

DEVELOPMENT OF HERBIFY APPLICATION WITH AI INTEGRATED UTILIZING YOLO V8 FOR OPTIMIZING HERBAL POTENTIAL IN INDONESIA

Ahmad Fajruddin Syauqi^{*1}, Didik Dwi Prasetya²

^{1,2}Informatics, Engineering Faculty, University Negeri Malang, Indonesia
Email: ahmad.fajruddin.2005356@students.um.ac.id, didikdwi@um.ac.id

(Article received: May 14, 2024; Revision: June 11, 2024; published: July 29, 2024)

Abstract

Indonesia is known as the home to 80% of the world's medicinal plant species, with an estimated 25,000-30,000 potential plants. However, this is in stark contrast to the current situation of limited access to herbal information, leading to restricted consumption and distribution of herbal products. The numerous digital platforms providing herbal data still fail to address this issue, as the information provided does not cater to the users' needs. Therefore, to address the current challenges in the Indonesian herbal industry, researchers developed an AI-integrated application called Herbify. The application was developed using the Agile Software Development Life Cycle method, chosen to meet user needs with a user-centered design approach. From this research, a mobile application with two main features, namely 'Herbalpedia' and 'Scanherbal,' was developed. Measurements through three methods: mAP matrix, usability tests, and user experience questionnaires (UEQ), yielded positive results. The measurement results show that the trained model achieved a 94.6% mAP with an inference time of 0.07965 seconds. Furthermore, the usability test results of the application show a 0% mission unfinished rate, with an average completion time of 10 seconds. The UEQ results indicate that the application has high usability, trustworthiness, and information quality. Based on these results, it can be concluded that Herbify has great potential to effectively optimize herbal potentials in Indonesia.

Keywords: computer vision, herbal, mobile application, object detection, YOLOv8.

PENGEMBANGAN APLIKASI HERBIFY TERINTEGRASI AI MENGGUNAKAN YOLO V8 UNTUK PENGOPTIMALAN POTENSI HERBAL DI INDONESIA

Abstrak

Indonesia memiliki 80% dari total spesies tanaman obat di dunia, dengan perkiraan terdapat sekitar 25.000-30.000 tanaman potensial. Namun, akses terhadap informasi herbal masih minim, yang mengakibatkan konsumsi dan distribusi produk herbal terbatas. Meskipun terdapat banyak platform digital yang menyediakan data herbal, namun bentuk informasi yang disajikan tidak selalu sesuai dengan kebutuhan pengguna. Untuk mengatasi tantangan tersebut dalam industri herbal di Indonesia, para peneliti mengembangkan aplikasi terintegrasi kecerdasan buatan (AI) yang bernama Herbify. Aplikasi dibuat menggunakan metode *Software Development Life Cycle : Agile*. Penggunaan metode ini dipilih untuk dapat memenuhi kebutuhan pengguna dengan pendekatan *user-centered design*. Dari penelitian ini menghasilkan sebuah aplikasi *mobile* dengan 2 fitur utama, yakni 'Herbalpedia' dan 'Scanherbal'. Dari tiga metode pengukuran - matriks mAP, *usability test*, dan *user experience questionnaire* (UEQ) - diperoleh hasil positif. Model yang dilatih mencapai mAP sebesar 94.6% dengan waktu inferensi 0.07965 detik. Hasil *usability test* menunjukkan bahwa tidak ada misi yang tidak terselesaikan, dengan rata-rata waktu penyelesaian 10 detik. Sedangkan hasil dari UEQ menunjukkan tingginya nilai kebergunaan, kepercayaan, dan kualitas informasi dari aplikasi. Berdasarkan temuan ini, dapat disimpulkan bahwa Herbify memiliki peluang besar untuk mengoptimalkan potensi herbal di Indonesia secara efektif.

Kata kunci: aplikasi mobile, computer vision, herbal, object detection, YOLOv8.

1. PENDAHULUAN

Indonesia diketahui sebagai rumah bagi 80% spesies tanaman obat di dunia, dengan diperkirakan terdapat sekitar 25.000-30.000 tanaman potensial [1]. Dari sekian banyak tanaman potensial tersebut, lebih

dari 1000 tanaman herbal telah lama digunakan sebagai obat oleh masyarakat Indonesia [2]. Industri herbal di Indonesia menunjukkan pertumbuhan yang signifikan, dengan tingkat peningkatan mencapai 55% sejak tahun 2012 dan proyeksi pertumbuhan

yang berkelanjutan hingga tahun 2030, yang diperkirakan akan mengalami peningkatan dua kali lipat dari tahun sebelumnya.

Minat masyarakat Indonesia dalam mengkonsumsi herbal cukup tinggi, yakni dengan prevalensi sebesar 68% [3]. Namun, hal ini selalu terhambat dengan minimnya akses terhadap informasi mengenai herbal, yang bermuara pada terbatasnya konsumsi serta distribusi produk herbal. Keterbatasan ini menjadi salah satu hambatan dalam pengoptimalan potensi herbal di Indonesia. Padahal, potensi herbal sebagai obat tradisional Indonesia berpotensi untuk meningkatkan pendapatan dan memperkenalkan kekayaan pengobatan lokal kepada dunia [4].

Menjawab potensi tersebut, pemerintah Indonesia telah mengadakan dukungan secara yuridis melalui Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 15 Tahun 2018 tentang Penyelenggaraan Pelayanan Kesehatan Tradisional Komplementer. Hal ini menunjukkan keseriusan Indonesia dalam memanfaatkan tingginya potensi herbal yang ada [5].

Namun, ketersediaan akses terhadap layanan herbal masih terbilang rendah [6]. Kasus seperti ini justru dapat meningkatkan angka “*information avoidance*” pada masyarakat [7]. Hal ini sejalan dengan survey yang dilakukan peneliti, di mana 8 dari 10 pelaku industri herbal seringkali kebingungan perihal apa herbal yang cocok digunakan ketika sedang mengalami kondisi tertentu. Sehingga, platform tersebut hanya dapat menambah informasi tentang herbal, tetapi tidak jelas penerapannya.

Dari permasalahan tersebut diperlukan suatu platform digital yang mampu mawadahi seluruh aspek penunjangnya, mulai dari informasi, distribusi, hingga validasi data. Sebagai solusi dari minimnya tenaga ahli herbal yang dibutuhkan secara cepat, penerapan Artificial Intelligence (AI) menjadi krusial untuk dilakukan [8]. Penggunaan AI ini sekaligus dapat menjadi inisiator inovasi teknologi untuk industri herbal di Indonesia.

Pemanfaatan teknologi AI khususnya pada bidang *computer vision* telah banyak diterapkan pada industri agrikultur dan industri pangan sebelumnya. Seperti yang dijelaskan pada [9], menunjukkan keberhasilan dari beberapa startup yang menerapkan teknologi ini mampu meningkatkan potensi bidang masing-masing untuk bertahan hingga 2050 mendatang. Di mana pada tahun tersebut merupakan puncak proyeksi pasar industri herbal internasional senilai 5 triliun USD [10]. Hal ini sejalan dengan mulai munculnya penerapan AI *computer vision* pada bidang farmasi dan tanaman obat, meskipun penerapannya saat ini masih terbatas [11].

