

# PENERAPAN TEKNOLOGI SEMANTIC WEB UNTUK APLIKASI ENSIKLOPEDIA TANAMAN OBAT

Zainul Alim<sup>1</sup>, Radityo Prasetyanto Wibowo<sup>2</sup>, Hatma Suryotrisongko<sup>3</sup>

Jurusan Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

*e-mail:* zainul.alim11@mhs.is.its.ac.id<sup>1</sup>, radityo\_pw@is.its.ac.id<sup>2</sup>, suryotrisongko@gmail.com<sup>3</sup>

**Abstrak** — Perkembangan teknologi informasi kian pesat dan pemanfaatan teknologi informasi sudah diterapkan di berbagai bidang. Ensiklopedia untuk tanaman obat sampai saat ini masih terbatas pada buku cetak dan e-book. Sudah ada website penyedia informasi mengenai tanaman obat serta khasiatnya, namun bentuknya masih berupa postingan dengan beberapa kategori, blog serta forum konsultasi. Salah satu kekurangannya adalah kesulitan untuk mencari informasi tertentu dan hasilnya kurang relevan dan keragaman informasi menyebabkan kendala pada pertukaran informasi dimana informasi akan sulit untuk dipertemukan serta pemanfaatan data yang ada masih belum bisa dimanfaatkan secara maksimal. Berdasarkan permasalahan di atas, penulis merancang ontologi tanaman obat yang diimplementasikan dalam aplikasi web ensiklopedia tanaman obat. Dalam Tugas Akhir ini dibahas tentang pembuatan ontologi tanaman obat serta penerapannya dalam aplikasi ensiklopedia tanaman obat.

**Kata Kunci:** tanaman obat, ensiklopedia, semantic web, ontologi

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pengobatan tradisional masih menjadi salah satu alternatif dalam metode pengobatan penyakit. Di Indonesia pun sudah lama menggunakan tanaman obat sebagai bahan untuk pengobatan tradisional tersebut. Bahkan di era modern pada saat ini dengan didukung oleh perkembangan teknologi pengobatan modern masih banyak masyarakat Indonesia yang menggunakan tanaman obat sebagai alternatif pengobatan.

Perkembangan teknologi informasi kian pesat. Pemanfaatan teknologi informasi dalam berbagai bidang pun sudah dapat dirasakan. Salah satu tren teknologi saat ini adalah semantic web. Teknologi ini memungkinkan informasi yang ada di web dapat dengan mudah dipahami oleh mesin. Penerapan semantic web sendiri sudah banyak dilakukan di berbagai bidang, contohnya adalah penerapan semantic web dalam sistem reparasi motor dan mobil. Tujuan utama dari semantic web adalah agar informasi-informasi lebih dimengerti oleh mesin. Salah satu konsep yang diusung oleh semantic web adalah dengan merepresentasikan pengetahuan dengan menggunakan ontologi. Dengan adanya ontologi ini dapat memudahkan mesin untuk memahami pengetahuan tersebut. Konsep yang diusung juga adalah linked data, dimana harapannya data yang ada di internet dapat saling terhubung sehingga memudahkan dalam pemanfaatan kembali data tersebut.

Ensiklopedia untuk tanaman obat sampai saat ini masih terbatas pada buku cetak dan e-book sehingga tidak semua orang dapat membaca serta

memilikinya. Sampai saat ini juga, sudah ada beberapa website penyedia informasi mengenai tanaman obat serta khasiatnya, namun bentuknya masih berupa postingan dengan beberapa kategori, blog serta forum konsultasi. Salah satu kekurangannya adalah pengunjung kadang kesulitan untuk mencari informasi tertentu yang spesifik. Informasi yang tersebar di internet (termasuk informasi tentang tanaman obat) memiliki keragaman dalam hal penyajiannya seperti format gambar, teks, suara atau video. Kemudahan dalam menggunakan internet membantu siapa saja yang membutuhkan informasi untuk mencari informasi yang dibutuhkan [19]. Namun seringkali informasi yang disajikan tidak sepenuhnya relevan dengan apa yang diinginkan oleh pengguna. Keragaman informasi kemudian menyebabkan kendala pada pertukaran informasi dimana informasi akan sulit untuk dipertemukan sehingga dalam melakukan pencarian, seseorang harus membuka banyak halaman informasi. Salah satu pendekatan yang memungkinkan untuk menjembatani masalah ini adalah pemanfaatan web semantic yang memanfaatkan ontologi. Pemanfaatan data yang ada masih belum bisa dapat dimanfaatkan secara maksimal dikarenakan data yang ada tidak saling terhubung. Sehingga, diperlukan sebuah metode penyajian dan pencarian informasi yang dapat menyajikan informasi yang relevan dengan apa yang diinginkan pengguna dari seluruh informasi yang dimiliki dan juga untuk keberagaman data yang tersebar diperlukan suatu metode untuk menghubungkan data tersebut agar data yang ada dapat dibagikan serta digunakan kembali.

Oleh karena itu, penulis membangun suatu ontologi tanaman obat yang diimplementasikan

dalam aplikasi web ensiklopedia tanaman obat. Dengan menggunakan teknologi semantic web (ontologi), semua informasi mengenai detail tanaman obat dan penyakit tersebut dapat diklasifikasikan sesuai dengan propertinya masing-masing. Ensiklopedia tanaman obat ini akan berisikan penjelasan mengenai tanaman obat itu sendiri kemudian dihubungkan dengan penyakit yang dapat disembuhkan dengan tanaman obat tertentu dengan resep untuk pembuatan obat. Kemudahan yang diberikan juga, pengguna dapat melakukan pencarian dengan kata kunci untuk mencari informasi yang lebih spesifik. Harapannya, aplikasi web ensiklopedia tanaman obat ini dapat menjadi acuan bagi masyarakat untuk menambah wawasan sehingga memotivasi masyarakat untuk dapat menggunakan tanaman obat dan dapat melestarikan tanaman obat tersebut. Serta dari hasil ontologi yang sudah dibuat tersebut nantinya dibuatkan endpoint sehingga ontologi tanaman obat dapat dibagikan serta digunakan kembali oleh pihak yang membutuhkannya tanpa perlu membuat ontologi tanaman obat baru.

**1.2 Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang permasalahan di atas dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana langkah-langkah dalam membuat ontologi tanaman obat?
2. Bagaimana cara membangun SPARQL endpoint untuk ontologi tanaman obat?
3. Bagaimana langkah-langkah dalam membuat aplikasi web ensiklopedia tanaman obat?
4. Bagaimana cara membangun aplikasi web yang memanfaatkan ontologi tersebut sebagai basis data?
5. Bagaimana menghubungkan informasi mengenai tanaman obat dan penyakit tersebut dengan sumber data yang sudah ada?

