

Pengembangan Sistem Ontologi untuk Morfologi Tumbuhan Obat

Ontology System Design for Medical Plants Morphology

HANI ZULFIA ZAHRO*, YENI HERDIYENI, IRMAN HERMADI

Abstrak

Penelitian ini mengusulkan tentang desain baru dari ontologi untuk tanaman obat Indonesia berdasarkan konsep morfologi. Morfologi adalah studi yang mempelajari tentang karakteristik tumbuhan. Dalam penelitian ini menggunakan morfologi sebagai konsep pengetahuan. Ontologi merupakan model pengetahuan yang mendefinisikan hubungan dan klasifikasi dari beberapa konsep dalam domain tertentu. *Resource description framework* (RDF) dan *web ontology language* (OWL) digunakan dalam merepresentasikan ontologi. SPARQL *protocol and RDF query language* (SPARQL) digunakan untuk *query* data. Protégé 4.3 digunakan untuk memodelkan ontologi tanaman obat. Hasil dari pemodelan ontologi tumbuhan obat dapat diterapkan ke sistem semantik web tanaman obat Indonesia.

Kata kunci: morfologi, ontologi, tumbuhan obat

Abstract

This study proposes the new ontology design for medicinal plants in Indonesia based on the concept of morphology. Morphology is the study of the characteristics of plants. Morphology in this study is used as the concept of knowledge. Ontology is a model of knowledge that defines the relationship and classification of some concepts in a particular domain. Resource description framework (RDF) and web ontology language (OWL) is used to represent ontologies. SPARQL protocol and RDF query language (SPARQL) is used to query the data. Protégé 4.3 is used to model the ontology for medicinal plants. The results of medicinal plants ontology modeling can be applied to semantic web system of Indonesian medicinal plants.

Keywords: medical plants, morphology, ontology

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang kaya akan keanekaragaman hayati. Sampai saat ini tercatat lebih dari 38 000 spesies tanaman yang dikenal di Indonesia (Bappenas 2003) dan lebih dari 2000 di antaranya merupakan spesies tanaman obat (Zuhud 2008). Salah satu cara pelestarian tumbuhan obat yaitu dengan mengenali tumbuhan obat (Hamzari 2008). Morfologi merupakan salah satu cabang ilmu biologi yang mempelajari tentang karakteristik tumbuhan. Morfologi digunakan sebagai dasar dalam taksonomi. Bagian-bagian tumbuhan yang dapat dijadikan dasar taksonomi adalah daun, batang, bunga, buah, dan akar (Tjitrosoepomo 2009).

Layanan informasi tingkat takson tumbuhan dan informasi lain yang dapat digunakan untuk mengenali tumbuhan obat telah banyak tersebar di berbagai situs web. Beberapa situs web penyedia layanan informasi tumbuhan adalah Global Biodiversity Information Facility (GBIF), Encyclopedia of Life (EOL), Integrated Taxonomy Information System (ITIS), Plant Ontology Consortium (POC), dan sebagainya. Informasi keanekaragaman hayati tersebut menggunakan standar internasional (Wieczorek *et al.* 2012).

Departemen Ilmu Komputer dan Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata, Institut Pertanian Bogor (IPB) saat ini telah mengembangkan suatu sistem tentang informasi tumbuhan Indonesia. Sistem yang dikembangkan menggunakan desain *database* relasional. Pada tahap pengembangan selanjutnya, sistem tersebut diharapkan dapat melakukan inferensi pengetahuan. Karena desain *database* relasional sulit diterapkan pada sistem berbasis inferensi, maka metode pemodelan data yang dapat digunakan untuk inferensi pengetahuan adalah ontologi (Laallam *et al.* 2013).