Sebelumnya terdapat penelitian dari [12], yang menunjukkan bahwa kolaborasi antara AI dan industri farmasi diproyeksikan untuk berkontribusi dalam peningkatan kualitas pelayanan kesehatan. Kemudian pada penelitian [13] menyebutkan bahwa

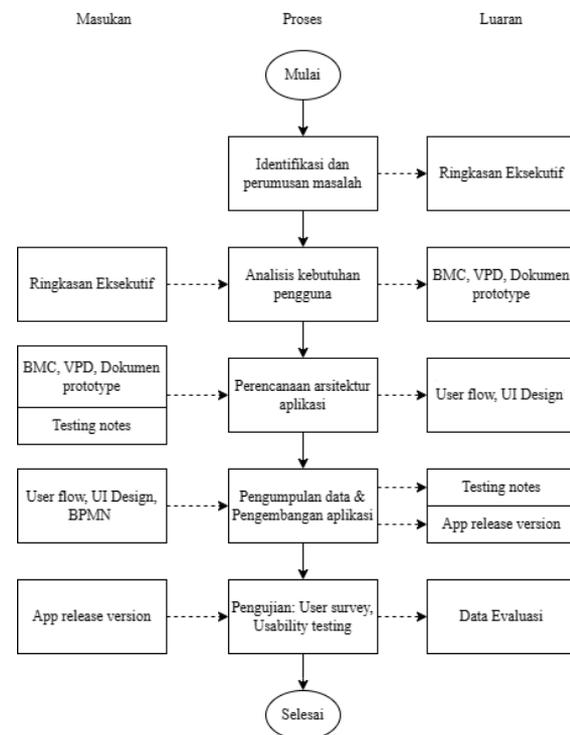
kemiripan instance tanaman obat menjadi tantangan untuk diidentifikasi oleh orang awam, sehingga perlu adanya kolaborasi dalam pembentukan dataset dengan ahli tanaman obat.

Hal ini juga menjadi landasan diadakannya penelitian [14] yang berhasil membuat sebuah aplikasi mobile untuk mengidentifikasi tanaman obat di Kalimantan. Namun pada penelitian tersebut, tidak terdapat edukasi herbal secara tekstual. Seperti yang terdapat pada hasil [15], aplikasi yang dihasilkan mampu memberikan informasi secara tekstual tanpa harus menghadirkan herbal yang ingin dilihat secara nyata. Meskipun, tidak ada sistem deteksi tanaman herbal seperti pada penelitian [14]. Penelitian yang disebutkan di atas memiliki irisan kekurangan yang membuat tidak sempurnanya implementasi pada lapangan sesungguhnya.

Oleh karena itu, peneliti mengembangkan aplikasi terintegrasi AI bernama “Herbify”, untuk membuka potensi penuh Indonesia dalam industri herbal.

2. METODE PENELITIAN

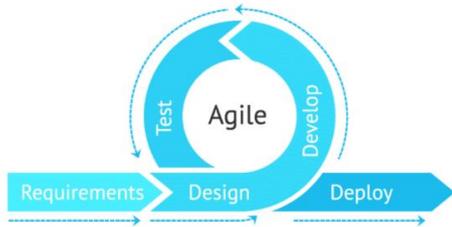
Secara luas, penelitian ini memiliki tahapan seperti pada Gambar 1, menunjukkan 5 tahapan utama dalam penelitian yaitu identifikasi masalah, analisa kebutuhan pengguna, perencanaan arsitektur aplikasi, pengumpulan data & pengembangan aplikasi, serta pengujian atau pengukuran.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Mengerucut pada pengembangan aplikasi, peneliti menggunakan metode *Software Development Life Cycle (SDLC) agile* selama 6 bulan dengan total 12 sprint backlog; dan 1 bulan untuk *testing*. Metode

Agile ini seringkali digunakan oleh perusahaan untuk mengembangkan produk yang lebih efisien [16].



Gambar 2. Metode *Software Development Life Cycle* : Agile

Metode ini digunakan karena memperhatikan kebutuhan aplikasi yang *user-centered*, sehingga diperlukan tes dan evaluasi bertahap untuk mendapatkan luaran yang sesuai [17]. Gambar 2 menunjukkan 5 tahapan utama dalam proses *agile* yaitu *requirements*, *design*, *develop*, *test*, dan *deploy*.

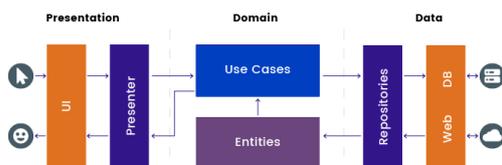
2.1. Identifikasi Masalah

Dalam mengidentifikasi permasalahan, peneliti melakukan kajian pustaka dengan melibatkan studi yang telah dilakukan sebelumnya. Peneliti mengumpulkan informasi dari berbagai sumber untuk mendapatkan hipotesis solusi, teori, serta metodologi yang relevan untuk membantu peneliti melakukan perancangan kerangka kerja penelitian.

Selain itu, untuk mendapatkan informasi yang lebih mendalam dan sesuai keadaan asli di lapangan, seperti yang dilakukan oleh [18], peneliti melakukan survey lapangan kepada beberapa pelaku industri herbal seperti: pemilik toko herbal, distributor herbal, ahli herbal, dokter herbal, hingga instansi pemerintahan. Langkah ini bertujuan untuk meningkatkan keterikatan dengan pengguna. Serta untuk memvalidasi asumsi peneliti terhadap solusi yang perlu diberikan [19].

2.2. Arsitektur Aplikasi

Dalam pengembangan aplikasi, peneliti menggunakan pola desain *Clean Architecture* yang diajukan oleh Robert C. Martin (2018), dengan menerapkan pendekatan *Component-Based Software Engineering* (CBSE) yang dapat membantu memisahkan antara fungsionalitas *platform-specific* dan *platform-independent* [21].



Gambar 3. Clean architecture diagram

Terdapat 3 layer dalam *clean architecture*, yaitu *data layer*, *domain layer*, dan *presentation layer* (gambar 3)..

2.2.1. Data Layer

Layer data merupakan tempat di mana logika bisnis diimplementasikan, dengan menerapkan dependensi seminimal mungkin. Lapisan ini terdiri dari *repository*, *services*, dan *data source*. Lapisan ini berfungsi untuk menjaga lapisan domain dari informasi penyimpanan data [22].

2.2.2. Domain Layer

Layer domain berisi penghubung yang mewakili semua logika bisnis aplikasi, seperti *entities*, *repository*, dan *use cases* [22].

2.2.3. Presentation Layer

Lapisan ini berisi komponen antarmuka pengguna untuk *me-render* tampilan serta menangani interaksi antarmuka pengguna [22].

Pola desain *clean architecture* ini dinilai efektif untuk mengembangkan aplikasi yang berpotensi berskala besar seperti Herbify, karena kode yang dihasilkan akan memiliki kualitas *maintainable* untuk dikembangkan di kemudian hari [23].

2.3. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan sebagai bahan training model perlu memenuhi kriteria khusus yang dirincikan pada tabel 1.

Tabel 1. Kriteria data yang perlu dikumpulkan

Kriteria	Nilai
Resolusi	640x640 px
Format	.jpg/.jpeg
Sudut pandang	6 sisi
Instance pergambar	Maks. 2
Pencahayaan	250-300 lux

Setelah data tersebut dikumpulkan, kemudian dilakukan tahap *pre-processing* yang berguna untuk meningkatkan kualitas data yang dimiliki. Sehingga, saat data digunakan untuk training pada tahap *processing*, data dapat menghasilkan luaran yang diharapkan.

2.4. Data Pre-Processing

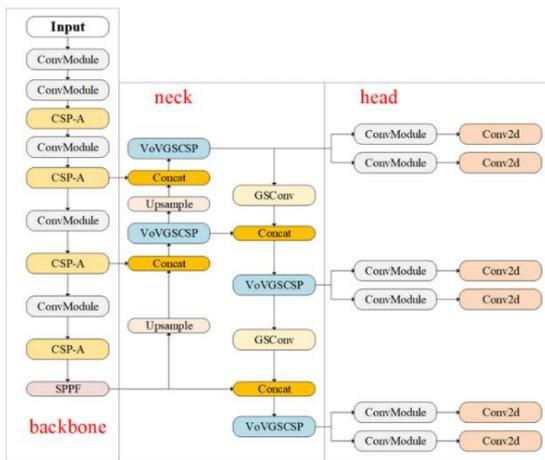
Data Pre-processing melibatkan anotasi data dan pelabelan data. Proses ini dilakukan secara manual dengan bantuan platform *www.roboflow.com*, dengan total terdapat 8 jenis label yang disematkan. Pada tahap ini seluruh gambar dikompres menjadi ukuran 640x640 piksel. Kemudian dilakukan tahap augmentasi *flip*, *15deg rotation*, dan *10deg exposure*. Dari proses augmentasi tersebut, dihasilkan data gambar tambahan sebanyak 1418 gambar. Namun sebagai pembandingan, dataset yang tidak dilakukan augmentasi tetap digunakan sebagai data latih juga. Sehingga dapat dipertimbangkan salah satu dengan hasil terbaik.