**1.3 Batasan Masalah**

Dalam pengerjaan tugas akhir ini, ada beberapa batasan masalah yang harus diperhatikan, yaitu sebagai berikut:

1. Aplikasi web ensiklopedia tanaman obat menyediakan informasi mengenai tanaman obat itu sendiri beserta keterkaitannya dengan penyakit.
2. Fitur pencarian dapat melakukan pencarian mengenai tanaman obat dan penyakit.
3. Sumber informasi detail mengenai tanaman obat dan penyakit dihasilkan dari DBpedia.org yang menyediakan SPARQL endpoint untuk melakukan query terhadap dataset DBpedia.

4. Informasi yang digunakan pada aplikasi ini adalah dari beberapa sumber buku ensiklopedia mengenai tanaman obat, buku-buku tanaman herbal.
5. Penerapan semantic web pada aplikasi ini pada penggunaan ontologi tanaman obat yang digunakan oleh aplikasi sebagai basis pengetahuan.
6. Ontologi tanaman obat dapat diakses melalui endpoint yang disediakan dengan SPARQL query SELECT.

**1.4 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijelaskan sebelumnya, maka tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Membuat ontologi tanaman obat dan membangun endpoint untuk ontologi tanaman obat.
2. Menghasilkan aplikasi web ensiklopedia tanaman obat.
3. Memberikan salah satu sumber tentang tanaman obat dan penyakit dengan lengkap.

**1.5 Metodologi Penelitian**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah:



**Gambar 1. Metodologi Penelitian**

- (1) Pengumpulan Data (2) Analisis Kebutuhan (3) Desain Aplikasi (4) Pembuatan Ontologi (5) Pembuatan Aplikasi (6) Pengujian Aplikasi. (7) Penyusunan Buku Tugas Akhir

**2. TINJAUAN PUSTAKA**

**2.1 Tanaman Obat**

Tanaman obat yang berkembang di Indonesia sangat melimpah tetapi pemanfaatannya masih terbatas dikonsumsi secara segar, sehingga dibutuhkan teknologi pengolahan untuk dapat memaksimalkan pemanfaatannya. Pemanfaatan yang maksimal dari berbagai tanaman obat ini masih dirasa kurang beredar di masyarakat. Menurut Depkes RI, definisi tanaman obat sebagaimana tercantum dalam SK Menkes No.149/SK/Menkes/IV/1978, yaitu tanaman atau bagian tanaman yang digunakan sebagai Obat

Tradisional atau Jamu, tanaman atau bagian tanaman yang digunakan sebagai formula bahan baku obat, tanaman atau bagian tanaman yang diekstraksi, dan ekstrasi tersebut digunakan sebagai obat. Di Indonesia, dikenal lebih dari 20.000 jenis tumbuhan obat. Namun, baru 1.000 jenis tanaman telah terdata dan baru sekitar 300 jenis yang sudah dimanfaatkan untuk pengobatan tradisional [13].

## 2.2 Ensiklopedia

Kata “Ensiklopedia” berasal dari bahasa Yunani *enkyklios paideia* (ἐγκύκλιος παιδεία) yang berarti sebuah lingkaran atau pengajaran yang lengkap. Maksud dari ensiklopedia di sini yaitu pendidikan paripurna yang mencakup semua lingkaran ilmu pengetahuan [18]. Ensiklopedia adalah sejumlah tulisan yang berisi penjelasan yang menyimpan informasi secara komprehensif dan cepat dipahami serta dimengerti mengenai keseluruhan cabang ilmu pengetahuan atau khusus dalam satu cabang ilmu pengetahuan tertentu yang tersusun dalam bagian artikel-artikel dengan satu topik bahasan pada tiap-tiap artikel yang disusun berdasarkan abjad, kategori atau volume terbitan dan pada umumnya tercetak dalam bentuk rangkaian buku yang tergantung pada jumlah bahan yang disertakan [11]. Sedangkan menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia ensiklopedia adalah “buku (atau serangkaian buku) yang menghimpun keterangan atau uraian tentang berbagai hal dalam bidang seni dan ilmu pengetahuan, yang disusun menurut abjad atau menurut lingkungan ilmu”. Seiring berkembangnya dunia ilmu pengetahuan dan teknologi, masyarakat semakin memudahkan untuk memperoleh informasi. Termasuk perubahan bentuk media ensiklopedia, apabila dulu untuk melihat sebuah informasi secara detail perlu pergi ke toko buku atau perpustakaan untuk mendapatkan buku ensiklopedia, maka saat ini sudah cukup banyak situs web yang menyediakan layanan berupa ensiklopedia online yang dapat diakses dengan mudah kapanpun dimanapun. Saat ini sudah banyak web ensiklopedia yang ada di dunia. Web Ensiklopedia yang banyak diketahui orang adalah Wikipedia. Wikipedia adalah salah satu web ensiklopedia yang dibangun oleh para sukarelawan dan disediakan secara gratis oleh Wikimedia Foundation. Wikipedia memiliki modul-modul ensiklopedia yang lengkap, mulai dari budaya, geografi sejarah dan lain sebagainya. Untuk mencari keterkaitan antar informasi yang terkandung dalam suatu konten, Wikipedia memberikan semacam tautan dalam konten tersebut yang mengaitkan dengan artikel lain. Pemberian tautan ini bertujuan agar pengguna dapat mencari informasi yang terkait dengan menekan tautan tersebut. Dari hasil pengamatan yang dilakukan, tautan yang diberikan tersebut terkadang tidak konsisten [11].

Pada umumnya Ensiklopedia terbagi dalam 2 (dua) kategori, yakni: Ensiklopedia Umum (General Encyclopaedia), yaitu Ensiklopedia yang memuat secara umum semua disiplin ilmu didalamnya. Misalnya “Encyclopaedia Britannica edisi 2010”, 32 Jilid memuat semua disiplin ilmu dan semua peristiwa penting di dunia (dari A sampai Z). Ensiklopedia Khusus (Specialist Encyclopaedia), yaitu Ensiklopedia yang memuat disiplin ilmu/cabang ilmu tertentu atau bidang tertentu.

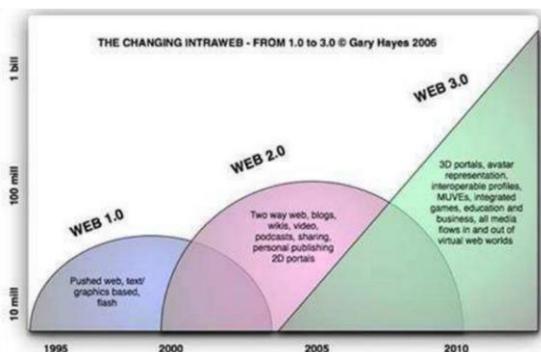
## 2.3 World Wide Web

World Wide Web, yang sering disingkat WWW, merupakan sebuah sistem dokumen hypertext yang saling berhubungan dan tergabung ke dalam internet. Dokumen hypertext biasanya berupa tulisan (informasi), gambar, video, maupun beragam konten multimedia yang ditampilkan dengan menggunakan web browser. Dokumen-dokumen hypertext tersebut saling terhubung melalui penghubung yang dikenal dengan hyperlink. Kendatipun banyak dijumpai pada internet, WWW juga dapat dijalankan di dalam Intranet. Pertama kali berjalan pada tahun 1990, WWW yang merupakan sistem client-server di mana client dan server berkomunikasi menggunakan penanda unik tersebut yaitu Uniform Sumber daya Locator (URL), Uniform Sumber daya Identifier (URI), Hypertext Markup Language (HTML), dan Hypertext Transfer Protocol (HTTP).

