

Metode *Fuzzy Mathematical Morphology* Sebagai Perbandingan Algoritma Deteksi Tepi Daun yang Berbeda

Deri Ramdani
R&D
PT. Cogindo DayaBersama
Sukabumi, Indonesia
deri.ramdani@cogindo.co.id

Abstrak — Ekstraksi tepi pada foto daun merupakan langkah penting dalam pemeriksaan daun terkomputerisasi. Sangat penting untuk mendeteksi tepi dan menyimpan informasi tekstur rinci tentang daun, seperti urat dan warna. Sebuah kamera digital menangkap gambar daun asli. Fungsi keanggotaan digunakan untuk memproses daun yang diperoleh. Tepi tersebut kemudian dideteksi menggunakan pendekatan morfologi fuzzy matematis [1]. Membandingkan hasil teknik deteksi tepi yang ada seperti morfologi biner dan Sobel di bawah berbagai pengaturan menunjukkan efisiensi deteksi tepi berdasarkan morfologi matematika fuzzy.

Kata Kunci — *Deteksi tepi; Morfologi Matematika Fuzzy, Pelestarian Momen*

I. PENGANTAR

Tumbuhan memainkan peran penting dalam kehidupan manusia dan kehidupan lain di planet ini. Banyak spesies tumbuhan unik berada di ambang kepunahan karena degradasi lingkungan dan kurangnya kesadaran. Meskipun ada perbaikan yang signifikan dalam botani, banyak tanaman tetap ditemukan, diklasifikasikan, dan digunakan; tanaman yang belum ditemukan adalah kekayaan tersembunyi yang menunggu untuk ditemukan. Dalam semua inisiatif ini, klasifikasi daun dan pengenalan untuk identifikasi tanaman sangat penting. Deteksi tepi adalah salah satu fase pra-pemrosesan penting dalam sistem identifikasi dan pengenalan daun. Persyaratan saat ini adalah detektor tepi yang dapat mengidentifikasi tepi gambar daun dengan cepat dan efisien. Fungsi keanggotaan pertama-tama memproses gambar daun asli yang diambil oleh kamera digital untuk mendeteksi tepi dan mempertahankan informasi tekstur detail seperti urat. Keunggulan tersebut kemudian dilihat dengan menggunakan teknik fuzzy matematis morfologi. Dengan membandingkan hasil metode lain di bawah berbagai pengaturan, efisiensi identifikasi tepi berdasarkan morfologi matematika fuzzy ditunjukkan [1]. Langkah pertama dalam membuat foto digital daun adalah memisahkan piksel yang dimiliki setiap daun dari sisa gambar. Keakuratan segmentasi gambar akan mempengaruhi efisiensi tugas selanjutnya. Teknik segmentasi berdasarkan deteksi tepi sering digunakan di antara banyak metode segmentasi gambar karena akurasi dan kecepatannya yang sangat baik. Manfaat utama berasal dari fakta bahwa nilai skala abu-abu pada margin berbeda secara signifikan dari yang lain. Hasilnya, ada baiknya untuk memulai dengan mencari tepi dan kemudian

menghubungkannya untuk membuat garis tepi daun. Metode deteksi tepi berdasarkan operator diferensial domain spasial, seperti Roberts, Sobel, Prewitt, dan lain-lain, umumnya digunakan [3]. Mereka melakukan deteksi tepi piksel demi piksel. Operator ini didasarkan pada dampak mutasi skala abu-abu pada perubahan turunan. Kerugian dari operator ini adalah mereka harus memilih antara ketebalan kebisingan dan presisi deteksi tepi.

