

Identifikasi Tanaman Buah Berdasarkan Fitur Bentuk, Warna dan Tekstur Daun Berbasis Pengolahan Citra dan *Learning Vector Quantization(LVQ)*

Sutarno

Jurusan Sistem Komputer,
Universitas Sriwijaya
Laboratorium Otomasi dan
Industri
Palembang, Indonesia
E-mail:
sutarno@ilkom.unsri.ac.id

Rouzan Fiqri Abdullah

Jurusan Sistem Komputer,
Universitas Sriwijaya
Laboratorium Otomasi dan
Industri
Palembang, Indonesia
E-mail:
rouzanfabd@gmail.com

Rossi Passarella

Jurusan Sistem Komputer,
Universitas Sriwijaya
Laboratorium Otomasi dan
Industri
Palembang, Indonesia
E-mail:
passarella.rossi@gmail.com

Abstrak—Kemampuan untuk mengenal objek sangat dibutuhkan manusia. Dengan adanya metode pengenalan dapat mempermudah kegiatan sehari-hari manusia. Pengenalan pola sering diterapkan pada berbagai macam objek salah satunya adalah pengenalan pola pada daun. Keterbatasan ingatan manusia dalam mengingat menjadi titik lemah dari manusia. Berdasarkan masalah tersebut dilakukan penelitian untuk mengidentifikasi tanaman buah berdasarkan fitur-fiturnya menggunakan teknik pengolahan citra digital dan algoritma *Learning Vector Quantization (LVQ)*. Setiap jenis tanaman memiliki bentuk, warna dan tekstur daun yang berbeda-beda, hal inilah yang menjadi keunikan (fitur) antar satu tanaman dengan tanaman lainnya. Program dibuat menggunakan perangkat lunak *Microsoft Visual C# 2010*. Hasil pengujian dicapai tingkat keberhasilan 82 persen dalam mengenali tanaman buah berdasarkan daunnya.

Kata Kunci—Pengenalan Pola; Bentuk; Tekstur; Warna *learning vector quantization*.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi, terutama di dunia digital memang sangat menjanjikan untuk masa depan. Dengan adanya pendigitalisasian ini tak bisa dipungkiri manusia berlomba-lomba untuk mendigitalisasikan suatu kebutuhan dalam suatu

menggunakan *Centroid Linked Clustering* [3]. Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dapat disimpulkan bahwa daun tanaman selain memiliki fitur tepi juga bentuk, warna dan tekstur yang berbeda.

Otak manusia memiliki keterbatasan dalam mengola atau mengingat informasi tentang jenis-jenis tanaman yang ada berdasarkan daun. Tidak selamanya otak manusia mampu menampung informasi yang sama untuk waktu yang lama, oleh karena ini dibutuhkan peralihan pengetahuan manual ke suatu sistem digital. Hal inilah yang dijadikan dasar acuan penelitian ini, peneliti akan merancang sistem identifikasi tanaman buah berdasarkan fitur daun. Perancangan ini menggunakan kamera sebagai media pengambilan citra daun yang akan diidentifikasi, kemudian akan diketahui nama tanaman buahnya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Daun

Daun merupakan bagian dari tumbuhan yang tumbuh pada ranting dan biasanya berwarna hijau (memiliki *klorofil*) yang berfungsi untuk *fotosintesis* dengan menggunakan bantuan cahaya matahari.

Daun yang digunakan dalam penelitian ini yaitu [2]: diameter, *physiological length*, *physiological width*, *leaf area*, *leaf parameter*.

B. Citra Greyscale

Citra *grayscale* merupakan citra digital yang hanya memiliki satu nilai kanal pada setiap *pixel*, dengan kata lain nilai bagian *red* = *green* = *blue*. Nilai tersebut digunakan untuk menunjukkan tingkat intensitas. Warna yang dimiliki citra *grayscale* adalah warna keabuan dengan berbagai tingkatan dari hitam hingga putih. Citra *grayscale* dapat diperoleh dari citra RGB. Nilai intensitas citra *grayscale* (keabuan)

pengenalan pola dengan menerapkan di bidang *botanical* seperti pengenalan pola daun untuk mengidentifikasi spesies tanaman tersebut. Pola yang dapat diolah dan dijadikan identifikasi terhadap tanaman yaitu bentuk dan tepi daun. Perbedaan pola sebuah daun tersebut digunakan sebagai pengidentifikasi [1].

