

Pemanfaatan Teknologi Tepat Guna Identifikasi Tumbuhan Obat Berbasis Citra

(Utilization of Computer Technology for Medicinal Plant Identification Based on Leaf Image)

Yeni Herdiyeni¹, Julio Adisantoso¹, Ellyn K Damayanti², Ervival AM Zuhud²,
Elvira Nurfadhila¹, Kristina Paskianti¹

ABSTRAK

Indonesia adalah negara yang kaya akan keanekaragaman tumbuhan, termasuk tumbuhan obatnya. Dengan banyaknya spesies dan jumlah tumbuhan obat di Indonesia maka identifikasi tumbuhan tidaklah mudah. Oleh karena itu, diperlukan sistem komputer yang dapat membantu masyarakat mengidentifikasi tumbuhan dengan mudah. Ada sebanyak 30 spesies tumbuhan obat yang digunakan dalam penelitian ini. Penelitian ini menggunakan 3 penciri (fitur) tumbuhan obat, yaitu morfologi, tekstur, dan bentuk. Untuk mengelompokkan spesies tumbuhan obat digunakan *probabilistic neural network*. Hasil percobaan menunjukkan akurasi identifikasi mencapai 74,67%. Pengembangan sistem mesin pencari (*search engine*) untuk tumbuhan obat juga sudah dilakukan. Sebanyak 32 jenis dokumen tumbuhan obat digunakan dalam sistem ini dengan jumlah dokumen sebanyak 132 dokumen. Setiap dokumen terdiri atas nama, famili, deskripsi, penyakit, dan kandungan kimia. Pengelompokkan dokumen penelitian ini menggunakan KNN Fuzzy. Dokumen tumbuhan obat dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu berdasarkan famili dan penyakit. Hasil percobaan menunjukkan akurasi rata-rata presisi untuk mesin pencari mencapai 96% untuk kueri dengan panjang 1 kata dan 89% untuk kueri dengan panjang 2 kata. Sistem ini sangat bermanfaat bagi masyarakat untuk membantu mengidentifikasi tumbuhan obat dengan mudah sehingga masyarakat mampu memanfaatkan tumbuhan obat guna mendukung kegiatan keanekaragaman tumbuhan di Indonesia.

Kata kunci: bentuk tanaman obat, identifikasi tumbuhan obat, morfologi tanaman obat, *probabilistic neural network product decision rule*

ABSTRACT

Indonesia is a mega biodiversity country including many kind medicinal plants. It is not easy to identify the various kinds of the medicinal plants especially for common people. Therefore, we need a computer-based automatic system as a tool to identify these various types of the medicinal plants. Developing of computer-based automatic system for medicinal plant identification has been done based on leaf image. There are 30 species of medicinal plants used in this study. There are 3 features for identification, i.e. morphology, texture, and shape. To improve the accuracy of identification we applied probabilistic neural network to classify the species of medicinal plant. The experiment results showed that the accuracy of identification increase to 74.67%. Developing of search engine has been done as well. We used 32 species of medicinal plant. The number of document was 132 documents. The document consists of name, family, description, diseases, and chemical substances. To improve the accuracy of searching, we applied KNN Fuzzy to classify document into 2 categories, i.e., family and diseases. The experiment results showed that the accuracy of average of precision is 96% for only word of length query and 89% for two words of length query. The system is very beneficial for people in society because it can be used to identify medicinal plants easily and the relevant communitis become independent in maintaining family health and giving opportunities as well as income of the people. Hence, the system is promising for leaf identification and supporting plant biodiversity in Indonesia.

Keywords: leaf identification, leaf morphology, leaf shape, medicinal plants, *probabilistic neural network, product decision rule*

PENDAHULUAN

Tingginya tingkat kematian ibu dan anak, tingginya biaya pemeliharaan kesehatan yang tidak sebanding dengan pendapatan penduduk yang sangat rendah, serta faktor sosial budaya menjadi isu penting yang

sangat terkait dengan tingkat kemiskinan masyarakat pedesaan. Harga obat-obatan modern belakangan ini terus merangkak naik, dan semakin memberatkan kehidupan masyarakat miskin yang berpenghasilan rendah. Kenaikan harga obat ini sudah barang tentu makin menyulitkan kehidupan masyarakat.

Tumbuhan obat dan obat tradisional sejak zaman dahulu memainkan peranan penting dalam menjaga kesehatan, mempertahankan stamina dan mengobati penyakit. Tumbuhan obat adalah jenis tumbuhan yang sebagian, seluruh, dan atau eksudat (sel) tumbuhan tersebut digunakan sebagai obat, bahan, atau ramuan obat-obatan (Rostiana *et al.* 1992). Institut Pertanian

¹ Departemen Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680.