Sehingga setelah tahap pre-processing ini berakhir, dataset peneliti berjumlah 2418 gambar.

Seluruh data tersebut kemudian dibagi menjadi 3 set, yang terdiri dari 2127 train set, 189 train set, dan 102 test set.

2.5. Data Processing

Tahap ini melibatkan penerapan algoritma *deep learning* dengan model YOLO v8. Penggunaan model ini didasarkan pada penelitian oleh Alfarizi (2023), menunjukkan bahwa salah satu keunggulan utama YOLO adalah kinerja tinggi dalam aspek kecepatan dan efisiensi, serta kemampuannya dalam mendeteksi objek dari berbagai kelas secara simultan.



Gambar 4. Arsitektur YOLOv8 *simplified*

Selain itu, model ini juga sudah pernah digunakan oleh Lv et al. (2022) dalam penelitiannya untuk mendeteksi tanaman obat di Cina. Menunjukkan kapabilitas model YOLOv8 untuk dilatih kembali menggunakan dataset peneliti. Arsitektur yang dimiliki model ini juga dinilai fleksibel karena YOLOv8 mampu memberikan prediksi objek dalam waktu yang sangat singkat, sehingga menjadikan YOLOv8 sebagai arsitektur *object detection* terbaik dalam dunia *computer vision* (gambar 4).

Pada tahap ini terjadi proses model training, dimana model YOLOv8n dilatih menggunakan dataset yang telah disiapkan pada tahap sebelumnya. Proses ini melibatkan PyTorch, sebuah *framework deep learning* yang menyediakan library dan tools yang berguna untuk melatih neural networks [26]. Parameter pengaturan untuk model training ini dapat dilihat pada tabel 2 di bawah.

Tabel 2. Parameter *setting YOLOv8n model training*

Parameter	Nilai
Epoch	50
Optimizer	AdamW
Learning Rate	0.01
Image Size	640
Batch Size	64
Patience	50
Intersection of Union	0.7

Kemudian model yang telah dilatih memasuki tahap pengujian. Di mana pada tahap ini, model akan diuji dengan 102 data set yang telah dipilah pada tahap *pre-processing*. Pengujian model ini diukur menggunakan matriks *mean average precision* (mAP) yang akan dibahas pada tahap selanjutnya.

2.6. Pengukuran Keberhasilan

Tahap ini merupakan tahap analisa terakhir dengan tujuan untuk menilai efektivitas aplikasi dan AI yang telah dikembangkan. Peneliti menggunakan *mean average precision* (mAP) untuk mengukur keberhasilan AI model. Serta pengujian sistem aplikasi secara keseluruhan menggunakan standar ISO 25010 yang dibagi menjadi 2 kategori, yakni kinerja produk dan kepuasan pengguna.

2.6.1. Pengukuran *mean average precision*

Peneliti menggunakan matriks mAP untuk mengukur akurasi prediksi dari sampel training. Semakin tinggi angka mAP maka menunjukkan akurasi yang semakin tinggi. Berikut adalah rumus yang digunakan untuk perhitungan mAP:

$$AP_i = \frac{TP}{TP+FP} \quad (1)$$

$$mAP = \frac{\sum_{i=1}^Q AP_i}{Q} \times 100\% \quad (2)$$

AP_i merupakan rata-rata presisi pada kelas *i*. TP adalah nilai dari *true positive*, FP merupakan nilai dari *false positive*. N menunjukkan total jumlah sampel yang diujikan, dan Q menunjukkan jumlah herbal yang terdeteksi [27].

2.6.2. Pengukuran kinerja produk

Pengukuran kinerja produk menggunakan *Usability test* dilakukan untuk membantu memahami perasaan pengguna saat sedang menggunakan aplikasi [28]. Dalam mengambil riset *usability test* ini, peneliti mengacu pada penelitian [29] mengenai metode *usability test* untuk menilai keberhasilan aplikasi. Dalam melakukan *usability test* ini, peneliti memanfaatkan platform *maze.co* sebagai alat untuk mengintegrasikan prototipe aplikasi dengan instrumen pengujian. Pengujian ini dilakukan secara intens pada 21 orang sampel, yang terdiri dari 4 dokter herbal, 2 akademisi, 7 pelaku industri, dan 8 mahasiswa pengobatan tradisional.

Kemudian dilakukan pengujian sistem menggunakan instrumen yang berisi fungsi-fungsi dari aplikasi Herbify. Pengujian ini dilakukan oleh satu responden ahli *machine learning*, dan satu responden ahli *software engineering*.

2.6.3. Pengukuran kepuasan pengguna

Pengukuran kepuasan pengguna dengan metode survey UEQ bertujuan untuk mendapatkan umpan balik langsung dari pengguna terkait pengalaman mereka menggunakan aplikasi yang telah dirilis [30], memungkinkan peneliti untuk memahami kebutuhan, keinginan, dan masalah yang dihadapi pengguna [30], [31].

Teknik sampling yang dilakukan untuk UEQ menggunakan *random sampling*, dengan artian setiap individu dalam target populasi memiliki kesempatan sama untuk terpilih sebagai sampel. Teknik ini dapat menghasilkan sampel yang tidak bias sebagai representasi dari target populasi [32].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

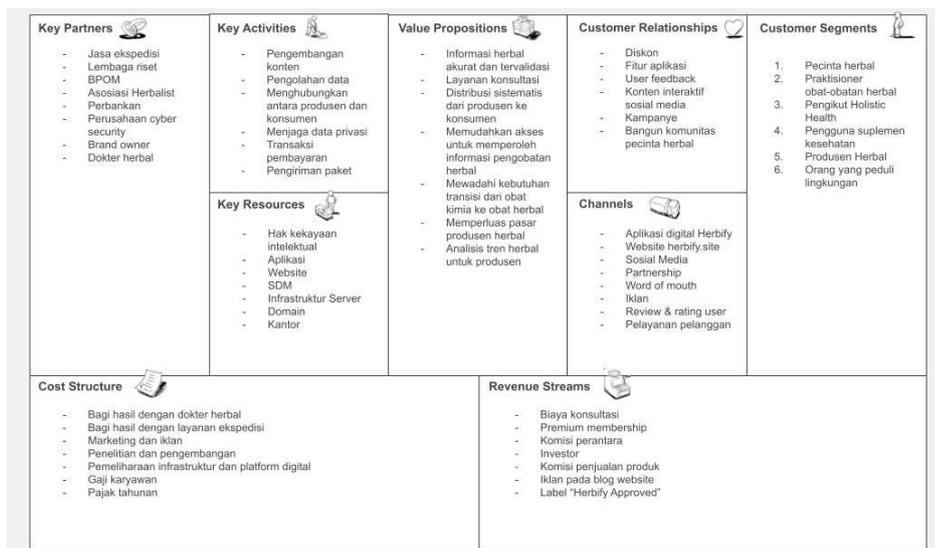
3.1. Kebutuhan Pengguna

3.1.1. *Business Model Canvas*

Business Model Canvas (BMC) berfungsi sebagai kerangka kerja untuk merencanakan, mengelola, dan mengevaluasi proyek penelitian dengan fokus pada segmen pengguna, kebutuhan, dan nilai yang diusulkan. BMC untuk penelitian Herbify

dituangkan dalam gambar 5, diagram terbagi menjadi sembilan sektor untuk memberikan gambaran terperinci tentang nilai yang ditawarkan kepada pengguna dan operasional pengelola. Di sisi kiri, fokus pada segmen pengguna dengan teliti menggambarkan tantangan dan keuntungan yang mereka hadapi, serta proposisi nilai untuk memenuhi kebutuhan tersebut, dilengkapi dengan saluran komunikasi yang efektif. Sementara di sisi kanan, canvas menyoroti aspek operasional bisnis, termasuk sumber daya kunci, aktivitas utama, dan kemitraan penting yang diperlukan untuk menciptakan dan menyampaikan nilai, serta struktur biaya dan sumber pendapatan.