Ontologi adalah model pengetahuan yang mendefinisikan hubungan dan klasifikasi dari beberapa konsep dalam domain tertentu (Jepsen 2009). Ontologi adalah spesifikasi formal dari konseptualisasi domain tertentu (Laallam *et al.* 2013). Komponen ontologi terdiri atas konsep (*class*), objek (*instance*), atribut (*properties*), dan relasi (Noy dan McGuinness 2001). Ontologi dapat menggambarkan konsep, hubungan dan sifat dalam domain dan menyimpulkan secara otomatis. Pada *database* relasional umumnya didefinisikan dengan data, sedangkan ontologi mewakili istilah pengetahuan (Noy dan McGuinness 2001). Alasan penggunaan ontologi antara lain, ontologi dapat menjelaskan suatu domain secara eksplisit, berbagi pengetahuan umum antar-orang atau *software agent*, dapat menggunakan pengetahuan yang sudah ada (*reuse*), untuk menganalisis domain pengetahuan, dan dapat memisahkan antara domain pengetahuan dengan pengetahuan operasional (Noy dan McGuinness 2001). Model ontologi lebih sesuai digunakan dalam web semantik daripada *database* relasional (Laallam *et al.* 2013).

Beberapa penelitian terkait ontologi antara lain adalah penelitian yang dilakukan Mamat dan Rahman (2009) mengenai teknik ontologi digunakan untuk mengatasi desain *database* tumbuhan herbal yang bervariasi. Wieczorek *et al.* (2012) meneliti banyaknya domain informasi yang kurang terintegrasi dan data keanekaragaman hayati yang tersimpan dalam berbagai format yang berbeda pada *platform hardware* dan *software*. Page (2006) meneliti tentang pemodelan taksonomi pada keanekaragaman hayati menggunakan *resource description format (RDF)* dan *life science identifier (LSID)*. Berdasarkan beberapa penelitian terkait ini, dapat disimpulkan bahwa ontologi dapat dijadikan solusi untuk memodelkan pengetahuan mengenai tumbuhan obat.

Berdasarkan latar belakang dan penelitian terkait, maka penelitian ini akan mengembangkan suatu model pengetahuan tumbuhan obat Indonesia berbasis ontologi. Model ontologi yang dikembangkan menggunakan domain pada morfologi. Tujuan dari penelitian ini adalah menerapkan teknik pemodelan ontologi untuk memodelkan pengetahuan tumbuhan obat Indonesia menggunakan konsep morfologi, dan menerapkan model ontologi pengetahuan tumbuhan obat ke dalam sistem semantik web tanaman obat Indonesia. Manfaat dari penelitian ini adalah menghasilkan model data pengetahuan obat berdasarkan inferensi dan menghasilkan model basis data pengetahuan tumbuhan obat yang lebih fleksibel terhadap penambahan entitas dan relasi. Ruang lingkup pengetahuan menggunakan data tumbuhan obat pada Wiart (2006).

METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini diadopsi dari Noy dan McGuinness (2001) dan Fernández *et al.* (1997). Tahapan penelitian ini terdiri atas identifikasi masalah, analisis kebutuhan pengetahuan, pemodelan ontologi, dan pengembangan prototipe. Pengembangan prototipe yang dilakukan oleh Noy dan McGuinness (2001) menggunakan perangkat lunak Protégé.

Identifikasi Masalah

Tahap identifikasi masalah ini tentang hambatan dalam mengembangkan basis data relasional pada model pengetahuan morfologi tumbuhan obat melalui wawancara dan studi

literatur. Berdasarkan identifikasi masalah, diperoleh objek masalah yaitu memodelkan konsep morfologi.

Analisis Kebutuhan Pengetahuan

Tahap analisis kebutuhan untuk memodelkan ontologi pada morfologi tumbuhan obat. Analisis kebutuhan pengetahuan yang dilakukan melalui studi literatur dari buku, jurnal, dan *website* untuk memperoleh pengetahuan yang terdapat pada konsep morfologi tumbuhan obat. Hasil pengetahuan berupa domain-domain pengetahuan untuk menghasilkan model ontologi pada morfologi tumbuhan obat.

Pemodelan Ontologi

Implementasi pemodelan ontologi dilakukan 2 tahap, yaitu pemodelan konseptual dan tahap dengan perangkat lunak Protégé 4.3 sebagai berikut:

1 Pemodelan konseptual

Tahap ini menggambarkan model domain pengetahuan dan ruang lingkup. Pada pemodelan konseptual dilakukan pemetaan domain-domain yang telah ditentukan. Berdasarkan pemetaan domain yang telah dilakukan digabungkan menjadi satu sehingga menghasilkan sebuah *rule* (aturan). *Rule* tersebut digunakan sebagai model konseptual dalam membentuk ontologi tumbuhan obat. Hasil ini digunakan sebagai model ontologi pada perangkat lunak Protégé.