² Departemen Konservasi Sumber daya dan Ekowisata, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680.

* Penulis korespondensi: E-mail: yeniherdiyenie@gmail.com

Bogor (IPB) sebagai lembaga pendidikan tinggi yang telah mendeklarasikan sebagai universitas berbasis riset, mempunyai program riset unggulan yang di antaranya riset ketahanan pangan, ketahanan energi, dan kelestarian lingkungan. Sejalan dengan itu, pada tahun 2009–2010, IPB telah melakukan penelitian revitalisasi konservasi tanaman obat keluarga (TOGA) (Zuhud *et al.* 2010). TOGA adalah sebidang tanah baik di halaman atau kebun yang dimanfaatkan untuk menumbuhkan beranekaragaman tumbuhan yang berkhasiat obat dalam upaya memenuhi kebutuhan keluarga untuk pengobatan (Tukiman 2004). Penelitian revitalisasi konservasi TOGA dilakukan di 4 kampung desa lingkaran kampus IPB yang merupakan wilayah mitra, yaitu Kampung Gunung Leutik, Pabuaran Sawah, Carang Pulang, dan Cangkrang (Zuhud *et al.* 2010). Berdasarkan hasil survei pada responden, diperoleh data masyarakat yang menggunakan TOGA untuk pengobatan penyakit, khususnya penyakit ringan, yaitu 30–45% responden (Zuhud *et al.* 2010). Dari segi produksi, saat ini telah dilakukan pendampingan kepada Kelompok Konservasi Toga “Bina Sehat Lestari” yang telah dimulai sejak tahun 2009 melalui Revitalisasi Konservasi TOGA. Saat ini baru ada sebanyak 15 jenis TOGA yang dihasilkan produksi Kelompok “Bina Sehat Lestari” (Zuhud *et al.* 2010). Ini menunjukkan bahwa masyarakat belum memanfaatkan TOGA secara optimum. Penyebabnya adalah kurangnya informasi yang dapat diakses oleh masyarakat sehingga masyarakat tidak dapat mengenali tumbuhan obat tersebut dan tidak dapat memanfaatkan khasiat dari tumbuhan obat.

Pelatihan pengenalan dan identifikasi tumbuhan obat kepada masyarakat melalui poster, brosur, dan modul bukanlah hal yang sederhana. Diperlukan biaya dan waktu yang banyak untuk melatih pengenalan dan mengidentifikasi tumbuhan obat mengingat banyaknya jumlah tumbuhan obat. Selain itu juga, hasil identifikasi tumbuhan obat hanya ditulis dalam bentuk laporan/buku sehingga untuk mencari data dibutuhkan waktu lama. Oleh karena itu, diperlukan teknologi tepat guna berbasis komputer sebagai alat bantu ini dapat mempercepat identifikasi dan pencarian tumbuhan obat sehingga diharapkan dapat meningkatkan produksi tumbuhan obat oleh masyarakat. Berdasarkan persoalan yang dihadapi mitra tersebut dan berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan untuk mengidentifikasi tanaman secara otomatis dengan menggunakan komputer, penelitian ini mengusulkan pembangunan pangkalan data (*database*) koleksi tumbuhan obat untuk wilayah mitra, pengembangan sistem identifikasi, dan mesin pencari tumbuhan obat menggunakan komputer serta melakukan melatih penggunaan sistem kepada kader mitra/masyarakat.

