

# KLASIFIKASI PENYAKIT DAUN KENTANG BERDASARKAN FITUR TEKSTUR DAN FITUR WARNA MENGGUNAKAN SUPPORT VECTOR MACHINE

Puji Utami Rakhmawati<sup>1</sup>, Yuliana Melita Pranoto<sup>2</sup>, Endang Setyati<sup>3</sup>

Pasca Sarjana Teknologi Informasi, Sekolah Tinggi Teknik Surabaya, Surabaya

Kontak Person:

Puji Utami Rakhmawati, Yuliana Melita Pranoto, Endang Setyati

Sekolah Tinggi Teknik Surabaya

E-mail: tammyglory@gmail.com, ymp@stts.edu, ending@stts.edu

## Abstrak

Klasifikasi penyakit daun pada tanaman kentang memberikan langkah yang menjanjikan menuju ketahanan pangan yang berkelanjutan pada bidang pertanian. Biaya Produksi pun bisa signifikan meningkat jika penyakit tanaman tidak terdeteksi dan disembuhkan pada tahap awal. Hawar daun dan bercak kering merupakan penyakit umum yang menyerang daun kentang. Penyakit tersebut dapat mengakibatkan komplikasi sehingga mempengaruhi hasil pada tanaman kentang sehingga mengakibatkan gagal panen. Penyakit ini harus diklasifikasikan berdasarkan jenisnya agar bisa mendapatkan penanganan yang tepat. Agar bisa diklasifikasikan, maka dibutuhkan beberapa informasi. Kedua penyakit ini dapat dikenali secara visual karena memiliki ciri warna dan tekstur yang unik. Tetapi pengamatan secara visual memiliki beberapa kekurangan seperti subjektivitas dan kurang akurat. Melalui sebuah citra dapat dipelajari informasi mengenai penyakit tanaman tersebut seperti tekstur dan warna. Pengolahan citra adalah salah satu teknik yang paling banyak digunakan untuk mendeteksi dan mengklasifikasi penyakit daun tanaman. Penelitian ini mengusulkan klasifikasi penyakit pada daun tanaman kentang berdasarkan fitur tekstur Grey Level Co-occurrence Matrix dan fitur warna Color Moment. Region of interest ditemukan dengan menggunakan segmentasi K-Means Clustering, kemudian melakukan ekstraksi fitur tekstur dengan menggunakan metode Grey Level Co-occurrence Matrix dan ekstraksi fitur warna dengan metode Color Moment. Kombinasi dari kedua fitur tersebut menghasilkan 7 fitur tekstur dan 6 fitur warna yang kemudian digunakan sebagai input klasifikasi Multi Support Vektor Machine kernel Radial Basis Function. Penelitian yang diusulkan ini mampu mendeteksi dan mengklasifikasikan penyakit daun pada tanaman kentang dengan akurasi mencapai 80%.

**Kata kunci:** Kmeans Clustering, Grey Level Co – occurrence Matrix, Color Moment, Multi Support Vector Machine, Kernel Radial Basis Function.