2 Implementasi Pemodelan

Model ontologi yang diperoleh diimplementasikan menggunakan perangkat lunak Protégé. Pada perangkat lunak Protégé secara umum ontologi dimodelkan dalam bentuk kelas, properti, dan individu (*instance*). Kelas merupakan suatu konsep domain dan mempunyai turunan yaitu *subclass* yang digunakan untuk menerangkan konsep lebih spesifik.

Properti pada perangkat lunak Protégé terbagi 2 yaitu properti objek) dan *data properties* (properti data). Properti objek merupakan hubungan antar-individu. Properti data digunakan untuk menjelaskan objek dan atribut kelas. Properti objek dan properti data memiliki batasan seperti *domain*, *range*, karakteristik dan *properties restriction*. Tahap selanjutnya adalah membuat individu (*instance*) dari kelas-kelas yang telah didefinisikan.

Pengembangan Prototipe

Langkah berikutnya adalah implementasi model ontologi tumbuhan obat ke dalam model data RDF/OWL dan merancang SPARQL untuk melakukan *query* pada data RDF. RDF merupakan representasi dari ontologi dan digunakan sebagai sumber data pada aplikasi yang akan dikembangkan. OWL adalah bahasa yang digunakan untuk menggabungkan antar *framework* dan bahasa pemrograman yang digunakan adalah PHP

Evaluasi

Tahap evaluasi ini pada pengembangan sistem dilakukan pengujian beberapa *test case*. Hasil pengujian nantinya digunakan untuk menganalisis sistem.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Masalah

Hasil dari identifikasi masalah ini, diperoleh solusi untuk mengatasi perubahan basis data relasional yaitu menggunakan konsep ontologi. Domain-domain pengetahuan diperlukan untuk memodelkan ontologi tumbuhan obat. Pengetahuan-pengetahuan tersebut diperoleh dari hubungan antar domain, sehingga diperlukan identifikasi domain-domain yang diperlukan untuk memodelkan pengetahuan tumbuhan obat berdasarkan konsep morfologi. Berdasarkan domain yang terbentuk dijadikan sebagai batasan pada penelitian.

Analisis Kebutuhan Pengetahuan

Berdasarkan konsep morfologi tumbuhan obat diperoleh beberapa domain dan subdomain untuk menjelaskan domain morfologi. Berdasarkan analisis pengetahuan, domain yang dihasilkan dan hierarki dapat dilihat pada Gambar 1.