Penelitian mengenai daun untuk klasifikasi tanaman sudah banyak dilakukan, namun kebanyakan memanfaatkan fitur tepian daun untuk pengklasifikasian nama-nama tanaman [2]. Selanjutnya penggunaan tepi daun dengan

dihitung dari nilai intensitas citra RGB dengan menggunakan Pers 1[5].

$$I_{BW}(x,y) = \frac{I_R(x,y) + I_G(x,y) + I_B(x,y)}{3} \quad \dots (1)$$

dimana $I_R(x,y)$ = nilai piksel *red* titik (x,y) , $I_G(x,y)$ = nilai piksel *green* titik (x,y) , $I_B(x,y)$ = nilai piksel *blue* titik (x,y) sedangkan $I_{BW}(x,y)$ = nilai piksel *black and white* (x,y) .

C. Gaussian Filter

Teknik *gaussian* digunakan untuk menghaluskan citra *greyscale* untuk mereduksi noise dari citra tersebut, bisa diperkecil bahkan sampai hilang. Persamaan gaussian filter dapat dilihat pada Pers. 2.

$$G(x,y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}} \quad \dots (2)$$

dimana $G(x,y)$ merupakan elemen *gaussian* pada posisi (x,y) , $\pi = 22/7$, $e = 2.71828182846$, σ ialah standar deviasi (sigma).

Pada penelitian ini matriks filter *gaussian* menggunakan kernel 5x5 dengan $\sigma = 1$.

D. Thresholding

Thresholding merupakan proses mengubah suatu citra keabuan menjadi citra biner agar dapat memisahkan *background* dengan objek yang sebenarnya atau informasi yang digunakan dari sebuah citra. Citra hasil *thresholding* ini digunakan sebagai acuan untuk mencari nilai-nilai fitur yang terkandung dalam citra. *Thresholding* menghasilkan citra hitam putih yang memiliki skala piksel 0-255, dalam hal ini nilai intensitas 0 menyatakan hitam sedangkan 255 atau 1 bernilai putih.

E. Ekstraksi Fitur

Ekstraksi Fitur merupakan proses untuk mengambil atau melihat nilai-nilai ciri yang terdapat dalam suatu citra. Nilai yang muncul atau yang di ekstrak akan digunakan untuk proses pelatihan (*training*). Proses ekstraksi fitur merupakan proses yang sangat berperan penting untuk melakukan pelatihan kepada objek *input* yang akan dikenali. Penelitian kali ini ekstraksi yang dilakukan yaitu ekstraksi fitur bentuk, warna dan tekstur.

1) Ekstraksi Fitur Bentuk

Bentuk merupakan ciri fisik daun yang dapat dilihat dengan menggunakan indera manusia atau biasa disebut dengan ciri morfologi tumbuhan. Ekstraksi fitur bentuk tidak hanya panjang dan lebar saja melainkan banyak aspek lain dari morfologi daun yang dijadikan ciri pembeda suatu daun dengan daun yang lainnya.

Ekstraksi fitur bentuk yang digunakan terdiri dari enam jenis fitur, diantaranya yaitu [4] :

a) Slimness

Untuk mendapatkan nilai *slimness* daun perlu dilakukan perbandingan antara panjang fisik daun dengan lebar daun menggunakan Pers 3 berikut ini.

$$Slimness = \frac{Lp}{Wp} \quad \dots (3)$$

dimana Lp merupakan panjang fisik daun sedangkan Wp merupakan lebar fisik daun.

b) Roundness

Prinsip *roundness* yaitu membandingkan kemiripan bentuk fisik daun dengan bentuk lingkaran. Adapun rumus perhitungan *roundness* terdapat di Pers. 4.

$$Roundness = \frac{4\pi A}{P^2} \quad \dots (4)$$

dimana A merupakan wilayah atau luas area daun sedangkan P merupakan keliling daun tersebut.

