

**SISTEM REKOMENDASI MAKANAN SEHAT BAGI PENDERITA DIABETES
MENGUNAKAN METODE *ITEM BASED COLLABORATIVE FILTERING***

SKRIPSI

Oleh:
LAILATUL KHOIRIYAH
NIM. 22005110138



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2026**

**SISTEM REKOMENDASI MAKANAN SEHAT BAGI PENDERITA
DIABETES MENGGUNAKAN METODE *ITEM BASED
COLLABORATIVE FILTERING***

SKRIPSI

Diajukan kepada:
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)

Oleh:
LAILATUL KHOIRIYAH
NIM. 220605110138

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2026**

HALAMAN PERSETUJUAN

**SISTEM REKOMENDASI MAKANAN SEHAT BAGI PENDERITA
DIABETES MENGGUNAKAN METODE *ITEM BASED*
*COLLABORATIVE FILTERING***

SKRIPSI

Oleh:

LAILATUL KHOIRIYAH
NIM. 220605110138

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji:
Tanggal: 19 Februari 2026

Pembimbing I,


Prof. Dr. Muhammad Faisal, M.T
NIP. 19740510 200501 1 007

Pembimbing II,


Dr. M. Imamudin Lc, MA
NIP. 19740602 200901 1 010

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Informatika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang



Supriyono, M.Kom
NIP. 19841010 201903 1 012

HALAMAN PENGESAHAN

**SISTEM REKOMENDASI MAKANAN SEHAT BAGI PENDERITA
DIABETES MENGGUNAKAN METODE *ITEM BASED*
*COLLABORATIVE FILTERING***

SKRIPSI

Oleh :
LAILATUL KHOIRIYAH
NIM. 220605110138

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)
Tanggal: 5 Mei 2026

Susunan Dewan Penguji

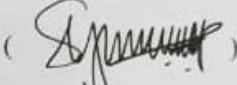
Ketua Penguji : Dr. Ir. Fachrul Kurniawan, M.MT., IPU
NIP. 19771020 200912 1 001

Anggota Penguji I : A'la Syauqi, M.Kom
NIP. 19771201 200801 1 007

Anggota Penguji II : Prof. Dr. Muhammad Faisal, M.T
NIP. 19740510 200501 1 007

Anggota Penguji III : Dr. M. Imamudin Lc, MA
NIP. 19740602 200901 1 010

()

()

()

()

Mengetahui dan Mengesahkan,
Ketua Program Studi Teknik Informatika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

()
Supriyono, M.Kom
NIP. 19841010 201903 1 012

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Lailatul Khoiriyah
NIM : 220605110138
Fakultas / Program Studi : Sains dan Teknologi / Teknik Informatika
Judul Skripsi : Sistem Rekomendasi Makanan Sehat bagi Penderita Diabetes Menggunakan Metode *Item Based Collaborative Filtering*

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Skripsi yang saya tulis ini benarbenar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan data, tulisan, atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini merupakan hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 13 Mei 2026
Yang membuat pernyataan,



Lailatul Khoiriyah
NIM. 220605110138

MOTTO

*“Dan tidak ada taufik bagiku melainkan dengan (pertolongan) Allah”
(QS. Hud:88)*

KATA PENGANTAR

Bismillah

Alhamdulillahil ladzi bi ni'matihi tatimmush shalihat, segala puji bagi Allah yang dengan nikmat-Nya segala kebaikan menjadi sempurna. Atas segala rahmat, taufik, dan izin-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Sistem Rekomendasi Makanan Sehat bagi Penderita Diabetes Menggunakan Metode *Item-Based Collaborative Filtering*” dengan baik. Semua yang terjadi dalam proses penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari kehendak dan izin Allah Subhanahu wa Ta'ala. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad, keluarga, sahabat, serta seluruh umatnya yang istiqamah mengikuti sunnah beliau hingga akhir zaman.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana. Penulis menyadari bahwa dalam proses penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari berbagai hambatan, namun berkat pertolongan, rahmat, dan izin Allah Subhanahu wa Ta'ala serta dukungan dari berbagai pihak, skripsi ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Hj. Ilfi Nur Diana, M.Si, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Agus Mulyono, M.Kes, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3. Supriyono, M.Kom, selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Prof. Dr. Ir. H. Muhammad Faisal, S.Kom., M.T., selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing penulis dengan penuh kesabaran, ketelitian, serta arahan yang sangat membantu selama proses penyusunan skripsi ini.
5. Dr. M. Imamudin, Lc., M.A., selaku Dosen Pembimbing II yang senantiasa memberikan bimbingan, saran, dan masukan yang sangat berarti dalam penyusunan skripsi ini.
6. Dr. Ir. Fachrul Kurniawan, S.T., M.MT., selaku Ketua Penguji dan A'la Syauqi, M.Kom, selaku Anggota Penguji I yang telah memberikan berbagai evaluasi serta masukan yang sangat bermanfaat bagi perbaikan skripsi ini.
7. Seluruh dosen, laboran, dan staf Program Studi Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, yang telah memberikan ilmu, bimbingan, serta bantuan selama penulis menempuh perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini.
8. Kedua orang tua penulis, Bapak (rahimahullah) serta Ibu tersayang yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, dan dukungan tanpa henti.
9. Mbah Is (rahimahullah), Mak Ayi, Bude, dan Pakde tersayang yang senantiasa memberikan doa, semangat, serta dukungan kepada penulis.
10. Kakak, kakak ipar, serta segenap sepupu penulis atas doa, dukungan, dan semangat yang senantiasa diberikan.

11. Orang-orang terdekat penulis, khususnya *Al Humayroh* dan *Kholilatul Izzah*, yang senantiasa kebersamai, serta memberikan semangat, dan doa.
12. Saudari di rumah, *Silvi Putri Salsabila Mulazamatul Mazia*, *Try Yunda Sofiana*, dan *Halimatuz Zahroh*, atas doa, dukungan, dan semangat yang diberikan.
13. Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu wa Ta'ala, karena hanya atas pertolongan, rahmat, dan izin-Nya skripsi ini dapat terselesaikan.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa yang akan datang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan serta bagi pihak-pihak yang membutuhkan.

Malang, 19 Mei 2026

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN.....	v
MOTTO	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT	xv
المخلص	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Batasan Masalah.....	7
1.4 Tujuan Penelitian	7
1.5 Manfaat Penelitian	8
BAB II STUDI PUSTAKA.....	9
2.1 Penelitian Terkait	9
2.2 Diabetes.....	16
2.3 Sistem Rekomendasi	17
2.4 Collaborative Filtering	19
2.5 Item-Based Collaborative Filtering (IBCF)	21
2.5.1 Tahapan Item-Based Collaborative Filtering.....	22
2.5.2 Perhitungan Similarity	23
2.5.3 Perhitungan Prediksi Rating	24
2.5.4 Pembentukan Rekomendasi.....	24
2.6 Evaluasi Sistem Rekomendasi	25
BAB III DESAIN DAN IMPLEMENTASI	28
3.1 Metode Penelitian.....	28
3.1.1 Desain Sistem	29

3.1.2 Tahapan Metode	32
3.2 Dataset dan Perangkat	41
3.2.1 Dataset Penelitian	41
3.2.2 Perangkat yang Digunakan	42
3.3 Evaluasi Sistem	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	45
4.1 Hasil Persiapan Data	45
4.2 Hasil Preprocessing Data	46
4.3 Hasil Normalisasi Data dan Pembentukan Skor Nutrisi	47
4.4 Hasil Pembentukan User-Item Matrix	48
4.5 Hasil Perhitungan Cosine Similarity	49
4.6 Hasil Prediksi Rating	50
4.7 Hasil Rekomendasi Top-N	51
4.8 Hasil Evaluasi Sistem Menggunakan MAE	53
4.9 Pembahasan	54
4.10 Integrasi Nilai Mu'amalah Ma'Allah dan Ma'annas	55
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	58
5.1 Kesimpulan	58
5.2 Saran	59
DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Desain Sistem Rekomendasi Makanan Sehat	30
Gambar 4. 1 Grafik Nutrisi Hasil Rekomendasi	52

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terkait	13
Tabel 3. 1 Contoh Data Dummy Penelitian	33
Tabel 3. 2 Contoh Data Nutrisi Sebelum Normalisasi	34
Tabel 3. 3 Contoh Hasil Normalisasi Nutrisi	34
Tabel 3. 4 Contoh User-Item Matrix.....	36
Tabel 3. 5 Contoh Matriks Rating Setelah Prediksi	39
Tabel 3. 6 Contoh Hasil Filter Diabetes-Friendly	39
Tabel 3. 7 Contoh Top-N Recommendation	40
Tabel 3. 8 Contoh Perhitungan Mean Absolute Error (MAE)	44
Tabel 4. 1 Tampilan Dataset Awal.....	45
Tabel 4. 2 Hasil Pemeriksaan Missing Value	46
Tabel 4. 3 Hasil Normalisasi Data dan Pembentukan Skor Nutrisi	48
Tabel 4. 4 Hasil Pembentukan User-Item Matrix	48
Tabel 4. 5 Hasil Mean-Centering User-Item Matrix	50
Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan Cosine Similarity	50
Tabel 4. 7 Hasil Prediksi Rating	51
Tabel 4. 8 Hasil Rekomendasi Top-N.....	52

ABSTRAK

Khoiriyah, Lailatul. 2026. **Sistem Rekomendasi Bahan Makanan Sehat bagi Penderita Diabetes Menggunakan Metode *Item-Based Collaborative Filtering***. Skripsi. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Prof. Dr. Muhammad Faisal, M.T. (II) Dr. M. Imamudin, Lc., M.A.

Kata kunci: sistem rekomendasi, *item-based collaborative filtering*, diabetes, bahan makanan sehat, *mean absolute error*

Diabetes melitus merupakan salah satu penyakit kronis yang memerlukan pengaturan pola makan secara tepat untuk membantu menjaga kestabilan kadar gula darah. Pemilihan bahan makanan yang sesuai sering kali menjadi tantangan bagi penderita diabetes karena banyaknya variasi makanan dan perlunya mempertimbangkan kandungan nutrisi secara cermat. Penelitian ini bertujuan untuk membangun sistem rekomendasi bahan makanan sehat bagi penderita diabetes menggunakan metode *Item-Based Collaborative Filtering* guna membantu pengguna dalam memilih bahan makanan yang sesuai berdasarkan pola rating dan kesesuaian nutrisi. Proses penelitian dilakukan melalui pengumpulan dan preprocessing data nutrisi, pembentukan nilai *rating*, penyusunan *User-Item Matrix*, perhitungan kemiripan antar item menggunakan *cosine similarity*, serta penambahan *diabetes_score* berdasarkan parameter gula, karbohidrat, dan serat untuk mendukung filter *diabetes-friendly*. Sistem menghasilkan rekomendasi dalam bentuk *Top-N Recommendation* berdasarkan prediksi rating makanan yang belum dinilai pengguna. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem memiliki 1000 pengguna dan 35 item makanan dengan nilai *sparsity* sebesar 0,7513. Evaluasi performa menggunakan *Mean Absolute Error* (MAE) menghasilkan nilai sebesar 0,7265, yang menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan prediksi dengan tingkat kesalahan yang masih dapat diterima. Dengan demikian, sistem rekomendasi yang dikembangkan dapat menjadi alat bantu dalam mendukung pemilihan bahan makanan sehat berbasis data bagi penderita diabetes.

ABSTRACT

Khoiriyah, Lailatul. 2026. **Recommendation System for Healthy Food Ingredients for Diabetes Patients Using the Item-Based Collaborative Filtering Method.** Undergraduate Thesis. Department of Informatics Engineering, Faculty of Science and Technology, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Advisors: (I) Prof. Dr. Muhammad Faisal, M.T. (II) Dr. M. Imamudin, Lc., M.A.

Keywords: recommendation system, *item-based collaborative filtering*, diabetes, healthy food ingredients, *mean absolute error*.

Diabetes mellitus is a chronic disease that requires proper dietary management to help maintain stable blood sugar levels. Selecting appropriate food ingredients is often a challenge for diabetes patients due to the wide variety of available foods and the need to carefully consider nutritional content. This study aims to develop a recommendation system for healthy food ingredients for diabetes patients using the *Item-Based Collaborative Filtering* method to assist users in selecting suitable food ingredients based on rating patterns and nutritional suitability. The research process was conducted through nutritional data collection and preprocessing, rating value generation, *User-Item Matrix* construction, item similarity calculation using *cosine similarity*, and the addition of a *diabetes_score* based on sugar, carbohydrate, and fiber parameters to support the *diabetes-friendly* filtering process. The system generates recommendations in the form of *Top-N Recommendation* based on predicted ratings for food items that have not yet been rated by users. The test results show that the system consists of 1000 users and 35 food items, with a sparsity value of 0.7513. Performance evaluation using *Mean Absolute Error* (MAE) produced a value of 0.7265, indicating that the system is capable of providing predictions with an acceptable level of error. Therefore, the developed recommendation system can serve as a decision-support tool in selecting data-driven healthy food ingredients for diabetes patients.