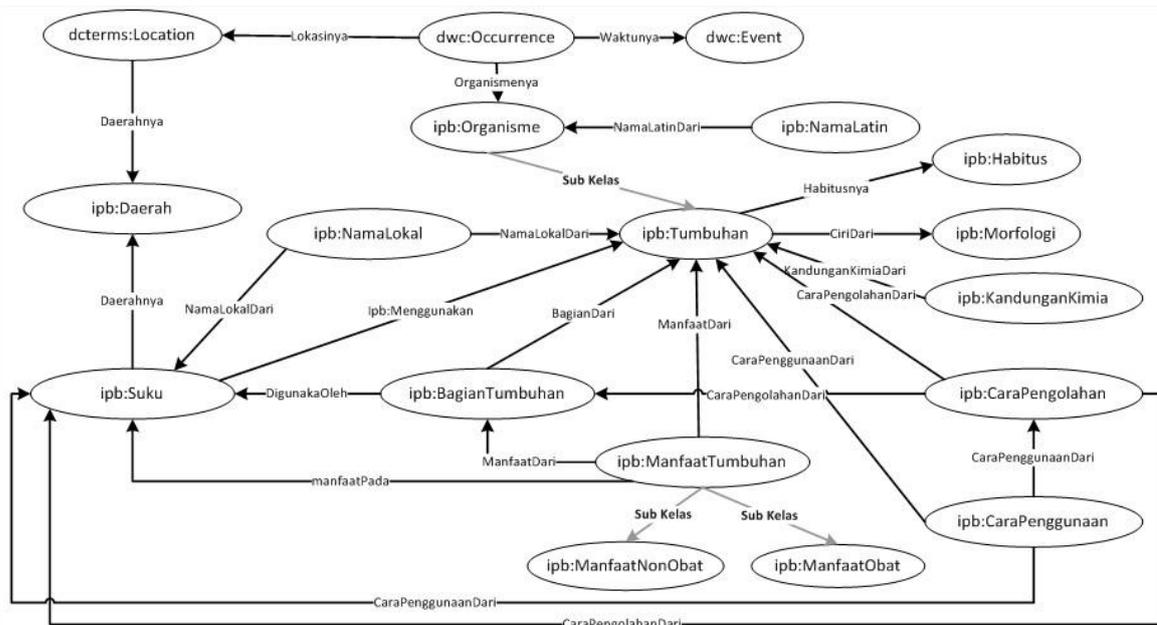
Pemodelan Konseptual

Pemetaan antar domain membentuk sebuah model konseptual. Hubungan model konseptual dapat dilihat pada Gambar 2. Istilah tertentu seperti *location*, *occurrence*, dan *event* menggunakan istilah dari Darwin Core. Darwin Core merupakan suatu standar istilah untuk menjelaskan berbagai data terkait keanekaragaman hayati. Domain *occurrence* dan *event* menggunakan istilah Darwin Core, ditandai dengan istilah “dwc”, sedangkan pada *location* menggunakan istilah “dcterms”. Istilah yang digunakan untuk menandai domain-domain penelitian adalah “ipb”.



Gambar 1 Hierarki domain pengetahuan

Berdasarkan informasi yang diperoleh dari model konseptual menghasilkan sebuah pengetahuan. Contoh pengetahuan yang dapat dibentuk berdasarkan aturan dapat dilihat pada Tabel 1. Aturan-aturan pada model konseptual dapat ditulis dalam bentuk *triple model*. Aturan *triple model* terdiri atas subjek, predikat, dan objek. Beberapa contoh aturan dapat dilihat pada Tabel 2.



Gambar 2 Model konseptual pengetahuan tumbuhan obat

Tabel 1 Pengetahuan yang dibentuk

Pengetahuan	Keterangan
1	Morfologi tumbuhan pada lokasi tertentu
2	Kandungan kimia pada bagian tumbuhan
3	Kandungan kimia pada lokasi tertentu
4	Cara pengolahan bagian tumbuhan pada suku

Tabel 2 Aturan-aturan pada model konseptual (triple model)

Aturan	Variabel subjek	Relasi/prediket	Variabel objek
1	?morfologi	ipb:CiriDari	?tumbuhan
2	?occurrence	ipb:Organismenya	?organisme
3	?occurrence	ipb:Lokasinya	?lokasi
4	?kandungankimia	ipb:KandunganKimiaDari	?tumbuhan
5	?bagiantumbuhan	ipb:BagianDari	?tumbuhan
6	?carapengolahan	ipb:CaraPengolahanDari	?tumbuhan
7	?carapengolahan	ipb:CaraPengolahanDari	?bagiantumbuhan
8	?carapengolahan	ipb:CaraPengolahanDari	?suku
9	?bagiantumbuhan	ipb:BagianDari	?tumbuhan
10	?bagiantumbuhan	ipb:DigunakanOleh	?suku

Aturan-aturan yang digunakan dalam membentuk pengetahuan adalah sebagai berikut:

- 1 IF (Aturan 1 AND Aturan 2 AND Aturan 3) THEN Pengetahuan 1
- 2 IF (Aturan 4 AND Aturan 5) THEN Pengetahuan 2
- 3 IF (Aturan 4 AND Aturan 2 AND Aturan 3) THEN Pengetahuan 3
- 4 IF (Aturan 6 AND Aturan 5 AND Aturan 10 AND Aturan 8) THEN Pengetahuan 4

