

**PENGEMBANGAN ONTOLOGI TUMBUHAN OBAT  
INDONESIA MENGGUNAKAN PENGETAHUAN  
ETNOBOTANI**

**SUWANTO SANJAYA**



**SEKOLAH PASCASARJANA  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2014**



## **PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA\***

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis berjudul Pengembangan Ontologi Tumbuhan Obat Indonesia Menggunakan Pengetahuan Etnobotani adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2014

*Suwanto Sanjaya*  
NIM G651120431

## RINGKASAN

SUWANTO SANJAYA. Pengembangan Ontologi Tumbuhan Obat Indonesia Menggunakan Pengetahuan Etnobotani. Dibimbing oleh YENI HERDIYENI dan IRMAN HERMADI.

Indonesia memiliki keanekaragaman hayati yang sangat kaya. Keanekaragaman hayati tersebut harus dilestarikan untuk kelangsungan hidup manusia. Salah satu diantaranya adalah tumbuhan obat. Mempelajari tumbuhan obat adalah salah satu cara pelestariannya. Bidang ilmu yang berhubungan dengan pemanfaatan tumbuhan obat adalah etnobotani. Etnobotani adalah ilmu yang mempelajari hubungan antara manusia dengan tumbuhan. Etnobotani memiliki cakupan yang cukup luas, seperti cara pemanfaatan tumbuhan, budidaya, kearifan dalam menggunakan tumbuhan dan sebagainya. Pengetahuan-pengetahuan tersebut tidak mudah dipelajari secara langsung sehingga dibutuhkan sebuah model yang dapat menggambarkan pengetahuan-pengetahuan tersebut serta hubungan-hubungannya.

Penelitian ini mengusulkan model representasi pengetahuan tumbuhan obat Indonesia berdasarkan pengetahuan etnobotani. Konsep ontologi ini digunakan untuk memberikan solusi pemodelan pengetahuan yang tidak dapat dilakukan pada konsep basis data relasional. Ontologi merupakan representasi pengetahuan dengan cara menggambarkan hubungan dan klasifikasi beberapa konsep dalam domain tertentu.

Penelitian ini juga menerapkan hasil pemodelan ontologi kedalam sistem. Hal ini dilakukan untuk menguji model ontologi tumbuhan obat yang dikembangkan. Model ontologi yang dikembangkan harus dapat dibaca oleh sistem, sehingga harus direpresentasikan dalam format tertentu. *Resource Description Framework* (RDF) dan *Web Ontology Language* (OWL) merupakan representasi model ontologi sehingga model ontologi tersebut dapat dibaca oleh sistem. *Simple Protocol And RDF Query Language* (SPARQL) digunakan untuk mendapatkan informasi yang tersimpan dalam bentuk RDF/OWL. Aturan-aturan untuk membentuk pengetahuan juga dibuat untuk mendefinisikan pengetahuan tumbuhan obat yang diinginkan. Untuk memastikan aturan-aturan tersebut didefinisikan dengan benar, maka perlu dilakukan pengujian pada setiap aturan. SPARQL digunakan untuk merepresentasikan aturan-aturan tersebut.

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data pemanfaatan tumbuhan hasil penelitian tentang kajian etnobotani. Berdasarkan hasil pengujian dengan data-data tersebut, model ontologi yang dikembangkan dapat digunakan untuk merepresentasikan pengetahuan tumbuhan obat Indonesia. Penelitian ini merupakan tahap awal untuk mengembangkan pengetahuan tumbuhan obat berbasis web semantik. Web semantik merupakan teknologi web masa depan.

Kata kunci: etnobotani, ontologi, tumbuhan obat, web semantik

## **SUMMARY**

SUWANTO SANJAYA. Ontology Design for Indonesian Medicinal Plants Based on Ethnobotany Knowledge. Supervised by YENI HERDIYENI and IRMAN HERMADI.

Indonesia is very rich in biodiversity. The biodiversity should be conserved for human survival. One of them is a medicinal plant. Learning and recognizing the medicinal plants are the way to preserve it. Fields of study related to the utilization of medicinal plants is ethnobotany. Ethnobotany is the scientific study of the relationships that exist between people and plants. Ethnobotany has fairly broad coverage, such as how the use of plants, cultivation, wisdom in the use of plants and others. The knowledges of etnobotani are not easily learned directly, so we need a model that can describe the knowledges.

This research proposes the new design of ontology for Indonesian medicinal plant based on ethnobotany knowledge. The concept of ontology is modeling solutions of knowledge that cannot conducted on the concept of a relational database. Ontology is a method of representing items of knowledge in a way that defines the relationships and classifications of concepts within a specified domain of knowledge.

This research also applying the ontology model into the system. It was conducted to test the ontology model. The ontology model that developed must be readable by the system, so it must be represented in a certain framework. We used Resource Description Framework (RDF) and Web Ontology Language (OWL) to represent the ontology. To retrieve and manipulate data stored in RDF/OWL we used SPARQL (Simple Protocol And RDF Query Language). Set of rules established to generate the knowledge of medicinal plants. In order to ensure the design is well defined, a set of rules for keyword searching was created to verify the design. SPARQL is used to represent the rules.

The data that used in this study are data on the use of plants in certain districts. The data is the result of research on the study of ethnobotany. The result showed that the ontology design can be used to represent the knowledge of Indonesian medicinal plants. The proposed ontology was designed to develop the semantic web of Indonesian medicinal plants. The semantic web is the future of web technologies.

Keywords: ethnobotany, medicinal plant, ontology, semantic web

© Hak Cipta Milik IPB, Tahun 2014  
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

*Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah; dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB*

*Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB*

**PENGEMBANGAN ONTOLOGI TUMBUHAN OBAT  
INDONESIA MENGGUNAKAN PENGETAHUAN  
ETNOBOTANI**

**SUWANTO SANJAYA**

Tesis  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Magister Komputer  
pada  
Program Studi Ilmu Komputer

**SEKOLAH PASCASARJANA  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2014**

Penguji Luar Komisi pada Ujian Tesis: Dr Yani Nurhadryani, SSi, MT



Judul Tesis : Pengembangan Ontologi Tumbuhan Obat Indonesia  
Menggunakan Pengetahuan Etnobotani  
Nama : Suwanto Sanjaya  
NIM : G651120431

Disetujui oleh  
Komisi Pembimbing

Dr Yeni Herdiyeni, SSi, MKom  
Ketua

Irman Hermadi, SKom, MS, PhD  
Anggota

Diketahui oleh

Ketua Program Studi Ilmu  
Komputer

Dekan Sekolah Pascasarjana

Dr Eng Wisnu Ananta Kusuma, ST, MT

Dr Ir Dahrul Syah, MScAgr

Tanggal Ujian : 25 Agustus 2014

Tanggal Lulus :

## **PRAKATA**

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala karuniaNya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan November 2013 adalah Pengembangan Ontologi Tumbuhan Obat Indonesia Menggunakan Pengetahuan Etnobotani.

Terima kasih penulis ucapkan kepada Ibu Dr Yeni Herdiyeni, SSi, MKom dan Bapak Irman Hermadi, Skom, MSi, PhD selaku pembimbing, serta Ibu Dr Yani Nurhadryani, SSi, MT selaku penguji dalam ujian tesis. Terima kasih juga diucapkan kepada Bapak Toto Hartanto, Skom, MSi selaku dosen mata kuliah kolokium yang telah banyak memberi saran untuk penelitian ini. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada Kementerian Agama atas beasiswa yang telah diberikan. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada ayah, ibu dan seluruh keluarga serta calon istriku Nena Rianti atas segala doa dan kasih sayangnya.

Terima kasih kepada pengelola pascasarjana, seluruh dosen dan staf akademik Departemen Ilmu Komputer Institut Pertanian Bogor, teman-teman angkatan 13.5, angkatan 14 dan mahasiswa fast track. Terima kasih kepada seluruh teman-teman Laboratorium *Computational Intelligence* Departemen Ilmu Komputer dan Arya Arismaya Metananda dari Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata, Institut Pertanian Bogor sebagai teman diskusi penulis dalam menyelesaikan tesis ini.

Semoga karya ini dapat bermanfaat. Kritik dan saran sangat penulis harapkan demi kesempurnaan karya ini di kemudian hari.

Bogor, Agustus 2014

*Suwanto Sanjaya*

## DAFTAR ISI

|   |     |
|---|-----|
| DAFTAR ISI                                  | v   |
| DAFTAR GAMBAR                               | vi  |
| DAFTAR TABEL                                | vii |
| DAFTAR LAMPIRAN                             | vii |
| 1 PENDAHULUAN                               | 1   |
| Latar Belakang                              | 1   |
| Perumusan Masalah                           | 2   |
| Tujuan Penelitian                           | 2   |
| Manfaat Penelitian                          | 2   |
| Ruang Lingkup Penelitian                    | 2   |
| 2 TINJAUAN PUSTAKA                          | 3   |
| Tumbuhan Obat                               | 3   |
| Etnobotani                                  | 3   |
| Taksonomi                                   | 4   |
| <i>Darwin Core</i>                          | 4   |
| Ontologi                                    | 5   |
| Bahasa Ontologi                             | 6   |
| <i>Resource Description Framework (RDF)</i> | 6   |
| <i>Web Ontology Language (OWL)</i>          | 7   |
| Karakteristik Properti OWL                  | 7   |
| SPARQL                                      | 10  |
| Metode Pengembangan Ontologi                | 10  |
| 3 METODOLOGI PENELITIAN                     | 12  |
| Bahan dan Alat                              | 12  |
| Prosedur Penelitian                         | 12  |
| Identifikasi Masalah                        | 13  |
| Analisis Kebutuhan Pengetahuan              | 13  |
| Pemodelan Ontologi                          | 13  |
| Pengembangan Prototipe                      | 14  |
| Arsitektur Sistem                           | 15  |
| 4 HASIL DAN PEMBAHASAN                      | 16  |
| Identifikasi Masalah                        | 16  |
| Analisis Kebutuhan Pengetahuan              | 16  |
| Pemodelan Ontologi                          | 17  |
| Pemodelan Konseptual                        | 17  |
| Implementasi Pemodelan                      | 27  |
| Pengembangan Prototipe                      | 33  |
| 5 SIMPULAN DAN SARAN                        | 40  |
| DAFTAR PUSTAKA                              | 41  |
| LAMPIRAN                                    | 44  |
| RIWAYAT HIDUP                               | 57  |

## DAFTAR GAMBAR

|   |    |
|---|----|
| 1 Representasi RDF (Raimbault 2010)                                 | 6  |
| 2 Contoh struktur dasar penulisan OWL                               | 7  |
| 3 Ilustrasi <i>functional properties</i> (Horridge 2011)            | 8  |
| 4 Ilustrasi <i>inverse functional</i> (Horridge 2011)               | 8  |
| 5 Ilustrasi <i>transitive properties</i> (Horridge 2011)            | 8  |
| 6 Ilustrasi <i>symmetric properties</i> (Horridge 2011)             | 9  |
| 7 Ilustrasi <i>asymmetric properties</i> (Horridge 2011)            | 9  |
| 8 Ilustrasi <i>reflexive properties</i> (Horridge 2011)             | 9  |
| 9 Ilustrasi <i>irreflexive properties</i> (Horridge 2011)           | 9  |
| 10 Tahapan Penelitian   | 13 |
| 11 Arsitektur sistem  | 15 |
| 12 Batasan domain penelitian  | 16 |
| 13 Pemetaan domain suku   | 18 |
| 14 Pemetaan domain nama lokal                                       | 18 |
| 15 Pemetaan domain manfaat tumbuhan                                 | 19 |
| 16 Pemetaan domain cara pengolahan                                  | 20 |
| 17 Pemetaan domain cara penggunaan                                  | 21 |
| 18 Pemetaan domain bagian tumbuhan                                  | 21 |
| 19 Pemetaan domain nama latin                                       | 22 |
| 20 Pemetaan domain occurrence                                       | 22 |
| 21 Pemetaan domain lokasi   | 23 |
| 22 Model konseptual ontologi tumbuhan obat                          | 24 |
| 23 Kelas dan hierarkinya  | 27 |
| 24 Implementasi properti data                                       | 30 |
| 25 Implementasi properti objek                                      | 31 |
| 26 Visualisasi hubungan antar domain                                | 31 |
| 27 Contoh pembuatan individu  | 32 |
| 28 Contoh individu sebelum proses inferensi                         | 32 |
| 29 Contoh individu setelah proses inferensi                         | 32 |
| 30 Pengetahuan tumbuhan sambiloto                                   | 33 |
| 31 Gambaran pengetahuan cara pengolahan tumbuhan pada suku tertentu | 34 |
| 32 Pengujian SPARQL pada Protege untuk melihat manfaat tumbuhan     | 35 |
| 33 Rancangan antarmuka pengguna                                     | 35 |
| 34 Data yang dikembalikan GBIF                                      | 36 |
| 35 Data dari EOL berdasarkan kode spesies dari GBIF                 | 37 |
| 36 Data dari EOL berdasarkan Id halaman                             | 37 |
| 37 Visualisasi hasil pengujian tentang tumbuhan sambiloto           | 38 |

## DAFTAR TABEL

|  |    |
|--|----|
| 1 Relasi hasil pemetaan domain suku                            | 18 |
| 2 Relasi hasil pemetaan domain nama lokal                      | 18 |
| 3 Relasi hasil pemetaan domain manfaat tumbuhan                | 19 |
| 4 Relasi hasil pemetaan domain manfaat tumbuhan                | 20 |
| 5 Relasi hasil pemetaan domain cara penggunaan                 | 21 |
| 6 Relasi hasil pemetaan domain bagian tumbuhan                 | 22 |
| 7 Relasi hasil pemetaan domain nama latin                      | 22 |
| 8 Relasi hasil pemetaan domain <i>occurrence</i>               | 23 |
| 9 Relasi hasil pemetaan domain lokasi                          | 23 |
| 10 Invers relasi hasil pemetaan                                | 24 |
| 11 Karakteristik relasi hasil pemetaan                         | 25 |
| 12 Beberapa pengetahuan yang dapat dibentuk                    | 25 |
| 13 Aturan-aturan pada model konseptual ( <i>triple model</i> ) | 26 |
| 14 Definisi properti data                                      | 27 |
| 15 Batasan properti data                                       | 29 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|   |    |
|---|----|
| 1 Sampel data kajian etnobotani (Jumali 2006)                         | 44 |
| 2 Representasi SPARQL untuk menyatakan nama lokal tumbuhan            | 48 |
| 3 Representasi SPARQL untuk menyatakan manfaat tumbuhan               | 49 |
| 4 Representasi SPARQL untuk menyatakan cara penggunaannya             | 50 |
| 5 Representasi SPARQL untuk menyatakan bagian tumbuhan yang digunakan | 51 |
| 6 Representasi SPARQL untuk menyatakan nama ilmiah tumbuhan           | 52 |
| 7 Representasi SPARQL untuk menyatakan penyebaran tumbuhan            | 53 |
| 8 <i>Test case</i>  | 54 |



# 1 PENDAHULUAN

## Latar Belakang

Indonesia memiliki keanekaragaman hayati yang cukup besar yaitu lebih dari 38.000 spesies (Bappenas 2003). Keanekaragaman hayati terdiri dari spesies tumbuhan dan hewan. Salah satu keanekaragaman hayati yang harus dilestarikan adalah tumbuhan obat. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk melestarikannya adalah mengenali tumbuhan obat (Hamzari 2008). Studi etnobotani adalah salah satu cara untuk mengenali tumbuhan obat (Zaman *et al.* 2013). Etnobotani dapat menjadi salah satu pengetahuan untuk mengenali tumbuhan obat karena etnobotani terkait dengan penggunaan tumbuhan dalam suku tertentu.

Laboratorium *Computational Intelligence* Departemen Ilmu Komputer bekerjasama dengan Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata, Institut Pertanian Bogor (IPB) saat ini sedang mengembangkan sistem informasi tumbuhan obat Indonesia. Sistem tersebut menggunakan desain basis data relasional. Pada pengembangan selanjutnya, sistem tersebut didesain agar dapat melakukan inferensi pengetahuan. Permasalahannya adalah model basis data relasional kurang sesuai diterapkan pada sistem tersebut. Hal ini disebabkan model basis data relasional sulit diterapkan pada sistem berbasis inferensi (Laallam *et al.* 2013). Berdasarkan permasalahan tersebut, dibutuhkan sebuah metode untuk memodelkan data agar dapat digunakan untuk inferensi pengetahuan. Metode pemodelan data yang dapat digunakan untuk inferensi pengetahuan adalah ontologi (Laallam *et al.* 2013).

Ontologi adalah hubungan dan klasifikasi beberapa konsep dalam domain tertentu sebagai cara untuk merepresentasikan pengetahuan atau pemetaan pengetahuan (Mamat *et al.* 2008, Jepsen 2009). Ontologi dapat menentukan kelas, hubungan, fungsi dan objek lain (DiLecce & Calebrase 2008). Beberapa alasan ontologi digunakan untuk pemodelan adalah karena pengetahuan dapat menjelaskan domain secara eksplisit, memungkinkan penggunaan kembali domain pengetahuan, dapat digunakan untuk menganalisis domain pengetahuan, dan dapat berbagi informasi antar *software agent* (Noy dan McGuinness 2001). Selain itu, model ontologi lebih sesuai diterapkan pada web semantik dibandingkan dengan model basis data relasional (Laallam *et al.* 2013). Web semantik adalah sebuah *framework* yang memungkinkan komputer untuk berbagi informasi dan menggunakan kembali informasi serta pengetahuan yang terdapat pada *website* (Ding *et al.* 2005).

Penelitian tentang ontologi sudah banyak dilakukan, seperti penelitian tentang ontologi yang digunakan untuk menganalisis hubungan tumbuhan obat dengan istilah medis yang standar (Vadivu dan Hopper 2012). Model Ontologi dapat digunakan sebagai model konseptual database herbal untuk membantu mengatasi kesulitan merancang database pada informasi yang bervariasi (Mamat dan Rahman 2009). *Resource Description Framework* (RDF) dan *Life Science Identifier* (LSID) dapat diterapkan untuk memodelkan taksonomi tentang keanekaragaman hayati (Page 2006). RDF merupakan representasi dari ontologi. Berdasarkan penelitian terkait, dapat disimpulkan bahwa ontologi dapat digunakan

sebagai alternatif untuk memodelkan pengetahuan. Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka masalah yang diteliti dapat dirumuskan yaitu bagaimana merancang model pengetahuan yang sesuai untuk mengembangkan sistem pengetahuan tumbuhan obat berbasis web semantik, serta bagaimana menerapkan model tersebut pada sistem pengetahuan tumbuhan obat dalam ruang lingkup etnobotani.

Berdasarkan latar belakang dan beberapa penelitian terkait, penelitian ini mengembangkan model pengetahuan tumbuhan obat berbasis ontologi. Model ontologi pengetahuan tumbuhan obat tersebut menggunakan beberapa domain pengetahuan dalam etnobotani.

### **Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka masalah yang diteliti dapat dirumuskan yaitu bagaimana memodelkan pengetahuan tumbuhan obat menggunakan konsep ontologi menggunakan beberapa domain pengetahuan dalam ruang lingkup etnobotani, serta bagaimana menerapkan model tersebut pada sistem pengetahuan tumbuhan obat. Selain itu juga merumuskan masalah bagaimana menggunakan informasi yang sudah ada untuk melengkapi informasi taksonomi tumbuhan obat.

### **Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian yang ingin dicapai adalah :

1. Menerapkan teknik pemodelan ontologi untuk memodelkan pengetahuan tumbuhan obat Indonesia menggunakan domain pengetahuan etnobotani.
2. Menerapkan hasil pemodelan ontologi pada sistem pengetahuan tumbuhan obat.
3. Menggunakan kembali informasi taksonomi yang terdapat pada layanan web keanekaragaman hayati *The Global Biodiversity Information Facility* (GBIF) dan *Encyclopedia of Life* (EOL).

### **Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diinginkan dari penelitian ini adalah dapat menghasilkan model pengetahuan tumbuhan obat berbasis inferensi dan menjadi tahap awal pengembangan web semantik pengetahuan tumbuhan obat Indonesia. Model pengetahuan tumbuhan obat tersebut dapat membantu mengenali jenis tumbuhan obat.

### **Ruang Lingkup Penelitian**

Ruang lingkup pada penelitian ini adalah :

1. Pengetahuan etnobotani yang digunakan adalah tumbuhan yang digunakan pada suku tertentu dan daerahnya, manfaat tumbuhan, cara penggunaan, cara pengolahan, bagian yang digunakan, dan nama lokal tumbuhan.
2. Data yang digunakan adalah data dari hasil penelitian tentang kajian etnobotani tentang tumbuhan obat di Laboratorium Konservasi Tumbuhan, Fakultas Kehutanan, IPB.