METODE PENELITIAN

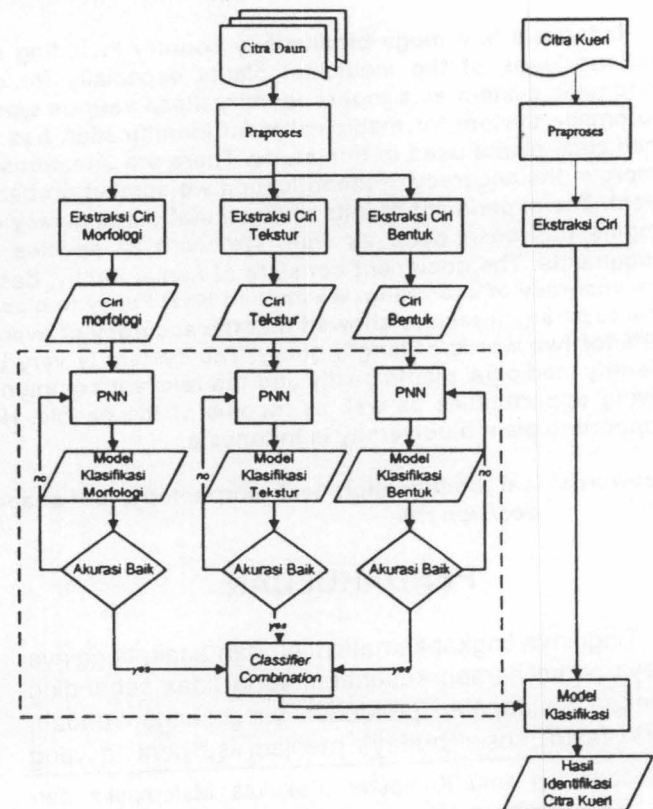
Gambar 1 menunjukkan alur penelitian. Secara garis besar langkah penelitian ini terdiri atas pengumpulan data, penggabungan fitur, pembagian data menjadi data latih dan data uji, pelatihan dengan probabilistic neural network dengan *classifier combination Product Decision Rule (PDR)*, pengujian, dan evaluasi hasil temu kembali.

Pengumpulan Data Citra Daun

Data yang akan digunakan untuk penelitian ini adalah citra tanaman yang diperoleh dari citra di Kampung Gunung Leutik dan Pabuaran Sawah (Desa Banteng dan Cibanteng, Kabupaten Bogor). Jumlah spesies yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 30. Setiap spesies terdiri atas 48 citra. Citra ini diambil dengan menggunakan kamera digital dengan berbagai macam posisi baik dari arah depan maupun belakang. Citra daunnya berukuran 270 × 240 piksel. Format citra digital adalah JPEG.

Praproses

Sebelum masuk ke tahap ekstraksi, citra dipraproses terlebih dahulu. Citra daun merupakan citra RGB dengan latar belakang putih. Masukan untuk ekstraksi morfologi dan bentuk dengan pemodelan Fourier adalah citra biner dengan ambang (*threshold*) tertentu. Masukan untuk ekstraksi tekstur berupa citra *grayscale*.



Gambar 1 Metode penelitian.

Ekstraksi Ciri

Ekstraksi Ciri Morfologi

Ciri morfologi terdiri atas 2, yaitu ciri dasar dan turunan (Annisa 2009). Tahap awal ekstraksi adalah mendapatkan ciri-ciri morfologi dasar dari citra helai daun. Ciri dasar yang digunakan pada penelitian ini adalah diameter, area, dan perimeter/keliling daun. Ketiga ciri dasar tersebut dapat dikombinasikan sehingga didapatkan 8 ciri turunan di antaranya faktor kehalusan (*smooth factor*), faktor bentuk (*form factor*), nisbah perimeter, dan diameter, serta 5 ciri urat daun.

Ekstraksi Ciri Tekstur

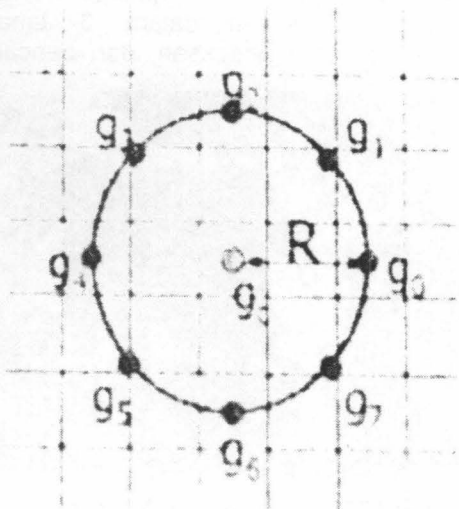
Local binary pattern (LBP) merupakan suatu metode untuk mendeskripsikan tekstur pada mode warna *grayscale* (Kulsum 2010). LBP bekerja menggunakan 8 ketetangaan yang tersebar secara melingkar (*circular neighborhoods*) dengan pusat piksel berada di tengah seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Notasi *g* merupakan nilai *gray level* piksel ketetangaan. Rataan semua piksel (piksel ketetangaan dan piksel pusat) digunakan sebagai nilai ambang batas (*threshold*) untuk memotong setiap nilai piksel ketetangaan. Nilai LBP dihasilkan dengan mengalikan nilai piksel yang telah melalui tahap pemotongan dengan pembobotan biner sesuai posisi piksel ketetangaan tersebut berada (Gambar 3).

