

**PERBANDINGAN KINERJA METODE SEGMENTASI *SHANNON*
ENTROPY DAN *SAUVOLA* PADA HAMA ULAT KUBIS**

HANUNG FEBRIANTO



**DEPARTEMEN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2014**

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi berjudul Perbandingan Kinerja Metode Segmentasi Shannon *Entropy* dan Sauvola pada Hama Ulat Kubis adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2014

Hanung Febrianto
NIM G64104025

ABSTRAK

HANUNG FEBRIANTO. Perbandingan Kinerja Metode Segmentasi Shannon *Entropy* dan Sauvola pada Hama Ulat Kubis. Dibimbing oleh YENI HERDYENI.

Penelitian ini mengusulkan metode segmentasi hama ulat menggunakan Shannon *Entropy* dan Sauvola. Metode Shannon *Entropy* membagi histogram citra *grayscale* menjadi objek dan *background* dengan memanfaatkan nilai peluang *entropy* terbesar yang digunakan sebagai *threshold* untuk mensegmentasi citra. Metode Sauvola menghitung ambang batas lokal untuk setiap piksel dengan intensitas citra dalam piksel ketetanggaan. Penelitian ini membandingkan kinerja Segmentasi Shannon *Entropy* dan Sauvola. Segmentasi ini bertujuan untuk memisahkan hama ulat dengan daun kubis. *Median Filter* digunakan untuk meningkatkan kualitas citra. Kami menganalisa kinerja kedua metode yang diusulkan dengan pembagian citra berdasarkan *brightness* dan tingkat kompleksitas *background* citra. Penelitian ini menggunakan kepada 3 spesies hama ulat kubis yaitu *Crociodolomia Pavonana*, *Spodoptera Exigua (Hubner)*, dan *Spodoptera Litura F.* Penelitian ini menunjukkan bahwa median filter memiliki kinerja yang baik untuk perbaikan citra. Sebagai hasilnya, metode Sauvola memiliki akurasi yang lebih baik daripada Shannon *Entropy* yaitu sebesar 73%. Metode yang diusulkan dapat digunakan untuk meningkatkan akurasi

Kata kunci: Filter Median, Hama Ulat Kubis, Sauvola, Shannon *Entropy*.

ABSTRACT

HANUNG FEBRIANTO. *Comparison of Shannon Entropy and Sauvola on Cabbage Caterpillar Pests Segmentation.* Supervised by YENI HERDYENI.

This research proposes a method for caterpillar pests segmentation using Sauvola and Shannon Entropy. Shannon's function is based on the concept that information gained from an event is inversely related to its probability of occurrence. Sauvola's method computes a local threshold for each pixel individually taking into account image intensities in the local neighborhood of the pixel only. This study compared performance of Shannon Entropy and Sauvola method. The segmentation aims to separate the pest caterpillars with cabbage leaves. In this research, we used Median Filter to enhance the image. We analyzed performance of the proposed method based on brightness and background. We used 3 species of caterpillar pests included *Crociodolomia pavonana*, *Spodoptera exigua (Hubner)* and *Spodoptera litura F.* The experimental result shows that median filter has a good performance to enhanced the image. As a result, the Sauvola method has better accuracy than Shannon Entropy which is by 73%. The proposed method can be used to increase the accuracy of caterpillar identification.

Keywords: Cabbage Caterpillar Pests, Median Filtering, Sauvola, Shannon Entropy.

**PERBANDINGAN KINERJA METODE SEGMENTASI *SHANNON*
ENTROPY DAN *SAUVOLA* PADA HAMA ULAT KUBIS**

HANUNG FEBRIANTO

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Komputer
pada
Departemen Ilmu Komputer

**DEPARTEMEN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2014**

Penguji :

1. Toto Haryanto, S.Kom., M.Si
2. Aziz Kustiyo, S.Si., M.Kom

Judul Skripsi: Perbandingan Kinerja Metode Segmentasi Shannon *Entropy* dan
Sauvola pada Hama Ulat Kubis.

Nama : Hanung Febrianto.

NIM : G64104025.

Disetujui oleh

Dr Yeni Herdiyeni, SSi MKom
Pembimbing

Diketahui oleh

Dr Ir Agus Buono, MSi MKom
Ketua Departemen

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Segala puji bagi Allah *subhanahu wata'ala* atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul "Perbandingan Kinerja Metode Segmentasi Shannon *Entropy* dan Sauvola pada Hama Ulat Kubis" ini. Shalawat dan salam senantiasa tercurah limpah kepada Rasulullah, Nabi Muhammad *shalallahu 'alaihi wasallam*, serta keluarganya, sahabatnya, dan para pengikutnya yang tetap istiqomah hingga akhir zaman. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam penelitian ini, yaitu:

- 1 Kedua orang tua penulis, Ayahanda H. Sugimin dan Ibunda Hj. Tri Lestari serta saudara-saudara penulis Mas Yoyo, Mas Andi, Etang, dan keluarga Dimas, atas doa, kasih sayang, dan dukungan yang luar biasa.
- 2 Ibu Dr Yeni Herdiyeni, SSi MKom selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan ide, saran, nasihat, dan dukungan, serta direpotkan dalam penyelesaian penelitian ini.
- 3 Bapak Aziz Kustiyo, SSi, MKom dan Bapak Toto Haryanto, SKom, MSi selaku dosen penguji.
- 4 Rekan-rekan satu bimbingan, Kholis, Rasyid, Rahmat, Muchlis, Yusrizal, dan Dedi atas diskusi-diskusi dan suka-duka selama pembimbingan.
- 5 Sahabat Ilkomerz angkatan V atas persahabatan yang hangat.
- 6 Sahabat di Imam Ahmad Bin Hambal, sahabat KAMUS IPB, sahabat Tekom IPB 2007 IPB, terima kasih karena telah hadir dalam kehidupan penulis.
- 7 Sahabat satu atap Asrama IPB Sukasari, Rizki, Taupik, Endrik, Dodi, Bowo, Zainul dan lain-lain atas nikmat ukhuwah ini.
- 8 Sahabat terbaik penulis, Mureza, Yudha, Egi, Satrio, Rekha, Gatot, dan sahabat angkatan 2007 atas semua inspirasi selama ini.

Penulis menyadari penelitian ini masih banyak kekurangan. Harapannya, semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat.

Bogor, Juli 2014

Hanung Febrianto

DAFTAR ISI

| | |
|---|----|
| DAFTAR TABEL | vi |
| DAFTAR GAMBAR | vi |
| DAFTAR LAMPIRAN | vi |
| PENDAHULUAN | 1 |
| Latar Belakang | 1 |
| Tujuan Penelitian | 2 |
| Manfaat Penelitian | 2 |
| Ruang Lingkup Penelitian | 2 |
| TINJAUAN PUSTAKA | 2 |
| Kubis (<i>Brassica oleracea var capitata</i>) | 2 |
| Ulat | 3 |
| <i>Computer Vision</i> | 4 |
| <i>Image Processing</i> | 5 |
| Citra Digital | 6 |
| <i>Image Enhancement</i> | 7 |
| <i>Median Filter</i> | 7 |
| <i>Image Segmentation</i> | 8 |
| Metode Segmentasi Shannon <i>Entropy</i> | 8 |
| Metode Segmentasi Sauvola | 11 |
| METODE | 12 |
| Praproses | 13 |
| Pengelompokkan citra | 14 |
| <i>Image Enhancement</i> | 15 |
| <i>Image Segmentation (Threshold)</i> | 16 |
| Evaluasi Sistem | 17 |
| Perangkat Keras dan Perangkat Lunak | 18 |
| HASIL DAN PEMBAHASAN | 18 |
| Data Citra | 18 |
| Praproses | 19 |
| <i>Image Enhancement</i> | 19 |

| | |
|----------------------------|----|
| Metode Evaluasi Segmentasi | 19 |
| Analisis Segmentasi | 25 |
| Hasil Antarmuka Sistem | 27 |
| SIMPULAN DAN SARAN | 29 |
| Simpulan | 29 |
| Saran | 29 |
| DAFTAR PUSTAKA | 29 |
| LAMPIRAN | 32 |
| RIWAYAT HIDUP | 62 |

DAFTAR TABEL

| | | |
|---|---|----|
| 1 | Pengelompokkan citra | 15 |
| 2 | Contoh citra yang digunakan sampai proses <i>enhancement</i> | 16 |
| 3 | Citra hasil segmentasi | 17 |
| 4 | Bobot penilaian kualitas citra | 23 |
| 5 | Perbandingan perhitungan akurasi berdasarkan <i>brightness</i> | 24 |
| 6 | Perbandingan perhitungan akurasi berdasarkan kompleksitas citra | 24 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|----|---|----|
| 1 | Ulat <i>Crocidolomia Pavonana</i> | 3 |
| 2 | Ulat <i>Spodoptera Exigua</i> | 4 |
| 3 | Ulat <i>Spodoptera Litura</i> | 4 |
| 4 | Proses <i>computer vision</i> | 5 |
| 5 | Ilustrasi citra sebagai fungsi 2 dimensi | 6 |
| 6 | Representasi citra digital | 6 |
| 7 | <i>Subimage</i> berukuran 3x3 dengan pusat (x,y) pada citra. | 7 |
| 8 | proses <i>median filter</i> | 8 |
| 9 | Ilustrasi Shannon <i>Entropy</i> | 11 |
| 10 | Ilustrasi metode segmentasi Sauvola | 12 |
| 11 | Metode penelitian | 13 |
| 12 | Proses akuisisi data | 14 |
| 13 | Contoh data citra (a) <i>C. Pavonana</i> , (b) <i>S. exigua</i> , (c) <i>S Litura</i> | 18 |
| 14 | proses konversi citra | 19 |
| 15 | proses <i>median filter</i> | 19 |
| 16 | hasil segmentasi Sauvola tanpa melalui <i>median filter</i> | 20 |
| 17 | hasil segmentasi Sauvola <i>median filter</i> | 21 |
| 18 | citra hasil metode <i>Entropy</i> | 22 |
| 19 | citra hasil metode <i>Entropy</i> dengan <i>median filter</i> | 23 |
| 20 | Grafik perbandingan akurasi berdasarkan <i>brightness</i> | 24 |
| 21 | Grafik perhitungan akurasi berdasarkan kompleksitas citra | 25 |
| 22 | Kesalahan segmentasi | 26 |
| 23 | Contoh citra dengan <i>background</i> lebih banyak dan serupa dengan objek ulat | 27 |
| 24 | Tampilan antar muka sistem | 28 |
| 25 | Tampilan hasil pengolahan citra pada sistem | 28 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | | |
|---|---|----|
| 1 | Kelompok citra kategori kompleks | 33 |
| 2 | Kelompok citra kategori sederhana | 40 |
| 3 | Kelompok citra <i>brightness tinggi</i> | 46 |
| 4 | Kelompok citra <i>brightness rendah</i> | 52 |
| 5 | Survey bobot citra | 58 |

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Komoditas penting dalam mendukung ketahanan pangan nasional adalah sayuran. Menurut data Direktorat Jenderal Hortikultura (2012), nilai Produk Domestik Bruto (PDB) dari komoditas sayuran cenderung mengalami peningkatan sejak tahun 2007 sampai tahun 2010. Akan tetapi, pada kenyataannya produksi sayuran di Indonesia melemah dalam satu dasawarsa terakhir (BPS 2012). Indonesia merupakan salah satu negara penghasil kubis akan tetapi dalam kurun waktu lima tahun terakhir (2007-2011) Indonesia mengalami penurunan produktivitas kubis. Tahun 2007 produktivitas kubis mencapai 21,23 ton/ha, sementara tahun 2011 hanya sebesar 20,88 ton/ha (BPS 2012). Penyebab turunnya hasil produksi kubis disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya adalah serangan organisme pengganggu tanaman (OPT) terutama hama (Anaisie *et al.* 2011). Beberapa hama yang banyak menyerang tanaman sayuran kubis adalah ulat grayak (*Spodoptera Litura* F), ulat krop kubis (*Crociodolomia Pavonana*), dan ulat bawang (*Spodoptera Exigua* H). Hama memencar dan menyerang pucuk tanaman kubis sehingga menghancurkan titik tumbuh. Akibatnya, tanaman kubis yang sudah membentuk kepala atau bonggol akan hancur atau menurunkan kualitas kepala atau bonggolnya, sehingga kubis tidak laku dijual dan menurunkan hasil panen (Sastrosiswojo dan Setiawati 1992). Petani umumnya menggunakan pestisida untuk mengatasi tanaman yang terserang hama. Beberapa petani menggunakan pestisida tidak terkontrol dan berlebihan sehingga mengurangi kualitas kubis. Sementara jumlah petugas pengendalian hama masih terbatas. Menurut Leatemia dan Rumthe (2011), Kehilangan hasil panen secara kuantitas dan penurunan mutu secara kualitas adalah dampak dari serangan hama ini.

Perkembangan teknologi saat ini dapat diaplikasikan pada bidang pertanian, salah satunya adalah *computer vision*. Teknologi ini memungkinkan komputer dapat bertindak seperti manusia (melihat, mengamati, merekam, dan menganalisis). Salah satu tahapan penting dalam *computer vision* adalah segmentasi. Proses ini digunakan untuk memisahkan area yang tertutupi hama dan tidak tertutup hama. Dengan dilakukannya segmentasi yang baik, perhitungan akurasi untuk deteksi dan identifikasi akan memperoleh hasil yang lebih akurat. Namun sampai saat ini belum ada metode segmentasi yang optimal untuk citra dengan latar belakang yang kompleks. Citra hama umumnya memiliki latar belakang yang kompleks. Akurasi yang dihasilkan dalam sistem identifikasi masih kurang baik. Ini di karenakan dalam sistem identifikasi belum menggunakan metode segmentasi yang tepat untuk dapat mensegmentasi dengan sempurna.

Heningtyas (2013) telah melakukan penelitian identifikasi hama ulat namun tanpa segmentasi. Penelitian ini menggabungkan 4 teknik analisis tekstur, yaitu *gray level co-occurrence matrix* (GLCM), fitur Haralick, fitur Tamura dan *Entropy*. Kinerja sistem identifikasi spesies ulat diperoleh dari nilai rata-rata seluruh *fold* dengan akurasi mencapai 77.03%. Akurasi tertinggi diperoleh saat $k=5$ dengan persentase 88.89%. Kesalahan identifikasi citra terjadi karena adanya kesalahan pemotongan bagian tubuh ulat, tekstur yang direkam citra tidak sempurna (*blur*) dan usia ulat belum berada pada fase instar lanjut. Sistem

identifikasi spesies ulat hanya mampu mengolah citra dengan *background* berwarna putih. Penelitian ini menggunakan metode *Entropy* sebagai teknik ekstraksi tekstur, untuk mengukur informasi ketidakpastian tekstur dalam citra *grayscale* (Heningtyas 2013). Pengukuran informasi dilakukan berdasarkan nilai histogram yang telah dinormalisasi. *Entropy* digunakan untuk membedakan spesies ulat *C. Pavonana* dan *S. exigua*. Nilai *Entropy* diperoleh pada citra *grayscale* hasil *preprocessing*. Hasil perhitungan korelasi menunjukkan nilai terbaik diperoleh dari fitur entropi. Heningtyas (2013) membedakan ulat dengan melihat sebaran nilai entropi. Oleh karena itu, pada penelitian selanjutnya diperlukan teknik segmentasi agar diperoleh hasil yang lebih baik sehingga dapat digunakan untuk berbagai kebutuhan pada pengolahan identifikasi hama.

Berdasarkan latar belakang tersebut, pada penelitian ini dikembangkan sistem yang dapat melakukan segmentasi hama ulat pada daun kubis dengan menggunakan metode Shannon *Entropy* dan metode Sauvola. Penelitian ini membandingkan kinerja hasil segmentasi yang didapatkan dengan metode Shannon *Entropy* dan hasil segmentasi yang didapatkan dengan metode Sauvola.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini ialah:

- 1 Menerapkan segmentasi hama ulat pada daun menggunakan metode Shannon *Entropy* dan metode Sauvola.
- 2 Analisis metode segmentasi pada hama ulat.
- 3 Membangun aplikasi berbasis *web* untuk segmentasi hama ulat pada daun secara otomatis.

Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini dapat memberikan kemudahan untuk mensegmentasi hama ulat menggunakan citra digital.

Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dalam penelitian ini adalah:

- 1 Data citra adalah hama ulat pada daun tanaman sayuran kubis dan bawang. Citra hama ulat daun tersebut diperoleh dengan menggunakan kamera digital yang diambil dari perkebunan rakyat di daerah Cipanas, Jawa Barat.
- 2 Hama ulat yang disegmentasi adalah ulat grayak (*Spodoptera Litura* F), ulat crop (*Crociodolomia Pavonana*), dan ulat bawang (*Spodoptera Exigua*).
- 3 Hama ulat kubis yang diamati adalah hama pada fase *imago* (dewasa).

TINJAUAN PUSTAKA

Kubis (*Brassica oleracea var capitata*)

Kubis (*Brassica oleracea var capitata*) termasuk dalam family *Brassicaceae*. Kubis berasal dari Eropa Barat, dapat tumbuh baik pada daerah beriklim tropis dan sub tropis. Kualitas kubis terbaik biasanya diperoleh dengan

suhu siang hari berkisar 15 °C sampai 25 °C, seperti di dataran tinggi tropis (FAO 2000).

Ulat

Ulat merupakan salah satu organisme pengganggu tanaman. Ulat adalah kelompok serangga pada fase larva yang dapat merusak tanaman sayuran seperti kangkung, kubis, kol, brokoli, dan banyak jenis sayuran lainnya. Beberapa jenis ulat yang berbahaya adalah *Crocidolomia pavonana*, *Spodoptera exigua*, dan *Spodoptera litura*. Spesies ulat ini biasanya memakan daun sehingga dapat menurunkan hasil produksi, baik secara langsung maupun tidak langsung (Wallingford 2012).

Crocidolomia Pavonana

Crocidolomia Pavonana dikenal dengan sebutan ulat krop kubis (*cabbage head caterpillar*) termasuk dalam ordo *Lepidoptera* dan *family* dari *Pyralidae*. Hama ini banyak ditemukan di pulau Jawa terutama di daerah dataran tinggi maupun dataran rendah. Telur *Crocidolomia pavonana* terletak berkelompok yang disusun seperti atap rumah secara tumpang tindih dan menetas dalam 4–5 hari (Shepard 1999). Larva yang baru menetas memiliki tubuh berwarna hijau terang dengan bintik-bintik gelap dan kepala berwarna hitam. Larva pada fase *instar* lanjut ditandai dengan 3 garis berwarna putih yang memanjang pada bagian punggung dan satu garis putih yang memanjang pada setiap tubuhnya. Larva ini memiliki panjang tubuh 15-22 mm. Larva mengalami 5 kali *instar* selama 11–17 hari dan memakan daun kubis secara berkelompok. *Instar* adalah fase hidup larva saat mengalami pertumbuhan dan berganti kulit. *Instar* pertama berumur 2-4 hari, *instar* kedua berumur 1-3 hari, *instar* ketiga berumur 1-3 hari, *instar* keempat berumur 1-5 hari, dan *instar* kelima berumur 3-7 hari. Setelah *instar* kelima, larva berubah menjadi kepompong selama 9-13 hari. Larva menyerang titik tumbuh tanaman kubis dan memakan daun muda (Sastrosiswojo dan Setiawati 1992). Ulat *Crocidolomia Pavonana* ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Ulat *Crocidolomia Pavonana*

Spodoptera exigua

Spodoptera exigua adalah larva yang menyerang daun tanaman kubis (Gambar 2). *Spodoptera exigua* atau ulat grayak bawang termasuk dalam *family* *Noctuidae*. Larva ini menyebabkan masalah yang serius dalam produksi daun kubis di Indonesia. Serangan berat dapat mengurangi hasil produksi secara signifikan bahkan dapat menyebabkan kerusakan total (Shepard 1999). Larva berbentuk bulat panjang dengan ukuran *instar* akhir antara 2.5-3.0 cm, memiliki variasi warna yang sangat banyak (*polymorphisme*) dari berwarna hijau sampai coklat tua, dengan ciri khas berupa garis-garis putih memanjang (*longitudinal*

stripes) (Samsudin 2011). Larva mengalami 5 kali *instar* dalam waktu 9-14 hari (Shepard 1999). *Instar* pertama dan kedua biasanya makan secara bergerombol (*gregariously*) pada bagian dalam daun muda dengan membentuk gejala khas berupa membran putih transparan (Samsudin 2011). Ulat *Spodoptera exigua* ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Ulat *Spodoptera Exigua*

Spodoptera litura

Spodoptera litura (Gambar 3) atau ulat grayak termasuk *family Noctuidae*. Larva ini menyerang beberapa tanaman termasuk tanaman kentang, kangkung, kedelai, kacang-kacangan, bawang merah, dan beberapa jenis tanaman lain. Larva memiliki warna yang cenderung gelap (Shepard 1999). Larva ini juga mempunyai ciri khas pada ruas perut keempat dan kesepuluh terdapat bentuk bulan sabit berwarna hitam, dibatasi garis kuning pada punggung dan bagian samping tubuhnya (Pracaya 2007). Larva ini memakan daun secara berkelompok dan hanya menyisakan tulang daun. Larva mengalami 6 kali *instar* dalam waktu 15-21 hari (Shepard 1999). Ulat *Spodoptera litura* ditunjukkan pada Gambar 3.



