kurkuminoid, minyak atsiri, dan senyawa bioaktif lainnya. Namun, pemilihan bibit temulawak berkualitas masih sering dilakukan berdasarkan pengalaman subjektif petani, sehingga berpotensi menghasilkan ketidaktepatan dalam budidaya. Penelitian ini bertujuan menentukan bibit temulawak terbaik dengan menerapkan metode *Collaborative Filtering* sebagai sistem rekomendasi berbasis preferensi pengguna. Metode yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif dengan model pengembangan sistem *Rapid Application Development* (RAD). Data diperoleh melalui observasi, wawancara, studi pustaka, serta pengumpulan rating bibit dari petani di Desa Pulo Bandring, Kabupaten Asahan. Proses perhitungan rekomendasi dilakukan menggunakan *Item-Based Collaborative Filtering* yang menghasilkan skor prediksi untuk setiap alternatif bibit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *Collaborative Filtering* mampu memberikan rekomendasi bibit secara lebih objektif. Bibit dengan nilai rekomendasi tertinggi diperoleh oleh Bibit 1 (C1) dengan skor 4,349, sedangkan nilai terendah diperoleh oleh Bibit 4 (C4) dengan skor 1,533. Sistem rekomendasi yang dibangun dapat membantu petani memilih bibit temulawak terbaik secara terukur dan efektif, serta berpotensi meningkatkan hasil panen dan pendapatan.

Kata Kunci: *Collaborative Filtering*; Sistem Rekomendasi; Temulawak; *Item-Based CF*; Pertanian Herbal

Abstract—The cultivation of medicinal plants in Indonesia continues to grow rapidly in line with the increasing development of traditional herbal industries and the public's shift toward natural lifestyles. *Curcuma xanthorrhiza* (temulawak) is one of Indonesia's leading herbal commodities, rich in curcuminoids, essential oils, and bioactive compounds with high economic and medicinal value. However, farmers often select temulawak seedlings based on subjective experience, which can lead to inaccurate seed selection and suboptimal cultivation results. This study aims to identify the best temulawak seedlings by applying the *Collaborative Filtering* method as a recommendation system based on user preferences. A quantitative research approach with the *Rapid Application Development* (RAD) model was used. Data were collected through observation, interviews, literature studies, and farmers' rating inputs in Pulo Bandring Village, Asahan Regency. The recommendation process employed *Item-Based Collaborative Filtering*, generating predictive scores for each seedling alternative. The results show that the *Collaborative Filtering* method can provide more objective and accurate recommendations. The highest recommendation score was obtained by Seedling 1 (C1) with a score of 4.349, while the lowest score was found in Seedling 4 (C4) with 1.533. The developed recommendation system effectively assists farmers in selecting high-quality temulawak seedlings, potentially improving crop yield and income.

Keywords: *Collaborative Filtering*; Recommendation System; Temulawak; *Item-Based CF*; Herbal Seedlings

1. PENDAHULUAN

Pemanfaatan tanaman obat di Indonesia mengalami peningkatan yang signifikan seiring berkembangnya industri obat tradisional dan meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap gaya hidup alami. Perubahan preferensi masyarakat dari obat kimia menuju bahan herbal memicu peningkatan permintaan terhadap tanaman obat, salah satunya temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*) [1]. Tanaman ini dikenal luas sebagai herbal unggulan Indonesia karena kaya akan senyawa bioaktif seperti *kurkuminoid*, minyak atsiri, *gingerol*, *flavonoid*, serta berbagai mineral yang memiliki sifat antiinflamasi, antimikroba, dan antioksidan [2]. Secara tradisional, temulawak telah dimanfaatkan untuk meningkatkan nafsu makan, memperlancar pencernaan, menurunkan demam, serta membantu kesehatan hati dan metabolisme tubuh.

Meskipun memiliki potensi besar, pemilihan bibit temulawak berkualitas masih menjadi tantangan bagi petani [3]. Proses seleksi bibit umumnya bergantung pada pengalaman subjektif, sehingga rentan terhadap kesalahan penilaian dan menyebabkan menurunnya kualitas hasil panen [4]. Padahal, kualitas bibit sangat dipengaruhi oleh ukuran rimpang, warna, kondisi kulit, usia bibit, kesehatan tanaman, serta produktivitas potensial. Kondisi ini menjadi alasan perlunya pendekatan yang lebih objektif dan terukur dalam menentukan bibit temulawak terbaik [5].

Perkembangan teknologi informasi memungkinkan diterapkannya sistem rekomendasi pada sektor pertanian sebagai solusi untuk membantu proses pengambilan keputusan. Salah satu metode yang banyak digunakan adalah *Collaborative Filtering* (CF), yakni teknik yang memberikan rekomendasi berdasarkan kemiripan preferensi atau perilaku pengguna. Dengan memanfaatkan rating atau pemilihan bibit oleh petani sebelumnya, sistem rekomendasi dapat mengidentifikasi bibit yang paling sesuai dengan kebutuhan pengguna lainnya [6]. Oleh karena itu, penelitian ini menerapkan metode *Collaborative Filtering* untuk menentukan bibit temulawak terbaik berdasarkan preferensi petani dari Desa Pulo Bandring, Kabupaten Asahan.

Rumusan masalah dalam penelitian ini meliputi bagaimana menentukan bibit temulawak terbaik menggunakan metode *Collaborative Filtering*, dan bagaimana merancang serta membangun sistem rekomendasi berbasis *web* untuk proses pemilihan bibit tersebut [7]. Adapun tujuan penelitian adalah menerapkan metode *Collaborative Filtering* untuk menghasilkan rekomendasi bibit temulawak terbaik secara objektif, dan mengembangkan aplikasi *web* sebagai sarana implementasi sistem rekomendasi [8].

Penelitian ini memiliki beberapa batasan, yaitu fokus hanya pada bibit temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*), penggunaan metode *Collaborative Filtering* sebagai satu-satunya algoritma rekomendasi, pemanfaatan data rating pengguna tanpa memasukkan data lingkungan atau laboratorium, serta sasaran pengguna terbatas pada petani atau konsumen bibit temulawak [9]. Manfaat penelitian ini antara lain membantu petani dalam memilih bibit berkualitas berdasarkan rekomendasi yang lebih akurat, mempermudah konsumen dalam memilih bibit temulawak yang sesuai, serta memberikan kontribusi terhadap pengembangan teknologi informasi di bidang pertanian herbal [10]. Selain itu, penelitian ini memiliki kontribusi penting bagi pengembangan sistem rekomendasi di sektor pertanian dan dapat menjadi dasar bagi penelitian lanjutan dalam pengembangan aplikasi berbasis *web*.