الملخص

خيرية، ليلة. ٢٠٢٦. نظام توصية للمواد الغذائية الصحية لمرضى السكري باستخدام طريقة الترشيح التعاوني المعتمد على العناصر، بحث جامعي. قسم تقنية المعلومات، كلية العلوم والتكنولوجيا. (Item-Based Collaborative Filtering) جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرف الأول: الأستاذ الدكتور محمد فيصل، الماجستير المشرف الثاني: الدكتور محمد إمام الدين، الليسانس، الماجستير

الكلمات المفتاحية: نظام التوصية، الترشيح التعاوني المعتمد على العناصر، داء السكري، المواد الغذائية الصحية، متوسط الخطأ المطلق

يُعدّ داء السكري من الأمراض المزمنة التي تتطلب تنظيمًا دقيقًا للنظام الغذائي للمساعدة في الحفاظ على استقرار مستوى السكر في الدم. ويُعد اختيار المواد الغذائية المناسبة تحديًا لمرضى السكري بسبب تنوع الأطعمة وضرورة مراعاة محتواها الغذائي بعناية. يهدف هذا البحث إلى بناء نظام توصية للمواد الغذائية الصحية لمرضى السكري باستخدام طريقة الترشيح التعاوني لمساعدة المستخدمين في اختيار المواد الغذائية المناسبة (Item-Based Collaborative Filtering) المعتمد على العناصر بناءً على أنماط التقييم ومدى ملاءمة المحتوى الغذائي. تم تنفيذ البحث من خلال جمع بيانات التغذية ومعالجتها مسبقًا، وتكوين وحساب درجة التشابه بين العناصر باستخدام طريقة (User-Item Matrix) قيم التقييم، وبناء مصفوفة المستخدم-العنصر (diabetes_score) بالإضافة إلى إنشاء درجة التغذية الخاصة بمرضى السكري (cosine similarity) تشابه جيب التمام اعتماداً على معايير السكر والكربوهيدرات والألياف لدعم عملية التصفية الملائمة لمرضى السكري. ينتج النظام توصيات في شكل بناءً على التنبؤ بتقييمات المواد الغذائية التي لم يقيمها المستخدمون (Top-N Recommendation) أفضل العناصر المقترحة بلغت (sparsity) بعد. أظهرت نتائج الاختبار أن النظام يحتوي على 1000 مستخدم و35 عنصراً غذائياً، مع قيمة تشتت قيمة قدرها (Mean Absolute Error/MAE) كما أظهر تقييم الأداء باستخدام متوسط الخطأ المطلق 0.7513. مما يدل على أن النظام قادر على تقديم تنبؤات بمستوى خطأ مقبول. وبذلك، يمكن للنظام المطور أن يكون أداة 0.7265، مساعدة داعمة لاتخاذ القرار في اختيار المواد الغذائية الصحية لمرضى السكري اعتماداً على التوصيات القائمة على البيانات

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Diabetes melitus termasuk dalam kelompok penyakit tidak menular yang menunjukkan tren peningkatan kasus secara berkelanjutan dan telah menjadi salah satu isu kesehatan global yang mendapat perhatian serius. Berdasarkan data International Diabetes Federation yang dilaporkan oleh (Magliano & Boyko, 2021), jumlah penderita diabetes di seluruh dunia pada tahun 2021 mencapai sekitar 537 juta jiwa dan diproyeksikan terus meningkat hingga sekitar 783 juta jiwa pada tahun 2045. Kondisi serupa juga terlihat di Indonesia, dengan jumlah penderita yang mencapai sekitar 19,47 juta orang pada tahun 2021, sehingga menempatkan Indonesia pada peringkat kelima negara dengan jumlah kasus diabetes tertinggi di dunia. Data tersebut menunjukkan bahwa diperlukan langkah pengendalian yang lebih terarah serta upaya pencegahan komplikasi yang dapat ditimbulkan oleh penyakit diabetes.

Peningkatan jumlah penderita diabetes ini dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain perubahan pola hidup masyarakat yang semakin tidak sehat, konsumsi makanan dengan kandungan gula dan lemak tinggi, rendahnya aktivitas fisik, serta meningkatnya prevalensi obesitas. Kebiasaan mengonsumsi makanan yang tidak seimbang diketahui berkontribusi besar terhadap peningkatan kadar glukosa darah pada penderita diabetes. Oleh karena itu, pengaturan pola makan yang tepat serta pemilihan jenis makanan yang sesuai menjadi aspek penting dalam membantu

menjaga kestabilan kadar gula darah sekaligus mendukung proses pengendalian penyakit diabetes.

Penderita diabetes perlu memberikan perhatian khusus terhadap pengaturan pola makan sebagai bagian dari pengelolaan penyakit. Pemilihan makanan, terutama yang berkaitan dengan kandungan karbohidrat, gula, dan kalori, harus dilakukan secara cermat agar kadar gula darah tetap stabil. Ketidakteraturan dalam pola konsumsi dapat meningkatkan risiko munculnya berbagai komplikasi, seperti gangguan pada saraf, penurunan fungsi ginjal, hingga penyakit jantung. karenanya, memilah bahan makanan yang sehat dan kebutuhan nutrisi yang sesuai sangat diperlukan untuk membantu menjaga kondisi kesehatan penderita diabetes tetap stabil.

Namun demikian, banyak penderita diabetes kesulitan untuk menentukan pilihan bahan makanan yang kebutuhan gizinya sesuai dengan apa yang mereka butuhkan. Banyaknya variasi jenis makanan serta kurangnya pemahaman mengenai kandungan nutrisi seringkali membuat penderita diabetes memilih makanan berdasarkan kebiasaan atau preferensi pribadi tanpa mempertimbangkan nilai gizi secara tepat. Hal ini menunjukkan pentingnya adanya suatu sistem yang dapat mendukung pengguna dalam memilih bahan makanan sehat secara lebih objektif dan berdasarkan data yang relevan.

Sebagian besar sistem rekomendasi yang tersedia saat ini masih menitikberatkan pada preferensi pengguna, tanpa mempertimbangkan kebutuhan kesehatan secara khusus, termasuk bagi penderita diabetes. Hal ini menyebabkan rekomendasi yang dihasilkan belum tentu sesuai dengan kebutuhan nutrisi dan

dapat berpotensi berdampak negatif terhadap kesehatan pengguna. Dengan demikian, diperlukan sistem rekomendasi yang memperhatikan preferensi pengguna juga mengintegrasikan aspek nutrisi agar rekomendasi yang dihasilkan lebih sesuai, sehat, dan bermanfaat bagi penderita diabetes.

Kemajuan teknologi informasi telah mendorong pengembangan berbagai sistem cerdas yang bertujuan membantu pengguna dalam mengambil keputusan secara lebih efektif. Pemberian saran secara otomatis kepada pengguna dapat dilakukan melalui sistem rekomendasi, yaitu suatu metode yang dikembangkan untuk membantu proses pengambilan keputusan berdasarkan kebutuhan dan preferensi pengguna terhadap item tertentu berdasarkan data maupun pola preferensi pengguna yang telah tersedia sebelumnya (Patil et al., 2024). Saat ini, teknologi tersebut kini dapat ditemukan pada beragam bidang, mulai dari perdagangan daring hingga layanan hiburan berbasis digital, dan berbagai platform informasi lainnya untuk mempermudah pengguna dalam rangka menemukan item yang memiliki kesesuaian dengan kebutuhan pengguna.

Collaborative Filtering (CF) digunakan sebagai salah satu pendekatan untuk menghasilkan keluaran yang disesuaikan dengan kecenderungan preferensi pengguna. Teknik ini bekerja dengan memanfaatkan data penilaian yang telah diberikan terhadap berbagai item, kemudian pola dari data tersebut dianalisis untuk membentuk rekomendasi bagi pengguna lain yang memiliki karakteristik penilaian yang mirip (Sarwar et al., 2001a). Secara umum, pendekatan ini terbagi menjadi dua kategori, yaitu *User-Based Collaborative Filtering* yang berfokus pada kesamaan

antar pengguna, serta *Item-Based Collaborative Filtering* (IBCF) yang mengkaji hubungan kemiripan antar item berdasarkan pola rating yang tersedia.

Penelitian ini, Penerapan *Item-Based Collaborative Filtering* (IBCF) didasarkan pada kemampuannya dalam menghasilkan keunggulan, khususnya dalam hal stabilitas dan efisiensi dalam menganalisis hubungan kemiripan antar item. Dalam konteks rekomendasi bahan makanan, nilai rating digunakan untuk membentuk pola rekomendasi, sedangkan informasi nutrisi seperti gula, karbohidrat, dan serat digunakan sebagai dasar penyaringan agar hasil rekomendasi lebih sesuai bagi penderita diabetes (Zhao et al., 2022).

Selain mempertimbangkan aspek kesehatan, penelitian ini juga mengintegrasikan nilai-nilai Islam dalam pemilihan makanan. Allah Subhanahu Wa Ta'ala dalam berfirman pada Surat Al-A'raf ayat 31 yang mengajarkan pentingnya memperhatikan pola konsumsi makanan yang bunyinya:

﴿يَا أَيُّهَا آدَمُ خُذْ زِينَتَكَ عِنْدَ كُلِّ مَسْجِدٍ وَكُلْ وَاشْرَبُوا وَلَا تُسْرِفُوا إِنَّهُ لَا يُحِبُّ الْمُسْرِفِينَ ۝﴾

“Hai anak Adam, pakailah pakaianmu yang indah di setiap (memasuki) masjid, makan dan minumlah, dan janganlah berlebih-lebihan. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berlebih-lebihan”. (QS. Al A'raf:31)

Ibnu Katsir dalam tafsirnya menguraikan bahwa QS. Al-A'raf:31 mengandung anjuran untuk mengonsumsi makanan secara proporsional dan minuman secara seimbang serta larangan berlebih-lebihan dalam pemenuhannya. Larangan tersebut menunjukkan pentingnya menjaga pola makan agar terhindar dari dampak buruk bagi kesehatan. Nilai yang terkandung dalam ayat tersebut sejalan dengan tujuan penelitian ini, yaitu membantu penderita diabetes dalam

memilih bahan makanan yang sesuai melalui sistem rekomendasi berbasis data untuk mendukung pengendalian pola konsumsi yang lebih sehat. (Hendri, 2021).

Makna yang terkandung dalam ayat tersebut memiliki keterkaitan dengan penelitian ini yang berfokus pada sistem rekomendasi bahan makanan sehat bagi penderita diabetes. Anjuran untuk tidak berlebihan dalam mengonsumsi makanan dapat dimaknai sebagai prinsip keseimbangan dalam asupan gizi dan pengendalian pola makan, Pengaturan pola konsumsi makanan merupakan salah satu komponen yang berpengaruh terhadap upaya pengendalian kadar glukosa darah agar tetap stabil pada penderita diabetes. Selain itu, anjuran untuk mengonsumsi makanan yang baik dan halal juga selaras dengan pengembangan sebuah sistem rekomendasi yang dirancang guna memfasilitasi pengguna dalam menentukan bahan makanan yang sehat, bernutrisi seimbang, serta tetap sesuai dengan prinsip syariat.

Dalam pengembangan sistem rekomendasi diperlukan data yang memuat informasi mengenai bahan makanan dan kandungan nutrisinya sebagai dasar analisis. Penelitian ini menggunakan *Daily Food and Nutrition Dataset* yang tersedia pada platform Kaggle. Dataset tersebut berisi informasi mengenai berbagai jenis makanan serta nilai nutrisi seperti kalori, karbohidrat, lemak, dan gula.

Dataset yang digunakan menyediakan data rating dan informasi nutrisi makanan. Nilai rating digunakan sebagai dasar dalam pembentukan User-Item Matrix pada metode *Item-Based Collaborative Filtering* (IBCF). Selain itu, atribut nutrisi seperti gula, karbohidrat, dan serat digunakan untuk membentuk skor nutrisi *diabetes_score* sebagai dasar penyaringan makanan melalui filter *diabetes-friendly*. Melalui pendekatan yang diterapkan, sistem diharapkan bisa merekomendasikan

dengan mempertimbangkan pola penilaian pengguna sekaligus menyesuaikannya dengan kandungan nutrisi yang dibutuhkan oleh penderita diabetes.

Selain itu, sistem juga dilengkapi dengan mekanisme penyaringan (filter) berdasarkan kriteria makanan yang sesuai untuk penderita diabetes. Dengan demikian, penentuan rekomendasi dilakukan dengan mempertimbangkan tidak hanya tingkat kesamaan antar item, tetapi juga faktor lain seperti memperhatikan aspek kesehatan agar hasil yang diperoleh lebih tepat dan bermanfaat.

Penelitian ini bertujuan merancang sistem rekomendasi yang diharapkan membantu penderita diabetes dalam memilih bahan makanan sehat melalui penerapan *Item-Based Collaborative Filtering* (IBCF) yang didukung oleh data kandungan nutrisi. Pengembangan sistem dilakukan agar pengguna memperoleh rekomendasi makanan yang lebih sesuai dengan kondisi kesehatan serta kebutuhan gizinya. Selain mempertimbangkan preferensi pengguna, sistem ini juga mengintegrasikan informasi nutrisi sebagai bagian penting dalam proses rekomendasi, sehingga makanan yang disarankan diharapkan tetap relevan dan aman untuk dikonsumsi.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana membangun sistem rekomendasi bahan makanan sehat bagi penderita diabetes berbasis *Item-Based Collaborative Filtering* (IBCF) yang memanfaatkan data nutrisi dan mampu menghasilkan rekomendasi yang akurat berdasarkan evaluasi Mean Absolute Error (MAE)?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Penelitian ini menggunakan *Daily Food and Nutrition Dataset* yang diperoleh dari platform Kaggle sebagai sumber data, yang mencakup informasi bahan makanan serta kandungan nutrisi seperti kalori, karbohidrat, lemak, dan gula.
2. Metode yang digunakan dalam pengembangan sistem rekomendasi adalah *Item-Based Collaborative Filtering* (IBCF).
3. Sistem menerapkan mekanisme penyaringan (filter) berdasarkan kandungan nutrisi yang sesuai untuk penderita diabetes, terutama pada parameter gula, karbohidrat, dan serat.
4. Perhitungan rekomendasi didasarkan pada kemiripan antar item dengan pendekatan *Item-Based Collaborative Filtering* (IBCF).
5. Hasil yang diharapkan berupa daftar bahan makanan yang direkomendasikan berdasarkan prediksi rating melalui pendekatan Item-Based Collaborative Filtering dan penyaringan nutrisi melalui filter diabetes-friendly.
6. Penelitian ini diarahkan pada perancangan sebuah sistem yang bisa memberikan rekomendasi dengan otomatis dan tidak melalui pengujian klinis atau aspek medis secara langsung.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini berfokus pada upaya membangun serta mengevaluasi sistem rekomendasi bahan makanan sehat bagi penderita diabetes dengan memanfaatkan

metode *Item-Based Collaborative Filtering* (IBCF) dengan menjadikan data nutrisi sebagai landasan rekomendasi, sedangkan pengujian akurasi hasil dilakukan menggunakan *Mean Absolute Error* (MAE).

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata bagi penderita diabetes dengan menghadirkan sebuah sistem yang dapat membantu dalam pemilihan bahan makanan sehat yang sesuai dengan kondisi kesehatan serta kebutuhan nutrisi masing-masing pengguna. Melalui sistem ini, pengguna diharapkan memperoleh rekomendasi yang lebih tepat sehingga dapat mendukung upaya menjaga kestabilan kadar gula darah serta mengurangi kemungkinan terjadinya lonjakan gula darah yang tidak terkendali.

Di samping itu, penelitian ini juga diharapkan mampu berperan didalam proses pembangunan sistem rekomendasi dengan penekanan pada penggunaan pendekatan *Item-Based Collaborative Filtering* (IBCF) di cabang ilmu kesehatan. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai referensi bagi penelitian selanjutnya yang ingin mengembangkan sistem rekomendasi makanan sehat dengan pendekatan yang lebih lanjut, kompleks, dan terstruktur.

BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait

Perkembangan teknologi informasi telah mendorong munculnya berbagai sistem cerdas yang mampu membantu manusia dalam proses pengambilan keputusan, salah satunya melalui sistem rekomendasi. Berbagai sistem rekomendasi telah diimplementasikan di banyak sektor, seperti *e-commerce*, hiburan digital, pendidikan, dan bidang kesehatan. Dalam sistem rekomendasi, salah satu metode yang paling sering digunakan adalah *Collaborative Filtering*, dengan pendekatan *Item-Based Collaborative Filtering* (IBCF) yang menghasilkan rekomendasi berdasarkan tingkat kesamaan antar item.

Kajian awal mengenai metode ini dilakukan oleh Sarwar et al. (2001) melalui pengembangan algoritma rekomendasi berbasis kemiripan antar item. Penelitian tersebut membuktikan bahwa pendekatan berbasis item memiliki tingkat stabilitas yang lebih baik dibandingkan pendekatan berbasis pengguna, khususnya ketika jumlah pengguna dalam sistem meningkat.

Perkembangan metode collaborative filtering terus mengalami peningkatan. (Kabbur et al., 2013a) mengembangkan *Factored Item Similarity Model (FISM)* untuk meningkatkan akurasi rekomendasi berbasis item. Penelitian ini menunjukkan bahwa pemodelan similarity antar item dapat meningkatkan kualitas rekomendasi Top-N pada sistem rekomendasi berskala besar.

Selanjutnya, (Barkan & Koenigstein, 2016) memperkenalkan metode ITEM2VEC yang memanfaatkan teknik *neural embedding* untuk menemukan

hubungan kemiripan antar item. Pendekatan ini memungkinkan sistem menemukan pola kemiripan item secara lebih kompleks dibandingkan metode similarity tradisional.

Penelitian lain dilakukan oleh (He et al., 2018) yang mengembangkan Neural Attentive Item Similarity Model (NAIS) untuk meningkatkan performa rekomendasi berbasis item dengan memanfaatkan mekanisme *attention* pada model deep learning. Pendekatan ini terbukti mampu meningkatkan kualitas rekomendasi pada sistem berbasis data besar.

Selanjutnya, (Xue et al., 2019) mengembangkan pendekatan Deep Item-Based Collaborative Filtering untuk meningkatkan akurasi sistem rekomendasi Top-N dengan memanfaatkan teknik deep learning. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa pendekatan berbasis item dapat dikombinasikan dengan model pembelajaran mendalam yang lebih stabil.

Dalam bidang rekomendasi makanan sehat, beberapa penelitian telah dilakukan untuk membantu pengguna dalam memilih pilihan makanan yang cocok untuk kebutuhan kesehatan. (Pecune et al., 2020) mengembangkan sistem rekomendasi resep sehat yang mempertimbangkan preferensi pengguna serta nilai nutrisi makanan. Penelitian tadi memberitahukan kalau sistem rekomendasi bisa membantu pengguna dalam memilih makanan yang sesuai dan tentunya baik untuk kesehatan.

Penelitian lain dilakukan oleh (Wang et al., 2021) yang mengembangkan sistem rekomendasi makanan berbasis kesadaran kesehatan (*health-aware food*

recommendation). Sistem tersebut memanfaatkan informasi nutrisi makanan untuk memberikan rekomendasi yang terbaik sesuai kebutuhan kesehatan pengguna.

(Silva et al., 2022) mengembangkan sistem rekomendasi diet personal. Sebuah penelitian telah mengembangkan sistem rekomendasi diet personal dengan pendekatan *Collaborative Filtering* yang digunakan untuk memberikan saran pola diet berdasarkan preferensi pengguna. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa sistem rekomendasi dapat membantu pengguna dalam menentukan pilihan makanan yang sesuai dengan kebutuhan nutrisi masing-masing.

Selanjutnya, (Ardiansyah et al., 2022) mengembangkan sistem rekomendasi kuliner berbasis web menggunakan metode Item-Based Collaborative Filtering. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa metode IBCF mampu memberikan rekomendasi makanan berdasarkan kemiripan pola preferensi pengguna.

Penelitian lain dilakukan oleh (Rosita et al., 2022) yang mengembangkan sistem rekomendasi berbasis kemiripan item pada sistem perpustakaan digital. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa metode IBCF mampu menghasilkan rekomendasi makanan berdasarkan kemiripan pola preferensi antar pengguna.

Dalam konteks pengembangan algoritma collaborative filtering, (Zhao et al., 2022) mengembangkan algoritma IBCF baru untuk meningkatkan akurasi prediksi pada kondisi data yang jarang (*sparse data*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode tersebut mampu meningkatkan kualitas rekomendasi secara signifikan.

Selanjutnya, (Yera et al., 2023) melakukan tinjauan sistematis mengenai sistem rekomendasi makanan bagi penderita diabetes. Berdasarkan hasil penelitian

tersebut, diketahui bahwa sistem rekomendasi memiliki potensi besar dalam membantu pengelolaan diet pasien diabetes, namun masih diperlukan pengembangan sistem yang lebih spesifik dan berbasis data nutrisi.

Penelitian lain dilakukan oleh (Rostami et al., 2023) yang mengembangkan sistem rekomendasi makanan sehat berbasis waktu dengan mempertimbangkan preferensi pengguna serta atribut komunitas pengguna. Selain itu, (Karabila et al., 2023) mengembangkan sistem rekomendasi berbasis collaborative filtering yang dikombinasikan dengan analisis sentimen untuk meningkatkan kualitas rekomendasi pada platform digital.

(Abdalla et al., 2023) juga mengembangkan metode baru dalam collaborative filtering dengan memperkenalkan ukuran kemiripan yang lebih kompleks untuk meningkatkan performa sistem rekomendasi berbasis item. Pada tahun berikutnya, (Tran et al., 2024) mengembangkan pendekatan Item-Based Collaborative Filtering menggunakan metode *energy distance* untuk meningkatkan kualitas prediksi rekomendasi.

(Patil et al., 2024) mengembangkan Sistem rekomendasi dengan pendekatan *Collaborative Filtering* telah banyak diterapkan pada platform *e-commerce* guna membantu pengguna dalam menemukan produk yang sesuai dengan preferensi masing-masing. Penelitian lain dilakukan oleh (Permana, 2024) membandingkan dua pendekatan, yaitu *User-Based* dan *Item-Based*, dalam rekomendasi restoran. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa *Item-Based Collaborative Filtering* (IBCF) memiliki performa yang lebih unggul dalam proses rekomendasi item.

Penelitian terbaru dilakukan oleh (Barranco et al., 2025) yang mengembangkan kerangka sistem rekomendasi makanan harian bagi penderita diabetes. Temuan tersebut menunjukkan bahwa sistem rekomendasi dapat membantu pasien dalam mengelola pola makan mereka secara lebih baik. Ringkasan penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2. 1 Penelitian Terkait

No	Peneliti	Judul Penelitian	Metode	Hasil Penelitian	Perbedaan dengan Penelitian Ini
1	Sarwar et al., 2001	Item-Based Collaborative Filtering Recommendation Algorithms	Item-Based Collaborative Filtering	Mengembangkan algoritma IBCF yang lebih efisien dibandingkan user-based filtering	Penelitian ini mengimplementasikan IBCF pada rekomendasi bahan makanan bagi penderita diabetes
2	Kabbur et al., 2013	Factored Item Similarity Models for Top-N Recommender Systems	FISM	Meningkatkan akurasi sistem rekomendasi berbasis similarity item	Penelitian ini tidak menggunakan model faktor tetapi menggunakan pendekatan similarity pada bahan makanan
3	Barkan & Koenigstein, 2016	ITEM2VEC: Neural Item Embedding for Collaborative Filtering	Item Similarity	Menggunakan teknik embedding untuk menemukan kemiripan item	Penelitian ini menggunakan metode collaborative filtering klasik
4	He et al., 2018	Neural Attentive Item Similarity Model	NAIS	Meningkatkan performa sistem rekomendasi dengan attention mechanism	Penelitian ini tidak menggunakan deep learning
5	Xue et al., 2019	Deep Item-Based Collaborative Filtering	Deep Item-Based Collaborative Filtering	Meningkatkan akurasi Top-N recommendation	Penelitian ini menggunakan pendekatan IBCF standar
6	Pecune et al., 2020	A Recommender System for Healthy Recipe Recommendations	Health-aware recommender	Memberikan rekomendasi resep sehat berbasis preferensi pengguna	Penelitian ini fokus pada bahan makanan untuk penderita diabetes
7	Wang et al., 2021	Health-aware Food	Health-aware recommender	Mengintegrasikan nilai kesehatan	Penelitian ini memakai metode

		Recommendation		dalam sistem rekomendasi makanan	collaborative filtering
8	Silva et al., 2022	Recommender System for Personalized Dietary Advice	Collaborative Filtering	Memberikan rekomendasi diet personal	Penelitian ini memakai pendekatan item-based
9	Ardiansyah et al., 2022	Culinary Recommendation System Using IBCF	Item-Based Collaborative Filtering	Menghasilkan rekomendasi kuliner berbasis web	Penelitian ini fokus pada nutrisi makanan untuk diabetes
10	Rosita et al., 2022	Rekomendasi Buku Perpustakaan Kampus	Collaborative Filtering	Memberikan rekomendasi buku perpustakaan	Penelitian ini memakai objek penelitian makanan
11	Zhao et al., 2022	Improved Item-Based Collaborative Filtering Algorithm	Improved IBCF	Meningkatkan akurasi prediksi pada sparse data	Penelitian ini menggunakan dataset nutrisi makanan
12	Yera et al., 2023	Systematic Review on Food Recommender Systems for Diabetic Patients	Food recommender	Mengkaji berbagai sistem rekomendasi makanan untuk diabetes	Penelitian ini melakukan implementasi sistem
13	Rostami et al., 2023	Healthy and Time-Aware Food Recommender System	Food Recommendation	Menggunakan atribut waktu untuk meningkatkan rekomendasi makanan	Penelitian ini fokus pada kemiripan nutrisi
14	Karabila et al., 2023	Enhancing Collaborative Filtering Using Sentiment Analysis	Collaborative Filtering + sentiment	Menggabungkan analisis sentimen dalam sistem rekomendasi	Penelitian ini tidak menggunakan analisis sentimen
15	Abdalla et al., 2023	Boosting Item-Based Collaborative Filtering	IBCF	Mengembangkan similarity measure baru	Penelitian ini menggunakan similarity standar
16	Tran et al., 2024	Item-Based Collaborative Filtering Using Energy Distance	IBCF	Meningkatkan akurasi prediksi rekomendasi	Penelitian ini menggunakan dataset makanan
17	Patil et al., 2024	Recommendation System for E-Commerce Using CF	Collaborative Filtering	Memberikan rekomendasi produk e-commerce	Penelitian ini fokus pada rekomendasi makanan
18	Permana, 2024	Comparison of User-Based and Item-Based Collaborative Filtering	UBCF vs IBCF	IBCF lebih akurat dibanding UBCF	Penelitian ini langsung menggunakan metode IBCF

19	Barranco et al., 2025	Daily Meal Recommendation for Diabetes Patients	Meal Recommendation	Memberikan rekomendasi makanan bagi pasien diabetes	Penelitian ini fokus pada rekomendasi bahan makanan
----	-----------------------	---	---------------------	---	---

Hasil kajian dari berbagai penelitian terdahulu menunjukkan bahwa metode *Collaborative Filtering*, khususnya pendekatan *Item-Based Collaborative Filtering* merupakan salah satu metode yang umum digunakan dalam sistem rekomendasi karena dinilai mampu memberikan hasil rekomendasi yang stabil serta memiliki tingkat akurasi yang baik. Berbagai penelitian sebelumnya juga mengindikasikan kalau sistem rekomendasi juga mulai diterapkan pada bidang kesehatan, termasuk rekomendasi makanan sehat. Namun sebagian banyak penelitian yang ada masih berfokus pada rekomendasi resep atau menu makanan secara umum, sehingga penelitian yang mengembangkan sistem rekomendasi bahan makanan khusus bagi penderita diabetes dengan mempertimbangkan karakteristik nutrisi masih relatif terbatas.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini merancang sistem rekomendasi bahan makanan dengan menerapkan metode *Item-Based Collaborative Filtering* yang difokuskan untuk membantu penderita diabetes dalam memilih bahan makanan yang sesuai dengan kebutuhan nutrisinya. Di samping itu, penelitian ini juga menambahkan mekanisme penyaringan (*filter*) berdasarkan kriteria makanan yang aman bagi penderita diabetes, yang akhirnya pilihan yang dihasilkan tidak bergantung pada kesamaan item, tetapi juga memperhatikan aspek kesehatan. Hal ini menjadi pembeda utama dibandingkan penelitian sebelumnya.

2.2 Diabetes

Diabetes melitus merupakan penyakit metabolik kronis yang ditandai oleh kondisi hiperglikemia, yaitu meningkatnya kadar glukosa dalam darah akibat terganggunya proses produksi insulin, fungsi insulin, atau kombinasi keduanya. Insulin sendiri merupakan hormon yang diproduksi oleh sel beta pankreas dan berperan dalam membantu perpindahan glukosa dari darah ke dalam sel tubuh untuk digunakan sebagai sumber energi. Ketika produksi insulin tidak berjalan normal atau tubuh tidak merespons insulin dengan baik, maka kadar glukosa dalam darah akan meningkat dan kondisi tersebut dikenal sebagai diabetes melitus (Magliano & Boyko, 2021).

Data yang dipublikasikan oleh International Diabetes Federation (IDF) dalam *Diabetes Atlas* edisi ke-10 menunjukkan adanya peningkatan jumlah penderita diabetes secara global dari tahun ke tahun. Pada tahun 2021, jumlah penderita diabetes pada kelompok usia 20–79 tahun diperkirakan mencapai 537 juta orang, dan angka tersebut diproyeksikan terus meningkat hingga sekitar 783 juta orang pada tahun 2045 (Magliano & Boyko, 2021). Peningkatan ini mengindikasikan bahwa diabetes melitus telah menjadi salah satu permasalahan kesehatan global yang semakin kompleks dan memerlukan upaya pengendalian serta pencegahan yang lebih serius.

Secara umum, diabetes melitus dibedakan menjadi dua jenis utama, yaitu diabetes tipe 1 dan tipe 2. Pada tipe 1, kondisi ini terjadi karena kerusakan pada sel beta pankreas sehingga tubuh tidak lagi mampu memproduksi insulin. Sementara itu, pada diabetes tipe 2, insulin masih diproduksi namun tidak dapat bekerja secara

optimal akibat terjadinya resistensi insulin. Jenis ini merupakan yang paling banyak ditemui dan umumnya berkaitan dengan gaya hidup tidak sehat, seperti pola konsumsi makanan tinggi gula, kurangnya aktivitas fisik, serta kondisi obesitas (Yera et al., 2023).

