

**SKRIPSI**

**DETEKSI PENYAKIT *CERCOSPORA* PADA DAUN SAGU  
(METROXYLON) DENGAN EKSTRAKSI FITUR RGB BERBASIS  
DRONE**

**Disusun dan diajukan oleh:**

**MUHAMMAD RIDWAN KAMBORI  
D121171702**



**PROGRAM STUDI SARJANA INFORMATIKA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
GOWA  
2024**



Optimized using  
trial version  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)

# LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

## DETEKSI PENYAKIT *CERCOSPORA* PADA DAUN SAGU (METROXYLON) DENGAN EKSTRAKSI FITUR RGB BERBASIS DRONE

Disusun dan diajukan oleh

**Muhammad Ridwan Kambori**  
**D121171702**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Pada tanggal 22 Januari 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

Prof. Dr. Ir. Indrabayu, ST., MT., M.  
Bus.Sys., IPM, ASEAN. Eng.  
NIP 197507162002121004

Anugrayani Bustamin, S.T., M.T.  
NIP 199012012018074001

Ketua Program Studi,



Prof. Dr. Ir. Indrabayu, ST., MT., M. Bus.Sys., IPM, ASEAN. Eng.  
NIP 197507162002121004



## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Muhammad Ridwan Kambori  
NIM : D121171702  
Program Studi : Teknik Informatika  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

Deteksi Penyakit *Cercospora* Pada Daun Sagu Dengan Ekstraksi Fitur RGB Berbasis Drone

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 22 Januari 2024

Yang Menyatakan



Muhammad Ridwan Kambori



## ABSTRAK

**MUHAMMAD RIDWAN KAMBORI.** *Deteksi Penyakit Cercospora Pada Daun Sagu Dengan Ekstraksi Fitur RGB Berbasis Drone* (dibimbing oleh Prof. Dr. Ir. Indrabayu, ST.,MT., M. Bus.Sys., IPM, ASEAN. Eng. dan Anugrayani Bustamin, S.T., M.T.)

Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI) merupakan salah penghasil dan penyuplai sagu terbesar di dunia. Namun terjadi banyak gagal panen dengan kerugian yang cukup besar akibat terserang penyakit. Salah satu penyakit yang umumnya menyerang sagu adalah *Cercospora* yang menyerang populasi tanaman sagu mulai dari daun di tandai dengan bercak dan dapat menyebar dengan cepat keseluruh area tanaman sagu. Sedangkan teknologi kamera *drone* saat ini telah dapat menyerang mendeteksi warna dengan akurasi yang baik. Dalam penelitian ini dibuat sistem yang dapat memanfaatkan kamera *drone* dalam mendeteksi serangan dini penyakit *Cercospora* berdasarkan gejala perubahan warna dengan ketinggian 21 sampai 29 meter persatu meter dan menggunakan pengelolaan warna citra pada data dengan pengaturan *thresholding*. *Range* nilai *Hue* digunakan untuk mendeteksi serangan penyakit.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan menentukan range nilai *Hue* optimal untuk penyakit *Cercopora* pada populasi daun sagu dan mengetahui tinggi terbaik *drone* dalam mendeteksi penyakit *Cercospora* pada daun sagu. Dalam penelitian deteksi penyakit *Cercospora* pada daun sagu menggunakan metode ekstraksi fitur *RGB*. Segmentasi warna biasanya dilakukan dengan mengkonversi ruang warna yang pada awalnya berupa ruang warna *RGB* (*Red, Green, Blue*) menjadi ruang warna *HSV* (*Hue, Saturation, Value*) Jika ruang warna gelap dan sama sekali tidak ada cahaya maka nilai gelombang cahaya yang diserap oleh mata atau *RGB* (0,0,0). Color model direpresentasi program komputer nilai komponennya (*r, g, b*) Masing-masing memiliki nilai warna antara 0 sampai 255 sesuai urutan nilai warna masing-masing *Red, Green* dan *Blue* sehingga jumlah nilai komponen adalah 256 apabila dikombinasikan maka ada 256 x 256 x 256 atau 16.777.216 kombinasi warna yang dapat dibentuk.

Berdasarkan hasil penelitian ini diperoleh nilai range *Hue* (*H*) pada 0.12915 - 0.17728. untuk mendeteksi penyakit *Cercospora*. Pengujian deteksi ini dilakukan dengan variasi ketinggian 21 meter sampai 29 meter dan diperoleh bahwa nilai tinggi ideal yaitu 21 meter dan diperoleh tinggi ideal dengan akurasi 90% .