Kajian terdahulu menunjukkan bahwa metode *Collaborative Filtering* telah berhasil diterapkan pada berbagai bidang, seperti pemilihan bibit padi, rekomendasi buku perpustakaan, menu makanan, hingga *produk e-commerce* [6][7][11]. Namun, penerapan CF pada pemilihan bibit temulawak masih belum banyak dilakukan, sehingga penelitian ini menawarkan kebaruan (*novelty*) dalam konteks pertanian herbal, khususnya untuk tanaman temulawak. Sistem yang dikembangkan diharapkan memberikan rekomendasi bibit secara tepat, memperkecil risiko kesalahan pemilihan, serta meningkatkan kualitas hasil panen. Dengan demikian, penelitian ini memiliki posisi strategis dalam menggabungkan aspek agronomi dan teknologi informasi melalui penerapan *Collaborative Filtering* untuk pengambilan keputusan yang lebih efektif dalam pemilihan bibit temulawak [12].

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif yang bertujuan untuk menguji penerapan metode *Collaborative Filtering* dalam sistem rekomendasi pemilihan bibit herbal temulawak. Pendekatan kuantitatif digunakan untuk menganalisis hubungan antara variabel penilaian bibit dan hasil rekomendasi sistem secara terukur. Pengembangan sistem dilakukan dengan metode *Rapid Application Development* (RAD) yang menekankan proses perancangan dan implementasi secara cepat melalui beberapa tahapan iteratif, meliputi identifikasi masalah, pengumpulan data, perancangan/implementasi, pengujian, serta penerapan sistem [13].



Gambar 1. Kerangka Penelitian

2.2 Lokasi dan Subjek Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Desa Pulo Bandring, Kecamatan Pulo Bandring, Kabupaten Asahan, Sumatera Utara. Subjek utama penelitian adalah petani bibit temulawak yang berperan sebagai pengguna sistem sekaligus pemberi penilaian (*rating*) terhadap kualitas bibit.

2.3 Teknik Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder, yang diperoleh melalui beberapa teknik berikut:

a. Studi Kepustakaan

Peneliti mengkaji jurnal, *e-book*, dan artikel ilmiah yang berkaitan dengan tanaman temulawak, sistem rekomendasi, serta metode *Collaborative Filtering* sebagai dasar teori dan penguatan konsep penelitian.

b. Observasi Lapangan

Observasi dilakukan dengan mengunjungi langsung lokasi petani bibit temulawak di Desa Pulo Bandring untuk melihat proses pemilihan dan penilaian bibit yang selama ini dilakukan secara manual. Hasil pengamatan dicatat sebagai bahan analisis kebutuhan sistem.



Gambar 2. Bibit dan tunas temulawak unggul

c. Wawancara

Wawancara dilakukan dengan petani dan pihak terkait untuk menggali informasi mengenai kriteria penilaian kualitas bibit temulawak, proses budidaya, dan kebutuhan akan sistem pendukung keputusan.

d. Studi Dokumentasi

Peneliti memanfaatkan dokumen, catatan, serta data internal petani yang berkaitan dengan jenis bibit, kualitas, dan pengalaman budidaya untuk memperkuat data penilaian yang digunakan dalam sistem rekomendasi.

2.4 Metode Pengembangan Sistem

Pengembangan sistem rekomendasi pemilihan bibit temulawak dilakukan menggunakan model *Rapid Application Development* (RAD) dengan tahapan sebagai berikut:

a. Identifikasi Masalah

Mengidentifikasi permasalahan utama dalam pemilihan bibit temulawak, yakni masih bergantung pada penilaian subjektif sehingga berpotensi menghasilkan keputusan yang kurang optimal.

b. Pengumpulan Data

Mengumpulkan data kriteria dan alternatif bibit berdasarkan masukan petani melalui observasi, wawancara, serta rating atau preferensi terhadap masing-masing bibit.

c. Perancangan dan Implementasi

Merancang dan membangun sistem pendukung keputusan berbasis *web* menggunakan bahasa pemrograman PHP, *web server* Apache dan basis data MySQL yang dikelola melalui aplikasi XAMPP. Antarmuka sistem dirancang agar mudah digunakan oleh petani dan agen terkait [14].

d. Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem mampu mengolah data penilaian dengan benar, menghasilkan rekomendasi bibit yang sesuai, serta berjalan dengan baik dari sisi fungsionalitas.

e. Penerapan dan Penggunaan

Sistem diterapkan untuk membantu petani dalam menentukan bibit temulawak kualitas terbaik. Hasil rekomendasi dievaluasi berdasarkan kesesuaian dengan penilaian dan pengalaman petani [15].

2.5 Kriteria Penilaian Bibit Temulawak

Dalam penelitian ini, penentuan kualitas bibit temulawak didasarkan pada enam kriteria utama yang diperoleh dari petani, yaitu:

Tabel 1. Kriteria Penilaian Bibit Temulawak

Kode	Kriteria	Contoh Skala Penilaian
C1	Ukuran rimpang	Besar, sedang, kecil
C2	Warna rimpang	Kuning tua, kuning pucat, cokelat
C3	Kondisi kulit rimpang	Halus, sedang, kasar
C4	Usia bibit	Muda, cukup, tua
C5	Kesehatan bibit	Bebas penyakit, sedikit bercak, banyak bercak
C6	Produktivitas potensial	Tinggi, sedang, rendah

Setiap kriteria dinilai dengan kategori baik, cukup, atau tidak baik, yang kemudian dikonversi ke dalam skala numerik (1–5) untuk diolah dalam perhitungan *Collaborative Filtering* [2].

2.6 Prosedur Penerapan Metode *Collaborative Filtering*

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Item-Based Collaborative Filtering*, dengan langkah-langkah umum sebagai berikut:

- Menyusun matriks *user-item*, di mana baris merepresentasikan pengguna (petani) dan kolom merepresentasikan alternatif bibit temulawak. Nilai sel berisi rating atau penilaian terhadap bibit berdasarkan kriteria yang telah ditentukan.
- Menghitung kemiripan antar item (bibit) menggunakan pola kesamaan rating dari pengguna [6].

- c. Mengestimasi nilai prediksi untuk bibit yang belum dinilai langsung oleh pengguna dengan mempertimbangkan bibit-bibit lain yang memiliki kemiripan tinggi.
- d. Menghasilkan peringkat rekomendasi bibit temulawak berdasarkan nilai prediksi tertinggi, sehingga diperoleh bibit yang paling direkomendasikan untuk ditanam [16].