Dalam konteks Herbify, peneliti membidik enam segmen pengguna yang beragam, dari penggemar produk herbal hingga mereka yang mencari transisi dari obat konvensional ke ramuan herbal. Masing-masing segmen memiliki kesulitan yang sama terkait kurangnya informasi dan kepercayaan terhadap produk herbal, serta kesulitan dalam transisi. Solusi yang ditawarkan adalah penyediaan informasi herbal yang akurat dan terverifikasi, didukung oleh kerja sama dengan penyedia sumber daya seperti badan penelitian dan badan regulasi.



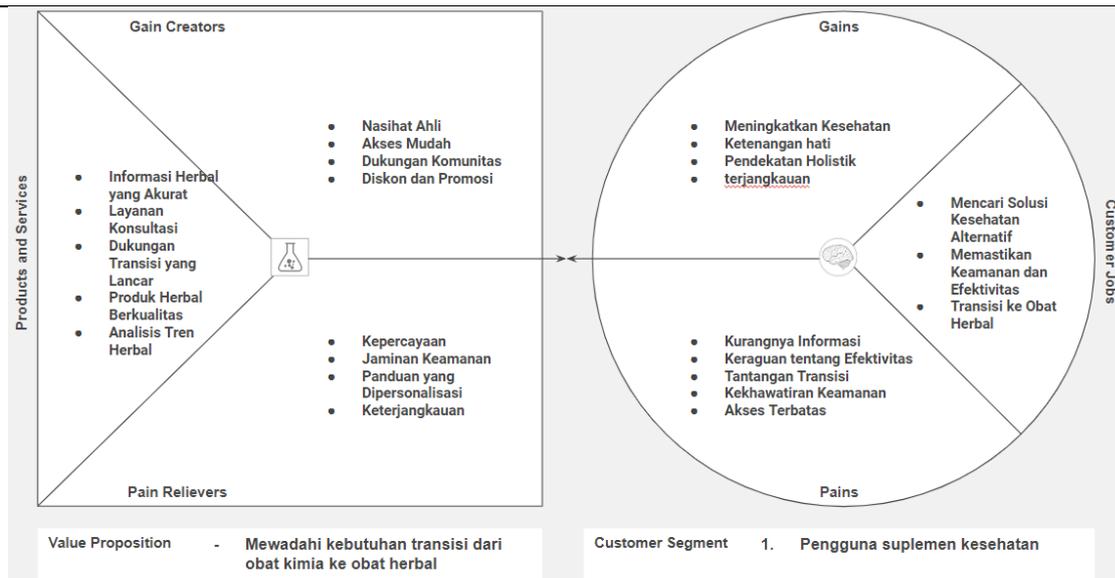
Gambar 5. *Business Model Canvas*

3.1.2. *Value Proposition Design* (VPD)

VPD digunakan untuk mengidentifikasi pertanyaan penelitian sesuai kebutuhan pengguna, memahami perbedaan dengan penelitian sebelumnya, mengarahkan pengembangan metodologi, mengoptimalkan hasil, menyampaikan temuan secara efektif, dan mengukur kualitas serta dampak penelitian. Analisis VPD kemudian diaplikasikan pada *value proposition canvas*, yang terbagi menjadi *customer segment* dan *value proposition*. Bagian customer segment menguraikan *pain* (kesulitan) dan *gain* (keuntungan) dari pengguna, salah satunya adalah pengguna suplemen kesehatan yang ingin bertransisi ke ramuan herbal. Pain mereka termasuk

kurangnya informasi, kekhawatiran tentang keamanan, tantangan transisi, dan akses informasi yang terbatas. Sementara *gain* yang ditampilkan mencakup informasi akurat, layanan konsultasi, dukungan transisi, produk berkualitas tinggi, dan analisis tren.

Bagian *value proposition* menjabarkan bagaimana produk atau layanan mengatasi pain pengguna dan memberikan keuntungan yang diinginkan, seperti yang ditunjukkan oleh proposisi nilai Herbify dalam gambar 6, dengan fokus pada memfasilitasi transisi ke ramuan herbal melalui informasi, dukungan, produk berkualitas, dan kepercayaan yang ditawarkan.

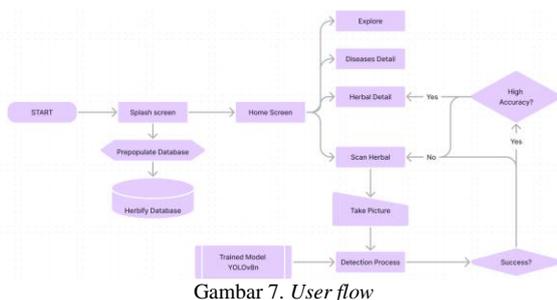


Gambar 6. Value Proposition Canvas

3.2. Arsitektur Aplikasi

3.2.1. User Flow

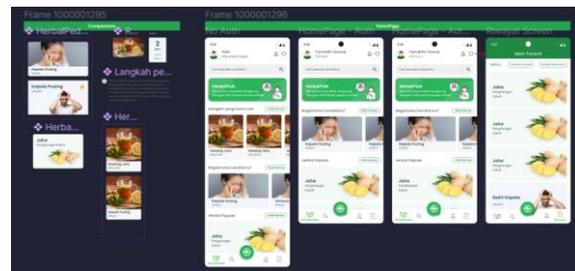
Analisis *user flow* pada gambar 7 menggunakan pendekatan dua arah untuk akses informasi dalam aplikasi mobile. Pengguna dapat mempelajari penyakit tertentu, mungkin untuk tujuan diagnosa sendiri. Jalur ini membutuhkan registrasi awal pengguna yang menyediakan detail pribadi. Sebagai alternatif, pengguna dapat menjelajahi detail ramuan herbal. Di sini, alur pengguna menawarkan dua opsi: pengambilan gambar langsung menggunakan kamera untuk identifikasi tanaman (diasumsikan menggunakan model pembelajaran mendalam YOLOv8n), atau eksplorasi melalui "Database Herbify" yang disimpan di *cloud*.



Gambar 7. User flow

3.2.2. User Interface Design

Desain yang dirancang menggunakan platform Figma, menghasilkan halaman-halaman aplikasi yang akan diimplementasikan. Gambar 8 menunjukkan halaman utama aplikasi Herbify, dengan beberapa komponen untuk mewakili informasi utama yang akan disajikan. Desain menggunakan warna utama hijau berlatar putih, mewakili nuansa herbal yang erat dengan natural dan terang.



Gambar 8. Desain UI pada Figma

Masih terdapat halaman lain yang tidak dapat dimuat dalam paper ini sekaligus, seperti halaman login, detail herbal, detail gejala, dan lain sebagainya.

3.3. Pengembangan Sistem

Terdapat 2 fitur utama dalam aplikasi ini yang ditujukan untuk menyelesaikan permasalahan industri herbal di Indonesia. Pertama, "HerbalPedia" adalah sebuah ensiklopedia herbal yang memiliki 2 arah penyampaian, yakni berbasis penyakit dan berbasis tanaman. Kemudian terdapat fitur "ScanHerbal", berupa fitur deteksi tanaman herbal terintegrasi AI. Terdapat fitur lain yang tidak dibahas, yaitu fitur "HerbalTalk". Fitur ini tidak terkait dan tidak dikerjakan dalam siklus yang sama dengan penelitian ini.