Ukuran daun, panjang urat, dan jumlah kekasaran merupakan faktor penting dalam menentukan cara menilai daun. Margin daun dan vena harus dideteksi untuk mendapatkan nilai-nilai ini. Misalnya, untuk menilai panjang daun, temukan sumbu longitudinal, yaitu garis yang melalui pusat gravitasi daun dan menghubungkan tepi daun dan vena sentral. Panjang daun yang tidak terputus tidak diragukan lagi adalah jarak antara ujung dan gagangnya. Penelitian ini mengusulkan teknik fuzzy matematis morfologi untuk identifikasi tepi untuk mencapai hasil yang lebih baik. Morfologi matematika adalah teknik berbasis aljabar himpunan. Teori himpunan digunakan untuk menggambarkan struktur geometris secara statistik. Morfologi matematika sekarang banyak digunakan dalam visi komputer, analisis gambar, dan aplikasi pengenalan pola seperti segmentasi gambar berwarna dalam ruang 3-D [4], metode deteksi tepi citra penginderaan jauh [5], dan pemrosesan citra medis [6], di antara yang lain. Prinsip utama di balik morfologi matematika adalah menggunakan elemen struktural dengan ketajaman tertentu untuk mengukur dan mendeteksi objek yang terkait. Ukuran dan ketajaman bagian struktural sangat mempengaruhi hasil. Berbagai ukuran dan ketajaman elemen struktur akan menghasilkan hasil yang berbeda dan memerlukan jenis analisis citra yang berbeda. Morfologi matematika fuzzy berakar pada teori himpunan fuzzy sebagai perpanjangan dari morfologi biner berbasis teori himpunan, yang digunakan dalam gambar biner. Keanggotaan piksel dalam citra daun ditentukan terlebih dahulu untuk menentukan kemungkinannya menjadi komponen daun. Alih-alih nilai dalam gambar biner 0 dan 1, nilai piksel berada dalam kisaran [0, 1]. Setelah menghitung derajat keanggotaan, morfologi matematika fuzzy dapat digunakan untuk melakukan pemrosesan lebih lanjut untuk mencapai tujuan deteksi tepi.

II. METODOLOGI

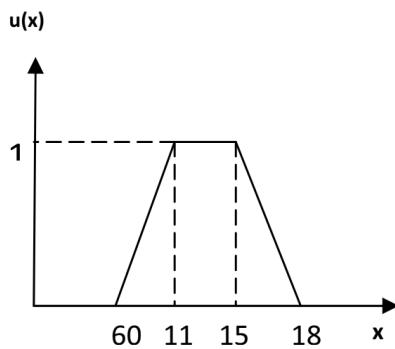
Dalam penyelesaian penelitian ini menggunakan beberapa alur, Berikut adalah alur yang digunakan dalam penelitian ini.

A. Deteksi Tepi Citra Daun Menggunakan Fuzzy *Mathematical Morphology*

Sebelum menggunakan morfologi matematika fuzzy untuk mendeteksi tepi daun, derajat keanggotaan setiap piksel pada citra harus dihitung menggunakan matematika fuzzy.

LANGKAH 1: Fungsi Keanggotaan Gambar Daun

Keanggotaan piksel dalam gambar daun yang ditangkap oleh kamera CCD dapat dihitung dengan menerapkan fungsi keanggotaan ke nilai yang diperoleh dari nilai RGB. Gambar 1 menunjukkan definisi fungsi keanggotaan.



Gambar 1: Pemrosesan fungsi keanggotaan

Sumbu horizontal x pada Gambar 1 menunjukkan nilai komponen RGB G , sedangkan $u(x)$ mencerminkan peluang piksel milik daun. Komponen G tunggal digunakan karena, menurut data statistik dari foto daun, sebagian besar piksel milik daun memiliki nilai komponen G di $[52, 252]$, dan piksel dengan nilai komponen G di $[54, 254]$ memiliki kemungkinan 100% menjadi daun. Piksel lain dengan nilai antara $[0, 16]$ dan $[89, 255]$ memiliki peluang yang sangat tinggi untuk menjadi latar belakang atau noise. Akibatnya, nilai komponen G RGB dapat digunakan untuk menentukan keanggotaan piksel.

LANGKAH 2: Operasi Dasar Fuzzy *Mathematical Morphology*

Dilasi, erosi, pembukaan, dan penutupan adalah operasi inti dari morfologi matematika fuzzy. Elemen penataan tidak terdefinisi dapat digunakan untuk membuat topeng. Dilatasi dan erosi dapat dicapai dengan menggeser bagian depan melintasi gambar setelah fungsi keanggotaan memprosesnya. Misalkan A untuk bayangan asli, A' untuk ide yang telah diproses menggunakan fungsi keanggotaan, dan B untuk elemen struktur fuzzy. Operasi dasar morfologi matematika fuzzy tercantum di bawah ini [8]. S adalah elemen standar dengan ukuran yang sama dengan elemen struktural (misalnya, 3×3 , 5×5) dengan semua nilai dalam contoh di bawah ini.