## 2 TINJAUAN PUSTAKA

### Tumbuhan Obat

Tahun 2001 Laboratorium Konservasi Tumbuhan, Fakultas Kehutanan IPB mengumpulkan data dari berbagai laporan penelitian dan literatur lebih kurang 2039 spesies tumbuhan obat dari hutan di Indonesia. Hutan di Indonesia merupakan sumber keanekaragaman hayati yang cukup besar. Berdasarkan keanekaragamannya, tumbuhan obat dapat dikelompokkan berdasarkan familinya, formasi hutan, habitus, dan bagian tumbuhan yang dapat digunakan sebagai obat (Zuhud 2008). Bagian-bagian tumbuhan yang dapat digunakan sebagai obat sangat bervariasi mulai dari daun muda atau pucuk, buah, batang, kulit, getah, umbi dan akar (Hamzari 2008).

Penelitian tentang cara-cara pengenalan tumbuhan obat menggunakan komputer sudah banyak dilakukan. Salah satunya adalah mengenali tumbuhan dengan cara mengidentifikasi tumbuhan obat menggunakan teknologi *computer vision* berdasarkan ciri-ciri daunnya (Herdiyeni *et al.* 2013). Penelitian lain terkait penggunaan komputer untuk mengenali tumbuhan obat adalah penggunaan *Genetic Programming* (GP) untuk mengelompokkan tumbuhan obat berdasarkan familinya (Laksamana *et al.* 2013). Penelitian-penelitian tersebut merupakan penelitian kerjasama antara Laboratorium Konservasi Tumbuhan Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata IPB dengan Laboratorium *Computational Intelligence* Departemen Ilmu Komputer IPB.

### Etnobotani

Etnobotani merupakan salah satu bidang ilmu yang berkaitan dengan kearifan lokal masyarakat tertentu terhadap tumbuhan yang ada disekitarnya. Etnobotani perlu dipelajari sebagai upaya pelestarian dan konservasi keanekaragaman spesies tumbuhan serta pengetahuan masyarakat tentang tumbuhan di sekitarnya (Zaman 2013). Kurang lebih ada 400 etnis di Indonesia memiliki hubungan erat dengan tumbuhan obat (Zuhud 2003, Zaman 2013). Etnobotani tidak hanya berfokus pada pemanfaatan tumbuhan sebagai obat tetapi juga pemanfaatan lainnya. Beberapa pemanfaatan tumbuhan dalam aspek etnobotani antara lain memanfaatkan tumbuhan sebagai makanan, obat, ritual, kosmetik, pewarna tekstil, bahan bangunan, dan mata uang. Selain itu, etnobotani juga membahas tentang bagaimana cara pengolahan tumbuhan dan cara penggunaannya (Choudhory 2008).

Penelitian tentang etnobotani sudah dilakukan di beberapa daerah di Indonesia, diantaranya di Sumenep (Zaman *et al.* 2013) dan Kupang (Pulunggono 1999). Hasil penelitian di kabupaten Sumenep, Jawa Timur diketahui bahwa dari 119 spesies tumbuhan obat yang diteliti, 76 spesies digunakan oleh produsen jamu dan 68 spesies digunakan sebagai pengobatan tradisional oleh suku setempat. Selain dimanfaatkan sebagai obat-obatan, tumbuhan tersebut juga dimanfaatkan sebagai bahan pangan seperti buah-buahan, sayuran, dan bumbu masakan. Beberapa suku di kabupaten Sumenep juga menggunakannya sebagai tumbuhan hias, ritual dan keperluan lainnya. Tumbuhan yang digunakan sebagai obat di kabupaten Sumenep didominasi oleh famili jahe-jahean (*Zingiberaceae*). Bagian tumbuhan yang digunakan oleh suku setempat juga bermacam-macam, seperti bagian daun, akar,

batang, rimpang, buah, dan kulit buah. Bagian tumbuhan yang digunakan didominasi bagian daun dan buah (Zaman *et al.* 2013).

Hasil penelitian di Kupang, Nusa Tenggara Timur juga memperlihatkan bahwa suku setempat menggunakan tumbuhan sebagai obat dan kebutuhan sehari-hari seperti kayu bakar, pakan ternak, dan bahan bangunan. Bagian tumbuhan yang sering mereka gunakan sebagai obat adalah daun dan kulit batang, selanjutnya getah dan akarnya (Pulunggono 1999). Nama lokal dan nama latin juga merupakan informasi yang digunakan dalam penelitian etnobotani.

Tidak hanya di Indonesia, beberapa penelitian tentang etnobotani juga sudah dilakukan di beberapa daerah di negara lain seperti India, Ethiopia, Nigeria. Salah satu penelitian yang dilakukan di Rajasthan India, menjelaskan beberapa informasi yang digunakan dalam penelitian etnobotani tumbuhan obat. Beberapa informasi yang digunakan antara lain nama umum tumbuhan, nama latin, nama lokal, bagian yang digunakan seperti daun, sifat obat seperti antiseptik, cara penggunaan, khasiat, dan suku yang menggunakan (Sharma dan Kumar 2011). Informasi yang digunakan pada penelitian lain yang dilakukan di Euthopia meliputi nama lokal, nama latin, kondisi tumbuhan seperti segar atau kering, termasuk jenis tumbuhan budidaya atau liar, khasiat, komposisi tambahan, cara penyajian obatnya dan manfaat selain dijadikan sebagai obat (Mesfin *et al.* 2013). Penelitian di bidang etnobotani dengan studi kasus di Nigeria juga menggunakan beberapa informasi seperti nama latin, bagian yang digunakan, khasiat, cara pengolahan, dan cara penggunaannya. Pada penelitian tersebut tidak hanya menjelaskan informasi manfaat sebagai obat, tetapi juga informasi manfaat lainnya seperti bahan bangunan (Amusa *et al.* 2010).

Berdasarkan beberapa penelitian tentang etnobotani di Indonesia ataupun di negara lain dapat dilihat bahwa secara umum informasi-informasi yang digunakan pada setiap penelitian di bidang etnobotani hampir sama. Beberapa informasi etnobotani yang umum digunakan adalah nama latin tumbuhan, nama lokal tumbuhan pada suku setempat, dan manfaat tumbuhan secara umum.

### **Taksonomi**

Taksonomi merupakan cabang ilmu yang mempelajari tentang klasifikasi, dan hubungan antar entitas. Taksonomi dapat digambarkan seperti sebuah pohon hierarki yang beraturan (Di Lecce dan Calabrese 2008). Penggambaran taksonomi khususnya tumbuhan biasanya berdasarkan morfologi, anatomi, sitologi, genetika, sitogenetika, unsur kimia, atau biologi molekuler (Stuessy 2009). Secara umum taksonomi dibagi dalam beberapa tingkatan yaitu *kingdom*, *divisio*, *class*, *ordo*, *family*, *tribus*, *genus*, *sectio*, *series*, *spesies*, *varietas*, dan *forma*. Istilah taksonomi tersebut masih dapat dibagi-bagi menjadi bagian kecil pada setiap tingkatannya. Berdasarkan kesepakatan internasional, istilah dalam tingkatan takson tidak boleh diubah-ubah karena istilah tersebut menunjukkan tingkatan dalam hierarki penataan takson (Tjitrosoepomo 2005).

### ***Darwin Core***

*Darwin core* pertama kali muncul sekitar tahun 1999. *Darwin core* dibentuk untuk mendefinisikan istilah-istilah yang digunakan sebagai media untuk berbagi informasi bidang keanekaragaman hayati. *Darwin core* adalah sebuah standar yang

dibuat untuk memudahkan berbagi informasi tentang keanekaragaman hayati, pengamatan terbentuknya keanekaragaman hayati, spesimen, informasi terkait lain dan hubungannya dengan lingkungan. *Darwin core* merupakan bagian dari proyek *Taxonomic Databases Working Group* (TDWG). Saat ini TDWG lebih dikenal dengan nama *Biodiversity Information Standards* (Wieczorek *et al.* 2009; 2012).

*Darwin Core* berisi istilah-istilah yang memiliki makna yang jelas dan dapat dipahami oleh orang ataupun mesin. Istilah-istilah tersebut dikelompokkan menjadi 9 kategori. Kategori-kategori tersebut sering disebut juga dengan kelas. Enam diantaranya mencakup aspek yang cukup luas yaitu *event*, *location*, *geological context*, *occurrence*, *taxon*, dan *identification*. *Darwin Core* berisi dokumen yang ditulis dalam bentuk *Resource Description Framework* (RDF). RDF merupakan standar pengkodean struktur web semantik (Wieczorek *et al.* 2012).

*Darwin Core* semakin populer karena mudah digunakan untuk berbagi data. *The Global Biodiversity Information Facility* (GBIF) adalah salah satu organisasi internasional yang menggunakan *Darwin Core* untuk mengembangkan portal keanekaragaman hayati *online* (Wieczorek *et al.* 2012). Portal GBIF bersifat terbuka dan bebas diakses oleh siapapun yang ingin menggunakan kembali informasi keanekaragaman hayati (Wieczorek *et al.* 2012). Adapun beberapa informasi keanekaragaman hayati yang dapat digunakan seperti nama ilmiah organisme beserta tingkatan taksonominya, lokasi ditemukannya organisme, dan sebagainya.

## Ontologi

Ontologi adalah representasi simbolis tentang pengetahuan objek, kelas objek, properti objek dan relasi antar objek yang digunakan untuk merepresentasikan pengetahuan tentang domain aplikasi (Jepsen 2009). Seperti halnya pemrograman berorientasi objek, ontologi juga menggunakan konsep pewarisan, kelas dan *instance*. Tidak seluruh konsep dalam pemrograman berorientasi objek sama dengan ontologi. Pada pemrograman berorientasi objek, *instance* merupakan contoh nyata dari kelas tersebut. Pada ontologi, *instance* bermakna anggota suatu domain tertentu (Jepsen 2009). Ontologi merupakan representasi formal, memiliki hubungan semantik antar konsep, dan memiliki suatu set aturan inferensi. Hal itu memungkinkan *software agent* dapat memahami isi web melalui kesimpulan yang logis (Zhao 2009). Salah satu penggunaan ontologi adalah pada web semantik. Web semantik bisa dianggap sebagai inovasi di bidang teknologi informasi karena teknologi tersebut memiliki potensi untuk mengurangi informasi yang berlebihan dan memungkinkan integrasi antar web (Berners-Lee *et al.* 2001).

Ontologi memiliki komponen dasar yaitu kelas, *instance*, properti dan relasi. Pirro dan Talia (2010) mengembangkan komponen ontologi menjadi konsep, relasi, fungsi, aksiom, dan *instance*. Konsep merepresentasikan kelas dari entitas dalam suatu domain. Kelas merupakan himpunan abstrak dari objek. Didalam kelas kemungkinan dapat memiliki *instance* atau kelas lain. Pada umumnya kelas yang paling atas di sebut "*Thing*". Sebuah kelas dapat dijelaskan menggunakan atribut, misalnya kelas daun memiliki atribut warna. Relasi digunakan untuk menjelaskan hubungan antar dua objek. Relasi merupakan atribut yang memiliki nilai dari objek lain. Fungsi adalah relasi khusus dimana elemennya memiliki relasi yang unik,

misalnya John memiliki ibu kandung bernama Alice (Raimbault 2010). Aksiom digunakan untuk membatasi nilai kelas atau *instance*. Properti dari relasi adalah jenis aksiom.

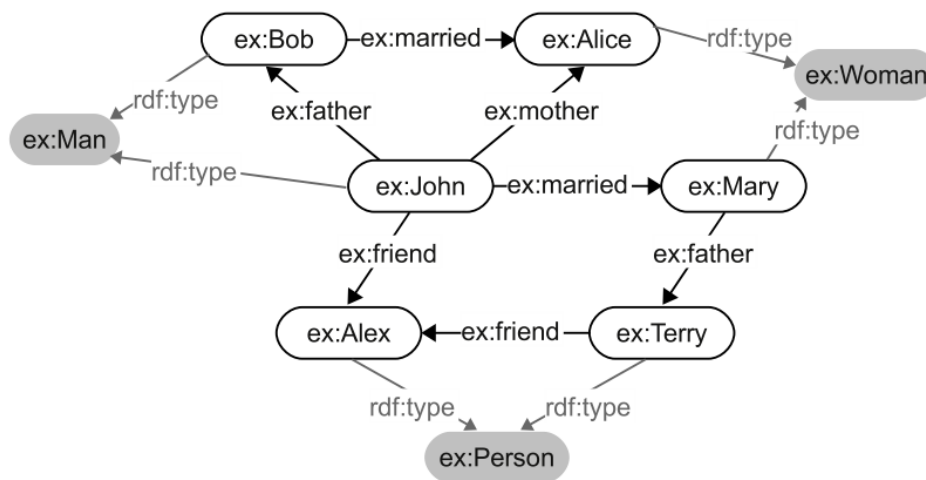
### Bahasa Ontologi

Ontologi mempunyai struktur bahasa yang formal yang menyusun ontologi antara lain *Extensible Markup Language* (XML), *Resource Description Framework* (RDF), dan *Web Ontology Language* (OWL) (Jepsen 2009). Ontologi merupakan representasi pengetahuan dari sekumpulan konsep dalam domain tertentu (Jepsen 2009). Beberapa bahasa ontologi telah dikembangkan diantaranya XOL, SHOE, OML, dan RDF(S) (Gomez-Perez dan Corcho 2002).

#### **Resource Description Framework (RDF)**

XML merupakan metabahasa yang universal. XML memiliki *framework* yang seragam, dan membutuhkan *parser* untuk pertukaran data dan *metadata* antar aplikasi. XML tidak menyediakan sarana untuk berkomunikasi tentang makna datanya. Sebagai contoh, tidak ada kaitan antara nama *tag* dengan makna data, semua tergantung aplikasi yang menafsirkan *tag* tersebut. Pada dasarnya RDF adalah sebuah model data (Antoniou dan Hermalen 2008).

RDF mengadopsi sintaksis XML karena mewarisi sifat XML, tetapi tidak semua sintaksis RDF didasarkan pada XML. RDF merupakan bahasa universal yang digunakan untuk menggambarkan objek menggunakan *script* khusus. Menurut Antoniou dan Hermalen (2008), RDF memiliki konsep dasar RDF yaitu *resource*, *properties*, dan *statement*. *Resource* adalah objek atau tentang sesuatu yang ingin diungkapkan. Beberapa contoh *resource* seperti judul buku, pengarang, penerbit, orang dan sebagainya. Setiap *resource* memiliki *Universal Resource Identifier* (URI). *Properties* adalah deskripsi hubungan antar *resource*, misalnya properti yang menghubungkan antara buku dengan penulisnya adalah “ditulis oleh”. *Statement* adalah bentuk literal dari *resource*, *properties* dan nilainya. Menurut Raimbault (2010), *statement* disebut juga dengan *triple model*.



Gambar 1 Representasi RDF (Raimbault 2010)

Gambar 1 merupakan contoh model RDF yang direpresentasikan dalam bentuk *graph*. John, Alex, Mary, Terry, Bob dan Alice merupakan contoh *resource*. *Father*, *mother*, *married* dan *friend* merupakan contoh *properties*. Salah satu contoh *statement* pada representasi RDF tersebut adalah John memiliki ayah bernama Bob. RDF *Schema* merupakan kosakata yang digunakan untuk menjelaskan *properties* dan *class* pada RDF. Kelas merupakan tipe data dari *resource*. Salah satu contoh kelas pada representasi RDF tersebut adalah *Person*, *Man*, dan *Woman*.

### Web Ontology Language (OWL)

Ontologi adalah metode representasi pengetahuan web semantik. OWL digunakan untuk menggambarkan teori logika dasar sintaksis. OWL berperan menambahkan beberapa kosakata untuk menjelaskan properti dan kelas yang ada pada RDF *Schema*. Beberapa contoh OWL yaitu *disjoint*, *exactly one*, dan *equality*. Kosakata *disjoint* digunakan untuk membatasi anggota kelas. Kosakata *exactly one* digunakan untuk menunjukkan kardinalitas. Kosakata *equality* digunakan untuk menunjukkan kesamaan kelas. Menurut He dan An (2011), struktur dasar pada OWL adalah *namespace* dan *ontology head*. *Namespace* digunakan untuk mengelompokkan *identifier*. *Ontology head* digunakan untuk mengumpulkan informasi metadata OWL yang digunakan.

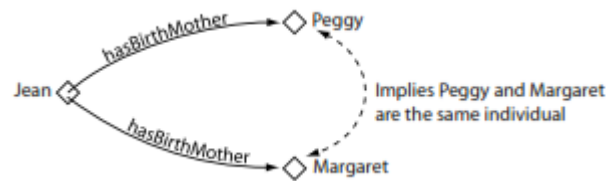


Gambar 2 Contoh struktur dasar penulisan OWL

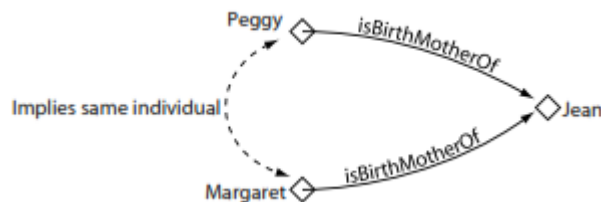
RDF Schema dan OWL menyediakan kemampuan untuk menyimpulkan hubungan antar data pada aplikasi yang berbeda. RDF Schema dan OWL juga memiliki kemampuan untuk menyimpulkan hubungan antar data pada bagian yang berbeda dalam aplikasi yang sama. Bahasa ontologi menyatakan hubungan antar elemen data yang dapat digunakan oleh pengembang perangkat lunak dengan cara memodifikasi kodenya (Hendler 2009).

### Karakteristik Properti OWL

OWL memiliki beberapa karakteristik properti yaitu *functional properties*, *inverse functional properties*, *transitive properties*, *symmetric properties*, *asymmetric properties*, *reflexive properties*, dan *irreflexive properties*. Karakteristik tersebut memiliki kegunaan yang berbeda-beda (Horridge 2011).

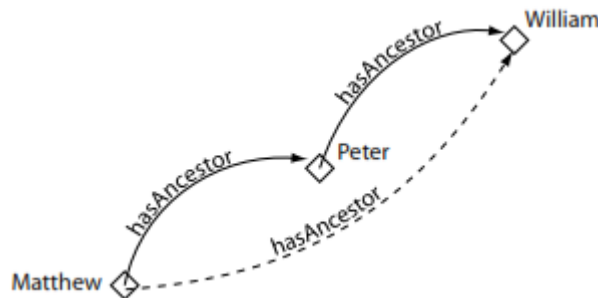


Gambar 3 Ilustrasi *functional properties* (Horridge 2011)



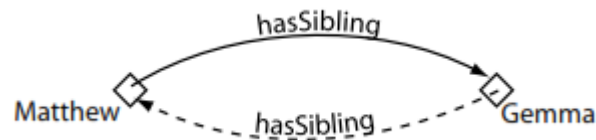
Gambar 4 Ilustrasi *inverse functional* (Horridge 2011)

Sebuah properti objek dikatakan bersifat *functional* jika properti objek tersebut hanya boleh memetakan kesatu objek atau bernilai tunggal. Ilustrasi *functional properties* dapat dilihat pada Gambar 3. Pada ilustrasi tersebut dapat dipahami bahwa Jean memiliki ibu kandung bernama Peggy dan Margareth. Secara logika tidak mungkin Jean memiliki 2 ibu kandung. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa Peggy dan Margareth adalah individu yang sama atau dengan kata lain Jean hanya memiliki satu ibu kandung. *Inverse functional properties* adalah kebalikan properti objek dari *functional properties*. Ilustrasi *inverse functional properties* dapat dilihat pada Gambar 4.



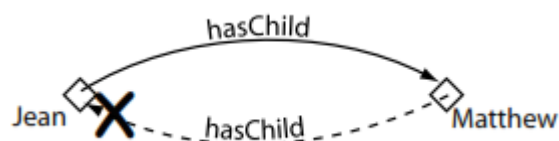
Gambar 5 Ilustrasi *transitive properties* (Horridge 2011)

Sebuah properti objek dikatakan bersifat *transitive* jika sebuah properti dapat memetakan dari individu A ke individu B. Properti tersebut juga dapat memetakan dari individu B ke individu C. Dengan properti yang sama juga dapat digunakan untuk memetakan dari individu A ke individu C. Ilustrasi *transitive properties* dapat dilihat pada Gambar 5. Pada ilustrasi tersebut dapat dipahami bahwa Matthew memiliki nenek moyang bernama Peter. Peter memiliki nenek moyang bernama William, sehingga dapat disimpulkan bahwa Matthew juga memiliki nenek moyang bernama William.



Gambar 6 Ilustrasi *symmetric properties* (Horridge 2011)

Sebuah properti objek dikatakan *symmetric* jika properti tersebut memetakan individu A ke individu B begitu juga sebaliknya dengan properti yang sama dapat memetakan dari individu B ke individu A. Ilustrasi *symmetric properties* dapat dilihat pada Gambar 6. Ilustrasi tersebut dapat dipahami bahwa Matthew memiliki saudara kandung bernama Gemma. Begitu juga sebaliknya, dapat dikatakan bahwa Gemma memiliki saudara kandung bernama Matthew.