Kata Kunci: *Cercospora* , *RGB*, *Segmentasi Warna, Range*



## ABSTRACT

**MUHAMMAD RIDWAN KAMBORI.** *DETECTION OF CERCOSPORA DISEASE ON SAGO LEAVES (METROXYLON) USING DRONE-BASED RGB FEATURE EXTRACTION* (supervised by Prof. Dr. Ir. Indrabayu, ST.,MT., M. Bus.Sys., IPM, ASEAN. Eng. and Anugrayani Bustamin, S.T., M.T.)

The Unitary State of the Republic of Indonesia (NKRI) is one of the largest producers and suppliers of sago in the world. However, there were many crop failures with considerable losses due to disease. One disease that generally attacks sago is *Cercospora* which attacks sago plant populations starting from leaves marked with spots and can spread quickly throughout the sago plant area. Meanwhile, drone camera technology is currently able to detect colors with good accuracy. In this study, a system was created that can utilize drone cameras in detecting early attacks of *Cercospora* disease based on symptoms of color changes with a height of 21 to 29 meters per meter and using image color management on data, namely the thresholding process. The range of Hue values used to detect disease attacks.

This study aims to determine the cluster of cercopora disease in the sago leaf population and determine the best height of the drone in detecting cercopora disease on sago leaves. In the research on detection of *Cercospora* disease on sago leaves using the RGB. Feature extraction method Color segmentation is usually done by converting the color space which was originally an RGB (Red, Green, Blue) color space to an HSV (Hue, Saturation, Value) color space If the color space is dark and there is absolutely no light, then the value of the light waves absorbed by the eye or RGB (0,0,0) The color model is represented by the computer program, the component values (r,g,b) Each has a color value between 0 to 255 according to the order of the respective color values Red, Green and Blue so that the total component values are 256 when combined, there are 256 x 256 x 256 or 16.777,216 color combinations that can be formed.

Based on the results of this research, the Hue (H) range value is 0.12915 - 0.17728. to detect *Cercospora* disease. This detection test was carried out with variations in height from 21 meters to 29 meters and it was found that the ideal height value was 21 meters and the ideal height was obtained, with an accuracy of 90%.

Keywords: *Cercospora*, RGB, Color Segmentation, Range



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
PERNYATAAN KEASLIAN .....	ii
ABSTRAK .....	iii
ABSTRACT .....	iv
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR GAMBAR .....	vi
DAFTAR TABEL .....	vii
DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN .....	ix
KATA PENGANTAR.....	x
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian/Perancangan.....	2
1.4 Manfaat Penelitian/Perancangan.....	2
1.5 Ruang Lingkup/Asumsi perancangan.....	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 <i>Cercospora</i> .....	3
2.2 Gejala Penyakit <i>Cercospora</i> .....	6
2.3 Pengelolaan Citra Digital .....	6
2.4 Segmentasi Warna HSV .....	7
2.5 Morfologi Citra .....	9
2.6 Confusion Matrix .....	12
BAB 3 METODE PENELITIAN/PERANCANGAN .....	14
3.1 Tahap Penelitian .....	14
3.2 Benda Uji dan Alat .....	14
3.3 Teknik Pengambilan Data .....	15
3.4 Perancangan Sistem.....	15
3.5 Analisis Kerja Sistem .....	25
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
4.1 Hasil .....	27
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN .....	33
5.1 Kesimpulan.....	33
5.2 Saran.....	33
DAFTAR PUSTAKA.....	37



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Contoh Gejala <i>Cercospora</i> .....	3
Gambar 2 DJI Mavic Air .....	7
Gambar 3 Remote Control.....	8
Gambar 4 Ruang Warna RGB.....	11
Gambar 5 Sistem Koordinat HSV .....	11
Gambar 6 Citra dalam bentuk S dan A.....	12
Gambar 7 Structuring Element .....	12
Gambar 8 Dilasi.....	13
Gambar 9 Erosi.....	13
Gambar 10 Opening .....	14
Gambar 11 Closing.....	14
Gambar 12 Flowchart Perencanaan Sistem.....	17
Gambar 13 Contoh Sampel Frame video (a) dan (b) .....	18
Gambar 14 Contoh Hasil Resize .....	18
Gambar 15 Diagram Segmentasi Warna .....	19
Gambar 16 Warna RGB .....	18
Gambar 17 Hasil Warna HSV .....	20
Gambar 18 Konversi Citra RGB ke HSV.....	21
Gambar 19 Salah Satu Contoh Hasil Citra HSV .....	22
Gambar 20 Penggalan range H pada Program .....	23
Gambar 21 Matriks Hasil Thresholding .....	23
Gambar 22 Salah Satu Contoh Citra Hasil Thresholding.....	24
Gambar 23 (a) Citra Hasil Threshold ; (b) Citra Hasil Opening .....	24
Gambar 24 Penggalan Program Boundary Garis Merah Sekeliling Objek.....	25
Gambar 25 Mencari Major Axis Length dan Minor Axis Length .....	25
Gambar 26 Salah Satu Sampel Frame Video RGB dengan Boundary.....	26
Gambar 27 Contoh Estimasi Petani Hal.....	27
Gambar 28 Resize Citra RGB .....	29
Gambar 29 Matriks Thresholding Konversi RGB ke HSV.....	30
Gambar 30 Transformasi nilai Hue ke biner .....	30
Gambar 31 Transformasi nilai Hue ke biner .....	31



## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Spesifikasi Umum dari Drone DJI Mavic Air.....	8
Tabel 2. Spesifikasi Sistem Sensor Drone.....	8
Tabel 3. Spesifikasi Kamera.....	9
Tabel 4. Confusion Matrix .....	15
Tabel 5. Kelompok Warna Nilai Hue.....	22
Tabel 6. Confusion Matrix .....	26
Tabel 7. Kategori Keterangan Contoh Blok.....	28
Tabel 8. Hasil Preprocessing Data Positif .....	29
Tabel 9. Area Blok Deteksi Ideal .....	32
Tabel 10. Data Hasil Presentase Estimasi Tinggi.....	34



## DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
AI	Artificial Intelligence
RGB	Red Green Blue
HSV	Hue Saturation Value
NKRI	Negara Kesatuan Republik Indonesia
UAV	Unmanned Aerial Vehicle
GPS	Global Positioning System
DJI	Dà-Jiāng Innovations
USB	Universal Serial Bus
GB	Gigabyte
mm	Milimeter
m	Meter
MP4	MPEG-4 Part 14
Mbps	Megabit per second/ mega bit per detik
HD	High definition
JEPG	Joint Photographic Experts Group
ISO	International Standardization Organization
MOV	Measurable Organizational Value
FAT	Factory Acceptance Test
⊕	Atau
⊗	Persamaan
H	Hue
S	Saturation
V	Value
TN	True Negative
TP	True Positive
FN	False Negative
	False Positive
	Frame per Seconds atau Frame Rate



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 lembar pengesahan untuk seminar proposal dan hasil.....	1
Lampiran 2 kuesioner .....	2



## KATA PENGANTAR

*Assalamu Alaikum Wr. Wb.....*

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT karena berkat Rahmat dan Karunia-Nya sehingga Tugas Akhir yang berjudul “**DETEKSI PENYAKIT CERCOSPORA PADA DAUN SAGU DENGAN EKSTRAKSI FITUR RGB BERBASIS DRONE**” ini dapat diselesaikan sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan jenjang Strata-1 pada Departemen Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Penyusunan penelitian ini disajikan hasil suatu penelitian yang menyangkut judul yang telah diangkat dan telah melalui proses pencarian dari berbagai sumber baik jurnal penelitian, prosiding pada seminar-seminar nasional/internasional, buku maupun dari situs-situs di internet. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan dan penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai dengan masa penyusunan tugas akhir, sangatlah sulit untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis dengan senang hati menyampaikan terima kasih kepada:

- 1) Orang tua penulis, Bapak Ateng Kambori dan Ibu Ani Kokop, Kakak Andi Rustam Kambori , Adek Yani Kambori dan Ilman Kambori serta saudara-saudara penulis, yang selau memberikan dukungan, doa, dan semangat serta selalu sabar dalam mendidik penulis sejak kecil;
- 2) Bapak Prof. Dr. Ir. Indrabayu, ST.,MT., M. Bus.Sys., IPM, ASEAN. Eng.selaku pembimbing 1 dan Ibu Anugrayani Bustamin, S.T., M.T. selaku pembimbing II yang selalu menyediakan waktu, tenaga, pikiran dan perhatian yang luar biasa untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan tugas akhir;



## BAB 1 PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI) memiliki luas kebun sagu terbesar di dunia. Dari 6,5 juta ha kebun sagu di seluruh dunia, sebesar 5,4 juta ha berada di Indonesia dan lebih dari 95 persen terfokus di wilayah Papua (5,3 juta ha) (Nidia, 2020). *Cercospora* merupakan penyakit yang tergolong pengganggu utama penyakit ini menyerang sagu pada semua fase pertumbuhan mulai dari persemian hingga menjelang pangkur. Berdasarkan hasil survei peneliti wilayah yang mengalami serangan *Cercospora* Kabupaten Teluk Bintuni Papua Barat, masyarakat mengeluhkan serangan penyakit *Cercospora* yang merusak dusun sagu mereka sehingga terancam gagal pangkul menurut tokoh masyarakat wilayah dusun sagu sebagai sumber kehidupan masyarakat akan berdampak buruk bagi masyarakat jika dusun sagu terserang penyakit *Cercospora* (Adi, 2020).