Penanganan diabetes tidak dapat hanya mengandalkan terapi medis, melainkan juga membutuhkan perubahan gaya hidup, terutama dalam pengaturan pola makan sehari-hari. Penderita diabetes perlu memperhatikan jenis serta jumlah makanan yang dikonsumsi, karena pola makan yang tidak terkontrol dapat memicu peningkatan kadar glukosa darah. Kondisi tersebut dalam jangka panjang dapat meningkatkan risiko terjadinya komplikasi, seperti penyakit kardiovaskular, gangguan fungsi ginjal, serta kerusakan saraf. Dengan demikian, pemilihan makanan yang memiliki kandungan nutrisi yang sesuai menjadi hal yang penting dalam membantu menjaga kestabilan kadar gula darah pada penderita diabetes (Silva et al., 2022).

Dalam konteks perkembangan teknologi informasi, sistem rekomendasi makanan dapat dimanfaatkan untuk membantu penderita diabetes dalam menentukan pilihan bahan makanan yang lebih sehat berdasarkan data nutrisi makanan. Sistem tersebut bisa memberikan rekomendasi makanan yang lebih sesuai dengan kebutuhan nutrisi penderita diabetes sehingga dapat membantu dalam pengelolaan pola makan yang lebih baik.

2.3 Sistem Rekomendasi

Sistem rekomendasi merupakan sebuah sistem yang dikembangkan untuk memberikan saran atau rekomendasi terhadap suatu item kepada pengguna dengan

memanfaatkan data berupa preferensi, perilaku, serta pola interaksi pengguna sebelumnya. Sistem ini bertujuan membantu pengguna dalam menemukan informasi atau item yang relevan di antara banyak pilihan yang tersedia (Patil et al., 2024).

Pesatnya perkembangan teknologi informasi telah memicu meningkatnya ketersediaan data dan informasi dalam jumlah yang sangat besar. Kondisi ini sering kali membuat pengguna mengalami kesulitan dalam memilah dan menentukan informasi yang paling sesuai dengan kebutuhannya. Dalam situasi tersebut, sistem rekomendasi hadir sebagai salah satu solusi yang berperan dalam menyaring informasi agar dapat menghasilkan keluaran yang lebih relevan bagi pengguna. Penerapan sistem ini telah banyak digunakan di berbagai sektor, seperti perdagangan elektronik, layanan hiburan digital, pariwisata, pendidikan, hingga bidang kesehatan. Secara umum, sistem rekomendasi dapat diklasifikasikan ke dalam tiga pendekatan utama, yaitu *Content-Based Filtering*, *Collaborative Filtering*, dan *Hybrid Recommendation System*.

Rekomendasi pada metode *Content-Based Filtering* ditentukan berdasarkan kecocokan karakteristik item dengan preferensi pengguna yang tercermin dari item-item yang telah dikonsumsi sebelumnya. Metode ini berfokus pada pengkajian karakteristik item serta keterkaitannya dengan kecenderungan pengguna, sehingga sistem dapat menyarankan item lain yang serupa. Di sisi lain, *Collaborative Filtering* ialah metode rekomendasi yang memanfaatkan pola preferensi yang sama dari penilaian individu lain yang memiliki perilaku serupa. Pendekatan ini

memanfaatkan data rating atau interaksi pengguna terhadap suatu item untuk menentukan item yang relevan bagi pengguna lainnya (Sarwar et al., 2001).

Kombinasi kedua metode tersebut digunakan untuk mengurangi keterbatasan pendekatan yang diharapkan sistem bisa mendapatkan saran hasil lebih akurat. Metode yang digunakan dalam penelitian ini merupakan bagian dari pendekatan *Collaborative Filtering*, yaitu *Item-Based Collaborative Filtering* untuk menghasilkan pilihan bahan makanan yang pola rating antar item mirip. Selanjutnya, hasil rekomendasi tersebut disesuaikan dengan aspek nutrisi melalui proses penyaringan berbasis *diabetes-friendly filter*. Pendekatan ini dipilih karena mampu mengidentifikasi hubungan kesamaan karakteristik antar menu ditentukan pada informasi rating yang ada dari pengguna, sehingga dapat dimanfaatkan untuk membantu penderita diabetes dalam memilih bahan makanan yang lebih sehat.

2.4 Collaborative Filtering

Collaborative Filtering merupakan salah satu pendekatan yang paling sering digunakan dalam sistem rekomendasi. Metode ini memanfaatkan data preferensi atau penilaian pengguna terhadap suatu item untuk menghasilkan rekomendasi bagi pengguna lain. Konsep dasar dari *Collaborative Filtering* menyatakan bahwa pengguna yang memiliki pola preferensi yang serupa pada sejumlah item cenderung akan memiliki kecenderungan yang sama terhadap item lainnya (Sarwar et al., 2001).

Dalam prosesnya, *Collaborative Filtering* menggunakan data interaksi pengguna seperti rating, riwayat pembelian, atau riwayat penggunaan sebagai dasar analisis. Data tersebut kemudian diproses untuk mengidentifikasi pola kesamaan

baik antar pengguna maupun antar item sehingga dapat menghasilkan rekomendasi yang relevan. Secara umum, metode *Collaborative Filtering* terdiri dari dua pendekatan utama yang digunakan meliputi pendekatan berbasis pengguna (*user-based*) dan berbasis item (*item-based*).

2.4.1 User-Based Collaborative Filtering

User-Based Collaborative Filtering ialah salah satu sistem rekomendasi yang diharapkan dapat memberikan rekomendasi berdasarkan pengguna yang memiliki kemiripan. Dalam pendekatan ini, sistem mengidentifikasi pengguna lain yang menunjukkan kesamaan dalam memberikan penilaian terhadap item tertentu, lalu menggunakan informasi tersebut untuk merekomendasikan item yang berpotensi sesuai bagi pengguna yang menjadi sasaran. Pendekatan ini unggul karena dapat merepresentasikan pola preferensi pengguna secara langsung, tetapi memiliki kelemahan pada meningkatnya kompleksitas perhitungan ketika jumlah pengguna dalam sistem semakin besar. Pendekatan collaborative filtering dipilih karena mampu memanfaatkan pola rating pengguna dalam menghasilkan rekomendasi.

2.4.2 Item-Based Collaborative Filtering

Dalam metode *Item-Based Collaborative Filtering*, penentuan item yang direkomendasikan didasarkan pada hasil pengukuran kedekatan antar item yang telah dianalisis sebelumnya. Pendekatan ini berbeda dari *User-Based Collaborative Filtering* yang melihat kesamaan antar pengguna, karena justru menitikberatkan

pada hubungan antar item yang terbentuk dari pola penilaian pengguna terhadap item-item yang ada (Sarwar et al., 2001a).

2.5 Item-Based Collaborative Filtering (IBCF)

Item-Based Collaborative Filtering (IBCF) merupakan salah satu metode dalam *Collaborative Filtering* yang menghasilkan rekomendasi dengan memanfaatkan kemiripan antar item. Pendekatan ini bekerja dengan menganalisis hubungan antar item berdasarkan pola rating yang diberikan oleh pengguna. Ketika dua item memperoleh pola penilaian yang serupa dari banyak pengguna, maka kedua item tersebut diasumsikan memiliki karakteristik yang sebanding dan dapat direkomendasikan secara bersamaan (Sarwar et al., 2001a).

Pendekatan berbasis item ini dikembangkan untuk mengatasi beberapa keterbatasan pada metode User-Based Collaborative Filtering, khususnya pada sistem yang memiliki jumlah pengguna yang sangat besar. Pada sistem dengan banyak pengguna, perhitungan kemiripan antar pengguna dapat menjadi sangat kompleks dan membutuhkan waktu komputasi yang besar. Sebaliknya, pendekatan berbasis item lebih stabil karena jumlah item cenderung lebih tetap dibandingkan jumlah pengguna yang dapat terus bertambah (Kabbur et al., 2013a).

Pendekatan *Item-Based Collaborative Filtering* memungkinkan sistem untuk mempelajari hubungan antar item dengan memanfaatkan pola interaksi pengguna sebagai dasar penentuan keterkaitan. Karena kemampuan tersebut, metode ini juga telah diadopsi secara luas dalam pengembangan sistem rekomendasi saat ini, salah satunya pada aplikasi rekomendasi produk, film, musik, serta makanan (Zhao et al., 2022).

Dalam penelitian ini, Sistem rekomendasi bahan makanan pada penelitian ini dikembangkan dengan menerapkan pendekatan *Item-Based Collaborative Filtering* bagi penderita diabetes dengan memanfaatkan kesamaan antar item berdasarkan data rating serta informasi atribut nutrisi yang terdapat dalam dataset.

2.5.1 Tahapan Item-Based Collaborative Filtering

Secara keseluruhan, proses yang digunakan dalam metode *Item-Based Collaborative Filtering* mencakup beberapa tahapan utama yaitu pembentukan matriks rating, tahapan yang mencakup pengukuran kemiripan antar item dan estimasi nilai rating, serta proses pembentukan rekomendasi (Sarwar et al., 2001).

a. Pembentukan Matriks Rating

Tahap pertama dalam metode IBCF adalah membentuk matriks rating yang berisi nilai rating pengguna terhadap item. Matriks rating digunakan sebagai dasar dalam proses analisis kemiripan antar item. Matriks rating dapat direpresentasikan sebagai matriks dua dimensi yang berisi pengguna sebagai baris dan item sebagai kolom.

b. Perhitungan Kemiripan Antar Item

Tahap ini dilakukan setelah matriks rating terbentuk, yaitu dengan menghitung tingkat kemiripan antar item menggunakan pendekatan similarity. Nilai tersebut berfungsi untuk menentukan hubungan antara dua item berdasarkan pola rating pengguna.

c. Perhitungan Prediksi Rating

Dengan memanfaatkan nilai kemiripan antar item yang diperoleh, sistem menghitung prediksi rating untuk item yang belum pernah dinilai oleh pengguna.

d. Pembentukan Rekomendasi

Tahap ini merupakan proses akhir, yaitu menghasilkan rekomendasi dengan menentukan item yang memiliki nilai prediksi tertinggi untuk ditampilkan kepada pengguna.

2.5.2 Perhitungan Similarity

Metode yang umum digunakan dalam pengukuran kemiripan antar item adalah *Cosine Similarity*, yaitu teknik yang tujuan difungsikannya untuk mengevaluasi kesamaan dua vektor dengan melihat sudut antarvektor tersebut (Sarwar et al., 2001a). Metode ini berfungsi untuk mengukur kesamaan dua item dengan tetap memperhitungkan perbedaan rata-rata pemberian rating tiap pengguna (Sarwar et al., 2001a). Rumus *Cosine Similarity* adalah sebagai berikut:

$$sim(i, j) = \frac{\sum r_{u,i} \times r_{u,j}}{\sqrt{\sum r_{u,i}^2} \times \sqrt{\sum r_{u,j}^2}}$$

Keterangan:

$sim(i, j)$: menggambarkan tingkat keserupaan antara makanan i dengan makanan j .

$r_{u,i}$: merepresentasikan nilai penilaian pengguna u terhadap item makanan i .

$r_{u,j}$: merepresentasikan nilai penilaian pengguna u terhadap item makanan j .

Rentang nilai similarity berada antara -1 sampai 1 . Nilai yang semakin mendekati 1 menunjukkan kesamaan yang tinggi antar item, sedangkan nilai yang semakin mendekati -1 menunjukkan bahwa kedua item memiliki tingkat

ketidaksamaan yang besar yang menampilkan adanya hubungan yang bersifat berlawanan antara kedua item (Sarwar et al., 2001a).

2.5.3 Perhitungan Prediksi Rating

Tahap berikutnya Setelah nilai kesamaan antar item berhasil diperoleh, yaitu proses dilanjutkan ke tahap penghitungan, selanjutnya prediksi rating terhadap item yang belum pernah dinilai oleh pengguna. Perkiraan rating tersebut dihitung dengan memakai pendekatan *Weighted Sum* (Sarwar et al., 2001a). Rumus prediksi rating adalah sebagai berikut:

$$\hat{r}(u, i) = \frac{\sum_{j \in N(i)} sim(i, j) \times r_{u,j}}{\sum_{j \in N(i)} |sim(i, j)|}$$

Keterangan:

$\hat{r}(u, i)$: merepresentasikan nilai estimasi rating pengguna u terhadap item makanan i .

$sim(i, j)$: digunakan untuk menunjukkan tingkat kesamaan antara item makanan i dan item makanan j .

$r_{u,j}$: merepresentasikan skor rating asli dari pengguna u terhadap item makanan j .

$N(i)$: kumpulan item makanan yang paling mirip dengan item i .

Selanjutnya, Item yang direkomendasikan kepada pengguna ditentukan melalui pemanfaatan nilai prediksi rating sebagai ukuran relevansi.

2.5.4 Pembentukan Rekomendasi

Setelah nilai prediksi rating diperoleh, sistem akan menghasilkan daftar rekomendasi dengan memilih item yang memiliki nilai prediksi tertinggi. Proses ini dikenal sebagai Top-N Recommendation, yaitu memilih sejumlah item terbaik berdasarkan nilai prediksi yang telah dihitung (Kabbur et al., 2013a).

Dalam penelitian ini, item yang direkomendasikan berupa bahan makanan yang memiliki nilai prediksi tinggi berdasarkan pola rating pengguna. Sistem

menghitung nilai prediksi untuk setiap bahan makanan yang belum dinilai oleh pengguna, kemudian mengurutkan nilai tersebut untuk menentukan bahan makanan yang paling relevan sebagai rekomendasi. Selanjutnya, hasil rekomendasi disesuaikan dengan aspek nutrisi melalui proses filter diabetes-friendly menggunakan skor nutrisi `diabetes_score`.

Dengan demikian, dalam penelitian ini rekomendasi bahan makanan dalam penelitian ini dihasilkan melalui penerapan metode *Item-Based Collaborative Filtering* dengan mempertimbangkan dasar analisis yang digunakan pola rating pengguna, sedangkan aspek nutrisi dipertimbangkan melalui proses filter diabetes-friendly.

2.6 Evaluasi Sistem Rekomendasi

Evaluasi sistem rekomendasi dilakukan yang tujuannya mengukur akurasi sistem dalam menghasilkan prediksi maupun rekomendasi item kepada pengguna. Proses evaluasi ini bertujuan untuk menilai kemampuan sistem dalam menyesuaikan hasil rekomendasi dengan preferensi pengguna berdasarkan data yang tersedia. Pada penelitian sistem rekomendasi yang menggunakan pendekatan *Collaborative*, pada proses evaluasi umumnya dilakukan dengan cara membandingkan nilai kesesuaian antara nilai prediksi yang dihasilkan sistem dengan rating aktual pengguna (Tran et al., 2024).