## 1. Pendahuluan

Tanaman kentang merupakan salah satu tanaman pangan yang paling banyak tumbuh di dataran tinggi Indonesia yang termasuk dari keluarga umbi-umbian. Tanaman kentang tumbuh baik di daerah dataran tinggi atau pegunungan dengan tingkat kemiringan 800 – 1.500 meter dari permukaan laut (dpl). Salah satu penyakit utama yang menyerang kentang adalah penyakit busuk daun atau biasa disebut hawar daun (*late blight*) dan penyakit lain pada tanaman kentang yang sering dijumpai adalah bercak kering (*early blight*). Berdasarkan kebiasaan dan pengalaman petani kentang, biasanya penyakit busuk daun kentang timbul setelah tanaman berumur 5–6 minggu setelah tanam. Serangan penyakit busuk daun dapat berpotensi menyebar ke bagian lain dari tanaman kentang seperti tangkai, batang dan umbi kentang. Sehingga petani harus memangkas secara dini daun yang sudah terinfeksi penyakit busuk daun agar mendapatkan hasil panen yang bagus. Penyakit busuk daun kentang atau disebut juga *late blight* diduga berasal dari pegunungan Andes dan masuk ke Amerika Serikat dan Eropa. Pada tahun 1845–1860 penyakit busuk daun kentang menyebabkan timbulnya bahaya kelaparan di Irlandia, karena saat itu kentang merupakan makanan pokok di Irlandia. Busuk daun kentang juga merupakan salah satu sebab kalahnya Jerman dalam Perang Dunia I. Pada tahun 1917 penyakit ini membinasakan lebih kurang sepertiga dari pertanaman kentang yang menghasilkan bahan makanan yang penting selama masa perang. Sejak tahun 1935/1936 penyakit busuk daun kentang mulai ditemukan gejalanya di sentra pertanaman kentang di pulau Jawa. Diduga bahwa jamur patogen penyebab penyakit busuk daun terbawa oleh umbi–umbi benih (bibit) kentang yang diimpor dari Belanda. Sedangkan penyakit daun kentang bercak kering atau disebut juga *early blight* dapat dengan mudah diamati pada tanaman kentang yang bergejala. Gejala awal bercak kering pada daun bagian bawah, berwarna cokelat berupa tanda khas lingkaran berpusat (seperti cincin) pada bercak tersebut, *sporulasi* tidak nampak seperti embun putih. Penyakit bercak kering (*alternaria solani*) adalah penyakit pada kentang yang disebabkan oleh jamur *Alternaria solani* [1].

Penelitian ini mencoba mengangkat permasalahan baru dalam klasifikasi penyakit daun, yaitu mengklasifikasikan penyakit daun pada tanaman kentang yang direpresentasikan dari sisi tekstur dan warnanya. Manfaat dari penelitian ini yaitu dapat mengoptimasi penyakit menyebar ke bagian tanaman yang lain dengan cara mengenali sejak dini jenis penyakit yang menginfeksi pada daun tanaman kentang, dimana keakuratan jenis penyakit dapat diperoleh pada waktu yang tepat dan akurasi yang lebih tinggi oleh metode yang dilakukan pada penelitian ini. Metode ekstraksi fitur tekstur yang digunakan adalah Grel Level Co-occurrence matrix dengan fitur ciri *Energy*, *Contrast*, *Correlation*, *Homogeneity*, *Entropy*, *Dissimilarity*, dan *Maximum Probability*, sedangkan fitur warna yang digunakan adalah *Color Moments* dari masing-masing *channel* HSV. Pengenalan penyakit daun kentang ini akan diklasifikasikan ke tiga kelas yaitu *early blight*, *late blight* dan *undisease/normal* menggunakan metode SVM dengan kernel RBF.