Kini telah berkembang teknologi pesawat tanpa awak yang dikenal dengan drone yang dilengkapi kamera dengan resolusi yang cukup mumpuni. Jika satelit mampu mencitrakan permukaan kebun dengan tingkat detail sebesar 15×15 meter, sedangkan drone mampu menghasilkan citra kebun hingga 2 cm per pixel, daun sagu juga terlihat dengan kamera drone (Arif Munandar, 2015). Pada penelitian mengenai kapabilitas drone dalam mengenali warna menggunakan metode segmentasi warna menggunakan teknologi Quadcopter drone Parrot AR Drone. Hasil pengujian ini didapatkan rata-rata persentase keberhasilan pada jarak 1 meter sebesar 100%, jarak 2 meter sebesar 92%, jarak 3 meter sebesar 90%, jarak 4 meter sebesar 84% dan jarak 5 meter sebesar 82% total persentase keberhasilan deteksi pada sistem ini sebesar 89,6% (Putri, 2018). Tumbuhan sagu yang tumbuh dalam satu populasi dibutuhkan teknik agar daun yang menguning di dalam populasi kebun sagu dapat dieliminasi sebagai objek oleh sistem. Teknik yang dapat digunakan adalah dengan metode segmentasi warna. Penelitian ini dibuat

endeteksi penyakit *Cercospora* pada kebun sagu dengan menggunakan drone.



## 1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana sistem bekerja untuk mendeteksi penyakit *Cercospora* pada daun sagu ?
2. Bagaimana sistem dapat menentukan tinggi terbaik drone untuk mendeteksi penyakit *Cercospora* pada daun sagu ?

## 1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mendeteksi penyakit *Cercospora* pada daun sagu
2. Untuk menentukan tinggi terbaik drone dalam mendeteksi penyakit *Cercospora* pada daun sagu

## 1.4 Manfaat Penelitian

1. Membantu para petani sagu untuk melakukan pencegahan dini terhadap penyakit *Cercospora*
2. Memudahkan para petani sagu dalam memantau area yang terindikasi penyakit *Cercospora* yang tidak bisa dijangkau secara luas dan cepat

## 1.5 Ruang Lingkup

1. Objek yang diteliti adalah penyakit *Cercospora* pada daun sagu
2. Pengambilan data dilakukan saat cuaca cerah pada area populasi tanaman sagu
3. Data diambil menggunakan drone dengan tinggi 21 meter sampai 29 meter diatas permukaan tanah
4. Jarak interval drone menambah ketinggian per 11 detik dengan FPS 30
5. Pengambilan data dilakukan di Kampung Nendali Kecamatan Sentani Kabupaten Jayapura Provinsi Papua



## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 *Cercospora*

Penyakit yang menyerang tanaman sagu adalah *Cercospora* gejala penyakit dengan daun bercak kekuningan dan dapat mengakibatkan seluruh daun mengalami kering atau berlubang. Apabila serangan cukup hebat, kanopi penyakit akan meranggas ke seluruh tanaman sagu. Pengendalian penyakit secara khusus belum ada, namun dapat digunakan fungisida serta sanitasi lingkungan (Prihatman, 2000). Menurut Semangun (2007), Gejala bercak daun yang disebabkan oleh jamur *Cercospora* sp. adalah berupa bercak bulat, kecil dan klorosis. Bercak dapat meluas pusatnya berwarna kuning sampai putih dengan tepi yang lebih tua dapat berlubang. Apabila pada daun terdapat banyak bercak daun cepat menguning dan gugur tanpa menguning lebih dahulu. Bercak sering terdapat pada batang, tangkai daun, maupun tangkai buah, tetapi bercak sangat jarang timbul pada buah (Semangun, 2007).