Gambar 3 menunjukkan operasi dasar LBP. Pola-pola biner LBP merepresentasikan bermacam-macam pola tepi, titik, flat areas, dan sebagainya. Nilai LBP menunjukkan kode local binary pattern. LBP dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$LBP_{P,R}(x_c, y_c) = \sum_{p=0}^{P-1} s(g_p - \mu) 2^p$$

$$s_x = \begin{cases} 1 & x \geq 0 \\ 0 & x < 0 \end{cases}$$

dengan x_c dan y_c adalah koordinat pusat piksel ketetangaan, p adalah *circular sampling points*, P adalah banyaknya *sampling points*, g_p adalah nilai keabuan dari p , μ adalah nilai rata-rata piksel



Gambar 2 Circular neighborhood 8 titik sampling.

ketetangaan dan piksel pusat, dan s adalah *sign* (kode biner).

Selanjutnya kode-kode LBP direpresentasikan melalui histogram. Histogram menunjukkan frekuensi kejadian berbagai nilai LBP. Setelah mendapatkan nilai LBP pada setiap ketetangaan (blok i, j); keseluruhan tekstur citra direpresentasikan dengan membentuk histogram:

$$H_k = \sum_{i=0}^N \sum_{j=1}^M f_{LBP_{P,R} i, j, k}, k \in 0, K$$

$$f_{x,y} = \begin{cases} 1, & \& x=y \\ 0, & \& \text{selainnya} \end{cases}$$

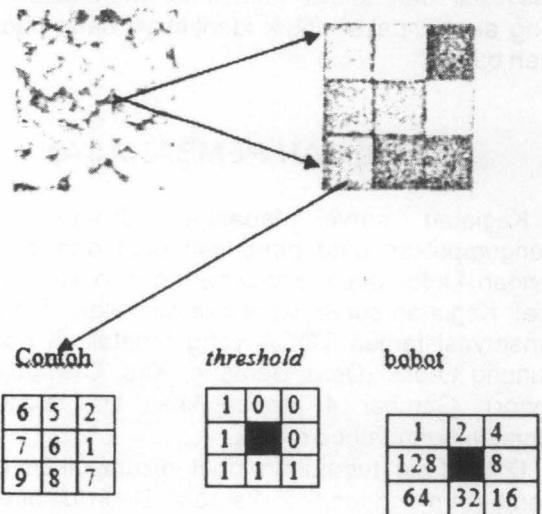
dengan K merupakan nilai LBP terbesar dan $N \times M$ piksel sebagai ukuran citra.

Ekstraksi Ciri Bentuk

Salah satu teknik ekstraksi bentuk berdasarkan kontur adalah deskriptor Fourier (*Fourier descriptors*). Deskriptor Fourier merepresentasikan suatu sinyal berkala dengan koefisien transformasi Fourier diskret $Z(k)$:

$$Z(k) = \sum_{n=0}^{N-1} z_n \exp \left(-\frac{i2\pi nk}{N} \right)$$

Deskriptor Fourier bisa memberikan deskripsi bentuk yang berguna, bebas terhadap posisi, orientasi, dan ukuran objek suatu citra (Rahmadhani 2009). Banyaknya deskriptor Fourier bisa merupakan bilangan berpangkat 2 ataupun tidak. Deskriptor Fourier bisa digunakan untuk membangkitkan ulang kontur atau garis bentuk dengan menerapkan invers transformasi. Akan tetapi, jika koefisien transformasi diproses, seperti dipotong atau dikuantisasi, invers DFT tidak lagi menghasilkan representasi kontur yang akurat. Modifikasi koefisien Fourier bisa menghasilkan kurva yang tidak lagi tertutup. Ciri bentuk dari hasil



Nilai *threshold*: 5.667
 Pola LBP : 11110001
 Nilai LBP: 1+4+16+128 = 241

Gambar 3 Operasi LBP.

deskriptor Fourier ini diharapkan invarian terhadap rotasi, dilatasi, dan translasi.

Pembagian Data Latih dan Data Uji

Semua data hasil ekstraksi setiap ciri dibagi menjadi data latih dan data uji. Data latih digunakan sebagai masukan pelatihan menggunakan PNN sedangkan data uji digunakan untuk menguji model hasil pelatihan menggunakan PNN. Presentase data latih dan data uji yang dicobakan pada penelitian ini adalah 80–20%.