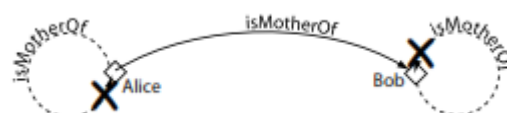
Gambar 7 Ilustrasi *asymmetric properties* (Horridge 2011)

Sebuah properti objek dikatakan *antisymmetric* atau *asymmetric* jika properti tersebut dapat memetakan individu A ke individu B, tetapi tidak berlaku sebaliknya atau tidak bisa memetakan dari individu B ke individu A. Ilustrasi *asymmetric properties* dapat dilihat pada Gambar 7. Pada ilustrasi tersebut digambarkan bahwa Jean memiliki anak bernama Matthew, tetapi properti memiliki anak tidak dapat digunakan untuk memetakan dari Matthew ke Jean.



Gambar 8 Ilustrasi *reflexive properties* (Horridge 2011)

Sebuah properti objek dikatakan bersifat *reflexive* ketika dapat memetakan terhadap dirinya sendiri. Ilustrasi *reflexive properties* dapat dilihat pada Gambar 8. Pada ilustrasi tersebut digambarkan bahwa George mengenal dirinya sendiri, begitu juga dengan Simon.



Gambar 9 Ilustrasi *irreflexive properties* (Horridge 2011)

Sebuah properti objek dikatakan bersifat *irreflexive* ketika tidak dapat digunakan untuk memetakan terhadap dirinya sendiri. Ilustrasi *irreflexive properties* dapat dilihat pada Gambar 9. Pada ilustrasi tersebut digambarkan bahwa

Alice adalah ibu dari Bob, sehingga tidak mungkin Alice ibu dari dirinya sendiri, begitu juga dengan Bob.

## SPARQL

SPARQL adalah salah satu bahasa *query* yang digunakan untuk melakukan *query* dan manipulasi data RDF. Sama halnya dengan *query* pada SQL, SPARQL juga digunakan untuk melakukan *query* data-data yang diinginkan. Pembedanya, SQL melakukan *query* pada *database* yang terdiri dari satu atau beberapa tabel, sedangkan SPARQL melakukan *query* pada data RDF yang berupa *triple model* (Segaran *et al.* 2009). Berikut ini adalah contoh *query* SPARQL, misalnya tampilkan data yang memiliki tipe tumbuhan.

```
PREFIX ex: <http://www.example.com/>
SELECT ?subjek
WHERE {
    ?subjek rdf:type ex:tumbuhan .
    ?subjek ?prediket ?objek .
}
```

PREFIX pada *query* tersebut berfungsi untuk menyingkat alamat *dataset* yang digunakan. Tanda “?” digunakan untuk menyatakan variabel. Beberapa perintah SPARQL hampir mirip dengan SQL. Klausula WHERE pada SPARQL terdiri dari subjek, prediket dan objek.

## Metode Pengembangan Ontologi

Metodologi pengembangan ontologi merupakan tahapan yang dilakukan untuk membangun suatu ontologi. Menurut Fernandez *et al.* (1997), tahapan pengembangan ontologi adalah spesifikasi, akuisisi pengetahuan, konseptualisasi, integrasi, implementasi, evaluasi dan dokumentasi. Pada tahap spesifikasi yang dilakukan adalah mendefinisikan domain ontologi, pengguna dan ruang lingkup permasalahan. Akuisisi pengetahuan dapat bersumber dari pakar, buku, gambar, tabel, dan ontologi lain. Konseptualisasi adalah memodelkan domain pengetahuan kedalam model konseptual untuk mendeskripsikan masalah dan solusi. Integrasi adalah mempertimbangkan penggunaan ontologi yang sudah ada. Terkadang tahap integrasi termasuk dalam tahap konseptualisasi. Tahap implementasi adalah merepresentasikan ontologi kedalam bahasa formal seperti Protege, Ontolingua, Prolog, C++ dan sebagainya. Evaluasi diperlukan untuk melakukan verifikasi dan validasi terhadap ontologi yang dikembangkan. Selanjutnya dilakukan dokumentasi.

Noy dan McGuinness (2001) menyatakan pembentukan ontologi ada beberapa langkah, yaitu :

1. Menentukan domain dan ruang lingkup ontologi
2. Mempertimbangkan penggunaan kembali ontologi yang sudah ada
3. Menentukan istilah penting dalam ontologi
4. Mendefinisikan kelas dan hierarki kelas
5. Mendefinisikan properti kelas
6. Mendefinisikan batasan kelas
7. Membuat objek (*instance*).



Pada penelitian ini metode pengembangan ontologi yang akan digunakan adalah penggabungan metode yang digunakan oleh Fernandez *et al.* (1997) dan metode pengembangan ontologi dari Noy dan McGuinness (2001).

### 3 METODOLOGI PENELITIAN

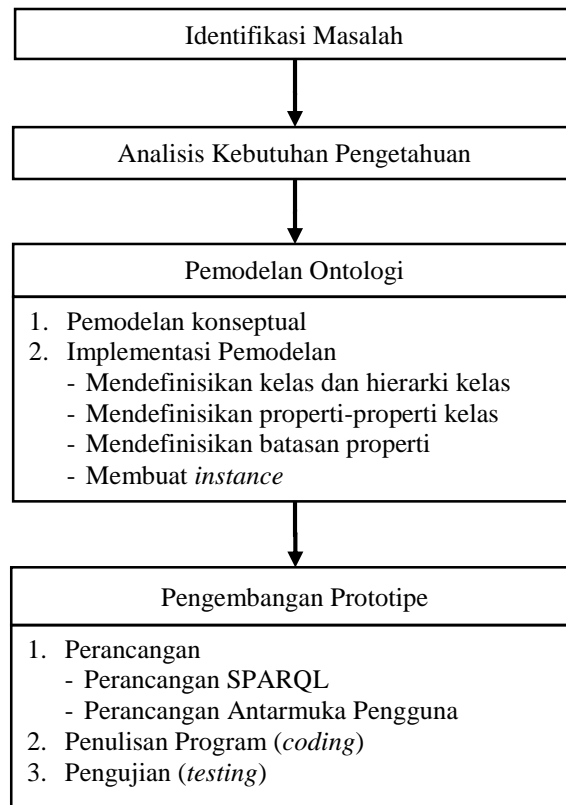
#### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah beberapa data hasil penelitian tentang kajian etnobotani pemanfaatan tumbuhan obat yang ada di Laboraturium Konservasi Tumbuhan, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor. Data yang digunakan adalah data hasil penelitian tentang kajian etnobotani di kabutapen Tapin, provinsi Kalimantan Selatan (Jumali 2006). Data yang digunakan sebanyak 60 data. Data tersebut terdiri dari 39 spesies tumbuhan yang digunakan oleh 5 suku yaitu suku banjar, dayak, jawa, madura dan sunda. Data tersebut dikumpulkan mulai bulan Juli 2005 sampai dengan Desember 2005. Data tersebut tidak menjelaskan bagaimana cara pengolahan dan cara penggunaan setiap tumbuhan. Berdasarkan hasil wawancara diasumsikan untuk pengobatan luar, cara pengolahannya ditumbuk dan cara penggunaannya di oleskan ke bagian tubuh. Penyakit yang sifatnya disembuhkan dari dalam cara pengolahannya direbus dan cara penggunaannya diminum.

Peralatan yang digunakan untuk memperlancar penelitian ini adalah perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras yang digunakan adalah komputer dengan spesifikasi processor Intel(R) Core(TM) 2 Duo CPU P7450 @2.13GHz, Memory 4 GB, Hardisk 500 GB. Perangkat lunak yang digunakan adalah Protege 4.3 untuk pemodelan ontologi, Eclipse Juno sebagai *code editor*, RAP sebagai *library* penggunaan RDF pada PHP, dan XAMPP sebagai *web server*-nya.

#### Prosedur Penelitian

Adapun proses penelitian yang akan dilakukan mengikuti tahapan metode pengembangan ontologi yang digunakan oleh Fernandez *et al.* (1997) dan pengembangan ontologi yang digunakan oleh Noy dan McGuinness (2001). Metode yang digunakan oleh Noy dan McGuinness digunakan ketika pemodelan menggunakan perangkat lunak Protege. Tahapan pengembangan prototipe menggunakan metode yang digunakan oleh Pressman (2010). Tahapan-tahapan penelitian tersebut dimodifikasi sesuai dengan kebutuhan penelitian. Tahap-tahap yang dilakukan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10 Tahapan Penelitian

**Identifikasi Masalah**

Pada tahap ini akan mengidentifikasi masalah kesulitan dalam mengembangkan model pengetahuan tumbuhan obat menggunakan konsep basis data relasional. Hasil dari identifikasi masalah akan diperoleh gambaran masalah mengapa perlu dilakukan penelitian ini.

**Analisis Kebutuhan Pengetahuan**

Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap masalah yang sudah diidentifikasi. Berdasarkan masalah yang sudah diidentifikasi, lalu dianalisis kebutuhan pengetahuan yang dibutuhkan untuk pemodelan ontologi tumbuhan obat. Analisis kebutuhan pengetahuan dilakukan dengan cara studi pustaka dan wawancara. Studi pustaka dilakukan untuk menganalisa beberapa domain yang digunakan terkait tumbuhan obat dan etnobotani. Wawancara dilakukan untuk validasi beberapa domain pengetahuan yang diperoleh. Hasil dari analisis kebutuhan pengetahuan adalah beberapa domain pengetahuan yang diperlukan pada tahap pemodelan ontologi.

**Pemodelan Ontologi**

Pemodelan ontologi dibagi menjadi 2 tahap yaitu tahap pemodelan konseptual dan implementasi pada perangkat lunak pemodelan ontologi. Pemodelan konseptual dibentuk berdasarkan domain pengetahuan dan ruang lingkup yang sudah ditetapkan. Pada tahap ini dilakukan pemetaan antar domain

yang terkait sehingga membentuk beberapa relasi. Hasil beberapa relasi tersebut membentuk hubungan antar domain. Tahap pemodelan konseptual menghasilkan model konseptual ontologi tumbuhan obat. Model konseptual tersebut dijadikan sebagai dasar untuk memodelkan ontologi pada perangkat lunak pemodelan ontologi. Perangkat lunak pemodelan ontologi yang digunakan adalah Protege.

Tahap selanjutnya adalah pemodelan pada perangkat lunak Protege. Tahap-tahap yang dilakukan adalah mendefinisikan kelas dan hierarkinya, pendefinisikan properti kelas, mendefinisikan batasan properti, dan membuat *instance* (Noy dan McGuinness 2001). Mendefinisikan kelas dan hierarkinya didasarkan pada domain pengetahuan yang telah ditentukan. Tahap ini dilakukan dengan cara mendefinisikan domain dari konsep yang paling umum ke konsep yang lebih spesifik.

Tahap selanjutnya adalah mendefinisikan properti. Properti terbagi dua yaitu properti objek dan properti data. Properti objek digunakan untuk memetakan dari satu objek ke objek lainnya. Properti data digunakan sebagai atribut kelas dan memiliki tipe data primitif seperti *string*, *integer*, *float*, dan sebagainya. Salah satu contoh properti data adalah “NamaOrganisme” yang bertipe *string*. Properti data digunakan untuk menjelaskan objek pada setiap kelas.

Tahap selanjutnya adalah mendefinisikan batasan-batasan properti. Batasan properti diterapkan pada properti objek dan properti data. Beberapa contoh batasan properti objek seperti batasan *domain*, *range*, karakteristik, dan *property restriction*. Contoh batasan properti data seperti membatasi tipe datanya.

Langkah terakhir adalah membuat individu (*instance*) dari kelas yang telah didefinisikan. Salah satu contoh individu adalah tumbuhan sambiloto. Individu sambiloto memiliki beberapa properti data seperti kode organisme dan nama organisme yang harus diisi. Tumbuhan sambiloto juga memiliki hubungan dengan individu lain seperti nama latin tumbuhan. Tumbuhan sambiloto memiliki nama latin *Andrographis paniculata*. Properti “memiliki nama latin” disebut dengan properti objek. Hasil pada tahap ini adalah model ontologi tumbuhan obat yang akan digunakan pada tahap implementasi.

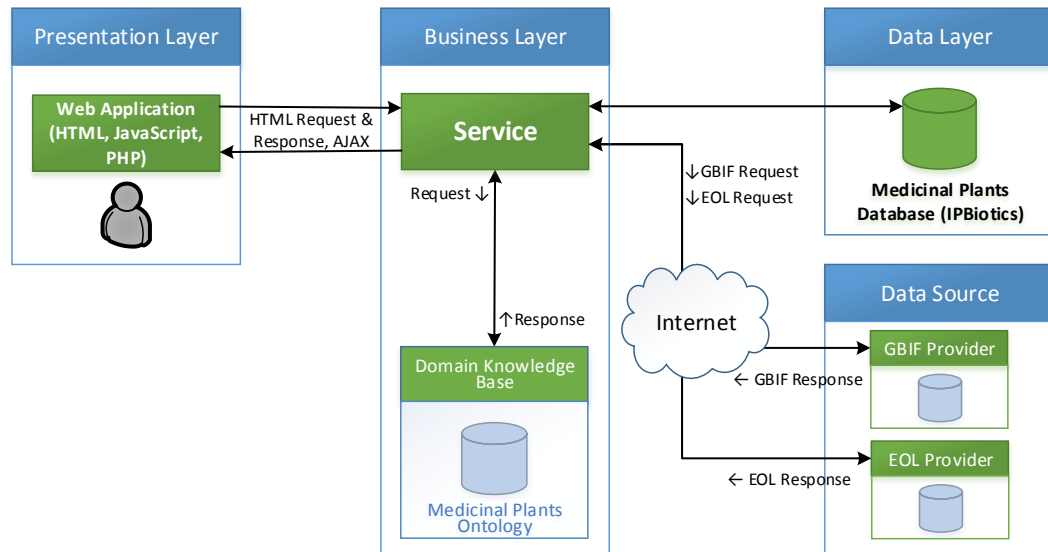
### **Pengembangan Prototipe**

Pada tahap ini yang dilakukan adalah proses penulisan program dan pengujian model ontologi tumbuhan obat Indonesia. Tahap yang dilakukan adalah merepresentasikan model ontologi tumbuhan obat kedalam format data yang dapat dibaca oleh sistem yang akan dibangun. Representasi model ontologi yang digunakan adalah RDF/OWL. Setelah itu membuat SPARQL untuk melakukan *query* pada model ontologi yang dibuat dan merancang antarmuka pengguna. Tahap selanjutnya adalah menulis kode program. Penulisan kode program menggunakan bahasa pemrograman PHP.

Tahap selanjutnya adalah mengevaluasi model dengan cara menguji model ontologi tumbuhan obat pada sistem yang dibangun. Pengujian dilakukan dengan membuat beberapa percobaan kasus pada sistem. Setelah itu menganalisis hasil pengujian yang dilakukan. Analisis dilakukan untuk memastikan sistem yang dibangun sesuai dengan hasil pemodelan.

## Arsitektur Sistem

Secara garis besar, sistem ini dibagi menjadi tiga lapisan (*layer*) yaitu lapisan presentasi (*presentation layer*), lapisan bisnis (*business layer*), dan lapisan data (*data layer*). Lapisan presentasi adalah antarmuka untuk pengguna yang ingin menggunakan sistem. Lapisan bisnis berisi modul-modul yang berfungsi untuk memproses permintaan dari lapisan presentasi. Lapisan data adalah tempat penyimpanan data tumbuhan obat. arsitektur sistem yang dikembangkan dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11 Arsitektur sistem

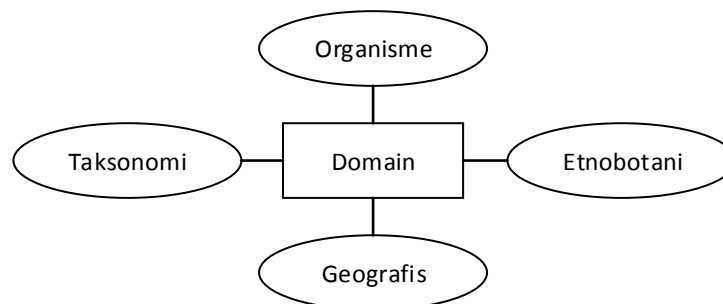
Lapisan bisnis juga berfungsi mengubah basis data yang berada pada lapisan data menjadi model ontologi. Ketika terjadi permintaan pengetahuan tumbuhan dari lapisan presentasi, salah satu modul pada lapisan bisnis akan memeriksa informasi taksonomi yang ada pada GBIF dan EOL sesuai dengan tumbuhannya. Nama ilmiah pada GBIF dan EOL dapat diakses menggunakan *Application Programming Interface (API)* yang disediakan oleh GBIF dan EOL.

## 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

### Identifikasi Masalah

Saat ini beberapa informasi tentang pemanfaatan tumbuhan obat yang berasal dari beberapa daerah di Indonesia sudah banyak yang terpublikasi. Salah satunya ada di Laboratorium Konservasi Tumbuhan, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor (IPB). Informasi tersebut sudah dibangun dalam sistem terkomputerisasi. Model rancangan basis data sistem tersebut menggunakan konsep basis data relasional. Permasalahannya adalah model basis data relasional kurang sesuai diterapkan pada pengembangan sistem kedepannya. Hal ini disebabkan model basis data relasional sulit diterapkan pada sistem berbasis inferensi. Pengembangan sistem tersebut kedepannya berbasis web semantik, sehingga diperlukan sebuah model rancangan yang dapat mengatasi masalah tersebut. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk memodelkannya adalah ontologi.

Ontologi membutuhkan domain-domain pengetahuan untuk memodelkan pengetahuan tumbuhan obat. Pengetahuan tersebut diperoleh dari hubungan-hubungan antar domain. Oleh karena itu perlu mengidentifikasi domain-domain yang digunakan untuk memodelkan pengetahuan tumbuhan obat dalam konsep etnobotani. Domain-domain pengetahuan secara umum yang menjadi batasan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12 Batasan domain penelitian

### Analisis Kebutuhan Pengetahuan

Berdasarkan penelitian-penelitian tentang etnobotani, ada beberapa subdomain yang digunakan untuk menjelaskan domain etnobotani. Subdomain tersebut adalah suku pada suatu tempat, nama lokal tumbuhan, manfaat tumbuhan, bagian tumbuhan yang digunakan, cara pengolahan tumbuhan obat, dan cara penggunaannya. Suku yang ada di Indonesia bermacam-macam dan tersebar diberbagai tempat, sehingga domain lokasi dari suku juga diperlukan. Suku yang sama pada tempat yang berbeda bisa saja memiliki perbedaan dalam memanfaatkan sebuah tumbuhan.

Nama ilmiah tumbuhan juga merupakan salah satu bagian penting dalam tingkatan taksonomi. Nama ilmiah dapat membantu mengenali jenis tumbuhan obat. Portal keanekaragaman hayati yang menyediakan informasi nama ilmiah organisme adalah GBIF dan EOL. Informasi yang terdapat pada GBIF dan EOL digunakan untuk melengkapi informasi taksonomi tumbuhan obat, sehingga tidak perlu lagi membuat informasi taksonomi sendiri.

Sebelum dilakukan pemodelan, domain yang akan digunakan harus didefinisikan terlebih dahulu. Domain yang akan digunakan adalah sebagai berikut.

1. Organisme
  - Tumbuhan (bagian dari organisme)
2. Etnobotani
  - Daerah (bagian dari etnobotani)
  - Suku (bagian dari etnobotani)
  - Nama lokal (bagian dari etnobotani)
  - Manfaat tumbuhan (bagian dari etnobotani)
  - Manfaat tumbuhan dibagi menjadi 2 yaitu sebagai manfaat obat dan manfaat non-obat.
  - Bagian tumbuhan yang digunakan (bagian dari etnobotani)
  - Cara pengolahan (bagian dari etnobotani)
  - Cara penggunaan (bagian dari etnobotani)
3. Taksonomi
  - Nama latin (nama ilmiah organisme)
4. Geografis
  - Lokasi ditemukannya tumbuhan
  - Pengambilan data tumbuhan
  - Waktu pengambilan data tumbuhan

Lokasi ditemukannya tumbuhan, pengambilan data tumbuhan dan waktu pengambilan data tumbuhan mengikuti standar *Darwin Core*. Istilah-istilah yang mengikuti standar *Darwin Core* ditandai dengan prefiks “dwc”. Istilah lokasi yang terdapat pada *Darwin Core* menggunakan prefiks “dcterms”. Penggunaan istilah standar berfungsi untuk mempermudah *query* pada *dataset* yang berbeda.