Salah satu metode evaluasi yang sering digunakan dalam sistem rekomendasi adalah *Mean Absolute Error* (MAE). MAE digunakan untuk mengukur tingkat kesalahan rata-rata dalam bentuk selisih absolut antara prediksi

sistem dan rating yang diberikan pengguna. Metode ini banyak digunakan karena dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai besarnya kesalahan prediksi pada sistem rekomendasi (Ahmed et al., 2025). Rumus Mean Absolute Error dapat dituliskan sebagai berikut:

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |r_i - \hat{r}_i|$$

Keterangan:

MAE : nilai rata-rata kesalahan absolut.

n : jumlah data yang dievaluasi.

r_i : rating aktual pada data uji.

$\hat{r}_i$: rating hasil prediksi sistem.

Nilai MAE yang semakin kecil menunjukkan bahwa hasil prediksi semakin mendekati nilai sebenarnya, sehingga tingkat akurasi sistem semakin tinggi. Sebaliknya, nilai MAE yang besar menunjukkan bahwa kesalahan prediksi sistem juga semakin tinggi. Oleh karena itu, MAE dapat digunakan sebagai salah satu indikator dalam mengevaluasi kualitas kinerja sistem rekomendasi.

Penelitian ini menggunakan pembagian dataset sebesar 80% untuk proses pelatihan dan 20% untuk pengujian. Kinerja sistem rekomendasi bahan makanan sehat bagi penderita diabetes yang dibangun dengan metode *Item-Based Collaborative Filtering* (IBCF) diukur menggunakan *Mean Absolute Error* (MAE). Metode MAE dimanfaatkan untuk menghitung besarnya kesalahan antara nilai prediksi dengan nilai sebenarnya pada data uji. Pembagian data tersebut dilakukan untuk memastikan model dilatih dengan porsi data yang lebih besar, sedangkan pengujian dilakukan pada data yang belum pernah dilihat sebelumnya sehingga

evaluasi yang dihasilkan lebih mencerminkan kondisi performa sistem yang sebenarnya.

BAB III

DESAIN DAN IMPLEMENTASI

Bab ini membahas metodologi penelitian yang dipakai dalam sistem rekomendasi bahan makanan sehat bagi penderita diabetes dengan menggunakan pendekatan *Item-Based Collaborative Filtering* (IBCF). Uraian metodologi mencakup metode yang diterapkan dalam sistem, perancangan sistem, tahapan implementasi, data yang digunakan, serta teknik yang dipakai untuk mengukur kinerja sistem yang dibangun.

Penerapan metode *Collaborative Filtering* bertujuan untuk memanfaatkan pola preferensi pengguna terhadap suatu item yang diharapkan bisa memberikan rekomendasi yang cocok untuk pengguna lain yang memiliki kesamaan pola preferensi (Sarwar et al., 2001b). Dalam penelitian ini, nilai rating pada dataset digunakan sebagai dasar untuk membentuk *User-Item Matrix* dalam sistem rekomendasi. Selain itu, sistem juga membentuk skor nutrisi berupa `diabetes_score` berdasarkan parameter gula, karbohidrat, dan serat sebagai dasar penyaringan melalui filter *diabetes-friendly*, sehingga rekomendasi yang dihasilkan tetap mempertimbangkan kebutuhan gizi penderita diabetes.

3.1 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *Item-Based Collaborative Filtering* (IBCF) untuk membangun sistem rekomendasi bahan makanan sehat bagi penderita diabetes. *Collaborative Filtering* merupakan salah satu teknik dalam sistem

rekomendasi yang menghasilkan rekomendasi berdasarkan pola hubungan antara pengguna dan item (Sarwar et al., 2001).

Pada pendekatan *Item-Based Collaborative Filtering*, sistem melakukan analisis terhadap kesamaan antar item berdasarkan data rating yang tersedia. Item-item yang menunjukkan tingkat kemiripan tinggi kemudian diidentifikasi sebagai acuan dalam proses rekomendasi akan dianggap relevan untuk direkomendasikan kepada pengguna. Pendekatan ini memiliki keunggulan dalam hal efisiensi komputasi dan kestabilan model, terutama ketika jumlah item dan data yang digunakan cukup besar (Kabbur et al., 2013b).

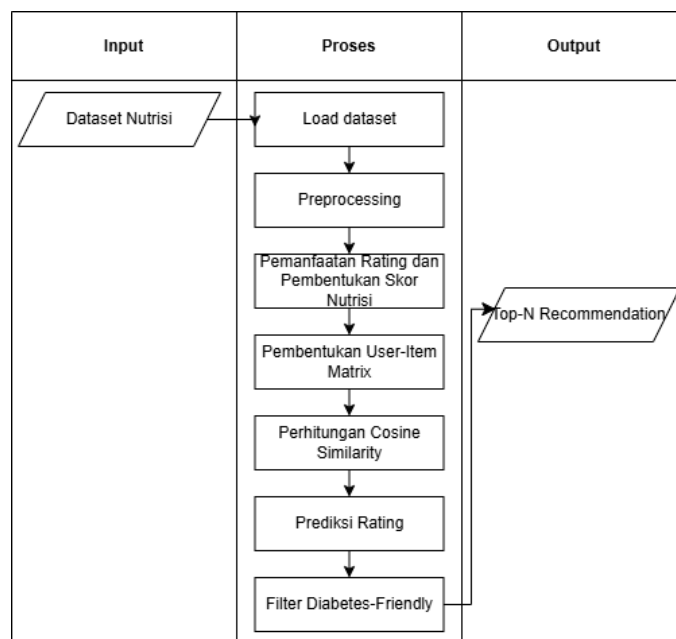
Dalam penelitian ini, metode IBCF menggunakan nilai Rating yang tersedia pada dataset sebagai dasar pembentukan pola rekomendasi. Selain itu, sistem membentuk skor nutrisi berupa `diabetes_score` berdasarkan parameter gula, karbohidrat, dan serat sebagai dasar penyaringan makanan melalui filter diabetes-friendly. Dengan demikian, rekomendasi yang dihasilkan tidak hanya mempertimbangkan kemiripan antar item, tetapi juga memperhatikan kesesuaian nutrisi bagi penderita diabetes. Berdasarkan metode tersebut, desain sistem dan tahapan penelitian dijelaskan pada subbab berikutnya.

3.1.1 Desain Sistem

Desain sistem penelitian ini menjelaskan struktur dan alur kerja sistem rekomendasi bahan makanan sehat bagi penderita diabetes yang dibangun menggunakan *Item-Based Collaborative Filtering* (IBCF). Sistem dirancang untuk memprediksi rating makanan yang belum dikonsumsi oleh pengguna dan

menghasilkan Top-N Recommendation yang relevan dan aman sesuai kebutuhan gizi penderita diabetes.

Sistem terlebih dahulu membentuk *User-Item Matrix* dari data rating yang terdapat pada dataset sebagai dasar penerapan *Item-Based Collaborative Filtering*. Matriks itu kemudian dipakai untuk menghitung tingkat kemiripan antar item makanan dengan metode *cosine similarity*. Berdasarkan hasil tersebut, sistem memprediksi rating terhadap item makanan yang belum mendapatkan penilaian dari pengguna. Selain itu, sistem juga membentuk skor nutrisi berupa *diabetes_score* berdasarkan parameter gula, karbohidrat, dan serat. Skor ini digunakan sebagai dasar penyaringan melalui filter *diabetes-friendly*, sehingga rekomendasi yang dihasilkan tidak hanya berdasarkan kemiripan rating antar item, tetapi juga mempertimbangkan kesesuaian nutrisi bagi penderita diabetes. Ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Desain Sistem Rekomendasi Makanan Sehat

Gambar 3.1 menunjukkan alur desain sistem rekomendasi bahan makanan sehat bagi penderita diabetes yang dalam pengembangannya menerapkan pendekatan *Item-Based Collaborative Filtering* (IBCF). Sistem dimulai dari input dataset nutrisi yang memuat informasi kandungan gizi setiap bahan makanan, termasuk kalori, karbohidrat, gula, dan serat. Dataset ini kemudian tahapan pra-pemrosesan dilakukan dengan membersihkan data, menangani nilai yang tidak tersedia dalam dataset, dan normalisasi nilai nutrisi agar siap digunakan dalam pembentukan skor nutrisi *diabetes_score*.

Selanjutnya, sistem memanfaatkan nilai Rating yang tersedia pada dataset sebagai dasar untuk menyusun User-Item Matrix. Matriks ini kemudian dianalisis untuk melihat tingkat sparsity dan diproses melalui mean-centering sebelum dilakukan perhitungan kemiripan antar item. Selain itu, sistem juga membentuk skor nutrisi berupa *diabetes_score* berdasarkan kandungan gula, karbohidrat, dan serat. Skor tersebut digunakan pada tahap filter *diabetes-friendly* agar hasil rekomendasi lebih sesuai dengan kebutuhan penderita diabetes.

Tahap berikutnya ialah kemiripan antar item dihitung dengan menggunakan metode *cosine similarity*. Selanjutnya, hasil perhitungan tersebut digunakan sebagai dasar oleh sistem dalam memprediksi rating makanan yang belum dikonsumsi oleh pengguna dan memilih Top-N Recommendation. Untuk memastikan relevansi dan keamanan dari segi kesehatan, hasil rekomendasi disaring melalui filter *diabetes-friendly*, dengan batasan nutrisi tertentu.

Output akhir dari sistem berupa Top-N Recommendation makanan sehat yang tidak hanya akurat secara perhitungan, tetapi juga sesuai dengan kebutuhan

gizi penderita diabetes. Gambar 3.1 ini memberikan gambaran alur kerja secara ringkas dan sistematis, memperlihatkan hubungan antara input, proses, dan output dalam pengembangan sistem rekomendasi.

3.1.2 Tahapan Metode

Pada bagian ini dijelaskan rangkaian langkah yang dilakukan dalam penelitian untuk membangun sistem rekomendasi. Tahapan ini disusun secara sistematis mulai dari proses awal hingga evaluasi, sehingga setiap langkah dapat saling mendukung dalam menghasilkan sistem yang sesuai dengan tujuan penelitian.

3.1.2.1 Pengumpulan Data

Pada tahap ini, dilakukan proses pengumpulan data yang akan digunakan dalam pembangunan sistem rekomendasi bahan makanan sehat bagi penderita diabetes. Data diperoleh dari Daily Food and Nutrition Dataset yang tersedia secara publik pada platform Kaggle, yaitu platform penyedia dataset terbuka yang banyak digunakan dalam penelitian dan pengembangan *machine learning*. Dataset ini dipilih karena menyediakan informasi mengenai konsumsi makanan harian beserta kandungan nutrisinya, sehingga sesuai dengan kebutuhan penelitian.

Data yang telah dikumpulkan selanjutnya digunakan sebagai input utama dalam seluruh tahapan metode, mulai dari preprocessing data, pembentukan user-item matrix, perhitungan cosine similarity, prediksi rating menggunakan Item-Based Collaborative Filtering, hingga proses penyaringan melalui filter diabetes-friendly.

Namun, karena jumlah data asli yang digunakan cukup besar, maka untuk mempermudah penjelasan proses perhitungan pada Bab III digunakan contoh data dummy sederhana yang diambil dari beberapa item makanan dan beberapa pengguna. Data dummy ini hanya digunakan untuk menjelaskan langkah-langkah perhitungan manual secara sistematis, sehingga alur metode dapat dipahami dengan lebih mudah. Adapun contoh data dummy yang digunakan untuk penelitian ini ditunjukkan pada tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Contoh Data Dummy Penelitian

User_ID	Food_Item	Sugars	Carbohydrates	Fiber	Rating
U1	Apple	12	14	2	5
U1	Banana	18	23	3	4
U2	Apple	12	14	2	4
U2	Banana	18	23	3	5
U2	Oatmeal	2	12	5	3
U3	Apple	12	14	2	5
U3	Banana	18	23	3	4
U3	Oatmeal	2	12	5	4

Pada data dummy tersebut, terdapat satu nilai rating yang belum tersedia, yaitu rating pengguna U1 terhadap Oatmeal. Nilai yang belum diketahui ini nantinya akan diprediksi oleh sistem memakai metode Item-Based Collaborative Filtering, sehingga seluruh tahapan metode penelitian dapat dijelaskan secara lebih sistematis dan mudah dipahami.

3.1.2.2 Preprocessing Data

Setelah data dikumpulkan, dilakukan tahap preprocessing untuk menyiapkan dataset agar siap digunakan dalam proses sistem rekomendasi. Tahap ini diharapkan bisa memastikan data ada dalam kondisi yang bersih, konsisten, dan memiliki format yang sesuai untuk perhitungan selanjutnya. Proses preprocessing

diawali dengan pembersihan data dari duplikasi, penanganan *missing value*, serta normalisasi atribut nutrisi yang akan digunakan dalam pembentukan skor nutrisi.

Pada penelitian ini, atribut nutrisi yang dinormalisasi adalah Sugars, Carbohydrates, dan Fiber, karena ketiga atribut tersebut digunakan dalam pembentukan *diabetes_score*. Normalisasi dilakukan menggunakan metode Min-Max Scaling agar seluruh atribut berada pada rentang nilai 0 sampai 1, sehingga tidak terjadi bias akibat perbedaan skala antar atribut.

Berdasarkan data dummy pada Tabel sebelumnya, digunakan tiga item makanan yaitu Apple, Banana, dan Oatmeal sebagai contoh proses normalisasi.

Tabel 3. 2 Contoh Data Nutrisi Sebelum Normalisasi

Food_Item	Sugars (g)	Carbohydrates (g)	Fiber (g)
Apple	12	14	2
Banana	18	23	3
Oatmeal	2	12	5

Normalisasi dilakukan menggunakan rumus berikut:

$$x' = \frac{x - x_{min}}{x_{max} - x_{min}}$$

Sebagai contoh, dilakukan normalisasi atribut Sugars pada makanan Apple.

$$\begin{aligned}
 x &= 12, x_{min} = 2, x_{max} = 18 \\
 x' &= \frac{12 - 2}{18 - 2} \\
 x' &= \frac{10}{16} \\
 x' &= 0.625
 \end{aligned}$$

Dengan proses yang sama, diperoleh hasil normalisasi sebagai berikut.

Tabel 3. 3 Contoh Hasil Normalisasi Nutrisi

Food_Item	Sugars_norm	Carb_norm	Fiber_norm
Apple	0.625	0.182	0.000
Banana	1.000	1.000	0.333
Oatmeal	0.000	0.000	1.000

Hasil normalisasi menunjukkan bahwa Oatmeal memiliki kandungan gula dan karbohidrat paling rendah serta serat paling tinggi. Nilai ini akan digunakan pada tahap berikutnya untuk membentuk *diabetes_score*.