$$\text{Erosi: } E(A', B) = \arg \min \{S - |A' - B|\} \quad (1)$$

$$\text{Dilatasi: } D(A', B) = SE(S - A', B) \quad (2)$$

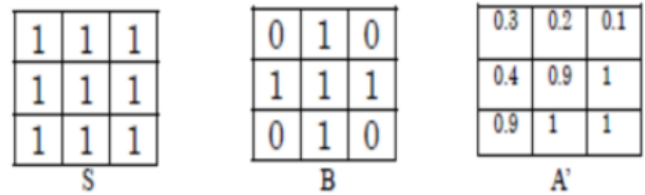
$$\text{Pembukaan: } O(A', B) = SE(SE(A', B), B) \quad (3)$$

$$\text{Penutup: } C(A', B) = E(SE(S - A', B), B) \quad (4)$$

Sangat mudah untuk melihat bagaimana proses pelebaran, pembukaan, dan penutupan menjadi predikat operasi erosi. Pada kenyataannya, beberapa jenis definisi erosi ada dalam morfologi matematika fuzzy. Mereka agak berbeda dalam penampilan, tetapi (1) adalah yang tercepat.

LANGKAH 3: Elemen Penataan

Dalam morfologi, faktor struktural merupakan komponen yang paling mendasar. Ukuran dan ketajaman elemen penataan secara signifikan memengaruhi efek dan jumlah pemrosesan gambar. Akibatnya, lebar, panjang, dan ketajaman elemen penataan harus dipilih dengan cermat. Dalam morfologi biner, nilai unit dalam elemen penataan adalah 0 atau 1, dengan 0 menunjukkan bahwa tim tidak terlibat dalam komputasi dan satu menunjukkan bahwa itu adalah. Nilai $[0, 1]$ untuk elemen penataan dalam morfologi matematika fuzzy menunjukkan probabilitas unit yang terlibat dalam tindakan morfologi matematika yang tidak jelas. Elemen penataan ukuran 3×3 adalah yang paling efektif untuk identifikasi tepi gambar daun tembakau, mencapai kecepatan tinggi dan hasil yang memuaskan. Elemen penataan semua arah kritis yang bersilangan dipilih berdasarkan properti daun. Karena unit atas, bawah, kanan, kiri, dan tengah dari elemen penataan berukuran 3×3 terlibat dalam kinerja algoritma morfologi matematika fuzzy, elemen penataan terlihat seperti B pada Gambar 2.



Gambar 2: Ukuran 3×3 S , B , dan A' ditampilkan dalam ukuran

LANGKAH 4: Morfologi Matematika Fuzzy untuk Deteksi Tepi

Dalam morfologi matematika fuzzy, rumus untuk mendeteksi tepi dari citra daun tembakau adalah 5. Hasil dari dilasi fuzzy adalah X , sedangkan pengembangan dari erosi fuzzy adalah Y . Baik X dan Y berasal dari ide yang sama, yang terstruktur oleh elemen yang sama. Setelah itu, X dan Y dibandingkan (5). d_1 dan d_2 adalah dua nilai maksimum antara piksel yang sesuai di X dan Y di dalam jendela 3×3 yang berpusat pada piksel (i, j) , dan perbedaan (i, j) dihitung pada piksel yang sesuai di (5). (aku j). Proses akan berlanjut hingga jendela 3×3 menutupi seluruh matriks gambar. Metode ini dapat digunakan untuk mendeteksi tepi gradien. Perhatikan bahwa piksel di tepi gambar tidak disertakan dalam algoritme karena tidak memiliki delapan tetangga. Namun, itu bukan masalah yang signifikan karena tidak ada tepi di daerah tersebut.

$$F(X(i, j), Y(i, j)) = \sqrt{d(i, j) \frac{d(i, j) + d_1 + d_2}{3}} \quad (5)$$

LANGKAH 5: Rekonstruksi gambar

Binarisasi diperlukan karena nilai piksel yang diproses oleh morfologi matematika fuzzy berada pada kisaran $[0, 1]$. Algoritme pelestarian momen mengubah nilai piksel menjadi 0 atau 1 dalam langkah ini. Berikut ini adalah