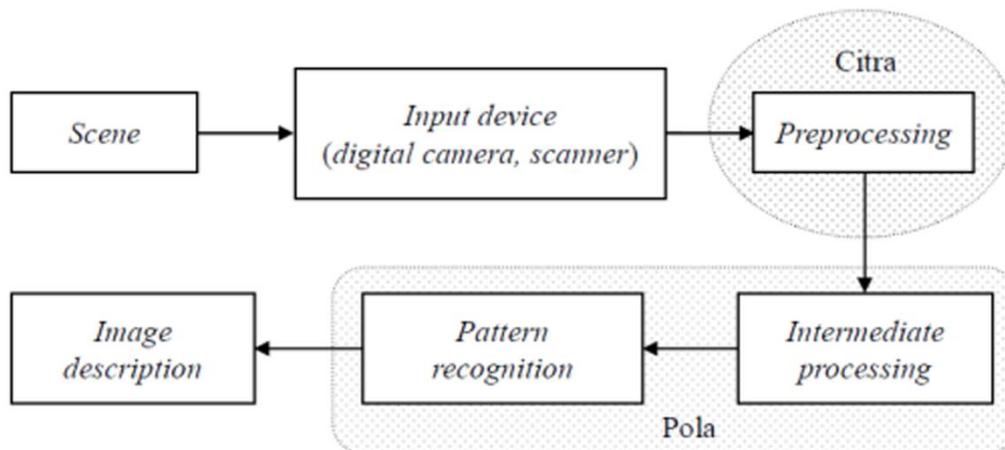
Gambar 3 Ulat *Spodoptera Litura*

Computer Vision

Computer Vision adalah teknologi pengolahan gambar atau video yang dihasilkan kamera untuk diolah dan dianalisis oleh komputer, sehingga komputer memiliki kemampuan yang sama dengan visual manusia, seperti melihat, berfikir, dan merespon. Secara teknis *Computer Vision* bertujuan untuk membuat komputer dapat mengerti apa makna dari gambar atau video (*scene*) yang diambil dari dunia nyata kedalam bentuk angka-angka atau simbol-simbol.

Menurut Ballard dan Brown (1982), dalam bukunya menjelaskan bahwa *Computer Vision* adalah otomasi dan integrasi suatu *range* yang luas yang terdiri atas proses proses dan representasi-representasi terhadap persepsi visual. Tahun 2001, Shapiro dan Stockman juga mendefinisikan *Computer Vision* sebagai bidang ilmu yang bertujuan untuk membuat suatu kesimpulan yang berguna mengenai objek fisik nyata dan adegan (*scene*) berdasarkan sebuah citra.

Computer Vision merupakan bidang ilmu yang dikembangkan dengan mengkombinasikan antara teknik pengolahan citra dan pengenalan pola untuk dapat mengekstrak informasi dari gambar atau video. Informasi tersebut dapat berupa data-data seperti urutan alur video, intensitas cahaya, atau perspektif dari sudut gambar yang berbeda-beda. *Computer Vision* apabila digabungkan dengan kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) akan menghasilkan sistem cerdas (*intelligent system*) yang saat ini banyak diaplikasikan pada berbagai bidang keilmuan. Proses dari *Computer Vision* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Proses *computer vision*

Image Processing

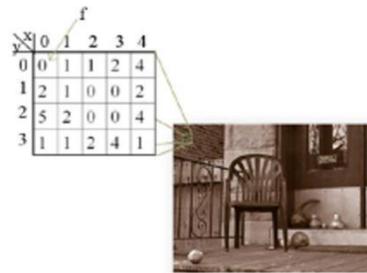
Image Processing adalah suatu teknik untuk menganalisis dan memanipulasi suatu citra dengan menggunakan komputer. Komputer dapat digunakan sebagai media penyimpanan dan pengolahan citra digital. Citra digital adalah representasi objek fisik nyata tiga dimensi ke dalam bentuk dua dimensi. Citra ini kemudian dapat diolah untuk mendapatkan informasi lebih lanjut. Saat ini, pengolahan citra telah diaplikasikan pada berbagai bidang keilmuan.

Pengolahan citra terdiri atas berbagai bentuk proses sinyal dimana *input*-nya berupa citra sedangkan *output*-nya berupa citra atau serangkaian karakter/prameter yang berkaitan dengan citra. Menurut Gonzalez dan Woods (2003) dalam (Pokharkar dan Thool 2012), citra didefinisikan sebuah gambar yang tersusun atas *array* atau *matrix* dari *pixels* (elemen gambar) dalam bentuk baris dan kolom seperti pada persamaan berikut.

$$f(x,y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,M-1) \\ f(1,0) & \dots & \dots & f(1,M-1) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \dots & f(N-1,M-1) \end{bmatrix} \quad (1)$$

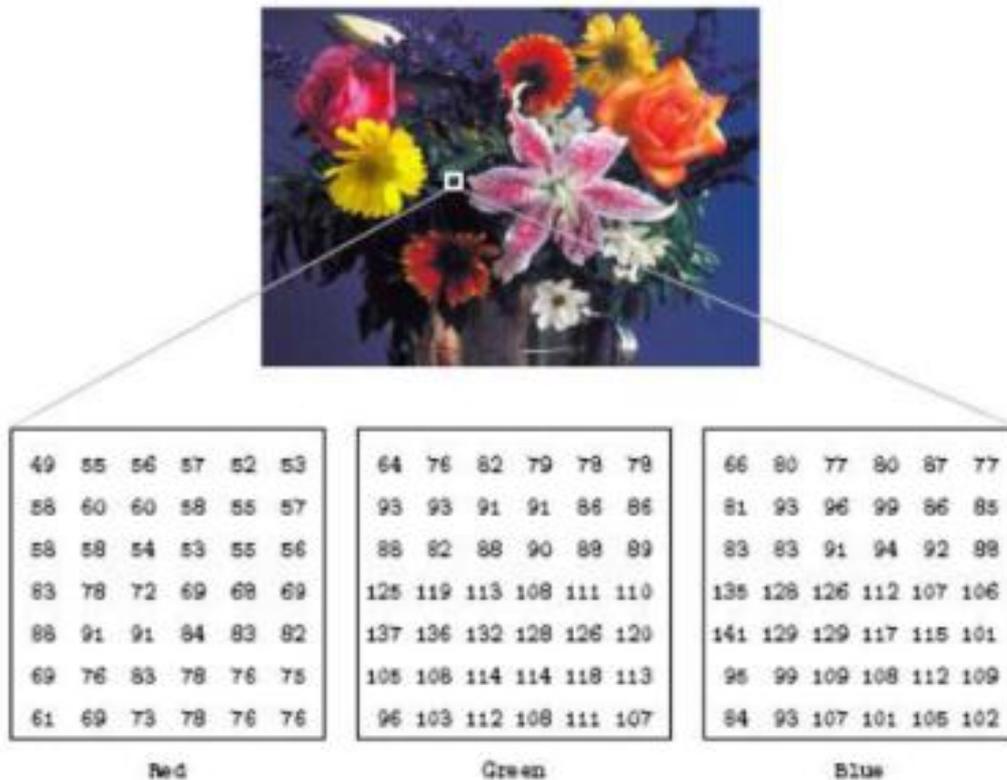
Citra ini berupa fungsi dua dimensi $f(x,y)$, dimana x dan y adalah koordinat spasial, dan amplitudo dari f diberbagai pasangan dari koordinat (x,y) disebut intensitas atau warna dari piksel pada titik tersebut, sedangkan M dan N adalah dimensi citra. Suatu citra dikatakan citra digital ketika nilai x,y , dan amplitudo f

semuanya terbatas dan jumlahnya diskret. Ilustrasi dari citra digital dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Ilustrasi citra sebagai fungsi 2 dimensi

Citra digital pada Gambar 6 adalah citra berwarna yang setiap pikselnya mempunyai warna tertentu yaitu jumlah jumlah warna merah, hijau, dan biru (RGB). Masing-masing komponen warna memiliki interval 0-255.



Gambar 6 Representasi citra digital

Citra Digital

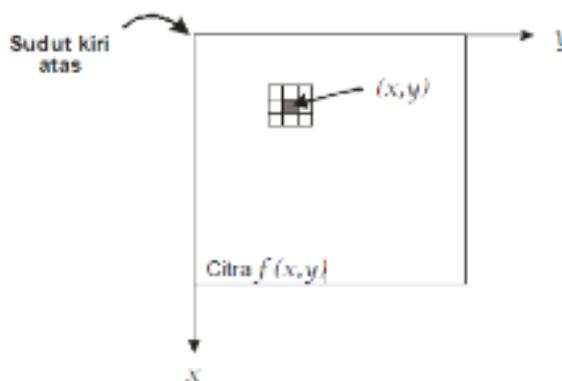
Citra *digital* mengacu pada fungsi intensitas cahaya 2 dimensi $I(x,y)$, x dan y menyatakan koordinat spasial. Nilai I pada setiap titik (x,y) sebanding dengan kecerahan (*gray level*) dari citra di titik tersebut. Citra *digital* dapat dianggap sebagai matriks dengan indeks baris dan kolom yang mengidentifikasi titik pada citra. Nilai elemen matriks yang sesuai mengidentifikasi *gray level* pada titik tersebut (Ravikumar dan Shanmugam 2012).

Image Enhancement

Menurut Gonzales dan Woods (2003), prinsip *Image enhancement* adalah proses peningkatan kualitas citra. Tujuannya adalah menghasilkan citra yang lebih baik dari citra asli sehingga memudahkan dalam proses pengolahan citra lebih lanjut. Perbandingan kinerja algoritme *enhancement* sulit dilakukan karena tidak ada standar pasti dari evaluasi visual kualitas citra. Kriteria baik atau tidaknya citra tergantung pada aplikasi dan *problem* secara visual maupun secara otomatis. Salah satu pendekatan teknik *enhancement* adalah teknik *spasial domain*. *Spasial domain* adalah teknik yang memanipulasi piksel citra. Manipulasi piksel dilakukan menggunakan persamaan 2.

$$g(x,y) = T[f(x,y)] \quad (2)$$

$f(x,y)$ adalah citra masukan, $g(x,y)$ adalah citra yang diproses, dan T adalah operator untuk $f(x,y)$. Prinsip pendekatannya adalah menggunakan area persegi yang berpusat pada (x,y) yang disebut *subimage* (Gambar 7). Pusat *subimage* dipindahkan dari piksel satu ke piksel lain yang dimulai dari sudut kiri atas. Operator T digunakan pada setiap lokasi (x,y) untuk mendapatkan citra *output* (g), dilokasi tersebut.



Gambar 7 *Subimage* berukuran 3x3 dengan pusat (x,y) pada citra.

Median Filter

Median filtering adalah salah satu teknik *image enhancement* yang digunakan untuk menghilangkan *Noise* dengan memanfaatkan fungsi *median*. *Median* adalah nilai tengah dari kumpulan data yang telah diurutkan. Lokasi *median* dapat dicari dari kumpulan data ganjil menggunakan persamaan 3.

$$x = \frac{n+1}{2} \quad (3)$$

Keterangan:

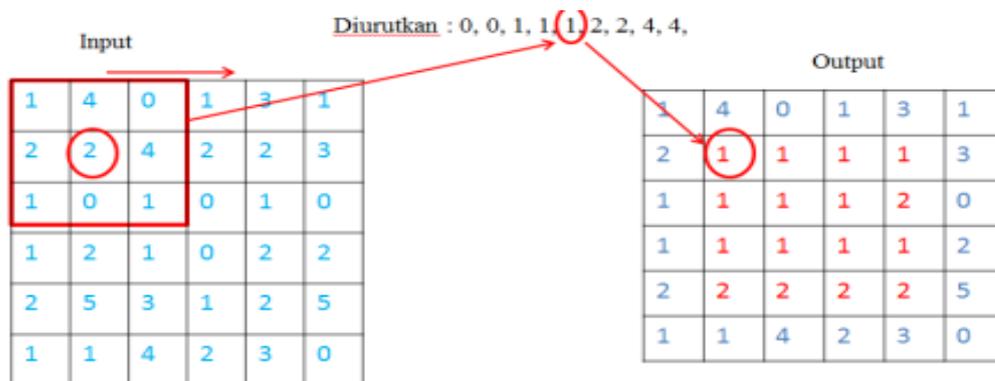
n : jumlah data

x : lokasi nilai *median*

Untuk *median filtering* ini, data yang digunakan untuk menghitung *median* terdiri atas kumpulan data ganjil. Hal ini disebabkan oleh jumlah data yang ganjil maka piksel yang akan diproses dapat berada di tengah. Pada *median filtering* digunakan matriks berdimensi $n \times n$. Dari matriks tersebut, data yang ada

diurutkan dan dimasukkan dalam sebuah matriks berukuran $1 \times (n \times n)$. Hal ini berguna untuk mempermudah menemukan *median* dari kumpulan data yang telah urut tersebut.

Sebagai contoh, Gambar 8 menunjukkan suatu matriks berdimensi 6×6 yang berisi piksel utama dan piksel-piksel disekitarnya. Dari gambar tersebut, matriks tersebut harus diurutkan terlebih dahulu dan dimasukkan dalam sebuah matriks berukuran $1 \times (3 \times 3)$ atau 1×9 . Gambar 8 menunjukkan matriks setelah diurutkan. Dari matriks tersebut, dapat dicari nilai piksel yang baru dengan menggunakan perhitungan *median*, maka nilai *mediannya* adalah $x = 1$. Nilai ini akan menggantikan nilai 2 sehingga piksel utamanya akan memiliki warna yang berbeda dengan sebelumnya.



Gambar 8 proses *median filter*

Selanjutnya, matriks ini akan bergeser ke kanan sebesar 1 piksel dan diterapkan perhitungan yang sama. Proses ini terus dilakukan secara *iteratif* sampai bagian kanan bawah citra, sehingga semua nilai piksel akan digantikan dengan nilai piksel *median*. Proses pergeseran ini dinamakan *konvolusi* (Gonzales dan Woods 2003).

Image Segmentation

Salah satu teknik dari pengolahan citra yang banyak digunakan adalah segmentasi citra. Segmentasi citra adalah proses pemisahan citra menjadi beberapa bagian yang homogen dan mengekstrak bagian-bagian tersebut menjadi beberapa *object* yang akan diamati (Gonzalez dan Woods 2003). Segmentasi merupakan bagian dari *computer vision* yang digunakan dalam analisis citra secara otomatis. Objek yang diinginkan dari proses segmentasi akan diolah untuk proses selanjutnya, misalnya pada pengenalan pola. Kualitas segmentasi yang baik akan mempengaruhi kualitas pengenalan pola. Beberapa aplikasi yang menggunakan teknik segmentasi citra antara lain *medical imaging*, penentuan benda dari citra satelit (jalan, gunung, dsb), pengenalan wajah, pengenalan tanda tangan, sistem lampu lalu lintas, sistem informasi geografis, dan masih banyak lagi.

Metode Segmentasi Shannon Entropy

Pada proses akuisisi data, citra yang dihasilkan memiliki kondisi yang beraneka ragam. Faktor yang menyebabkan beragamnya kondisi citra antara lain pencahayaan, sudut akuisisi, *Noise*, dan lain-lain. Dengan beragamnya kondisi citra, proses segmentasi yang dilakukan harus dinamis agar menghasilkan hasil

yang akurat. Proses segmentasi dinamis terkait erat dengan penentuan nilai *threshold*. *Threshold* adalah nilai yang digunakan sebagai batas dalam proses segmentasi. Untuk mendapatkan hasil yang akurat, nilai ini ditentukan secara dinamis untuk semua kondisi citra tersebut.

Metode Shannon *Entropy* adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk menentukan nilai *threshold* berdasarkan sebaran piksel (Mohamed dan El-Sayed 2011). Shannon (1948) melambangkan *Entropy* (H) dari sebuah variabel acak diskrit (X) yang didefinisikan dalam Persamaan 3.

$$H(X) = - \sum_{x \in X} p(x) \log_2 p(x) \quad (3)$$

Keterangan:

$H(X)$: Entropi kumulatif dari matriks citra x

$p(x)$: Peluang kemunculan piksel citra pada matriks x

Kuantitas H memainkan peranan utama dalam teori informasi sebagai ukuran informasi, pilihan, dan ketidakpastian. $p(x)$ adalah fungsi peluang x , dengan x merupakan anggota bilangan acak x . Entropi tergantung pada intensitas *gray level*. Keunggulan algoritme ini adalah dapat menunjukkan percobaan untuk satu himpunan citra (Nikhil dan Sankar 1988). Fungsi Shannon didasarkan pada konsep bahwa informasi yang diperoleh dari suatu peristiwa berbanding terbalik dengan probabilitas terjadinya. Keuntungan utama dari metode entropi ini adalah ketahanan dan fleksibilitas.

Misalkan $P_1 = P_1, P_2, \dots, P_k$ sebagai peluang terdistribusi untuk citra dengan k *gray level*. Dari distribusi ini, kita membagi dua distribusi peluang, satu untuk objek (kelas A) dan yang lain untuk *background* (kelas B), yang ditunjukkan pada rumus di bawah ini :

$$p_A = \frac{P_1}{P_A}, \frac{P_2}{P_A}, \dots, \frac{P_t}{P_A}, \quad p_B = \frac{P_{t+1}}{P_B}, \frac{P_{t+2}}{P_B}, \dots, \frac{P_k}{P_B}, \quad (4)$$

$$P_A = \sum_{i=0}^t p_i, \quad P_B = \sum_{i=t+1}^k p_i, \quad (5)$$

Keterangan:

p_A : Peluang kemunculan piksel pada kelas A

p_B : Peluang kemunculan piksel pada kelas B

P_A : Peluang kumulatif kemunculan piksel ke 0 sampai dengan t

P_B : Peluang kumulatif kemunculan piksel dari $t+1$ sampai dengan $k=255$

p_i : Peluang kemunculan piksel ke- i

Rumus *Tsallis Entropy* dari q untuk setiap distribusi dimodifikasi dengan menggunakan Shannon *Entropy* sehingga dinyatakan sebagai

$$S_q^A(t) = \frac{1}{q-1} \left(- \sum_{i=0}^t p_A \log_2 p_A \right), \quad \text{dan} \quad S_q^B(t) = \frac{1}{q-1} \left(- \sum_{i=t+1}^k p_B \log_2 p_B \right) \quad (6)$$

Keterangan:

$S_q^A(t)$: Nilai entropi untuk setiap nilai piksel kelas A

$S_q^B(t)$: Nilai entropi untuk setiap nilai piksel kelas B

Rumus tersebut mencoba untuk memaksimalkan perhitungan untuk mendapatkan informasi antara dua kelas (objek dan *background*). Ketika $S_q(t)$ dimaksimalkan, tingkat pencahayaan t yang memaksimalkan fungsi ini dianggap sebagai nilai ambang optimal.

Dalam skema yang diusulkan, pertama membuat citra biner dengan memilih nilai *threshold* yang tepat menggunakan *Tsallis Entropy*. Teknik ini terdiri atas mencoba setiap piksel citra asli dan menciptakan citra baru, sehingga $f_i(x, y) = 0$ jika $f_i(x, y) \leq t^*(q)$ sebaliknya, $f_i(x, y) = 1$ untuk $x \in \{1, 2, \dots, M\}$, $y \in \{1, 2, \dots, N\}$.