Klasifikasi dengan *Probabilistic Neural Network*

Arsitektur PNN memiliki bagian lapisan masukan, pola, dan keluaran. Pada penelitian ini masukan berupa setiap hasil ekstraksi. Lapisan output memiliki 30 target kelas sesuai dengan jumlah spesies daun. Untuk lapisan pola hanya digunakan satu model PNN, yaitu dengan nilai bias (σ) tetap. Jadi, pada percobaan dihasilkan 3 model klasifikasi terbaik dari ciri morfologi, tekstur, dan bentuk berdasarkan akurasi terkecil dari pembagian data latih serta data uji. Model klasifikasi terbaik setiap ciri dikombinasikan menggunakan teknik *classifier combination* (Nurafifah 2010). Penelitian ini menggunakan keempat teknik *classifier combination*. Kombinasi yang terjadi adalah kombinasi model morfologi, model bentuk, model tekstur, serta kombinasi dari ketiga model.

Evaluasi Hasil Klasifikasi

Kinerja model PNN akan ditentukan dan dibandingkan melalui besaran akurasi yang berhasil dicapai. Akurasi dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{data uji benar klasifikasi}}{\text{jumlah data uji}} \times 100\%$$

Akurasi terbaik dari hasil berbagai kombinasi model klasifikasi dan teknik kombinasi merupakan model yang akan dipakai untuk identifikasi daun pada citra kueri baru.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan survei lapangan dilakukan untuk mengumpulkan data tumbuhan obat dan berdiskusi dengan kader desa mengenai konservasi tumbuhan obat. Kegiatan survei lapangan dilakukan di 1 tempat konservasi taman TOGA yang terletak di Kampung Gunung Leutik (Desa Benteng, Kec. Ciampea, Kab. Bogor). Gambar 4 menunjukkan tim tekstur dan kegiatan pengumpulan data.

Data daun tumbuhan obat dikumpulkan dengan memotret menggunakan kamera. Daun dipotret pada seluruh bagian tumbuhan obat dan pada helai daun dengan 2 sisi daun, yaitu sisi daun depan dan belakang (tulang belakang). Dari kegiatan survei lapangan tersebut diperoleh 30 jenis tumbuhan obat.

Diskusi penelitian dilakukan secara rutin setiap pekan di Lab Kecerdasan Komputasional Departemen Ilmu Komputer bersama dengan mahasiswa dan dosen untuk membahas metode dan algoritme komputasi yang digunakan guna mengidentifikasi daun tumbuhan obat. Diskusi penelitian juga dilakukan di Departemen Konservasi Sumber Daya dan Ekowisata, Fakultas Kehutanan IPB untuk membahas ciri tumbuhan obat.

Setelah mengumpulkan data tumbuhan obat, tahap selanjutnya adalah mengolah dan menganalisis data. Tahap pengolahan data disebut tahap ekstraksi ciri (*feature extraction*). Ekstraksi ciri dilakukan secara otomatis menggunakan komputer, guna mendapatkan ciri morfologi, tekstur, dan bentuk.

Sistem yang akan dibangun dalam penelitian ini adalah 2 sistem, yaitu sistem identifikasi daun tumbuhan obat dan mesin pencari (*search engine*) informasi tumbuhan obat. Sistem identifikasi daun dibangun berbasis aplikasi *standalone* sedangkan sistem mesin pencari berbasis Internet.

Desain sistem identifikasi daun tumbuhan obat memiliki fasilitas untuk pelatihan data, memasukkan data citra daun, ekstraksi ciri (morfologi, bentuk, dan tekstur) serta sistem identifikasi daun. Sementara itu, desain sistem mesin pencari memiliki fasilitas untuk klasifikasi dokumen dan mesin pencari berdasarkan teks yang dimasukkan sebagai kueri.

Sistem Identifikasi Tumbuhan Obat

Sistem Identifikasi tumbuhan obat dibangun menggunakan Visual C++ dengan *Image Library CImg*. Aplikasinya diberi nama *Leaftify Pro*. Sistem *Leaftify Pro* memiliki 2 fasilitas, yaitu sistem ekstraksi dan sistem identifikasi. Gambar 5 menunjukkan antarmuka aplikasi. Untuk identifikasi tumbuhan obat, pertama kali yang harus dilakukan adalah memasukkan citra (*input image*). Selanjutnya diklik identifikasi, maka akan muncul antarmuka seperti pada Gambar 5.