Gejala penyakit *Cercospora* ditandai dengan adanya bercak berwarna kekuningan yang awalnya berukuran kecil, akhirnya secara perkebun membesar. Pada bagian pinggiran daun terdapat bercak berwarna lebih tua dari warna bercak dibagian tengahnya. Selain itu, sering terjadi sobekan di pusat bercak tersebut. Jika sudah seperti ini daun akan langsung gugur. Walaupun terkadang tidak langsung gugur, tetapi berubah warna menjadi kekuning-kuningan sebelum akhirnya gugur (Setiadi, 2011). Berikut ini merupakan contoh sampel gejala *Cercospora* yang pada gambar 1



Gambar 1 Contoh gejala *Cercospora*



Daun pohon sagu memiliki bentuk memanjang (*lanceolatus*) dan agak melebar dengan berinduk tulang daun ditengah, bertangkai daun dan memiliki tekstur daun yang khusus. Penampakan daun sagu seperti daun kelapa, namun sesungguhnya berbeda karena keduanya berasal dari famili yang berbeda. Ketika muda daun atau pelepah dari pohon sagu akan tersusun secara berlapis dan ketika menginjak dewasa akan terlepas dan mulai melekat secara mandiri pada ruas batang. Pohon sagu pada umumnya terdiri atas 18 tangkai daun dengan panjang yang dapat mencapai 6-7 meter. Tangkai dari daun pohon rumbia bervariasi ukuran dan panjangnya. Rata-rata panjang tangkai daun mulai dari 60 hingga 180 cm dan memiliki lebar 5 cm. Tangkai daun pohon sagu ketika sudah tua akan melepaskan diri dari batang. Pada waktu muda daun sagu berwarna hijau muda yang berangsur-angsur berubah menjadi hijau tua, kemudian menjadi coklat kemerahan apabila sudah tua dan matang tangkai daun yang sudah tua akan lepas dari batang (Harsanto, 1986). Daun sagu mirip dengan daun kelapa, mempunyai pelepah yang menyerupai daun pinang. Pada waktu muda, pelepah tersusun secara berlapis, tetapi setelah dewasa terlepas dan melekat sendiri-sendiri pada ruas batang (Harsanto, 1986; Haryanto dan Pangloli, 1992).

Berdasarkan informasi petani sagu dalam mengenali daun sagu yang sehat, berpenyakit dan tua dibedakan melalui bentuk morfologi daun sagu daun yang sehat berwarna hijau sementara berpenyakit ditandai dengan warna kuning kecoklatan dan warna kuning yang disebabkan karena tua dikenali dengan warna kuning kemerahan. Sagu merupakan tanaman yang ramah lingkungan, serbaguna, sangat bermanfaat secara ekonomi, kuat, dan menjadi contoh sistem *agroforestry* yang berkelanjutan secara sosial. Sagu merupakan tanaman keras, tumbuh subur di lahan gambut tetapi pertumbuhannya lebih lambat dibandingkan dengan kondisi tanah yang mengandung mineral tinggi, tanah yang asam, kondisi tanah yang bergaram dan terendam tempat beberapa tanaman dapat bertahan hidup dalam kondisi ekstrim tersebut (Flach & Schuiling, 1988).

Sagu juga dapat mencegah terjadinya banjir, kekeringan, dan angin

Akarnya yang kuat, berserat dan sangat besar, dapat bertahan di dalam tanah mengikat pencemar dan logam berat yang berada disekitarnya. Sagu yang liar di alam membentuk hutan sagu yang dapat menyerap



karbon dari karbon dioksida dengan sangat baik sehingga dapat menurunkan pemanasan global karena efek rumah kaca yang ditimbulkan oleh aktivitas industri dan polusi yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor (Singhal et al., 2008).

Sagu adalah kelompok tanaman monokotil dari famili Palmae, genus *Metroxylon* dan ordo *Spadiciflorae*. Di kawasan Indo Pasifik, masyarakat telah menggunakan tepung sagu dari kelompok palma *Metroxylon*, *Arenga*, *Corypha*, *Euqeiissona*, dan *Caryota* untuk kebutuhan sehari-hari. Sagu aren yang dikenal dengan *Arenga pinnata*, memiliki kandungan serat yang sangat besar dengan hampir seluruh batang adalah serat kasar. *Borassus caryota* atau dikenal dengan pohon lontar, memiliki cairan dengan kandungan alkohol yang cukup besar sehingga dapat diolah menjadi minuman beralkohol, buahnya disebut silawan dan batangnya dijadikan kayu untuk bahan bangunan. Kelompok sagu (*Metroxylon*) dalam ilmu botani dikelompokkan menjadi dua, yaitu palma sagu *pleoanthic* yang berbunga dua kali atau lebih dan palma sagu *hapaxanthic* yang berbunga hanya sekali. Pohon sagu yang berbunga hanya satu kali selama hidupnya mempunyai kandungan pati yang tinggi. Palma sagu yang termasuk dalam kelompok ini adalah *Metroxylon longispinum* Mart, *Metroxylon microcanthum* Mart, *Metroxylon rumphii* Mart, *Metroxylon sagu* Rott, dan *Metroxylon sylvester* Mart. Kandungan karbohidrat yang rendah dimiliki palma sagu golongan ini adalah *Metroxylon filare* dan *Metroxylon elantum*, berbunga lebih dari satu kali selama hidupnya sehingga kurang disukai. (Ebookpangan.com, 2006).