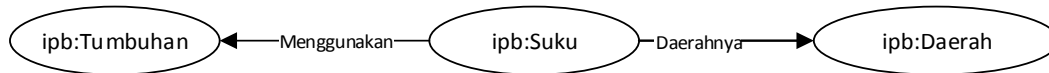
## **Pemodelan Ontologi**

### **Pemodelan Konseptual**

Berdasarkan beberapa domain yang sudah ditentukan, dilakukan pemodelan secara konseptual untuk melihat hubungan antar kelasnya. Untuk melihat hubungan setiap domain dengan domain lainnya dapat dilihat dengan pemetaan antar domain. Pemetaan yang dilakukan antara lain :

- Pemetaan suku terhadap domain pengetahuan lain.
- Pemetaan nama lokal terhadap domain pengetahuan lain.
- Pemetaan manfaat tumbuhan terhadap domain pengetahuan lain.
- Pemetaan cara pengolahan terhadap domain pengetahuan lain.
- Pemetaan cara penggunaan terhadap domain pengetahuan lain.
- Pemetaan bagian tumbuhan yang digunakan terhadap domain pengetahuan lain.
- Pemetaan nama latin tumbuhan terhadap domain pengetahuan lain.
- Pemetaan pengambilan data tumbuhan (*occurrence*) terhadap domain pengetahuan lain.

Setiap suku tinggal di berbagai tempat. Setiap suku juga dapat menggunakan tumbuhan lebih dari satu jenis. Berdasarkan keterangan tersebut, domain suku memiliki hubungan dengan 2 domain lain yaitu domain tumbuhan dan daerah. Hubungan antara domain suku dengan domain yang terkait dapat dilihat pada Gambar 13.



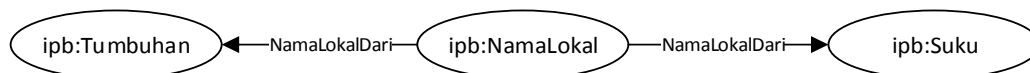
Gambar 13 Pemetaan domain suku

Pemetaan dari domain suku terhadap domain tumbuhan dan daerah menghasilkan beberapa relasi. Relasi yang terbentuk dari hasil pemetaan tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Relasi hasil pemetaan domain suku

| No | Pemetaan terhadap domain lain | Relasi yang terbentuk | Keterangan                    |
|----|-------------------------------|-----------------------|-------------------------------|
| 1  | Tumbuhan                      | Menggunakan           | Suku X menggunakan tumbuhan Y |
| 2  | Daerah                        | Daerahnya             | Suku X tinggal di daerah Y    |

Nama lokal tumbuhan pada setiap suku bisa sama dan juga bisa berbeda, tergantung dimana suku tersebut berdomisili. Berdasarkan keterangan tersebut, domain nama lokal memiliki hubungan dengan 2 domain lain yaitu domain tumbuhan dan suku. Hubungan antara domain nama lokal tumbuhan dengan domain yang terkait dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14 Pemetaan domain nama lokal

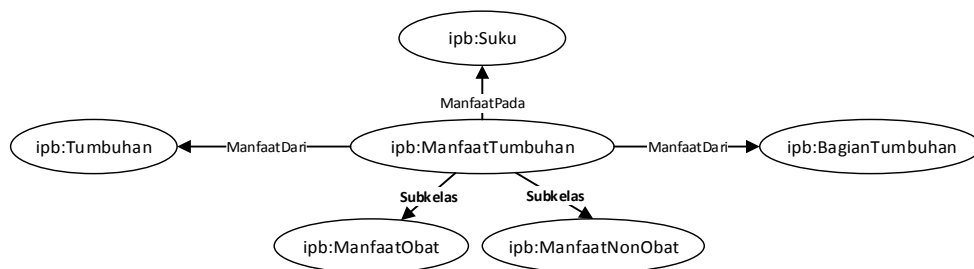
Pemetaan dari domain nama lokal terhadap domain tumbuhan dan suku menghasilkan beberapa relasi. Relasi yang terbentuk dari hasil pemetaan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Relasi hasil pemetaan domain nama lokal

| No | Pemetaan terhadap domain lain | Relasi yang terbentuk | Keterangan                                     |
|----|-------------------------------|-----------------------|--|
| 1  | Suku                          | Nama lokal dari       | Nama lokal X adalah nama lokal dari suku Y     |
| 2  | Tumbuhan                      | Nama lokal dari       | Nama lokal X adalah nama lokal dari tumbuhan Y |



Manfaat tumbuhan pada setiap suku bisa memiliki persamaan dan perbedaan tergantung adat dan budaya pada tempat tertentu. Bagian tumbuhan yang dimanfaatkan juga bisa berbeda pada setiap suku. Pemanfaatan tumbuhan pada setiap suku bisa bermacam-macam, baik sebagai obat maupun manfaat lainnya. Berdasarkan keterangan tersebut, domain manfaat tumbuhan memiliki hubungan dengan 3 domain lain yaitu domain tumbuhan, bagian tumbuhan, dan suku yang menggunakan tumbuhan tersebut. Selain relasi, manfaat tumbuhan dibagi menjadi 2 subkelas yaitu manfaat sebagai obat dan bukan sebagai obat. contoh manfaat tumbuhan bukan sebagai obat seperti sebagai bahan bangunan, alat ritual dan sebagainya. Hubungan antara domain manfaat tumbuhan dengan domain yang terkait dapat dilihat pada Gambar 15.



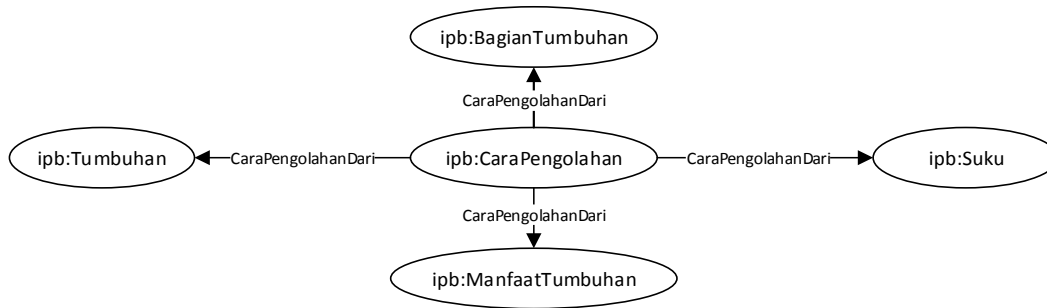
Gambar 15 Pemetaan domain manfaat tumbuhan

Domain manfaat obat dan manfaat non obat juga memiliki hubungan dengan domain tumbuhan, bagian tumbuhan dan suku yang menggunakannya karena domain manfaat obat dan manfaat non obat adalah subkelas dari manfaat tumbuhan. Pemetaan dari domain manfaat tumbuhan terhadap domain tumbuhan, bagian tumbuhan dan suku yang menggunakan menghasilkan beberapa relasi. Relasi yang terbentuk dari hasil pemetaan tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Relasi hasil pemetaan domain manfaat tumbuhan

| No | Pemetaan terhadap domain lain | Relasi yang terbentuk | Keterangan                                      |
|----|-------------------------------|-----------------------|---|
| 1  | Tumbuhan                      | ManfaatDari           | Manfaat X adalah manfaat dari tumbuhan Y        |
| 2  | Bagian tumbuhan               | Manfaat dari          | Manfaat X adalah manfaat dari bagian tumbuhan Y |
| 3  | Suku                          | Manfaat pada          | Manfaat X adalah manfaat tumbuhan pada suku Y   |

Cara pengolahan tumbuhan pada setiap suku bisa berbeda-beda. Manfaat yang diperoleh juga berbeda-beda sesuai dengan cara pengolahan tumbuhannya, misalnya untuk pengobatan luar cara pengolahan tumbuhannya cenderung ditumbuk. Berdasarkan keterangan tersebut, domain cara pengolahan tumbuhan memiliki hubungan dengan 4 domain lain yaitu domain tumbuhan, bagian tumbuhan, suku, dan manfaat tumbuhan. Hubungan antara domain cara pengolahan dengan domain yang terkait dapat dilihat pada Gambar 16.



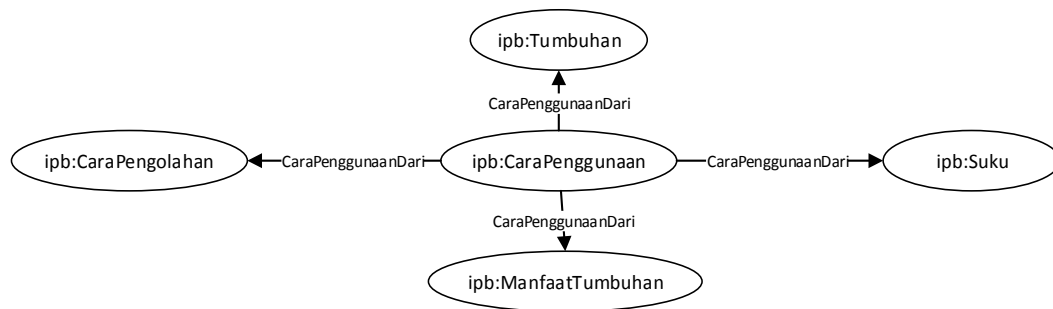
Gambar 16 Pemetaan domain cara pengolahan

Pemetaan dari domain cara pengolahan terhadap domain suku, tumbuhan, bagian tumbuhan, dan manfaat tumbuhan menghasilkan beberapa relasi. Relasi yang terbentuk dari hasil pemetaan tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Relasi hasil pemetaan domain manfaat tumbuhan

| No | Pemetaan terhadap domain lain | Relasi yang terbentuk | Keterangan  |
|----|-------------------------------|-----------------------|---|
| 1  | Tumbuhan                      | Cara pengolahan dari  | Cara pengolahan X adalah cara pengolahan dari tumbuhan Y                      |
| 2  | Suku                          | Cara pengolahan dari  | Cara pengolahan X adalah cara pengolahan tumbuhan dari suku Y                 |
| 3  | Bagian Tumbuhan               | Cara pengolahan dari  | Cara pengolahan X adalah cara pengolahan bagian tumbuhan Y                    |
| 4  | Manfaat Tumbuhan              | Cara pengolahan dari  | Cara pengolahan X adalah cara pengolahan tumbuhan yang dimanfaatkan sebagai Y |

Cara penggunaan pada penelitian ini memiliki arti cara penggunaan hasil olahan tumbuhan. Cara penggunaan hasil olahan tumbuhan pada setiap suku bisa berbeda-beda. Manfaat yang diperoleh juga berbeda-beda sesuai dengan cara penggunaannya, misalnya untuk pengobatan luar cara penggunaannya cenderung dioleskan ke bagian tubuh yang diobati. Berdasarkan keterangan tersebut, domain cara penggunaan memiliki hubungan dengan 4 domain lain yaitu domain tumbuhan, suku, manfaat tumbuhan, dan cara pengolahan. Hubungan antara domain cara penggunaan dengan domain yang terkait dapat dilihat pada Gambar 17.



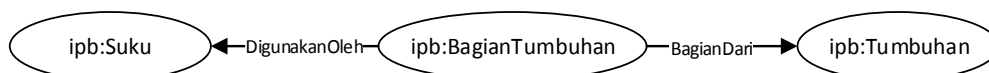
Gambar 17 Pemetaan domain cara penggunaan

Pemetaan dari domain cara pengolahan terhadap domain suku, tumbuhan, manfaat tumbuhan dan cara pengolahan menghasilkan beberapa relasi. Relasi yang terbentuk dari hasil pemetaan tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Relasi hasil pemetaan domain cara penggunaan

| No | Pemetaan terhadap domain lain | Relasi yang terbentuk | Keterangan   |
|----|-------------------------------|-----------------------|--|
| 1  | Tumbuhan                      | Cara penggunaan dari  | Cara penggunaan X adalah cara penggunaan dari tumbuhan Y                         |
| 2  | Cara pengolahan               | Cara penggunaan dari  | Cara penggunaan X adalah cara penggunaan dari hasil olahan Y                     |
| 3  | Suku                          | Cara penggunaan dari  | Cara penggunaan X adalah cara penggunaan hasil olahan tumbuhan pada suku Y       |
| 4  | Manfaat tumbuhan              | Cara penggunaan dari  | Cara penggunaan X adalah cara penggunaan hasil olahan tumbuhan sebagai manfaat Y |

Penggunaan bagian tumbuhan pada setiap suku kemungkinan bisa berbeda-beda. Berdasarkan keterangan tersebut, domain bagian tumbuhan memiliki hubungan dengan domain tumbuhan. Hubungan manfaat tumbuhan dengan bagian tumbuhan yang digunakan sudah dijelaskan sebelumnya. Hubungan antara domain bagian tumbuhan dengan domain yang terkait dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 18 Pemetaan domain bagian tumbuhan

Pemetaan dari domain bagian tumbuhan terhadap domain tumbuhan menghasilkan sebuah relasi. Relasi yang terbentuk dari hasil pemetaan tersebut dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Relasi hasil pemetaan domain bagian tumbuhan

| No | Pemetaan terhadap domain lain | Relasi yang terbentuk | Keterangan                              |
|----|-------------------------------|-----------------------|---|
| 1  | Tumbuhan                      | Bagian dari           | Bagian X adalah bagian dari tumbuhan Y  |
| 2  | Suku                          | Digunakan oleh        | Bagian tumbuhan X digunakan oleh suku Y |

Nama latin atau nama ilmiah suatu organisme harus ditentukan oleh ahli taksonomi, sehingga nama ilmiah yang digunakan pada penelitian ini diambil dari sumber yang sudah ada. Berdasarkan keterangan tersebut, domain nama latin memiliki hubungan dengan 2 domain lain yaitu domain organisme dan sumber eksternal. Hubungan antara domain nama latin dengan domain yang terkait dapat dilihat pada Gambar 19.



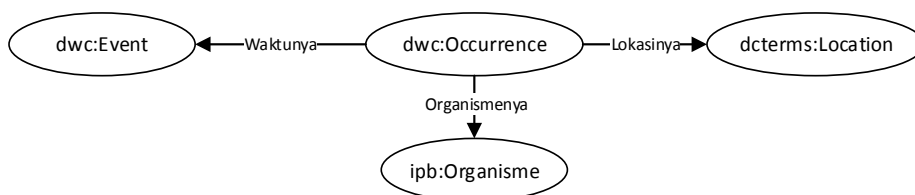
Gambar 19 Pemetaan domain nama latin

Tumbuhan merupakan subkelas domain organisme, sehingga domain nama latin juga memiliki hubungan dengan tumbuhan dengan relasi yang sama dengan hasil pemetaan antara domain nama latin dengan domain organisme. Pemetaan dari domain nama latin terhadap domain organisme menghasilkan sebuah relasi. Relasi yang terbentuk dari hasil pemetaan tersebut dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Relasi hasil pemetaan domain nama latin

| No | Pemetaan terhadap domain lain | Relasi yang terbentuk | Keterangan                                      |
|----|-------------------------------|-----------------------|---|
| 1  | Organisme                     | Nama latin dari       | Nama latin X adalah nama latin dari organisme Y |

Pengambilan data tumbuhan dapat dilakukan pada koordinat lokasi dan waktu tertentu. Berdasarkan keterangan tersebut, domain *occurrence* (kejadian pengambilan data) memiliki hubungan dengan 3 domain lain yaitu domain organisme, lokasi dan waktu. Hubungan antara domain *occurrence* dengan domain yang terkait dapat dilihat pada Gambar 20.

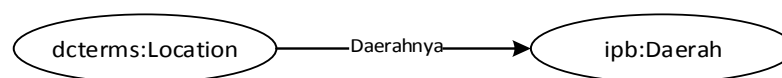
Gambar 20 Pemetaan domain *occurrence*

Tumbuhan merupakan subkelas domain organisme, sehingga domain occurrence juga memiliki hubungan dengan domain tumbuhan seperti domain organisme. Pemetaan dari domain *occurrence* terhadap domain organisme, lokasi(*location*) dan waktu (*event*) menghasilkan beberapa relasi. Relasi yang terbentuk dari hasil pemetaan tersebut dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 Relasi hasil pemetaan domain *occurrence*

| No | Pemetaan terhadap domain lain | Relasi yang terbentuk | Keterangan                               |
|----|-------------------------------|-----------------------|--|
| 1  | Organisme                     | Organismenya          | Kejadian X mengumpulkan data organisme Y |
| 2  | <i>Event</i>                  | Waktunya              | Kejadian X dilakukan ketika Y            |
| 3  | <i>Location</i>               | Lokasinya             | Kejadian X dilakukan pada lokasi Y       |

Pada satu daerah tertentu dapat memiliki beberapa koordinat lokasi tumbuhan. Berdasarkan keterangan tersebut, domain lokasi memiliki hubungan dengan domain daerah. Hubungan antara domain lokasi dengan domain daerah dapat dilihat pada Gambar 21.



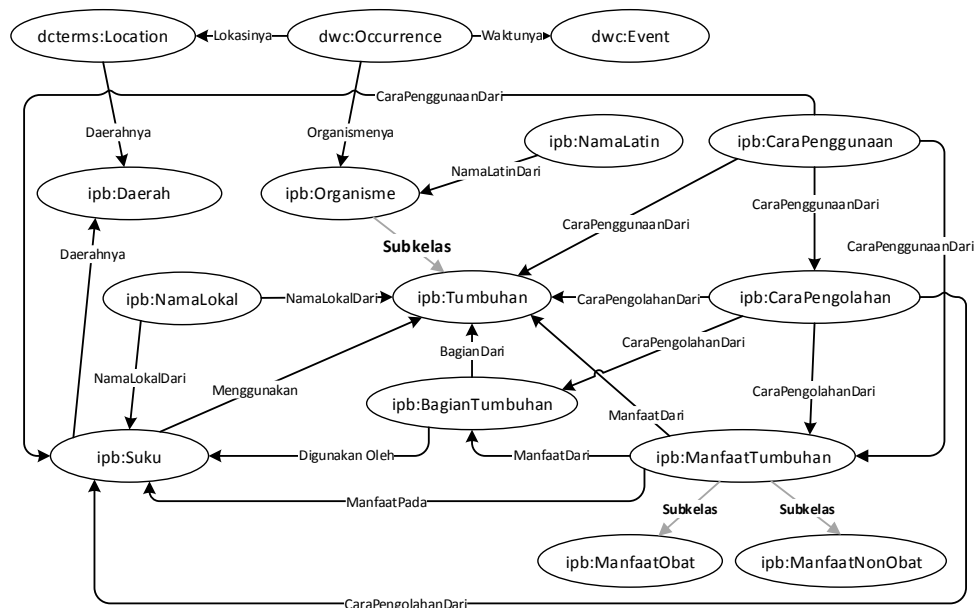
Gambar 21 Pemetaan domain lokasi

Pemetaan dari domain lokasi terhadap domain daerah menghasilkan beberapa relasi. Relasi yang terbentuk dari hasil pemetaan tersebut dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9 Relasi hasil pemetaan domain lokasi

| No | Pemetaan terhadap domain lain | Relasi yang terbentuk | Keterangan                               |
|----|-------------------------------|-----------------------|--|
| 1  | Daerah                        | Daerahnya             | Kooordinat lokasi X berada pada daerah Y |

Jika hasil pemetaan domain yang telah dilakukan digabung menjadi satu, maka akan terbentuk sebuah aturan (*rule*) yang akan dijadikan sebagai model konseptual dalam membentuk ontologi tumbuhan obat. model konseptual ontologi tumbuhan obat dari hasil penggabungan beberapa pemetaan dapat dilihat pada Gambar 22.



Gambar 22 Model konseptual ontologi tumbuhan obat

Selanjutnya dilakukan verifikasi terhadap model ontologi tumbuhan obat yang dikembangkan. Verifikasi model dilakukan dengan bertanya kepada pakar etnobotani Prof Dr Ir Ervizal AM Zuhud, MS di Laboratorium Konservasi Tumbuhan, Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.

Untuk membentuk sebuah aturan, setiap relasi harus memiliki invers dari relasi yang sudah ditentukan. Hal itu berguna untuk melakukan proses inferensi. Invers dari relasi yang terbentuk dapat dilihat pada Tabel 10. Selain itu relasi-relasi tersebut memiliki karakteristik seperti pada Tabel 11.