Secara umum, rumus *Cosine Similarity* yang digunakan adalah:

$$Similarity(i, j) = \frac{\sum_{u \in U} r_{u,i} \cdot r_{u,j}}{\sqrt{\sum_{u \in U} r_{u,i}^2} \cdot \sqrt{\sum_{u \in U} r_{u,j}^2}} \quad (1)$$

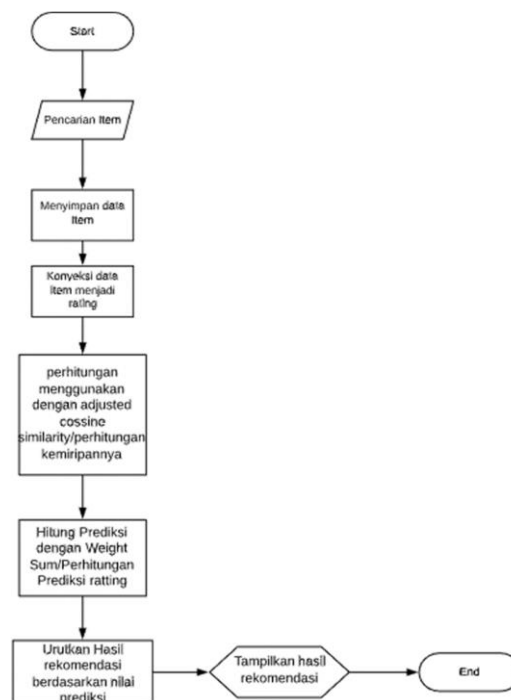
Keterangan:

- a. I dan j = dua item yang dibandingkan
- b. U = kumpulan *user* yang memberikan rating untuk kedua *item*
- c. $r_{u,i}$ = rating yang diberikan *user* u terhadap *item* i
- d. $r_{u,j}$ = rating yang diberikan *user* u terhadap *item* j

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perancangan Sistem

Perancangan sistem dilakukan sebagai tahap fundamental dalam pembangunan aplikasi pendukung keputusan pemilihan bibit herbal temulawak berbasis metode *Item-Based Collaborative Filtering*. Pada kondisi awal, proses pemilihan bibit oleh Petani Bunga Wak Gendut dilakukan secara manual dan subjektif, sehingga kualitas bibit yang dipilih tidak konsisten dan sangat dipengaruhi oleh pengalaman individu.



Gambar 3. Flowchart Collaborative Filtering

Minimnya dokumentasi penilaian dan tidak adanya prosedur evaluasi yang terstruktur juga menyebabkan petani kesulitan memperoleh bibit terbaik secara objektif [17]. Oleh karena itu, sistem ini dirancang untuk mampu melakukan analisis data penilaian bibit secara sistematis, transparan, dan terukur. Adapun tahapan perancangan sistem meliputi:

- a. Identifikasi Masalah: Tahap ini bertujuan mengidentifikasi permasalahan utama, yaitu subjektivitas dalam penilaian bibit. Petani menilai bibit berdasarkan pengalaman pribadi tanpa standar penilaian baku, sehingga diperlukan mekanisme evaluasi berbasis data [17].
- b. Penentuan Kebutuhan Data: Sistem membutuhkan informasi mengenai kriteria penilaian bibit, Subkriteria bobot data rating dari pengguna (petani) dan alternatif bibit yang akan dibandingkan. Kriteria yang digunakan ditentukan melalui wawancara langsung dengan petani, yaitu ukuran rimpang (C1), warna rimpang (C2), kondisi kulit rimpang (C3), usia bibit (C4), kesehatan bibit (C5), dan produktivitas potensial (C6). Kriteria ini akan menjadi dasar penyusunan *dataset* penilaian bibit untuk pengolahan algoritma *Collaborative Filtering*.
- c. Perancangan Struktur Database: Struktur database dirancang untuk mengakomodasi seluruh kebutuhan data, mencakup Tabel bibit (alternatif), Tabel kriteria dan subkriteria, Tabel rating petani, Tabel hasil rekomendasi.

Relasi antar tabel diatur sedemikian rupa agar sistem dapat mengolah rating menjadi matriks kemiripan dan nilai prediksi secara efisien.

- d. Perancangan Antarmuka Sistem: Antarmuka sistem dirancang sederhana dan mudah dipahami oleh pengguna (petani). Antarmuka utama meliputi Halaman login, Halaman input data bibit, Halaman input rating, Halaman tampilan matriks kemiripan, Halaman hasil perangkungan. Dengan desain yang intuitif, petani dapat menggunakan sistem tanpa pelatihan teknis yang rumit [18].
- e. Implementasi Sistem: Sistem dikembangkan dalam bentuk aplikasi *web* menggunakan Bahasa pemrograman PHP, *Web server Apache*, *Database MySQL* yang dikelola melalui XAMPP. Lingkungan ini dipilih karena mudah diakses, ringan, dan umum digunakan untuk pengembangan aplikasi berbasis *web*.
- f. Integrasi Metode *Item-Based Collaborative Filtering*: Diintegrasikan pada inti sistem sebagai mekanisme perhitungan rekomendasi. Sistem memanfaatkan Rating pengguna, Kemiripan antar bibit, Prediksi rating. Integrasi ini memungkinkan sistem memberikan rekomendasi bibit terbaik melalui proses matematis yang objektif [19].

3.2 Implementasi Metode Collaborative Filtering

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Item-Based Collaborative Filtering* (CF). Metode ini bekerja dengan menganalisis pola penilaian bibit berdasarkan rating yang diberikan oleh pengguna (petani), kemudian menghitung tingkat kemiripan antar bibit. Semakin mirip pola rating antar bibit, semakin tinggi nilai kemiripannya, dan semakin besar kemungkinan bibit tersebut direkomendasikan satu sama lain [20]. Berdasarkan hasil wawancara dan observasi di Petani Bunga Wak Gendut, diperoleh enam kriteria utama yang digunakan dalam pengambilan keputusan pemilihan bibit temulawak, yaitu:

Tabel 2. Kriteria Bibit Herbal Temulawak

Kode	Kriterial
C1	Ukuran Rimpang
C2	Warna Rimpang
C3	Kondisi Kulit Rimpang
C4	Usia Bibit
C5	Kesehatan Bibit
C6	Produktivitas Pontesial

Setiap kriteria memiliki subkriteria yang dinilai menggunakan skala bobot 1–5, misalnya ukuran rimpang (kecil hingga sangat besar), warna rimpang (pucat hingga oranye cerah), kondisi kulit (banyak luka hingga sangat mulus), usia bibit (1 bulan hingga > 6 bulan), kesehatan bibit (sangat rentan hingga sangat sehat), dan produktivitas potensial (sangat rendah hingga sangat tinggi). Skala ini disusun berdasarkan hasil riset dan wawancara dengan petani. Alternatif yang dinilai dalam penelitian ini terdiri dari enam bibit temulawak, yang masing-masing direpresentasikan sebagai:

Tabel 3. Alternatif Bibit Herbal Temulawak

User	Alternatif
A1	Bibit 1
A2	Bibit 2
A3	Bibit 3
A4	Bibit 4
A5	Bibit 5
A6	Bibit 6

Setiap pengguna (A1–A6) memberikan rating terhadap bibit berdasarkan kriteria yang ditentukan, sehingga membentuk data penilaian yang menjadi dasar perhitungan rekomendasi. Pembobotan kriteria dalam penelitian ini ditentukan menggunakan metode *Item - Based Collaborative Filtering*. Pemilihan *Item-Based CF* dibanding *User-Based CF* didasarkan pada karakteristik *dataset* penelitian ini, yaitu jumlah pengguna terbatas tetapi jumlah item (bibit) dan variasi kriteria penilaiannya lebih dominan [21]. *Item-Based CF* lebih stabil untuk kasus seperti ini karena item memiliki karakteristik tetap, sementara profil pengguna dapat berubah. Dengan demikian, metode ini sesuai untuk implementasi pada sistem rekomendasi pertanian berskala kecil hingga menengah. Proses implementasi metode CF terdiri dari beberapa tahap berikut:

- a. Menyusun Matriks *User–Item*
- b. Menghitung Kemiripan Antar Bibit (*Cosine Similarity*)
- c. Memperoleh Matriks Kemiripan Antar Bibit
- d. Menghitung Prediksi Rating
- e. Menentukan Hasil Perangkungan Bibit [22]

3.3 Penerapan Hasil Perhitungan Algoritma

Pembobotan dilakukan berdasarkan skala 1 - 5, yang diperoleh melalui wawancara dengan narasumber yang memiliki pengetahuan dan pengalaman dalam pemilihan bibit. Setiap kriteria diberi bobot sesuai dengan kepentingannya sebagaimana dirasakan oleh responden, memastikan bahwa bobot yang dihasilkan mencerminkan preferensi nyata di lapangan. Proses ini bertujuan untuk mencapai pembobotan yang lebih objektif dan akurat, yang dapat digunakan sebagai dasar perhitungan antar kriteria pada tahap selanjutnya. Pembobotan subkriteria untuk mempermudah proses perhitungan dengan skala 1-5 sesuai table berikut :

Tabel 4. Pembobotan Subkriteria Ukuran Rimpang

Kode	Kriteria	Subkriteria	Bobot
C1	Ukuran Rimpang	Kecil (20 gram)	1
		Sedang (20, 40 gram)	2
		Agak Besar (41 – 60 gram)	3
		Besar (61 – 80 gram)	4
		Sangat Besar (80 gram)	5

Tabel 5. Pembobotan Subkriteria Warna Rimpang

Kode	Kriteria	Subkriteria	Bobot
C2	Warna Rimpang	Pucat / Kusam	1
		Kuning Muda	2
		Kuning Emas	3
		Oranye Kekuningan	4
		Oranye Cerah / Tajam	5

Tabel 6. Pembobotan Subkriteria Kondisi Kulit Rimpang

Kode	Kriteria	Subkriteria	Bobot
C3	Kondisi Kulit Rimpang	Banyak Luka / Cacat	1
		Agak Rusak / Bercak	2
		Cukup Mulus dengan sedikit noda	3
		Hampir Mulus sedikit Keriput	4
		Sangat Mulus, Bersih sehat	5

Tabel 7. Pembobotan Subkriteria Usia Bibit

Kode	Kriteria	Subkriteria	Bobot
C 4	Usia Bibit	1 Bulan	1
		1 – 2 Bulan	2
		3 – 4 Bulan	3
		5 – 6 Bulan	4
		6 Bulan	5

Tabel 8. Pembobotan Subkriteria Kesehatan Bibit

Kode	Kriteria	Subkriteria	Bobot
C5	Kesehatan Bibit	Sangat Rentan Penyakit	1
		Sering terserang Penyakit	2
		Cukup Sehat, Kadang Sakit	3
		Sehat Jarang Sakit	4
		Sangat Sehat, Tahan Penyakit	5

Tabel 9. Pembobotan Subkriteria Produktivitas Pontesial

Kode	Kriteria	Subkriteria	Bobot
C6	Produktivitas Pontesial	Sangat rendah (< 1kg/rumpun)	1
		Rendah (1-2 kg/rumpun)	2
		Sedang (2-3 kg/rumpun)	3
		Tinggi (3-4 kg/rumpun)	4
		Sangat Tinggi (> 4 kg/rumpun)	5

Berdasarkan Tabel diatas merupakan pembobotan subkriteria perangkingan dimana data pembobotan subkriteria diporeleh berdasarkan riset wawancara di Petani Bunga Wak Gendut.

Tabel 10. Penilaian Alternatif Data Rating Bobot Subkriteria

User	Bibit 1	Bibit 2	Bibit 3	Bibit 4	Bibit 5	Bibit 6
C1	5	3	5	4	0	5
C2	3	3	0	4	4	4
C3	2	5	3	0	2	2
C4	0	1	2	1	3	1
C5	5	0	2	4	3	2
C6	1	2	1	3	2	0

Selanjutnya melakukan perhitungan User A1, A2, A3, A4, A5, A6 yang belum berikan data rating dan menghitung kemiripan antar bibit menggunakan *Cosine Similarity* antara vektor bibit berdasarkan rating pengguna. Metode *Item-Based Collaborative Filtering* diterapkan untuk menghitung kemiripan antar bibit berdasarkan pola rating pengguna. Langkah utamanya meliputi:

- Menyusun matriks rating antara pengguna (A1–A6) dan bibit (Bibit 1–Bibit 6) dalam bentuk tabel penilaian bobot subkriteria.
- Menghitung kemiripan antar bibit menggunakan rumus *Cosine Similarity* berdasarkan vektor rating yang diberikan oleh para pengguna [23].
- Menggunakan nilai kemiripan tersebut untuk memprediksi rating yang belum diberikan langsung oleh pengguna terhadap bibit tertentu.
- Menghasilkan nilai prediksi akhir yang kemudian digunakan sebagai dasar perangkingan bibit temulawak.

Hasil perhitungan *Cosine Similarity* menghasilkan matriks kemiripan antar bibit yang menunjukkan seberapa mirip satu bibit dengan bibit lainnya berdasarkan pola penilaian pengguna [24].