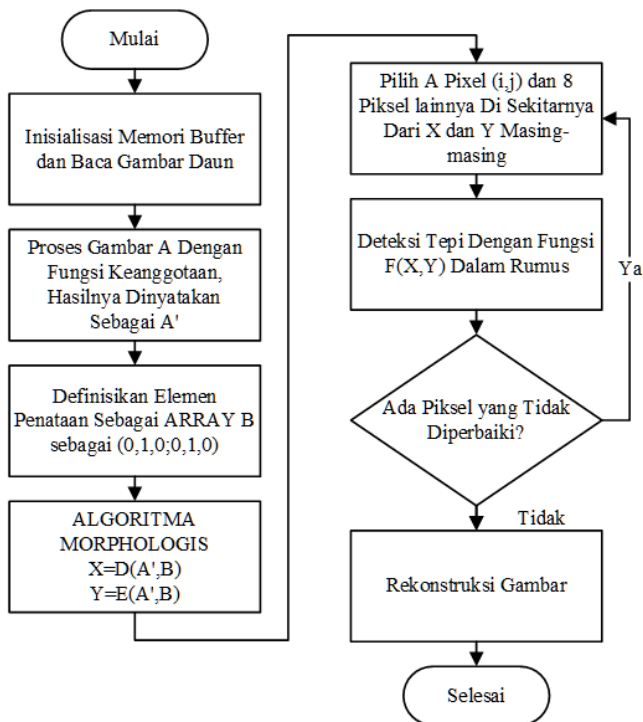
deskripsi dari algoritma rekonstruksi citra pelestarian momen yang disarankan.

Langkah 1: Bagilah gambar f menjadi empat \times empat potongan yang tidak tumpang tindih (f_j).

Langkah 2: Ambil f_j . Off blokir dan selesaikan langkah-langkah di bawah ini.

- 1) Hitung kumpulan momen nilai komponen abu-abu untuk piksel dalam f_j .
- 2) Berdasarkan variasi nilai komponen keabuan dari piksel dalam f_j , tentukan jumlah pita spektral yang seragam.
- 3) Buat peta bit 4×4 untuk f_j dengan menetapkan 0 atau 1 untuk setiap piksel p_i dari f_j , tergantung pada apakah nilai abu-abu baru dari p_i t1 lebih besar atau sama dengan 1.

Langkah 3: Ketika semua blok f telah diproses, berhenti.



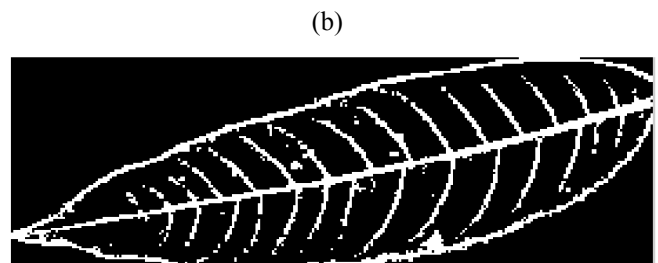
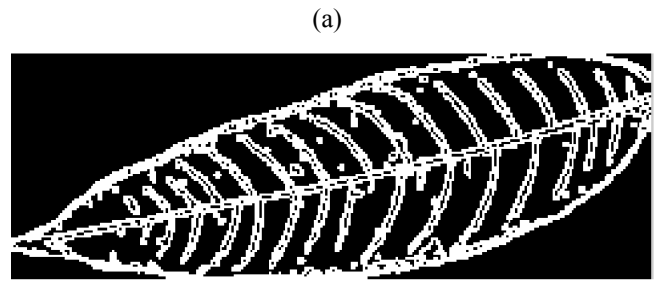
Gambar 3: Flowchart Penelitian

III. HASIL DAN ANALISIS

Kami membandingkan hasil algoritme yang diusulkan dengan hasil algoritme lain di bidang ini.

A. Hasil di Lingkungan Tanpa Noise

Hasil deteksi tepi tanpa *noise* menggunakan operator Sobel dan algoritma morfologi Biner ditunjukkan pada Gambar 4(a) dan 5(b).

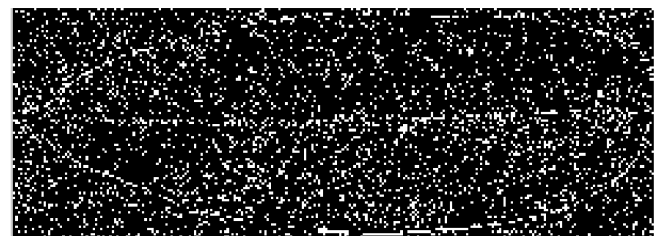


Gambar 4: Hasil Deteksi Tepi Tanpa *Noise*: (a). Morfologi Biner, (b). Sobel, (c). Morfologi Matematika Fuzzy