Ketika $q \rightarrow 1$, nilai *threshold* yang dihasilkan persamaan (7) sama dengan yang dihasilkan Shannon, maka metode yang diusulkan ini termasuk metode Shannon sebagai kasus spesial. Ekspresi berikut dapat digunakan sebagai fungsi kriteria untuk memperoleh ambang batas optimal saat $q \rightarrow 1$.

$$t^*(x) = \text{Arg max}_{t \in G} [S^A(t) + S^B(t)]. \tag{7}$$

Keterangan:

$t^*(x)$: *threshold* maksimum citra x

$\text{Arg max}_{t \in G}$: maksimum *threshold* dari nilai piksel $G(0, 1, \dots, 255)$

Prosedur *threshold* untuk memilih nilai *threshold* t^* yang tepat ditunjukkan sebagai berikut :

Prosedur Threshold

Masukan : Citra *grayscale* A dengan ukuran $M \times N$ piksel.

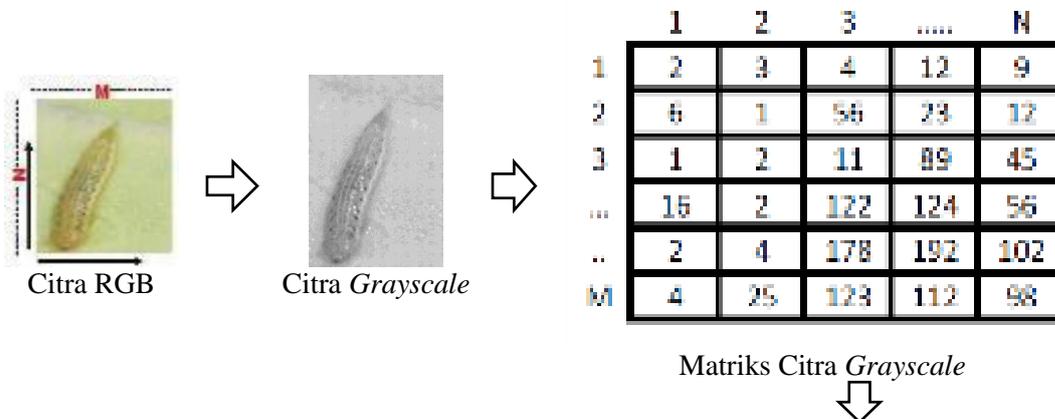
Keluaran : Nilai *threshold* t^* dari A , sampai $q \geq 0$.

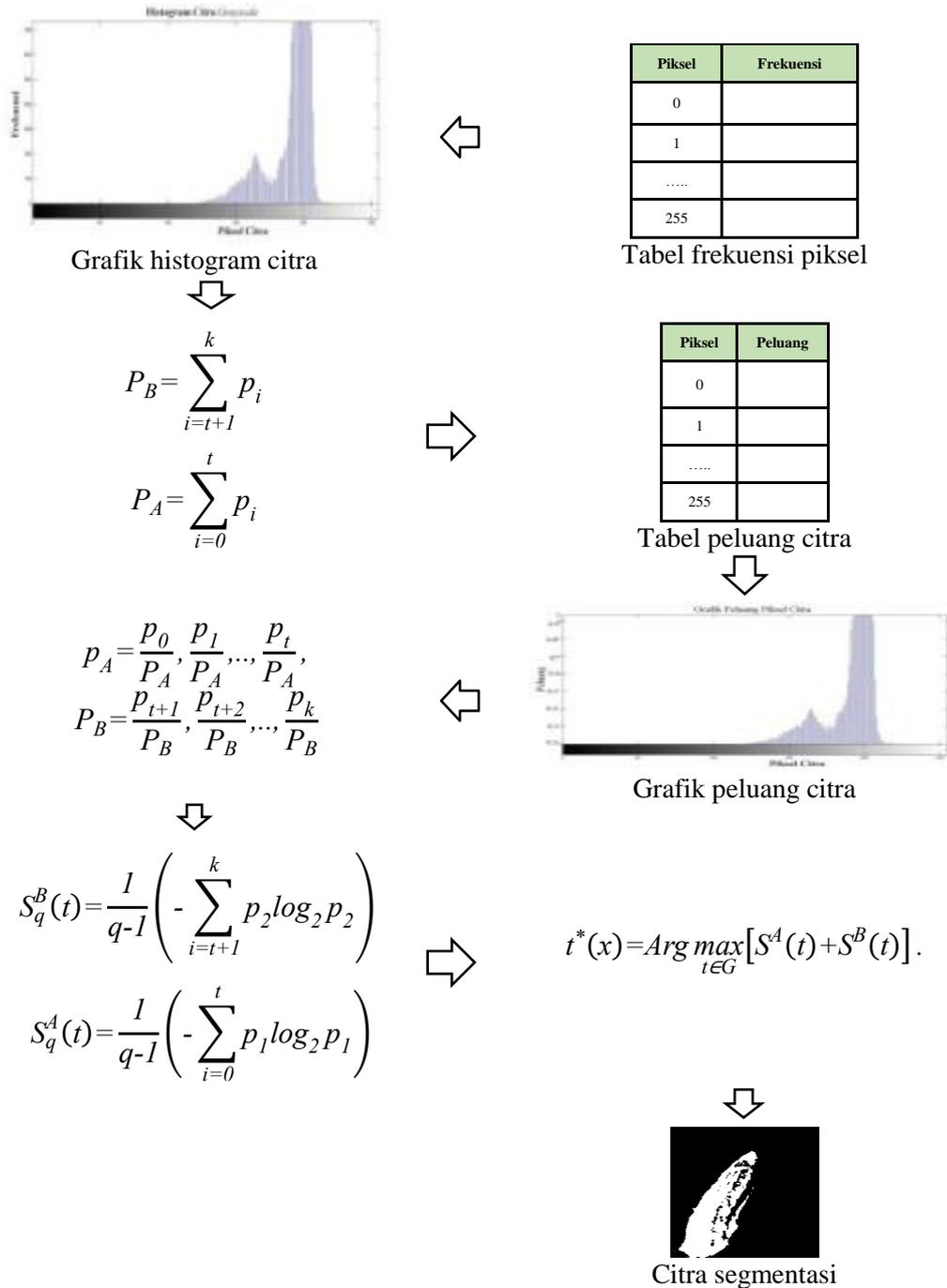
Mulai

1. $f(x, y)$ sebagai nilai piksel keabu-abuan pada (x, y) , $x=1..M$, $y=1..N$.
2. Hitung peluang distribution $0 \leq p_i \leq 255$.
3. Untuk semua $t \in \{0, 1, \dots, 255\}$,
 - i. Gunakan persamaan (4 and 5) untuk menghitung $P_A, P_B, p_A,$ dan p_B .
 - ii. Gunakan persamaan (7) untuk menghitung nilai *threshold* optimal t^* .

Selesai.

Berikut ini adalah ilustrasi dari metode Shannon *Entropy*





Gambar 9 Ilustrasi Shannon Entropy

Metode Segmentasi Sauvola

Algoritme Sauvola merupakan modifikasi dari algoritme Niblack yang diklaim mampu memberikan peningkatan kinerja pada citra yang berlatar belakang tekstur ringan, variasi yang banyak, dan pencahayaan tidak merata (Sauvola *et al.* 1999). Berawal dari metode Niblack yang merupakan algoritme tergolong baru pada saat itu yang digunakan untuk menentukan nilai ambang batas (*threshold*) lokal untuk setiap piksel citra. Menurut Niblack (1986) dalam (Sauvola *et al.* 1999) Algoritme Niblack menghitung batas *pixelwise* dengan

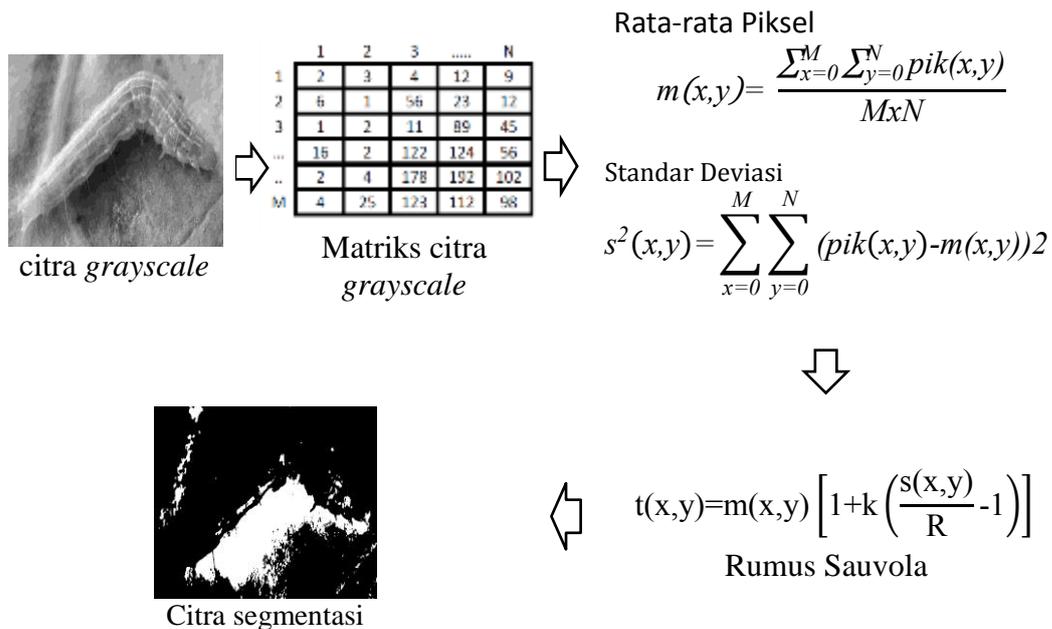
menggeser jendela persegi pada citra *grayscale*. Nilai *threshold* dihitung dengan menggunakan rata-rata dan standar deviasi dari semua piksel dalam jendela.

$$t(x,y)=m(x,y) \left[1+k \left(\frac{s(x,y)}{R} - 1 \right) \right] \tag{8}$$

Keterangan:

- R : Nilai maksimum dari standar deviasi (R= 128 untuk citra *grayscale*)
- k : *kernel* 0.2 – 0.5, semakin tinggi nilai k, semakin rendah nilai ambang batas dari rata-rata lokal
- m(x,y) : Nilai rata-rata dari seluruh piksel matriks citra (x,y)
- s(x,y) : Standar deviasi dari intensitas piksel dalam matriks piksel(x,y)

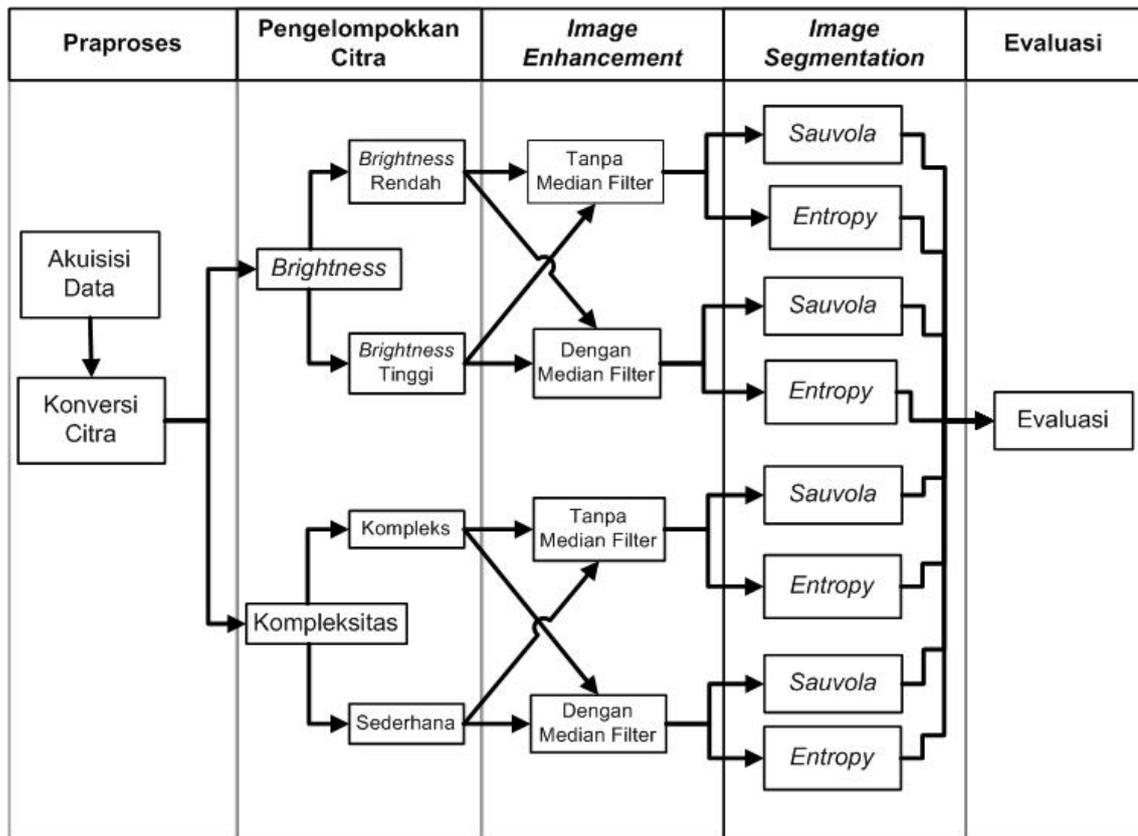
Variabel R memiliki efek yang sangat kecil pada kualitas, sedangkan nilai k dan ukuran citra berpengaruh secara signifikan. Semakin kecil nilai k, hasil segmentasi akan semakin tebal dan terjadi tumpang tindih diantara citra. Ukuran citra yang lebih kecil akan menghasilkan segmentasi yang tipis. Kombinasi yang optimal antara k dan *window size* akan menghasilkan segmentasi citra yang baik (Downton *et al* 2005). Metode Sauvola menggunakan standar deviasi yang merupakan fungsi langsung dari varian (pola variasi yang ada di sampel). Standar deviasi berfungsi memperlihatkan pola sebaran data dan variasi sebaran antar data.



Gambar 10 Ilustrasi metode segmentasi Sauvola

METODE

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap. Tahap-tahap tersebut diselesaikan dengan metode penelitian yang dapat dilihat pada gambar 11.



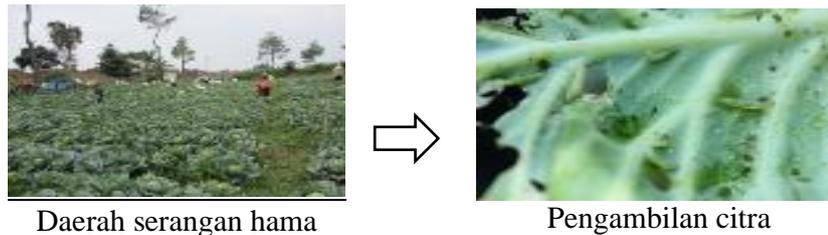
Gambar 11 Metode penelitian

Praproses

Pada tahapan praproses akan dilakukan 2 tahapan yakni akuisisi data dan konversi citra. Tahap ini merupakan tahap awal untuk mempersiapkan citra sebelum dilakukan proses *enhancement* yang dilanjutkan dengan proses segmentasi.

Akuisisi Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah citra hama ulat pada daun tanaman kubis yang terserang hama di ladang kubis Cipanas Bogor dan yang berbeda. Citra yang digunakan pada penelitian ini berformat JPEG dan jumlah citra yang dipilih berjumlah 60 citra yang terdiri atas 20 citra dari setiap spesies. Pengambilan citra dilakukan pada tanaman yang terserang hama ulat pada fase hama *imago* (dewasa) karena pada fase ini hama lebih mudah untuk dideteksi. Selanjutnya, Citra RGB yang diperoleh dari kamera digital dilakukan pemotongan (*cropping*) terlebih dahulu untuk mendapatkan objek hama ulat kubis dengan ukuran citra maksimal 768 x 896 piksel. Proses tersebut dilakukan manual menggunakan *Microsoft Picture Manager 2010* yang bertujuan untuk mendapatkan objek hama ulat kubis sesuai dengan ukuran citra yang diinginkan. Proses akuisisi data dapat dilihat pada gambar 12 di bawah ini.



Gambar 12 Proses akuisisi data

Konversi Citra

Pada tahap ini, terjadi perubahan mode warna RGB (*red-green-blue*) yang terdiri atas 3 layer yakni *layer R*, *layer G*, dan *layer B* menjadi mode warna *grayscale* (keabuan) yang terdiri atas 1 *layer* untuk menyederhanakan citra masukan sehingga akan mengurangi waktu pemrosesan. Secara garis besar perubahan format citra ini menggunakan persamaan 9 (OpenCV Dev Team 2013).

$$s=0.299 \times r +0.578 \times g +0.114 \times b \quad (9)$$

Dengan r adalah nilai piksel berwarna merah, g adalah nilai piksel berwarna hijau, b adalah nilai piksel berwarna biru, dan s adalah nilai keabuan dari suatu piksel. Semua piksel pada citra diubah ke piksel keabuan menggunakan rumus tersebut secara *iteratif*. Proses transformasi (konversi) menjadi citra *grayscale* dilakukan oleh sistem sebagai bahan masukan untuk proses perbaikan citra.

Pengelompokkan citra

Untuk setiap citra hama ulat pada daun tanaman, jenis ulat yang diamati sebanyak 3 jenis. Kemudian citra hama ulat pada daun yang terserang hama dikelompokkan menjadi dua kelompok, yaitu citra berdasarkan *brightness* dan citra berdasarkan tingkat kompleksitas latar belakang (*background*) ulat pada daun. Penentuan *brightness* dan tingkat kompleksitas latar belakang (*background*) citra hama ulat diawali dengan melihat hasil pengambilan citra di lapangan. Kemudian dilihat berdasarkan *brightness* dan kompleksitas citra yang bersifat subjektif menurut pengamat.

Citra *Brightness*

Untuk pengelompokkan citra berdasarkan *brightness* ditentukan berdasarkan intensitas warnanya. Hasil pengamatan tersebut menghasilkan dua kategori yakni *brightness* tinggi dan *brightness* rendah.

Citra Kompleks

Untuk pengelompokkan citra kompleks ditentukan berdasarkan kompleksitas latar belakang citra. Pengelompokkan ini menghasilkan citra sederhana dan citra kompleks. Hasil dari kedua pengelompokkan ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Pengelompokkan citra

| Citra Berdasarkan <i>brightness</i> | | Citra berdasarkan kompleksitas hama | |
|---|---|--|---|
| Tinggi | Rendah | Kompleks | Sederhana |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

Image Enhancement

Citra hasil praproses diperbaiki menggunakan *median filter* dengan filter 3×3 . Pada tahap ini terdapat dua perlakuan berbeda, perlakuan pertama *image enhancement* dengan *median filter* yaitu setelah citra dikonversi menjadi *grayscale* kemudian dilakukan proses *image enhancement* dengan *median filter*. Sedangkan perlakuan kedua tanpa *image enhancement median filter* yakni setelah citra dikonversi menjadi *grayscale* langsung disegmentasi tanpa melalui proses *enhancement median filter*. *Image enhancement* dengan *median filter* bertujuan untuk mengurangi *Noise* pada citra. Hasil sampai dengan proses *enhancement* ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Contoh citra yang digunakan sampai proses *enhancement*

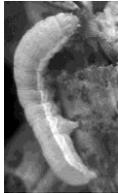
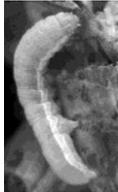
| | <i>C. Pavonana</i> | <i>S. exigua</i> | <i>S. litura</i> |
|-------------------|--|--|--|
| Citra Asli |  |  |  |
| Citra Masukan |  |  |  |
| Citra Grayscale |  |  |  |
| Citra Enhancement |  |  |  |

Image Segmentation (Threshold)

Image segmentation yang digunakan pada penelitian ini menggunakan teknik *threshold*. Citra hasil *enhancement* pada tahap sebelumnya dikonversi menjadi citra biner. Citra biner hanya terdiri atas dua nilai keabuan 0 (nol) dan 1 (satu) pada setiap elemen matriksnya. Nilai 0 dapat ditandai dengan hitam dan nilai 1 dapat ditandai dengan putih ataupun sebaliknya. Untuk membuat citra biner dengan cara *thresholding* terhadap citra *grayscale* menggunakan persamaan 10. Pixel yang memiliki nilai keabuan diatas nilai *threshold* (T) akan dikonversi menjadi 1 sedangkan dibawahnya diberi nilai 0 atau sebaliknya.

$$f_g(i,j) = \begin{cases} 1, & \&f_g(i,j) \leq T \\ 0, & \&\text{lainnya} \end{cases} \quad (10)$$

Keterangan:

$f_g(i,j)$: Nilai pixel matriks citra biner $i \times j$

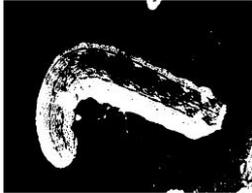
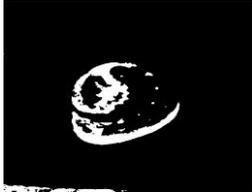
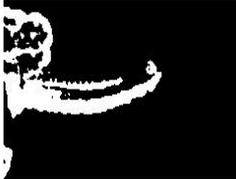
T : *Threshold*

Pada tahap ini, yang dilakukan adalah memisahkan area ulat dengan area yang bukan merupakan hama ulat dengan memanfaatkan nilai *threshold* yang didapat secara dinamis pada masing-masing metode tergantung dari sebaran nilai *grayscale* pada setiap citra. Metode pertama dengan menggunakan metode

Shannon *Entropy*. Metode kedua menggunakan metode Sauvola. Hasil dari proses ini merupakan citra biner (hitam-putih).