Sebagian besar tanaman sagu hidup berkelompok dengan membentuk rumpun di rawa-rawa. Ketinggian pohon sagu berkisar antara 15 sampai dengan 25 meter dengan ketebalan kulit sekitar 3 sampai dengan 5 cm dengan lingkaran batang sekitar 35 sampai dengan 50 cm atau bisa melewati ukuran tersebut. Menurut penjelasan dalam jurnal kehutanan papuasia 4(2), masa panen tanaman sagu yang ideal adalah saat tanaman memasuki umur 13 sampai dengan 15 tahun. Bagian yang terpenting dari pohon sagu adalah batangnya dimana batang bagian



bih besar dibandingkan dengan bagian atas dimana dalam batang pohon ebut terdapat empulur yang mengandung karbohidrat. Kandungan pati & terdapat pada batang bagian bawah (Harsanto, 1986).

Daun pohon sagu memiliki bentuk memanjang (lanceolatus) dan agak melebar dengan berinduk tulang daun ditengah, bertangkai daun dan memiliki tekstur daun yang khusus. Penampakan daun sagu seperti daun kelapa, namun sesungguhnya berbeda karena keduanya berasal dari famili yang berbeda. Ketika muda daun atau pelepah dari pohon sagu akan tersusun secara berlapis dan ketika menginjak dewasa akan terlepas dan mulai melekat secara mandiri pada ruas batang. Pohon sagu pada umumnya terdiri atas 18 tangkai daun dengan panjang yang dapat mencapai 6 sampai 7 meter. Tangkai dari daun pohon rumbia bervariasi ukuran dan panjangnya. Rata-rata panjang tangkai daun mulai dari 60 hingga 180 cm dan memiliki lebar 5 cm. Tangkai daun pohon sagu ketika sudah tua akan melepaskan diri dari batang. Pada waktu muda daun sagu berwarna hijau muda yang berangsur-angsur berubah menjadi hijau tua, kemudian menjadi coklat kemerahan apabila sudah tua dan matang tangkai daun yang sudah tua akan lepas dari batang (Harsanto, 1986). Daun sagu mirip dengan daun kelapa, mempunyai pelepah yang menyerupai daun pinang. Pada waktu muda, pelepah tersusun secara berlapis, tetapi setelah dewasa terlepas dan melekat sendiri-sendiri pada ruas batang (Harsanto, 1986; Haryanto dan Pangloli, 1992).

Berdasarkan informasi petani sagu dalam mengenali daun sagu yang sehat , berpenyakit dan tua dibedakan melalui bentuk morfologi daun sagu daun yang sehat berwarna hijau sementara berpenyakit di tandai dengan warna kuning kecoklatan dan warna kuning yang di sebabkan karna tua di kenali dengan warna kuning kemerah – merahan.

## 2.2 Gejala Penyakit *Cercospora*

Gejala bercak terdapat pada daun bagian bawah, kemudian berkembang ke arah yang lebih atas. Awal terdapat bercak kecil berwarna coklat, kemudian berkembang membentuk bercak yang lebih besar. Penyakit bercak daun disebabkan oleh dua jenis cendawan, yaitu *Cercospora Arachidicola* dan *Phaeoisariopsis Personata*. Bercak yang disebabkan oleh *Carachidicola* berwarna uda hingga coklat tua ditandai dengan warna kuning di sekitar bercak. yang biasanya terdapat pada tanaman sagu yaitu bercak kuning di daerah subtropis, cendawan membentuk *Pseudotesium* yaitu kantung askus



(askokarp) dan di dalamnya terdapat askus yang berisi *Askospora* yang disebut *Mycosphaerella archidis* (Sumartini, 2008). Gejala dari penyakit ini yaitu daun bercak kekuningan. Gejala daun bercak kuning dapat mengakibatkan seluruh daun bercak kering atau berlubang-lubang. Pengendalian belum ada secara khusus, hanya pemakaian fungisida dan sanitasi lingkungan (Sri Hastuty, 2016).