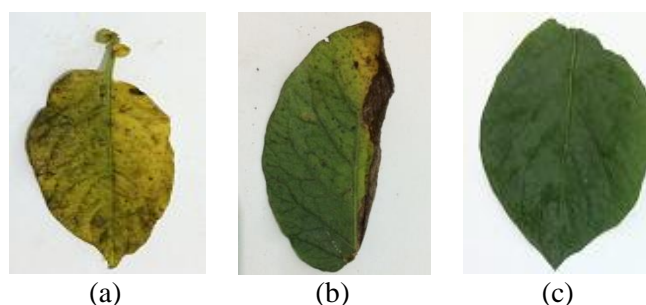
Beberapa kasus penyakit pada daun yang memiliki warna dan tekstur berbeda, menampilkan bentuk bercak atau lesi yang berulang membentuk pola yang tidak beraturan. Pengenalan penyakit pada tanaman yang menampilkan bercak atau lesi pada daun berdasarkan ciri warna dan tekstur telah dilakukan pada beberapa penelitian sebelumnya. Ekstraksi ciri tekstur menggunakan *Gray Level Co-Occurrence Matrix* (GLCM) yang dikombinasikan dengan fitur warna dapat mengenali tiga jenis penyakit pada bunga anggrek *Phalaenopsis* pada penelitian [2]. Pengenalan jenis penyakit menggunakan pemrosesan citra membutuhkan informasi ciri masing-masing citra yang berjenis penyakit tertentu dan memiliki ciri yang unik. Pengenalan penyakit *powdery*, *downy* dan *combined* pada tanaman anggur telah dilakukan berdasarkan ciri tekstur dan ciri warna. Fitur tekstur yang digunakan adalah *Grey Level Co-occurrence Matrix* sedangkan fitur warna menggunakan *Color Moment* dari masing-masing *channel* HSV. Klasifikasi yang menggunakan SVM ini menghasilkan akurasi rata-rata 88.89 % [3]. Penelitian [4] menggunakan ciri tekstur *color cooccurrence* dalam mengenali citra berwarna HSI yang direkam secara langsung menggunakan klasifikasi *Multilayer Perceptron* (MLP). Penggunaan MLP untuk klasifikasi citra penyakit tanaman juga dilakukan oleh [5], dimana penelitian tersebut bertujuan mengenali penyakit tanaman jagung berdasarkan ciri tekstur GLCM dan warna YCbCr. Sedangkan pada penelitian [6] mengidentifikasi penyakit pada daun padi menggunakan ciri warna dari *channel* komponen "S" dari ruang warna HSV dan ciri tekstur menggunakan *fractal descriptor* berdasarkan *fourier spectrum* menghasilkan akurasi 83%.

Penelitian [7] dengan judul deteksi daerah penyakit pada daun tanaman dan klasifikasi penyakit daun menggunakan fitur tekstur. Karya ini mendeteksi dan mengklasifikasi daun tanaman yang tidak sehat dengan menganalisa bentuk daun. Ada 8 langkah yang dilakukan dari mendeteksi sampai mengklasifikasi di penelitian ini. Langkah pertama adalah merubah gambar yang sudah diakuisisi menjadi RGB, selanjutnya merubah format gambar RGB ke format HIS. HIS (*Hue*, *Saturation*, *Intensity*) merupakan model warna yang populer karena berdasarkan penglihatan mata manusia, hal ini dikemukakan oleh *Gonzales and Wood* 2008. Langkah pra-prosesing selanjutnya adalah menutupi piksel warna hijau kemudian menghapus piksel yang ditutupi dengan warna hijau. Langkah kelima merupakan langkah segmentasi dengan mengekstraksi daun yang terinfeksi, kemudian tersegmentasi menjadi sejumlah potongan kecil yang sama. Langkah keenam adalah metode *co-occurrence*, yaitu metode menentukan tingkat abu-abu dengan cara statistik. Setelah didapatkan hasil matriks *co-occurrence* maka dilakukan ekstraksi ciri fitur tekstur, yaitu *contrast*, *energy*, *local homogeneity*, *cluster shade* dan *cluster prominence*. Langkah akhir dari penelitian ini klasifikasi dengan menggunakan kriteria jarak jauh dan SVM.