Perbedaan utama antara Sauvola dan Shannon *Entropy* terletak pada bagaimana cara mendapatkan nilai *threshold*. Sauvola menggunakan kombinasi rumus rata-rata dan standar deviasi sedangkan Shannon *Entropy* menggunakan peluang dan entropi. Nilai *threshold* yang didapat dari kedua metode berbeda sehingga hasilnya ikut berbeda. Tabel 3 berikut adalah citra biner yang dihasilkan dari teknik segmentasi Shannon *Entropy* dan Sauvola.

Tabel 3 Citra hasil segmentasi

| Citra asli | Segmentasi Sauvola | Segmentasi Shannon <i>Entropy</i> |
|---|---|---|
|  |  $T = 112.55$ |  $T = 197.00$ |
|  |  $T = 71.16$ |  $T = 139.00$ |
|  |  $T = 140.23$ |  $T = 190.00$ |
|  |  $T = 85.85$ |  $T = 161.00$ |

Evaluasi Sistem

Evaluasi sistem dilakukan untuk keperluan evaluasi hasil. Proses perhitungan akurasi hasil segmentasi menggunakan persamaan 11.

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{total jumlah bobot dari seluruh citra uji}}{(5 \times \text{total jumlah citra uji})} \times 100\% \quad (11)$$

Perangkat Keras dan Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini antara lain sistem operasi Windows® 7 Professional, Microsoft Office 2010, Code::Blocks10.05, OpenCV 2.20. MATLAB 7.7.0 (R2008B), Xampp 1.7.3 Sedangkan untuk perangkat keras yang digunakan adalah kamera Canon G11, *Processor* Intel®Core™ i5 3230M (2.60GHz), VGA NVIDIA® GeForce® 720, LCD 14.0” HD LED, RAM kapasitas 4 GB. *Harddisk* kapasitas 250 GB.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Citra

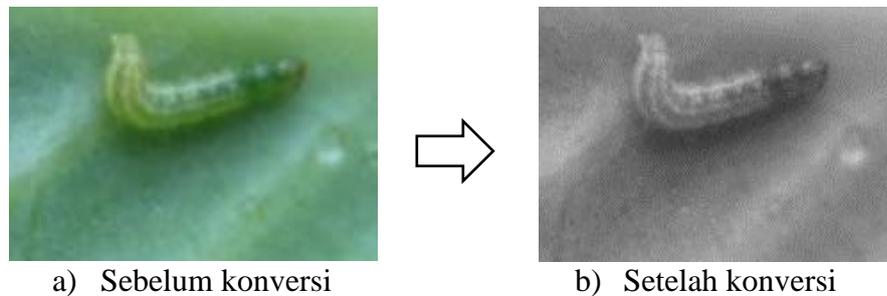
Penelitian ini menggunakan citra daun yang terdapat hama pada bagian permukaannya. Proses pengambilan citra daun dilakukan secara acak dengan tujuan memperbanyak data uji. Beberapa contoh citra yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13 Contoh data citra (a) *C. Pavonana*, (b) *S. exigua*, (c) *S. Litura*

Praproses

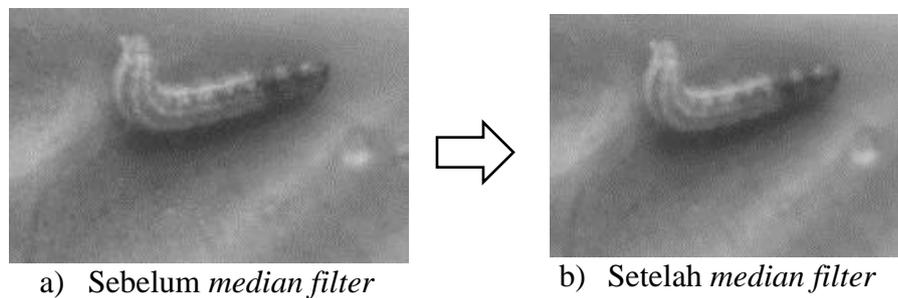
Praproses dilakukan untuk mengurangi waktu pemrosesan data yang disebabkan terlalu besarnya dimensi citra. Citra asli yang memiliki mode warna RGB diubah menjadi *grayscale*. Hasil praproses tersebut dapat dilihat pada Gambar berikut. Gambar 14 menunjukkan citra sebelum dan sesudah dikonversi.



Gambar 14 proses konversi citra

Image Enhancement

Pada bagian ini citra hasil praproses diperbaiki menggunakan *median filter* dengan ukuran 3×3 . Hal ini bertujuan mengurangi *Noise* pada citra karena pada *median filter* akan dilakukan penghalusan (*smoothing*). Gambar 15 di bawah adalah citra hasil *smoothing median filter*.



Gambar 15 proses *median filter*

Metode Evaluasi Segmentasi

Terdapat empat pendekatan metode yang digunakan untuk evaluasi metode segmentasi yang telah dilakukan yaitu :

- 1 Tanpa *Image Enhancement*
 - a Segmentasi *Sauvola*
 - b Segmentasi *Entropy*
- 2 Dengan *Image Enhancement*
 - a Segmentasi *Sauvola*
 - b Segmentasi *Entropy*

Masing-masing pendekatan metode tersebut akan dijelaskan di bawah ini.

- 1 Metode tanpa praproses *median filter* dan segmentasi *Sauvola*

Metode ini sebagai evaluasi apakah penggunaan tanpa *median filter* mempengaruhi hasil segmentasi citra. Citra setelah melalui proses konversi, selanjutnya langsung disegmentasi tanpa melewati proses *median filter*. Hasil dari proses metode ini dapat dilihat pada Gambar 16.

| | Citra RGB | Citra <i>Grayscale</i> | Citra hasil segmentasi Sauvola | B |
|--------------------------------|---|---|---|---|
| Citra <i>Brightness</i> tinggi |  |  |  Nilai <i>Threshold</i> 120.05 | 4 |
| Citra <i>Brightness</i> rendah |  |  |  Nilai <i>Threshold</i> 24.54 | 3 |
| Citra kompleks |  |  |  Nilai <i>Threshold</i> 144.58 | 2 |
| Citra sederhana |  |  |  Nilai <i>Threshold</i> 92.43 | 2 |

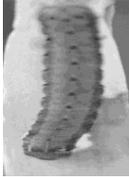
Gambar 16 hasil segmentasi Sauvola tanpa melalui *median filter*

Pada gambar 16, citra *Brightness* tinggi tersegmentasi dengan baik dikarenakan citra memiliki pencayaan yang baik dan interval warna antara *background* dengan objek ulat dapat terlihat dengan jelas. Sedangkan pada citra kompleks memiliki interval tekstur permukaan citra antara *background* dan objek sangat mirip sehingga metode Sauvola kurang dapat mensegmentasi dengan baik.

2 Metode pra proses *median filter* dan segmentasi Sauvola

Metode ini sebagai evaluasi pengaruh *median filter* terhadap hasil segmentasi citra. Citra setelah melalui proses konversi, selanjutnya langsung disegmentasi

dengan melewati proses perbaikan citra. Hasil proses dari metode ini dapat dilihat pada Gambar 17.

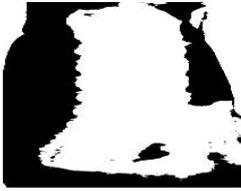
| | Citra RGB | Citra <i>Grayscale</i> | Citra hasil segmentasi Sauvola | B |
|--------------------------------|---|---|---|---|
| Citra <i>Brightness</i> tinggi |  |  |  Nilai <i>Threshold</i> 120.02 | 4 |
| Citra <i>Brightness</i> rendah |  |  |  Nilai <i>Threshold</i> 24.40 | 3 |
| Citra kompleks |  |  |  Nilai <i>Threshold</i> 144.484 | 3 |
| Citra sederhana |  |  |  Nilai <i>Threshold</i> 92.36 | 3 |

Gambar 17 hasil segmentasi Sauvola *median filter*

Berdasarkan gambar 17, perbaikan citra dengan *median filter* kurang dapat mempengaruhi hasil segmentasi citra. Hal ini dapat dilihat pada hasil metode sebelumnya yang tidak jauh berbeda. Jadi, *median filter* yang digunakan hanya berpengaruh sedikit pada hasil segmentasi.

3 Metode tanpa praproses *median filter* dan Shannon *Entropy*

Metode ini untuk evaluasi tanpa *median filter* pada Shannon *Entropy* berpengaruh terhadap hasil segmentasi. Hasil proses dari metode ini dapat dilihat pada gambar 18.

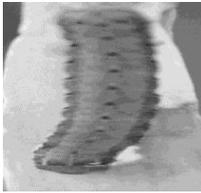
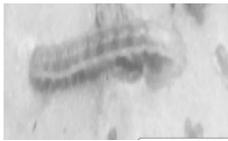
| | Citra RGB | Citra <i>Grayscale</i> | Citra hasil segmentasi Shannon <i>Entropy</i> | B |
|--------------------------------|---|---|---|---|
| Citra <i>Brightness</i> tinggi |  |  |  Nilai <i>Threshold</i> 170.00 | 3 |
| Citra <i>Brightness</i> rendah |  |  |  Nilai <i>Threshold</i> 80.00 | 1 |
| Citra kompleks |  |  |  Nilai <i>Threshold</i> 123.56 | 1 |
| Citra sederhana |  |  |  Nilai <i>Threshold</i> 119.00 | 1 |

Gambar 18 citra hasil metode *Entropy*

Berdasarkan gambar 18, pada gambar pertama citra tersegmentasi dengan baik dikarenakan pada citra memiliki *brightness* yang tinggi. Sedangkan pada gambar ketiga, hasil segmentasi kurang baik dikarenakan tekstur citra yang kompleks antara latarbelakang dengan objek serta pencahayaan yang kurang membuktikan metode *Entropy* tanpa perbaikan citra melalui *median filter* masih belum dapat optimal mengatasi masalah tersebut.

4 Metode pra proses *median filter* dan Shannon *Entropy*

Metode ini untuk evaluasi pengaruh *median filter* terhadap hasil segmentasi citra menggunakan algoritme Shannon *Entropy*. Hasil proses dari metode ini dapat dilihat pada gambar 19.

| | Citra RGB | Citra <i>Grayscale</i> | Citra segmentasi Shannon <i>Entropy</i> | B |
|--------------------------------------|---|---|---|---|
| Citra <i>Brightness</i> tinggi |  |  |  Nilai <i>Threshold</i> 172.00 | 3 |
| Citra <i>Brightness</i> rendah |  |  |  Nilai <i>Threshold</i> 75.00 | 1 |
| Citra kompleks |  |  |  Nilai <i>Threshold</i> 118.56 | 1 |
| Citra sederhana |  |  |  Nilai <i>Threshold</i> 123.00 | 1 |

Gambar 19 citra hasil metode *Entropy* dengan *median filter***Evaluasi metode**

Hasil citra dari keempat kondisi tersebut dibandingkan secara manual dengan citra asli dan diberi bobot. Bobot penilaian ini dijelaskan pada Tabel 4.

Tabel 4 Bobot penilaian kualitas citra

| No | Kualitas dibandingkan dengan citra asli | Bobot Penilaian |
|----|---|-----------------|
| 1 | Sangat Baik | 5 |
| 2 | Baik | 4 |
| 3 | Cukup Baik | 3 |
| 4 | Buruk | 2 |
| 5 | Sangat Buruk | 1 |

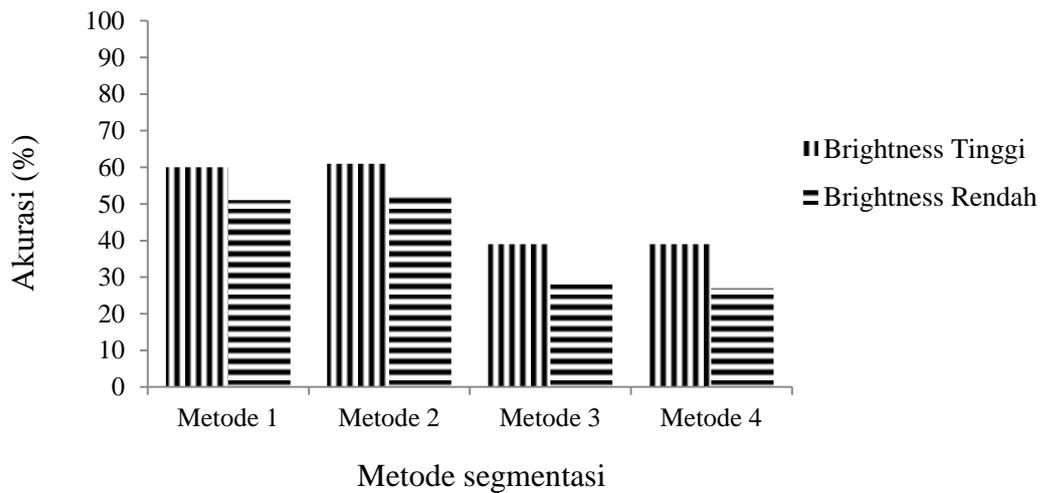
Hasil segmentasi hama untuk setiap kelompok data yang diuji dapat dilihat pada lampiran 1, 2, 3 dan 4. Penilaian bobot kualitas citra dilakukan oleh 4 orang koresponden. Akurasi dari penilaian keempat koresponden tersebut kemudian dirata-rata untuk mendapatkan akurasi akhir. Perbandingan akurasi hasil segmentasi dengan metode Sauvola dan Shannon *Entropy* pada beberapa citra yang diamati, dapat dilihat pada Tabel 5.

Dari 4 percobaan yang dilakukan menggunakan 60 data tersebut total bobot yang didapatkan dari keempat metode dihitung akurasi dengan menggunakan persamaan 11. Akurasi yang dihasilkan ditunjukkan pada tabel 5.

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{total jumlah bobot dari seluruh citra uji}}{(5 \times \text{total jumlah citra uji})} \times 100\% \quad (11)$$

Tabel 5 Perbandingan perhitungan akurasi berdasarkan *brightness*

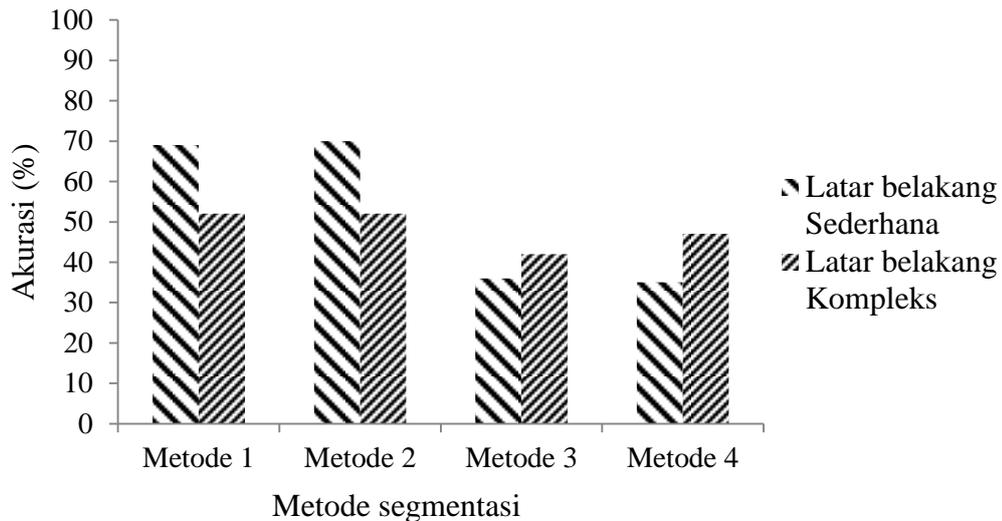
| Berdasarkan <i>Brightness</i> | Sauvola Tanpa <i>Median Filter</i> (Metode 1) | Sauvola <i>Median Filter</i> (Metode 2) | Shannon <i>Entropy</i> tanpa <i>Median Filter</i> (Metode 3) | Shannon <i>Entropy Median Filter</i> (Metode 4) |
|-------------------------------|---|---|--|---|
| Tinggi | 60% | 61% | 39% | 39% |
| Rendah | 51% | 52% | 28% | 27% |



Gambar 20 Grafik perbandingan akurasi berdasarkan *brightness*

Tabel 6 Perbandingan perhitungan akurasi berdasarkan kompleksitas citra

| Berdasarkan Kompleksitas citra | Sauvola Tanpa <i>Median Filter</i> (Metode 1) | Sauvola <i>Median Filter</i> (Metode 2) | Shannon <i>Entropy</i> tanpa <i>Median Filter</i> (Metode 3) | Shannon <i>Entropy Median Filter</i> (Metode 4) |
|--------------------------------|---|---|--|---|
| Sederhana | 69% | 70% | 36% | 35% |
| Kompleks | 52% | 51% | 42% | 47% |



Gambar 21 Grafik perhitungan akurasi berdasarkan kompleksitas citra

Analisis Segmentasi

Hasil pengujian terhadap beberapa citra hama ulat pada daun memiliki ketepatan (akurasi) yang berbeda-beda, hal ini bergantung pada kondisi citra. Citra yang digunakan sebaiknya tidak terdapat *blur* pada beberapa bagian, karena akan mengurangi akurasi dari proses segmentasi citra tersebut. Hal ini dapat menimbulkan *over segmentation*, seperti kesalahan segmentasi pada objek yang bukan hama.

Akurasi hama ulat pada daun kubis dapat diamati secara manual melalui penglihatan mata dengan beberapa aturan yang telah ditetapkan berdasarkan peneliti pada bidang hama melalui pembobotan citra.

Analisis segmentasi Sauvola

Berdasarkan pustaka yang ada, Algoritme Sauvola merupakan modifikasi dari algoritme Niblack yang diklaim mampu memberikan peningkatan kinerja pada citra yang berlatar belakang tekstur ringan, variasi yang banyak, dan pencahayaan tidak merata (Sauvola *et al* 1999). Hal ini sesuai dengan hasil segmentasi pada Gambar 16 dan Gambar 17 yang menunjukkan hasil berbeda-beda antara citra satu dengan citra lainnya karena nilai *threshold* (T) yang dihasilkan pada citra berbeda-beda. Perbedaan nilai ini disebabkan pada Gambar 16 citra tidak diberikan *median filter* sedangkan pada Gambar 17 citra dikenai proses *median filter*. Kecocokan rumus *median filter* dan rumus Sauvola menjadi faktor hasil yang baik dikarenakan keduanya sama-sama menggunakan keseragaman data.

Analisis segmentasi metode Entropy

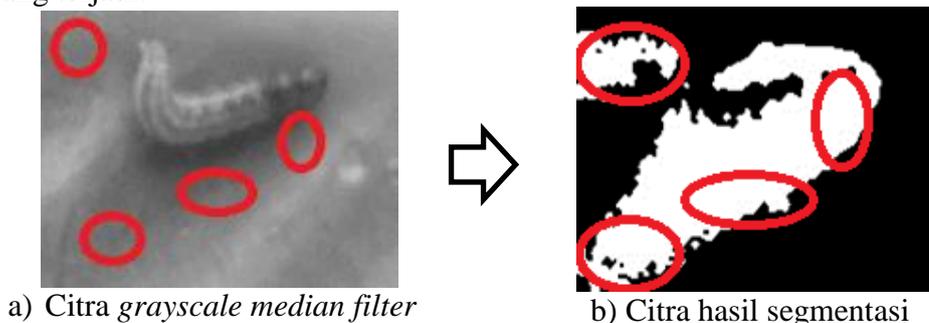
Berdasarkan hasil pada Gambar 18 dan Gambar 19 memperlihatkan hasil yang berbeda antara citra hasil metode *Entropy*. Penentuan nilai *threshold* (T) berdasarkan nilai entropi dari piksel citra. Penggunaan rumus Shannon *Entropy* untuk mencari nilai ketidakseragaman piksel pada citra. Semakin terang *brightness* citra tersebut maka nilai T yang dihasilkan juga semakin besar. Nilai T

yang besar menandakan hasil segmentasi semakin putih. Sebaliknya, jika nilai T yang dihasilkan kecil, maka hasil segmentasinya semakin gelap.