Keunggulan utama WWW pada saat pertama kali diluncurkan yaitu penggunaan hyperlink yang unidireksi, yang memungkinkan bagi seseorang untuk berhubungan dengan sumber daya di tempat lain tanpa perlu intervensi pemilik sumber daya. Hal ini mengurangi kerumitan implementasi web server dan browser secara signifikan, sehingga WWW dengan mudah dan cepat diadopsi oleh banyak pihak. Popularitas WWW terutama terlihat dari bagaimana website dibangun di seluruh dunia, dan bahkan sering WWW disamakan dengan Internet.

Dalam membangun WWW, terdapat banyak teknologi yang terlibat dari mulai persiapan server sampai ke penyajian konten kepada pengguna. Beberapa teknologi yang memiliki peran cukup penting dalam membangun WWW yaitu TCP/IP, URI, DNS, Hypertext dan Hypermedia, HTML, HTTP serta AJAX [15].

Seperti yang kita ketahui, web kini sudah mengalami perkembangan. Sejalan perkembangan web, semakin banyak pula fitur yang ditawarkan dan semakin bertambah juga kegunaannya. Pengembangan web ini sampai sekarang terus berlanjut dan melahirkan berbagai generasi web. Perkembangan web digambarkan seperti pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Perkembangan Web

Web 1.0

Web 1.0 merupakan web yang statis dan hanya bisa dibaca. Ini merupakan versi web paling awal yaitu dimana web hanya memiliki satu arah, “read-only”. Oleh karena itu, versi web ini tidak dapat pengguna fasilitas untuk menulis komentar atau sebagainya. Kita hanya bisa membaca tanpa bisa menyampaikan respon kembali. Elemen-elemen yang biasa digunakan dalam web 1.0 adalah:

- Halaman statis
- Framesets
- Tombol GIF

Contoh yang paling mudah dalam web 1.0 adalah situs pribadi. Berbeda dengan blog, situs pribadi hanya berpusat pada satu orang dan kita tidak bisa menggunakan tanggapan didalamnya.

Web 2.0

Web 2.0 sudah mengalami perkembangan dari versi 1.0. Pada versi 2.0 kali ini kita sudah bisa meninggalkan komentar pada web tersebut. Sehingga bisa kita sebut sebagai “read-write”. Versi ini juga sudah menggunakan Rich-Internet Applications seperti AJAX, Flash, Flex, Java, Silverlight, dan beberapa lainnya. Aplikasi tersebut digunakan untuk mengupdate tanpa harus mererefresh halaman. Secara fungsional, web 2.0 dibuat berdasarkan rancangan web server yang telah tersedia, akan tetapi menitik beratkan pada penggunaan software. Dalam web 2.0 juga terdapat beberapa sindikasi seperti RSS (Really Simple Syndication), Atom, dan masih banyak lagi yang disimpan dalam format XML (eXtended Markup Language).

Web 3.0

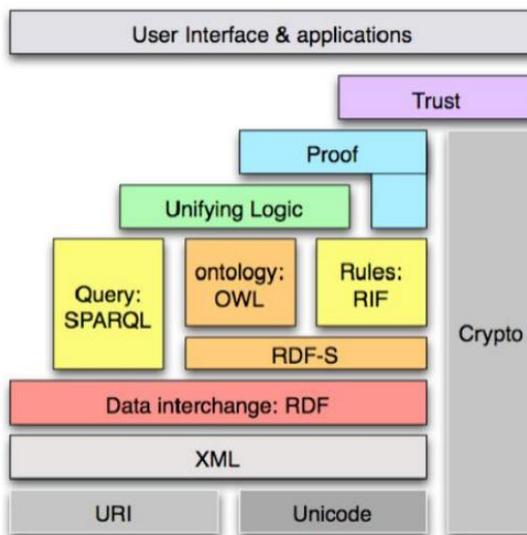
Web versi 3.0 merupakan yang paling terbaru sekarang ini karena menawarkan beberapa fitur baru seperti video streaming, audio streaming, dan masih banyak lagi. Web 3.0 juga biasa disebut “executable web” kerana kemampuannya mengeksekusi suatu program. Jika dikaitkan dengan beberapa trilogi perkembangan web, maka web 3.0 adalah web yang bersifat “read-write-execute”. Belum banyak yang

bisa diketahui dari web 3.0 karena versi ini hingga saat ini masih dalam tahap pengembangan yang lebih luas [15].

2.4 Semantic Web

Teknologi *semantic web* adalah suatu cara yang dilakukan dengan meletakkan data pada website berdasarkan suatu bentuk sehingga mesin pencari dapat memahami atau mengubahnya menjadi format tertentu[5]. Terdapat juga definisi lain yaitu sekumpulan teknologi yang memungkinkan komputer untuk memahami arti dari sebuah informasi berdasarkan informasi mengenai isi informasi itu. Dengan kata lain *semantic web* bertujuan agar mesin memiliki kemampuan lebih dalam memahami informasi.

*Ontology* merupakan definisi dari pengertian dasar dan relasi *vocabulary* yang berasal sebuah area sebagaimana aturan dari kombinasi istilah dan relasi untuk mendefinisikan, *vocabulary ontology* ini memiliki potensi untuk digunakan dalam menjelaskan pengetahuan pada suatu domain. *Ontology* juga sangat penting karena dapat digunakan untuk menerangkan tentang struktur suatu disiplin ilmu. *Ontology* memberikan kemungkinan untuk berpindah dari pandangan berorientasi dokumen, kearah pengetahuan yang saling terkait, dikombinasikan dan untuk digunakan di waktu kemudian[4].



Gambar 3. Layer Semantic Web [9]

*Resource Description Frame* (RDF) merupakan bagian utama dalam *semantic web* yaitu format untuk menyediakan informasi dalam bentuk yang dapat dibaca oleh mesin. Menggunakan URL dan string teks sebagai istilah, yang merupakan sebuah model sederhana untuk mendeskripsikan hubungan antar *resource*. Dalam memberi arti RDF dinyatakan melalui keterangan berupa schema. Schema ini yang dianggap sebagai kamus atau aturan baku. Schema ini

mendefinisikan istilah-istilah yang digunakan dalam pernyataan RDF dan memberikan arti tertentu untuk istilah dalam sumber daya tersebut[6].