## 2. Metode Penelitian

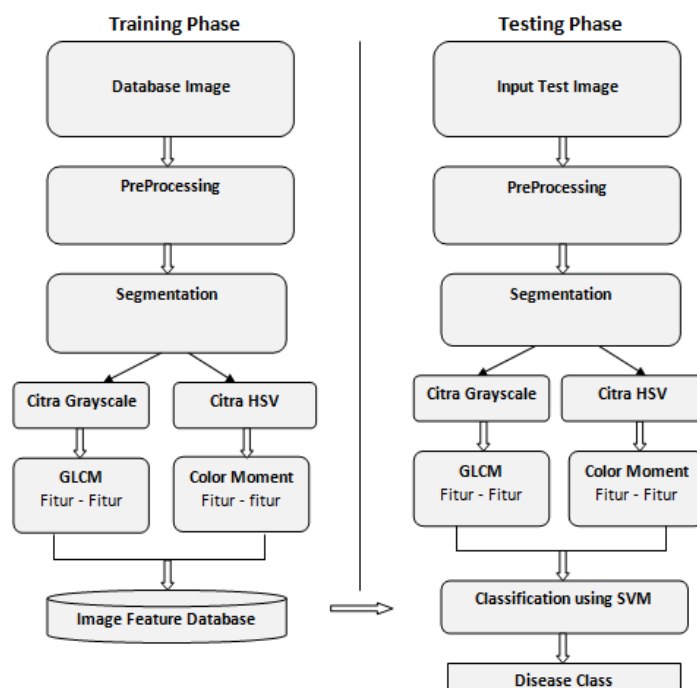
Penelitian ini mengklasifikasikan jenis penyakit pada citra daun tanaman kentang berdasarkan ciri tekstur dan ciri warna. Jenis citra yang diidentifikasi adalah citra daun *early blight*, *late blight* dan *non-disease/normal*.

Pada penelitian ini mengusulkan penggunaan ciri tekstur GLCM (*Grey Level Co-occurrence Matrix*) yang dikombinasikan dengan tekstur warna *color moment*, yaitu 2 moment *mean* dan standar deviasi yang terbukti efisien dan efektif untuk mewakili distribusi warna [8] untuk pengenalan penyakit *early blight*, *late blight* dan *non-disease* pada citra daun tanaman kentang. Kombinasi dari fitur ini menghasilkan 7 fitur tekstur dan 6 fitur warna. Contoh jenis penyakit pada daun kentang ditunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1** (a) Daun *Early Blight*, (b) Daun *Late Blight*, (c) Daun *Non Disease/ Normal*

Langkah awal dari penelitian ini ada pengumpulan dataset yang digunakan sebagai data latih dan data uji. Pada penelitian ini menggunakan metode klasifikasi *supervised learning* sehingga membutuhkan tahap training dimana data latih sebagai input dari tahap training. Segmentasi dan ekstraksi ciri di lakukan pada masing-masing citra latih dan citra uji. Kemudian pengenalan penyakit berdasarkan informasi ciri tersebut menggunakan metode multi SVM. Karena penelitian ini mengklasifikasikan lebih dari dua kelas. Penjelasan langkah–langkah pada penelitian ini ditunjukkan pada blok diagram Gambar 2.



**Gambar 2** Blok Diagram Sistem

*Database image* merupakan kumpulan data set citra data latih dengan ukuran citra 300 x 300 piksel. Citra data latih ini memiliki format gambar PNG. *Database image* ini berjumlah masing–masing 100 citra *early*, 100 citra *blight*, dan 100 citra *non-disease/normal*. *Database image* didapatkan dari Badan Pengkajian Teknologi Pertanian.

*Input test image* merupakan data uji untuk penelitian ini, dimana jumlah citra data uji ini sebanyak 30 citra *early*, 30 citra *blight*, dan 30 citra *non-disease/normal*. Ukuran dari citra data uji ini berkisar antara 300 x 300 piksel dengan format gambar PNG. Citra data latih ini diperoleh dari Badan Pengkajian Teknologi Pertanian.

Pada tahap *preprosesing* ini adalah merubah ukuran citra menjadi 300 x 300 piksel, hal ini dilakukan agar ukuran citra yang dilatih maupun diuji memiliki ukuran yang standar dan seragam.

Tujuan dari segmentasi adalah untuk mengambil daerah ROI (*region of interest*). Pada tahap segmentasi ini ada 6 langkah yang dilakukan, adalah sebagai berikut:

1. Merubah citra format RGB menjadi citra  $L*a*b$
2. Melakukan *K-means clustering* pada komponen  $a^*$  dan  $b^*$
3. Melakukan *thresholding* dengan level 0.4 terhadap citra *grayscale* citra asli
4. Melakukan komplemen citra terhadap citra *thresholding*
5. Melakukan *opening morfologi* terhadap citra komplemen
6. Melakukan subtraksi citra yaitu pengurangan dari hasil *k-means clustering* dengan hasil *opening morfologi* hasil dari subtraksi ini merupakan citra hasil segmentasi.