- Menghitung C5 user A1

Similarity antara C1 dan C2

$$C1 = [5 \ 3 \ 2 \ 0 \ 5 \ 1]$$

$$C2 = [3 \ 3 \ 5 \ 1 \ 0 \ 2]$$

$$\begin{aligned} \text{Sim} (C1, C2) &= (5 \times 3) + (3 \times 3) + (2 \times 5) + (0 \times 1) + (5 \times 0) + (1 \times 2) \\ &\quad 5^2 + 3^2 + 2^2 + 0^2 + 5^2 + 1^2 \quad 3^2 + 3^2 + 5^2 + 1^2 + 0^2 + 2^2 \\ &= 15 + 9 + 10 + 0 + 0 + 2 \\ &\quad \sqrt{64} \quad \sqrt{48} \\ &= \quad 36 \\ &\quad 55,44 \\ &= 0.650 \end{aligned}$$

- Menghitung C5 user A1

Similarity antara C1 dan C3

$$C1 = [5 \ 3 \ 2 \ 0 \ 5 \ 1]$$

$$C3 = [5 \ 0 \ 3 \ 2 \ 2 \ 1]$$

$$\begin{aligned} \text{Sim} (C1, C3) &= (5 \times 5) + (3 \times 0) + (2 \times 3) + (0 \times 2) + (5 \times 2) + (1 \times 1) \\ &\quad 5^2 + 3^2 + 2^2 + 0^2 + 5^2 + 1^2 \quad 5^2 + 0^2 + 3^2 + 2^2 + 2^2 + 1^2 \\ &= 25 + 0 + 6 + 0 + 10 + 1 \\ &\quad \sqrt{64} \quad \sqrt{43} \\ &= \quad 42 \\ &\quad 55,48 \\ &= 0.801 \end{aligned}$$

- Menghitung C5 user A1

Similarity antara C1 dan C4

$$C1 = [5 \ 3 \ 2 \ 0 \ 5 \ 1]$$

$$C4 = [4 \ 4 \ 0 \ 1 \ 4 \ 3]$$

$$\begin{aligned} \text{Sim} (C1, C4) &= (5 \times 4) + (3 \times 4) + (2 \times 0) + (0 \times 1) + (5 \times 4) + (1 \times 3) \\ &\quad 5^2 + 3^2 + 2^2 + 0^2 + 5^2 + 1^2 \quad 4^2 + 4^2 + 0^2 + 1^2 + 4^2 + 3^2 \\ &= 20 + 12 + 0 + 0 + 20 + 3 \\ &\quad \sqrt{64} \quad \sqrt{58} \\ &= \quad 55 \\ &\quad 60,96 \end{aligned}$$

$$= 0.903$$

d. Menghitung C5 user A1

Similarity antara C1 dan C5

$$C1 = [5 \ 3 \ 2 \ 0 \ 5 \ 1]$$

$$C5 = [0 \ 4 \ 2 \ 3 \ 3 \ 2]$$

$$\begin{aligned} \text{Sim} (C1, C5) &= (5 \times 0) + (3 \times 4) + (2 \times 2) + (0 \times 3) + (5 \times 3) + (1 \times 2) \\ &\quad \sqrt{5^2 + 3^2 + 2^2 + 0^2 + 5^2 + 1^2} \quad \sqrt{0^2 + 4^2 + 2^2 + 3^2 + 3^2 + 2^2} \\ &= 0 + 12 + 4 + 0 + 15 + 2 \\ &\quad \sqrt{64} \quad \sqrt{42} \\ &= \frac{33}{51.84} \\ &= 0.637 \end{aligned}$$

e. Menghitung C5 user A1

Similarity antara C1 dan C6

$$C1 = [5 \ 3 \ 2 \ 0 \ 5 \ 1]$$

$$C6 = [5 \ 4 \ 2 \ 1 \ 2 \ 0]$$

$$\begin{aligned} \text{Sim} (C1, C6) &= (5 \times 5) + (3 \times 4) + (2 \times 2) + (0 \times 1) + (5 \times 2) + (1 \times 0) \\ &\quad \sqrt{5^2 + 3^2 + 2^2 + 0^2 + 5^2 + 1^2} \quad \sqrt{5^2 + 4^2 + 2^2 + 1^2 + 2^2 + 0^2} \\ &= 25 + 12 + 4 + 0 + 10 + 0 \\ &\quad \sqrt{64} \quad \sqrt{50} \\ &= \frac{51}{56.56} \\ &= 0.902 \end{aligned}$$

Tabel 11. Matriks Kemiripan

User	C1	C2	C3	C4	C5	C6
A1	1.000	0.650	0.801	0.903	0.637	0.902
A2	0.650	1.000	0.748	0.588	0.646	0.776
A3	0.801	0.748	1.000	0.661	0.471	0.798
A4	0.903	0.588	0.661	1.000	0.750	0.836
A5	0.637	0.646	0.471	0.750	1.000	0.836
A6	0.902	0.776	0.798	0.836	0.633	1.000

Selanjutnya menghitung nilai akhir untuk mendapatkan perangkian akhir dari proses perhitungan algoritma *Item Based Collaborative Filtering*. Prediksi rating User A1 terhadap C5

a. $\text{Sim} (C1, C2) = 0.650$

b. $\text{Sim} (C1, C3) = 0.801$

c. $\text{Sim} (C1, C4) = 0.903$

d. $\text{Sim} (C1, C5) = 0.637$

e. $\text{Sim} (C1, C6) = 0.902$

Dan A1 memberi rating C1= 5, C2= 3, C3= 5, C4= 4, C6= 5

$$\begin{aligned} \text{Rul C5} &= \frac{(0.650 \times 5) + (0.801 \times 3) + (0.903 \times 5) + (0.637 \times 4) + (0.902 \times 5)}{0.650 + 0.801 + 0.903 + 0.637 + 0.902} \\ &= \frac{3.25 + 2.403 + 4.515 + 2.548 + 4.51}{3.893} \\ &= \frac{17.226}{3.893} \\ &= 4.349 \end{aligned}$$

Prediksi rating User A2 terhadap C3

a. $\text{Sim} (A2, C1) = 0.650$

b. $\text{Sim} (A2, C3) = 0.748$

c. $\text{Sim} (A2, C4) = 0.588$

d. $\text{Sim}(A2, C5) = 0.646$

e. $\text{Sim}(A2, C6) = 0.776$

Dan A2 memberi rating $C1= 3, C2= 3, C4= 4, C5= 4, C6= 4$

$$\text{Rul } C3 = \frac{(0.650 \times 3) + (0.748 \times 3) + (0.588 \times 4) + (0.646 \times 4) + (0.776 \times 4)}{0.650 + 0.748 + 0.588 + 0.646 + 0.776}$$

$$= \frac{1.95 + 2.244 + 2.352 + 2.584 + 3.104}{3.408}$$

$$= \frac{12.234}{3.408}$$

$$= 3.555$$

Tabel 12. Nilai Hasil dan Prediksi Rating Bibit Temulawak

User	C1	C2	C3	C4	C5	C6
A1	5	3	5	4	4.349	5
A2	3	3	3.555	4	4	4
A3	2	5	3	2.649	2	2
A4	1.533	1	2	1	3	1
A5	5	3.106	2	4	3	2
A6	1	2	1	3	2	1.781