3.1.2.3 Pemanfaatan Rating dan Pembentukan Skor Nutrisi

Setelah data nutrisi dinormalisasi, tahap berikutnya adalah memanfaatkan nilai rating sebagai dasar sistem rekomendasi dan membentuk skor nutrisi *diabetes_score*. Dalam metode Item-Based Collaborative Filtering, rating digunakan untuk menggambarkan preferensi pengguna terhadap suatu makanan. Sementara itu, *diabetes_score* digunakan sebagai dasar penyaringan agar rekomendasi yang dihasilkan lebih sesuai untuk penderita diabetes.

Pembentukan *diabetes_score* dilakukan dengan mempertimbangkan tiga parameter nutrisi utama, yaitu gula (Sugars), karbohidrat (Carbohydrates), dan serat (Fiber). Makanan dengan kadar gula dan karbohidrat yang rendah serta kandungan serat yang tinggi akan memperoleh skor yang lebih baik.

Rumus yang digunakan adalah:

$$diabetes_score = (1 - Sugar) + (1 - Carbohydrate) + Fiber$$

Berdasarkan hasil normalisasi sebelumnya, perhitungan untuk Apple adalah:

$$\begin{aligned} &= (1 - 0.625) + (1 - 0.182) + 0 \\ &= 0.375 + 0.818 \\ &= 1.193 \end{aligned}$$

Sedangkan untuk Oatmeal:

$$\begin{aligned} &= (1 - 0) + (1 - 0) + 1 \\ &= 3 \end{aligned}$$

Dari hasil tersebut terlihat bahwa Oatmeal memiliki diabetes_score tertinggi, sehingga secara nutrisi lebih sesuai untuk direkomendasikan kepada penderita diabetes.

3.1.2.4 Pembentukan *User-Item Matrix*

Setelah perhitungan skor nutrisi selesai dilakukan, langkah selanjutnya adalah pemanfaatan data rating, disusun sebuah *User-Item Matrix* yang menggambarkan keterkaitan antara pengguna dengan makanan..

Berdasarkan data dummy, diperoleh rating sebagai berikut.

Tabel 3. 4 Contoh User-Item Matrix

User	Apple	Banana	Oatmeal
U1	5	4	?
U2	4	5	3
U3	5	4	4

Data tersebut kemudian direpresentasikan dalam bentuk matriks:

$$R = \begin{matrix} & \begin{matrix} 5 & 4 & ? \\ 4 & 5 & 3 \\ 5 & 4 & 4 \end{matrix} \end{matrix}$$

Nilai kosong pada U1 terhadap Oatmeal memperlihatkan ternyata pengguna tersebut belum melakukan pemberian penilaian terhadap makanan itu. Nilai inilah yang akan diprediksi pada tahap berikutnya.

3.1.2.5 Perhitungan *Cosine Similarity*

Pada langkah berikutnya, Dalam prosesnya, sistem menganalisis dan menghitung tingkat kemiripan antar item yang tersedia dengan memanfaatkan metode *cosine similarity*. Langkah ini dilakukan untuk mengetahui item makanan dengan karakteristik rating yang mirip.

Sebagai contoh penerapan, akan dihitung tingkat kemiripan antara *Apple* dan *Oatmeal* menggunakan data rating pengguna yang ada..

Berikut merupakan vektor dari rating yang digunakan:

Apple : (4,5)

Oatmeal : (3,4)

Perhitungan dilakukan menggunakan rumus:

$$sim(i, j) = \frac{\sum r_{u,i} \times r_{u,j}}{\sqrt{\sum r_{u,i}^2} \times \sqrt{\sum r_{u,j}^2}}$$

Keterangan:

$sim(i, j)$: merepresentasikan tingkat kesamaan antara item makanan i dan item makanan j .

$r_{u,i}$: menunjukkan skor penilaian yang diberikan oleh pengguna u terhadap item makanan i .

$r_{u,j}$: menunjukkan skor penilaian yang diberikan oleh pengguna u terhadap item makanan j .

$$\begin{aligned} sim(i, j) &= \frac{(4 \times 3) + (5 \times 4)}{\sqrt{4^2 + 5^2} \times \sqrt{3^2 + 4^2}} \\ &= \frac{32}{6.40 \times 5} \\ &= \frac{32}{32} \\ &= 1.00 \end{aligned}$$

Nilai *similarity* yang bernilai 1,00 menunjukkan bahwa kedua makanan memiliki tingkat kesamaan pola rating yang sangat tinggi, sehingga dapat dijadikan dasar untuk proses prediksi rating.

3.1.2.6 Prediksi Rating

Prediksi rating dilakukan oleh sistem setelah nilai kemiripan antar item berhasil ditentukan, khususnya untuk data rating yang belum tersedia. Pada contoh ini, akan diprediksi rating pengguna U1 terhadap Oatmeal.

Diketahui:

Similarity Apple–Oatmeal = 1.0

Similarity Banana–Oatmeal = 0.9

Rating U1 terhadap Apple = 5

Rating U1 terhadap Banana = 4

Prediksi dilakukan menggunakan rumus:

$$\hat{r}(u, i) = \frac{\sum_{j \in N(i)} \text{sim}(i, j) \times r_{u, j}}{\sum_{j \in N(i)} |\text{sim}(i, j)|}$$

Keterangan:

$\hat{r}(u, i)$: merupakan hasil perhitungan estimasi rating pengguna u pada item makanan i .

$\text{sim}(i, j)$: ukuran yang menunjukkan tingkat kesamaan antara dua item makanan, yaitu i dan j .

$r_{u, j}$: merepresentasikan penilaian pengguna u terhadap item makanan j .

$N(i)$: merupakan kumpulan item yang memiliki kemiripan tertinggi dengan item i .

$$\hat{r} = \frac{(1.0 \times 5) + (0.9 \times 4)}{1.0 + 0.9}$$

$$= \frac{8.6}{1.9}$$

$$= 4.53$$

Hasil prediksi menunjukkan bahwa pengguna U1 diperkirakan akan memberikan rating 4,53 terhadap Oatmeal, sehingga makanan tersebut berpotensi menjadi rekomendasi utama. Berdasarkan proses prediksi yang telah dilakukan, diperoleh nilai rating lengkap untuk pengguna U1 pada tabel dibawah:

Tabel 3. 5 Contoh Matriks Rating Setelah Prediksi

User	Apple	Banana	Oatmeal
U1	5	4	4.53
U2	4	5	3
U3	5	4	4

Berdasarkan matriks yang telah diperbarui, dapat dilihat bahwa item Oatmeal memiliki nilai prediksi yang cukup tinggi untuk pengguna U1, sehingga item tersebut layak dipertimbangkan sebagai kandidat rekomendasi. Nilai prediksi ini kemudian akan digunakan pada tahap berikutnya, yaitu proses filter diabetes-friendly, sehingga makanan yang direkomendasikan dapat disesuaikan dengan kebutuhan nutrisi penderita diabetes.

3.1.2.7 Filter *Diabetes-friendly*

Setelah sistem menghasilkan prediksi rating, dilakukan tahap filter diabetes-friendly untuk memastikan makanan yang direkomendasikan sesuai dengan kebutuhan nutrisi penderita diabetes. Berdasarkan hasil diabetes_score, diperoleh:

Tabel 3. 6 Contoh Hasil Filter Diabetes-Friendly

Food	diabetes_score
Apple	1.193
Banana	0.333
Oatmeal	3.000

Misalkan sistem menetapkan ambang minimum:

$$diabetes_score > 1.0$$

Maka hasil penyaringan adalah:

Apple → lolos

Banana → tidak lolos

Oatmeal → lolos

Dengan demikian, hanya makanan yang memiliki kualitas nutrisi yang lebih baik yang akan diteruskan ke tahap rekomendasi akhir.

3.1.2.8 Top-N Recommendation

Tahap terakhir adalah menghasilkan Top-N Recommendation, yaitu daftar makanan dengan nilai prediksi tertinggi setelah melewati filter nutrisi.

Berdasarkan hasil perhitungan sebelumnya, diperoleh:

Tabel 3. 7 Contoh Top-N Recommendation

Rank	Food	Prediksi Rating
1	Oatmeal	4.53
2	Apple	4.20

Hasil tersebut menunjukkan bahwa Oatmeal menjadi rekomendasi utama karena memiliki nilai prediksi tertinggi sekaligus skor nutrisi terbaik. Dengan demikian, sistem berhasil menghasilkan rekomendasi makanan yang mempertimbangkan preferensi pengguna dan kesesuaian nutrisi bagi penderita diabetes secara bersamaan.

3.2 Dataset dan Perangkat

Pada subbab ini dipaparkan dataset serta perangkat yang digunakan dalam proses pengembangan sistem rekomendasi bahan makanan sehat bagi penderita diabetes. Dataset menjadi sumber data utama yang mencakup informasi nutrisi dan penilaian pengguna yang selanjutnya diproses dengan pendekatan *Item-Based Collaborative Filtering*. Adapun perangkat yang digunakan meliputi perangkat keras dan perangkat lunak yang mendukung seluruh tahapan pengolahan data, implementasi metode, serta evaluasi sistem.

3.2.1 Dataset Penelitian

Penelitian ini menggunakan Daily Food and Nutrition Dataset yang diperoleh dari platform Kaggle, yaitu platform penyedia dataset terbuka yang banyak digunakan oleh peneliti, mahasiswa, dan praktisi data science untuk keperluan analisis data serta pengembangan model machine learning. Dataset ini dapat diakses secara publik dan berisi data sintesis mengenai konsumsi makanan harian beserta kandungan nutrisinya.

Dataset ini memiliki 10.000 baris data dan 15 atribut, yang mencakup informasi seperti data pengguna dan data makanan mencakup informasi kategori serta kandungan nutrisi seperti kalori, protein, karbohidrat, lemak, serat, gula, natrium, dan kolesterol. Selain itu, terdapat atribut tambahan berupa jenis makanan, tingkat konsumsi air, serta rating. Dalam penelitian ini, atribut data pengguna, data makanan, dan rating digunakan untuk membentuk *User-Item Matrix*. Sementara itu, atribut nutrisi seperti Sugars, Carbohydrates, dan Fiber digunakan untuk

membentuk skor nutrisi `diabetes_score` sebagai dasar penyaringan makanan melalui *filter diabetes-friendly*.

Dataset Daily Food and Nutrition Dataset umumnya digunakan oleh peneliti dan pengembang sistem untuk berbagai keperluan, seperti analisis pola konsumsi makanan, pemodelan rekomendasi makanan sehat, monitoring diet harian, serta pengembangan sistem rekomendasi berbasis nutrisi. Dataset ini juga sering digunakan dalam eksperimen machine learning karena menyediakan kombinasi antara data preferensi pengguna (*rating*) dan data kandungan gizi makanan.

Pemilihan dataset ini sesuai dengan tujuan penelitian, karena memungkinkan sistem untuk menghasilkan rekomendasi makanan yang tidak hanya berdasarkan pola preferensi pengguna, tetapi juga mempertimbangkan kesesuaian nutrisi bagi penderita diabetes.

3.2.2 Perangkat yang Digunakan

Perangkat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras yang digunakan berupa laptop atau komputer untuk menjalankan proses pengolahan data, implementasi metode, perhitungan similarity, prediksi rating, dan evaluasi sistem. Perangkat keras tersebut digunakan untuk menjalankan program berbasis Python dan mengolah dataset yang digunakan dalam penelitian.

Perangkat lunak yang digunakan adalah Python sebagai bahasa pemrograman utama dan Jupyter Notebook sebagai media implementasi program. Penelitian ini memanfaatkan beberapa library pendukung, antara lain *pandas* untuk membaca dan mengolah data, *numpy* untuk perhitungan matematis, *scikit-learn*

untuk normalisasi data, pengukuran *cosine similarity*, pembagian data, serta evaluasi menggunakan MAE, dan *matplotlib* untuk menyajikan hasil dalam bentuk visualisasi. Selain itu, digunakan juga *ipywidgets* untuk membuat tampilan rekomendasi interaktif berdasarkan pilihan pengguna dan kategori makanan.

3.3 Evaluasi Sistem

Dalam penelitian ini, kinerja sistem dievaluasi memakai metode *Mean Absolute Error (MAE)*. Metode ini digunakan untuk mengetahui besarnya selisih antara nilai rating aktual pada data uji dengan nilai hasil prediksi dari sistem rekomendasi berbasis *Item-Based Collaborative Filtering (IBCF)*. Nilai MAE yang lebih kecil menunjukkan bahwa kesalahan prediksi sistem semakin rendah, sehingga performa prediksi menjadi lebih baik.

Penggunaan MAE dipilih karena sistem rekomendasi yang dibangun menghasilkan prediksi rating dalam bentuk numerik sebelum menampilkan rekomendasi makanan. Dengan demikian, evaluasi menggunakan MAE dapat menunjukkan seberapa dekat nilai prediksi sistem terhadap nilai rating sebenarnya.

Secara umum, dalam proses evaluasi, biasanya dilakukan perbandingan antara nilai rating aktual (*actual rating*) dengan hasil prediksi rating (*predicted rating*). Rumus untuk *Mean Absolute Error (MAE)* dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |r_i - \hat{r}_i|$$

Keterangan:

MAE: nilai rata-rata kesalahan absolut.

n : jumlah data yang dievaluasi.

r_i : rating aktual pada data uji.

$\hat{r}_i$: rating hasil prediksi sistem.

Untuk mempermudah penjelasan, digunakan contoh data dummy hasil prediksi sebagai berikut.

Tabel 3. 8 Contoh Perhitungan Mean Absolute Error (MAE)

User	Food	Rating Aktual r_i	Rating Prediksi $\hat{r}_i$
U1	Oatmeal	5.0	4.53
U2	Apple	4.0	4.20
U3	Banana	4.0	3.80

Berdasarkan data tersebut, nilai MAE dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 MAE &= \frac{|5.0 - 4.53| + |4.0 - 4.20| + |4.0 - 3.80|}{3} \\
 &= \frac{0.47 + 0.20 + 0.20}{3} \\
 &= \frac{0.87}{3} \\
 &= 0.29
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, hasil evaluasi MAE menunjukkan angka 0,29. Nilai tersebut memperlihatkan kalau perbedaan Diperoleh selisih sebesar 0,29 poin antara nilai prediksi dan nilai aktual. Nilai MAE yang semakin kecil menunjukkan tingkat akurasi sistem yang semakin baik kesesuaian antara hasil prediksi dan nilai sebenarnya. Hal ini menunjukkan bahwa sistem yang dibangun memiliki tingkat kesalahan yang relatif rendah sehingga dapat dikatakan cukup baik dalam memprediksi preferensi pengguna terhadap makanan yang direkomendasikan.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Persiapan Data

Uji coba ini dilakukan dengan membaca dataset ke dalam program Python menggunakan library pandas. Dataset yang digunakan adalah *Daily Food and Nutrition Dataset* yang memuat informasi pengguna, makanan, kandungan nutrisi, dan rating. Berdasarkan hasil pembacaan data, dataset memiliki ukuran 10.000 baris dan 15 kolom.