Gambar 9. Desain Hi-Fi aplikasi Herbify

Setelah melalui serangkaian perubahan, baik yang bersifat signifikan maupun minor, desain antarmuka Herbify telah mencapai tahap akhir yang ditampilkan dalam Gambar 9. Desain tersebut secara khusus menekankan kesederhanaan dan penekanan informasi, mengingat audiens utama aplikasi ini adalah orang dewasa.

Setelah tahap perancangan dan desain selesai, proses selanjutnya adalah pengembangan sistem menggunakan metode Agile Software Development

Lifecycle. Pengembangan sistem ini dilakukan selama periode dua bulan penuh, di mana detail tentang langkah-langkah pengembangan, fitur tambahan, dan penyesuaian ditampilkan secara rinci dalam tabel 3-6. Proses ini memungkinkan tim pengembang untuk beradaptasi dengan perubahan yang mungkin terjadi selama pengembangan, sehingga memastikan aplikasi Herbify dapat memenuhi kebutuhan pengguna dengan efektif dan efisien.

Tabel 3. *Sprint Backlog* pada *Sprint 1* (Bulan Juni Minggu ke 1-2)

<i>Backlog</i>	<i>Prioritas</i>	<i>Item</i>	<i>Story Point</i>	<i>Asignee</i>
Persiapan pengembangan	Tinggi	<i>Slicing</i> antarmuka aplikasi menggunakan Kotlin dan XML	11	<i>Mobile</i>
	Sedang	Membuat arsitektur pada aplikasi sesuai <i>clean architecture</i> .	8	<i>Mobile</i>
	Tinggi	Membuat <i>database</i> menggunakan MySQL untuk penyimpanan data.	3	<i>Backend</i>
	Sedang	Membuat arsitektur pada <i>backend</i> menggunakan Typescript, Node.js, dan <i>library</i> Express.js.	5	<i>Backend</i>

Tabel 4. *Sprint Backlog* pada *Sprint 2* (Bulan Juni Minggu ke 2-4)

<i>Backlog</i>	<i>Prioritas</i>	<i>Item</i>	<i>Story Point</i>	<i>Asignee</i>
Pengembangan rancangan 1 & 2	Sedang	Membuat navigasi antar halaman menggunakan kotlin navigation	8	<i>Mobile</i>
	Tinggi	Membuat API dan <i>business logic</i> untuk autentikasi	11	<i>Backend</i>
	Tinggi	Membuat <i>routing</i> API menggunakan <i>base url</i> http://api.herbify.site	8	<i>Backend</i>
	Tinggi	<i>Deploy backend</i> ke server	5	<i>Backend</i>

Tabel 5. *Sprint Backlog* pada *Sprint 3* (Bulan Juli Minggu ke 1-2)

<i>Backlog</i>	<i>Prioritas</i>	<i>Item</i>	<i>Story Point</i>	<i>Asignee</i>
Pengembangan rancangan 3	Tinggi	Menyiapkan fitur homepage, login, dan register	11	<i>Mobile</i>
	Sedang	Menyiapkan utility kamera	8	<i>Mobile</i>
	Tinggi	Membuat API dan <i>business logic</i> untuk HerbalPedia	11	<i>Backend</i>
	Sedang	Membuat dokumentasi API pada Postman	5	<i>Backend</i>
	Tinggi	<i>Deploy backend</i> ke server	5	<i>Backend</i>

Tabel 6. *Sprint Backlog* pada *Sprint 4* (Bulan Juli Minggu ke 2-4)

<i>Backlog</i>	<i>Prioritas</i>	<i>Item</i>	<i>Story Point</i>	<i>Asignee</i>
Implementasi rancangan 3 dan Testing	Tinggi	Membuat <i>business logic</i> fitur autentikasi (register, login)	8	<i>Mobile</i>
	Tinggi	Membuat <i>business logic</i> fitur HerbalPedia	8	<i>Mobile</i>
	Tinggi	Integrasi model AI ke backend	11	<i>Backend</i>

Proses pengembangan sistem Herbify terencana dalam *backlog sprint* seperti terlihat pada tabel 3-6. Pada tabel tersebut menjelaskan 4 dari 12 *sprint backlog* dalam pengembangan sistem. Kolom “Backlog” menunjukkan nama dari sebuah *backlog*, serta fokus utama dalam sprint tersebut. Kolom “Prioritas” menunjukkan seberapa penting sebuah *item* untuk diselesaikan. Kolom “Item” menunjukkan sebuah potongan tugas yang perlu dikerjakan dalam sebuah *backlog*. Kolom “Story Point” menunjukkan beban sebuah *item*, sekaligus menunjukkan berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan sebuah *item*. Dan kolom “Asignee” menunjukkan kepada siapa sebuah item ditujukan untuk pengerjaan.

3.4. Hasil Pengumpulan Data

Sebab minimnya informasi terkait tanaman herbal yang tersebar secara bebas, peneliti melakukan pengumpulan data secara 2 macam. Yakni secara daring melalui website *dataset open-source* seperti www.kaggle.com, serta secara luring dengan mengambil data langsung ke Herbal Materia Medika Batu, sebuah instansi pemberdayaan herbal yang berlokasi di Kota Batu. Dengan cara pengumpulan data ini, diharapkan seluruh data yang terkumpul

dapat tervalidasi 100% oleh para ahli herbal yang berada di Herbal Materia Medika Batu.



Gambar 10. Data herbal yang dikumpulkan

Gambar 10 menunjukkan cuplikan data herbal yang dikumpulkan oleh peneliti. Pada gambar tersebut menunjukkan contoh data yang telah diambil, dan maksimal terdapat 2 *instance* dalam satu gambar. Hingga penelitian ini berakhir, total data yang telah dikumpulkan adalah sebanyak 1000 data gambar herbal, dengan total 8 jenis label herbal. Berikut adalah pembagian data masing-masing label:

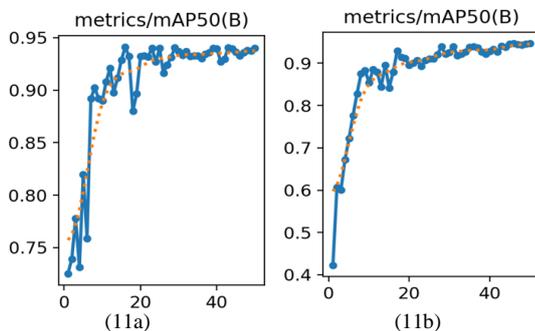
Tabel 7. Sebaran data herbal yang dikumpulkan

Label	Jenis	Jumlah
Daun jeruk	Daun melengkung	140
Daun katuk	Daun melengkung	128
Daun pepaya	Daun menjari	125
Daun jambu	Daun menyirip	122
Daun sirih	Daun melengkung	121
Lidah buaya	Daun berdaging	117
Daun pandan	Daun sejajar	108
Kunyit	Rimpang	105

Tabel 7 menunjukkan rincian data yang didapatkan pada proses pengumpulan data. Kolom “label” menunjukkan nama data yang nantinya akan digunakan sebagai output prediksi, kolom “jenis” menunjukkan jenis bagian tanaman yang diambil gambarnya, dan kolom “jumlah” menunjukkan kuantitas gambar yang diambil pada masing-masing label.

3.5. Hasil Training Model

Setelah dilakukan *pre-processing* data di awal, kemudian model YOLO dilatih menggunakan train data set berjumlah 2127 data. Gambar 11 di bawah menunjukkan *mean average precision* (mAP) dari model yang telah dilatih. Dan sebagai pembandingan, peneliti melakukan 2 kali pelatihan menggunakan dataset yang dilakukan augmentasi (gambar 6a) dan dataset tanpa dilakukan augmentasi (gambar 6b).



Gambar 11. mAP diagram. (11a) dengan augmentasi; (11b) tanpa augmentasi

Analisis grafik mAP dari pengujian model YOLOv8n yang telah dilatih, menggambarkan keberhasilan model dalam mengidentifikasi tanaman herbal. Pada gambar 11, tinggi grafik mAP menunjukkan bahwa akurasi model meningkat drastis pada beberapa epoch pertama, kemudian cenderung stagnan dengan amplitudo mengecil pada *epochs* mendekati 50 dan seterusnya.