Mesin Pencari Tumbuhan Obat

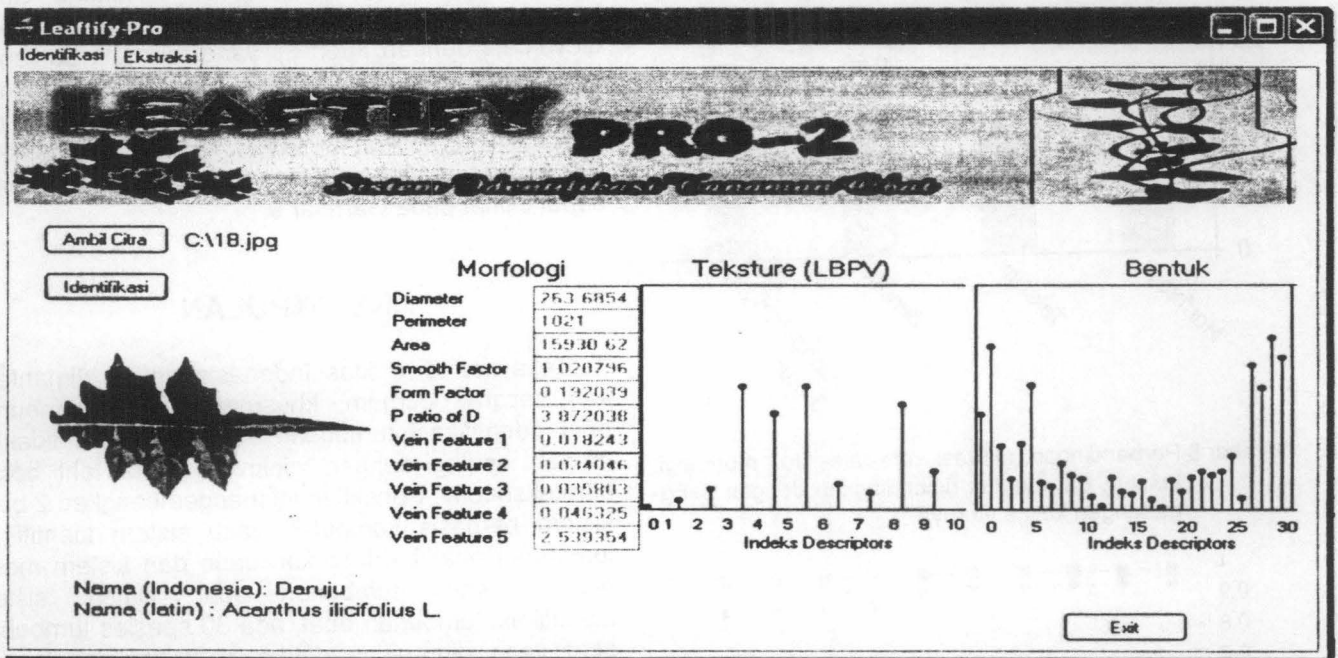
Sistem mesin pencari tumbuhan obat dibangun dengan menggunakan *Sphinx 1.10 beta*. Implementasi dilakukan dalam 3 tahap, yaitu praproses data, pengindeksan, dan pencarian teks.



Gambar 4 Foto kegiatan penelitian survei lapangan.

Praproses data adalah tahap untuk menyiapkan data yang akan diindeks oleh Sphinx. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah dokumen tumbuhan obat yang berasal dari beberapa buku hasil riset. Satu dokumen tumbuhan obat merepresentasikan informasi mengenai satu jenis tumbuhan obat yang meliputi nama, nama latin, famili, deskripsi, penyakit yang dapat disembuhkan atau kandungan kimia yang dimiliki. Dokumen terbatas pada 32 jenis tumbuhan obat Indonesia. Jumlah dokumen yang digunakan sebanyak 132 dokumen. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah pangkalan data SQL yang memuat semua dokumen tumbuhan obat. Data yang akan diindeks memiliki atribut id, nama, nama latin, deskripsi, famili, dan penyakit.