Atribut yang terdapat pada dataset meliputi tanggal pencatatan, identitas pengguna, serta data makanan beserta kategorinya. Selain itu, dataset juga memuat informasi mengenai kandungan gizi yang meliputi kalori, protein, karbohidrat, lemak, serat, gula, natrium, kolesterol, dan Rating, sedangkan atribut nutrisi digunakan untuk membentuk skor nutrisi *diabetes_score*.

Tabel 4. 1 Tampilan Dataset Awal

Dat e	Us er_ ID	Foo d_It em	Cat ego ry	Ca lor ies (kc al)	Pr ot ei n (g)	Carb ohydr ates (g)	F a t (g)	Fi b er (g)	Su ga rs (g)	So di u m (m g)	Cho leste rol (mg)	Mea l_T ype	Wate r_Int ake (ml)	R ati ng
9/11 /202 4	49 6	Egg s	Me at	17 3	42. 4	83.7	1 .5	1. 5	12 .7	75 2	125	Lun ch	478	3. 6
12/1 7/20 24	20 1	App le	Fru its	66	39. 2	13.8	3 .2	2. 6	12 .2	68 0	97	Lun ch	466	3. 4
6/9/ 202 4	77 6	Chi cke n Bre ast	Me at	22 6	27. 1	79.1	2 5 .8	3. 2	44 .7	29 5	157	Brea kfas t	635	3. 1
8/27 /202 4	11 2	Ban ana	Fru its	11 6	43. 4	47.1	1 6	6. 5	44 .1	30 7	13	Sna ck	379	3. 7

							.1							
7/28 /202 4	62 2	Ban ana	Fru its	50 0	33. 9	75.8	4 7 0	7. 8	19 .4	35 8	148	Lun ch	471	1. 9

Berdasarkan hasil pada Gambar 4.1, dataset berhasil dibaca dengan baik oleh sistem dan seluruh atribut yang dibutuhkan tersedia untuk proses penelitian. Data tersebut digunakan sebagai masukan utama dalam pengembangan sistem rekomendasi.

4.2 Hasil Preprocessing Data

Tahap preprocessing dilakukan untuk memastikan data siap digunakan dalam proses rekomendasi. Proses ini meliputi penghapusan data duplikat dan penanganan nilai kosong atau *missing value*. Berdasarkan hasil pemeriksaan, seluruh atribut pada dataset memiliki jumlah *missing value* sebesar 0.

Hal ini menunjukkan bahwa dataset tidak memiliki data kosong setelah proses preprocessing dilakukan. Dengan demikian, data dapat digunakan pada tahap selanjutnya, yaitu normalisasi atribut nutrisi, pembentukan skor nutrisi, pembentukan User-Item Matrix, dan perhitungan kemiripan antar item.

Tabel 4. 2 Hasil Pemeriksaan Missing Value

Date	0
User_ID	0
Food_Item	0
Category	0
Calories (kcal)	0
Protein (g)	0
Carbohydrates (g)	0
Fat (g)	0
Fiber (g)	0
Sugars (g)	0
Sodium (mg)	0
Cholesterol (mg)	0

Meal_Type	0
Water_Intake (ml)	0
Rating	0

Berdasarkan hasil pada Gambar 4.2, seluruh atribut memiliki jumlah missing value sebesar 0, sehingga tidak diperlukan proses imputasi data. Hal ini menunjukkan bahwa dataset berada dalam kondisi lengkap dan siap digunakan pada tahap berikutnya.

4.3 Hasil Normalisasi Data dan Pembentukan Skor Nutrisi

Setelah data melalui tahap preprocessing, dilakukan normalisasi terhadap atribut nutrisi yang digunakan untuk membentuk skor nutrisi `diabetes_score`. Atribut yang dinormalisasi meliputi Sugars (g), Fiber (g), dan Carbohydrates (g). Normalisasi dilakukan menggunakan metode `MinMaxScaler`, sehingga nilai ketiga atribut berada pada rentang 0 sampai 1.

Skor nutrisi `diabetes_score` dibentuk berdasarkan pertimbangan bahwa makanan dengan kandungan gula dan karbohidrat yang lebih rendah serta kandungan serat yang lebih tinggi lebih sesuai untuk penderita diabetes. Berdasarkan hasil pembentukan skor, setiap item makanan memiliki nilai `diabetes_score` yang berbeda. Sebagai contoh, makanan Apple memperoleh nilai `diabetes_score` sebesar 0,637474, sedangkan Chicken Breast memperoleh nilai 0,193000. Perbedaan nilai tersebut menunjukkan bahwa setiap makanan memiliki tingkat kesesuaian nutrisi yang berbeda berdasarkan parameter gula, karbohidrat, dan serat.

5	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Berdasarkan hasil pada Gambar 4.4, user-item matrix berhasil terbentuk dengan ukuran 1000×35 , yang menunjukkan adanya 1000 pengguna dan 35 item makanan. Matriks ini menjadi struktur utama dalam perhitungan kemiripan antar item dan prediksi rating. Hasil Perhitungan Sparsity:

Sparsity: 0.7513

Nilai sparsity sebesar 0,7513 menunjukkan bahwa sebagian besar pengguna belum memberikan rating pada seluruh item. Kondisi ini umum terjadi pada sistem rekomendasi dan menjadi alasan penting penggunaan metode prediksi rating.

4.5 Hasil Perhitungan Cosine Similarity

Setelah User-Item Matrix terbentuk, dilakukan proses *mean-centering* untuk menyesuaikan nilai rating setiap pengguna terhadap rata-rata rating pengguna tersebut. Proses ini dilakukan agar perhitungan kemiripan tidak hanya dipengaruhi oleh besar kecilnya rating, tetapi juga memperhatikan pola hubungan antar item. Setelah itu, matriks ditransposisikan sehingga perhitungan cosine similarity dilakukan antar item makanan.

Hasil dari cosine similarity menunjukkan tingkat kemiripan antar makanan dari pola rating pengguna. Nilai similarity sebesar 1,000000 menunjukkan item yang sama, sedangkan nilai yang mendekati 0 artinya mempunyai tingkat kemiripan yang rendah. Sebagai contoh, nilai similarity antara Apple dan Banana adalah 0,006937, sedangkan nilai similarity antara Apple dan Beef Steak adalah -

0,033549. Hasil similarity ini kemudian digunakan untuk memprediksi rating makanan yang belum dinilai oleh pengguna.

Tabel 4. 5 Hasil Mean-Centering User-Item Matrix

Food_Item	Apple	Banana	Beef Steak	Bread	Broccoli	Butter	Carrot	Cheese	Chicken Breast
1	0.0	0.0	0.0	0.833333	0.0	0.0	0.000000	0.00	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.742857	0.0	0.0	-0.757143	0.00	0.0
3	0.0	0.9	0.0	0.700000	0.0	0.0	-0.200000	0.00	0.0
4	0.0	0.0	0.0	0.000000	0.0	0.0	0.000000	0.19	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.000000	0.0	0.0	0.000000	0.00	0.0

Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan Cosine Similarity

Food_Item / Food_Item	Apple	Banana	Beef Steak	Bread	Broccoli
Apple	1.000000	0.006937	-0.033549	-0.041251	-0.032185
Banana	0.006937	1.000000	-0.010933	-0.035968	-0.020025
Beef Steak	-0.033549	-0.010933	1.000000	-0.017731	-0.002561
Bread	-0.041251	-0.035968	-0.017731	1.000000	-0.018233
Broccoli	-0.032185	-0.020025	-0.002561	-0.018233	1.000000

Berdasarkan hasil pada Gambar 4.7, nilai similarity antar item berhasil dihitung. Nilai yang mendekati **1** menunjukkan item dengan pola rating yang mirip, sedangkan nilai negative atau yang mendekati angka **0** artinya kemiripan yang rendah. Nilai ini sebagai dasar untuk memproses prediksi pada rating.

4.6 Hasil Prediksi Rating

Hasil perhitungan *cosine similarity* digunakan sebagai dasar oleh sistem dalam memprediksi rating pada item makanan yang belum diberi penilaian oleh pengguna. Dalam prosesnya, sistem mengambil referensi dari item lain yang

mempunyai tingkat kemiripan paling besar. Nilai prediksi tersebut digunakan sebagai dasar untuk menentukan makanan mana yang paling relevan untuk direkomendasikan.

Pada implementasi sistem, hasil prediksi rating ditampilkan dalam kolom Score pada tabel rekomendasi. Kolom Score menunjukkan nilai estimasi rating atau tingkat relevansi makanan terhadap pengguna tertentu. Jika nilai skor semakin tinggi, semakin besar juga peluang makanan itu masuk dalam daftar rekomendasi.

Tabel 4. 7 Hasil Prediksi Rating

	Food_Item	Score
17	Oats	3.500000
26	Strawberry	3.500000
21	Pasta	3.192459
24	Salmon	3.100690
1	Banana	2.800000
18	Orange	2.787685
19	Orange Juice	2.577892
13	Green Tea	2.538095
12	Grapes	2.538095
10	Coffee	2.538095

Berdasarkan hasil pada Gambar 4.8, sistem berhasil menghasilkan nilai prediksi rating dalam bentuk Score. Nilai ini menunjukkan tingkat relevansi makanan terhadap pengguna. Semakin tinggi nilai Score, semakin besar kemungkinan makanan tersebut sesuai dengan preferensi pengguna.

4.7 Hasil Rekomendasi Top-N

Hasil rekomendasi ditampilkan dalam bentuk Top-N Recommendation, yaitu daftar makanan dengan nilai prediksi tertinggi setelah melalui proses Item-Based Collaborative Filtering dan penyaringan nutrisi menggunakan

diabetes_score. Dalam implementasi sistem, rekomendasi ditampilkan sebanyak lima makanan teratas.

Output rekomendasi memuat beberapa informasi, yaitu Food_Item, Score, Calories, Sugar, dan Fiber. Informasi tersebut digunakan agar pengguna tidak hanya melihat nama makanan yang direkomendasikan, tetapi juga dapat mempertimbangkan kandungan nutrisi dari setiap makanan. Selain tabel rekomendasi, sistem juga menampilkan grafik batang untuk memperlihatkan perbandingan kandungan kalori, gula, dan serat dari makanan yang direkomendasikan.

Tabel 4. 8 Hasil Rekomendasi Top-N

User: ▼

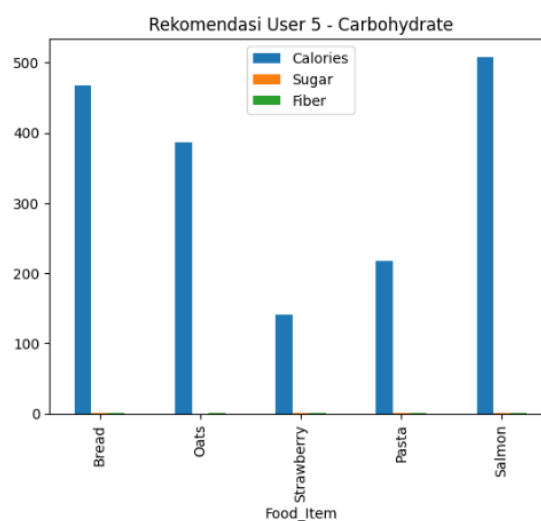
Kategori: ▼

=====

User 5 | Kategori: Carbohydrate

=====

	Food_Item	Score	Calories	Sugar	Fiber
0	Bread	-2.92	467	0.578	0.89
1	Oats	3.50	387	0.014	0.51
2	Strawberry	3.50	141	0.400	0.57
3	Pasta	3.19	217	0.864	0.37
4	Salmon	3.10	508	0.944	0.61



Gambar 4. 1 Grafik Nutrisi Hasil Rekomendasi

Berdasarkan hasil rekomendasi, sistem mampu menampilkan lima makanan teratas berdasarkan nilai prediksi rating. Hasil tersebut juga telah diprioritaskan melalui proses filter diabetes-friendly, sehingga rekomendasi tidak hanya mempertimbangkan pola rating pengguna, tetapi juga memperhatikan aspek nutrisi makanan.

4.8 Hasil Evaluasi Sistem Menggunakan MAE

Evaluasi sistem dilakukan memakai pendekatan Mean Absolute Error (MAE) guna mengukur seberapa besar kesalahan prediksi rating. Proses ini, dataset akan dibagi menjadi data latih dan data uji dengan perbandingan 80% dan 20%. Nilai rating aktual pada data uji dibandingkan dengan nilai rating hasil prediksi sistem.

Berdasarkan hasil evaluasi, diperoleh nilai MAE sebesar 0,7265 dengan total data evaluasi yang jumlahnya 2000 data. Dari hasil perhitungan, nilai MAE yang diperoleh adalah 0,7265 yang menunjukkan rata-rata selisih absolut antara rating aktual dan rating hasil prediksi. Jika nilai MAE makin kecil, tingkat kesalahan semakin juga semakin kecil. Dengan demikian, sistem rekomendasi yang dibangun mampu menghasilkan prediksi rating dengan tingkat kesalahan yang masih dapat diterima. Berdasarkan hasil evaluasi, diperoleh MAE menghasilkan 0,7265.

Nilai rata-rata kesalahan prediksi ini menunjukkan bahwa sistem relatif kecil, sehingga sistem dapat dikatakan mempunyai performa prediksi yang cukup relevan dalam merekomendasikan makanan.

4.9 Pembahasan

Berdasarkan hasil uji coba, sistem rekomendasi bahan makanan sehat bagi penderita diabetes berhasil dibangun menggunakan metode Item-Based Collaborative Filtering. Sistem menggunakan nilai Rating untuk membentuk User-Item Matrix dan dihitung kemiripan antar item makanan memakai cosine similarity. Selain itu, sistem juga membentuk skor nutrisi diabetes_score berdasarkan parameter gula, karbohidrat, dan serat untuk mendukung proses filter diabetes-friendly.