Citra *grayscale* pada tahap ini adalah citra yang digunakan sebagai data input atau citra input untuk ekstraksi fitur tekstur. Input dari fitur tekstur GLCM merupakan citra *grayscale* sehingga citra hasil segmentasi yang di dapat dari proses segmentasi di konversi ke *grayscale* yaitu dengan cara mengkonversi hasil segmentasi ke citra RGB kemudian citra RGB tersebut dikonversi ke citra *grayscale*.

Citra HSV merupakan input dari ekstraksi fitur warna *color moment*. Sama halnya dengan citra *grayscale* sebagai inputan fitur tekstur. Citra HSV didapat dari citra hasil segmentasi yang dikonversi ke citra HSV yang terlebih dahulu dikonversi ke citra RGB.

Pada penelitian ini menggunakan dua kombinasi ekstraksi fitur yaitu fitur tekstur dengan menggunakan metode GLCM dan fitur warna menggunakan fitur *color moment*. GLCM merupakan metode yang dikemukakan oleh Robert Haralick yang memiliki prinsip menghitung probabilitas hubungan ketetanggaan antara dua piksel pada jarak dan orientasi sudut tertentu. Pada penelitian ini input GLCM merupakan citra *grayscale* 8 bit dengan orientasi sudut 0 dan jarak 1 piksel. Fitur GLCM yang digunakan untuk penelitian ini ada 7 fitur yaitu *Energy*, *Contrast*, *Correlation*, *Homogeneity*, *Entropy*, *Dissimilarity*, dan *Maximum Probability*. Untuk mendapatkan 7 fitur tekstur menggunakan rumus sebagai berikut:

*Energy* merupakan ukuran homogenitas citra yang ditunjukkan pada Persamaan 1. *Energy* menunjukkan nilai yang tinggi saat piksel – piksel gambar homogen.

$$Energy = \sum_i \sum_j \{p(i, j)\}^2 \quad (1)$$

*Contrast* merupakan ukuran keberadaan variasi tingkat keabuan piksel satu dengan piksel yang berdekatan di seluruh gambar, hal ini ditunjukkan pada Persamaan 2.

$$CON = \sum_k k^2 \left[ \sum_i \sum_j p(i, j) \right] \quad (2)$$

dimana

$$|i - j| = k$$

*Correlation* menunjukkan ukuran keterhubungan linear tingkat keabuan satu piksel relatif terhadap piksel lainnya pada posisi tertentu. Hal ini ditunjukkan Persamaan 3.

$$COR = \frac{\sum_i \sum_j (ij) \cdot p(i, j) \mu_x \mu_y}{\sigma_x \sigma_y} \quad (3)$$

*Homogeneity* mengukur kedekatan distribusi elemen di GLCM ke GLCM diagonal. Hal ini ditunjukkan oleh Persamaan 4.

$$HOM = \sum_i \sum_j \frac{p(i, j)}{1 + |i - j|} \quad (4)$$

*Entropy* merupakan ukuran ketidakaturan tingkat keabuan di dalam citra. Hal ini ditunjukkan oleh Persamaan 5.

$$ENT = - \sum_i \sum_j p(i,j) \cdot \log_2 p(i,j) \quad (5)$$

Persamaan 6 dan 7 menunjukkan *dissimilarity* atau ketidakmiripan menunjukkan ukuran yang mendefinisikan variasi tingkat intensitas pasangan piksel dalam citra.

$$DIS = \sum_i^{G-1} \sum_j^{G-1} |i - j| p(i,j) \quad (6)$$

$$\text{Maximum Probability} = \text{Max}_{ij} p(i,j, d, \theta) \quad (7)$$

Selain 7 ekstraksi ciri dari fitur tekstur, terdapat 6 ciri ekstraksi fitur warna dengan metode *color moment*. *Color moment* mengasumsikan distribusi warna dari sebuah gambar sebagai distribusi probabilitas. *Mean*, standar deviasi dan *skewness* merupakan tiga *moment* warna pertama yang telah terbukti secara efisien dan efektif untuk mewakili distribusi warna dalam gambar.