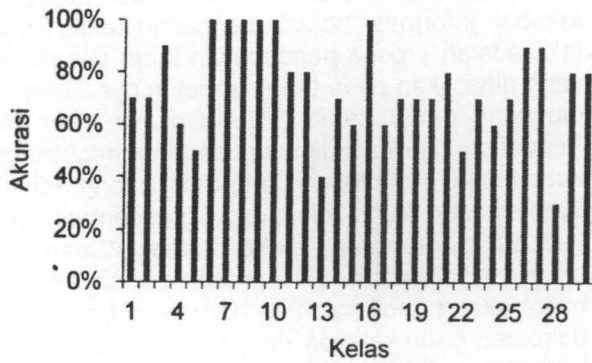
Tahap terakhir dari implementasi proses temu kembali informasi adalah pencarian teks. Pencarian teks adalah proses pencocokan kueri dengan indeks yang dihasilkan pada tahap sebelumnya. Sistem yang dibangun diberi nama GOL (*Go For Your Health*). Pencarian informasi dimulai dengan mengetikkan kata kunci dari kebutuhan informasi yang diinginkan. Setelah kata kunci dianggap representatif terhadap kebutuhan informasi, ditekan tombol "Search" untuk memulai pencarian. Jika proses pencarian berhasil, maka akan tampil halaman baru yang berisi sejumlah dokumen yang relevan dengan kata kunci. Halaman baru yang menampilkan hasil pencarian ditunjukkan oleh Gambar 6. Hasil pencarian dapat dikelompokkan berdasarkan kelas famili dan kelas penyakit.



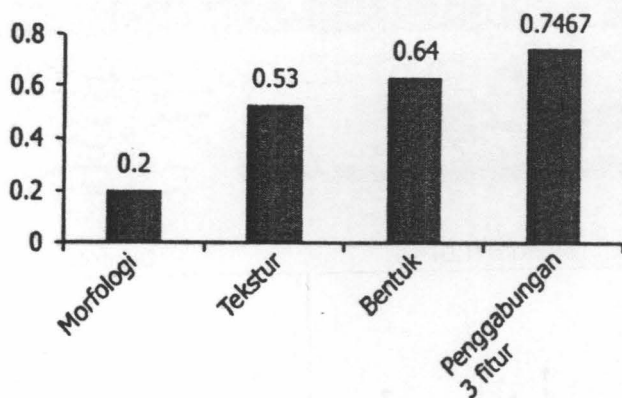
Gambar 5 Hasil identifikasi gambar tumbuhan obat.



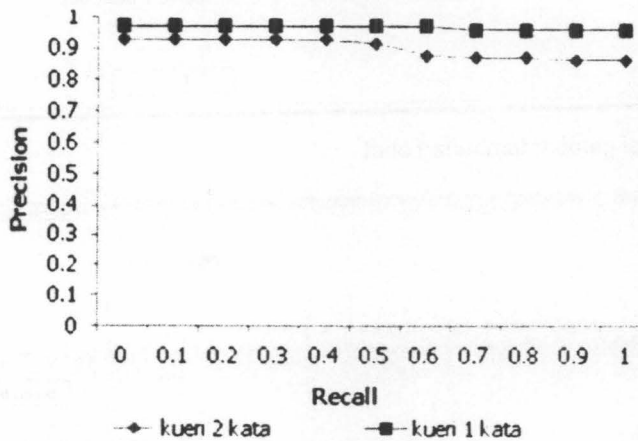
Gambar 6 Halaman baru yang menampilkan hasil pencarian.



Gambar 7 Akurasi tiap kelas hasil penggabungan 3 fitur menggunakan PDR.



Gambar 8 Perbandingan akurasi rata-rata fitur morfologi, tekstur, dan bentuk dibandingkan dengan penggabungan ketiga fiturnya.



Gambar 9 Perbandingan AVP untuk kueri uji 1 kata dan kueri uji 2 kata.

Sistem Identifikasi Tumbuhan Obat

Perbandingan akurasi klasifikasi per kelas untuk penggabungan ketiga fitur (morfologi, tekstur, dan bentuk) menggunakan PDR dapat dilihat pada Gambar 7, yakni akurasi yang dicapai untuk setiap kelas. Akurasi ini diambil dari hasil penggabungan 3 fitur dengan teknik PDR. Berdasarkan Gambar 8, dapat disimpulkan bahwa penggabungan ketiga fitur ekstraksi ciri ini dapat membantu meningkatkan akurasi secara keseluruhan. Akurasi rata-rata semula

untuk morfologi (20%), tekstur (53%), dan bentuk (64%) meningkat menjadi 74,67%.

Mesin Pencari Tumbuhan Obat

Temu kembali informasi dievaluasi terhadap 30 kueri uji yang merepresentasikan isi dokumen. Kueri uji dibagi menjadi 2, yaitu kueri uji dengan panjang 1 kata dan kueri uji dengan panjang 2 kata. Kueri dengan panjang satu kata misalnya kanker, flu, dan diabetes. Kueri dengan panjang 2 kata misalnya batuk pilek, kecing batu, dan gagal ginjal.