Berdasarkan data tabel 5 dan tabel 6, segmentasi dengan menggunakan metode Sauvola mendapatkan akurasi lebih baik dari segmentasi menggunakan metode Shannon *Entropy*. Pada segmentasi menggunakan metode Shannon *Entropy*, hasil yang didapatkan kurang baik. Bagian yang bukan merupakan hama ikut terdeteksi sebagai hama. Hal ini disebabkan karena nilai *threshold* yang digunakan kurang tepat untuk memisahkan objek. Cara untuk mendapatkan nilai *threshold* (T) pada kedua algoritme berbeda, pada entropi nilai T berdasarkan nilai peluang setiap piksel citra sedangkan Sauvola berdasarkan nilai rata-rata dan standar deviasi piksel. Selain itu, perbedaan hasil segmentasi juga dipengaruhi kondisi citra yang berbeda-beda yang disebabkan oleh jarak akuisisi citra, pencahayaan, *background* citra, tingkat ketajaman citra, dan ukuran citra yang berbeda-beda.

Pengelompokkan berdasarkan kompleksitas citra menghasilkan akurasi terbesar terdapat pada kelompok sederhana dengan menggunakan metode Sauvola *median filter* yaitu sebesar 70%, hal ini disebabkan mayoritas citra ulat mempunyai warna dan tekstur yang mudah dibedakan dengan latar belakangnya, kebanyakan citra yang ada memiliki latarbelakang yang berbeda dengan objek, dan tingkat kesulitan hama ulat dan daun tidak kompleks. Sehingga pengaruh *median filter* sangat berpengaruh terhadap citra dan juga dapat dilihat metode Sauvola lebih baik dari metode Shannon *Entropy*. Pada pengelompokkan citra berdasarkan *brightness*, *brightness* tinggi pada metode Sauvola *median filter* memiliki akurasi terbesar yaitu 62%, hal ini disebabkan oleh tingkat intensitas cahaya pada citra dalam kelompok tinggi memiliki cahaya yang lebih cerah dibanding citra pada kelompok lain, sehingga praproses *median filter* dan segmentasi Sauvola membuktikan lebih baik dari metode lain yang telah diujikan. Nilai yang dihasilkan metode Sauvola *median filter* lebih besar dibandingkan dengan metode lain. Hal ini membuktikan penggunaan praproses *median filter* pada algoritme Sauvola menghasilkan segmentasi yang lebih baik daripada Shannon *Entropy*. Dari analisis tabel di atas, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Untuk kelompok data berdasarkan tingkat kompleksitas citra, kelompok sederhana memiliki persentase terbesar dan untuk kelompok data berdasarkan tingkat pencahayaan, kelompok *brightness* tinggi memiliki persentase akurasi paling besar.
2. Kesalahan segmentasi terjadi apabila citra yang diamati memiliki latar belakang yang kompleks, misalnya memiliki latar belakang yang sama dengan objek daun, baik tekstur maupun warnanya. Kesalahan ini akan mengurangi akurasi proses segmentasi. Gambar 22 menunjukkan kesalahan segmentasi yang terjadi.



Gambar 22 Kesalahan segmentasi

Dari gambar 22, dapat dilihat beberapa area yang diberi lingkaran merupakan kesalahan segmentasi yang terjadi. Objek selain hama ulat seperti daun dan batang tanaman terdeteksi sebagai hama ulat.

Untuk keseluruhan citra, hasil yang didapatkan dengan menggunakan metode Sauvola memiliki hasil yang baik. Namun, pada beberapa citra, hasil yang didapatkan memiliki hasil yang kurang baik. Hal ini disebabkan oleh praproses yang masih kurang optimal dan dominannya *background* pada suatu citra yang menyerupai objek hama. Metode ini bergantung pada hasil dari tahap praproses. Dengan tidak optimalnya tahap praproses, hasil yang didapatkan tidak sesuai dengan yang diinginkan. Selain itu, dominannya bagian *background* yang memiliki warna serupa dengan objek pada citra dapat menyebabkan hasil segmentasi dengan menggunakan metode ini tidak optimal. Gambar 23 menunjukkan contoh citra yang memiliki daerah *background* yang menyerupai objek hama lebih besar dibandingkan daerah hama.



Gambar 23 Contoh citra dengan *background* lebih banyak dan serupa dengan objek ulat

Hasil Antarmuka Sistem

Sistem yang dikembangkan berbasis web dan terintegrasi pada *server*, sehingga memudahkan bagi pengguna (pengamat pertanian dan peneliti) untuk mengakses sistem dari berbagai tempat. Sistem ini dapat mensegmentasi hama yang berada pada daun setiap tanaman. Untuk melakukan proses segmentasi, pengguna menggunakan citra hama ulat pada daun tanaman. Tampilan *home* antar muka sistem dapat dilihat pada gambar 24. Citra yang dikelompokkan akan di-*upload* ke *server* untuk diolah lebih lanjut, kemudian hasil segmentasi hama ulat akan di tampilkan. Tampilan hasil pengolahan citra hama ulat yang diamati dapat dilihat pada Gambar 25.



Gambar 24 Tampilan antarmuka sistem



Gambar 25 Tampilan hasil pengolahan citra pada sistem

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Penelitian ini berhasil membandingkan akurasi hasil dengan menggunakan metode segmentasi Sauvola dan metode Shannon *Entropy* pada segmentasi hama ulat pada daun. Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa :

1. Pemilihan proses *enhance median filter* pada tahap praproses dapat meningkatkan akurasi segmentasi.
2. Pengujian pada beberapa hama ulat pada daun tanaman yang diamati menghasilkan akurasi sebesar 73% untuk citra kelompok sederhana dengan metode Sauvola. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan juga bahwa metode Sauvola memberikan kinerja yang lebih baik untuk proses penentuan *threshold* dan segmentasi citra.
3. Penelitian juga telah berhasil mengimplementasikan sistem segmentasi hama ulat pada daun berbasis web. Hasil dari sistem ini diharapkan dapat membantu para peneliti yang akan melakukan penelitian selanjutnya untuk dapat digunakan pada proses identifikasi hama.

Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah :

1. Modifikasi tahap praproses sehingga citra dengan *background* lebih kompleks dan lebih menyerupai objek dapat dihitung nilai ambang batasnya secara optimal.
2. Mencoba membuat tahap praproses yang dapat digunakan untuk semua kasus baik menggunakan metode Sauvola ataupun Shannon *Entropy*.

DAFTAR PUSTAKA

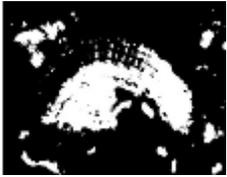
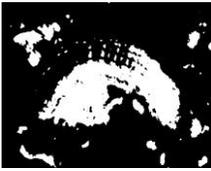
- Anaisie PE, Eziah VY, Owusu EO. 2011. *The potential of indigenous entomopathogenic fungi for the management of the diamondback moth, Plutella xylostella L. (Lepidoptera: yponomeutidae) in Ghana. International Research Journal of Biochemistry and Bioinformatics* [Internet]. [diunduh 2012 September 2]; 1(10):275-281. Tersedia pada: <http://www.interestjournals.org/IRJBB>.
- Ballard DH, Brown CM. 1982. *Computer Vision*. New Jersey: Prentice Hall.
- [BPS]. Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Hortikultura. 2012. *Produktivitas Kol/Kubis Menurut Provinsi 2007-2011*. Jakarta (ID):BPS. [internet]. [diunduh 2013 Oktober 20]; Tersedia pada: http://www.bps.go.id/tab_sub/view.php?kat=3&tabel=1&daftar=1&id_subyek=55¬ab=63.
- [Ditjen Hortikultura]. Direktorat Jenderal Hortikultura. 2012. Nilai ekspor impor sayuran segar tahun 2012 [internet]. [diacu 2012 Desember 12]. Tersedia pada: <http://hortikultura.deptan.go.id/?q=node/394>.
- Downton AC, He J, Do QDM, Kim JH. 2005. *A Comparison of Binarization Methods for Historical Archive Documents. ICDAR* [Internet]. [diunduh 2013

- September 30]; 1520-5263/05. Tersedia pada: <http://koasas.kaist.ac.kr/bitstream/10203/10416/1/A%20Comparison%20of%20Binarization%20Methods%20for%20Historical%20Archive%20Documents.pdf>.
- El-Sayed, Mohamed A. 2011. *A New Algorithm Based Entropic Threshold for Edge Detection in Images* [Internet]. [diunduh 27 September 2013]. Tersedia pada: <http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1211/1211.2500.pdf>.
- [FAO] Food and Agriculture Organization. 2000. *Cabbage Integrated Pest Management an Ecological Guide* [Internet]. [diunduh 27 September 2013]. Tersedia pada: <http://www.vegetableipmasia.org/docs/Ecological%20Guide/Cabbage%20ecoguide%202000.pdf>.
- Gonzales RC, Woods RE. 2003. *Digital Image Processing*. 2nd Edition. Pearson Education Pte Ltd. [Internet]. [diunduh 2013 Oktober 10]. Tersedia pada: [ftp://217.219.170.14/Electronic%20Group/Hashemi%20kamangar/Image%20Processing/\(Ebook\)%20Prentice%20Hall%20-%20Digital%20Image%20Processing%20By%20Gonzalez%202nd%20Edition%202002.pdf](ftp://217.219.170.14/Electronic%20Group/Hashemi%20kamangar/Image%20Processing/(Ebook)%20Prentice%20Hall%20-%20Digital%20Image%20Processing%20By%20Gonzalez%202nd%20Edition%202002.pdf).
- Heningtyas Y. 2013. Teknik Analisis Tekstur untuk Identifikasi Hama Ulat *Crocidolomia pavonana*, *Spodoptera Exigua* dan *Spodoptera Litura* [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Leatemala JA, Rumthe RY. 2011. Studi Kerusakan Akibat Serangan Hama Pada Tanaman Pangan di Kecamatan Bula, Kabupaten Seram Bagian Timur, Propinsi Maluku. *Jurnal Agroforestri*. VI(1):53.
- Niblack W. 1986. *An Introduction to Image Processing*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs. 115-116.
- Nikhil RP, Sankar KP. 1988. *Entropic Thresholding* [Internet]. [diunduh 2013 Agustus 26]; *Signal Processing* 16 (1989):97-108. <http://www.isical.ac.in/~sankar/paper/45.pdf>.
- [OpenCV] OpenCV Development Team. 2013. *Miscellaneous Image Transformations*. Dokumen Teknis [Internet]. [diunduh 2013 Agustus 26]; <http://docs.opencv.org/module/imgproc/doc/miscellaneousimage.html#id3>.
- Pokharkar SR, Thool VR. 2012. *Early Pest Identification in Greenhouse Crops using Image Processing Techniques*. *International Journal of Computer Science and Network* [Internet]. [diunduh 2013 Agustus 26]; Volume 1(3) <http://ijcsn.org/IJCSN-2012/1-3/IJCSN-2012-1-3-49.pdf>.
- Pracaya. 2007. *Hama dan Penyakit Tanaman*. Edisi revisi. Jakarta (ID): Penebar Swadaya.
- Ravikumar S, Shanmugam A. 2012. Comparison of SOM algorithm and K-Means clustering algorithm in image segmentation. *IJCA* [Internet]. [diunduh 2012 November 14]; 46(22):21-25. Tersedia pada: <http://research.ijcaonline.org/volume46/number22/pxc3879627.pdf>.
- Sastrosiswojo S, Setiawati W. 1992. Biology and control of *Crocidolomia binotalis* in Indonesia. *Talekar N.S. ed. Diamondback Moth and Other Crucifer Pests*. 81-87. [diunduh 2013 Agustus 26]; <http://web.entomology.cornell.edu/shelton/diamondback-moth/pdf/1990papers/1990DBM09.pdf>

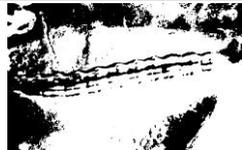
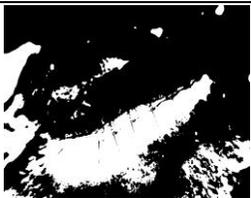
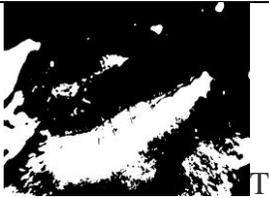
- Sauvola J, Pietikainen M. 1999. *Adaptive document image binarization*. [Internet]. [diunduh 29 Agustus 2013] Tersedia pada: <http://www.mediateam oulu.fi/publications/pdf/24.p>
- Shannon C E. 1948. *A Mathematical Theory of Communication*. Bell System Technical Journal. 27(3): 379–423. <http://cm.bell-labs.com/cm/ms/what/Shannonday/Shannon1948.pdf> .
- Shepard, B. M. *et al.* 1999. *Insect and Their Natural Enemies Associated with Vegetables and Soybean in Southeast Asia*. Quality Printing Company: U.S.A.
- Wallingford A, Kuhar T, Schultz P. 2012. The pest caterpillars of cole crops in Virginia. Virginia Cooperative Extension [internet]. [diunduh 27 September 2012]. Tersedia pada: http://pubs.ext.vt.edu/ENTO/ENTO-2/ENTO-2_pdf.pdf .

LAMPIRAN

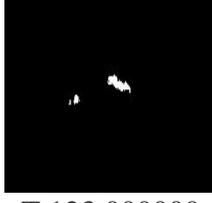
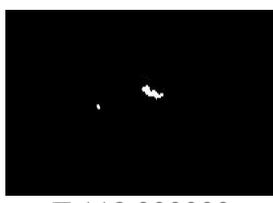
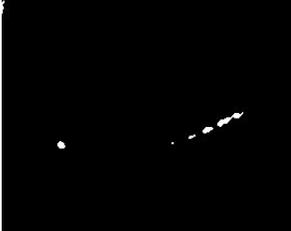
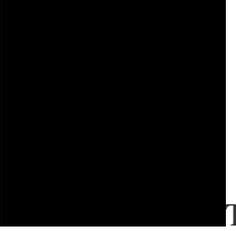
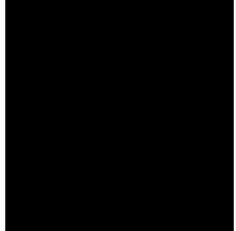
Lampiran 1 Kelompok Citra Kategori Kompleks

| No | Citra Asli | Segmentasi Sauvola tanpa Median Filter (Metode 1) | B | Segmentasi Sauvola dengan Median Filter (Metode2) | B | Segmentasi Entropy tanpa Median Filter (Metode 3) | B | Segmentasi Entropy dengan Median filter (Metode 4) | B |
|----|--|---|---|--|---|---|---|---|---|
| 1. |  C9 |  T 103.360678 | 2 |  T 103.279762 | 2 |  T 160.000000 | 2 |  T 157.000000 | 2 |
| 2. |  C10 |  T 105.030043 | 1 |  T 104.876077 | 1 |  T 164.000000 | 2 |  T 161.000000 | 2 |
| 3. |  C13 |  T 116.226936 | 3 |  T 116.081331 | 4 |  T 154.000000 | 2 |  T 154.000000 | 3 |
| 4. |  C18 |  T 125.375818 | 3 |  T 124.718576 | 4 |  T 184.000000 | 2 |  T 170.000000 | 2 |
| 5. |  C19 |  T 140.821263 | 3 |  T 140.239346 | 4 |  T 181.000000 | 2 |  T 190.000000 | 3 |

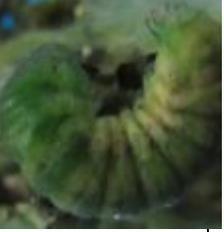
Ket Bobot: 1 = Sangat Buruk, 2 = Buruk, 3 = Cukup Baik, 4 = Baik, 5 = Sangat Baik

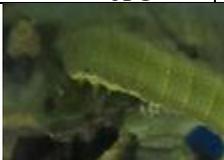
| No | Citra Asli | Segmentasi Sauvola tanpa Median Filter (Metode 1) | B | Segmentasi Sauvola dengan Median Filter (Metode2) | B | Segmentasi Entropy tanpa Median Filter (Metode 3) | B | Segmentasi Entropy dengan Median filter (Metode 4) | B |
|-----|--|---|---|--|---|---|---|---|---|
| 6. |  C24.jpg |  T 61.429459 | 2 |  T 61.416714 | 2 |  T 107.000000 | 3 |  T 106.000000 | 3 |
| 7. |  c25.jpg |  T 105.217073 | 2 |  T 105.167114 | 2 |  T 173.000000 | 2 |  T 170.000000 | 2 |
| 8. |  Nama : c29.jpg |  T 109.287363 | 2 |  T 109.264940 | 2 |  T 183.000000 | 2 |  T 183.000000 | 2 |
| 9. |  C35.jpg |  T 101.343182 | 2 |  T 101.218640 | 2 |  T 156.000000 | 3 |  T 153.000000 | 3 |
| 10. |  Nama :C50.jpg |  T 101.112080 | 2 |  T 101.068973 | 2 |  T 153.000000 | 1 |  T 150.000000 | 1 |

Ket Bobot: 1 = Sangat Baik, 2 = Baik, 3 = Cukup Baik, 4 = Buruk, 5 = Sangat Buruk

| No | Citra Asli | Segmentasi Sauvola tanpa Median Filter (Metode 1) | B | Segmentasi Sauvola dengan Median Filter (Metode2) | B | Segmentasi Entropy tanpa Median Filter (Metode 3) | B | Segmentasi Entropy dengan Median filter (Metode 4) | B |
|-----|---|--|---|---|---|---|---|---|---|
| 11. |  C51.jpg |  T 144.580711 | 2 |  T 144.484585 | 3 |  T 123.000000 | 1 |  T 118.000000 | 1 |
| 12. |  C52.jpg |  T 148.340146 | 1 |  T 148.177180 | 1 |  T 182.000000 | 1 |  T 173.000000 | 1 |
| 13. |  C53.jpg |  T 150.876885 | 2 |  T 150.743319 | 1 |  T 118.000000 | 1 |  T 109.000000 | 1 |
| 14. |  SE17.jpg |  T 94.707811 | 2 |  T 94.687717 | 2 |  T 160.000000 | |  T 159.000000 | 2 |

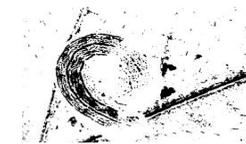
Ket Bobot: 1 = Sangat Buruk, 2 = Buruk, 3 = Cukup Baik, 4 = Baik, 5 = Sangat Baik

| No | Citra Asli | Segmentasi Sauvola tanpa Median Filter (Metode 1) | B | Segmentasi Sauvola dengan Median Filter (Metode2) | B | Segmentasi <i>Entropy</i> tanpa Median Filter (Metode 3) | B | Segmentasi <i>Entropy</i> dengan Median filter (Metode 4) | B |
|-----|---|--|---|---|---|--|---|--|---|
| 15. |  SE18.jpg |  T 88.129686 | 2 |  T 88.075083 | 2 |  T 161.000000 | 2 |  T 160.000000 | 2 |
| 16. |  SE19.jpg |  T 93.696696 | 2 |  T 93.671526 | 2 |  T 152.000000 | 2 |  T 150.000000 | 2 |
| 17. |  SE20.jpg |  T 75.586156 | 2 |  T 75.542112 | 2 |  T 138.000000 | 2 |  T 138.000000 | 2 |
| 18. |  SE24.jpg |  T 53.141858 | 2 |  T 53.126900 | 2 |  T 96.000000 | 2 |  T 94.000000 | 2 |

| No | Citra Asli | Segmentasi Sauvola tanpa Median Filter (Metode 1) | B | Segmentasi Sauvola dengan Median Filter (Metode2) | B | Segmentasi Entropy tanpa Median Filter (Metode 3) | B | Segmentasi Entropy dengan Median filter (Metode 4) | B |
|-----|---|--|---|---|---|---|---|---|---|
| 19. |  SE36.jpg |  T 47.924739 | 2 |  47.899198 | 2 |  T 93.000000 | 3 |  T 91.000000 | 3 |
| 20. |  se37.jpg |  T 59.535437 | 1 |  T 59.512236 | 1 |  T 110.000000 | 2 |  T 107.000000 | 2 |
| 21. |  SE46.jpg |  T 56.482960 | 1 |  T 56.434133 | 1 |  T 90.000000 | 2 |  T 88.000000 | 2 |
| 22. |  SE53.jpg |  85,90043 | 2 |  T 85.854552 | 2 |  T 162.000000 | 3 |  T 161.000000 | 3 |
| 23. |  SE54.jpg |  T 60.450726 | 2 |  T 60.440815 | 2 |  T 102.000000 | 2 |  T 101.000000 | 2 |