c) Rectangularity

Membandingkan kemiripan bentuk fisik daun dengan bentuk kotak merupakan nilai yang dipakai dalam *rectangularity*. Adapun rumus perhitungannya dapat dilihat pada Pers. 5.

$$Rectangularity = \frac{Lp Wp}{A} \quad \dots (5)$$

dimana Lp merupakan panjang fisik daun, Wp merupakan lebar daun dan A merupakan luas area daun.

d) Narrow Factor

Merupakan Rasio dari diameter daun dan panjang daun. Perhitungannya dapat dilihat pada Pers. 6.

$$Narrow factor = \frac{D}{Lp} \quad \dots (6)$$

e) Rasio Keliling dan Diameter

Perbandingan antara keliling (P) dan diameter (D).

$$Rpd = \frac{P}{D} \quad \dots (7)$$

f) Rasio Perimeter dengan Panjang dan Lebar

Perbandingan antara keliling ,panjang serta lebar daun merupakan salah satu perhitungan yang digunakan untuk ekstraksi fitur bentuk. Persamaannya dapat dilihat pada persamaan 2.8.

$$Ppl = \frac{P}{(Lp+Wp)} \quad \dots (8)$$

dimana Ppl merupakan rasio perimeter dengan panjang dan lebar, P merupakan keliling daun, Lp panjang daun serta Wp merupakan lebar dari daun.

2) Ekstraksi Fitur Warna

Dalam ekstraksi fitur warna terdapat tiga perimeter yang dapat diangkat pada penelitian tugas akhir kali ini. Fitur tersebut terdiri dari *mean*, *skewness* dan *kurtosis*.

a) Mean

Mean merupakan nilai rata-rata piksel yang terkandung pada *channel R*, *channel G*, dan *channel B*. Persamaan untuk mendapatkan nilai *mean* terdapat pada Pers 9.

$$\mu = \frac{1}{MN} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N P_{ij} \quad \dots (9)$$

dimana M dan N adalah nilai panjang dan lebar piksel pada gambar, sedangkan P_{ij} merupakan nilai warna pada kolom i ke- n dan baris j ke- n banyaknya.

b) Skewness dan Kurtosis

Skewness adalah derajat ketidaksimetrisan suatu distribusi warna. Nilai *skewness* = 1, maka dikatakan tidak simetris dan sebaliknya apabila nilai *skewness* = 0, maka dikatakan simetris.

Sedangkan *kurtosis* merupakan derajat keruncungan dari distribusi warna yang relatif diukur terhadap distribusi warna normal. Persamaan untuk *skewness* dan *kurtosis* dapat dituliskan pada Pers. 10 dan 11.

$$\theta = \frac{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (P_{ij} - \mu)^3}{MN\sigma^3} \quad \dots (10)$$

$$\gamma = \frac{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (P_{ij} - \mu)^4}{MN\sigma^4} \quad \dots (11)$$

dimana μ merupakan *mean*, θ merupakan *skewness* dan γ merupakan *kurtosis*.

3) Ekstraksi Fitur Tekstur

Fitur tekstur yang digunakan adalah metode statistik *GLCM* (*Grey Level Co-occurrence Matrices*). Perhitungan *GLCM* terdapat beberapa perumusan untuk mencari fitur yang nampak pada suatu benda diantara lainnya yaitu: *contrast*, *correlation*, *energy*, *homogeneity*, *maximum probability* dan *entropy* [5].

a) Contrast

Perhitungan *contrast* suatu citra dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 12, dimana P_{ij} merupakan penyebaran probabilitas pixel dengan tingkat keabuan dari i hingga tingkat keabuan pada j .

$$f1 = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (i - j)^2 P_{ij} \quad \dots (12)$$

b) Correlation

Correlation merupakan pengukuran suatu korelasi antar satu piksel dengan piksel tetangganya yang dihitung pada suatu citra. Jika m merupakan *mean* (nilai rata-rata) dari piksel pada posisi x dan y , lalu σ merupakan standar deviasinya, maka nilai *correlation* dapat dirumuskan pada persamaan 13.