Implementasi Pemodelan

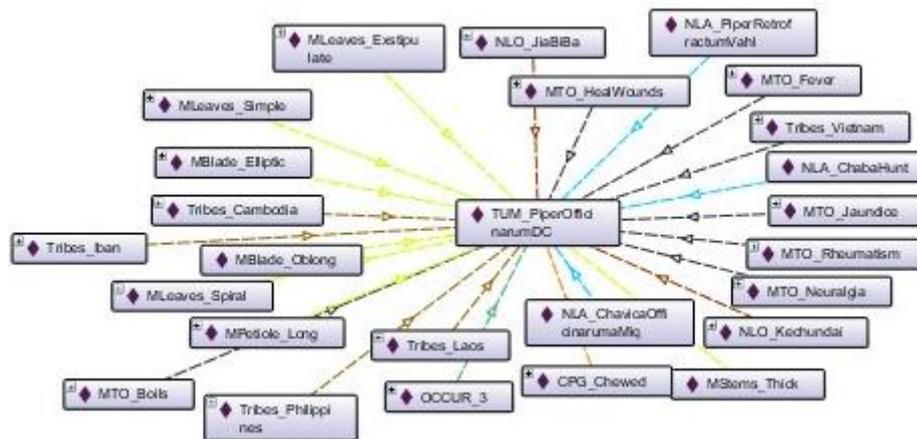
Model konseptual yang telah terbentuk selanjutnya diimplementasikan menggunakan perangkat lunak Protégé. Tahapan selanjutnya mendefinisikan kelas, menentukan properti, menentukan aspek properti, dan membuat *instance*. Kelas-kelas telah diatur pada hierarki sebelumnya.

Properti kelas terdiri atas properti data dan properti objek. Properti data adalah atribut kelas, seperti ID organisme, nama organisme, deskripsi, dan lainnya. Properti objek adalah hubungan antar-objek seperti “CiriDari”, “KandunganKimianya”, “BagianDari”, dan lainnya. Setiap properti dapat memiliki batasan yang berbeda untuk menggambarkan jenis nilai, nilai-

nilai yang diperbolehkan, kardinalitas, dan fitur lainnya (Noy dan McGuinness 2001). Salah satu contoh batasan properti data adalah nilai dari nama organisme memiliki tipe *string*. Salah satu contoh batasan properti objek adalah batasan “CiriDari”. “CiriDari” memiliki relasi antara *instance* dari morfologi dan *instance* dari Tumbuhan. Jika properti dan batasan properti telah didefinisikan, langkah berikutnya adalah untuk membuat *instance*. Untuk membuat *instance*, diperlukan sampel data tentang morfologi tumbuhan obat. Salah satu contoh hasil implementasi pada Protégé dapat dilihat pada Gambar 3.

Gambar 3 menunjukkan bahwa tumbuhan cabe jawa (*Piper officinarum DC*) memiliki ciri morfologi seperti, bentuk daun sederhana (MLeaves_Simple), bentuk daun spiral (MLeaves_Spiral), daun eliptik (Mblade_Eliptic), dan daun berbentuk bujur (Mblade_Oblong). Tumbuhan ini memiliki manfaat antara lain sakit saraf (MTO_Neuralgia), menyembuhkan luka (MTO_HealWounds), panas/demam (MTO_Fever), penyakit kuning (MTO_Jaundice), dan rematik (MTO_Rheumatism). Cara penggunaan tumbuhan cabe jawa ini dengan cara dikunyah. Suku yang menggunakan adalah suku Kamboja (Tribes_Cambodia), suku Iban (Tribes_Iban), suku Laos (Tribes_Laos), dan suku Vietnam (Tribes_Vietnam). Warna pada relasi setiap instance arti berbeda-beda. Warna kuning merupakan kelompok ciri morfologi, warna merah kelompok nama lokal, warna biru kelompok nama latin, warna coklat kelompok suku, warna jingga kelompok cara penggunaan, warna biru tua kelompok manfaat tumbuhan, warna hijau kelompok lokasi.

Langkah selanjutnya adalah merepresentasikan ontologi ke dalam kerangka RDF/OWL. Perangkat lunak Protégé telah dilengkapi dengan fasilitas untuk mengubah model ontologi ke dalam format RDF/OWL. Kerangka RDF/OWL merupakan salah satu bentuk representasi *triple model* (Raimbault 2010). Mengetahui struktur *triple model* berguna untuk pemodelan SPARQL. SPARQL adalah bahasa yang digunakan untuk mengambil dan memanipulasi data RDF/OWL (Segaran *et al.* 2009). Model SPARQL yang dibuat diuji terlebih dahulu pada Protégé. Hal ini dilakukan untuk memastikan model SPARQL sesuai dengan pengetahuan yang ingin dihasilkan. Gambaran model SPARQL untuk mengetahui cara pengolahan tumbuhan pada suku tertentu dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 3 Contoh pengetahuan tumbuhan cabe jawa (*Piper officinarum DC*)