Tabel 10 Invers relasi hasil pemetaan

| No | Relasi               | Relasi invers      | Domain           | Range   |
|----|----------------------|--------------------|------------------|---|
| 1  | Nama lokal dari      | Nama lokalnya      | Nama lokal       | - Tumbuhan<br>- Suku  |
| 2  | Menggunakan          | Digunakan oleh     | Suku             | - Tumbuhan<br>- Bagian Tumbuhan                                 |
| 3  | Manfaat dari         | Manfaatnya         | Manfaat tumbuhan | - Tumbuhan<br>- Bagian tumbuhan                                 |
| 4  | Cara pengolahan dari | Cara pengolahannya | Cara pengolahan  | - Tumbuhan<br>- Suku<br>- Bagian tumbuhan<br>- Manfaat tumbuhan |
| 5  | Cara penggunaan dari | Cara penggunaannya | Cara penggunaan  | - Tumbuhan<br>- Suku<br>- Manfaat tumbuhan<br>- Cara pengolahan |

| No | Relasi          | Relasi invers           | Domain                        | Range        |
|----|-----------------|-------------------------|-------------------------------|--------------|
| 6  | Bagian dari     | Bagiannya               | Bagian tumbuhan               | Tumbuhan     |
| 7  | Manfaat pada    | Memanfaatkannya sebagai | Manfaat tumbuhan              | Suku         |
| 8  | Nama latin dari | Nama latinnya           | Nama latin                    | Organisme    |
| 9  | Organismenya    | Organisme dari          | <i>Occurrence</i>             | Organisme    |
| 10 | Waktunya        | Waktu dari              | <i>Occurrence</i>             | <i>Event</i> |
| 11 | Lokasinya       | Lokasi dari             | - Suku<br>- <i>Occurrence</i> | Lokasi       |
| 12 | Daerahnya       | Daerah dari             | - Lokasi                      | Daerah       |

Tabel 11 Karakteristik relasi hasil pemetaan

| No | Relasi                  | Karakteristik                              |
|----|-------------------------|--|
| 1  | Nama lokal dari         | <i>Asymmetric, Irreflexive</i>             |
| 2  | Menggunakan             | <i>Asymmetric, Irreflexive</i>             |
| 3  | Manfaat dari            | <i>Asymmetric, Irreflexive</i>             |
| 4  | Cara pengolahan dari    | <i>Asymmetric, Irreflexive</i>             |
| 5  | Cara penggunaan dari    | <i>Asymmetric, Irreflexive</i>             |
| 6  | Bagian dari             | <i>Asymmetric, Irreflexive</i>             |
| 7  | Manfaat pada            | <i>Asymmetric, Irreflexive</i>             |
| 8  | Nama latin dari         | <i>Asymmetric, Irreflexive, Functional</i> |
| 9  | Organismenya            | <i>Asymmetric, Irreflexive, Functional</i> |
| 10 | Waktunya                | <i>Asymmetric, Irreflexive, Functional</i> |
| 11 | Lokasinya               | <i>Asymmetric, Irreflexive</i>             |
| 12 | Daerahnya               | <i>Asymmetric, Irreflexive</i>             |
| 13 | Nama lokalnya           | <i>Asymmetric, Irreflexive</i>             |
| 14 | Digunakan oleh          | <i>Asymmetric, Irreflexive</i>             |
| 15 | Manfaatnya              | <i>Asymmetric, Irreflexive</i>             |
| 16 | Cara pengolahannya      | <i>Asymmetric, Irreflexive</i>             |
| 17 | Cara penggunaannya      | <i>Asymmetric, Irreflexive</i>             |
| 18 | Bagiannya               | <i>Asymmetric, Irreflexive</i>             |
| 19 | Memanfaatkannya sebagai | <i>Asymmetric, Irreflexive</i>             |
| 20 | Nama latinnya           | <i>Asymmetric, Irreflexive</i>             |
| 21 | Organisme dari          | <i>Asymmetric, Irreflexive</i>             |
| 22 | Waktu dari              | <i>Asymmetric, Irreflexive</i>             |
| 23 | Lokasi dari             | <i>Asymmetric, Irreflexive</i>             |
| 24 | Daerah dari             | <i>Asymmetric, Irreflexive</i>             |

Berdasarkan model konseptual tersebut, informasi yang ada dapat menjadi sebuah pengetahuan. Pengetahuan-pengetahuan yang dapat dibentuk berdasarkan aturan-aturan pada model konseptual dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12 Beberapa pengetahuan yang dapat dibentuk

| Pengetahuan | Keterangan                                  |
|-------------|---|
| 1           | Nama lokal pada suku tertentu               |
| 2           | Manfaat tumbuhan pada suku tertentu         |
| 3           | Cara pengolahan tumbuhan pada suku tertentu |

| Pengetahuan | Keterangan                                     |
|-------------|--|
| 4           | Cara penggunaan hasil olahan tumbuhan          |
| 5           | Bagian tumbuhan yang diolah oleh suku tertentu |
| 6           | Nama ilmiah tumbuhan                           |
| 7           | Penyebaran tumbuhan                            |

Tabel 13 Aturan-aturan pada model konseptual (*triple model*)

| Aturan | Variabel subjek  | Relasi/prediket        | Variabel objek   |
|--------|------------------|------------------------|------------------|
| 1      | ?namalokal       | ipb:NamaLokalDari      | ?tumbuhan        |
| 2      | ?namalokal       | ipb:NamaLokalDari      | ?suku            |
| 3      | ?suku            | ipb:Menggunakan        | ?tumbuhan        |
| 4      | ?suku            | ipb:Daerahnya          | ?daerah          |
| 5      | ?manfaat         | ipb:ManfaatDari        | ?tumbuhan        |
| 6      | ?manfaat         | ipb:ManfaatDari        | ?bagiantumbuhan  |
| 7      | ?manfaat         | ipb:ManfaatPada        | ?suku            |
| 8      | ?bagiantumbuhan  | ipb:DigunakanOleh      | ?suku            |
| 9      | ?bagiantumbuhan  | ipb:BagianDari         | ?tumbuhan        |
| 10     | ?carapengolahan  | ipb:CaraPengolahanDari | ?tumbuhan        |
| 11     | ?carapengolahan  | ipb:CaraPengolahanDari | ?manfaat         |
| 12     | ?carapengolahan  | ipb:CaraPengolahanDari | ?suku            |
| 13     | ?carapengolahan  | ipb:CaraPengolahanDari | ?bagiantumbuhan  |
| 14     | ?carapenggunaan  | ipb:CaraPenggunaanDari | ?tumbuhan        |
| 15     | ?carapenggunaan  | ipb:CaraPenggunaanDari | ?carapengolahan  |
| 16     | ?carapenggunaan  | ipb:CaraPenggunaanDari | ?manfaat         |
| 17     | ?carapenggunaan  | ipb:CaraPenggunaanDari | ?suku            |
| 18     | ?namalatin       | ipb:NamaLatinDari      | ?tumbuhan        |
| 19     | ?namalatin       | ipb:Sumbernya          | ?sumbereksternal |
| 20     | ?occurrence      | ipb:Organismenya       | ?tumbuhan        |
| 21     | ?occurrence      | ipb:Lokasinya          | ?koordinatlokasi |
| 22     | ?occurrence      | ipb:Waktunya           | ?waktu           |
| 23     | ?koordinatlokasi | ipb:Daerahnya          | ?daerah          |

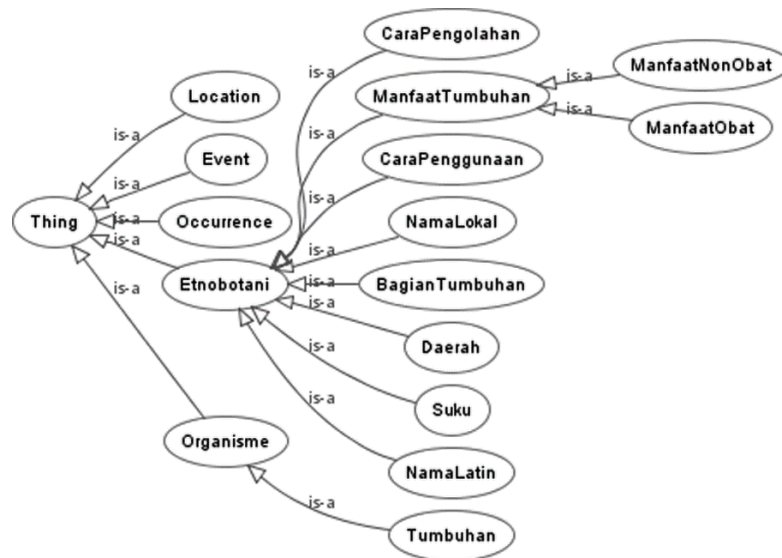
Pengetahuan-pengetahuan pada Tabel 12 dapat direpresentasikan menggunakan aturan-aturan model konseptual pada Tabel 13. Aturan-aturan yang digunakan untuk membentuk pengetahuan tersebut adalah sebagai berikut:

1. IF (Aturan1 AND Aturan2 AND Aturan3) THEN Pengetahuan1
2. IF (Aturan3 AND Aturan5 AND Aturan7) THEN Pengetahuan2
3. IF (Pengetahuan2 AND Aturan10 AND Aturan11 AND Aturan12) THEN Pengetahuan3
4. IF (Pengetahuan3 AND Aturan14 AND Aturan15 AND Aturan16 AND Aturan17) THEN Pengetahuan4
5. IF (Pengetahuan3 AND Aturan6 AND Aturan8 AND Aturan9 AND Aturan13) THEN Pengetahuan5
6. IF (Aturan18 AND Aturan19) THEN Pengetahuan6
7. IF (Aturan20 AND Aturan21) THEN Pengetahuan7



### Implementasi Pemodelan

Berdasarkan model konseptual yang telah di modelkan, selanjutnya dimodelkan menggunakan perangkat lunak bantu untuk pemodelan ontologi. Perangkat lunak bantu yang digunakan adalah Protege. Tahap pertama yang dilakukan adalah mendefinisikan domain-domain yang telah dianalisis pada pemodelan konseptual kedalam kelas-kelas yang membentuk sebuah hierarki. Hasil pembentukannya dapat dilihat pada Gambar 23.



Gambar 23 Kelas dan hierarkinya

Kelas Tumbuhan merupakan subkelas Organisme, sehingga kelas Tumbuhan akan mewarisi seluruh relasi yang dimiliki oleh kelas Organisme. Begitu juga dengan kelas manfaat obat dan manfaat non obat akan mewarisi seluruh relasi yang dimiliki oleh kelas manfaat. Berdasarkan beberapa kelas yang sudah terbentuk, ditentukan atribut masing masing kelas. Atribut kelas memiliki tipe data primitif seperti *string*, *integer*, *float*, dan sebagainya. Atribut yang dibuat akan diturunkan pada anggota kelasnya (*instance*). Pada perangkat lunak Protege, atribut dinamakan dengan properti data. Definisi properti data dan batasannya dapat dilihat pada Tabel 14 dan Tabel 15.

Tabel 14 Definisi properti data

| No | Properti data  | Kelas      | Keterangan   |
|----|----------------|------------|--|
| 1  | Kode Organisme | Organisme  | Properti data yang digunakan sebagai atribut kode pada kelas organisme.                      |
| 2  | Nama Organisme | Organisme  | Properti data yang digunakan sebagai nama tumbuhan pada objek yang termasuk kelas Organisme. |
| 3  | Deskripsi      | Etnobotani | Properti data yang digunakan untuk   |

| No | Properti data        | Kelas            | Keterangan  |
|----|----------------------|------------------|---|
|    |                      |                  | mendesripsikan anggota pada semua subkelas etnobotani.  |
| 4  | Kode Nama Lokal      | Nama Lokal       | Properti data yang digunakan sebagai atribut kode pada kelas Nama Lokal.  |
| 5  | Kode Suku            | Suku             | Properti data yang digunakan sebagai atribut kode pada kelas Suku.  |
| 6  | Kode Cara Pengolahan | Cara Pengolahan  | Properti data yang digunakan sebagai atribut kode pada kelas Cara Pengolahan.   |
| 7  | Kode Cara Penggunaan | Cara Penggunaan  | Properti data yang digunakan sebagai atribut kode pada kelas Cara Penggunaan.   |
| 8  | Kode Daerah          | Daerah           | Properti data yang digunakan sebagai atribut kode pada kelas Daerah   |
| 9  | Kode Manfaat         | Manfaat Tumbuhan | Properti data yang digunakan sebagai atribut kode pada kelas Manfaat Tumbuhan. Kelas Manfaat Obat dan Manfaat Non Obat juga mewarisi atribut ini. |
| 10 | Kode Bagian Tumbuhan | Bagian Tumbuhan  | Properti data yang digunakan sebagai atribut kode pada kelas Bagian Tumbuhan.   |
| 11 | Kode Nama Latin      | Nama Latin       | Properti data yang digunakan sebagai atribut kode pada kelas Nama latin.  |
| 12 | Spesies              | Nama Latin       | Properti ini digunakan sebagai atribut nama spesies dari GBIF.  |
| 13 | dwc:locationID       | dcterms:Location | Properti data yang digunakan sebagai atribut kode pada kelas Lokasi.  |
| 14 | dwc: locationRemarks | dcterms:Location | Properti data yang digunakan sebagai keterangan Lokasi.   |

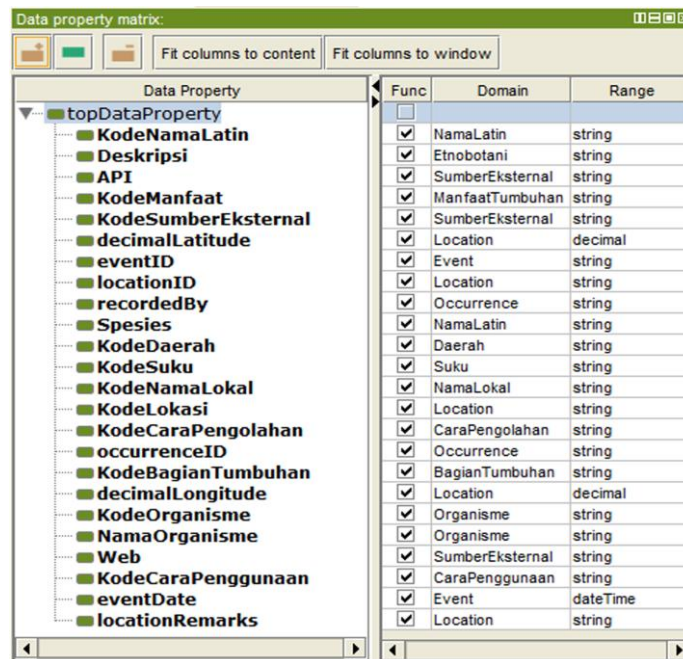
| No | Properti data         | Kelas            | Keterangan   |
|----|-----------------------|------------------|--|
| 15 | dwc: decimalLongitude | dcterms:Location | Properti data yang digunakan sebagai atribut koordinat garis bujur.              |
| 16 | dwc: decimalLatitude  | dcterms:Location | Properti data yang digunakan sebagai atribut koordinat garis lintang.            |
| 17 | dwc:occurrenceID      | dwc:Occurrence   | Properti data yang digunakan sebagai atribut kode pada kelas Occurrence.         |
| 18 | dwc:recordedBy        | dwc:Occurrence   | Properti data yang digunakan sebagai atribut keterangan yang mengambil data.     |
| 19 | dwc:eventID           | dwc:Event        | Properti data yang digunakan sebagai atribut kode pada kelas Event.              |
| 20 | dwc:eventDate         | dwc:Event        | Properti data yang digunakan sebagai atribut waktu dan tanggal pengambilan data. |

Tabel 15 Batasan properti data

| No | Relasi Data           | <i>Domain</i>    | <i>Range</i>   | Karakteristik     |
|----|-----------------------|------------------|----------------|-------------------|
| 1  | Kode Organisme        | Organisme        | <i>String</i>  | <i>Functional</i> |
| 2  | Nama Organisme        | Organisme        | <i>String</i>  | <i>Functional</i> |
| 3  | Deskripsi             | Etnobotani       | <i>String</i>  | <i>Functional</i> |
| 4  | Kode Nama Lokal       | Nama Lokal       | <i>String</i>  | <i>Functional</i> |
| 5  | Kode Suku             | Suku             | <i>String</i>  | <i>Functional</i> |
| 6  | Kode Cara Pengolahan  | Cara Pengolahan  | <i>String</i>  | <i>Functional</i> |
| 7  | Kode Cara Penggunaan  | Cara Penggunaan  | <i>String</i>  | <i>Functional</i> |
| 8  | Kode Daerah           | Daerah           | <i>String</i>  | <i>Functional</i> |
| 9  | Kode Manfaat          | Manfaat Tumbuhan | <i>String</i>  | <i>Functional</i> |
| 10 | Kode Bagian Tumbuhan  | Bagian Tumbuhan  | <i>String</i>  | <i>Functional</i> |
| 11 | Kode Nama Latin       | Nama Latin       | <i>String</i>  | <i>Functional</i> |
| 12 | Spesies               | Nama Latin       | <i>String</i>  | <i>Functional</i> |
| 13 | dwc:locationID        | dcterms:Location | <i>Float</i>   | <i>Functional</i> |
| 14 | dwc: locationRemarks  | dcterms:Location | <i>String</i>  | <i>Functional</i> |
| 15 | dwc: decimalLongitude | dcterms:Location | <i>Decimal</i> | <i>Functional</i> |
| 16 | dwc: decimalLatitude  | dcterms:Location | <i>Decimal</i> | <i>Functional</i> |
| 17 | dwc:occurrenceID      | dwc:Occurrence   | <i>String</i>  | <i>Functional</i> |

| No | Relasi Data    | Domain         | Range    | Karakteristik |
|----|----------------|----------------|----------|---------------|
| 18 | dwc:recordedBy | dwc:Occurrence | String   | Functional    |
| 19 | dwc:eventID    | dwc:Event      | String   | Functional    |
| 20 | dwc:eventDate  | dwc:Event      | dateTime | Functional    |

Pada Tabel 15, beberapa atribut memiliki *range* bertipe *string*, *decimal* dan *dateTime* serta beberapa atribut memiliki karakteristik *functional*. Penentuan tipe data (*range*) berdasarkan kemungkinan nilai masing-masing atribut. Karakteristik *functional* pada atribut memiliki arti nilai atribut tersebut tidak boleh memiliki lebih dari satu nilai. Implementasi properti data pada Protege dapat dilihat pada Gambar 24.



Gambar 24 Implementasi properti data

Pada perangkat lunak Protege, relasi antar domain dinamakan dengan properti objek. Berdasarkan relasi hasil pemetaan pada Tabel 10, dilakukan implementasi properti objek pada Protege. Hasil implementasinya dapat dilihat pada Gambar 25.

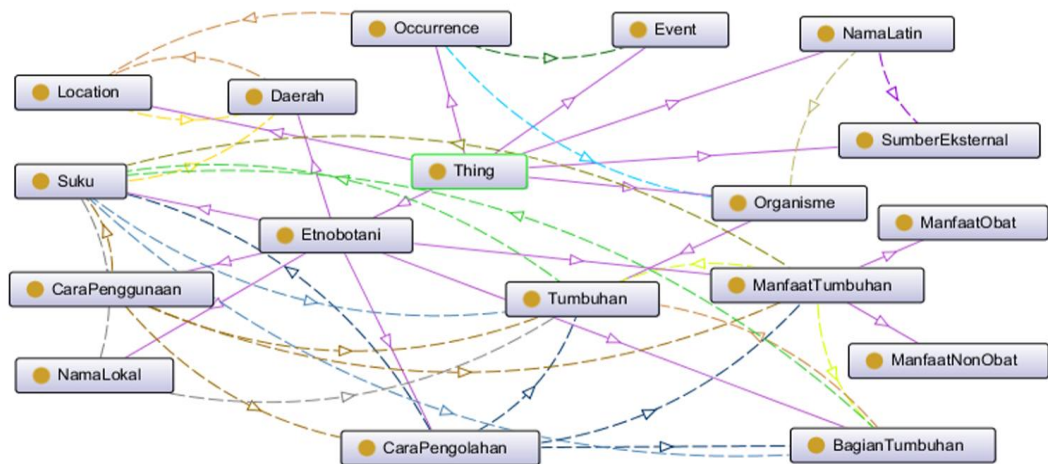
Object property matrix:

Fit columns to content   Fit columns to window

| Object Property        | Func                                | ASym                                | Irrefl                              | Domain                                      | Range                                       | Inverse             |
|------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---|---|---------------------|
| topObjectProperty      | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |   |   |                     |
| Bagiannya              | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | Tumbuhan                                    | BagianTumbuhan                              | BagianDari          |
| ManfaatDari            | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | ManfaatTumbuhan                             | Tumbuhan, BagianTumbuhan                    | Manfaatnya          |
| Manfaatnya             | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | Tumbuhan, BagianTumbuhan                    | ManfaatTumbuhan                             | ManfaatDari         |
| OrganismeDari          | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | Organisme                                   | Occurrence                                  | Organismenya        |
| SumberEksternalDari    | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | SumberEksternal                             | NamaLatin                                   | SumberEksternalnya  |
| LokasiDari             | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | Location                                    | Daerah, Occurrence                          | Lokasinya           |
| NamaLatinDari          | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | NamaLatin                                   | Organisme                                   | NamaLatinnya        |
| NamaLatinnya           | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | Organisme                                   | NamaLatin                                   | NamaLatinDari       |
| CaraPengolahanDari     | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | CaraPengolahan                              | ManfaatTumbuhan, Suku, Tumbuhan, BagianT... | CaraPengolahanannya |
| Lokasinya              | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | Daerah, Occurrence                          | Location                                    | LokasiDari          |
| Daerahnya              | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | Location, Suku                              | Daerah                                      | DaerahDari          |
| CaraPenggunaanDari     | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | CaraPenggunaan                              | ManfaatTumbuhan, CaraPengolahan, Suku, T... | CaraPenggunaannya   |
| MemanfaatkannyaSebagai | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | Suku  | ManfaatTumbuhan                             | ManfaatPada         |
| WaktuDari              | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | Event                                       | Occurrence                                  | Waktunya            |
| DaerahDari             | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | Daerah                                      | Location, Suku                              | Daerahnya           |
| ManfaatPada            | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | ManfaatTumbuhan                             | Suku  | MemanfaatkannyaSet  |
| BagianDari             | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | BagianTumbuhan                              | Tumbuhan                                    | Bagiannya           |
| SumberEksternalnya     | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | NamaLatin                                   | SumberEksternal                             | SumberEksternalDari |
| Waktunya               | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | Occurrence                                  | Event                                       | WaktuDari           |
| Organismenya           | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | Occurrence                                  | Organisme                                   | OrganismeDari       |
| CaraPenggunaannya      | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | ManfaatTumbuhan, CaraPengolahan, Suku, T... | CaraPenggunaan                              | CaraPenggunaanDari  |
| CaraPengolahanannya    | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | ManfaatTumbuhan, Suku, Tumbuhan             | CaraPengolahan                              | CaraPengolahanDari  |
| DigunakanOleh          | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | Tumbuhan, BagianTumbuhan                    | Suku  | Menggunakan         |
| NamaLokalNya           | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | Suku, Tumbuhan                              | NamaLokal                                   | NamaLokaDari        |
| Menggunakan            | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | Suku  | Tumbuhan, BagianTumbuhan                    | DigunakanOleh       |

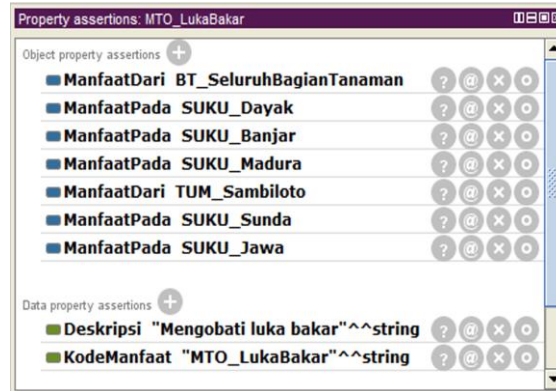
Gambar 25 Implementasi properti objek

Visualisasi keterhubungan antar domain dari seluruh hasil pemetaan yang telah dibuat pada Protege dapat dilihat pada Gambar 26.