*Ontology Web Language* (OWL) adalah suatu bahasa yang dapat digunakan oleh aplikasi-aplikasi yang bukan sekedar menampilkan informasi pada pengguna melainkan juga perlu memproses isi informasi itu. OWL dapat digunakan untuk merepresentasikan arti serta makna dari istilah-istilah suatu domain pengetahuan secara eksplisit dan relasi antar istilah tersebut. OWL juga memiliki fasilitas yang lebih dibanding XML, RDF, RDFS dalam mengekspresikan arti secara semantic. OWL juga melebihi bahasa-bahasa lain tersebut diatas dalam kemampuan merepresentasikan isi dokumen yang dapat diinterpretasi oleh mesin[4].

## 2.5 DBpedia

DBpedia merupakan sebuah proyek yang memiliki bertujuan mengambil konten terstruktur dari informasi yang tercipta di Wikipedia . Informasi terstruktur ini tersedia di World Wide Web . DBpedia memungkinkan pengguna mencari hubungan dan properti yang berkaitan dengan sumber daya Wikipedia, termasuk tautan ke *dataset* lainnya. DBpedia disebut Tim Berners-Lee merupakan salah satu bagian proyek data tertaut atau *linked-data* paling terkenal. Latar belakang Proyek ini dirintis oleh beberapa orang di Free University of Berlin dan University of Leipzig, bekerja sama dengan OpenLink Software . *Dataset* publik pertamanya diterbitkan tahun 2007. Proyek ini berada di bawah lisensi gratis dan mengizinkan pengguna lain memakai ulang *dataset*nya. Sebagian besar isi artikel Wikipedia adalah teks bebas, tetapi ada juga informasi terstruktur yang tertanam di dalamnya, seperti tabel "kotak info" (panel di kanan atas artikel Wikipedia), informasi kategorisasi, gambar, koordinat geografis dan pranala luar ke halaman web luar. Informasi terstruktur ini diambil dan diletakkan dalam *dataset* seragam yang dapat dicari pengguna. Penggunaan DBpedia memiliki cakupan pengetahuan manusia yang luas. Keunggulan ini menjadikannya penghubung alami untuk menghubungkan *dataset*, tempat *dataset* luar dapat tertaut pada konsep-konsepnya. *Dataset* DBpedia saling tertaut di tingkat RDF dengan sejumlah *dataset* Open Data lainnya di web. Hal ini memungkinkan aplikasi memperkaya data DBpedia menggunakan data dari *dataset* tersebut[1].

## 3. ANALISIS DAN DESAIN

### 3.1 Deskripsi Umum Sistem

Secara umum dapat dijelaskan bawah sistem aplikasi ini adalah aplikasi ensiklopedia

tanaman obat berbasis web yang menererapkan teknologi web semantik yaitu ontologi. Penggunaan ontologi dimaksudkan agar data yang tersimpan dapat dikenali oleh mesin sehingga tercipta interaksi antara data yang saling terkait sehingga pengguna dapat melihat berbagai data yang disajikan dengan mudah.

Ontologi menjadi konsep dasar, dirancang sedemikian rupa sehingga domain dari tanaman obat dapat diimplementasikan dengan baik dalam sistem. Konsep ensiklopedi sendiri merupakan konsep dalam menyajikan data agar pengguna dapat memahami dengan mudah. Ruang lingkup tanaman obat dalam aplikasi ensiklopedia ini akan menampilkan penjelasan mengenai tanaman obat tersebut meliputi nama ilmiah dan kandungan yang ada di dalamnya serta hubungan tanaman obat tersebut dengan penyakit dengan maksud tanaman obat tersebut dapat digunakan sebagai obat untuk penyakit tersebut. Diharapkan pengguna lebih mudah dalam mencari serta memahami tanaman obat dengan adanya aplikasi ensiklopedia ini. Serta juga dari ontologi yang sudah dibuat nantinya dapat di-query oleh pengguna lain yang membutuhkan data dari tanaman obat tersebut.

### 3.2 Analisis Kebutuhan

Fitur aplikasi ini dan juga untuk penentuan proses pengembangan aplikasi ini hanya difokuskan pada pembuatan aplikasi ensiklopedia tanaman obat, untuk hal-hal lain yang diluar aplikasi tersebut hanya sebagai tambahan saja. Berdasarkan studi literatur dan pengumpulan data yang dilakukan secara keseluruhan pengguna aplikasi dapat melihat dan mencari data. Yang membedakan adalah dalam aplikasi tersebut dimungkinkan kontributor dapat menambahkan data, namun karena pada aplikasi yang penulis buat tidak dimungkinkan perubahan serta penambahan data ontologi, maka fitur pada aplikasi ini hanya sebatas melihat dan mencari. Pada akhirnya dibuat suatu daftar kebutuhan dari pengguna yang disebutkan pada bagian sebelumnya.

Berikut ini merupakan daftar fitur yang harus ada pada aplikasi ensiklopedia tanaman obat:

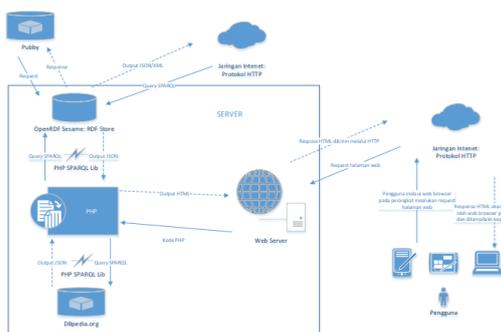
1. Aplikasi dapat menampilkan daftar tanaman obat yang merupakan sub topik dari ensiklopedia tanaman obat.
2. Aplikasi dapat menampilkan penjelasan umum mengenai tanaman obat, namun jika tidak ada informasinya maka menampilkan pesan tidak tersedianya informasi umum mengenai tanaman obat tersebut
3. Aplikasi dapat menampilkan daftar penyakit yang dapat diobati dengan tanaman obat tersebut.
4. Pengguna dapat melihat resep atau tata cara dalam pembuatan ramuan obat untuk mengobati penyakit tersebut

5. Pengguna dapat melakukan pencarian terhadap tanaman obat kemudian aplikasi akan menampilkan hasil pencarian.

### 3.3 Arsitektur Sistem

Sistem secara garis besar memiliki beberapa bagian. Pertama adalah aplikasi ensiklopedia tanaman obat sendiri yang merupakan aplikasi inti yang ditujukan untuk pengguna yang ingin langsung menggunakan aplikasi ensiklopedia tanaman obat tanpa perlu mengetahui cara kerja dan bagian terdalam dari sistem. Kedua adalah endpoint atau RDF Store (aplikasi back-end) yang merupakan framework yang dapat membantu pengguna yang ingin melakukan SPARQL query terhadap ontologi tanaman obat yang dapat digunakan untuk keperluan pembuatan aplikasi lain yang membutuhkan data tanaman obat. Ketiga adalah aplikasi front-end yang menampilkan gambaran umum tentang ontologi tanaman obat, sehingga pengguna yang ingin melakukan SPARQL query dapat melihat terlebih dahulu struktur dari ontologi tanaman obat, sehingga memudahkan dalam memahami ontologi tanaman obat sebelum melakukan query data.