Model yang dilatih menggunakan dataset dengan augmentasi memiliki mAP sebesar 94.6% dan 0.07965 detik waktu inferensi (gambar 11a). Sedangkan pelatihan model tanpa augmentasi memiliki mAP sebesar 94.0% dan 0.05778 detik waktu inferensi (gambar 11b). Sehingga dapat untuk pembahasan selanjutnya peneliti menggunakan model yang dilatih dengan dataset augmentasi, karena memiliki nilai mAP yang lebih tinggi meskipun memiliki waktu inferensi yang lebih lama.

Hasil dari matriks mAP ini telah mewakili *intersection over union*, *precision* (IoU), dan *recall* secara bersamaan. IoU merupakan *performance metrics* untuk menghitung antara *prediction box* dan *ground truth box* yang tumpang tindih. Sedangkan *precision* merupakan akurasi prediksi, dan *recall* adalah total prediksi yang bernilai *true*. Sehingga secara utuh, matriks mAP di atas memiliki tingkat *robustness* yang tinggi dalam mendeteksi objek tanaman herbal.



Gambar 12. Hasil testing pada model tanaman herbal

Pelatihan model tersebut termasuk di dalamnya proses testing seperti yang ditunjukkan pada gambar 12, peneliti mendapatkan hasil test dari model yang telah dilatih menggunakan dataset sebelumnya. Pada hasil test tersebut, terlihat bounding box bernilai *true positive* dengan *confidence* lebih dari 0.6 dan masih bernilai *false negative* pada beberapa tanaman. Kasus *false negative* pada model ini sering terjadi pada label daun katuk, peneliti mengidentifikasi penyebab terjadinya adalah karena tekstur daun katuk yang terlalu umum dan mirip dengan daun lain, sehingga menjadikannya teridentifikasi sebagai label lain.

Meskipun pada model ini telah mencapai mAP sebesar 94.6% (gambar 11a), namun peneliti masih bisa dilakukan pada penelitian selanjutnya. Peneliti menganalisa beberapa kegagalan identifikasi disebabkan oleh dataset yang dikumpulkan, serta tahap *preprocessing* yang terlalu bercabang menyebabkan model mengalami *overfitting* dan *underfitting* pada beberapa label tertentu.

3.6. Hasil Usability Testing



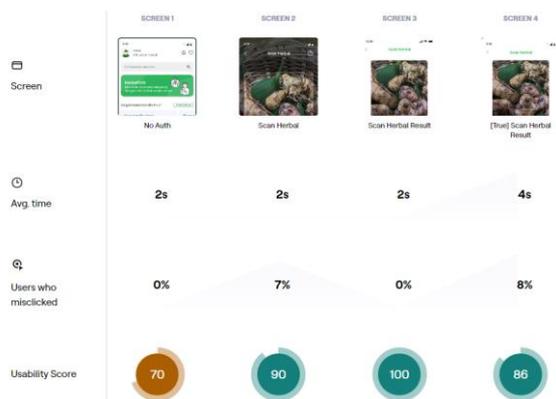
Gambar 13. Laporan hasil *usability test* dengan maze.co

Dari hasil *usability test*, peneliti bisa menarik kesimpulan apa yang dirasakan pengguna dalam menggunakan aplikasi. Seperti pada hasil salah satu path yang ditampilkan pada gambar 13, terdapat 4 parameter utama yang ditunjukkan dari block dengan judul “Bayangkan Anda mencoba mendeteksi tanaman herbal”, yakni *direct success* untuk

mengetahui berapa banyak tester yang menyelesaikan task secara langsung; *mission unfinished* untuk mengetahui berapa banyak tester yang tidak berhasil menyelesaikan task; *total testers* menunjukkan kuantitas tester yang memasukin task tersebut; dan *misclick rate* memperlihatkan seberapa sering pengguna melakukan klik pada elemen statis.

Laporan hasil tersebut memperlihatkan 65% *direct success*, angka ini masih terbilang tinggi untuk sebuah penilaian *usability test*. Berdasarkan website *maze.co*, mengatakan bahwa parameter *direct success* tidak selalu memiliki arti buruk, karena parameter ini tidak dimasukkan sebagai perhitungan total skor laporan *usability test*. Kemudian parameter kedua menunjukkan 0% *mission unfinished*, atau dapat diartikan semua tester berhasil menyelesaikan task yang diberikan, dengan total 21 tester seperti terlihat pada parameter ketiga. Terakhir, parameter keempat menunjukkan angka 5.7% *misclick rate* yang menandakan peluang tester salah melakukan klik pada elemen sangat rendah.

Angka laporan hasil di atas masih tergolong rendah untuk dapat dikatakan berhasil. Peneliti mengidentifikasi adanya kesalahan *layouting* pada aplikasi, sehingga menyebabkan pengguna kesulitan mendapat informasi yang diinginkan.



Gambar 14. Completion task screen time

Berdasarkan penjabaran *usability test* pada flow “herbal detection”, hasil menunjukkan bahwa pengguna masih bisa menyelesaikan task tersebut dalam rata-rata waktu 10 detik. Gambar 14 menunjukkan waktu yang dibutuhkan pengguna dalam melakukan interaksi pada tiap *screen*. Berdasarkan laporan tersebut, screen dengan waktu terbanyak terdapat pada halaman awal, hal ini disebabkan banyaknya informasi yang disajikan pada halaman tersebut. Sehingga peneliti mengambil kesimpulan bahwa elemen yang mengarahkan pada fitur “scanherbal” masih sulit dilihat pada halaman tersebut.

3.7. Hasil Pengujian Sistem

Pengujian yang dilakukan oleh ahli *machine learning* dan ahli *software engineering* dengan 3 device berbeda yakni: Redmi Note 10 5G, Samsung Galaxy S23, dan Samsung Galaxy Tab A9. Hasil

pengujian menunjukkan bahwa jika disandarkan pada standari ISO 25010, aplikasi telah mendapatkan hasil *satisfactory*. Pengujian fitur “HerbalPedia” dan “ScanHerbal” hanya mengalami kesalahan minor yang disebabkan adanya memory leak saat melakukan *prediction*, serta kesalahan minor terkait tampilan.

Namun, aplikasi masih memiliki nilai *portability* yang rendah. Terdapat *error* pada saat pengiriman gambar pada Samsung Galaxy S23, dan ukuran *dimens* yang tidak stabil pada Samsung Galaxy Tab A9.

3.8. Hasil UEQ

Setelah aplikasi dirilis, peneliti melakukan survey dengan cara menyebar kampanye secara masif melalui sosial media dan webinar herbal yang telah bekerja sama dengan Herbify. Peneliti berhasil mengumpulkan 234 responden yang telah mengisi lengkap formulir kuesioner dengan sebaran demografi sebagai berikut:

Tabel 8. Sebaran demografi sampel

Kelamin	N = 234	Usia (tahun)		
		18-27	28-37	>38
Laki-laki	135	54	48	33
Perempuan	99	39	40	20
Total	234	80	80	53

Pada tabel 8 menunjukkan sebaran demografi sampel yang dikategorikan berdasarkan gender dan usia. Variabel N pada tabel 3 menunjukkan total sampel yang didapatkan, yakni sebanyak 234 orang. Berikut adalah kesimpulan yang didapat dari hasil survey tersebut:

Tabel 9. Survey pengguna pasca rilis

Parameter	Hasil (skala 1-5)
Kebergunaan aplikasi	4.5
Kemudahan penggunaan	4.0
Kualitas sistem	3.7
Kualitas informasi	4.4
Kepercayaan pengguna	4.5
Kepuasan pengguna	3.8

Tabel 9 pada kolom pertama menunjukkan 6 parameter berbeda yakni kebergunaan aplikasi, kemudahan penggunaan, kualitas sistem, kualitas informasi, kepercayaan pengguna, dan kepuasan pengguna. Kemudian pada kolom kedua menunjukkan nilai yang diberi oleh responden dengan skala 1-5. Semakin kecil nilai yang diberikan maka semakin tidak relevan parameter dengan aplikasi yang diuji.