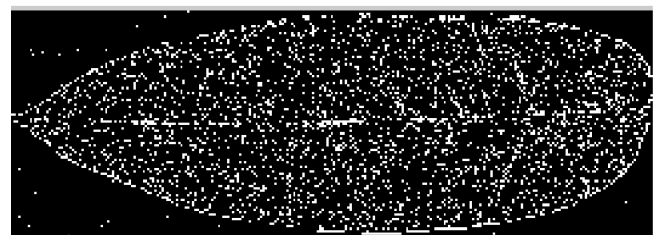
Hasil deteksi tepi menggunakan Operator Morfologi Biner tidak menangkap semua tepi daun yang dibutuhkan. Algoritma ini melewatkan sekitar seperempat dari margin daun tetapi tidak mengenali fitur tekstur seperti urat. Dibandingkan dengan algoritme ini, hasil algoritme yang disarankan mengungguli mereka di beberapa area.

B. Hasil dalam Kondisi *Noise*

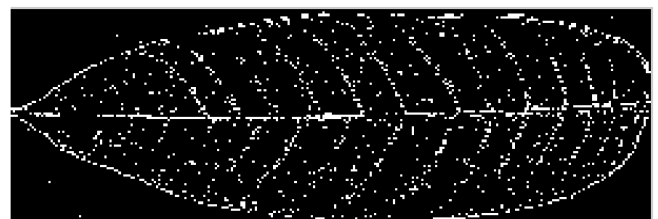
Morfologi Biner



Gambar 5: Hasil Deteksi Tepi Dengan Noise: (a). Morfologi Biner, (b). Sobel, (c). Morfologi Matematika Fuzzy



Gambar 6: Hasil Deteksi Tepi Dengan Noise: (a). Morfologi Biner, (b). Sobel, (c). Morfologi Matematika Fuzzy

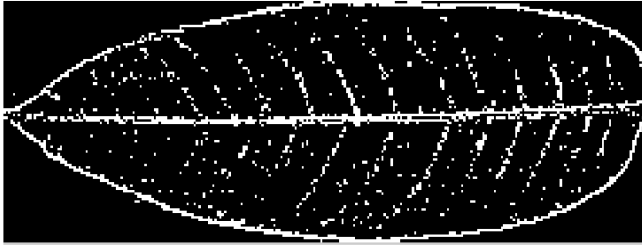


(c)

Gambar 5: Hasil Deteksi Tepi Dengan Kondisi *Noise*: (a). *Gaussian Noise*, (b). *Poisson Noise*, (c). *Speckel Noise*

Hasil deteksi tepi menggunakan morfologi biner ditunjukkan pada Gambar 5(a) sampai dengan (c).

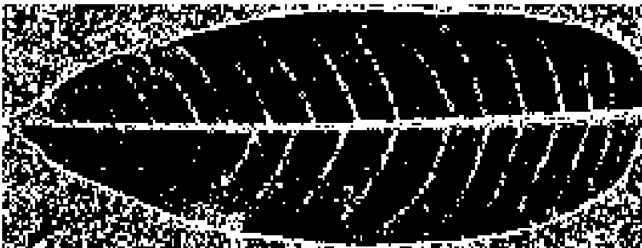
Morfologi Matematika Fuzzy



(a)



(b)



(c)

Gambar 6: Hasil Deteksi Tepi Menggunakan Morfologi Matematika Fuzzy: (a). *Gaussian Noise*, (b). *Poisson Noise*, (c). *Speckel Noise*

Gambar daun dengan *noise Gaussian* ditunjukkan pada Gambar 8(a). Dalam MATLAB, *noise Gaussian* ditambahkan menggunakan fungsi *imnoise* (A, 'gaussian,' 0, 0.02). Ini menandakan bahwa rata-rata derau *Gaussian* yang ditambahkan ke gambar A adalah 0, dan standar deviasinya adalah 0,02. Hasil deteksi tepi menggunakan morfologi matematika fuzzy ditunjukkan pada Gambar 8(a). Grafik menunjukkan bahwa kebisingan tidak berdampak signifikan pada hasil akhir. Alasan utama keberhasilannya adalah fungsi keanggotaannya mengurangi efek *noise* pada gambar daun. Oleh karena itu kebisingan berdampak kecil pada hasil. Hasil morfologi biner berbasis deteksi tepi di bawah Poisson dan Speckle noise ditunjukkan pada Gambar 6(b) dan 6(c). Batasnya terlihat pada Gbr.6(b), tetapi teksturnya hancur. Daun juga memiliki area bising tertentu yang tertutup. Gbr.6(c) hasil dimuat dengan tambalan berisik, sehingga sulit untuk memulihkan tepi dan fitur daun.