Untuk aplikasi ensiklopedia tanaman obat dibangun dengan bahasa pemrograman PHP, dalam menangani proses query SPARQL dibantu dengan library PHP SPARQL Lib. Untuk endpoint atau RDF Store menggunakan framework OpenRDF Sesame versi 2.7.14 yang berbasis JSP. Terakhir, aplikasi front-end menggunakan Pubby yang juga berbasis JSP.



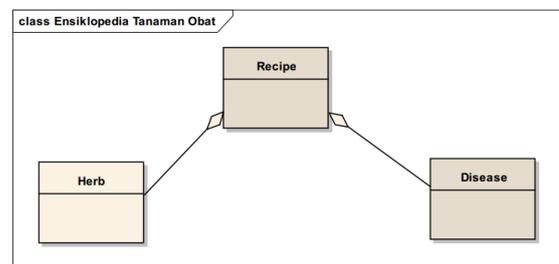
Gambar 4. Cara Kerja Aplikasi

Berikut ini merupakan penjelasan dari cara kerja sistem pada aplikasi ensiklopedia tanaman obat, serta dapat dilihat pada Gambar 4 di atas:

1. Pengguna mengakses halaman web ensiklopedia tanaman obat melalui web browser pada perangkatnya.
2. Web browser tersebut akan melakukan request HTTP melalui koneksi internet ke server dimana web ensiklopedi tersebut berada.
3. Web server yang terdapat pada server akan melakukan pengecekan terhadap perintah

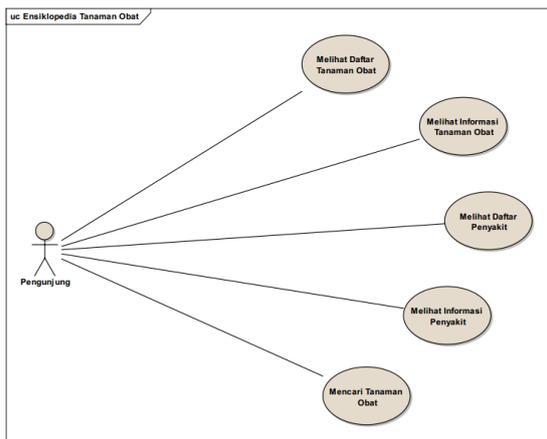
- dari request tersebut yang kemudian akan menjalankan script PHP.
4. Ketika pengguna membuka halaman aplikasi dan ketika aplikasi melakukan query SPARQL terhadap RDF Store maka PHP SPARQL Lib akan menjembatannya. Jika query yang dilakukan tidak error maka OpenRDF Sesame mengirimkan data dengan format JSON sebagai output dari query.
5. Untuk informasi penyakit diambil dari DBpedia sehingga akan melakukan query ke DBpedia, dan DBpedia akan mengirimkan data yang diminta berbentuk JSON.
6. PHP SPARQL Lib akan melakukan parsing dari data JSON dan menambahkannya ke dalam kode HTML. Kemudian akan dikirimkan ke Web server.
7. Web server akan mengirimkan response ke client dalam bentuk HTML melalui protokol HTTP internet yang selanjutnya akan dikirimkan ke client.
8. Data yang berbentuk HTML tersebut yang telah sampai pada client akan diterjemahkan oleh web browser dan ditampilkan ke pada pengguna berbentuk halaman web yang sesuai dengan permintaan pengguna.
9. OpenRDF Sesame juga berguna sebagai endpoint, agar ontologi tanaman obat dapat diakses serta dimanfaatkan oleh banyak orang. Pengguna dapat melakukan query SPARQL untuk mendapatkan data. OpenRDF Sesame mengatur penanganan endpoint ontologi tersebut. Serta Pubby dapat diakses pengguna yang akan melakukan SPARQL query agar dapat memahami struktur ontologi tanaman obat

### 3.4 Domain Model



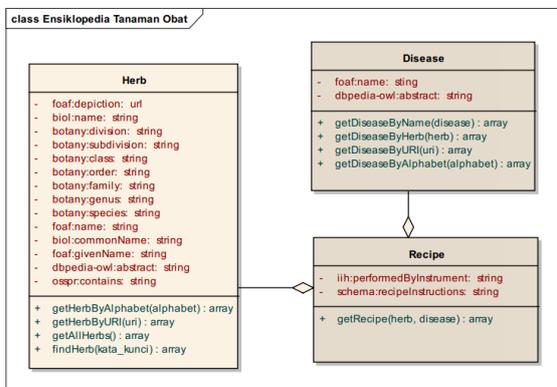
Gambar 5. Domain Model

### 3.5. Use Case Diagram



Gambar 6. Use Case Diagram

3.6 Class Diagram



Gambar 7. Class Diagram

3.7 Test Case

Kode	Test Case	Status
TC-01	Melihat Daftar Tanaman Obat	-
TC-02	Melihat Informasi Tanaman Obat	-
TC-03	Melihat Daftar Penyakit	-
TC-04	Melihat Informasi Penyakit	-
TC-05	Mencari Tanaman Obat	-

Gambar 8. Test Case

4. PEMBUATAN ONTOLOGI

Pada bagian ini dijelaskan mengenai pembuatan ontologi tanaman obat, sekaligus mengikuti dari metode pembuatan ontologi yaitu Methontology meliputi: Specification, Knowledge Acquisition, Conceptualisation, dan Integration, Implementation, Evaluation, dan Documentation.

4.1 Specification

Melakukan identifikasi terhadap tujuan-tujuan dari ontologi, serta kebutuhan-kebutuhan yang harus dipenuhi. Seperti pemilihan bahasa untuk ontologi. Pada pembuatan ontologi tanaman obat ini digunakan bahasa ontologi yaitu OWL serta dengan alat bantu untuk membuat ontologi yaitu Protégé. Pemilihan OWL dikarenakan kemampuannya dalam mempresentasikan hubungan yang ada dalam domain kemudian juga dikarenakan OWL mendukung beberapa fungsi yang tidak ada dalam bahasa ontologi lain seperti hubungan inversOf dan lain sebagainya. Nantinya dalam perancangan dan pengimplementasian dari ontologi menggunakan alat bantu Protégé, dipilih karena kemudahannya serta fitur yang disediakan dalam penyimpanan ontologi ke dalam XML/RDF.

4.2 Knowledge Acquisition

Melakukan pengumpulan pengetahuan mengenai domain, dalam hal ini adalah melakukan studi literatur terhadap tanaman obat.