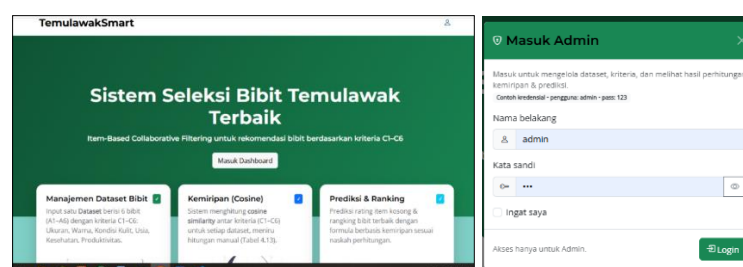
Hasil penilaian terhadap enam jenis bibit oleh enam pengguna (A1–A6), diperoleh data sebagaimana terlihat pada tabel di atas. Perhitungan sistem rekomendasi terhadap enam jenis bibit menggunakan metode *Collaborative Filtering* (CF), hasilnya dapat dilihat pada tabel di dibawah ini. Nilai yang ditampilkan merupakan hasil rekomendasi akhir untuk masing-masing pengguna (A1–A6) terhadap bibit yang paling sesuai dengan preferensi.

Tabel 13. Nilai Hasil Rekomendasi Bibit Temulawak Terbaik

User	Alternatif	Hasil Rekomendasi
A1	C1	4.349
A2	C2	3.55
A3	C3	2.649
A5	C5	3.106
A6	C6	1.781
A4	C4	1.533

3.4 Pengujian Sistem

Sistem pendukung keputusan dikembangkan dalam bentuk aplikasi berbasis *web*. Pengguna (petani atau agen) terlebih dahulu melakukan *login* untuk dapat mengakses fitur sistem. Setelah *login*, pengguna diarahkan ke *dashboard* yang menampilkan data bibit, *dataset* kriteria beserta bobot subkriterianya, matriks kemiripan antar bibit, serta hasil akhir perangkungan. Selain itu, sistem juga menyediakan halaman khusus yang memuat *dataset* kriteria bibit temulawak, *dataset* penilaian alternatif (rating bobot subkriteria), matriks kemiripan hasil perhitungan *Item-Based Collaborative Filtering*, serta tabel prediksi dan rekomendasi bibit terbaik. Pengujian fungsional dilakukan menggunakan *browser* Google Chrome pada lingkungan *localhost* melalui XAMPP. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh fungsi utama mulai dari input data, proses perhitungan, hingga penampilan hasil perangkungan dapat berjalan dengan baik [25].



Gambar 4. Halaman Login Aplikasi

Disini pengguna melakukan *login* agar dapat masuk ke aplikasi sistem pendukung penentuan bibit herbal temulawak terbaik. Selanjutnya masuk ke dalam *dasboard* dan data bibit, matriks kemiripan, hasil rangking. Setelah *user* masuk akan menampilkan halaman utama yaitu *dasboard*, yang berisi data bibit, matriks kemiripan, hasil rangking [26]. Menampilkan *Dataset* Kriteria Bobot Bibit Temulawak Selanjutnya masuk ke dalam *dasboard* dan data bibit, matriks kemiripan, hasil rangking

Gambar 5. *Dataset Kriteria*

Gambar diatas bobot kriteria yang sudah ditentukan berdasarkan hasil riset. Menampilkan *Dataset* Bobot Kriteria Bibit Temulawak . Lalu gambar dibawah adalah hasil bobot kriteria yang sudah di tentukan berdasarkan hasil riset.

No	Nama Dataset	User	C1	C2	C3	C4	C5	C6	Nilai
1	Dataset Pertama	A1	1	2	1	1	2	5	6
2	Dataset Pertama	A5	5	5	2	4	2	3	6
3	Dataset Pertama	A1	5	1	2	1	2	1	6
4	Dataset Pertama	A5	2	1	3	6	2	2	6
5	Dataset Pertama	A2	3	3	6	4	4	4	6
6	Dataset Pertama	A1	5	2	5	4	5	5	6

Gambar 6. Menampilkan Penilaian Alternatif Data Rating Bobot Subkriteria

Nama Dataset	Pengguna	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Dataset Pertama	A1	1.000	0.980	0.990	0.990	0.970	0.990
Dataset Pertama	A2	0.990	1.000	0.748	0.980	0.849	0.776
Dataset Pertama	Ukuran A3	0.939	0.748	1.000	0.980	0.471	0.768
Dataset Pertama	Ukuran A4	0.993	0.986	0.980	1.000	0.760	0.939
Dataset Pertama	Ukuran A5	0.997	0.946	0.471	0.760	1.000	0.993
Dataset Pertama	A6	0.992	0.776	0.768	0.939	0.993	1.000

Gambar 7. Tampilan Matriks Kemiripan

Rank	Nama Dataset	User	Kriteria (Berd)	Nilai Prediksi
1	Dataset Pertama	A1	C5	4.349
2	Dataset Pertama	A2	C3	3.555
3	Dataset Pertama	A3	C2	3.106
4	Dataset Pertama	A3	C4	2.649
5	Dataset Pertama	A6	C6	1.761
6	Dataset Pertama	A4	C1	1.533

Gambar 8. Menampilkan Hasil Prediksi Rangkeng

3.5 Pembahasan dan Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

Berdasarkan data rating awal dan hasil perhitungan dengan metode *Item-Based Collaborative Filtering*, diperoleh nilai prediksi rating untuk setiap kombinasi pengguna-bibit. Ringkasan hasilnya disajikan dalam bentuk tabel nilai hasil dan prediksi rating. Salah satu contoh hasil penting adalah prediksi rating pengguna A1 terhadap kriteria C5 yang menghasilkan nilai 4,349, yang menunjukkan tingkat rekomendasi yang tinggi. Selanjutnya, dari keseluruhan proses perhitungan, diperoleh nilai hasil rekomendasi bibit temulawak terbaik sebagai berikut:

Tabel 14 Nilai Hasil Rekomendasi Bibit Temulawak Terbaik

User	Alternatif	Hasil Rekomendasi
A1	C1	4.349
A2	C2	3.55
A3	C3	2.649
A5	C5	3.106

User	Alternatif	Hasil Rekomendasi
A6	C6	1.781
A4	C4	1.533

Hasil perhitungan menggunakan metode *Item-Based Collaborative Filtering* pada penelitian ini menunjukkan bahwa sistem mampu mengidentifikasi bibit temulawak dengan kualitas terbaik berdasarkan kemiripan pola rating antar bibit. Proses perhitungan dilakukan secara bertahap mulai dari penyusunan matriks rating, perhitungan *Cosine Similarity*, prediksi rating, hingga penyusunan rangking akhir. Dari hasil perhitungan yang telah disajikan pada Tabel 12 dan Tabel 13, terlihat bahwa bibit C1 memperoleh nilai rekomendasi tertinggi (4,349), sehingga dinyatakan sebagai bibit temulawak terbaik. Sebaliknya, bibit C4 memperoleh nilai terendah (1,533), yang menunjukkan kemungkinan kualitas fisik maupun produktivitas yang kurang memenuhi preferensi petani. Nilai prediksi yang dihasilkan algoritma menggambarkan tingkat kecocokan bibit berdasarkan keterkaitan antar bibit, bukan hanya berdasarkan rating tunggal. Misalnya, nilai prediksi 4,349 untuk C5 pada pengguna A1 terbentuk melalui kombinasi kemiripan antar bibit dan rating dari bibit lain yang mirip. Hal ini menunjukkan bahwa metode CF tidak sekadar mengolah nilai rata-rata, namun benar-benar mengekstraksi pola rating antar *item* untuk menghasilkan rekomendasi yang lebih akurat dan komprehensif. Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa metode *Collaborative Filtering* dapat diterapkan secara efektif pada domain pertanian, khususnya untuk pemilihan bibit temulawak. Konsistensi hasil prediksi dengan perhitungan manual membuktikan bahwa algoritma bekerja dengan benar dan mampu menjadi alat bantu pengambilan keputusan yang objektif bagi petani. Untuk menguatkan kontribusi penelitian, dilakukan perbandingan dengan tiga studi terdahulu, yaitu rekomendasi bibit padi [6], rekomendasi buku [7], dan rekomendasi produk *e-commerce* [11], guna menunjukkan landasan teoretis serta nilai kebaruan penelitian. Penelitian [6] menggunakan *user-based* CF untuk memilih bibit padi berdasarkan kesamaan antar petani. Pendekatan tersebut efektif pada jumlah pengguna besar, namun kurang stabil untuk *dataset* kecil seperti penelitian ini (A1–A6). Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan *Item-Based* CF yang lebih sesuai karena karakteristik bibit lebih konsisten dibandingkan variasi preferensi pengguna. Meskipun sama-sama bertujuan membantu petani memilih bibit, penelitian ini menawarkan nilai tambah dengan pemilihan pendekatan CF yang lebih tepat bagi domain tanaman herbal. Penelitian [7] menerapkan CF untuk merekomendasikan buku berdasarkan minat pengguna yang bersifat subjektif. Sebaliknya, penelitian ini mengolah atribut fisik dan produktivitas tanaman yang objektif. Dengan demikian, *similarity* dibangun dari karakteristik bibit, bukan perilaku pengguna. Meski sama-sama menggunakan CF, konteks dan tujuan berbeda ini menunjukkan bahwa algoritma CF dapat diperluas dari domain preferensi manusia ke domain biofisik pertanian. Penelitian [11] pada *e-commerce* menggunakan CF untuk memprediksi produk yang disukai konsumen berdasarkan pola belanja. Perbedaan utama terletak pada domain (komersial vs. pertanian) serta orientasi rekomendasi (preferensi pembelian vs. kualitas bibit). Meskipun variabel penilaiannya berbeda emosional pada *e-commerce* dan biologis pada penelitian ini kedua studi memperlihatkan bahwa CF mampu meningkatkan akurasi rekomendasi di berbagai bidang.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil menerapkan metode *Item-Based Collaborative Filtering* untuk membangun sistem rekomendasi pemilihan bibit temulawak yang mampu menghasilkan rekomendasi objektif berdasarkan kemiripan antar karakteristik bibit melalui perhitungan *Cosine Similarity*. Sistem berbasis *web* yang dikembangkan membantu petani mengurangi subjektivitas dalam penilaian manual dan memberikan hasil prediksi yang konsisten dengan perhitungan matematis. Namun, penelitian ini memiliki keterbatasan, yaitu jumlah pengguna yang sedikit, proses pemberian rating yang masih manual, serta belum mempertimbangkan faktor eksternal seperti kondisi tanah dan iklim yang dapat memengaruhi kualitas bibit. Untuk penelitian selanjutnya, sistem dapat dikembangkan dengan *dataset* yang lebih besar, pembobotan otomatis, integrasi metode *machine learning*, serta penambahan parameter agronomis agar rekomendasi bibit yang dihasilkan lebih akurat, adaptif, dan aplikatif di lapangan.

REFERENCES

- [1] V. C. Prakasita, J. Ilham, and C. Amarantini, "Aktivitas Antibakteri Ekstrak Temulawak (Curcuma xanthorrhiza) dan Bakteriosin Bifidobacterium longum terhadap Salmonella typhi," *Sciscitatio*, vol. 5, no. 1, pp. 28–39, 2024.
- [2] E. Widaswanti, N. Ansori, and M. Z. Hisyam, "Menjaga ketersediaan temulawak sebagai bahan baku produksi jamu (studi kasus : Provinsi Jawa Timur)," *J. Teknol. Ind. Pertan.*, vol. 19, no. 2, pp. 273–283, 2025, doi: 10.21107/agrointek.v19i2.27364.
- [3] R. Zulfiani, S. Dahlia, W. E. Sari, and D. E. N. Fitriana, "Pemanfaatan Temulawak (Curcuma xanthorrhiza) Sebagai Obat Cantengan Tradisional di Desa Kiara Payung, Banten Utilization of Javanese Turmeric (Curcuma xanthorrhiza) as a Traditional for Ingrown Toenail Medicine in Kiara Payung Village, Banten," *J. Ilm. Biol. UMA (JIBIOMA)*, vol. 7, no. 1, pp. 36–45, 2025, doi: 10.31289/jibioma.v7i1.5623.
- [4] A. Rosmalia, D. Evvyernie, D. E. Yolanda, and D. M. Fassah, "Studi In Vitro Temulawak (Curcuma (Kaempferia galanga) sebagai Feed Fermentabilitas dan Protozoa Rumen xanthorrhiza) dan Kencur Additive Alami Terhadap,"