$$f2 = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N \frac{(i - mx)(j - my)P_{ij}}{\sigma_x \sigma_y} \quad \dots (13)$$

c) Energy

Energi adalah hasil penjumlahan elemen *co-occurrence matrix* yang dapat dihitung dengan menggunakan Pers 14 dimana P_{ij} merupakan penyebaran probabilitas pixel dengan tingkat keabuan pada i hingga tingkat keabuan pada j .

$$f3 = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N P_{ij}^2 \quad \dots (14)$$

d) Homogeneity

Homogeneity merupakan tingkat kehomogogenan suatu piksel dengan piksel yang lain dan dapat dihitung dengan menggunakan Pers 15 dimana P_{ij} merupakan penyebaran probabilitas pixel dengan tingkat keabuan pada i hingga tingkat keabuan pada j .

$$f4 = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N \frac{P_{ij}}{1 + |i - j|} \quad \dots (15)$$

e) Maximum probability

Menyatakan kemunculan nilai frekuensi terbesar dimana semakin besar (tinggi) nilai yang muncu maka tekstur yang dihasilkan semakin teratur. *Maximum probability* dapat dihitung menggunakan persamaan 16.

$$MP = \max(P_{ij}) \quad \dots (16)$$

f) Entropy

Entropy merupakan tingkat keacakan pada citra. Jika semua elemen matriks P bernilai sama maka entropi mencapai nilai yang tertinggi. Nilai *entropy* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 17.

$$f5 = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N P_{ij} \log_2(P_{ij}) \quad \dots (17)$$

F. Algoritma Learning Vector Quantization

Algoritma *LVQ* merupakan pembelajaran yang bersifat *supervised learning*. Pembelajaran tipe ini menggunakan data yang telah tersedia (*input* dan

target). Lapisan keluaran ini akan membangkitkan pola keluaran yang nantinya akan dicocokkan dengan pola keluaran targetnya.

Apabila terdapat perbedaan antara keluaran yang dihasilkan dengan target yang diinginkan maka nilai *error* akan muncul, maka perlu dilakukan pelatihan lebih lanjut.

Setelah pembelajaran, lapisan LVQ membagi vektor *input* dengan penempatan lapisan LVQ ke kelas yang sama sebagai unit *ouput* yang mempunyai vektor bobot terdekat dengan vektor *input*. Jaringan syaraf tiruan LVQ terdiri dari layer *input* dan layer *output* seperti yang terlihat pada masing-masing *output* mempunyai kelas yang telah diketahui.

Algoritma LVQ mengenali pola berdasarkan dengan kedekatan jarak antara dua vektor. Jika kedua vektor tersebut mendekati sama, maka vektor tersebut akan dikelompokkan ke dalam kelas yang sama [7]. Adapun, langkah-langkah algoritma LVQ adalah :

Langkah 1 : Inisialisasi, Tentukan bobot awal, maksimum *epoh* (banyaknya proses pelatihan yang akan diulangi), *eps* (*error* minimum yang diharapkan) dan nilai *learning rate* (*alpha*).

Langkah 2 : Selama kondisi pengulangan masih penuh, lakukan langkah 2-8.

Langkah 3 : Tetapkan kondisi awal *epoh* = 0.

Langkah 4 : Jika Kondisi (*epoh* < *MaxEpoh*) atau (*error* < *eps*), maka : *epoh* = *epoh* + 1

Langkah 5 : Hitung jarak minimum $\|x_i - w_j\|$ (sebut sebagai C_j) menggunakan *euclidean distance* Pers. 18:

$$\text{jarak} = \sqrt{(x_{11} - w_{11})^2 + \dots + (x_{1m} - w_{1m})^2} \dots (18)$$

dengan:

x_{1m} = bit ekstraksi ciri dari pola-1 yang ke- m .

w_{1m} = bobot w , m = banyak bit ekstraksi ciri

Langkah 6 : Perbaharui bobot w_j dengan ketentuan :

Jika $T = C_j$, maka :

$$w_j(\text{baru}) = w_j(\text{lama}) + \alpha(x - w_j(\text{lama}))$$

Jika $T \neq C_j$, maka :

$$w_j(\text{baru}) = w_j(\text{lama}) - \alpha(x - w_j(\text{lama}))$$

Langkah 7 : Kurangi *learning rate* (α)

$$\alpha = \alpha - (0,1 * \alpha)$$

Langkah 8 : Tes kondisi berhenti :

Kondisi dimana *learning rate* (α) dan *error* mencapai nilai target yang ditetapkan.