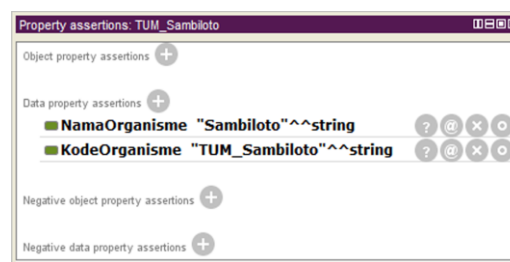
Gambar 26 Visualisasi hubungan antar domain

Data yang digunakan sebagai instance dapat dilihat pada Lampiran 1. Pada perangkat lunak Protege, *instance* disebut dengan individu. Contoh pembuatan individu manfaat sebagai obat luka bakar beserta properti-peropertinya dapat dilihat pada Gambar 27.

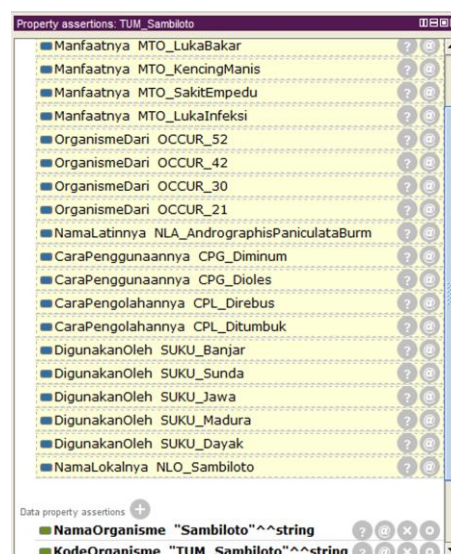


Gambar 27 Contoh pembuatan individu

Selanjutnya dilakukan validasi terhadap modelnya. Validasi model dilakukan untuk memeriksa ada atau tidaknya kesalahan pada model yang dibuat. Pada Protege, ketika proses validasi model juga akan melakukan proses inferensi. Gambar 28 memperlihatkan individu Sambiloto sebelum dilakukan inferensi. Setelah proses inferensi dilakukan maka pengetahuan baru dihasilkan seperti terlihat pada Gambar 29.



Gambar 28 Contoh individu sebelum proses inferensi

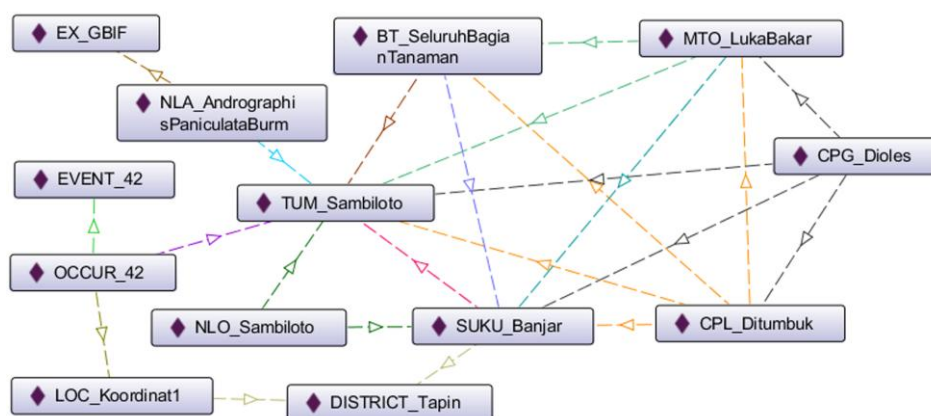


Gambar 29 Contoh individu setelah proses inferensi



Setelah proses inferensi, tumbuhan dengan tumbuhan sambiloto memiliki informasi manfaat tumbuhan sebagai obat luka bakar, digunakan oleh suku banjar, sunda, jawa, madura dan dayak. Berdasarkan percobaan yang dilakukan pada perangkat lunak Protege, terlihat bahwa model yang dibangun dapat melakukan inferensi terhadap model yang dibuat. Dengan demikian, model ini sudah dapat digunakan pada tahap implementasi pengembangan sistem pengetahuan tumbuhan obat.

Contoh hubungan tumbuhan sambiloto dengan objek-objek terkait dapat dilihat pada Gambar 30. Berdasarkan gambar tersebut dapat diperoleh pengetahuan tentang manfaat sambiloto, suku yang menggunakan, cara pengolahannya dan pengetahuan lainnya.



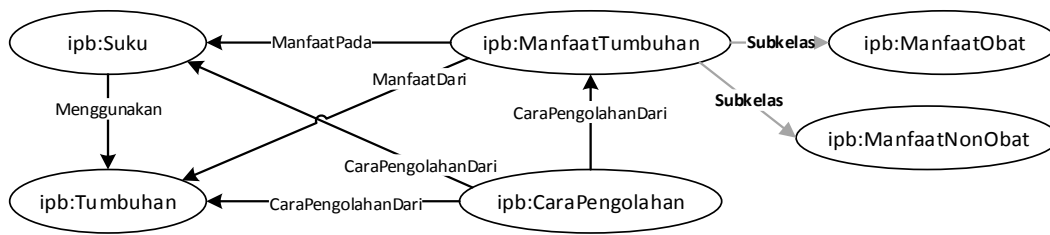
Gambar 30 Pengetahuan tumbuhan sambiloto

Gambar 30 menjelaskan bahwa tumbuhan sambiloto memiliki nama latin *Andrographis paniculata*. Tumbuhan sambiloto memiliki manfaat sebagai obat luka bakar pada suku banjar. Suku banjar terletak di kabupaten Tapin. Bagian sambiloto yang dimanfaatkan oleh suku banjar untuk mengobati luka bakar adalah seluruh bagian tumbuhan. Untuk mengobati luka bakar, suku banjar mengolah sambiloto dengan cara ditumbuk dan cara pemakaiannya dioles. Suku banjar menyebut tumbuhan sambiloto dengan nama sambiloto juga.

### Pengembangan Prototipe

Model ontologi yang dikembangkan harus dapat dibaca oleh sistem, sehingga model tersebut harus direpresentasikan kedalam format yang dapat dibaca oleh sistem. Salah satu model representasi model ontologi adalah RDF/OWL. Perangkat lunak Protege telah dilengkapi dengan fasilitas untuk mengubah ke format RDF/OWL. Struktur *triple model* terdiri dari subjek, prediket dan objek. Sebagai contoh, *Andrographis paniculata* adalah nama latin dari sambiloto. “*Andrographis paniculata*” disebut dengan subjek, “nama latin dari” disebut dengan prediket, dan “sambiloto” disebut dengan objek. Aturan-aturan yang digunakan untuk membentuk pengetahuan direpresentasikan dalam bentuk SPARQL agar dapat digunakan pada sistem. Sebelum mengimplementasikan SPARQL pada sistem yang akan dibangun, sebaiknya dilakukan pengujian SPARQL pada perangkat

lunak Protege. Hal ini dilakukan untuk memastikan SPARQL yang dimodelkan sesuai dengan pengetahuan yang ingin dihasilkan.



Gambar 31 Gambaran pengetahuan cara pengolahan tumbuhan pada suku tertentu

Gambar 31 merupakan gambaran pengetahuan cara pengolahan tumbuhan pada suku tertentu. Jika pengetahuan tersebut direpresentasikan dalam bentuk SPARQL, maka penulisannya sebagai berikut:

```

1 PREFIX ipb: <NAMESPACE_PENELITIAN>
2 SELECT *
3 WHERE {
4     ?uritumbuhan rdf:type ipb:Tumbuhan .
5     ?uritumbuhan ipb:KodeOrganisme ?kodetumbuhan .
6     ?urimanfaat rdf:type ?YPEEMANFAAT .
7     ?YPEEMANFAAT rdfs:subClassOf ipb:ManfaatTumbuhan .
8     ?urimanfaat ipb:KodeManfaat ?kodemanfaat .
9     ?urimanfaat ipb:ManfaatDari ?uritumbuhan .
10    ?urimanfaat ipb:ManfaatPada ?urisuku .
11    ?urisuku rdf:type ipb:Suku .
12    ?urisuku ipb:KodeSuku ?kodesuku .
13    ?urisuku ipb:Menggunakan ?uritumbuhan .
14    ?uripengolahan rdf:type ipb:CaraPengolahan .
15    ?uripengolahan ipb:CaraPengolahanDari ?uritumbuhan .
16    ?uripengolahan ipb:CaraPengolahanDari ?urisuku .
17    ?uripengolahan ipb:CaraPengolahanDari ?urimanfaat .
18    ?uripengolahan ipb:Deskripsi ?pengolahan .
19 }
20 ORDER BY ?pengolahan

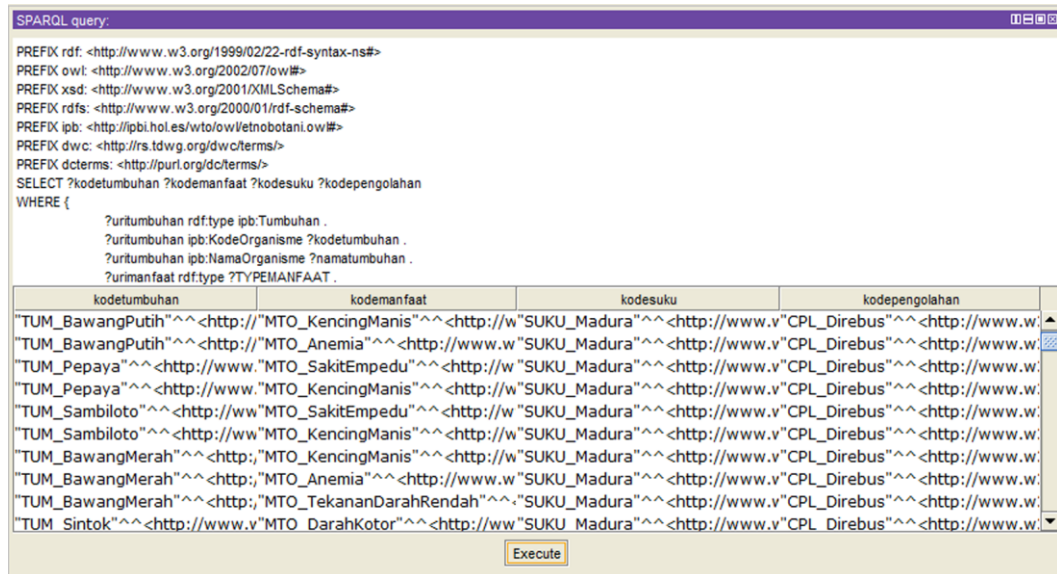
```

Struktur klausa WHERE pada SPARQL mengikuti struktur *triple model*. Klausa WHERE baris pertama (`?uritumbuhan rdf:type ipb:Tumbuhan`) merupakan satu bentuk *triple model* yang menyatakan variabel `?uritumbuhan` adalah anggota dari kelas Tumbuhan. Pada baris kedua (`?uritumbuhan ipb:KodeOrganisme ?kodetumbuhan`) juga merupakan satu bentuk *triple model*. Bagian pertama (`?uritumbuhan`) disebut dengan subjek. Bagian tersebut adalah variabel yang akan mengembalikan nilai URI tumbuhan dan kode tumbuhan. Bagian kedua (`ipb:KodeOrganisme`) disebut dengan prediket. Bagian ketiga (`?kodetumbuhan`) disebut dengan objek. Bagian ketiga adalah variabel yang akan mengembalikan nilai kode tumbuhan.

Representasi pengetahuan dalam bentuk SPARQL untuk menyatakan nama lokal pada suku tertentu dapat dilihat pada Lampiran 2. Representasi pengetahuan dalam bentuk SPARQL untuk menyatakan manfaat tumbuhan pada suku tertentu dapat dilihat pada Lampiran 3. Representasi pengetahuan dalam bentuk SPARQL



untuk menyatakan cara penggunaan hasil olahan pada suku tertentu dapat dilihat pada Lampiran 4. Representasi pengetahuan dalam bentuk SPARQL untuk menyatakan bagian tumbuhan yang diolah pada suku tertentu dapat dilihat pada Lampiran 5. Representasi pengetahuan dalam bentuk SPARQL untuk menyatakan nama ilmiah dapat dilihat pada Lampiran 6. Representasi pengetahuan dalam bentuk SPARQL untuk menyatakan penyebaran dapat dilihat pada Lampiran 7. Hasil pengujian SPARQL pada perangkat lunak Protege untuk melihat cara pengolahan tumbuhan pada suku tertentu dapat dilihat pada Gambar 32.



Gambar 32 Pengujian SPARQL pada Protege untuk melihat manfaat tumbuhan

SPARQL yang telah didesain dan diuji pada Protege selanjutnya akan diaplikasikan pada sistem yang dibangun. Perancangan antarmuka pengguna dilakukan setelah SPARQL yang dimodelkan sudah sesuai dengan yang diinginkan. Antarmuka pengguna terdiri dari masukan pengguna dan hasil pencariannya. Rancangan antarmuka pengguna dapat dilihat pada Gambar 33.

Pencarian berdasarkan

Tumbuhan

Cari

|   |   |
|---|---|
| Nama tumbuhan<br>Informasi nama ilmiah (taksonomi) dan gambar<br>Peta penyebaran tumbuhan | Nama lokal<br>Manfaat tumbuhan<br>Suku yang menggunakan<br>Cara pengolahan<br>Bagian tumbuhan yang digunakan<br>Cara penggunaan |
|---|---|

Gambar 33 Rancangan antarmuka pengguna

Informasi pada layanan web GBIF dan EOL digunakan untuk melengkapi informasi tumbuhan obat. Informasi-informasi yang dapat digunakan yaitu informasi taksonomi tumbuhan, gambar, referensi yang digunakan dan lain-lain. GBIF menyediakan beberapa *Application Programming Interface* (API) untuk menggunakan informasi-informasi yang dimilikinya (GBIF 2014). Informasi yang disediakan oleh GBIF cukup banyak. API yang digunakan pada sistem pengetahuan tumbuhan obat adalah informasi-informasi tentang taksonomi tumbuhan, beberapa gambar tumbuhan obat, informasi yang digunakan, dan sebagainya. API yang disediakan oleh GBIF cukup beragam, seperti berdasarkan kode spesies, nama spesies, famili, dan sebagainya.

API yang digunakan dari GBIF adalah *match*. API tersebut digunakan untuk mendapatkan informasi taksonomi menggunakan metode *fuzzy*. Parameter yang digunakan adalah *name* dan *verbose*. Parameter *name* adalah nama spesies tumbuhan. Parameter *verbose* untuk menentukan pilihan informasi yang dihasilkan. Sebagai contoh, sistem mengirimkan permintaan data ke GBIF dengan API yang berbentuk `http://api.gbif.org/v0.9/species/match?verbose=false&name=Andrographis%20paniculata`. *Verbose* bernilai *false* berarti hanya mengembalikan hasil pencarian informasi spesies *Andrographis paniculata* yang memiliki tingkat kesesuaian tertinggi.

GBIF tidak menyediakan format data RDF/OWL, sehingga tidak dapat menggunakan *query* SPARQL untuk mendapatkan data yang diinginkan. Format data yang disediakan GBIF adalah JSON. Selanjutnya bentuk JSON diubah kedalam bentuk yang mudah dibaca oleh pengguna. Contoh bentuk JSON yang dikembalikan oleh GBIF berdasarkan spesies *Andrographis paniculata* dapat dilihat pada Gambar 34.

```
{
  usageKey: 3173178,
  scientificName: "Andrographis paniculata (Burm. f.) Wall. ex Nees",
  canonicalName: "Andrographis paniculata",
  rank: "SPECIES",
  synonym: false,
  confidence: 100,
  matchType: "EXACT",
  kingdom: "Plantae",
  phylum: "Magnoliophyta",
  order: "Lamiales",
  family: "Acanthaceae",
  genus: "Andrographis",
  species: "Andrographis paniculata",
  kingdomKey: 6,
  phylumKey: 49,
  classKey: 220,
  orderKey: 408,
  familyKey: 2393,
  genusKey: 3173177,
  speciesKey: 3173178,
  class: "Magnoliopsida"
}
```

Gambar 34 Data yang dikembalikan GBIF

EOL juga menyediakan beberapa API yang dapat digunakan untuk menggunakan informasi yang dimilikinya. Fungsi API yang disediakan seperti *ping*, *pages*, *search*, *collections*, *data\_objects*, *hierarchy\_entries*, *hierarchies*, *provider\_hierarchies*, dan *search\_by\_provider* (EOL 2014). Informasi yang diambil dari layanan web EOL menggunakan kode spesies yang didapatkan dari

layanan web GBIF. Contohnya adalah `http://eol.org/api/search_by_provider/1.0/3173178.json?hierarchy_id=800&cache_ttl=60000`. Hasilnya dapat dilihat pada Gambar 35. Data yang dihasilkan dari proses tersebut berupa *identifier* (Id) halaman EOL. Selanjutnya Id halaman tersebut diproses menggunakan fungsi *pages* seperti `http://eol.org/api/pages/1.0/595191.json?images=10&videos=10&sounds=10&maps=10&text=10&iucn=false&subjects=overview&licenses=all&details=true&common_names=true&synonyms=true&references=true&vetted=0&cache_ttl=60000`. “595191” adalah Id halaman yang dihasilkan dari pemrosesan fungsi *search\_by\_provider*. Hasilnya dapat dilihat pada Gambar 36.