Hasil pembentukan User-Item Matrix menunjukkan bahwa sistem memiliki 1000 pengguna dan 35 item makanan. Nilai sparsity sebesar 0,7513 menunjukkan bahwa sebagian besar pengguna belum memberikan rating terhadap seluruh makanan. Meskipun demikian, metode Item-Based Collaborative Filtering tetap dapat digunakan untuk memprediksi rating makanan yang belum dinilai oleh pengguna berdasarkan kemiripan antar item.

Hasil rekomendasi menunjukkan bahwa sistem mampu menghasilkan daftar makanan dalam bentuk Top-N Recommendation. Nilai Score pada hasil rekomendasi menunjukkan prediksi rating atau tingkat relevansi makanan terhadap pengguna. Dengan adanya diabetes_score, sistem tidak hanya mempertimbangkan pola rating pengguna, tetapi juga memperhatikan kesesuaian nutrisi makanan bagi penderita diabetes.

Berdasarkan hasil evaluasi, MAE diperoleh nilai sebesar 0,7265 yang menunjukkan rata-rata kesalahan pada hasil prediksi sistem. Temuan ini mengindikasikan bahwa sistem masih mampu menghasilkan estimasi rating bagi

pengguna dengan tingkat error yang tergolong dapat diterima. Karenanya, sistem rekomendasi yang dikembangkan telah mampu menjawab rumusan masalah, yaitu membangun sistem rekomendasi bahan makanan sehat bagi penderita diabetes memakai pendekatan Item-Based Collaborative Filtering dengan evaluasi memakai Mean Absolute Error.

Namun, sistem ini masih memiliki keterbatasan. Rekomendasi yang dihasilkan bergantung pada data rating dan atribut nutrisi yang tersedia dalam dataset. Selain itu, sistem belum mempertimbangkan kondisi medis pengguna secara individual, seperti kadar gula darah, riwayat penyakit, alergi, atau rekomendasi langsung dari tenaga kesehatan. Oleh karena itu, hasil rekomendasi pada sistem ini lebih tepat digunakan sebagai alat bantu pemilihan makanan berbasis data, bukan sebagai pengganti konsultasi medis.

4.10 Integrasi Nilai Mu'amalah Ma'Allah dan Ma'annas

Penelitian ini tidak hanya berfokus pada pengembangan sistem rekomendasi bahan makanan sehat bagi penderita diabetes, tetapi juga memiliki keterkaitan dengan nilai-nilai Islam, khususnya dalam aspek *mu'amalah ma'Allah* dan *mu'amalah ma'annas*. Melalui penelitian ini, teknologi tidak hanya dimanfaatkan untuk membantu menyelesaikan permasalahan kesehatan, tetapi juga dapat menjadi bentuk ikhtiar dalam menjaga amanah kesehatan serta memberikan manfaat bagi sesama.

Dalam aspek *mu'amalah ma'Allah*, penelitian ini mencerminkan pentingnya merawat kesehatan terhadap amanah yang diberi oleh Allah Subhanahu wa Ta'ala. Upaya memilih makanan yang sehat dan menjaga pola makan

merupakan salah satu bentuk ikhtiar untuk menghindari hal yang bisa membahayakan tubuh. Allah Subhanahu Wa Ta'ala berfirman dalam QS. Al-Baqarah:195 yang berbunyi:

وَلَا تُقَاتُوا بِأَيْدِيكُمْ إِلَى التَّهْلُكَةِ

“Dan janganlah kamu menjatuhkan dirimu sendiri ke dalam kebinasaan” (QS. Al-Baqarah:195)

Menurut tafsir Ibnu Katsir, ayat tersebut memiliki makna larangan bagi manusia untuk melakukan hal-hal yang dapat membawa mudarat atau membahayakan dirinya sendiri. Dalam konteks kesehatan, ayat ini menegaskan pentingnya menjaga tubuh dari berbagai risiko yang dapat memperburuk kondisi fisik. Hal ini selaras, di mana sistem rekomendasi yang dibangun membantu penderita memilah-milah bahan makanan berdasarkan prediksi *rating* dan kesesuaian nilai nutrisi melalui *diabetes_score*, sehingga dapat menjadi salah satu bentuk ikhtiar dalam mendukung pengendalian pola makan penderita diabetes (Hendri, 2021).

Dalam aspek mu'amalah ma'annas, penelitian ini juga mencerminkan nilai kepedulian sosial dan semangat tolong-menolong dalam memberikan manfaat kepada orang lain. Pemanfaatan teknologi untuk membantu penderita diabetes dalam menentukan pilihan makanan yang lebih sehat merupakan bentuk kontribusi yang dapat mendukung kualitas hidup masyarakat. Hal ini sesuai dengan firman Allah Subhanahu wa Ta'ala dalam QS. Al-Ma'idah ayat 2 yang berbunyi:

وَتَعَاوَنُوا عَلَى الْبِرِّ وَالتَّقْوَىٰ

“Dan tolong-menolonglah kamu dalam kebajikan dan takwa”. (QS. Al-Ma’idah ayat 2)

Menurut Tafsir Al-Muyassar, ayat ini mengajarkan bahwa sesama manusia itu harus saling membantu dalam setiap bentuk kebaikan dan hal-hal yang mendatangkan kemaslahatan. Nilai tersebut selaras sesuai tujuan penelitian ini, yaitu menghadirkan sistem rekomendasi berbasis teknologi yang diharapkan bisa membantu masyarakat, khususnya penderita diabetes, dalam memilih bahan makanan sehat sebagai pendukung pengambilan keputusan terkait pola konsumsi yang lebih baik

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi rangkuman hasil penelitian yang telah dilakukan serta beberapa saran untuk pengembangan penelitian di masa mendatang. Kesimpulan ditarik berdasarkan rumusan masalah, implementasi sistem, dan hasil evaluasi pada bab sebelumnya.

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang sudah dilakukan, bisa diambil kesimpulan bahwa penelitian ini berhasil mengembangkan sistem rekomendasi makanan sehat bagi penderita diabetes dengan menerapkan metode *Item-Based Collaborative Filtering (IBCF)*. Dalam prosesnya, sistem menggunakan data rating pengguna dan kemiripan antar item yang dihitung dengan *cosine similarity* untuk memprediksi rating pada makanan yang belum pernah dinilai oleh pengguna.

Selain itu, sistem juga mempertimbangkan aspek nutrisi dengan membentuk *diabetes_score* berdasarkan parameter gula, karbohidrat, dan serat. Skor tersebut digunakan sebagai mekanisme filtering untuk memastikan bahwa rekomendasi yang dihasilkan termasuk dalam kategori *diabetes-friendly*, sehingga tidak hanya berdasarkan preferensi pengguna tetapi juga memperhatikan aspek kesehatan penderita diabetes.

Berdasarkan hasil evaluasi Mean Absolute Error (MAE), diperoleh nilai 0,7265 yang menunjukkan bahwa tingkat kesalahan prediksi masih berada pada kategori yang dapat diterima. Selain itu, analisis data menunjukkan bahwa rata-rata

rating aktual berada pada nilai 2,48275, sedangkan rata-rata rating prediksi sebesar 2,34834, dengan selisih sebesar 0,1344. Temuan ini mengindikasikan bahwa model memiliki kemampuan prediksi yang tergolong baik dan tidak menunjukkan bias yang signifikan dalam menghasilkan rekomendasi.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh beberapa saran yang dapat digunakan sebagai acuan untuk pengembangan penelitian di masa mendatang, yaitu:

1. Disarankan untuk mengimplementasikan pendekatan hybrid recommender system dengan menggabungkan Item-Based Collaborative Filtering dan content-based filtering, sehingga rekomendasi tidak hanya bergantung pada pola rating, tetapi juga karakteristik nutrisi secara langsung.
2. Pengembangan berikutnya dapat mempertimbangkan penerapan pembobotan atau normalisasi pada fitur nutrisi (gula, karbohidrat, serat) agar pembentukan diabetes_score menjadi lebih adaptif dan mencerminkan kondisi kesehatan yang lebih realistis.
3. Dalam evaluasi sistem, disarankan untuk menambahkan metrik lain seperti RMSE atau precision-recall pada top-N recommendation, sehingga kualitas rekomendasi dapat dianalisis secara lebih komprehensif.
4. Perhitungan kemiripan antar item dapat ditingkatkan dengan mencoba metode lain seperti adjusted cosine similarity atau pearson correlation untuk meningkatkan akurasi hasil rekomendasi.

5. Sistem juga dapat dikembangkan dengan pendekatan yang lebih personalisasi, misalnya dengan mempertimbangkan kondisi kesehatan pengguna seperti tingkat gula darah atau kebutuhan diet tertentu.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdalla, H. I., Amer, A. A., Amer, Y. A., Nguyen, L., & Al-Maqaleh, B. (2023). Boosting the Item-Based Collaborative Filtering Model with Novel Similarity Measures. *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 16(1), 123. <https://doi.org/10.1007/s44196-023-00299-2>
- Ahmed, E., Oumer, M., & Hassan, M. (2025). Diabetes-focused food recommender system (DFRS) to enabling digital health. *PLOS Digital Health*, 4(2), e0000530. <https://doi.org/10.1371/journal.pdig.0000530>
- Ardiansyah, A. H., Widiyanto, A., & Nugroho, S. (2022). Implementation of the item-based collaborative filtering method on a web-based culinary tourism recommendation system (case study: Magelang City). *Borobudur Informatics Review*, 2(2), 47–60. <https://doi.org/10.31603/binr.6731>
- Barkan, O., & Koenigstein, N. (2016). ITEM2VEC: Neural item embedding for collaborative filtering. *2016 IEEE 26th International Workshop on Machine Learning for Signal Processing (MLSP)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/MLSP.2016.7738886>
- Barranco, M. J., Yera, R., & Martínez, F. J. (2025). A preference-based daily meal recommendation framework for patients with diabetes. *JUCS - Journal of Universal Computer Science*, 31(3), 239–259. <https://doi.org/10.3897/jucs.150833>
- He, X., He, Z., Song, J., Liu, Z., Jiang, Y.-G., & Chua, T.-S. (2018). NAIS: Neural Attentive Item Similarity Model for Recommendation. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 30(12), 2354–2366. <https://doi.org/10.1109/TKDE.2018.2831682>
- Hendri, J. (2021). IBN KATSIR: Telaáh Tafsir al-Quránnul Azim Karya Ibn Katsir. *Nuansa*, 14(2). <https://doi.org/10.29300/njsik.v14i2.6598>
- Kabbur, S., Ning, X., & Karypis, G. (2013a). FISM: Factored item similarity models for top-N recommender systems. *Proceedings of the 19th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, 659–667. <https://doi.org/10.1145/2487575.2487589>
- Kabbur, S., Ning, X., & Karypis, G. (2013b). FISM: Factored item similarity models for top-N recommender systems. *Proceedings of the 19th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, 659–667. <https://doi.org/10.1145/2487575.2487589>
- Karabila, I., Darraz, N., El-Ansari, A., Alami, N., & El Mallahi, M. (2023). Enhancing Collaborative Filtering-Based Recommender System Using

Sentiment Analysis. *Future Internet*, 15(7), 235.
<https://doi.org/10.3390/fi15070235>

Magliano, D., & Boyko, E. J. (with International Diabetes Federation). (2021). *IDF diabetes atlas* (10th edition). International Diabetes Federation.

Patil, P., Kadam, S. U., Aruna, E. R., More, A., M., B. R., & Rao, B. N. K. (2024). Recommendation System for E-Commerce Using Collaborative Filtering. *Journal Européen Des Systèmes Automatisés*, 57(04), 1145–1153.
<https://doi.org/10.18280/jesa.570421>

Pecune, F., Callebert, L., & Marsella, S. (2020). *A Recommender System for Healthy and Personalized Recipe Recommendations*.

Permana, K. E. (2024). Comparison of User Based and Item Based Collaborative Filtering in Restaurant Recommendation System. *Mathematical Modelling of Engineering Problems*, 11(7), 1922–1928.
<https://doi.org/10.18280/mmep.110723>

Rosita, A., Puspitasari, N., & Kamila, V. Z. (2022). REKOMENDASI BUKU PERPUSTAKAAN KAMPUS DENGAN METODE ITEM-BASED COLLABORATIVE FILTERING. *Sebatik*, 26(1), 340–346.
<https://doi.org/10.46984/sebatik.v26i1.1551>

Rostami, M., Farrahi, V., Ahmadian, S., Mohammad Jafar Jalali, S., & Oussalah, M. (2023). A novel healthy and time-aware food recommender system using attributed community detection. *Expert Systems with Applications*, 221, 119719. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.119719>

Sarwar, B., Karypis, G., Konstan, J., & Riedl, J. (2001a). Item-based collaborative filtering recommendation algorithms. *Proceedings of the 10th International Conference on World Wide Web*, 285–295.
<https://doi.org/10.1145/371920.372071>

Sarwar, B., Karypis, G., Konstan, J., & Riedl, J. (2001b). Item-based collaborative filtering recommendation algorithms. *Proceedings of the 10th International Conference on World Wide Web*, 285–295.
<https://doi.org/10.1145/371920.372071>

Silva, V. C., Gorgulho, B., Marchioni, D. M., Alvim, S. M., Giatti, L., De Araujo, T. A., Alonso, A. C., Santos, I. D. S., Lotufo, P. A., & Benseñor, I. M. (2022). Recommender System Based on Collaborative Filtering for Personalized Dietary Advice: A Cross-Sectional Analysis of the ELSA-Brasil Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(22), 14934. <https://doi.org/10.3390/ijerph192214934>

- Tran, T. C. T., Phan, L. P., & Huynh, H. X. (2024). Approach of Item-Based Collaborative Filtering Recommendation Using Energy Distance. *Journal of Advances in Information Technology*, 15(1), 10–16. <https://doi.org/10.12720/jait.15.1.10-16>
- Wang, W., Duan, L., Jiang, H., Jing, P., Song, X., & Nie, L. (2021). Market2Dish: Health-aware Food Recommendation. *ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications, and Applications*, 17(1), 1–19. <https://doi.org/10.1145/3418211>
- Xue, F., He, X., Wang, X., Xu, J., Liu, K., & Hong, R. (2019). Deep Item-based Collaborative Filtering for Top-N Recommendation. *ACM Transactions on Information Systems*, 37(3), 1–25. <https://doi.org/10.1145/3314578>
- Yera, R., Alzahrani, A. A., Martínez, L., & Rodríguez, R. M. (2023). A Systematic Review on Food Recommender Systems for Diabetic Patients. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(5), 4248. <https://doi.org/10.3390/ijerph20054248>
- Zhao, W., Tian, H., Wu, Y., Cui, Z., & Feng, T. (2022). A New Item-Based Collaborative Filtering Algorithm to Improve the Accuracy of Prediction in Sparse Data. *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 15(1), 15. <https://doi.org/10.1007/s44196-022-00068-7>