### 2.3 Drone DJI Mavic Air

Drone merupakan kendaraan tanpa awak berbentuk seperti pesawat atau helicopter dengan ukuran kecil yang dapat dioperasikan dengan remote control. Drone biasanya digunakan sebagai alat operasi bagi anggota militer, pertahanan dan melakukan aksi *intelligent*. Drone juga dimanfaatkan oleh perusahaan-perusahaan untuk mengantar barang. Pada gambar 2 merupakan Drone DJI Mavic Air. Kini dalam masyarakat umum drone digunakan untuk keperluan fotografi dan pembuatan film (Immersa Lab, 2018).



Gambar 2 DJI Mavic Air (Immersa Lab, 2018).

Drone DJI Mavic Air adalah drone profesional keluaran DJI dan termasuk keluarga Mavic. Memiliki body yang mirip dengan DJI Spark dan fungsi lipat seperti DJI Mavic Pro. Pada Tabel 1 dipaparkan spesifikasi umum dari drone DJI Mavic Air. Drone DJI Mavic Air dilengkapi dengan GPS dan vision sistem yang terdapat di bawah, depan dan belakang drone untuk sekaligus menjalankan fitur *sensing*. Tabel 2 merupakan spesifikasi dari fitur *smart sensing* yang terdapat pada drone ini.



^apun baterai yang digunakan type LiCoO2 3s memiliki kapasitas 2375 ngan tegangan 11.55 Volt. Sedangkan kamera memiliki kualitas 4K pesifikasi pada Tabel 3. Remote Control Drone DJI Mavic Air pada 2 memiliki jangkauan transmisi hingga 4 km dalam kondisi tidak ada

angin dan tidak ada intervensi sinyal, memiliki *interface simple* dan menggunakan *smartphone* dengan panjang maksimal 160 mm dengan ketebalan 6.5 – 8.5 mm sebagai layar RC. Kapasitas Baterai 2970 mAh, dan mendukung USB *port micro* USB (type-B), USB-C (Omah Drones, 2018).



Gambar 3 Remote Control (Omah Drones, 2018).

Tabel 1 Spesifikasi umum dari drone DJI Mavic Air

Spesifikasi	Keterangan
Dimensi	Terlipat 168 x 49 mm ( <i>p x l x t</i> ) Tidak terlipat 168 x 184 mm ( <i>p x l x t</i> )
Diagonal	213 mm
Kecepatan maksimal	68.4 km/jam
Waktu terbang	21 menit (dengan kecepatan konstan 25 km/jam)
Tinggi terbang Maks.	10 km (dengan kecepatan konstan 25 km/jam)
Suhu operasi	0°- 40° Celcius
Memori Internal	8 GB
Memori Eksternal	<i>Class 10 Extreme</i>

Tabel 2 Spesifikasi Sistem Sensor Drone

Posisi	Jarak
Depan	0.5 – 24 m
Belakang	0.5 – 20 m
Bawah	0.5 – 30 m



Tabel 3 Spesifikasi Kamera

Spesifikasi	Keterangan
ISO Range	Video 100 – 1600 Foto 100 – 3200
Ukuran Gambar	4 : 3 : 4056 x 3040 16 : 9 : 4056 x 2280
Bawah	0.5 – 30 m
Resolusi Video	4K Ultra HD: 3840x2160 24/25/30p 2.7K: 2720x1530 24/25/30/48/50/60p FHD: 1920x1080 24/25/30/48/50/60/120p HD: 128x720 24/25/30/48/50/60/120p
Bitrate Video Maks.	100 Mbps
File System	FAT32
Format Gambar	JPEG
Format Video	MP4/MOV

## 2.4 Pengelolaan Citra Digital

Citra digital dapat diwakili oleh sebuah matriks yang terdiri dari M kolom N baris, dimana perpotongan antara kolom dan baris disebut piksel ( piksel = picture element), yaitu elemen terkecil dari sebuah citra. Piksel mempunyai dua parameter, yaitu koordinat dan intensitas atau warna. Nilai yang terdapat pada koordinat (x,y) adalah  $f(x,y)$ , yaitu besar intensitas atau warna dari piksel di titik. Oleh sebab itu, sebuah citra digital dapat ditulis dalam bentuk matriks.

$$f(x,y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,0) & \dots & f(0, M - 1) \\ f(1,0) & \dots & \dots & f(1, M - 1) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ f(N - 1,0) & \dots & \dots & f(N - 1, M - 1) \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