Ket Bobot: 1 = Sangat Buruk, 2 = Buruk, 3 = Cukup Baik, 4 = Baik, 5 = Sangat Baik

| No | Citra Asli | Segmentasi Sauvola tanpa Median Filter (Metode 1) | B | Segmentasi Sauvola dengan Median Filter (Metode2) | B | Segmentasi <i>Entropy</i> tanpa Median Filter (Metode 3) | B | Segmentasi <i>Entropy</i> dengan Median filter (Metode 4) | B |
|-----|---|--|---|---|---|---|---|---|---|
| 24. |  SE55.jpg |  T 78.907188 | 2 |  T 78.868705 | 2 |  T 140.000000 | 3 |  T 138.000000 | 3 |
| 25. |  SE62.jpg |  T 70.506031 | 2 |  T 70.403116 | 2 |  T 93.000000 | 2 |  T 91.000000 | 2 |
| 26. |  SE66.jpg |  T 59.737256 | 1 |  T 59.655828 | 1 |  T 100.000000 | 1 |  T 100.000000 | 1 |
| 27. |  SE69.jpg |  T 81.364167 | 1 |  T 81.275109 | 1 |  T 140.000000 | 2 |  T 139.000000 | 2 |
| 28. |  SE72.jpg |  T 73.560095 | 2 |  T 73.002911 | 2 |  T 116.000000 | 4 |  T 104.000000 | 3 |

| No | Citra Asli | Segmentasi Sauvola tanpa Median Filter (Metode 1) | B | Segmentasi Sauvola dengan Median Filter (Metode2) | B | Segmentasi Entropy tanpa Median Filter (Metode 3) | B | Segmentasi Entropy dengan Median filter (Metode 4) | B |
|-----|---|---|-----|--|-----|---|-----|---|-----|
| 29. |  SL30.jpg |  T 119.809049 | 4 |  T 119.061880 | 4 |  T T 194.000000 | 2 |  T T 192.000000 | 3 |
| 30. |  SL44.jpg |  T 70.573836 | 5 |  T 70.511610 | 4 |  T 148.000000 | 1 |  T T 146.000000 | 1 |
| 31. |  SL140.jpg |  T T 101.159927 | 3 |  T 100.845911 | 4 |  T 204.000000 | 1 |  T T 193.000000 | 1 |
| 32. |  SL189.jpg |  T 79.718978 | 1 |  T 79.587459 | 1 |  T 155.000000 | 2 |  T 154.000000 | 3 |
| 33. |  Nama : c29.jpg |  T 109.287363 | 2 |  T 109.264940 | 2 |  T T 183.000000 | 2 |  T T 183.000000 | 2 |
| | | Jumlah | 68 | | 71 | | 40 | | 69 |
| | | Akurasi | 41% | | 43% | | 24% | | 42% |

Ket Bobot: 1 = Sangat Buruk, 2 = Buruk, 3 = Cukup Baik, 4 = Baik, 5 = Sangat Baik

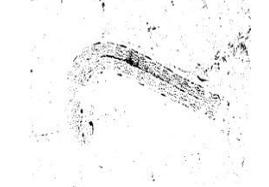
Lampiran 2 Kelompok Citra Kategori Sederhana

| NO | Citra Asli | Segmentasi Sauvola tanpa Median Filter (Metode 1) | B | Segmentasi Sauvola dengan Median Filter (Metode2) | B | Segmentasi Entropy tanpa Median Filter (Metode 3) | B | Segmentasi Entropy dengan Median filter (Metode 4) | B |
|----|--|--|---|--|---|---|---|---|---|
| 1. |  C2 |  T 130.603073 | 4 |  T 130.5118 | 3 |  T 185.000 | 4 |  T 183.00 | 1 |
| 2. |  C41.jpg |  T 108.425824 | 2 |  T 108.350892 | 2 |  T 165.000000 | 3 |  T 164.000000 | 3 |
| 3. |  C56.jpg |  T 92.439914 | 2 |  T 92.364016 | 3 |  T 119.000000 | 1 |  T 123.000000 | 1 |
| 4. |  C65.jpg |  T 132.5491731 | 3 |  T 132.482051 | 2 |  T 138.000000 | 4 |  T 134.000000 | 3 |
| 5. |  C73.jpg |  T 135.591685 | 2 |  T 135.563712 | 2 |  T 171.000000 | 1 |  T 168.000000 | 1 |

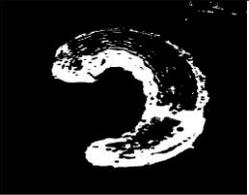
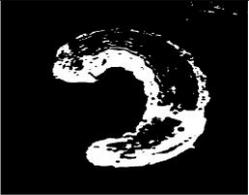
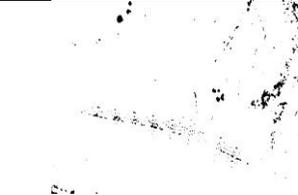
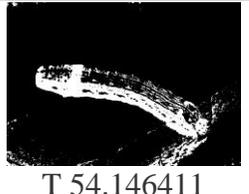
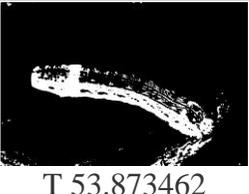
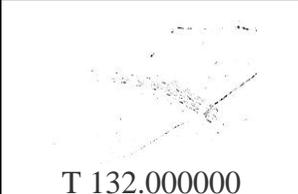
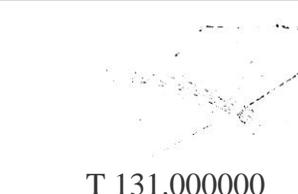
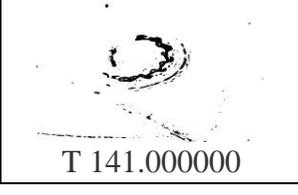
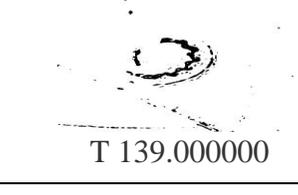
Ket Bobot: 1 = Sangat Baik, 2 = Baik, 3 = Cukup Baik, 4 = Buruk, 5 = Sangat Buruk

| NO . | Citra Asli | Segmentasi Sauvola tanpa Median Filter (Metode 1) | B | Segmentasi Sauvola dengan Median Filter (Metode2) | B | Segmentasi Entropy tanpa Median Filter (Metode 3) | B | Segmentasi Entropy dengan Median filter (Metode 4) | B |
|------|---|---|---|--|---|---|---|---|---|
| 6. |  Nama : C74.jpg |  100.187294 | 2 |  100.180961 | 2 |  157.000000 | 1 |  156.000000 | 1 |
| 7. |  Nama :75.jpg |  94.795343 | 3 |  94.790264 | 3 |  152.000000 | 1 |  T 154.000000 | 1 |
| 8. |  Nama :SE4.jpg |  T 120.054931 | 4 |  T 120.026445 | 4 |  T 170.000000 | 3 |  T 172.000000 | 3 |
| 9. |  Nama :SE5.jpg |  T 120.408221 | 4 |  T 120.392773 | 4 |  T 178.000000 | 2 |  T 179.000000 | 2 |
| 10. |  Nama : se6.jpg |  T 117.460161 | 4 |  T 117.441406 | 3 |  T 183.000000 | 1 |  T 183.000000 | 1 |

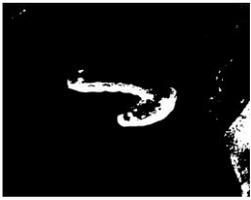
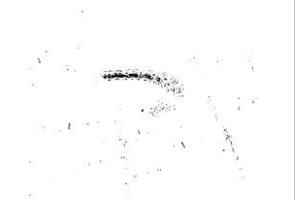
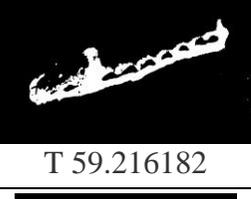
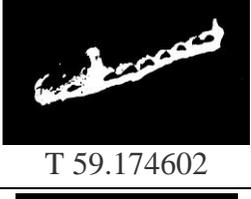
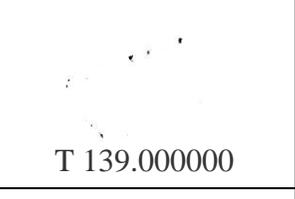
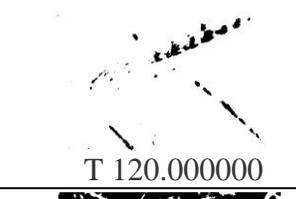
Ket Bobot: 1 = Sangat Buruk, 2 = Buruk, 3 = Cukup Baik, 4 = Baik, 5 = Sangat Baik

| NO | Citra Asli | Segmentasi Sauvola tanpa Median Filter (Metode 1) | B | Segmentasi Sauvola dengan Median Filter (Metode2) | B | Segmentasi Entropy tanpa Median Filter (Metode 3) | B | Segmentasi Entropy dengan Median filter (Metode 4) | B |
|-----|---|---|---|--|---|---|---|---|---|
| 11. |  SE71.jpg |  T 116.520493 | 2 |  T 116.496652 | 2 |  T 160.000000 | 1 |  T 160.000000 | 1 |
| 12. |  SL1 |  T 29.495026 | 5 |  T 29.369678 | 5 |  T 81.000000 | 2 |  T 75.000000 | 2 |
| 13. |  SL6.jpg |  T 51.950010 | 4 |  T 51.852868 | 5 |  T 127.000000 | 1 |  T 119.000000 | 1 |
| 14. |  SL21.jpg |  T 66.135714 | 3 |  T 66.028713 | 3 |  T 161.000000 | 1 |  T 123.000000 | 2 |
| 15. |  SL31.jpg |  T 113.343992 | 4 |  T 112.550965 | 5 |  T 201.000000 | 3 |  T 197.000000 | 4 |

Ket Bobot: 1 = Sangat Baik, 2 = Baik, 3 = Cukup Baik, 4 = Buruk, 5 = Sangat Buruk

| NO | Citra Asli | Segmentasi Sauvola tanpa Median Filter (Metode 1) | B | Segmentasi Sauvola dengan Median Filter (Metode2) | B | Segmentasi Entropy tanpa Median Filter (Metode 3) | B | Segmentasi Entropy dengan Median filter (Metode 4) | B |
|-----|---|--|---|---|---|---|---|---|---|
| 16. |  Nama :SL33.jpg |  T 45.407395 | 5 |  T 45.315938 | 5 |  T 107.000000 | 1 |  T 103.000000 | 1 |
| 17. |  Nama :SL35.jpg |  T 62.646928 | 3 |  T 62.268490 | 4 |  T 160.000000 | 1 |  T 125.000000 | 2 |
| 18. |  Nama :SL43.jpg |  T 61.575181 | 4 |  T 61.402539 | 4 |  T 166.000000 | 1 |  T 116.000000 | 2 |
| 19. |  Nama :SL49.jpg |  T 54.146411 | 4 |  T 53.873462 | 4 |  T 132.000000 | 2 |  T 131.000000 | 2 |
| 20. |  Nama :SL55.jpg |  T 71.292606 | 4 |  T 71.163970 | 4 |  T 141.000000 | 4 |  T 139.000000 | 4 |

Ket Bobot: 1 = Sangat Buruk, 2 = Buruk, 3 = Cukup Baik, 4 = Baik, 5 = Sangat Baik

| NO | Citra Asli | Segmentasi Sauvola tanpa Median Filter (Metode 1) | B | Segmentasi Sauvola dengan Median Filter (Metode2) | B | Segmentasi Entropy tanpa Median Filter (Metode 3) | B | Segmentasi Entropy dengan Median filter (Metode 4) | B |
|-----|--|---|---|--|---|---|---|---|---|
| 21. |  SL67.jpg |  T 78.195264 | 4 |  T 77.985462 | 4 |  T 157.000000 | 2 |  T 151.000000 | 2 |
| 22. |  Nama :SL84.jpg |  T 64.490316 | 3 |  T 64.440336 | 3 |  T 128.000000 | 3 |  T 126.000000 | 3 |
| 23. |  Nama :SL95.jpg |  T 59.216182 | 4 |  T 59.174602 | 5 |  T 139.000000 | 1 |  T 120.000000 | 2 |
| 24. |  Nama :SL122.jpg |  T 118.947858 | 4 |  T 118.762239 | 5 |  T 209.000000 | 1 |  T 174.000000 | 2 |
| 25. |  Nama :SL129.jpg |  T 102.553838 | 3 |  T 102.081017 | 4 |  T 196.000000 | 2 |  T 208.000000 | 1 |

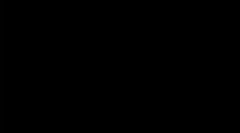
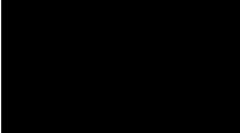
| NO | Citra Asli | Segmentasi Sauvola tanpa Median Filter (Metode 1) | B | Segmentasi Sauvola dengan Median Filter (Metode2) | B | Segmentasi Entropy tanpa Median Filter (Metode 3) | B | Segmentasi Entropy dengan Median filter (Metode 4) | B |
|---------|---|---|-----|--|-----|---|-----|---|-----|
| 26. |  Nama : sl153.jpg |  T 118.019011 | 4 |  T 117.557376 | 5 |  T 206.000000 | 1 |  T 203.000000 | 1 |
| 27. |  Nama :SL155.jpg |  T 116.631501 | 3 |  T 116.101430 | 4 |  T 201.000000 | 2 |  T 198.000000 | 2 |
| Jumlah | | | 93 | | 99 | | 50 | | 51 |
| Akurasi | | | 69% | | 73% | | 37% | | 38% |

Ket Bobot: 1 = Sangat Buruk, 2 = Buruk, 3 = Cukup Baik, 4 = Baik, 5 = Sangat Baik

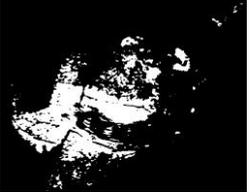
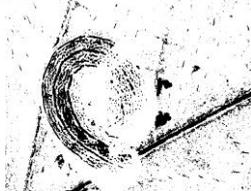
Lampiran 3 Kelompok Citra *Brightness* Tinggi

| NO. | Citra Asli | Segmentasi Sauvola tanpa <i>Median Filter</i> (Metode 1) | B | Segmentasi Sauvola dengan <i>Median Filter</i> (Metode 2) | B | Segmentasi <i>Entropy</i> tanpa <i>Median Filter</i> (Metode 3) | B | Segmentasi <i>Entropy</i> dengan <i>Median filter</i> (Metode 4) | B |
|-----|---|---|---|---|---|--|---|---|---|
| 1. |  SE4.jpg |  T = 120.0549 | 4 |  T = 120.026445 | 4 |  T = 170.000 | 3 |  T = 172.000 | 3 |
| 2. |  SE5.jpg |  T = 120.4081 | 4 |  T = 120.392773 | 4 |  T = 178.0000 | 2 |  T = 179.000 | 2 |
| 3. |  SE12 |  T = 119.9001 | 4 |  T = 119.873739 | 4 |  T = 172.0000 | 2 |  T = 170.00 | 2 |
| 4. |  SE71.jpg |  T = 116.52 | 2 |  T = 116.4 | 2 |  T = 160.00 | 1 |  T = 160.00 | 1 |
| 5. |  C13 |  T = 116.2269 | 3 |  T = 116.0813 | 4 |  T = 154.00 | 2 |  T = 154.00 | 3 |

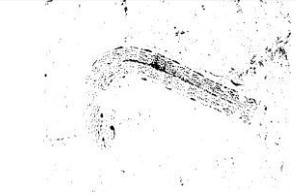
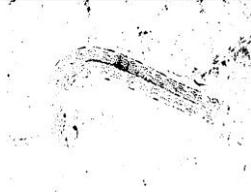
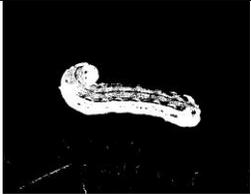
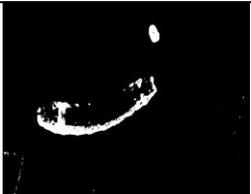
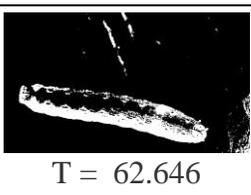
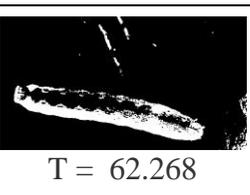
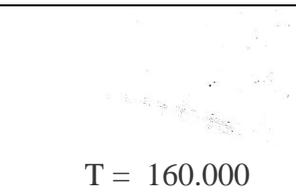
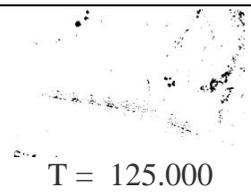
Ket Bobot: 1 = Sangat Baik, 2 = Baik, 3 = Cukup Baik, 4 = Buruk, 5 = Sangat Buruk

| NO. | Citra Asli | Segmentasi Sauvola tanpa Median Filter (Metode 1) | B | Segmentasi Sauvola dengan Median Filter (Metode 2) | B | Segmentasi Entropy tanpa Median Filter (Metode 3) | B | Segmentasi Entropy dengan Median filter (Metode 4) | B |
|-----|---|---|---|--|---|--|---|--|---|
| 6. |  C18 |  T = 125.3758 | 3 |  T = 124.7185 | 4 |  T = 184.0 | 2 |  T = 170.00 | 2 |
| 7. |  C19 |  T = 140.82123 | 3 |  T = 140.239346 | 4 |  T = 181.0000 | 2 |  T = 190.000 | 3 |
| 8. |  51.jpg |  T = 144.5811 | 2 |  T = 144.4885 | 3 |  T = 123.000 | 1 |  T = 118.000 | 1 |
| 9. |  52.jpg |  T = 148.3401 | 1 |  T = 148.1780 | 1 |  T = 182.000 | 1 |  T = 173.000 | 1 |
| 10. |  53.jpg |  T = 150.8768 | 2 |  T = 150.74 | 1 |  T = 118.00 | 1 |  T = 109.00 | 1 |

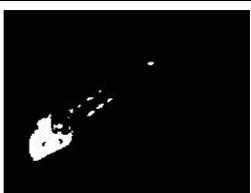
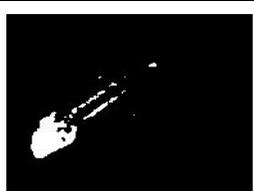
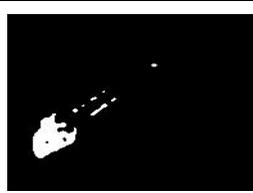
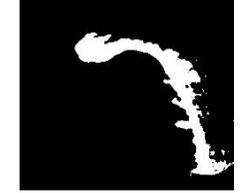
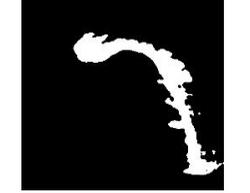
Ket Bobot: 1 = Sangat Buruk, 2 = Buruk, 3 = Cukup Baik, 4 = Baik, 5 = Sangat Baik

| NO. | Citra Asli | Segmentasi <i>Sauvola</i> tanpa <i>Median Filter</i> (Metode 1) | B | Segmentasi <i>Sauvola</i> dengan <i>Median Filter</i> (Metode 2) | B | Segmentasi <i>Entropy</i> tanpa <i>Median Filter</i> (Metode 3) | B | Segmentasi <i>Entropy</i> dengan <i>Median filter</i> (Metode 4) | B |
|-----|--|--|---|---|---|--|---|--|---|
| 11. |  Nama :C73.jpg |  T = 135.5916 | 2 |  T = 135.563 | 2 |  T = 171.000 | 1 |  T = 168.000 | 1 |
| 12. |  SL153 |  T = 118.019 | 4 |  T = 117.557 | 5 |  T = 206.000 | 1 |  T = 203.000 | 1 |
| 13. |  SL155.jpg |  T = 116.631 | 3 |  T = 116.101 | 4 |  T = 201.000 | 2 |  T = 198.000 | 2 |
| 14. |  SL189.jpg |  T = 79.718 | 1 |  T = 79.587 | 1 |  T = 155.000 | 2 |  T = 154.000 | 2 |
| 15. |  SL30.jpg |  T = 119.809 | 4 |  T = 119.061 | 4 |  T = 194.000 | 2 |  T = 192.000 | 3 |