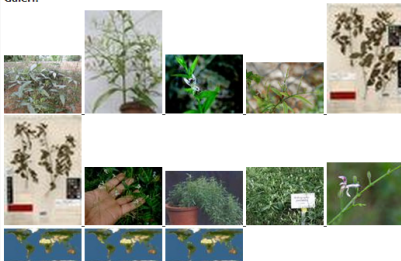
```
[
  - {
    eol_page_id: 595191
  }
]
```

Gambar 35 Data dari EOL berdasarkan kode spesies dari GBIF

```
{
  identifier: 595191,
  scientificName: "Andrographis paniculata (Burm. f.) Wall. ex Nees",
  richness_score: 63.9022,
  + synonyms: [...],
  + vernacularNames: [...],
  + references: [...],
  + taxonConcepts: [...],
  + dataObjects: [...]
}
```

Gambar 36 Data dari EOL berdasarkan Id halaman

Untuk memastikan sistem yang dibangun telah sesuai, maka diperlukan pengujian. Pengujian dilakukan dengan percobaan beberapa kasus (*test case*) pada modul yang berbeda. Hasil pengujian beberapa percobaan yang dilakukan dapat dilihat pada Lampiran 8. Visualisasi pengujian sistem untuk melihat manfaat tumbuhan sambiloto nama lokal pada suku tertentu, dan nama ilmiah tumbuhan dapat dilihat pada Gambar 37.

| PENGETAHUAN TUBUHAN OBAT  |   |
|---|---|
| Etnobotani  |   |
| Pencarian berdasarkan:  | Tumbuhan <input type="text"/> sambiloto <input type="button" value="Cari"/> |
| <b>Tumbuhan:</b> Sambiloto [Indonesia]  |   |
| <b>Nama ilmiah:</b> Andrographis paniculata (Burm.f.) Wall. ex Nees. [detail]<br>Scientific Name : <u>Andrographis paniculata (Burm.f.) Wall. ex Nees</u><br>Authorship : Wall. ex Nees (Burm. f.)<br>Taxon Rank : SPECIES<br>Species : <u>Andrographis paniculata</u><br>Genus : <u>Andrographis</u><br>Family : <u>Acanthaceae</u><br>Order : <u>Lamiales</u><br>Phylum : <u>Magnoliophyta</u><br>Kingdom : <u>Plantae</u><br>Taxonomic Status : ACCEPTED<br>According to : The Catalogue of Life, 3rd January 2011   |   |
| <b>GBIF</b><br><b>Galeri:</b><br>Gambar pada data GBIF tidak ditemukan  |   |
| <b>Sinonim:</b><br>Sinonim pada data GBIF tidak ditemukan   |   |
| <b>Nama di negara lain:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Kalmegh [GERMAN]</li> <li>chuan xin lian [UNKNOWN]</li> <li>creat [ENGLISH]</li> <li>green chireta [ENGLISH]</li> <li>roi des amers [FRENCH]</li> <li>穿心蓮 [CHINESE]</li> </ul>   |   |
| <b>Referensi:</b><br>Referensi pada data GBIF tidak ditemukan   |   |
| <b>EOL</b><br><b>Galeri:</b>    |   |
| <b>Sinonim:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Andrographis paniculata (Burm. f.) Nees</li> <li>Andrographis paniculata (Burm. f.) Nees</li> <li>Justicia paniculata Burm. f.</li> <li>Justicia paniculata Rose</li> <li>Sarotheca salviflora (Kunth) Nees</li> <li>Andrographis paniculata (Burm. f.) Nees</li> <li>Justicia paniculata</li> <li>Andrographis paniculata (Burm. f.) Nees</li> </ul>  |   |
| <b>Nama di negara lain:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>कलमेघ [as]</li> <li>কলমেঘ [bn]</li> <li>Kalmegh [en]</li> <li>Andrographis [en]</li> <li>Green chiretta [en]</li> <li>Rohitokira [fi]</li> <li>Kanyatu [gu]</li> <li>Kalpanathi [hi]</li> <li>kiryat [hi]</li> <li>kiryat [hi]</li> <li>கிரியட் [hu]</li> <li>Nelaberu [kn]</li> <li>Nilamkanjiram [ml]</li> <li>Kaakanjiram [ml]</li> <li>Kinyathu [ml]</li> <li>Kiriyattu [ml]</li> <li>Nelavepu [ml]</li> <li>Nilavepu [ml]</li> <li>Kalpa [mr]</li> <li>Oli-kiryata [mr]</li> <li>Bhumimba [or]</li> <li>Bhumiba [sa]</li> <li>Kalmegha [sa]</li> <li>Sinya nangai [ta]</li> <li>Nila vaembu [ta]</li> <li>சோலையு Nilavambu [ta]</li> <li>Nilavembu [te]</li> <li>Naine-havandi [tur]</li> <li>一兜薯 [zh]</li> <li>印度藤 [zh]</li> <li>紫花藤 [zh]</li> <li>穿心蓮 [zh]</li> </ul>   |   |
| <b>Referensi:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>1996. database, NODC Taxonomic Code [search]</li> <li>2005. eFloras: Flora of China [search]</li> <li>2007 - 2011. Tropicos [search]</li> <li>2011. Lamiales of North America Update [search]</li> <li>K.M Maew 1983 The flora of Tamil Nadu Karnatic part 2 Gamopetalae &amp; Monochlamydae, The Rapinat Herbarium, St. Joseph's College, Tiruchirappalli 620002, India [search]</li> <li>Orrell T., (custodian) (2013). ITIS Regional: The Integrated Taxonomic Information System (version Apr 2011). In: Species 2000 &amp; ITIS Catalogue of Life, 11th March 2013 (Roskov Y., Kunze T., Paglinawan L., Orrell T., Nicolson D., Culham A., Bailly N., Kirk P., Bourgoin T., Baillargeon G., Hernandez F., De Wever A., eds). Digital resource at www.catalogueoflife.org/coll. Species 2000: Reading, UK. [search]</li> <li>Type collection: Rose, J.N. 1895. Contr. U.S. Natl. Herb. 1: 346. [search]</li> </ul> |   |
| <b>Peta penyebaran tumbuhan</b> [detail]  |   |
| <b>Nama Lokal</b><br>Sambiloto (Suku sunda, Suku madura, Suku jawa, Suku dayak, Suku banjar)  |   |
| <b>Manfaat</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>Mengobati kencing manis [±]</li> <li>Mengobati luka bakar [±]</li> </ol>  |   |
| <b>Suku yang menggunakan</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>Suku banjar [±]</li> </ol>  |   |
| <b>Cara pengolahannya</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>Ditumbuk [±]</li> </ol> Bagian yang digunakan: Seluruh bagian tumbuhan<br>Cara Penggunaannya: Dioles   |   |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>Suku dayak [±]</li> <li>Suku jawa [±]</li> <li>Suku madura [±]</li> <li>Suku sunda [±]</li> </ol>  |   |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>Mengobati luka karena infeksi [±]</li> </ol>   |   |
| <b>Suku yang menggunakan</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>Suku banjar [±]</li> </ol>  |   |
| <b>Cara pengolahannya</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>Ditumbuk [±]</li> </ol>  |   |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>Suku dayak [±]</li> <li>Suku jawa [±]</li> <li>Suku madura [±]</li> <li>Suku sunda [±]</li> </ol>  |   |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>Mengobati sakit empedu [±]</li> </ol>  |   |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>Sebagai penawar racun [±]</li> </ol>   |   |
| <b>Suku yang menggunakan</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>Suku banjar [±]</li> </ol>  |   |
| <b>Cara pengolahannya</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>Ditumbuk [±]</li> </ol>  |   |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>Suku jawa [±]</li> <li>Suku madura [±]</li> <li>Suku sunda [±]</li> </ol>  |   |

Gambar 37 Visualisasi hasil pengujian tentang tumbuhan sambiloto

Berdasarkan hasil pengujian, sistem yang dibangun sesuai dengan hasil pemodelan. Pengujian modul-modul dari beberapa masukan pengguna memperlihatkan seluruh modul dapat beroperasi sebagaimana mestinya. Model ontologi pengetahuan tumbuhan obat dapat diterapkan pada sistem. Berdasarkan aturan-aturan dalam membentuk inferensi pengetahuan, model ontologi tersebut dapat menghasilkan pengetahuan-pengetahuan tumbuhan obat. Pengetahuan yang dihasilkan antara lain nama lokal, manfaat, suku yang menggunakan, cara pengolahan, cara penggunaan, dan penyebaran tumbuhan serta informasi taksonomi tumbuhan. Informasi-informasi taksonomi tumbuhan yang tersedia pada layanan web GBIF dan EOL dapat digunakan untuk melengkapi informasi tumbuhan obat Indonesia.

## 5 SIMPULAN DAN SARAN

Penggunaan model basis data relasional untuk mengembangkan sistem informasi pengetahuan tumbuhan obat memiliki beberapa kendala. Beberapa kendala tersebut disebabkan model basis relasional tidak fleksibel terhadap penambahan relasi. Ontologi dapat dijadikan sebagai alternatif pemodelan basis data karena sifatnya fleksibel terhadap penambahan relasi baru. Model ontologi dapat digunakan untuk melakukan inferensi dari beberapa informasi tentang tumbuhan obat. Berdasarkan model ontologi yang dikembangkan, dapat menghasilkan beberapa pengetahuan. Pengetahuan tersebut dibentuk berdasarkan beberapa aturan (*rules*) yang terdapat pada model ontologi pengetahuan tumbuhan obat.

Model ontologi dapat diterapkan untuk pengembangan sistem pengetahuan tumbuhan obat. Penerapan ontologi pada sistem pengetahuan tumbuhan obat berbeda dengan pengembangan sistem menggunakan basis data relasional. Representasi data ontologi pengetahuan tumbuhan obat adalah RDF/OWL dan *query* yang digunakan adalah SPARQL. Model ontologi tersebut dapat dijadikan sebagai dasar pengembangan sistem berbasis web semantik.

Sumber informasi keanekaragaman hayati dari *The Global Biodiversity Information Facility* (GBIF) dan *Encyclopedia of Life* (EOL) dapat digunakan untuk melengkapi informasi taksonomi pada sistem pengetahuan tumbuhan obat. Data yang disediakan oleh GBIF dan EOL dapat dimanfaatkan menggunakan API yang telah disediakan. API yang disediakan cukup banyak dan penggunaannya disesuaikan dengan kebutuhan data.

Pada penelitian selanjutnya diharapkan menambahkan domain pengetahuan etnobotani lainnya atau domain-domain pengetahuan diluar etnobotani. Penambahan konsep tersebut untuk menambah informasi pengetahuan tumbuhan obat. model yang dikembangkan pada penelitian ini diharapkan dapat digunakan untuk mengembangkan sistem berbasis web semantik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Antoniou G, Hermalen F. 2008. *A Semantic Web Primer, Second edition*. Cambridge (GB): The MIT Pr.
- Bappenas. 2003. *Indonesia Biodiversity and Action Plan 2003-2020*. Jakarta (ID): Bappenas.
- Berners-Lee T, Hendler J, Lassila O. (2001). The semantic web. *Scientific American*[Internet]. [diunduh 2013 Nov 15]; 284(5):28-37.
- Choudhary K, Singh M, Pillat U. 2008. Ethnobotanical survey of Rajasthan – an update. *American-Eurasian Journal of Botany*. 1(2):38-45.
- DiLecce V, Calabrese M. 2008. Taxonomies and Ontologies in Web Semantic Applications: the New Emerging Semantic Lexicon-Based Model. *CIMCA International Conference, IEEE*. 277-283. doi:10.1109/CIMCA.2008.180.
- Ding L, Finin T, Joshi A, Peng Y, Pan R, Reddivari P. 2005. Search on the semantic web. *Computer Society, IEEE*. 38(10):62-69.
- [EOL] Encyclopedia of Life. 2014. EOL API [Internet]. [diunduh 2014 Agustus 15]. Tersedia pada <http://eol.org/api>.
- Fernandez M, Gomez-Perez A, Juristo N. 1997. Methontology: from ontological art towards ontological engineering. *AAAI Technical Report SS-97-06*. 33-40.
- Gomez-Perez A, Corcho O. 2002. Ontology languages for the semantic web. *Intelligent Systems, IEEE*. 17(1):54-60. doi: 10.1109/5254.988453.
- [GBIF] The Global Biodiversity Information Facility. 2014. Species API version v0.9. Free and open access to biodiversity data [Internet]. [diunduh 2014 Mar 15]. Tersedia pada <http://www.gbif.org/developer/species>.
- Hamzari. 2008. Identifikasi tanaman obat-obatan yang dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar hutan Tabo-tabo. *Jurnal Hutan dan Masyarakat*. 3(2):159-167.
- He G, An L. 2011. Ontology Language OWL Research Study. *MASS International Conference, IEEE*. 1-4. doi: 10.1109/ICMSS.2011.5999176.
- Hendler J. 2009. Web 3.0 Emerging. *Computer, IEEE*. 42(1):111-113. doi: 10.1109/MC.2009.30.
- Herdieny Y, Nurfadilah E, Zuhud EAM, Damayanti EK, Arai K, Okumura H. 2013. A Computer Aided System for Tropical Leaf Medicinal Plant Identification. *International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology*. 3(1):23-27.
- Horridge M. 2011. *A Practical Guide To Building OWL Ontologies Using Protege 4 and CO-ODE Tools Edition 1.3*. United Kingdom (UK). The University of Manchester.
- Jensen LJ, Bork P. 2010. Ontologies in Quantitative Biology: A Basis for Comparison, Integration, and Discovery. *PLoS Biol* [Internet]. [diunduh 2014 Jan 18]; 8(5):1-6. doi:10.1371/journal.pbio.1000374. Tersedia pada <http://dx.plos.org/10.1371/journal.pbio.1000374>.
- Jepsen TC. 2009. Just What Is an Ontology, Anyway?. *IT professional, IEEE*. 11(5):22-27. doi: 10.1109/MITP.2009.105.
- Jumali. 2006. Kajian potensi dan perumusan strategi pengembangan tumbuhan obat berbasis bioregional di kabupaten Tapin [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

- Laallam FZ, Kherfi ML, Benslimane SM. 2013. Using ontologies to overcoming draw-back of database and vice versa: a survey. *CSEIJ*. 3(2):1-21.
- Laksamana I, Herdiyeni Y, Zuhud EAM. 2013. Genetic Programming for Medicinal Plant Family Identification System. *Journal ICT Res Appl*. 7(3):217-234.
- Mamat A, Erlin, Rahman AA. 2008. Organising herbs knowledge: Is an ontology or taxonomy the answer?. *Information Technology International Symposium, IEEE*. 2:1-4. doi: 10.1109/ITSIM.2008.4631693.
- Mamat A, Rahman AA. 2009. Designing a conceptual model for herbal research domain using ontology technique. *ISDA Ninth International Conference, IEEE*. 1167-1172. doi: 10.1109/ISDA. 2009.192.
- Noy NF, McGuinness DL. 2001. Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology. *Development*[Internet]. [diunduh 2013 Nov 15]; 32:1-25. Tersedia pada [http://protege.stanford.edu/publications/ontology\\_development/ontology101.html](http://protege.stanford.edu/publications/ontology_development/ontology101.html).
- Page RDM. 2006. Taxonomic Names, Metadata, And The Semantic Web. *Biodiversity Informatics*. 3:1-15.
- Pirro G, Talia D. 2010. UFOME : An ontology mapping system with strategy prediction capabilities. *Data and Knowledge Engineering, ScienceDirect*. 69:444-471. doi:10.1016/j.datak.2009.12.002.
- Pulunggono HB. 1999. Ethnobotany of people live in Amarasi of Kupang, Mollo and Amanatun of South Central Timor, West Timor, Indonesia. *Media Konservasi*. 6(1):27-35.
- Pressman RS. 2010. *Software Engineering: a practitooner's approach 7th edition*. New York (US): McGraw Hill.
- Raimbault T. 2010. Overviewing the RDF(S) semantic web. *CiSE International Conference, IEEE*. 1-4. doi: 10.1109/CISE.2010.5677074.
- Sarma H, Kumar A. 2011. Ethnobotanical studies on medicinal plants of Rajasthan (India): A review. *Journal of Medicinal Plants Research*. 5(7):1107-1112.
- Segaran T, Evans C, Taylor J. 2009. *Programming the semantic web*. United States: O'Reilly.
- Stuessy TF. 2009. *Plant taxonomy: the systematic evaluation of comparative data 2nd*. New York (US): Columbia University Pr.
- Tjitrosoepomo G. 2005. *Taksonomi Umum. Dasar-dasar taksonomi tumbuhan, cetakan ke 3*. Yogyakarta (ID): Gajah Mada University Pr.
- Vadivu G, Hopper SW. 2012. Ontology mapping of indian medicinal plants with standardized medical terms. *Journal of Computer Science*. 8(9):1576-1584.
- Walls RL, Athreya B, Cooper L, Gandolfo MA, Jaiswal P, Mungall CJ, Elser J, Preece J, Rensing T, Smith B, *et al*. 2012. Ontologies as integrative tools for plant science. *American Journal of Botany* [Internet]. [diunduh 2014 Jan 18]; 99(8):1263-1275. doi:10.3732/ajb.1200222. Tersedia pada <http://www.amjbot.org/>.
- Wieczorek J, Doring M, Giovanni R, Robertson T, Vieglais D. 2009. Darwin Core [Internet]. [diunduh 2014 Jan 17]. Tersedia pada <http://www.tdwg.org/standards/450/>.
- Wieczorek J, Bloom D, Guralnick R, Blum S, Doring M, Giovanni R, Robertson T, Vieglais D. 2012. Darwin Core: an evolving community-developed biodiversity data standard. *PLoS ONE* [Internet]. [diunduh 2014 Jan 17];



- 7(1):1-8. doi:10.1371/journal.pone.0029715. Tersedia pada <http://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0029715>.
- Zaman Q, Hariyanto S, Purnobasuki H. 2013. Etnobotani tumbuhan di kabupaten Sumenep Jawa Timur. *Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*. 16(1):21-30.
- Zhao Y, Dong J, Peng T. 2009. Ontology classification for semantic-web-based software engineering. *Services Computing, IEEE*. 2(4):303-317. doi:10.1109/TSC.2009.20.
- Zuhud EAM. 2003. *Pengembangan obat berbasis konsep bioregional (contoh kasus di kawasan Meru Betiri Jawa Timur)*. Bogor(ID). IPB.
- Zuhud, EAM. 2008. *Potensi hutan tropika indonesia sebagai penyangga bahan obat alam untuk kesehatan bangsa*. Bogor(ID). Fakultas Kehutanan IPB.