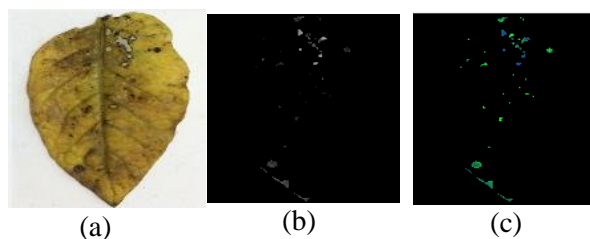
Pada penelitian ini hanya mengekstraksi dua *moment* yang memberikan hasil yang sesuai dengan harapan peneliti. *Mean* dan standar deviasi adalah *moment* yang dilakukan pada penelitian ini. Rumus untuk menghitung nilai *mean* dan standar deviasi dengan ukuran citra dinotasikan dengan  $N \times M$  piksel. Input dari metode *color moment* adalah citra HSV, dimana masing-masing channel digunakan sebagai nilai input untuk Persamaan 8 dan 9.

*Mean* merupakan rata-rata nilai piksel ( $P_{i,j}$ ) pada masing-masing *channel* H, S dan V. *Mean* digunakan untuk merepresentasikan nilai rata-rata pada masing-masing komponen warna. Perhitungan *mean* ditunjukkan pada Persamaan 8.

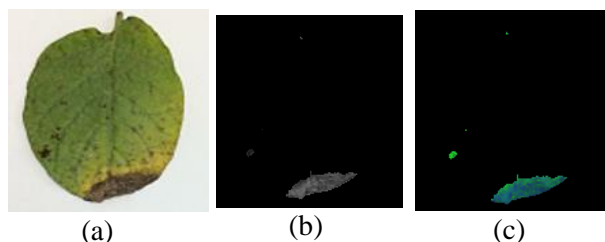
$$Ei = 1 / N \sum_N^{j-1} P(i,j) \quad (8)$$

Standar Deviasi adalah akar dari *variance*. Standar variasi dihitung dengan Persamaan 9.

$$\sigma_i = \sqrt{\left( \frac{1}{N \sum_N^{j-1}} (P_{ij} - Ei)^2 \right)} \quad (9)$$

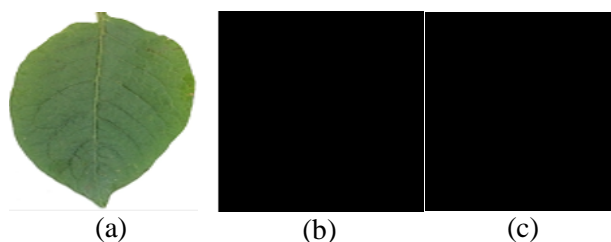


**Gambar 3** Citra Daun *Early* (a) Citra Asli, (b) Citra *Grayscale*, (c) Citra HSV



**Gambar 4** Citra Daun *Late* (a) Citra Asli, (b) Citra *Grayscale*, (c) Citra HSV





**Gambar 5** Citra Daun *Non Disease* (a) Citra Asli, (b) Citra *Grayscale*, (c) Citra HSV

Pada Gambar 3, Gambar 4 dan Gambar 5 menunjukkan contoh dari data uji dari masing–masing kategori yaitu dari citra asli RGB diubah menjadi citra *grayscale* dan citra HSV. Jelas pada hasil segmentasi pada penelitian ini sudah mengambil daerah ROI dengan benar. Dari citra *grayscale* ekstraksi ciri fitur tekstur di ekstraksi dan dari citra HSV ekstraksi ciri fitur warna di ekstraksi. Yang kemudian 7 fitur tekstur dan 6 fitur warna digunakan inputan pada tahap klasifikasi, dengan kombinasinya 13 fitur.