Dengan menganalisis hasil survei ini, dapat disimpulkan bahwa meskipun aplikasi telah berhasil dalam beberapa aspek seperti kegunaan, kepercayaan pengguna, dan kualitas informasi, masih ada ruang untuk perbaikan dalam kemudahan penggunaan, kualitas sistem, dan kepuasan pengguna secara keseluruhan. Dengan demikian, fokus selanjutnya harus diberikan pada meningkatkan aspek-aspek

tersebut untuk memberikan pengalaman pengguna yang lebih baik.

4. DISKUSI

Penelitian ini telah menghasilkan sebuah aplikasi ensiklopedia interaktif bernama Herbify yang telah teruji dapat membantu mengoptimalkan potensi herbal di Indonesia. Asumsi ini dibuktikan dengan respon positif yang diberikan oleh para responden, tingginya kualitas sistem, serta tingkat kebergunaan yang cukup tinggi. Selain itu, pendapat secara objektif berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan adalah penggunaan metode *agile software development lifecycle* dapat secara efektif meningkatkan efisiensi, adaptasi, dan kolaborasi dalam proses pembuatannya, sehingga produk yang dihasilkan dapat lebih sesuai dengan kebutuhan dari pengguna.

Sebelumnya, sistem digital yang bertemakan herbal telah beberapa kali dibuat. Seperti penelitian [33], yang menghasilkan sebuah sistem pakar untuk mendeteksi tanaman herbal menggunakan algoritma CNN. Namun, hasil dari penelitian ini yang hanya berbentuk model AI, tidak bisa langsung digunakan oleh masyarakat awam. Sehingga masih perlu adanya penelitian lanjutan untuk menguji penerapan model tersebut pada platform yang ramah pengguna.

Begitu juga dengan penelitian [34] yang menghasilkan sistem klasifikasi tanaman menggunakan 4 *classifier* sekaligus, yakni algoritma *fuzzy*, *naive bayes* (NB), *probabilistic neural network* (PNN), dan *support vector machine* (SVM). Jenis herbal yang dideteksi juga memiliki kemiripan sifat dengan penelitian Herbify, dengan 10 jenis tanaman berbeda. Namun, penelitian ini tidak dikhususkan untuk implementasi pada *mobile device*, dan karena banyaknya algoritma yang digunakan sekaligus, membutuhkan sumber daya perangkat lunak yang tinggi pula.

Dari sekian banyak sistem yang dibuat, penelitian [35] memiliki kemiripan paling besar dengan aplikasi Herbify. Penelitian tersebut membangun sebuah aplikasi *mobile terintegrasi model Xception* untuk mendeteksi tanaman herbal di India. Penelitian tersebut memiliki tingkat akurasi yang cukup tinggi, yakni di angka 97.5%. Namun, terdapat kekurangan pada penelitian tersebut, yakni durasi yang dibutuhkan untuk mendeteksi satu gambar yang masih di atas 1 detik dan tidak adanya ensiklopedia 2 arah yang memberikan pengguna *insight* secara khusus berdasarkan kondisi kesehatan yang sedang dialami.

Dengan kemiripan pada penelitian-penelitian di atas, membuktikan bahwa penelitian Herbify memang perlu untuk dilakukan. Dan dengan adanya respon positif yang diberikan langsung oleh pengguna awam, menandakan bahwa produk Herbify perlu untuk terus dikembangkan dan diadakan sebagai bentuk dukungan pada industri herbal di Indonesia.

5. KESIMPULAN

Peneliti telah mengembangkan aplikasi Herbify sebagai platform herbal terpusat untuk mengatasi masalah industri herbal di Indonesia. Menggunakan model YOLOv8n yang dilatih dengan *dataset* herbal, aplikasi ini mencapai *mean Average Precision* (mAP) sebesar 94.6% dengan waktu inferensi 0.07965 detik, menunjukkan efektivitasnya dalam mendeteksi tanaman herbal dengan akurasi dan kecepatan tinggi. Hasil *usability testing* menunjukkan seluruh *tester* berhasil menyelesaikan tugas dalam rata-rata 10 detik, meskipun angka *direct success* dan *misclick rate* masih tinggi.

Hasil *User Experience Questionnaire* (UEQ) menunjukkan nilai tinggi dalam kebergunaan aplikasi, kepercayaan pengguna, dan kualitas informasi, mengindikasikan efektivitas Herbify dalam industri herbal. Namun, tingkat kepuasan pengguna dan kualitas sistem masih rendah, terutama karena terbatasnya label tanaman yang hanya delapan. Untuk meningkatkan fleksibilitas, perlu penambahan lebih banyak label tanaman.

Dari poin-poin tersebut, Herbify memiliki potensi besar untuk berdampak positif pada industri herbal di Indonesia. Dengan pengembangan dan penyesuaian lebih lanjut berdasarkan umpan balik pengguna, Herbify diharapkan mampu mengoptimalkan potensi penuh industri herbal. Kekurangan yang ada dapat dijadikan acuan untuk penelitian berikutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. A. Suliasih dan A. Mun'im, "Chemistry and Materials Review: Potensi dan Masalah dalam Pengembangan Kemandirian Bahan Baku Obat Tradisional di Indonesia," Depok, 2022.
- [2] F. A. Hastuari, A. Sufanniyah, A. R. Dewi, E. F. Maghfiroh, dan S. Prajoko, "Konservasi Tanaman Obat Keluarga Unggulan Sebagai Bahan Jamu Tradisional," *Jurnal Pemberdayaan Masyarakat*, vol. 2, no. 2, hlm. 58–67, Nov 2023, doi: 10.46843/jmp.v2i2.286.
- [3] Y. Y. S. Rahayu, T. Araki, dan D. Rosleine, "Factors affecting the use of herbal medicines in the universal health coverage system in Indonesia," *J Ethnopharmacol*, vol. 260, Okt 2020, doi: 10.1016/j.jep.2020.112974.
- [4] S. B. Santoso, H. Lutfiyati, dan T. M. Kusuma, "Pemberdayaan Potensi Masyarakat Melalui Pengelolaan Kebun Tanaman Obat Keluarga," *Community Empowerment*, vol. 6, no. 3, hlm. 391–397, Mar 2021, doi: 10.31603/ce.4044.
- [5] Muhammad Alfarizi, "Pengobatan Komplementer Alternatif Lokal dan Potensinya di Indonesia dalam Perspektif