## Lampiran 1 Sampel data kajian etnobotani (Jumali 2006)

| No. | Nama ilmiah                                  | Nama lokal                   | Bagian yang digunakan | Kegunaan   |
|-----|--|------------------------------|-----------------------|--|
| 1   | <i>Allium sativum</i> Linn.                  | Bawang putih                 | umbi                  | kurang darah (anemia)                                      |
| 2   | <i>Allium cepa</i> Linn.                     | Bawang merah                 | umbi                  | kurang darah (anemia), tekanan darah rendah (hipotensi)    |
| 3   | <i>Curcuma domestica</i> Val.                | Kunyit                       | rimpang               | tekanan darah rendah (hipotensi)                           |
| 4   | <i>Curcuma xanthorrhiza</i> Roxb.            | Temu lawak                   | rimpang               | kurang darah (anemia), tekanan darah rendah (hipotensi)    |
| 5   | <i>Cinnamomum sintoc</i> Bl.                 | Sintok                       | kulit batang          | darah kotor  |
| 6   | <i>Curcuma domestica</i> Val.                | Kunyit                       | Rimpang               | Tekanan darah rendah (darah rendah)                        |
| 7   | <i>Curcuma xanthorrhiza</i> Roxb.            | Temu lawak                   | Rimpang               | Kurang darah (anemia), Tekanan darah rendah (darah rendah) |
| 8   | <i>Datura metel</i> L.                       | Kecubung                     | Daun                  | Shok akibat infeksi atau racun                             |
| 9   | <i>Tamarindus indica</i> L.                  | Asam                         | Daging buah/ buah     | Kurang darah (anemia), Sekorbut                            |
| 10  | <i>Tinospora tuberculata</i> (Lamk.) Beumee. | Brotowali                    | Batang                | Darah kotor  |
| 11  | <i>Bryophyllum calycinum</i> Salisb.         | Sosor bebek                  | Daun                  | Patah tulang   |
| 12  | <i>Crinum asiaticum</i> L.                   | Bakung                       | Daun                  | Patah tulang   |
| 13  | <i>Dioscorea hispida</i> Dennust.            | Gadung                       | Umbi                  | Patah tulang   |
| 14  | <i>Gynura procumbens</i> (Lour.) Merr.       | Daun dewa/ beluntas          | Umbi                  | Patah tulang   |
| 15  | <i>Jatropha curcas</i> L.                    | Jarak pagar                  | Daun                  | Patah tulang   |
| 16  | <i>Justicia gandarusa</i> Burm.f.            | Kambat balik/ sambung tulang | Daun                  | Patah tulang   |
| 17  | <i>Leucaena glauca</i> (L.) Benth.           | Lamtoro                      | Semua bagian tumbuhan | Patah tulang   |

| No. | Nama ilmiah   | Nama lokal   | Bagian yang digunakan | Kegunaan   |
|-----|---|--------------|-----------------------|--|
| 18  | <i>Urena lobata</i> L.                                  | Mampap       | Semua bagian tumbuhan | Patah tulang   |
| 19  | <i>Zingiber officinale</i> Roxb.                        | Jahe         | Rimpang               | Patah tulang   |
| 20  | <i>Allium sativum</i> Linn.                             | Bawang putih | Umbi                  | Bengkak keracunan, disengat lipan, pencegah keracunan                      |
| 21  | <i>Andrographis paniculata</i> (Burm.f.) Wall. ex Nees. | Sambiloto    | Semua bagian tumbuhan | Digigit ular, digigit ular berbisa, keracunan/penawar racun                |
| 22  | <i>Areca catechu</i> L.                                 | Pinang       | Biji                  | Penangkal bisa/racun   |
| 23  | <i>Cinnamomum burmanii</i> (Nees.) Bl.                  | Kayu manis   | Kulit batang          | Keracunan/kena racun makanan   |
| 24  | <i>Cinnamomum coriaceum</i> Cammerl.                    | Sintok Kayu  | kulit batang          | Luka akibat digigit serangga berbisa, tusukan dan gigitan binatang beracun |
| 25  | <i>Curcuma xanthorrhiza</i> Roxb.                       | Temu lawak   | Rimpang               | Pembengkakan kulit karena keracunan  |
| 26  | <i>Kaempferia galanga</i> L.                            | Kencur       | Rimpang               | Keracunan/kena racun jamur, keracunan/kena racun makanan                   |
| 27  | <i>Sida rhombifolia</i> L.                              | Sidaguri     | Bunga                 | Digigit ular berbisa, disengat lebah                                       |
| 28  | <i>Syzygium aromaticum</i> (L.) Merr. & Perry.          | Cengkeh      | Akar                  | Digigit serangga berbisa   |
| 29  | <i>Zingiber officinale</i> Roxb.                        | Jahe         | Rimpang               | Digigit ular   |
| 30  | <i>Andrographis paniculata</i> (Burm.f.) Wall. ex Nees. | Sambiloto    | Semua bagian tumbuhan | Luka bakar/terbakar, luka terinfeksi                                       |
| 31  | <i>Areca catechu</i> L.                                 | Pinang       | Daun, biji buah       | Antiseptik, luka, luka berdarah yang tak kunjung berhenti, luka bernaah    |
| 32  | <i>Cinnamomum burmanii</i> (Nees.) Bl.                  | Kayu manis   | Kulit batang          | Luka berdarah, luka terbentur/terpukul                                     |

| No. | Nama ilmiah   | Nama lokal          | Bagian yang digunakan       | Kegunaan                       |
|-----|---|---------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| 33  | <i>Colocasia esculenta</i> Schott.                      | Keladi              | Kulit tangkai, daun         | Pembalut luka                  |
| 34  | <i>Crinum asiaticum</i> L.                              | Bakung              | Akar                        | Luka                           |
| 35  | <i>Erythrina orientalis</i> (L.) Murr.                  | Dadap               | Daun                        | Luka memar                     |
| 36  | <i>Ficus benjamina</i> L.                               | Kariwaya            | Akar                        | Luka terpukul                  |
| 37  | <i>Kaempferia galanga</i> L.                            | Kencur              | Rimpang                     | luka terinfeksi                |
| 38  | <i>Parkia roxburghii</i> G. Don.                        | Kupang/ kedawung    | Biji                        | Luka                           |
| 39  | <i>Zingiber officinale</i> Roxb.                        | Jahe                | Rimpang                     | Luka terinfeksi                |
| 40  | <i>Allium sativum</i> Linn.                             | Bawang putih        | Umbi                        | Kencing manis                  |
| 41  | <i>Allium cepa</i> Linn.                                | Bawang merah        | Umbi                        | Kencing manis                  |
| 42  | <i>Andrographis paniculata</i> (Burm.f.) Wall. ex Nees. | Sambiloto           | Semua bagian tumbuhan       | Kencing manis                  |
| 43  | <i>Carica papaya</i> L.                                 | Pepaya              | Akar                        | Kencing manis                  |
| 44  | <i>Morinda citrifolia</i> L.                            | Bentis/ mengkudu    | Daun, buah                  | Kencing manis, sakit gula      |
| 45  | <i>Parkia speciosa</i> Hassk.                           | Petai               | Biji, buah                  | Kencing manis                  |
| 46  | <i>Phyllanthus niruri</i> L.                            | Ambin buah/ meniran | Daun, semua bagian tumbuhan | Kencing manis                  |
| 47  | <i>Swietenia mahagoni</i> (Bl.) Jacq.                   | Mahoni              | Biji                        | Kencing manis                  |
| 48  | <i>Tamarindus indica</i> L.                             | Asam                | Daun                        | Kencing manis                  |
| 49  | <i>Zingiber officinale</i> Roxb.                        | Jahe                | Rimpang                     | Kencing manis                  |
| 50  | <i>Amaranthus spinosus</i> L.                           | Bayam duri          | Semua bagian tumbuhan       | Batu dalam empedu              |
| 51  | <i>Ananas comosus</i> (L.) Merr.                        | Nanas               | Buah                        | Batu empedu, sakit batu empedu |

| No. | Nama ilmiah   | Nama lokal     | Bagian yang digunakan | Kegunaan                               |
|-----|---|----------------|-----------------------|--|
| 52  | <i>Andrographis paniculata</i> (Burm.f.) Wall. ex Nees. | Sambiloto      | Semua bagian tumbuhan | Infeksi saluran empedu                 |
| 53  | <i>Annona muricata</i> L.                               | Nangka belanda | Buah                  | Empedu berbatu akut                    |
| 54  | <i>Blumea balsamifera</i> (L.) DC.                      | Sembung        | Daun                  | Batu dalam empedu, meningkatkan empedu |
| 55  | <i>Carica papaya</i> L.                                 | Pepaya         | Daun                  | Batu dalam empedu                      |
| 56  | <i>Coriandrum sativum</i> L.                            | Ketumbar       | Biji                  | Sakit empedu                           |
| 57  | <i>Curcuma domestica</i> Val.                           | Kunyit         | Rimpang               | Batu empedu, sakit empedu              |
| 58  | <i>Curcuma xanthorrhiza</i> Roxb.                       | Temu lawak     | Rimpang               | Getah empedu terganggu                 |
| 59  | <i>Dioscorea hispida</i> Dennust.                       | Gadung         | Umbi                  | Nyeri empedu                           |
| 60  | <i>Orthosiphon aristatus</i> (Bl.) Miq.                 | Kumis kucing   | Daun                  | Batu dalam empedu                      |

## Lampiran 2 Representasi SPARQL untuk menyatakan nama lokal tumbuhan

```
1 PREFIX ipb: <NAMESPACE_PENELITIAN>
2 SELECT *
3 WHERE {
4     ?uritumbuhan rdf:type ipb:Tumbuhan .
5     ?uritumbuhan ipb:KodeOrganisme ?kodetumbuhan .
6     ?urisuku rdf:type ipb:Suku .
7     ?urisuku ipb:Menggunakan ?uritumbuhan .
8     ?urisuku ipb:Deskripsi ?suku .
9     ?urinamalokal rdf:type ipb:NamaLokal .
10    ?urinamalokal ipb:NamaLokalDari ?uritumbuhan .
11    ?urinamalokal ipb:NamaLokalDari ?urisuku .
12    ?urinamalokal ipb:Deskripsi ?namalokal .
13 }
14 ORDER BY ?namalokal
```

### Lampiran 3 Representasi SPARQL untuk menyatakan manfaat tumbuhan

```
1 | PREFIX ipb: <NAMESPACE_PENELITIAN>
2 | SELECT *
3 | WHERE {
4 |     ?uritumbuhan rdf:type ipb:Tumbuhan .
5 |     ?uritumbuhan ipb:KodeOrganisme ?kodetumbuhan .
6 |     ?urimanfaat rdf:type ?YPEMANFAAT .
7 |     ?YPEMANFAAT rdfs:subClassOf ipb:ManfaatTumbuhan .
8 |     ?urimanfaat ipb:ManfaatDari ?uritumbuhan .
9 |     ?urimanfaat ipb:Deskripsi ?manfaat .
10 | }
11 | ORDER BY ?manfaat
```

#### Lampiran 4 Representasi SPARQL untuk menyatakan cara penggunaannya

```

1 PREFIX ipb: <NAMESPACE_PENELITIAN>
2 SELECT *
3 WHERE {
4     ?uritumbuhan rdf:type ipb:Tumbuhan .
5     ?uritumbuhan ipb:KodeOrganisme ?kodeorganisme .
6     ?urimanfaat rdf:type ?YPEMANFAAT .
7     ?YPEMANFAAT rdfs:subClassOf ipb:ManfaatTumbuhan .
8     ?urimanfaat ipb:ManfaatDari ?uritumbuhan .
9     ?urimanfaat ipb:KodeManfaat ?kodemanfaat .
10    ?urimanfaat ipb:ManfaatPada ?urisuku .
11    ?urisuku rdf:type ipb:Suku .
12    ?urisuku ipb:Menggunakan ?uritumbuhan .
13    ?urisuku ipb:KodeSuku ?kodesuku .
14    ?uripengolahan rdf:type ipb:CaraPengolahan .
15    ?uripengolahan ipb:CaraPengolahanDari ?uritumbuhan .
16    ?uripengolahan ipb:CaraPengolahanDari ?urisuku .
17    ?uripengolahan ipb:CaraPengolahanDari ?urimanfaat .
18    ?uripengolahan ipb:KodeCaraPengolahan ?kodepengolahan .
19    ?uripenggunaan rdf:type ipb:CaraPenggunaan .
20    ?uripenggunaan ipb:CaraPenggunaanDari ?uritumbuhan .
21    ?uripenggunaan ipb:CaraPenggunaanDari ?urisuku .
22    ?uripenggunaan ipb:CaraPenggunaanDari ?urimanfaat .
23    ?uripenggunaan ipb:CaraPenggunaanDari ?uripengolahan .
24    ?uripenggunaan ipb:Deskripsi ?penggunaan .
25 }
26 ORDER BY ?penggunaan

```



## Lampiran 5 Representasi SPARQL untuk menyatakan bagian tumbuhan yang digunakan

```

1 PREFIX ipb: <NAMESPACE_PENELITIAN>
2 SELECT *
3 WHERE {
4     ?uritumbuhan rdf:type ipb:Tumbuhan .
5     ?uritumbuhan ipb:KodeOrganisme ?kodeorganisme .
6     ?urimanfaat rdf:type ?YPEMANFAAT .
7     ?YPEMANFAAT rdfs:subClassOf ipb:ManfaatTumbuhan .
8     ?urimanfaat ipb:ManfaatDari ?uritumbuhan .
9     ?urimanfaat ipb:KodeManfaat ?kodemanfaat .
10    ?urimanfaat ipb:ManfaatPada ?urisuku .
11    ?urisuku rdf:type ipb:Suku .
12    ?urisuku ipb:Menggunakan ?uritumbuhan .
13    ?urisuku ipb:KodeSuku ?kodesuku .
14    ?uripengolahan rdf:type ipb:CaraPengolahan .
15    ?uripengolahan ipb:CaraPengolahanDari ?uritumbuhan .
16    ?uripengolahan ipb:CaraPengolahanDari ?urisuku .
17    ?uripengolahan ipb:CaraPengolahanDari ?urimanfaat .
18    ?uripengolahan ipb:KodeCaraPengolahan ?kodepengolahan .
19    ?urimanfaat ipb:ManfaatDari ?uribagian .
20    ?uribagian ipb:BagianDari ?uritumbuhan .
21    ?uribagian ipb:DigunakanOleh ?urisuku .
22    ?uribagian rdf:type ipb:BagianTumbuhan .
23    ?uribagian ipb:KodeBagianTumbuhan ?kodebagian .
24    ?uribagian ipb:Deskripsi ?bagian .
25 }
26 ORDER BY ?bagian
27

```

## Lampiran 6 Representasi SPARQL untuk menyatakan nama ilmiah tumbuhan

```
1 PREFIX ipb: <NAMESPACE_PENELITIAN>
2 SELECT *
3 WHERE {
4     ?uritumbuhan rdf:type ipb:Tumbuhan .
5     ?uritumbuhan ipb:NamaOrganisme ?namatumbuhan .
6     ?urinamalatin ipb>NamaLatinDari ?uritumbuhan .
7     ?urinamalatin rdf:type ipb>NamaLatin .
8     ?urinamalatin ipb:KodeNamaLatin ?kodenamalatin .
9     ?urinamalatin ipb:Spesies ?spesies .
10    ?urinamalatin ipb:SumberEksternalnya ?urisumber .
11    ?urisumber rdf:type ipb:SumberEksternal .
12    ?urisumber ipb:KodeSumberEksternal ?kodesumber .
13    ?urisumber ipb:Web ?web .
14    ?urisumber ipb:API ?api .
15 }
16 ORDER BY ?spesies
```

### Lampiran 7 Representasi SPARQL untuk menyatakan penyebaran tumbuhan

```

1 | PREFIX ipb: <NAMESPACE_PENELITIAN>
2 | PREFIX dwc: <http://rs.tdwg.org/dwc/terms/>
3 | PREFIX dcterms: <http://purl.org/dc/terms/>
4 | SELECT *
5 | WHERE {
6 |     ?uritumbuhan rdf:type ipb:Tumbuhan .
7 |     ?uritumbuhan ipb:KodeOrganisme ?kodetumbuhan .
8 |     ?uritumbuhan ipb>NamaOrganisme ?namatumbuhan .
9 |     ?urioccurr ipb:Organismenya ?uritumbuhan .
10 |    ?urioccurr rdf:type dwc:Occurrence .
11 |    ?urioccurr ipb:Lokasinya ?urilokasi .
12 |    ?urioccurr ipb:Waktunya ?uriwaktu .
13 |    ?urioccurr dwc:recordedBy ?user .
14 |    ?urilokasi rdf:type dcterms:Location .
15 |    ?urilokasi dwc:locationID ?kodelokasi .
16 |    ?urilokasi dwc:locationRemarks ?namalokasi .
17 |    ?urilokasi dwc:decimalLongitude ?longitude .
18 |    ?urilokasi dwc:decimalLatitude ?latitude .
19 |    ?uriwaktu dwc:eventID ?kodewaktu .
20 |    ?uriwaktu dwc:eventDate ?waktu .
21 |    ?urilokasi ipb:Daerahnya ?uridaerah .
22 |    ?uridaerah rdf:type ipb:Daerah .
23 |    ?uridaerah ipb:Deskripsi ?daerah .
24 | }
25 | ORDER BY ?uritumbuhan

```

Lampiran 8 *Test case*

| Karakteristik pengujian | Keterangan  |
|-------------------------|---|
| Nama modul              | : Pencarian   |
| Kegunaan                | : Untuk mencari informasi tumbuhan.   |
| Masukan                 | : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kelompok pencarian seperti berdasarkan tumbuhan, nama latin, manfaat, dan sebagainya.</li> <li>- Objek yang dicari.</li> </ul>   |
| Keluaran                | : Daftar informasi tumbuhan yang dicari.  |
| Contoh                  | : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kelompok pencarian berdasarkan tumbuhan.</li> <li>- Objek yang dicari adalah sambiloto.</li> <li>- Hasilnya, sistem menampilkan daftar tumbuhan yang mengandung kata sambiloto.</li> </ul> |
| Kesimpulan              | : Informasi yang dihasilkan sesuai dengan fungsinya   |

| Karakteristik pengujian | Keterangan  |
|-------------------------|---|
| Nama modul              | : Detail pencarian  |
| Kegunaan                | : Untuk melihat informasi yang dicari menjadi lebih rinci.  |
| Masukan                 | : Memilih <i>link</i> [detail] pada salah satu hasil pencarian.   |
| Keluaran                | : Detail informasi tumbuhan yang dicari.  |
| Contoh                  | : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Memilih <i>link</i> [detail] tumbuhan sambiloto</li> <li>- Hasilnya, sistem menampilkan detail informasi tumbuhan sambiloto seperti nama latin dan nama lokal tumbuhan.</li> </ul> |
| Kesimpulan              | : Informasi yang dihasilkan sesuai dengan kegunaannya   |

| Karakteristik pengujian | Keterangan   |
|-------------------------|--|
| Nama modul              | : Detail taksonomi tumbuhan dari GBIF dan EOL.   |
| Kegunaan                | : Untuk melihat informasi taksonomi tumbuhannya.   |
| Masukan                 | : Memilih <i>link</i> [detail] pada nama latin.  |
| Keluaran                | : Detail informasi taksonomi tumbuhan yang dicari.   |
| Contoh                  | : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Memilih <i>link</i> [detail] nama latin <i>Andrographis paniculata</i>.</li> <li>- Hasilnya, sistem menampilkan detail informasi taksonomi tumbuhan sambiloto seperti kingdom, filum, kelas, ordo, famili, genus, spesies, dan informasi lain terkait taksonomi.</li> </ul> |
| Kesimpulan              | : Informasi yang dihasilkan sesuai dengan kegunaannya  |

| Karakteristik pengujian | Keterangan  |
|-------------------------|---|
| Nama modul              | : Detail manfaat tumbuhan.  |
| Kegunaan                | : Untuk melihat informasi manfaat tumbuhannya.  |
| Masukan                 | : Memilih <i>link</i> [detail] pada manfaat tumbuhan.   |
| Keluaran                | : Detail informasi manfaat tumbuhan yang dicari.  |
| Contoh                  | : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Memilih <i>link</i> [+] pada manfaat tumbuhan.</li> <li>- Hasilnya, sistem menampilkan detail informasi manfaat tumbuhan sambiloto.</li> </ul> |
| Kesimpulan              | : Informasi yang dihasilkan sesuai dengan kegunaannya   |

| Karakteristik pengujian | Keterangan  |
|-------------------------|---|
| Nama modul              | : Detail suku yang menggunakan tumbuhan.  |
| Kegunaan                | : Untuk melihat informasi suku yang menggunakan tumbuhan.   |
| Masukan                 | : Memilih <i>link</i> [+] pada rincian manfaat tumbuhan.  |
| Keluaran                | : Detail informasi suku yang menggunakan tumbuhan.  |
| Contoh                  | : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Memilih <i>link</i> [+] pada rincian manfaat tumbuhan.</li> <li>- Hasilnya, sistem menampilkan detail informasi suku yang menggunakan tumbuhan sambiloto.</li> </ul> |
| Kesimpulan              | : Informasi yang dihasilkan sesuai dengan kegunaannya   |

| Karakteristik pengujian | Keterangan  |
|-------------------------|---|
| Nama modul              | : Detail cara pengolahan tumbuhan.  |
| Kegunaan                | : Untuk melihat informasi cara pengolahan tumbuhan.   |
| Masukan                 | : Memilih <i>link</i> [+] pada rincian suku.  |
| Keluaran                | : Detail informasi cara pengolahan tumbuhan.  |
| Contoh                  | : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Memilih <i>link</i> [+] pada rincian suku.</li> <li>- Hasilnya, sistem menampilkan detail informasi cara pengolahan tumbuhan sambiloto.</li> </ul> |
| Kesimpulan              | : Informasi yang dihasilkan sesuai dengan kegunaannya   |

| Karakteristik pengujian | Keterangan  |
|-------------------------|---|
| Nama modul              | : Detail cara penggunaan dan bagian tumbuhan yang digunakan.  |
| Kegunaan                | : Untuk melihat informasi cara penggunaan dan bagian tumbuhan yang digunakan.   |
| Masukan                 | : Memilih <i>link</i> [+] pada rincian cara pengolahan.   |
| Keluaran                | : Detail informasi cara penggunaan dan bagian tumbuhan yang digunakan.  |
| Contoh                  | : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Memilih <i>link</i> [+] pada rincian cara pengolahan.</li> <li>- Hasilnya, sistem menampilkan detail informasi cara penggunaan dan bagian tumbuhan sambiloto yang digunakan sebagai obat.</li> </ul> |
| Kesimpulan              | : Informasi yang dihasilkan sesuai dengan kegunaannya   |

| Karakteristik pengujian | Keterangan  |
|-------------------------|---|
| Nama modul              | : Detail penyebaran tumbuhan.   |
| Kegunaan                | : Untuk melihat informasi penyebaran tumbuhan.  |
| Masukan                 | : Memilih <i>link</i> [detail] pada peta penyebaran tumbuhan.   |
| Keluaran                | : Peta penyebaran tumbuhan.   |
| Contoh                  | : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Memilih <i>link</i> [detail] pada peta penyebaran tumbuhan.</li> <li>- Hasilnya, sistem menampilkan peta penyebaran tumbuhan sambiloto.</li> </ul> |
| Kesimpulan              | : Informasi yang dihasilkan sesuai dengan kegunaannya   |

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan di Muara Bahan pada tanggal 7 Februari 1987 sebagai anak bungsu dari pasangan Kusmidi dan Rohimah. Pendidikan sarjana ditempuh di Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sultan Syarif Kasim Riau, lulus pada tahun 2009. Penulis melanjutkan jenjang magister pada tahun 2012 di Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor (IPB) dan menamatkannya pada tahun 2014. Beasiswa pendidikan jenjang magister diperoleh dari Kementerian Agama Republik Indonesia.