4.3 Conceptualisation

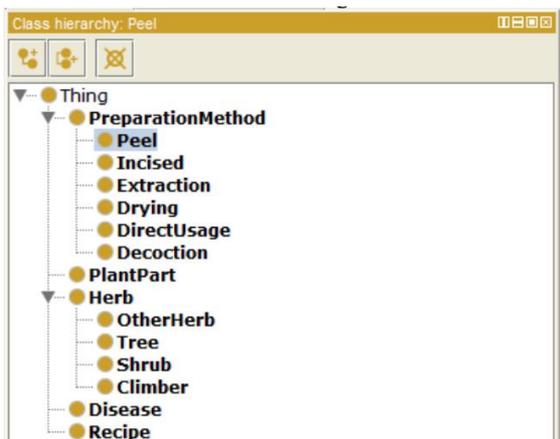
Mendefinisikan kelas ontologi dan menyusun kelas tersebut dalam hirarki taksonomi dengan menggunakan proses pengembangan dari tingkat teratas ke tingkat terendah, mendefinisikan properti, mendefinisikan facets pada slot atau axiom pada properti.

4.4 Integration

Mempertimbangkan ontologi yang sudah ada atau berhubungan dengan domain tanaman obat, dengan menggunakan kembali vocabulary yang sudah ada.

4.5 Implementation

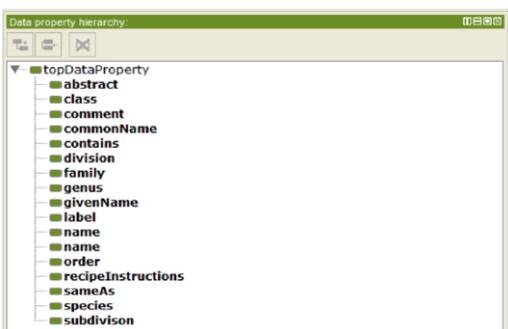
Merancang konsep ontologi dan merepresentasikannya ke dalam bahasa ontologi yang dipilih, dalam hal ini akan membuat instance jenis-jenis tanaman obat dan penyakit serta mengisi nilai slot pada instance.



Gambar 9. Daftar Kelas



Gambar 10. Daftar Object Property



Gambar 11. Daftar Data Property

4.6 Evaluation

Melakukan verifikasi serta validasi dari ontologi dengan memeriksa konsistensi logika, sintaks, dan semantik dari elemen-elemen yang ada pada ontologi. Pemeriksaan konsistensi dapat mencakup klasifikasi otomatis yang mendefinisikan konsep-konsep baru berdasarkan properti dan relasi [17].

Evaluasi yang dilakukan adalah dengan melihat konsistensi pada ontologi serta relasinya, dari proses evaluasi didapatkan bahwa ontologi sudah valid dan konsisten.

4.7 Documentation

Melakukan pemeriksaan kembali dari setiap langkah yang dilakukan dan memastikan langkah yang dilakukan telah selesai. Langkah-

langkah yang telah dilakukan dalam membangun ontologi tanaman obat. Proses pembuatan ontology sudah selesai.

5. IMPLEMENTASI DAN UJI COBA

Pada bab ini dijelaskan proses pada tahapan implementasi dan uji coba Aplikasi Ensiklopedia Tanaman Obat serta pembuatan Ontologi Tanaman Obat Indonesia.

5.1 Konfigurasi

Aplikasi menggunakan SPARQL library dalam penanganan query SPARQL dalam PHP.

```
require_once( "lib/sparql.php" );
$db = sparql_connect(
"http://localhost:8080/openrdf-sesame/repositories/indonesia_indigenous_herbs" );
if( !$db ) { print sparql_errno() . ": " .
sparql_error(). "\n"; exit; }
sparql_ns( "foaf", "http://xmlns.com/foaf/0.1/" );
```

Gambar 12. Penulisan kode untuk menggunakan library

Pada kode di atas sparql endpoint yang digunakan adalah endpoint dari alamat ontologi yang sudah dipublish pada OpenRDF Sesame. Pada bagian sparql\_ns menjelaskan mengenai name space atau prefix yang digunakan. Prefix “foaf” digunakan untuk URI “http://xmlns.com/foaf/0.1/”.

5.2 Pembuatan Aplikasi

Bagian ini menjelaskan tentang penerapan desain yang telah dibuat dengan cara penulisan kode program. Adapun yang akan dibahas adalah mengenai Menu utama dengan fitur pencarian tanaman obat dan Menu daftar tanaman obat.



Gambar 13. Menu Pencarian

**Daftar Tanaman Obat Menurut Abjad**

A - E:	F - J:	K - O:	P - T:	U - Z:
A	F	K	P	U
B	G	L	Q	V
C	H	M	R	W
D	I	N	S	X
E	J	O	T	Y
				Z

Gambar 14. Menu Daftar Abjad

A		
Adem Ati	Akasia	Ambre
Andong	Angsana	Anyelir
Apel	Apokad	Arbei
Aren	Asparagus	Awar-awar

Gambar 15. Menu Daftar Tanaman Obat

A
<a href="#">Asma</a>

Gambar 16. Menu Daftar Penyakit

### Akasia

**Divisi:** Spertmatophyta  
**Subdivisi:** Angiospermae  
**Kelas:** Dicotyledonae  
**Bangsa:** Rosales  
**Suku:** Leguminosae  
**Marga:** Acacia  
**Jenis:** *Acacia sieberiana* DC.

**Nama Daerah:**  
 Jawa: Akasia (Jawa).

**Kandungan Kimia:**  
 Akar: Saponin. Buah: Saponin, flavonoida, Polifenol. Daun: Saponin, Flavonoida.

**Keterangan:**  
 Habitus: Pohon, tinggi 15-20 m. Batang: Tegak, bulat, putih kotor. Daun: Majemuk, berhadapan, menyirip, lonjong, tepi rata, ujung dan pangkal tumpul, panjang 5-20 cm. lebar 1-2 cm, pertulangan menyirip, hijau. Bunga: Majemuk, berkelamin dua, di ketiak daun, kelopak silindris, benang sari silindris, kepala sari bentuk ginjal, mahkota putih, bentuk seperti kuku, putih. Buah: Polong, masih muda hijau setelah tua coklat. Biji: Lonjong, pipih, coklat. Akar: Tunggang, putih kotor.

**Untuk Obat:** Demam

Untuk obat demam dipakai kurang lebih 10 gram akar segar *Acacia sieberiana*, dicuci, dipotong-potong, direbus dengan 2 gelas air selama 15 menit, dinginkan dan disaring. Hasil saringan diminum dua kali sama banyak pagi dan sore.



Untuk lebih detail klik di sini.

Gambar 17. Menu Informasi Tanaman Obat

### Batuk

**Nama:** Batuk

**Abstrak:**  
 Batuk bukanlah suatu penyakit. Batuk merupakan mekanisme pertahanan tubuh di saluran pernapasan dan merupakan gejala suatu penyakit atau reaksi tubuh terhadap iritasi di tenggorokan karena adanya lendir, makanan, debu, asap dan sebagainya. Batuk terjadi karena rangsangan tertentu, misalnya debu di reseptor batuk. Kemudian reseptor akan mengalirkan lewat syaraf ke pusat batuk yang berada di otak. Di sini akan memberi sinyal kepada otot-otot tubuh untuk mengeluarkan benda asing tadi, hingga terjadilah batuk.