Nilai AVP yang dihasilkan saat sistem dievaluasi dengan kueri uji 1 kata adalah 0,96, sedangkan nilai AVP yang dihasilkan saat sistem dievaluasi dengan kueri uji 2 kata adalah 0,89. Penurunan nilai AVP sebesar 0,06 menunjukkan bahwa kinerja sistem temu kembali informasi lebih baik pada saat sistem dievaluasi dengan kueri uji yang memiliki panjang 1 kata. Secara keseluruhan kinerja sistem temu kembali informasi sudah baik. Hal ini ditunjukkan dari nilai *average precision* (AVP) yang dihasilkan. Perbandingan nilai AVP untuk kedua kategori kueri uji dapat dilihat pada Gambar 9.

KESIMPULAN

Kekayaan diversitas Indonesia belum dimanfaatkan secara optimum, khususnya untuk tumbuhan obat. Identifikasi tumbuhan secara manual tidaklah mudah, apalagi dengan minimnya jumlah ahli botani dan taksonomi. Penelitian ini mengembangkan 2 buah sistem berbasis komputer, yaitu sistem identifikasi tumbuhan obat berdasarkan daun dan sistem mesin pencari untuk tumbuhan obat. Dalam sistem identifikasi tumbuhan obat, ada 30 spesies tumbuhan obat yang digunakan dalam penelitian ini. Penciri yang digunakan untuk identifikasi tumbuhan obat ialah morfologi, tekstur, dan bentuk. Untuk meningkatkan akurasi identifikasi, penelitian ini menggunakan *probabilistic neural network* guna mengelompokkan spesies tumbuhan obat. Hasil percobaan menunjukkan akurasi identifikasi mencapai 74,67%. Dalam sistem mesin pencari tumbuhan obat, ada sebanyak 132 spesies tumbuhan obat dengan jumlah dokumen sebanyak 132 dokumen. Setiap dokumen terdiri atas nama, famili, deskripsi, penyakit, dan kandungan kimia. Untuk mengelompokkan dokumen, penelitian ini menggunakan KNN Fuzzy. Dokumen tumbuhan obat dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu berdasarkan famili dan penyakit. Hasil percobaan menunjukkan akurasi rata-rata presisi (AVP) yang dicapai sebesar 96% untuk kueri dengan panjang 1 kata dan 89% untuk kueri dengan panjang 2 kata.

Sistem ini sangat bermanfaat bagi masyarakat untuk membantu mengidentifikasi tumbuhan obat dengan mudah sehingga masyarakat mampu memanfaatkan tumbuhan obat dengan benar. Dengan demikian sistem ini sangat penting untuk identifikasi tumbuhan dan sangat mendukung kegiatan keanekaragaman tumbuhan di Indonesia.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Institut Pertanian Bogor yang telah mendanai penelitian ini melalui hibah Penelitian Unggulan Fakultas Tahun 2011. Terima kasih juga disampaikan kepada Departemen Konservasi Sumber daya dan Ekowisata, Fakultas Kehutanan IPB atas kerja sama penelitian yang telah dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Annisa. 2009. Ekstraksi ciri morfologi dan tekstur untuk temu kembali citra daun. [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Kulsum L. 2010. Identifikasi tanaman hias secara otomatis menggunakan metode *local binary patterns descriptor* dan *probabilistic neural network*. [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Nurafifah. 2010. Penggabungan ciri morfologi, tekstur, dan bentuk untuk identifikasi daun menggunakan *probabilistic neural network*. [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Rahmadhani M. 2009. Ekstraksi fitur bentuk dan venasi citra daun dengan pemodelan Fourier dan *B-spline*. [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Rostiana O, Abdullah A, Wahid P. 1992. Penelitian Plasma Nutfah Tumbuhan Obat. *Prosiding Forum Komunikasi Ilmiah Hasil Penelitian Plasma Nutfah dan Budi daya Tumbuhan Obat*. Bogor (ID): Balitbang Pertanian.
- Tukiman. 2004. *Pemanfaatan Tumbuhan Obat Keluarga (TOGA) untuk Kesehatan Keluarga*. Pendidikan Kesehatan dan Ilmu Perilaku Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatera Utara. <http://library.usu.ac.id>
- Zuhud EAM, Hikmat A, Siswoyo, Sandra E, Damayanti EK. 2010. Pengembangan Kampung Konservasi Tumbuhan Obat Keluarga (TOGA) sebagai Model Ketahanan Obat Masyarakat Melalui Rekayasa Tri-Stimulus Amar (Alamiah, Manfaat Reli) Pro-Konservasi dan Menjalinkan Kemitraan.