*Support vector machine* (SVM) merupakan salah satu metode *machine learning* untuk *pattern recognition*. Algoritma SVM sendiri pertama kalinya ditemukan oleh Vladimir Vapnik. SVM termasuk kedalam *supervised learning* yang dapat digunakan permasalahan klasifikasi. SVM mengklasifikasikan data menjadi dua kelas berbeda dengan cara membuat *decision boundary* atau biasa disebut *hyperplane*. Konsep dasar dari SVM adalah mencari *hyperplane* yang memaksimumkan margin.

Prinsip dasar SVM adalah *linear classifier*, dan selanjutnya dikembangkan agar dapat bekerja pada problem *non linear* dengan memasukkan konsep *kernel trick* pada ruang kerja berdimensi tinggi. Pada penelitian ini menggunakan *svm non-linear* dengan *radial basis function* (RBF) sebagai *kernel trick*. RBF merupakan multi SVM yang dapat mengklasifikasikan lebih dari dua class. RBF dapat dengan mudah memecahkan masalah klasifikasi *non-linear* [9]. Persamaan dari RBF ditunjukkan pada Persamaan 10.

$$K(X_i, X_j) = \exp(-\gamma |X_i - X_j|^2) \quad (10)$$

Dari hasil ekstraksi ciri fitur tekstur dan ekstraksi fitur warna didapat 13 fitur. 13 Fitur inilah yang digunakan sebagai inputan dari klasifikasi SVM atau disebut juga sebagai *input space*.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian pada identifikasi penyakit daun pada tanaman kentang menggunakan metode kombinasi dari ekstraksi fitur yaitu GLCM dan ekstraksi fitur warna yaitu *Color Moment*. Pada GLCM menggunakan parameter sudut  $0^\circ$  dan jarak 1 piksel dan tujuh ekstraksi ciri dari GLCM yang dilakukan antara lain *Energy*, *Contrast*, *Entropy*, *Dissimilarity*, *Homogeneity*, *Correlation* dan *Maximum Probability*.

Pada penelitian ini *color moment* mengekstraksi ciri warna dari *moment mean* dan *standar deviasi* dari masing – masing *channel* (H, S, dan V), sehingga menghasilkan enam fitur warna yaitu tiga dari *moment mean* (H, S, dan V) dan tiga dari *moment standar deviasi* (H, S, dan V). sedangkan *moment skewness* memberikan nilai yang selalu 0 sehingga mempengaruhi tingkat akurasi dari identifikasi ini.

Hasil dari pengujian ini memberikan akurasi rata rata mencapai 87 % dari tiga jenis kategori. Diketahui data latih dari penelitian ini menggunakan 100 gambar perjenis kategori dan 30 gambar perjenis kategori sebagai data uji. Tingkat akurasi dari masing – masing jenis ini memberikan nilai untuk citra *early* 90%, citra *late* 90% dan *non disease* 83.33 %. Pada identifikasi *non disease* mengalami akurasi yang menurun hal itu disebabkan pola bercak sangat mempengaruhi fitur –fiturnya, sehingga saat memilih data latih dan data uji pada jenis *non disease* harus sangat selektif. Berikut data hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 1.

Akurasi digunakan untuk mengetahui hasil performa dari ekstraksi fitur dan klasifikasi, dalam penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 1. Pedoman dalam menentukan nilai akurasi didapat dari perhitungan pada Persamaan 11.