Gambar 4 Pengetahuan tumbuhan memiliki ciri morfologi

Penelitian berdasarkan: Tumbuhan

Nama Ilmiah | Nama Lokal | Ciri Morfologi | Manfaat | Foto Penyebaran Tumbuhan

Tumbuhan: Sirih (Indonesia)

Nama ilmiah:
 • Piper Betle L. (pala)

Scientific Name : **Piper L.**
 Authorship : **L.**
 Taxon Rank : **GENUS**
 Genus : **Piper**
 Family : **Piperaceae**
 Order : **Piperales**
 Phylum : **Tracheophytes**
 Kingdom : **Plantae**
 Economic Status : **ACCEPTED**
 According to : **The Catalogue of Life, 3rd January 2011**

URL
 Galeri:
 Gambar pada data GBIF tidak ditemukan

Sinonim
 • **Piperaceae Tral.**

Nama di bahasa lain:
 • **Piper (GERMAN)**
 • **pepper (ENGLISH)**
 • **pepper (ENGLISH)**

Referensi:
 • **Walters, D. J. 2005. Mabberley's plant book, a portable dictionary of plants, their classification and uses, 3rd ed. Cambridge University Press, 1021 p.**
 • **Walters, D. J. 2005. Mabberley's plant book, a portable dictionary of plants, their classification and uses, 3rd ed. Cambridge University Press, 1021 p.**
 • **IZIFLORA February 2012**
 • **IZIFLORA February 2012**

URL
 Galeri:



Sinonim
 • **Andersoniopiper Tral.**
 • **Artanthe barbata Vig.**
 • **Artanthe decurva S. Fourn.**
 • **Artanthe eocavata (Ruz. & Pav.) Vig.**
 • **Artanthe grandifolia (Kunth) Vig.**
 • **Artanthe hoelmanniana Vig.**
 • **Artanthe mollicoma (Kunth) Vig.**
 • **Artanthe nana Vig. ex C. DC.**
 • **Artanthe nana (Vig. ex C. DC.) DC.**
 • **Artanthe rigata (Kunth) Vig.**
 • **Artanthe stuebeli Vig.**
 • **Artanthe tuberculata (Jacq.) Vig.**
 • **Chavica Vig.**
 • **Hackelia Kunth**
 • **Hackelia Kunth, 1840**
 • **Laplanthes Raf.**
 • **Laplanthes strobilata (L.) C. Koch**
 • **Undulopiper Tral.**
 • **Wacropiper sp.**

Gambar 5 Hasil pengujian sistem tentang pengetahuan tumbuhan *Piper officinarum* DC

Gambar 4 menunjukkan pengetahuan morfologi pada tumbuhan yang selanjutnya direpresentasikan dalam bentuk SPARQL sebagai berikut ini:

```
PREFIX ipb: <namespace_penelitian>
SELECT *
WHERE {
  ?urimorfologi rdf:type ipb:Morfologi .
  ?urimorfologi ipb:KodeMorfologi ?kodemorfologi .
  ?urimorfologi ipb:CiriDari ?tumbuhan .
}
```

Query SPARQL dengan WHERE mengikuti struktur *triple model*. Pada baris kelima (?urimorfologi ipb:CiriDari ?Tumbuhan .) merupakan contoh bentuk *query* dengan: ?urimorfologi disebut dengan subjek, ipb:CiriDari disebut dengan predikat, dan ?Tumbuhan disebut dengan objek. Perancangan antarmuka pengguna dilakukan setelah SPARQL dimodelkan sesuai dengan yang diinginkan. Pada antarmuka pengguna terdiri atas pencarian yang dilakukan pengguna.