- J. Ilmu Nutr. dan Teknol. Pakan*, vol. 22, no. 3, pp. 173–177, 2024.
- [5] C. A. Rahman, L. M. Rahmawati, D. Santosa, P. Indrasetiawan, and Purwanto, “Profil Minyak Atsiri dan Aktivitas AntibakteriKunyit tumbuhan xanthorrhizaRoxb. Berasal dari Yogyakarta oleh GC-MS Catur,” vol. 29, no. 2, pp. 224–232, 2024, doi: 10.22146/mot.93649.
 - [6] D. Siswanto, Zamzami, L. Nijal, S. Rajab, and S. R. W. Rambe, “APLIKASI REKOMENDASI DALAM PEMILIHAN BUKU SISWA DI PERPUSTAKAAN MENGGUNAKAN METODE COLLABORATIVE FILTERING PADA SMKN 2 MANDAU BERBASIS WEB,” vol. 4, no. 1, pp. 101–116, 2022.
 - [7] V. S. Saputra, A. Ridwan, and T. G. Pratama, “Rancang Bangun Sistem Rekomendasi Buku Berbasis Item-Based Collaborative Filtering Menggunakan Algoritma K-Nearest Neighbors,” *J. Sist. Informasi, Teknol. Inf. dan Komput.*, vol. 15, no. 2, pp. 325–331, 2025.
 - [8] M. E. P. Ramandha and N. B. A. Kresnapati, “Isolation of curcumin compounds in Temulawak Rhizome (xanthorrhiza Roxb),” *J. Nat. Sci. Math. Res.*, vol. 9, no. 2, pp. 127–134, 2023.
 - [9] D. A. Nugroho, C. Lubis, and N. J. Perdana, “SISTEM REKOMENDASI FILM MENGGUNAKAN METODE NEURAL COLLABORATIVE FILTERING MOVIE RECOMMENDATION SYSTEM USING NEURAL COLLABORATIVE FILTERING,” vol. 7, no. 3, pp. 926–937, 2024.
 - [10] N. E. Lim and M. Silalahi, “RANCANG BANGUN SISTEM E-ADMINISTRASI BERBASIS CODEIGNITER FRAMEWORK DI KP2A BATAM,” *J. Comasie*, vol. 1, 2023.
 - [11] L. R. Cahyo, A. Lisdiyanto, and M. M. Alamin, “PENGEMBANGAN SISTEM REKOMENDASI THRIFTING PADA E-COMMERCE,” *J. Mhs. Tek. Inform.*, vol. 9, no. 3, pp. 4523–4529, 2025.
 - [12] Sugiarti, A. W. M. Gaffar, Suallis, and S. W. Samsul, “Sistem Rekomendasi Pemilihan Hardware Komputer Menggunakan Metode Item-Based Collaborative Filtering,” *J. Minfo Polgan*, vol. 14, no. April, pp. 284–292, 2025.
 - [13] J. Parhusip, A. Chandra, C. Handika, and P. P. Indes, “PENGEMBANGAN APLIKASI BIMBINGAN KONSELING PADA SMK NEGERI 1 MUARA TEWEH MENGGUNAKAN METODE RAPID APPLICATION DEVELOPMENT (RAD),” vol. 16, no. 1, pp. 61–72, 2022.
 - [14] F. Rozi *et al.*, “tidak terpakai PEMBERDAYAAN KELOMPOK TP-PKK DESA ARGO MULYO, KECAMATAN SEPAKU, PENAJAM PASER UTARA MELALUI POJOK LITERASI TANAMAN OBAT KELUARGA (TOGA),” *J. ABDI Insa.*, vol. 11, pp. 3087–3097, 2024.
 - [15] M. A. Salsabila, M. T. Chulkamdi, and M. F. Rahmat, “Penerapan Forward Chaining pada Sistem Informasi Diagnosa Penyakit Berbasis WEB Menggunakan Metode Rapid Application Development,” *J. Restikom Ris. Tek. Inform. dan Komput.*, vol. 6, no. 2, pp. 358–369, 2024.
 - [16] A. L. Fauziah, D. Rahmadilla, and F. Jannah, “Perancangan Website UMKM BB Bakery Menggunakan Visual Studio Code,” *J. Imiah Pengabd. Pada Masy.*, vol. 02, no. 02, pp. 330–345, 2024.
 - [17] D. P. Kartikasari, T. Ayu, T. Tambak, and A. R. Ridwanto, “Hybrid Demand Forecasting and Monte Carlo Simulation for Retail Supply Chain Inventory Optimization,” *JITCoS J. Inf. Technol. Comput. Syst.*, vol. 1, no. 2, pp. 74–85, 2025, doi: 10.65230/jitcos.v1i2.40.
 - [18] T. T. A. Risky, N. Faiza, M. Fikry, and H. Hasibuan, “Modeling and Simulation of Indoor Temperature Dynamics Using Random Forest and Multi-Layer Perceptron Methods,” *JITCoS J. Inf. Technol. Comput. Syst.*, vol. 1, no. 2, pp. 64–73, 2025, doi: 10.65230/jitcos.v1i2.39.
 - [19] R. Irawan, S. P. Lestari, and B. G. Sudarsono, “Design and Build of Posyandu Service Application at Posyandu Yanita,” *J. Sains dan Teknol. WidyaloKa*, vol. 2, pp. 15–21, 2023.
 - [20] D. JANNACH, M. ZANKER, A. FELFERNIG, and G. FRIEDRICH, *Recommender An Introduction Systems*. New York: Cambridge University Press, 2011.
 - [21] M. A. Rasyid and S. M. Hutagalung, “Traffic Congestion Modeling and Simulation in Front of the University of North Sumatra (USU) Campus Using an Agent-Based Modeling Approach,” *JITCoS J. Inf. Technol. Comput. Syst.*, vol. 1, no. 2, pp. 86–100, 2025, doi: 10.65230/jitcos.v1i2.41.
 - [22] F. Ricci, L. Rokach, B. Shapira, P. B. Kantor, and F. Ricci, *Recommender Systems Handbook*. Springer Science+Business Media, LLC, 2010. doi: 10.1007/978-0-387-85820-3.
 - [23] F. A. Fauzi and F. Darmawan, “Pembangunan Aplikasi E-Commerce berbasis Website Menggunakan Laravel,” vol. 2, no. 6, pp. 1–7, 2023.
 - [24] M. E. I. N. Efendi and B. Y. Geni, “tidak terpakai SISTEM ABSENSI ONLINE BERBASIS WEB DENGAN FITUR RADIUS PEMBATAAN LOKASI ABSEN UNTUK KARYAWAN OUTSOURCING,” *J. Mhs. Tek. Inform.*, vol. 8, no. 4, pp. 7428–7435, 2024.
 - [25] I. Fahanani, A. Ulinuha, and I. Yuliana, “SISTEM INFORMASI SEKOLAH DI SMP NEGERI 2 SIDOHARJO BERBASIS DESKTOP,” pp. 1–11, 2013.
 - [26] H. Saputro, “Membangun Sistem Informasi Presensi Pengunjung Perpustakaan Universitas Mahakarya Asia Dengan Memanfaatkan QR Code Menggunakan Codeigniter 3,” *J. Inform. dan Komput.*, vol. 12, no. 2, pp. 81–90, 2021.