Langkah 9 : Simpan bobot hasil pelatihan.

III. METODOLOGI

A. Kerangka Kerja

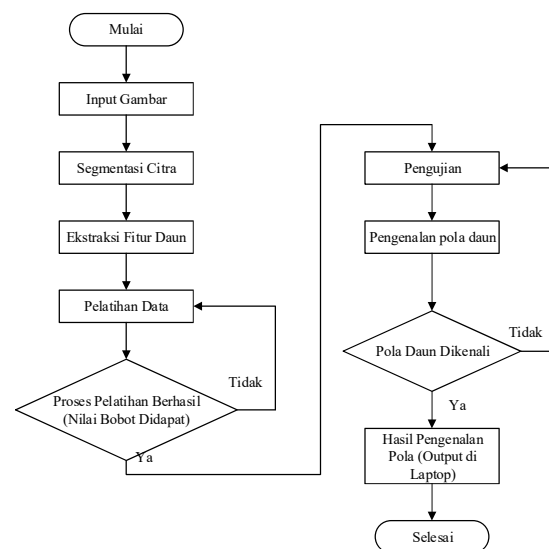
Metodologi yang digunakan melalui beberapa tahapan kerangka kerja agar penelitian ini lebih terstruktur dan teratur.

B. Perancangan Perangkat Keras

Perangkat keras berperan penting dalam penelitian ini karena sistem yang dibangun membutuhkan *hardware* dalam pengoperasiannya. Adapun perangkat keras yang digunakan dalam membangun sistem ini yaitu : *webcam*, akrilik, kabel USB, PC, monitor.

C. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak ini terdiri dari pengambilan sampel gambar, preprosesing citra daun (segmentasi citra), ekstraksi fitur daun dan yang terakhir penerapan algoritma LVQ untuk pelatihan dan pengklasifikasian daun. Alur proses pembuatan *software* dapat dilihat pada Gbr 1.



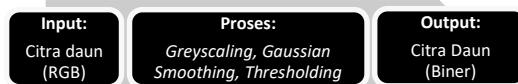
Gbr 1. Diagram alur *software* identifikasi daun

D. Proses Pengambilan Sampel

Data uji yang digunakan pada penelitian ini merupakan citra hasil tangkapan *webcam*. Daun diletakkan diatas akrilik putih dengan posisi kamera 40 cm diatas daun tersebut. Format citra hasil tangkapan *webcam* yaitu **.jpeg* dengan format warna RGB (*Red*, *Green*, and *Blue*) dan resolusi citra 320 x 240 piksel.

E. Segmentasi Citra

Tahapan metode yang harus dilakukan dalam segmentasi citra kali ini, yaitu *grayscale*, *gaussian smoothing*, *tresholding* citra. Diagram blok proses segmentasi citra ditunjukkan pada Gbr 2 berikut ini.



Gbr 2. Diagram blok sistem pengenalan daun

F. Ekstraksi Fitur

Proses ini dilakukan dengan cara mengambil nilai dari ciri yang tampak pada daun, fitur bentuk disebut ciri morfologi daun. Adapun fitur bentuk yang akan dilakukan pengekstrakan yaitu *slimness*, *roundness*, *rectangularity*, *narrow factor*, *rasio keliling* dan *diameter* dan *rasio perimeter* dengan panjang dan lebar. Bagian panjang dan lebar daun dapat dilihat pada Gbr 2.

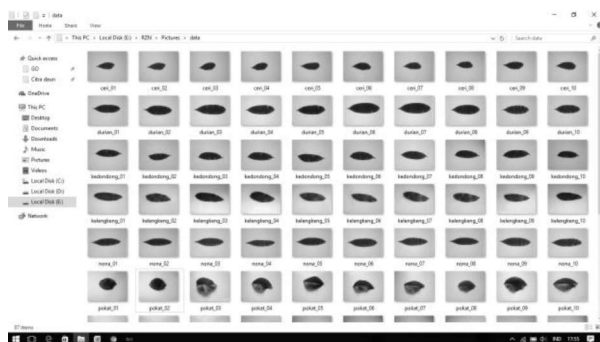


Gbr 2. Morfologi fisik daun

Fitur warna yang diambil adalah *mean*, *skewness* dan *kurtosis*. Sedangkan fitur tekstur menggunakan metode *GLCM* berupa: *contrast*, *correlation*, *energy*, *homogeneity*, *maximum probability*, dan *entropy*. Secara keseluruhan terdapat 15 fitur daun yang diambil nilainya untuk dijadikan bobot dalam pelatihan LVQ.