Operator Sobel



(a) kebisingan Gaussian



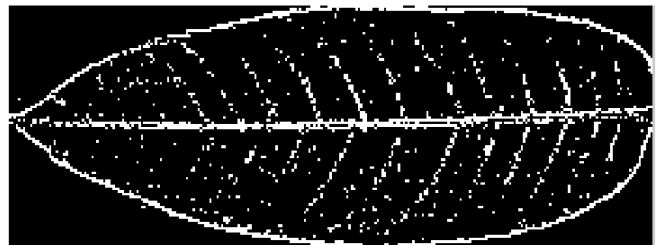
(b) Kebisingan racun



(c) Kebisingan Bintik

Gambar 7: Hasil Deteksi Tepi Menggunakan Operator Sobel: (a). *Gaussian Noise*, (b). *Poisson Noise*, (c). *Speckel Noise*

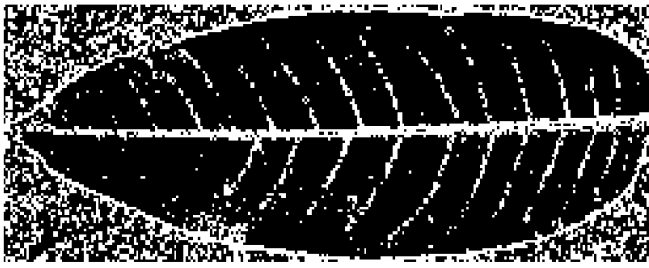
Morfologi Matematika Fuzzy



(a)



(b)



(c)

Gambar 8: Deteksi Tepi Morfologi Matematika Fuzzy: (a). *Gaussian Noise*, (b). *Poisson Noise*, (c). *Speckel Noise*

Gambar.7(a) adalah citra daun dengan *Gaussian noise*. *Imnoise* (A, 'gaussian,' 0, 0.02) di MATLAB digunakan untuk menambahkan *Gaussian noise*. Ini berarti rata-rata derau Gaussian yang ditambahkan pada gambar A adalah 0, dan standar deviasinya adalah 0,02. Gbr.8(a) hasil dari deteksi tepi berdasarkan morfologi matematika fuzzy. Gambar menunjukkan bahwa kebisingan tidak berdampak signifikan pada produk akhir. Alasan utama keberhasilannya adalah fungsi keanggotaannya mengurangi pengaruh *noise* pada citra daun, sehingga *noise* memiliki pengaruh yang kecil pada hasilnya. Gambar 7(b) dan Gambar 7(c) merupakan hasil deteksi tepi berdasarkan operator Sobel masing-masing pada derau Poisson dan derau Speckle. Batasnya jelas pada Gambar 7(b), tetapi teksturnya hilang sama sekali. Ada juga beberapa titik kebisingan di sudut kanan bawah. Pada Gambar 7 (c), hasilnya dipenuhi dengan *Speckle noise* sehingga tepi dan detail daun sulit diekstraksi.

IV. KESIMPULAN

Bidang morfologi matematika fuzzy berkembang dan menjadi lebih banyak digunakan. Makalah ini menambah pengetahuan dengan menunjukkan efektivitas penggunaan morfologi matematika fuzzy untuk mendeteksi tepi pada gambar daun. Algoritma berdasarkan morfologi matematika fuzzy untuk deteksi tepi daun telah terbukti sangat efektif. Algoritme deteksi tepi yang diusulkan dalam makalah ini memiliki keunggulan nyata dibandingkan algoritme gambar lain seperti Sobel dan morfologi biner: tidak diperlukan ambang batas, ketebalan kebisingan tinggi, dan tekstur detail dan ekstraksi urat. Luas daun dan panjang urat akan dihitung berdasarkan hasil deteksi tepi pada penelitian selanjutnya. Setelah data yang cukup telah dikumpulkan dari gambar daun, daun akan dinilai secara otomatis oleh komputer menggunakan beberapa algoritma.