**Tabel 1** Hasil Klasifikasi

Dataset	Total Data Uji	Klasifikasi Benar	% Akurasi
Early	30	27	90
Late	30	27	90
Non Disease/Normal	30	25	83.33

$$Akurasi (\%) = \frac{Klasifikasi\ Benar}{Total\ Data\ Uji} \times 100 \quad (11)$$

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian disimpulkan jika klasifikasi penyakit daun kentang dapat dilakukan menggunakan pengolahan citra digital. Identifikasi ini menghasilkan nilai akurasi mencapai 87% dan diklasifikasikan dengan menggunakan multi SVM kernel RBF. Pada penelitian ini akurasi tertinggi dicapai saat mengidentifikasi jenis penyakit *early* dan *late*, yaitu masing-masing nilai akurasi 90%, sedangkan performa menurun saat mengidentifikasi pada daun *non-disease* atau normal yaitu 83.33%. Pola dari daun berpenyakit sangat mempengaruhi identifikasi. Oleh karena itu pemilihan daun *non-disease* lebih selektif sehingga memilih daun yang tanpa bercak sama sekali.

Kedepannya penelitian ini dapat dikembangkan dengan menggunakan jenis klasifikasi lain, contohnya klasifikasi KNN atau multi SVM dengan kernel trick yang lain.

Serta mencoba mengembangkan ekstraksi ciri fitur warna yang lain selain *color moments*. Dan menambahkan macam-macam kategori penyakit pada daun kentang.

#### Daftar Notasi

Contoh penulisan notasi dapat diuraikan dengan keterangan sebagai berikut :

$p(i, j)$  : input dari matriks GLCM yang sudah dinormalisasi,  $i$  merupakan baris dan  $j$  merupakan kolom

$\sigma_x \sigma_y$  : mean dari matriks GLCM,  $i$  merupakan baris dan  $j$  merupakan kolom

$\mu_x \mu_y$  : standar deviasi dari matriks GLCM,  $i$  merupakan baris dan  $j$  merupakan kolom

$E_i$  : rata – rata nilai warna dalam citra

$\partial i$  : akar pangkat dari varian (standar deviasi)

$N$  : jumlah total piksel citra

#### Referensi

- [1] Hendry Puguh Susetyo, SP, M.Si “*Penyakit Busuk Daun Kentang*” Fungsional POPT Ahli Muda Direktorat Perlindungan Holtikultura, 2017.
- [2] K. Y. Huang, “Application of artificial neural network for detecting Phalaenopsis seedling diseases using color and texture features”. ScienceDirect. *Computers and electronics in agriculture*, Vol. 57, No. 1, Pp. 3-11, Januari 2007
- [3] Pranjali B. Padol, Prof. Anjali A. Yadav, “SVM Classifier Based Grape Leaf Disease Detection” *Conference on Advances in Signal Processing (CASP)*, Cummin College of Engineering for Women, Pune. Jun 9-11 2016.
- [4] Al Bashish, D., Braik, M., & Bani-Ahmad, S., “A framework for detection and classification of plant leaf and stem disease”, *Conf. IEEE ICSIP*, hal. 113-118. 2010.
- [5] Kai, S., Zhikun, L., Hang, S., & Chunhong, G., “A research of maize disease image recognition of corn based on BP networks”, *Conf. IEEE ICMTMA*, Vol. 1, Pp. 246-249, 2011.
- [6] Asfarian, A., Herdiyeni, Y., Rauf, A., & Mutaqin, K. H., “Paddy diseases identification with texture analysis using fractal descriptors based on fourier spectrum” , (*IC3INA*) *International Conference on* (Pp. 77-81). IEEE. 2013.
- [7] S. Arivazhagan, R. Newlin Shebiah, S. Ananthi, S. Vishnu Varthini, “Detection of unhealthy region of plant leaves and classification of plant disease using texture feature”, *Agric Eng Int: CIGR Journal* Vol.15, No.1, 2013.

- [8] Surender K, Rapinder K, “Plant Disease Detection using Image Prosesing A Review”, *International Jurnal of Computer Applications* (0957-8887), Volume 124 - No. 16, Agust 2015.
- [9] R. Sangeetha, Dr. B. Kalpana, “Identifying Efficient kernel Function in Multiclass Support Vector Machine”, *International Jurnal of Computer Applications* (0975-8887), Vol. 28, No. 8, Agust 2011.