**Diobati dengan:**  
 Blimbing Legi, Blimbing Wuluh, Druju, Jeruk Keprok, Jeruk Kingkit, Jeruk Nipis, Jeruk Purut, Kapulaga, Kencur, Lobelia, Mengkudu, Palikan Kebo, Randu, Senggugu, Sente, Serpili, Tebu, Tembeleak, Temi, Verbaskum, Waron, Waru Gombong



Untuk lebih detail klik di sini.

Gambar 18. Menu Informasi Penyakit

### 5.3 Uji Coba

Bagian ini membahas tentang hasil uji coba terhadap aplikasi beserta analisisnya.

Adapun uji coba yang dilakukan adalah uji coba Fungsional, Stress Test.

### Fungsional

Uji coba fungsional merupakan uji coba yang dilakukan untuk memastikan fitur-fitur pada aplikasi telah berjalan dengan baik. Uji coba fungsional untuk aplikasi Ensiklopedia Tanaman Obat mengacu pada test case yang telah dibuat pada tahapan desain.

Kode	Test Case	Status
TC-01	Melihat Daftar Tanaman Obat	Sukses
TC-02	Melihat Informasi Tanaman Obat	Sukses
TC-03	Melihat Daftar Penyakit	Sukses
TC-04	Melihat Informasi Penyakit	Sukses
TC-05	Mencari Tanaman Obat	Sukses

Gambar 19. Hasil Test Case

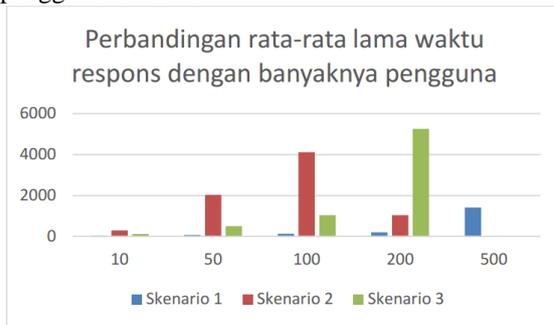
Berdasarkan hasil uji fungsional, semua test case sukses dan terpenuhi. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa Aplikasi Ensiklopedia Tanaman Obat secara fungsional telah berjalan dengan baik

### Stress Testing

Stress testing adalah pengujian/testing untuk mengetahui kemampuan software dalam menangani kondisi yang tidak normal dari sisi volume/kuantitas. Pada uji coba bertujuan untuk mengetahui kemampuan dari endpoint tanaman obat yang telah dibuat dalam menangani permintaan atau request query oleh banyak pengguna dalam waktu yang bersamaan. Dalam melakukan stress testing menggunakan Apache Jmeter sebagai tool.

Langkah pertama adalah membuat test plan atau skenario uji coba. Ada tiga skenario secara garis besar. Pertama adalah dengan melihat SPARQL query yang simpel dan tidak kompleks. Kedua adalah dengan SPARQL query yang kompleks atau advance. Ketiga adalah dengan campuran dari query simpel dan kompleks. Tingkat kompleksitas diuji karena dengan semakin kompleks serta banyak query maka secara idelanya akan membutuhkan waktu yang agak lama bagi sistem atau endpoint tersebut dalam menjalankan query tersebut. Tingkat kompleksitas dilihat dari banyaknya query serta penggunaan fungsi-fungsi misalnya fungsi agregasi. Skenario untuk query simpel adalah sistem dalam hal ini harus mampu menjalankan query dari request pengguna sebanyak n dengan waktu yang bersamaan, untuk nilai n awal adalah 10, sehingga diharuskan sistem harus mampu menangani request query dari 10 pengguna sekaligus, untuk membandingkannya maka nilai n akan ditambah untuk mengetahui kemampuan endpoint dalam menangani request sampai batas maksimalnya.

Skenario untuk query advance sama seperti skenario query simpel namun yang membedakan adalah request dari pengguna yaitu query yang agak kompleks. Skenario terakhir adalah gabungan dari simpel dan advance, dimana sistem harus mampu menangani query simpel dan advance dari n pengguna dalam waktu yang bersamaan, nilai n akan diperbesar sampai diperoleh kesimpulan bahwa sistem tidak dapat menangani query dari sebanyak n pengguna tersebut.



Gambar 20. Hasil stress testing

Berdasarkan hasil uji stress testing yang telah dilakukan, endpoint tanaman obat sanggup menyelesaikan tiga skenario besar yang dibuat. Endpoint dapat menangani request dari pengguna berupa query SPARQL, walaupun semakin banyak pengguna yang melakukan query dan query yang digunakan semakin kompleks membuat waktu tunggu semakin lama. Ini terjadi dikarenakan lamanya endpoint dalam menangani query yang dilakukan, tentu kejadian ini normal. Dari analisa dapat diprediksi server endpoint mengalami penurunan salam kemampuan menangani request yang semakin banyak. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa endpoint tanaman obat secara performa sudah cukup baik dan siap digunakan oleh pengguna lain.

#### 5.4 Pemanfaatan Ontologi

Ontologi tanaman obat ini masih belum dipublikasikan secara online. Namun sudah dipublikasikan secara local. Dianggap ontology tanaman obat ini sudah dipublikasikan secara online dan memiliki alamat < [http://10.126.14.114:8080/indonesia\\_indigenous\\_herbs/](http://10.126.14.114:8080/indonesia_indigenous_herbs/)> seperti yang sudah dijelaskan pada sub bab 6.4.3 Verifikasi Endpoint. Kemudian berikut beberapa persyaratan agar dapat melakukan query ke endpoint tanaman obat:

1. Memahami struktur query SPARQL. SPARQL sudah menjadi query dalam linked data yang telah disepakati bersama, jadi sebelum memulai melakukan query harus memahami terlebih dahulu SPARQL tersebut.
2. Memilih bahasa pemrograman aplikasi dan menyesuaikan dengan library yang akan

dipakai nantinya dalam menangani pertukaran data dalam query SPARQL. Misalnya untuk PHP dikenal beberapa library seperti Sparql PHP-Lib, ARC. Untuk Phyton misalnya SPARQL-Wrapper.

3. Melakukan konfigurasi endpoint pada library yang dipakai dan ditujukan pada alamat endpoint tanaman obat yang telah disebutkan di atas.
4. Menuliskan query SPARQL. Disediakan interface yang menggambarkan property-property yang ada pada ontology tanaman obat dengan alamat [http://10.126.14.114:8080/indonesia\\_indigenous\\_herbs/](http://10.126.14.114:8080/indonesia_indigenous_herbs/). Jadi sebelum memulai query sebaiknya melihat terlebih dahulu struktur dalam ontology tanaman obat agar tidak terdapat kesalahan dalam melakukan query.
5. Output dari hasil query dapat berupa json dan xml, jadi dapat dipilih terlebih dahulu, namun secara default outputnya berupa json. Sampai langkah ini data dalam format json tersebut dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan.