REFERENSI

- [1] Shen PAN, Mineichi KUDO, Jun TOYAMA, Edge Detection of Tobacco Leaf Images Based on Fuzzy Mathematical Morphology, The 1st International Conference on Information Science and Engineering, 978-0-7695-3887-7/09/\$26.00 © 2009 IEEE.
- [2] Zhang, J., S. Sokhansanj, S. Wu, R. Fang and W. Yang, "A trainable grading system for tobacco leaves," *Computer and Electronics in Agriculture*, vol.16, pp. 231-244, 1997.
- [3] J.K.M. MacCorniac, "On-line image processing for tobacco grading in Zimbabwe," *IEEE Xplore*, 0-7803-1227-9/93, pp.327-331, 1993.
- [4] Rafael C Gonzalez, Richard E Woods, *Digital Image Processing Second Edition*, 2nd, ed. Prentice Hall, 2002, pp.572-585.
- [5] Dong Yun, Park S H, Lee S U, "Color Image Segmentation Based on 3D Clustering: Morphological Approach," *Pattern Recognition*, vol.31(8), pp. 1061-1076, 1998.

- [6] Yu Wang, Cheng Wang, JiPing Liu, "A Mathematical Morphological Algorithm for Edge Detection in Remotely Sensed Image," *Journal of Chongqing University of Posts and Teleco*, vol.15(2), pp.91-93, 2003.
- [7] Xiang Zhang, Meijie Liu, LiWei Chen, "Method of Picking up Edge on the Basis of the Mathematics Morphologic Subject", *Journal of Electronic Science and Technology of China*, vol.31(5), pp.491-493, 2002.
- [8] M.C.Maccarone, M.Tripiciano, V.Gesu, "Fuzzy Mathematical Morphology to Analyses Astronomical Images," *Image, Speech and Signal Analysis, Proceedings, 11th IAPR International Conference on 30 Aug.-3 Sept.* pp.248-251, 1992.
- [9] Min Yao, *Digital Image Processing*, Beijing: China Machine Press, 2006, pp.244-247
- [10] Wang Xue, Ma Tie-min, The application of Edge Detection Algorithm Based on Rough Sets in the detection of soybean target leaf spot, 2010 International Conference on Computer Application and System Modeling (ICCASM 2010).
- [11] N.Valliammal, Dr.S.N.Geethalakshmi, "Hybrid Image Segmentation Algorithm for Leaf Recognition and Characterization", 978-1-61284-764-1/11/\$26.00 ©2011 IEEE.
- [12] Nassir Salman, "Image Segmentation and edge detection based on chan-veese algorithm", *The International Arab Journal of Information Technology*, vol 3, No.1, January 2006.
- [13] P. K. Sahoo, S. Soltani, and A. K. C. Wong, "A survey of thresholding techniques," *Comput. Vis., Graph., Image Process.*, 1988, pp. 233-260.
- [14] C. K. Yang, T. C. Wu, J. C. Lin, and W. Tsai, "Color image sharpening by moment-preserving techniques," *Signal Process.*, vol. 45, pp.397-403, 1995.
- [15] W. Tsai, "Moment preserving thresholding: A new approach," *Comput. Vis., Graph., Image Process.*, 1985, pp. 377-393.
- [16] Soo-Chang Pei, Ching-Min Cheng "Color Image Processing by Using Binary Quaternion-Moment-Preserving Thresholding Technique" *IEEE TRANSACTIONS ON IMAGE PROCESSING*, VOL. 8, NO. 5, MAY 1999.
- [17] WEN-HSIANG TSAI "Moment-Preserving Thresholding: A New Approach", *COMPIJTER VISION. GRAPHICS, AND IMAGE PROCESSING* 29, 377-393, 1985.
- [18] Aditya Kumar, Pardeep Singh, "Image Compression by Moment Preserving Algorithms: A Scrutinization", *Int. J. Comp. Tech. Appl.*, Vol 2 (4), 1099-1117.
- [19] Chen-Kuei Yang, Ja-Chen Lin, Wen-Hsiang Tsai "Color Image Compression by Moment-Preserving and Block Truncation Coding Techniques", *IEEE TRANSACTIONS ON COMMUNICATIONS*, VOL. 45, NO. 12, DECEMBER 1997.
- [20] C. K. Yang, C. T. Wu, J. C. Lin, and W. H. Tsai, "Color image sharpening by moment-preserving technique," *Signal Processing*, vol.45, no. 3, pp. 397-403, 1995..