- Kesehatan dan Ekonomi: Kajian Literatur Sistematis,” *Salus Cultura: Jurnal Pembangunan Manusia dan Kebudayaan*, vol. 2, no. 2, hlm. 138–150, 2022.
- [6] Muflih Muflih, Rahayu Widaryanti, dan Marselina Endah Hiswati, “EVALUASI KEMAMPUAN PEMANFAATAN HERBAL UNTUK MENINGKATKAN IMUNITAS DI MASA PANDEMI COVID-19 PADA KADER KESEHATAN,” dalam *Strategi Mempertahankan Kualitas Penelitian dan Publikasi Di Era Pandemi*, Yogyakarta : Universitas Respati Yogyakarta, Des 2021.
- [7] S. H. Soroya, A. Farooq, K. Mahmood, J. Isoaho, dan S. e. Zara, “From information seeking to information avoidance: Understanding the health information behavior during a global health crisis,” *Inf Process Manag*, vol. 58, no. 2, Mar 2021, doi: 10.1016/j.ipm.2020.102440.
- [8] X. Sun, H. Qian, Y. Xiong, Y. Zhu, Z. Huang, dan F. Yang, “Deep learning-enabled mobile application for efficient and robust herb image recognition,” *Sci Rep*, vol. 12, no. 1, Des 2022, doi: 10.1038/s41598-022-10449-9.
- [9] V. Kakani, V. H. Nguyen, B. P. Kumar, H. Kim, dan V. R. Pasupuleti, “A critical review on computer vision and artificial intelligence in food industry,” *Journal of Agriculture and Food Research*, vol. 2. Elsevier B.V., 1 Desember 2020. doi: 10.1016/j.jafr.2020.100033.
- [10] Jadhav Chitrarekha A., Vikhe Dattaprasad N., dan Dr. Jadhav R. S., “Global and domestic market of herbal medicines: A review,” *Research Journal of Science and Technology*, vol. 12, no. 4, hlm. 327–330, Jan 2020.
- [11] S. Naeem dkk., “The classification of medicinal plant leaves based on multispectral and texture feature using machine learning approach,” *Agronomy*, vol. 11, no. 2, Feb 2021, doi: 10.3390/agronomy11020263.
- [12] K. K. Mak dan M. R. Pichika, “Artificial intelligence in drug development: present status and future prospects,” *Drug Discovery Today*, vol. 24, no. 3. Elsevier Ltd, hlm. 773–780, 1 Maret 2019. doi: 10.1016/j.drudis.2018.11.014.
- [13] B. R. Hussein, O. A. Malik, W.-H. Ong, dan J. W. F. Slik, “Applications of computer vision and machine learning techniques for digitized herbarium specimens: A systematic literature review,” *Ecol Inform*, vol. 69, hlm. 101641, 2022, doi: https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2022.101641
- [14] O. A. Malik, N. Ismail, B. R. Hussein, dan U. Yahya, “Automated Real-Time Identification of Medicinal Plants Species in Natural Environment Using Deep Learning Models—A Case Study from Borneo Region,” *Plants*, vol. 11, no. 15, 2022, doi: 10.3390/plants11151952.
- [15] A. M. Sari, D. Yani, dan D. Suryani, “Perancangan Aplikasi Mobile Pengenalan Tanaman Obat Herbal Berbasis Android,” vol. 2, no. 7, hlm. 466–470, 2021, [Daring]. Tersedia pada: <https://ejurnal.seminar-id.com/index.php/tin>
- [16] A. Hinderks, F. J. Domínguez Mayo, J. Thomaschewski, dan M. J. Escalona, “Approaches to manage the user experience process in Agile software development: A systematic literature review,” *Inf Softw Technol*, vol. 150, Okt 2022, doi: 10.1016/j.infsof.2022.106957.
- [17] S. Al-Saqqa, S. Sawalha, dan H. Abdelnabi, “Agile software development: Methodologies and trends,” *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, vol. 14, no. 11, hlm. 246–270, 2020, doi: 10.3991/ijim.v14i11.13269.
- [18] R. Jamian dan H. Taha, “Analisis keperluan kebolegunaan aplikasi mudah alih terhadap sikap, minat dan pengetahuan asas matematik tahun 4 Need analysis of mobile application usability specifications for mathematics year 4: constructs of attitude, interest and basic knowledge,” *JURNAL PENDIDIKAN SAINS & MATEMATIK MALAYSIA*, vol. 10, no. 1, 2020.
- [19] D. Larson Kaligis dan R. R. Fatri, “PENGEMBANGAN TAMPILAN ANTARMUKA APLIKASI SURVEI BERBASIS WEB DENGAN METODE USER CENTERED DESIGN,” 2020. [Daring]. Tersedia pada: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/just-it>
- [20] R. C. Martin, *Clean Architecture: A Craftsman’s Guide to Software Structure and Design*. dalam Martin, Robert C. Prentice Hall, 2018. [Daring]. Tersedia pada: <https://books.google.co.id/books?id=8ngAkAECAAJ>
- [21] D. Esteban, S. Rodriguez, A. E. Rojas, H. Florez, dan D. Sanchez, “Towards a Clean Architecture for Android Apps using Model Transformations,” 2022. [Daring]. Tersedia pada: <https://developer.android.com/jetpack>
- [22] A. Tashildar, N. Shah, R. Gala, T. Giri, dan P. Chavhan, “Application Development Using Flutter,” 2020. [Daring]. Tersedia pada: www.irjmet.com

- [23] W. P. Laksono, B. Satria, T. Wicaksana, A. Y. Wijasena, dan Y. Sahria, "Implementasi Clean Architecture Dalam Membangun Aplikasi Mobile Menggunakan Flutter," *Nusantara Journal of Multidisciplinary Science*, vol. 2, no. 1, hlm. 173–180, 2024, [Daring]. Tersedia pada: <https://jurnal.intekom.id/index.php/njms>
- [24] D. Nafis Alfarizi, R. Agung Pangestu, D. Aditya, M. Adi Setiawan, dan P. Rosyani, "Penggunaan Metode YOLO Pada Deteksi Objek: Sebuah Tinjauan Literatur Sistematis," 2023. [Daring]. Tersedia pada: https://jurnalmahasiswa.com/index.php/aida_nspk
- [25] B. Lv, L. Wu, T. Huangfu, J. He, W. Chen, dan L. Tan, "Traditional Chinese Medicine Recognition Based on Target Detection," *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*, vol. 2022, 2022, doi: 10.1155/2022/9220443.
- [26] I. P. W. Prasetya dan I Made Gede Sunarya, "Image Classification of Balinese Seasoning Base Genep Based on Deep Learning," *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika (JANAPATI)*, vol. 13, no. 1, Mar 2024, doi: 10.23887/janapati.v13i1.67967.
- [27] G. Yang, J. Wang, Z. Nie, H. Yang, dan S. Yu, "A Lightweight YOLOv8 Tomato Detection Algorithm Combining Feature Enhancement and Attention," *Agronomy*, vol. 13, no. 7, Jul 2023, doi: 10.3390/agronomy13071824.
- [28] M. Tri Ananta, L. Fanani, I. Adista Sihombing, Z. Abidin, dan B. University, "User Experience Design for Information Technology Career Preparation Platform Using the Design Thinking Method," 2023. [Daring]. Tersedia pada: www.jitecs.ub.ac.id
- [29] I. Maramba, A. Chatterjee, dan C. Newman, "Methods of usability testing in the development of eHealth applications: A scoping review," *International Journal of Medical Informatics*, vol. 126. Elsevier Ireland Ltd, hlm. 95–104, 1 Juni 2019. doi: 10.1016/j.ijmedinf.2019.03.018.
- [30] R. Richard, A. Kusumadwiputra, dan A. Z. F. Suherman, "Usability Analysis on Health Tracking Application using User Experience Questionnaire in Jakarta Area," *PIKSEL : Penelitian Ilmu Komputer Sistem Embedded and Logic*, vol. 11, no. 1, hlm. 149–158, Mar 2023, doi: 10.33558/piksel.v11i1.6929.
- [31] P. Weichbroth, "Usability of mobile applications: A systematic literature study," *IEEE Access*, vol. 8, hlm. 55563–55577, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2981892.
- [32] M. Ramadhani, A. Susanto, F. Mustofa, dan V. Tauda, "Design and User Experience Evaluation of Bersii Android-based Mobile Application User Interface," *MATICS: Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi*, vol. 14, no. 2, hlm. 41–49, 2022.
- [33] I. A. M. Zin, Z. Ibrahim, D. Isa, S. Aliman, N. Sabri, dan N. N. A. Mangshor, "Herbal plant recognition using deep convolutional neural network," *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, vol. 9, no. 5, hlm. 2198–2205, Okt 2020, doi: 10.11591/eei.v9i5.2250.
- [34] M. S. Mustafa, Z. Husin, W. K. Tan, M. F. Mavi, dan R. S. M. Farook, "Development of automated hybrid intelligent system for herbs plant classification and early herbs plant disease detection," *Neural Comput Appl*, vol. 32, no. 15, hlm. 11419–11441, 2020, doi: 10.1007/s00521-019-04634-7.
- [35] S. Roopashree dan J. Anitha, "DeepHerb: A Vision Based System for Medicinal Plants Using Xception Features," *IEEE Access*, vol. 9, hlm. 135927–135941, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3116207..