Ket Bobot: 1 = Sangat Baik, 2 = Baik, 3 = Cukup Baik, 4 = Buruk, 5 = Sangat Buruk

| NO. | Citra Asli | Segmentasi Sauvola tanpa Median Filter (Metode 1) | B | Segmentasi Sauvola dengan Median Filter (Metode 2) | B | Segmentasi Entropy tanpa Median Filter (Metode 3) | B | Segmentasi Entropy dengan Median filter (Metode 4) | B |
|-----|--|--|---|---|---|--|---|--|---|
| 16. |  SL31.jpg |  T = 113.343 | 4 |  T = 112.550 | 5 |  T = 201.000 | 3 |  T = 197.000 | 4 |
| 17. |  SL122.jpg |  T = 118.947 | 4 |  T = 118.762 | 5 |  T = 209.000 | 1 |  T = 174.000 | 2 |
| 18. |  SL129.jpg |  T = 102.5538 | 3 |  T = 102.081 | 4 |  T = 196.000 | 2 |  T = 208.000 | 1 |
| 19. |  SL140.jpg |  T = 101.159 | 3 |  T = 100.845 | 4 |  T = 204.000 | 1 |  T = 193.000 | 1 |
| 20. |  SL35.jpg |  T = 62.646 | 3 |  T = 62.268 | 4 |  T = 160.000 | 1 |  T = 125.000 | 2 |

Ket Bobot: 1 = Sangat Buruk, 2 = Buruk, 3 = Cukup Baik, 4 = Baik, 5 = Sangat Baik

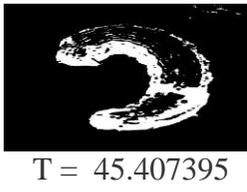
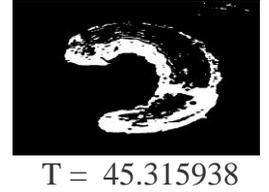
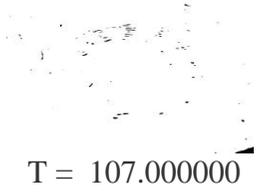
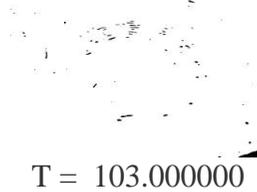
| NO. | Citra Asli | Segmentasi Sauvola tanpa Median Filter (Metode 1) | B | Segmentasi Sauvola dengan Median Filter (Metode 2) | B | Segmentasi Entropy tanpa Median Filter (Metode 3) | B | Segmentasi Entropy dengan Median filter (Metode 4) | B |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|--|---|
| 21. |  SL44.jpg |  T = 70.573 | 5 |  T = 70.511 | 4 |  T = 148.000 | 1 |  T = 146.000 | 1 |
| 22. |  C2 |  T = 130.603 | 4 |  T = 130.511 | 3 |  T = 185.000 | 4 |  T = 183.00 | 1 |
| 23. |  Nama :65.jpg |  T = 132.5491 | 3 |  T = 132.4820 | 2 |  T = 138.000 | 4 |  T = 134.000 | 3 |
| 24. |  c25.jpg |  T = 105.217 | 2 |  T = 105.167 | 2 |  T = 173.000 | 2 |  T = 170.000 | 2 |
| 25. |  se6.jpg |  T = 117.4601 | 4 |  T = 117.44140 | 3 |  T = 183.0000 | 1 |  T = 183.000 | 1 |

Ket Bobot: 1 = Sangat Baik, 2 = Baik, 3 = Cukup Baik, 4 = Buruk, 5 = Sangat Buruk

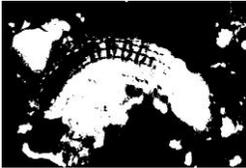
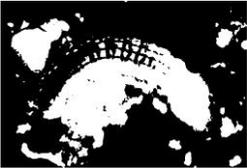
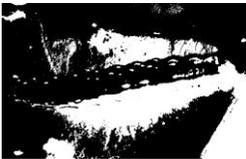
| NO. | Citra Asli | Segmentasi Sauvola tanpa <i>Median Filter</i> (Metode 1) | B | Segmentasi Sauvola dengan <i>Median Filter</i> (Metode 2) | B | Segmentasi <i>Entropy</i> tanpa <i>Median Filter</i> (Metode 3) | B | Segmentasi <i>Entropy</i> dengan <i>Median filter</i> (Metode 4) | B |
|---------|--|--|-----|---|---|---|-----|--|-----|
| 26. |  SE55.jpg |  T = 78.907188 | 2 |  T = 78.868705 | 2 |  T = 140.0000 | 3 |  T = 138.000 | 3 |
| 27. |  SE20.jpg |  T = 75.586156 | 2 |  T = 75.542112 | 2 |  T = 138.0000 | 2 |  T = 138.000 | 2 |
| 28. |  SE53.jpg |  T = 85.900 | 2 |  T = 85.854552 | 2 |  T = 162.0000 | 3 |  T = 161.000 | 3 |
| 29. |  Nama :SE72.jpg |  T = 73.560095 | 2 |  T = 73.002911 | 2 |  T = 116.0000 | 4 |  T = 104.000 | 3 |
| 30. |  SE17.jpg |  T = 94.707811 | 2 |  T = 94.687717 | 2 |  T = 160.0000 | 2 |  T = 159.000 | 2 |
| Jumlah | | | 87 | | | | 93 | 59 | 59 |
| Akurasi | | | 58% | | | | 62% | 39% | 39% |

Ket Bobot: 1 = Sangat Buruk, 2 = Buruk, 3 = Cukup Baik, 4 = Baik, 5 = Sangat Baik

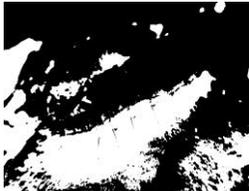
Lampiran 4 Kelompok Citra *Brightness* Rendah

| NO. | Citra Asli | Segmentasi Sauvola tanpa <i>Median Filter</i> (Metode 1) | B | Segmentasi Sauvola dengan <i>Median Filter</i> (Metode 2) | B | Segmentasi <i>Entropy</i> tanpa <i>Median Filter</i> (Metode 3) | B | Segmentasi <i>Entropy</i> dengan <i>Median filter</i> (Metode 4) | B |
|-----|---|--|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. |  C24 |  T = 61.439266 | 2 |  T = 61.426690 | 2 |  T = 107.000000 | 3 |  T = 106.000000 | 3 |
| 2. |  C56 |  T = 92.439914 | 2 |  T = 92.364016 | 3 |  T = 119.000000 | 1 |  T = 123.000000 | 1 |
| 3. |  SE54 |  T = 60.456197 | 2 |  T = 60.445743 | 2 |  T = 102.000000 | 2 |  T = 101.000000 | 2 |
| 4. |  Nama : SL6.jpg |  T = 51.950010 | 4 |  T = 51.852868 | 5 |  T = 127.000000 | 1 |  T = 119.000000 | 1 |
| 5. |  Nama :SL33.jpg |  T = 45.407395 | 5 |  T = 45.315938 | 5 |  T = 107.000000 | 1 |  T = 103.000000 | 1 |

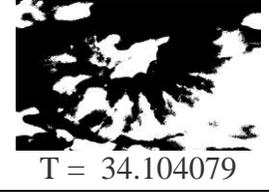
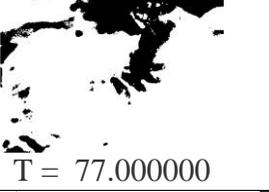
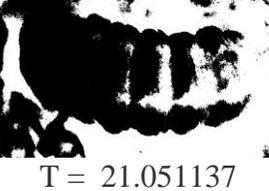
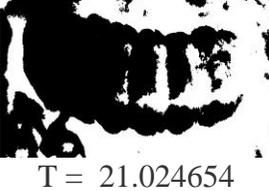
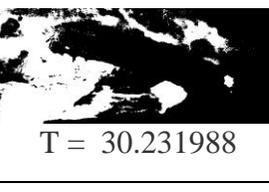
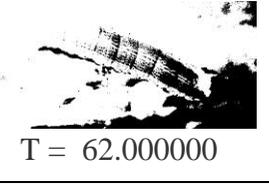
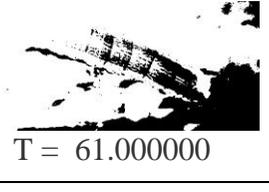
Ket Bobot: 1 = Sangat Baik, 2 = Baik, 3 = Cukup Baik, 4 = Buruk, 5 = Sangat Buruk

| NO. | Citra Asli | Segmentasi Sauvola tanpa Median Filter (Metode 1) | B | Segmentasi Sauvola dengan Median Filter (Metode 2) | B | Segmentasi Entropy tanpa Median Filter (Metode 3) | B | Segmentasi Entropy dengan Median filter (Metode 4) | B |
|-----|---|--|---|---|---|---|---|---|---|
| 6. |  C9a.jpg |  T = 59.312251 | 2 |  T = 59.243806 | 2 |  T = 120.000000 | 1 |  T = 120.000000 | 1 |
| 7. |  C10a.jpg |  T = 56.90765 | 2 |  T = 56.795166 | 2 |  T = 109.000000 | 1 |  T = 109.000000 | 1 |
| 8. |  C29a.jpg |  T = 78.787887 | 2 |  T = 78.769172 | 2 |  T = 150.000000 | 1 |  T = 150.000000 | 1 |
| 9. |  C35a.jpg |  T = 71.315794 | 2 |  T = 71.213707 | 2 |  T = 134.000000 | 3 |  T = 133.000000 | 3 |
| 10. |  C41a.jpg |  T = 53.630007 | 2 |  T = 53.575400 | 2 |  T = 117.000000 | 2 |  T = 116.000000 | 2 |

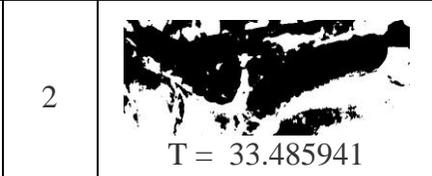
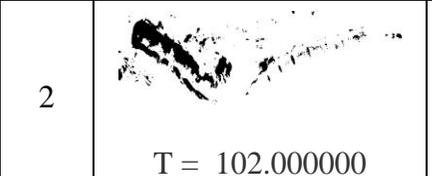
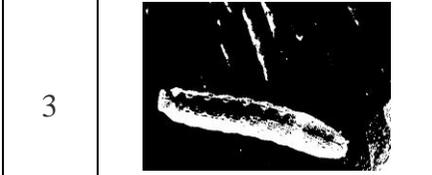
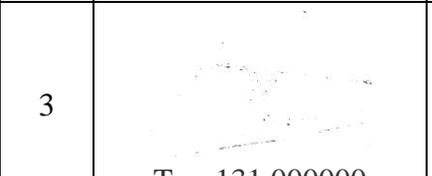
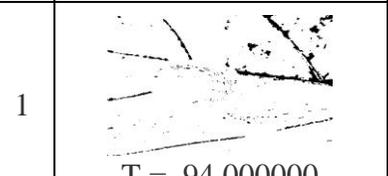
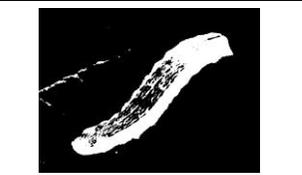
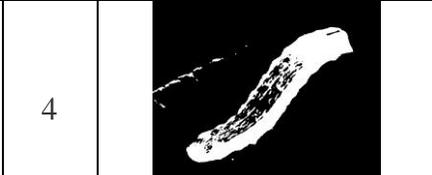
Ket Bobot: 1 = Sangat Buruk, 2 = Buruk, 3 = Cukup Baik, 4 = Baik, 5 = Sangat Baik

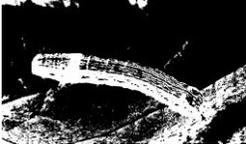
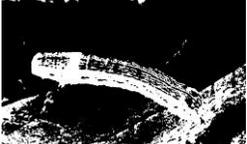
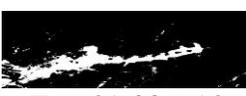
| NO. | Citra Asli | Segmentasi Sauvola tanpa Median Filter (Metode 1) | B | Segmentasi Sauvola dengan Median Filter (Metode 2) | B | Segmentasi Entropy tanpa Median Filter (Metode 3) | B | Segmentasi Entropy dengan Median filter (Metode 4) | B |
|-----|--|--|---|---|---|---|---|---|---|
| 11. |  C50a.jpg |  T = 70.783465 | 1 |  T = 70.743973 | 1 |  T = 128.000000 | 1 |  T = 128.000000 | 1 |
| 12. |  C74a.jpg |  T = 73.636138 | 2 |  T = 73.632378 | 2 |  T = 135.000000 | 1 |  T = 135.000000 | 1 |
| 13. |  C75a.jpg |  T = 54.967450 | 2 |  T = 54.962727 | 2 |  T = 108.000000 | 1 |  T = 108.000000 | 1 |
| 14. |  SL1 |  T = 29.495026 | 4 |  T = 29.369678 | 5 |  T = 81.000000 | 1 |  T = 75.000000 | 1 |
| 15. |  SE18a.jpg |  T = 57.485942 | 1 |  T = 57.432053 | 2 |  T = 131.000000 | 1 |  T = 130.000000 | 1 |

Ket Bobot: 1 = Sangat Baik, 2 = Baik, 3 = Cukup Baik, 4 = Buruk, 5 = Sangat Buruk

| NO. | Citra Asli | Segmentasi Sauvola tanpa Median Filter (Metode 1) | B | Segmentasi Sauvola dengan Median Filter (Metode 2) | B | Segmentasi Entropy tanpa Median Filter (Metode 3) | B | Segmentasi Entropy dengan Median filter (Metode 4) | B |
|-----|--|--|---|---|---|--|---|--|---|
| 16. |  SE19a.jpg |  T = 57.139075 | 2 |  T = 57.115504 | 2 |  T = 114.000000 | 2 |  T = 114.000000 | 2 |
| 17. |  SE24a.jpg |  T = 34.104079 | 2 |  T = 34.089813 | 2 |  T = 77.000000 | 1 |  T = 77.000000 | 1 |
| 18. |  SE36a.jpg |  T = 21.051137 | 2 |  T = 21.024654 | 2 |  T = 66.000000 | 2 |  T = 65.000000 | 2 |
| 19. |  SE66a.jpg |  T = 22.910132 | 2 |  T = 22.831644 | 2 |  T = 68.000000 | 1 |  T = 67.000000 | 1 |
| 20. |  SE46a.jpg |  T = 30.231988 | 1 |  T = 30.188089 | 1 |  T = 62.000000 | 2 |  T = 61.000000 | 2 |

Ket Bobot: 1 = Sangat Buruk, 2 = Buruk, 3 = Cukup Baik, 4 = Baik, 5 = Sangat Baik

| NO. | Citra Asli | Segmentasi Sauvola tanpa Median Filter (Metode 1) | B | Segmentasi Sauvola dengan Median Filter (Metode 2) | B | Segmentasi Entropy tanpa Median Filter (Metode 3) | B | Segmentasi Entropy dengan Median filter (Metode 4) | B |
|-----|--|--|---|---|---|---|---|---|---|
| 21. |  SE62a.jpg |  T = 41.891714 | 2 |  T = 41.800294 | 2 |  T = 71.000000 | 1 |  T = 71.000000 | 1 |
| 22. |  SE69a.jpg |  T = 33.558041 | 2 |  T = 33.485941 | 2 |  T = 102.000000 | 1 |  T = 101.000000 | 1 |
| 23. |  SL35b.jpg |  T = 44.151055 | 3 |  T = 43.801381 | 3 |  T = 117.000000 | 1 |  T = 106.000000 | 1 |
| 24. |  SL43a.jpg |  T = 42.877934 | 3 |  T = 42.717593 | 3 |  T = 131.000000 | 1 |  T = 94.000000 | 2 |
| 25. |  Nama :SL44a.jpg |  T = 42.941194 | 4 |  T = 42.885404 | 4 |  T = 111.000000 | 1 |  T = 111.000000 | 1 |

| NO. | Citra Asli | Segmentasi Sauvola tanpa <i>Median Filter</i> (Metode 1) | B | Segmentasi Sauvola dengan <i>Median Filter</i> (Metode 2) | B | Segmentasi <i>Entropy</i> tanpa <i>Median Filter</i> (Metode 3) | B | Segmentasi <i>Entropy</i> dengan <i>Median filter</i> (Metode 4) | B |
|---------|--|--|-----|---|---|--|-----|--|---|
| 26. |  SL49a.jpg |  T = 27.193779 | 3 |  T = 26.957722 | 3 |  T = 94.000000 | 2 |  T = 93.000000 | 1 |
| 27. |  SL21a.jpg |  T = 29.086692 | 2 |  T = 29.014080 | 2 |  T = 112.000000 | 1 |  T = 75.000000 | 1 |
| 28. |  SL84a.jpg |  T = 28.518281 | 2 |  T = 28.482037 | 2 |  T = 85.000000 | 2 |  T = 84.000000 | 2 |
| 29. |  SL67a.jpg |  T = 24.544614 | 3 |  T = 24.402713 | 3 |  T = 80.000000 | 1 |  T = 75.000000 | 1 |
| 30. |  Nama :SE12a.jpg |  T = 78.819571 | 3 |  T = 78.789463 | 3 |  T = 80.000000 | 1 |  T = 75.000000 | 1 |
| Jumlah | | | 71 | 75 | | | 41 | 41 | |
| Akurasi | | | 47% | 50% | | | 27% | 27% | |

Ket Bobot: 1 = Sangat Buruk, 2 = Buruk, 3 = Cukup Baik, 4 = Baik, 5 = Sangat Baik