Layanan mengenai informasi keanekaragaman hayati beraneka macam, salah satunya adalah GBIF *application programmer interface* (API) dan EOL dalam format JavaScript *object notation* (JSON). Untuk mendapatkan informasi yang diperlukan, dilakukan percobaan

terhadap GBIF dan EOL. GBIF menyediakan fungsi API dalam melakukan pencarian spesies seperti *match*, *search*, dan *suggest*. Fungsi *match* yang terdapat pada API digunakan karena lebih fleksibel dalam melakukan pencarian. Parameter-parameter yang digunakan dalam pencarian berdasarkan *name* (nama spesies tumbuhan) dan *verbose* (informasi yang dihasilkan). Jika *verbose* bernilai *false* maka hasil pencarian informasi spesies *Piper officinarum DC* memiliki tingkat kesesuaian tinggi sehingga harus dikonversi agar mudah dibaca pengguna. Contoh penggunaannya adalah <http://api.gbif.org/v0.9/species/match?verbose=false&name=piper%20officinarum%20DC>. Evaluasi sistem dilakukan untuk memastikan bahwa sistem yang telah dikembangkan sesuai dari model yang telah dibentuk. Evaluasi ini dilakukan pada setiap modul dapat beroperasi. Model ontologi pengetahuan tumbuhan obat dapat diterapkan pada sistem. Layanan informasi taksonomi tumbuhan seperti GBIF dan EOL dapat digunakan untuk melengkapi informasi morfologi tumbuhan obat Indonesia. Gambar 5 merupakan contoh tentang tumbuhan *Piper officinarum DC* (cabe jawa).

SIMPULAN

Penelitian ini membahas tentang pengetahuan tanaman obat yang menggunakan konsep ontologi berdasarkan pengetahuan morfologi. Pengetahuan morfologi digunakan sebagai domain pengetahuan untuk merancang model ontologi. Model ontologi dapat digunakan dalam melakukan inferensi pengetahuan tumbuhan obat. Ontologi direpresentasikan ke dalam bentuk RDF/OWL. SPARQL digunakan untuk melakukan *query* pengetahuan tumbuhan obat. Berdasarkan pengujian desain ontologi ini dapat diterapkan pada sistem pengetahuan tanaman obat Indonesia, sehingga model ontologi ini merupakan tahapan awal dalam mengembangkan web semantik tanaman obat Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Bappenas. 2003. *Indonesia Biodiversity and Action Plan 2003-2020*. Jakarta (ID): Bappenas.
- Fernández M, Gómez-Pérez A, Juristo N. 1997. Methontology: from ontological art towards ontological engineering. Di dalam: *AAAI Technical Report SS-97-06*. hlm 33–40.
- Hamzari. 2008. Identifikasi tanaman obat-obatan yang dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar hutan Tabo-tabo. *Jurnal Hutan dan Masyarakat*. 3(2): 159–167.
- Jepsen TC. 2009. Just what is an ontology, anyway? *IT Professional*. 11(5): 22–27.
- Laallam FZ, Kherfi ML, Benslimane SM. 2013. Using ontologies to overcoming draw-backs of databases and vice versa: a survey. *CSEIJ*. 3(2): 1–21.
- Mamat A, Rahman AA. 2009. Designing a conceptual model for herbal research domain using ontology technique. Di dalam: *Ninth International Conference on Intelligent Systems Design and Applications (ISDA'09)*; 2009 Nov 30–Dec 2; Pisa, Italia. IEEE. hlm 1167–1172.
- Noy NF, McGuinness DL. 2001. Ontology development 101: a guide to creating your first ontology [internet]. [diunduh 2013 Okt 4]. Tersedia pada: http://protege.stanford.edu/publications/ontology_development/ontology101.pdf.
- Page RDM. 2006. Taxonomic names, metadata, and the semantic web. *Biodiversity Informatics*. 3: 1–15.
- Raimbault T. 2010. Overviewing the RDF(S) semantic web. Di dalam: *2010 International Conference on Computational Intelligent and Software Engineering (CiSE)*; 2010 Dec 10–12; Wuhan, China. IEEE. hlm 1–4.

- Segaran T, Evans C, Taylor J. 2009. *Programming the Semantic Web*. Sebastopol (US): O'Reilly.
- Tjitrosoepomo G. 2009. *Morfologi Tumbuhan*. Yogyakarta (ID): GMU Pr.
- Wiat C. 2006. *Medicinal Plants of Asia and the Pacific*. Boca Raton (US): CRC Pr.
- 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*. 7(1): e29715.
- Zuhud EAM. 2008. Potensi hutan tropika Indonesia sebagai penyangga bahan obat alam untuk kesehatan bangsa. *Jurnal Bahan Alam Indonesia*. 6(6): 272–232.