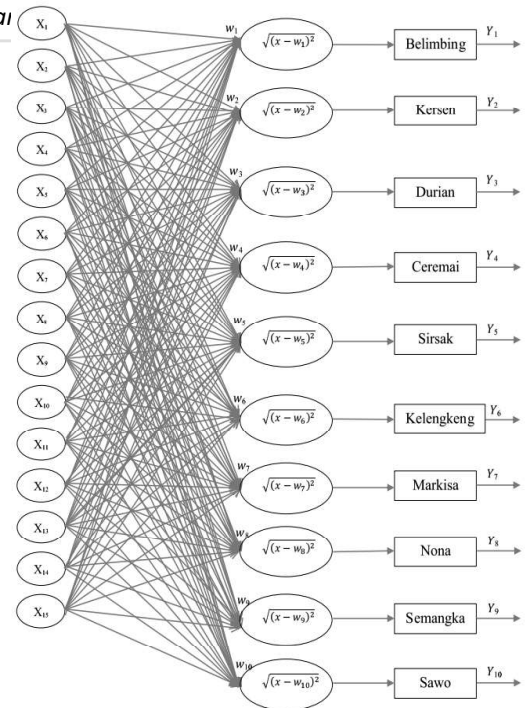
G. Pelatihan Algoritma LVQ

Pelatihan data menggunakan 50 buah data sampel daun yang diambil secara acak dengan masing-masing 5 buah daun untuk setiap jenis tanaman buah. Data sampel yang akan digunakan dalam pelatihan data seperti Gbr 3.



Gbr 3. Data sampel setelah pengelompokan dan penamaan

Informasi yang didapat dari ekstraksi fitur menjadi masukan untuk pelatihan LVQ. Arsitektur LVQ yang dibangun dapat dilihat pada Gbr 4.

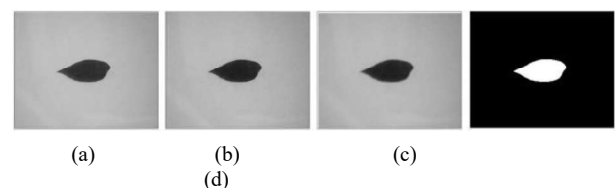


Gbr 4. Arsitektur jaringan LVQ

IV. HASIL DAN ANALISA

A. Pengujian Tahap Segmentasi Citra

Segmentasi citra dilakukan memisahkan objek dengan latar, tahapan proses segmentasi citra dapat dilihat pada Gbr 5.

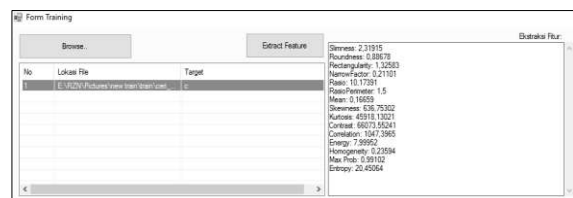


Gbr 5. Tahapan proses segmentasi citra daun

(a) RGB, (b) grayscale, (c) gaussian filtering, (d) thresholding

B. Pengujian Tahap Ekstraksi Fitur

Tahap ekstraksi fitur pada 50 sampel data uji harus melalui tahap segmentasi citra yang baik. Berikut tampilan proses ekstraksi fitur pada Gbr 6.



Gbr 6. Tampilan proses ekstraksi fitur daun

Gbr 6 merupakan *form* ekstraksi fitur dengan contoh sampel daun kersen. Nilai ekstrak fitur didapat dari ekstraksi ke dalam *file excel* dengan format **.xls*.