Lampiran 5 Survey Bobot Citra

Nama : Rizkina Muhammad Syam

Berikan bobot pada masing-masing metode. Ket Bobot: 1 = Sangat Buruk, 2 = Buruk, 3 = Cukup Baik, 4 = Baik, 5 = Sangat Baik

| 1. Kelompok Citra Kategori Kompleks | | | | |
|-------------------------------------|--|--|---|--|
| No Citra | Segmentasi <i>Sauvola</i> tanpa Median Filter (Metode 1) | Segmentasi <i>Sauvola</i> dengan Median Filter (Metode2) | Segmentasi Entropy tanpa Median Filter (Metode 3) | Segmentasi Entropy dengan Median filter (Metode 4) |
| 1 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 2 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| 3 | 4 | 3 | 2 | 2 |
| 4 | 3 | 3 | 2 | 2 |
| 5 | 3 | 3 | 2 | 2 |
| 6 | 1 | 1 | 3 | 3 |
| 7 | 1 | 1 | 3 | 3 |
| 8 | 3 | 3 | 2 | 2 |
| 9 | 2 | 2 | 4 | 4 |
| 10 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 11 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 12 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 13 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 14 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 15 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 16 | 3 | 3 | 3 | 1 |
| 17 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 18 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 19 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 20 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| 21 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 22 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 23 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 24 | 2 | 2 | 4 | 4 |
| 25 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 26 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 27 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| 28 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 29 | 4 | 4 | 3 | 3 |
| 30 | 4 | 4 | 1 | 1 |
| 31 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 32 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| 33 | 3 | 3 | 2 | 2 |
| akurasi | 68,69% | 67,68% | 63,64% | 61,62% |

| 2. Kelompok Citra Kategori Sederhana | | | | |
|--------------------------------------|--|--|---|--|
| No Citra | Segmentasi <i>Sauvola</i> tanpa Median Filter (Metode 1) | Segmentasi <i>Sauvola</i> dengan Median Filter (Metode2) | Segmentasi Entropy tanpa Median Filter (Metode 3) | Segmentasi Entropy dengan Median filter (Metode 4) |
| 1 | 2 | 2 | 3 | 1 |
| 2 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 3 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 4 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 5 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 6 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 7 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 8 | 4 | 4 | 2 | 2 |
| 9 | 3 | 3 | 2 | 2 |
| 10 | 3 | 3 | 1 | 1 |
| 11 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 12 | 4 | 4 | 1 | 1 |
| 13 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 14 | 3 | 3 | 1 | 1 |
| 15 | 4 | 4 | 3 | 3 |
| 16 | 4 | 4 | 1 | 1 |
| 17 | 4 | 4 | 1 | 1 |
| 18 | 4 | 4 | 1 | 1 |
| 19 | 4 | 4 | 1 | 1 |
| 20 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 21 | 4 | 4 | 2 | 2 |
| 22 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 23 | 3 | 3 | 1 | 1 |
| 24 | 4 | 4 | 1 | 2 |
| 25 | 3 | 3 | 1 | 1 |
| 26 | 4 | 4 | 1 | 1 |
| 27 | 4 | 4 | 1 | 1 |
| akurasi | 59,26% | 59,26% | 31,85% | 31,11% |

| 3. Kelompok Citra Kategori Brightness Tinggi | | | | |
|--|--|--|---|--|
| No Citra | Segmentasi <i>Sauvola</i> tanpa Median Filter (Metode 1) | Segmentasi <i>Sauvola</i> dengan Median Filter (Metode2) | Segmentasi Entropy tanpa Median Filter (Metode 3) | Segmentasi Entropy dengan Median filter (Metode 4) |
| 1 | 4 | 4 | 2 | 2 |
| 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 3 | 3 | 3 | 2 | 2 |
| 4 | 3 | 3 | 1 | 1 |
| 5 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 6 | 3 | 3 | 2 | 2 |
| 7 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 8 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 9 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 10 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 11 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 12 | 4 | 4 | 1 | 1 |
| 13 | 4 | 4 | 2 | 2 |
| 14 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 15 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 16 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 17 | 4 | 4 | 1 | 3 |
| 18 | 4 | 4 | 2 | 1 |
| 19 | 3 | 3 | 1 | 1 |
| 20 | 4 | 4 | 1 | 1 |
| 21 | 4 | 4 | 1 | 1 |
| 22 | 2 | 2 | 3 | 1 |
| 23 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 24 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 25 | 3 | 3 | 1 | 1 |
| 26 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 27 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 28 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 29 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 30 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| akurasi | 52,00% | 52,00% | 38,00% | 37,33% |

| 4. Kelompok Citra Kategori Brightness Rendah | | | | |
|--|--|--|---|--|
| No Citra | Segmentasi <i>Sauvola</i> tanpa Median Filter (Metode 1) | Segmentasi <i>Sauvola</i> dengan Median Filter (Metode2) | Segmentasi Entropy tanpa Median Filter (Metode 3) | Segmentasi Entropy dengan Median filter (Metode 4) |
| 1 | 1 | 1 | 3 | 3 |
| 2 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 3 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 4 | 3 | 3 | 1 | 1 |
| 5 | 4 | 4 | 1 | 1 |
| 6 | 3 | 3 | 1 | 1 |
| 7 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 8 | 3 | 3 | 1 | 1 |
| 9 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 10 | 2 | 2 | 3 | 1 |
| 11 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 12 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 13 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 14 | 4 | 4 | 1 | 1 |
| 15 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 16 | 3 | 3 | 2 | 2 |
| 17 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 18 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 19 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 20 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| 21 | 3 | 3 | 1 | 1 |
| 22 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 23 | 4 | 4 | 1 | 1 |
| 24 | 4 | 4 | 1 | 1 |
| 25 | 4 | 4 | 1 | 1 |
| 26 | 4 | 4 | 1 | 1 |
| 27 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 28 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 29 | 3 | 3 | 1 | 1 |
| 30 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| akurasi | 48,67% | 48,67% | 26,00% | 24,67% |

Nama : Rahmat Setyawan

Berikan bobot pada masing-masing metode. Ket Bobot: 1 = Sangat Buruk, 2 = Buruk, 3 = Cukup Baik, 4 = Baik, 5 = Sangat Baik

1. Kelompok Citra Kategori Kompleks

| No Citra | Segmentasi Sauvola tanpa Median Filter (Metode 1) | Segmentasi Sauvola dengan Median Filter (Metode2) | Segmentasi Entropy tanpa Median Filter (Metode 3) | Segmentasi Entropy dengan Median filter (Metode 4) |
|----------|---|---|---|--|
| 1 | 3 | 2 | 2 | 2 |
| 2 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 3 | 4 | 4 | 3 | 3 |
| 4 | 4 | 4 | 2 | 2 |
| 5 | 3 | 4 | 3 | 3 |
| 6 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 7 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| 8 | 3 | 3 | 1 | 1 |
| 9 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 10 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 11 | 3 | 3 | 1 | 1 |
| 12 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 13 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| 14 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| 15 | 3 | 3 | 1 | 1 |
| 16 | 2 | 3 | 1 | 2 |
| 17 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 18 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 19 | 3 | 2 | 2 | 3 |
| 20 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| 21 | 1 | 1 | 3 | 3 |
| 22 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| 23 | 3 | 3 | 2 | 2 |
| 24 | 2 | 2 | 4 | 4 |
| 25 | 3 | 2 | 2 | 3 |
| 26 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 27 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| 28 | 1 | 1 | 3 | 3 |
| 29 | 4 | 4 | 3 | 3 |
| 30 | 5 | 5 | 1 | 1 |
| 31 | 4 | 4 | 1 | 1 |
| 32 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| 33 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| akurasi | 47.27% | 46.67% | 39.39% | 41.21% |

2. Kelompok Citra Kategori Sederhana

| No Citra | Segmentasi Sauvola tanpa Median Filter (Metode 1) | Segmentasi Sauvola dengan Median Filter (Metode2) | Segmentasi Entropy tanpa Median Filter (Metode 3) | Segmentasi Entropy dengan Median filter (Metode 4) |
|----------|---|---|---|--|
| 1 | 3 | 3 | 4 | 1 |
| 2 | 1 | 1 | 3 | 3 |
| 3 | 3 | 3 | 1 | 1 |
| 4 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 5 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 6 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 7 | 3 | 3 | 1 | 1 |
| 8 | 5 | 5 | 3 | 3 |
| 9 | 4 | 4 | 2 | 2 |
| 10 | 3 | 3 | 1 | 1 |
| 11 | 3 | 2 | 1 | 1 |
| 12 | 5 | 5 | 2 | 1 |
| 13 | 4 | 4 | 1 | 1 |
| 14 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 15 | 5 | 5 | 3 | 3 |
| 16 | 5 | 5 | 1 | 1 |
| 17 | 5 | 5 | 1 | 2 |
| 18 | 5 | 5 | 1 | 1 |
| 19 | 4 | 4 | 1 | 1 |
| 20 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 21 | 4 | 4 | 3 | 3 |
| 22 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 23 | 4 | 4 | 1 | 2 |
| 24 | 5 | 5 | 1 | 2 |
| 25 | 4 | 4 | 1 | 1 |
| 26 | 5 | 5 | 2 | 1 |
| 27 | 5 | 5 | 1 | 1 |
| Akurasi | 72.59% | 71.85% | 34.07% | 32.59% |

3. Kelompok Citra Kategori Brightness Tinggi

| No Citra | Segmentasi Sauvola tanpa Median Filter (Metode 1) | Segmentasi Sauvola dengan Median Filter (Metode2) | Segmentasi Entropy tanpa Median Filter (Metode 3) | Segmentasi Entropy dengan Median filter (Metode 4) |
|----------|---|---|---|--|
| 1 | 5 | 5 | 3 | 3 |
| 2 | 4 | 4 | 1 | 1 |
| 3 | 4 | 4 | 3 | 3 |
| 4 | 3 | 3 | 1 | 1 |
| 5 | 3 | 3 | 2 | 3 |
| 6 | 3 | 4 | 2 | 2 |
| 7 | 3 | 3 | 2 | 3 |
| 8 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 9 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 10 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 11 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 12 | 5 | 5 | 1 | 1 |
| 13 | 4 | 4 | 2 | 2 |
| 14 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 15 | 4 | 4 | 3 | 3 |
| 16 | 5 | 5 | 3 | 3 |
| 17 | 5 | 5 | 1 | 2 |
| 18 | 4 | 4 | 2 | 1 |
| 19 | 4 | 4 | 1 | 1 |
| 20 | 5 | 5 | 1 | 2 |
| 21 | 5 | 5 | 1 | 1 |
| 22 | 3 | 3 | 4 | 1 |
| 23 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 24 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| 25 | 4 | 4 | 1 | 1 |
| 26 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 27 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 28 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 29 | 2 | 2 | 5 | 4 |
| 30 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| Akurasi | 63.33% | 64.00% | 38.00% | 37.33% |

4. Kelompok Citra Kategori Brightness Rendah

| No Citra | Segmentasi Sauvola tanpa Median Filter (Metode 1) | Segmentasi Sauvola dengan Median Filter (Metode2) | Segmentasi Entropy tanpa Median Filter (Metode 3) | Segmentasi Entropy dengan Median filter (Metode 4) |
|----------|---|---|---|--|
| 1 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 2 | 3 | 3 | 1 | 1 |
| 3 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 4 | 5 | 5 | 1 | 1 |
| 5 | 5 | 5 | 1 | 1 |
| 6 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 7 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 8 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| 9 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 10 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 11 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 12 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 13 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 14 | 4 | 4 | 1 | 1 |
| 15 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 16 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 17 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 18 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 19 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 20 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| 21 | 3 | 3 | 2 | 2 |
| 22 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 23 | 3 | 3 | 1 | 1 |
| 24 | 4 | 4 | 1 | 2 |
| 25 | 5 | 5 | 1 | 1 |
| 26 | 3 | 3 | 2 | 1 |
| 27 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 28 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 29 | 3 | 3 | 1 | 1 |
| 30 | 3 | 3 | 1 | 1 |
| Akurasi | 50.00% | 49.33% | 28.00% | 28.00% |

Nama : Muhammad Caesar Ramadhan

Berikan bobot pada masing-masing metode. Ket Bobot: 1 = Sangat Buruk, 2 = Buruk, 3 = Cukup Baik, 4 = Baik, 5 = Sangat Baik

| 1. Kelompok Citra Kategori Kompleks | | | | |
|-------------------------------------|---|---|---|--|
| No Citra | Segmentasi <i>Sauvola</i> tanpa <i>Median Filter</i> (Metode 1) | Segmentasi <i>Sauvola</i> dengan <i>Median Filter</i> (Metode2) | Segmentasi <i>Entropy</i> tanpa <i>Median Filter</i> (Metode 3) | Segmentasi <i>Entropy</i> dengan <i>Median filter</i> (Metode 4) |
| 1 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 3 | 2 | 1 | 1 | 3 |
| 4 | 4 | 4 | 1 | 2 |
| 5 | 5 | 5 | 3 | 2 |
| 6 | 5 | 5 | 4 | 4 |
| 7 | 2 | 2 | 1 | 2 |
| 8 | 3 | 3 | 1 | 1 |
| 9 | 1 | 1 | 5 | 5 |
| 10 | 3 | 3 | 1 | 1 |
| 11 | 3 | 3 | 1 | 1 |
| 12 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 13 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 14 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 15 | 4 | 4 | 1 | 1 |
| 16 | 5 | 5 | 2 | 3 |
| 17 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| 18 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 19 | 4 | 4 | 2 | 1 |
| 20 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 21 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| 22 | 2 | 2 | 5 | 5 |
| 23 | 3 | 3 | 1 | 1 |
| 24 | 3 | 3 | 5 | 5 |
| 25 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 26 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 27 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 28 | 1 | 1 | 5 | 4 |
| 29 | 5 | 5 | 3 | 3 |
| 30 | 5 | 5 | 1 | 1 |
| 31 | 3 | 4 | 1 | 1 |
| 32 | 1 | 1 | 2 | 3 |
| 33 | 3 | 3 | 2 | 1 |
| Akurasi | 50.91% | 50.30% | 40.00% | 43.03% |

| 2. Kelompok Citra Kategori Sederhana | | | | |
|--------------------------------------|---|---|---|--|
| No Citra | Segmentasi <i>Sauvola</i> tanpa <i>Median Filter</i> (Metode 1) | Segmentasi <i>Sauvola</i> dengan <i>Median Filter</i> (Metode2) | Segmentasi <i>Entropy</i> tanpa <i>Median Filter</i> (Metode 3) | Segmentasi <i>Entropy</i> dengan <i>Median filter</i> (Metode 4) |
| 1 | 1 | 1 | 5 | 1 |
| 2 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| 3 | 3 | 3 | 1 | 1 |
| 4 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 5 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 6 | 2 | 3 | 1 | 1 |
| 7 | 4 | 4 | 2 | 2 |
| 8 | 5 | 5 | 4 | 4 |
| 9 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 10 | 3 | 3 | 1 | 1 |
| 11 | 3 | 3 | 2 | 2 |
| 12 | 5 | 5 | 1 | 1 |
| 13 | 5 | 5 | 1 | 1 |
| 14 | 4 | 4 | 1 | 1 |
| 15 | 5 | 5 | 4 | 4 |
| 16 | 5 | 5 | 1 | 1 |
| 17 | 5 | 5 | 2 | 2 |
| 18 | 5 | 5 | 1 | 1 |
| 19 | 5 | 5 | 2 | 1 |
| 20 | 4 | 4 | 3 | 3 |
| 21 | 5 | 5 | 1 | 1 |
| 22 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 23 | 5 | 5 | 1 | 2 |
| 24 | 5 | 5 | 1 | 3 |
| 25 | 5 | 5 | 3 | 1 |
| 26 | 5 | 5 | 1 | 1 |
| 27 | 5 | 5 | 3 | 3 |
| Akurasi | 76.30% | 77.04% | 39.26% | 36.30% |

| 3. Kelompok Citra Kategori <i>Brightness</i> Tinggi | | | | |
|---|---|---|---|--|
| No Citra | Segmentasi <i>Sauvola</i> tanpa <i>Median Filter</i> (Metode 1) | Segmentasi <i>Sauvola</i> dengan <i>Median Filter</i> (Metode2) | Segmentasi <i>Entropy</i> tanpa <i>Median Filter</i> (Metode 3) | Segmentasi <i>Entropy</i> dengan <i>Median filter</i> (Metode 4) |
| 1 | 5 | 5 | 3 | 3 |
| 2 | 3 | 3 | 1 | 1 |
| 3 | 5 | 5 | 2 | 2 |
| 4 | 3 | 3 | 1 | 1 |
| 5 | 4 | 4 | 2 | 2 |
| 6 | 4 | 4 | 2 | 2 |
| 7 | 4 | 4 | 3 | 3 |
| 8 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 9 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 10 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 11 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 12 | 5 | 5 | 1 | 1 |
| 13 | 5 | 5 | 2 | 2 |
| 14 | 1 | 1 | 4 | 4 |
| 15 | 5 | 5 | 3 | 3 |
| 16 | 5 | 5 | 3 | 4 |
| 17 | 5 | 5 | 1 | 2 |
| 18 | 3 | 4 | 2 | 1 |
| 19 | 3 | 4 | 1 | 1 |
| 20 | 5 | 5 | 1 | 2 |
| 21 | 5 | 5 | 1 | 1 |
| 22 | 4 | 3 | 4 | 1 |
| 23 | 3 | 2 | 4 | 3 |
| 24 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 25 | 4 | 3 | 1 | 1 |
| 26 | 2 | 2 | 3 | 4 |
| 27 | 3 | 3 | 2 | 2 |
| 28 | 2 | 2 | 4 | 4 |
| 29 | 2 | 2 | 4 | 3 |
| 30 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Akurasi | 66.00% | 65.33% | 42.00% | 40.67% |

| 4. Kelompok Citra Kategori <i>Brightness</i> Rendah | | | | |
|---|---|---|---|--|
| No Citra | Segmentasi <i>Sauvola</i> tanpa <i>Median Filter</i> (Metode 1) | Segmentasi <i>Sauvola</i> dengan <i>Median Filter</i> (Metode2) | Segmentasi <i>Entropy</i> tanpa <i>Median Filter</i> (Metode 3) | Segmentasi <i>Entropy</i> dengan <i>Median filter</i> (Metode 4) |
| 1 | 2 | 2 | 4 | 4 |
| 2 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 3 | 3 | 3 | 2 | 2 |
| 4 | 5 | 5 | 1 | 1 |
| 5 | 5 | 5 | 1 | 1 |
| 6 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 7 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 8 | 3 | 3 | 1 | 1 |
| 9 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 10 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 11 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 12 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 13 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 14 | 5 | 5 | 1 | 1 |
| 15 | 4 | 4 | 1 | 1 |
| 16 | 3 | 3 | 2 | 2 |
| 17 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 18 | 3 | 3 | 2 | 2 |
| 19 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 20 | 1 | 1 | 3 | 3 |
| 21 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 22 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 23 | 5 | 5 | 2 | 2 |
| 24 | 5 | 5 | 1 | 2 |
| 25 | 4 | 4 | 1 | 1 |
| 26 | 4 | 4 | 2 | 1 |
| 27 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 28 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 29 | 4 | 4 | 1 | 1 |
| 30 | 4 | 4 | 1 | 1 |
| Akurasi | 58.00% | 58.00% | 29.33% | 29.33% |

Rata-rata Akurasi Survey Bobot Citra

| Berdasarkan <i>Brightness</i> | <i>Sauvola Tanpa Median Filter (Metode 1)</i> | | | | | <i>Sauvola Median Filter (Metode 2)</i> | | | | | <i>Shannon Entropy tanpa Median Filter (Metode 3)</i> | | | | | <i>Shannon Entropy Median Filter (Metode 4)</i> | | | | |
|----------------------------------|---|----------|----------|----------|---------------|---|----------|----------|----------|---------------|---|----------|----------|----------|---------------|---|----------|----------|----------|---------------|
| | M | R | C | H | Rataan | M | R | C | H | Rataan | M | R | C | H | Rataan | M | R | C | H | Rataan |
| Tinggi | 52.00% | 63.33% | 66.00% | 58% | 60% | 52.00% | 64.00% | 65.33% | 62% | 61% | 38.00% | 38.00% | 42.00% | 39% | 39% | 37.33% | 37.33% | 40.67% | 39% | 39% |
| Rendah | 48.67% | 50.00% | 58.00% | 47% | 51% | 48.67% | 49.33% | 58.00% | 50% | 52% | 26.00% | 28.00% | 29.33% | 27% | 28% | 24.67% | 28.00% | 29.33% | 27% | 27% |

| Berdasarkan Kompleksitas citra | <i>Sauvola Tanpa Median Filter (Metode 1)</i> | | | | | <i>Sauvola Median Filter (Metode 2)</i> | | | | | <i>Shannon Entropy tanpa Median Filter (Metode 3)</i> | | | | | <i>Shannon Entropy Median Filter (Metode 4)</i> | | | | |
|--------------------------------------|---|----------|----------|----------|---------------|---|----------|----------|----------|---------------|---|----------|----------|----------|---------------|---|----------|----------|----------|---------------|
| | M | R | C | H | Rataan | M | R | C | H | Rataan | M | R | C | H | Rataan | M | R | C | H | Rataan |
| Sederhana | 59.26% | 72.59% | 76.30% | 69% | 69% | 59.26% | 71.85% | 77.04% | 73% | 70% | 31.85% | 34.07% | 39.26% | 37% | 36% | 31.11% | 32.59% | 36.30% | 38% | 35% |
| Kompleks | 68.69% | 47.27% | 50.91% | 41% | 52% | 67.68% | 46.67% | 50.30% | 43% | 52% | 63.64% | 39.39% | 40.00% | 24% | 42% | 61.62% | 41.21% | 43.03% | 42% | 47% |

Keterangan:

M : Rizkina Muhammad Syam

R : Rahmat Setyawan

C : Muhammad Caesar Ramadhan

H : Hanung Febrianto

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Jakarta, pada tanggal 04 Februari 1989. Penulis merupakan anak ketiga dari pasangan Sugimin dan Tri lestari. Tahun 2007 penulis lulus dari SMA Negeri 91 Jakarta dan pada tahun yang sama penulis lulus seleksi masuk Institut Pertanian Bogor (IPB) melalui Undangan Seleksi Masuk IPB dan diterima di Program Diploma Teknik Komputer IPB dan lulus pada tahun 2010. Pada tahun 2010, penulis diterima di program Alih Jenis Ilmu Komputer IPB.

Pada tahun 2010 Penulis mempunyai kesibukan sebagai Network Administrator di PT. Nusatel dalam pengembangan USSD Telkomsel, kemudian pada tahun 2011 Penulis mempunyai kesibukan sebagai *IT Test Analyst* di PT. Daya Cipta Optima dalam pengembangan aplikasi *portfolio management*. Selanjutnya, tahun 2013 hingga penelitian ini dikembangkan Penulis bekerja sebagai staf IT di Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Bappenas) Jakarta. Penulis dapat dihubungi melalui *email* dengan alamat hanungfebrianto@gmail.com