Langkah-langkah di atas diperuntukkan bagi pengguna yang akan memanfaatkan data dari ontology tanaman obat. Pengguna juga dapat menggabungkan beberapa sumber data atau endpoint, seperti dengan [id.dbpedia.org](http://id.dbpedia.org). Pada pembuatan aplikasi ensiklopedia ini penulis juga menggabungkan dengan [id.dbpedia.org](http://id.dbpedia.org). Jadi dalam satu query SPARQL dimungkinkan ditujukan kepada banyak dataset atau endpoint yang tersedia.

## 6. KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengerjaan tugas akhir ini, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Aplikasi ensiklopedia tanaman obat berbasis web dan menggunakan ontology sebagai basis datanya yang dinamakan Aplikasi Ensiklopedia Tanaman Obat berhasil dibuat. Aplikasi Ensiklopedia Tanaman obat memungkinkan pengguna untuk mengenali tanaman obat yang ada di Indonesia serta manfaat dari tanaman obat tersebut. Pengguna juga dapat melakukan pencarian tanaman obat melalui indeks yang diberikan sehingga memudahkan pengguna dalam mencari tanaman obat. Berdasarkan hasil uji coba fungsional, semua fungsi aplikasi berjalan dengan baik. Serta memiliki kemudahan dalam proses

pencairan jika dibandingkan dengan pencairan Google.

2. Ontologi Tanaman Obat Indonesia telah dibuat dengan metode Methontology melalui beberapa tahapan dalam pembuatan ontologi dan dilakukan uji coba apakah ontologi tersebut dapat di-query dengan SPARQL. Serta pengujian stress testing menunjukkan bahwa endpoint tanaman obat yang dibuat mampu untuk menangani query dari banyak user dengan waktu yang bersamaan. Sehingga ontologi tanaman obat ini siap dan dapat digunakan oleh pengguna yang membutuhkan data tanaman obat yang ada di Indonesia

## 6.2 Saran

Aplikasi Ensiklopedia Tanaman Obat dan Ontologi Tanaman Obat Indonesia masih terdapat beberapa hal yang perlu diperbaiki dan dikembangkan, maka terdapat beberapa saran yang dapat dipertimbangkan untuk penelitian lebih lanjut yaitu sebagai berikut:

1. Fitur pada aplikasi ensiklopedia tanaman obat dapat ditambah lagi. Fitur penambahan konten tanaman obat juga diperlukan sehingga informasi tanaman obat semakin banyak, tentunya dengan fitur kontributor ini pengguna dapat menambahkan informasi tanaman obat yang masih belum ada.
2. Sistem melakukan generate otomatis ontologi tanaman obat yang ditambahkan oleh pengguna lain, sehingga ontologi tanaman obat semakin kaya dan lengkap.
3. Informasi mengenai penyakit dapat diperkaya dengan cara menghubungkannya dengan beberapa penyedia ontologi penyakit yang sudah disediakan dan sudah ada.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] 3kbo, **Requirements of a Semantic Web Framework**, Building Semantic Web Applications, 31 Januari 2015, <<http://blog.3kbo.com/2008/10/10/requirements-of-semantic-web-framework>>.
- [2] Afif, N., **Implementasi Web Semantik Pada Pencarian Buku Perpustakaan UIN Alauddin Makassar**. Makassar, Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, 2013.
- [3] Alim, Z., **Pembuatan Aplikasi Mobile Untuk Panduan Wisata Di Indonesia Berdasarkan Lokasi Dengan Menggunakan Semantic Web**, Manado, Konferensi Nasional Sistem Informasi 2014, 2014.
- [4] Ayuningtyas, N., **Implementasi Ontologi Web dan Aplikasi Web Semantik untuk Sistem Sitasi Jurnal Elektronik Indonesia**, Depok, Universitas Indonesia, 2009.
- [5] Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian, **Teknologi Pascapanen Tanaman Obat**, Jakarta Selatan, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian, 2013.
- [6] Bengkel Internet PENS-ITS, **Modul Javascript**, Surabaya, PENS-ITS, 2006.
- [7] Bernard Renaldy Suteja, S. G., **Personalization Sistem E-Learning Berbasis Ontology**, Makara, 2010.
- [8] Berners-Lee, T. H., **The Semantic Web**, USA, Scientific American, 2001.
- [9] Dean Jones, T. B.-C., **Methodologies for Ontology Development**, Liverpool, Department of Computer Science, University of Liverpool, 2007
- [10] Dwiono, A., **Mesin Pencari Cerdas dengan Web Semantik**, Jurnal Generic, Vol . 8, No. 1, Maret 2013, 209-220, 2013.
- [11] Frisnanto, M., **Pembuatan Aplikasi Ensiklopedia Makanan Tradisional Berbasis Web Semantik**, Surabaya, Jurusan Sistem Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2010.
- [12] Kabar Toraja., **Apa itu ensiklopedia?** Hämtat från Kabar Toraja, 31 Januari 2015, <<http://kabartoraja.com/humaniora/pendidikan/1154-apa-ituensiklopedia>>.
- [13] Lestari, W., **Aplikasi Ensiklopedia Obat-Obat Herba**, Medan, Program Studi D-Iii Teknik Informatika Departemen Matematika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara, 2013.
- [14] Manoppo, M. P., **Pembuatan Aplikasi Ensiklopedia Tanaman Obat Tradisional Berbasis Sistem Operasi Android**, Surabaya: Jurusan Sistem Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2010.
- [15] Mirza Ilhami, S. A., **Pengembangan Website Portal Film Menggunakan Teknologi Web Semantik**, Medan, Study Program Of Informatics Engineering Sekolah Tinggi Manajemen Informatika Dan Komputer (STMIK) Mikroskil, 2011.

- [16] Nowack, B., **ARC RDF Classes for PHP**. Hämtat från GitHub ARC, 28 Januari 2015, <<https://github.com/semsol/arc2>>.
- [17] Petra., **Pengembangan Web Ontology**, Hämtat från Males Koding, 31 Januari 2015, <<https://maleskoding.wordpress.com/2009/08/26/penge-mbangan-web-ontology/>>
- [18] Th.Dwiati Wismarini, D. B., **Elektronik Ensiklopedi Tanaman Herba sebagai Bank Data Digital Tanaman Obat**, Semarang, Program Studi Teknik Informatika, Universitas Stikubank, 2012.
- [19] Uzlina Rahmawati, E. S., **Pengembangan Repository Pengetahuan Berbasis Ontologi (Ontology-Driven Knowledge Repository) Untuk Tanaman Obat Indonesia**. Surabaya, Jurusan Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), 2012.
- [20] W3C, **Semantic Web**, W3C Org, 29 Juni 2015, <<http://w3c.org/standards/semanticweb/>>
- [21] Cyganiak, Richard, **A Relational Algebra for SPARQL**, Digital Media Systems Laboratory, HP Laboratories Bristol, 2005.