C. Tahap Pelatihan LVQ

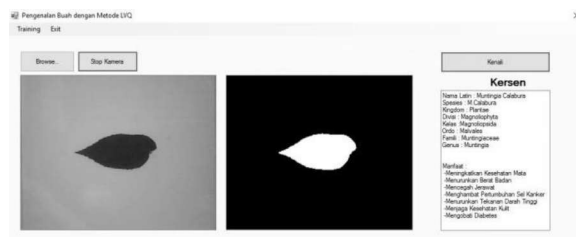
LVQ adalah algoritma yang menitikberatkan pelatihan pada bobot baru yang dapat selalu di *update*. Bobot awal dan target diambil dari satu data sampel untuk setiap jenis tanaman. Sedangkan ke empat

sampel data lainnya digunakan sebagai bobot data yang akan dilatih.

Data input berupa vektor (x) untuk pelatihan berjumlah 15 buah, sedangkan targetnya (y) sebanyak 10 target. Proses pelatihan kali ini menggunakan nilai $error\ tolerance = 0,00001$, $learning\ rate = 0,5$ dan iterasi = 10000.

D. Tahap Simulasi atau Pengenalan

Pengujian sistem pengenalan secara *realtime* dipengaruhi intensitas cahaya pada objek yang diterima *webcam*. Banyak sedikitnya cahaya mempengaruhi kualitas data diuji, karena cahaya menimbulkan bayangan pada tepian objek, juga sudut penyinarannya dan pengambilan citra tidak baik.



Gbr 7. Hasil uji pengenalan daun kersan

Pada Gbr 7 diatas menampilkan proses pengenalan daun tanaman secara *realtime* yang merupakan hasil akhir dari sistem identifikasi tanaman buah berdasarkan daun.

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, persentase keberhasilan mencapai 82 persen untuk 500 buah data uji yang dilakukan secara *realtime*. Tingkat akurasi ini dipengaruhi oleh pencahayaan dan tata cara meletakkan daun, sudut penyinaran dan pengambilan data uji.

V. KESIMPULAN

Setelah dilakukan pengujian sistem dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Fitur bentuk, warna dan tekstur daun dapat digunakan sebagai yang unik untuk mengidentifikasi tanaman.
2. Proses pelatihan LVQ, $learning\ rate$ yang ideal adalah 0,05-0,6, dengan $error\ minimum$ 0,001-0,00001 dan nilai iterasi 5000-15000 merupakan nilai yang terbaik untuk melakukan proses pelatihan.
3. Kondisi terbaik melakukan pengujian yaitu dengan kondisi cahaya yang baik tanpa menimbulkan bayangan dengan tingkat akurasi keberhasilan sistem mengenali daun sebesar 82%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima disampaikan kepada pihak Laboratorium Otomasi dan Industri, Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya di Indralaya.

REFERENSI

- [1] S. A. A. Bowo, A. Hidayatno, and R. R. Isnanto, "Analisis

- deteksi tepi untuk mengidentifikasi pola daun," pp. 1–7, 2011.
- [2] S. G. Wu, F. S. Bao, E. Y. Xu, Y.-X. Wang, Y.-F. Chang, and Q.-L. Xiang, "A Leaf Recognition Algorithm for Plant Classification Using Probabilistic Neural Network," *2007 IEEE Int. Symp. Signal Process. Inf. Technol.*, pp. 11–16, 2007.
- [3] F. Liantoni, N. Ramadijanti, and N. Rosyid, "Klasifikasi Daun Dengan Centroid Linked Clustering Berdasarkan Fitur Bentuk Tepi Daun," pp. 2–6, 2007.
- [4] H. Kebapci, B. Yanikoglu, and G. Unal, "Plant Image Retrieval Using Color, Shape and Texture Features," vol. 54, no. 9, 2011.
- [5] R. K. Dewi and K. Kunci, "Klasifikasi Tanaman berdasarkan Fitur Bentuk dan Tekstur pada Daun menggunakan Decision Tree," vol. 3, no. 2, pp. 9–15, 2015.
- [6] S. Heranurweni, "Pengenalan Wajah Menggunakan Learning Vector Quantization (LVQ)," pp. 66–74, 2010.
- [7] S. Kusumadewi, *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu, 2003.