Berdasarkan persamaan (2.1) secara matematis citra digital dapat dituliskan sebagai fungsi intensitas  $f(x,y)$ , dimana harga x (baris) dan y (kolom) merupakan koordinat posisi dan  $f(x,y)$  adalah nilai fungsi pada setiap titik (x,y) yang menunjukkan besar intensitas citra atau tingkat keabuan atau warna dari piksel di titik tersebut. Pada proses digitalisasi (sampling dan kuantisasi) diperoleh baris dan kolom N hingga citra membentuk matriks M x N (Rahmatullah,



2018). *Pengolahan citra digital* merupakan bidang ilmu yang mempelajari tentang bagaimana suatu citra itu dibentuk, diolah, dan dianalisis sehingga menghasilkan informasi yang dapat dipahami manusia (Pamungkas, 2017).

## 2.5 Segmentasi Warna HSV

Segmentasi adalah proses mempartisi citra digital menjadi beberapa segmen yaitu set piksel atau disebut *superpixels* dengan tujuan untuk menyederhanakan atau mengolah citra dari satu bentuk ke bentuk yang lebih mudah dimengerti dan dianalisis. Segmentasi warna adalah salah satu metode segmentasi citra dengan tujuan untuk memisahkan objek (*foreground*) dan latar (*background*). Dengan kata lain, untuk memisahkan satu objek tertentu dengan objek lainnya berdasarkan ciri warna objek tersebut. Segmentasi warna bersifat subjektif, eksperimental dan bergantung pada target citra yang diinginkan. Segmentasi warna biasanya dilakukan dengan mengkonversi ruang warna yang pada awalnya berupa ruang warna *RGB* (*Red, Green, Blue*) menjadi ruang warna *HSV* (*Hue, Saturation, Value*).

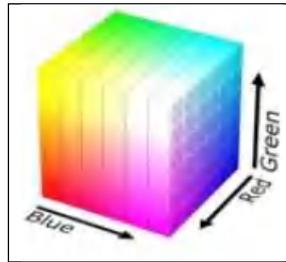
### a. Ruang Warna RGB

Dasar model warna RGB tidak hanya mewakili warna tetapi juga intensitas cahaya. Warna yang terserap oleh mata merupakan warna *RGB* yang terdiri dari kombinasi warna *primer Red, Green* dan *Blue*. Jadi jika ruangan gelap dan sama sekali tidak ada cahaya maka nilai gelombang cahaya yang diserap oleh mata atau *RGB* (0,0,0).

Pada Perhitungan dalam program-program komputer *color model* direpresentasi dengan nilai komponennya, seperti dalam *RGB* (*r, g, b*) masing-masing memiliki nilai warna antara 0 sampai 255 sesuai urutan nilai warna masing - masing *Red, Green* dan *Blue* sehingga jumlah nilai warna masing-masing komponen adalah 256. Apabila dikombinasikan maka ada 256 x 256 x256 atau 16.777.216 kombinasi warna yang dapat dibentuk. Gambaran umum

si warna RGB dapat dilihat pada gambar 4 (Hardian, 2017).



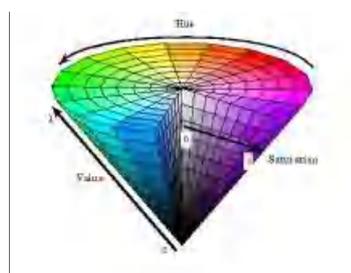


Gambar 4 Ruang Warna RGB Sumber : (Hardian, 2017)

### b. Ruang Warna HSV

Ruang warna HSV transformasi nonlinear dari ruang lingkup warna RGB berorientasi pada pengguna dan didasarkan pada pengertian *tint*, *shade* dan *thone*. Ini memiliki nilai-nilai independen untuk *Hue*, *Saturation*, dan *Value*, masing-masing sesuai untuk panjang gelombang, eksitasi, dan kecerahan (Wibowo, 2011).

Ruang warna HSV yang terdapat pada Gambar 5 terdiri dari *Hue* yang mewakili warna sebenarnya dan menentukan kemerahan (*redness*), kehijauan (*greeness*) dan sebagainya, *Saturation* yang mewakili tingkat kemurnian warna yaitu mengindikasikan seberapa banyak warna putih yang diberikan pada warna, sedangkan *Value* adalah atribut yang menyatakan banyaknya cahaya yang diterima oleh mata tanpa mempedulikan warna (Hardian, 2017).



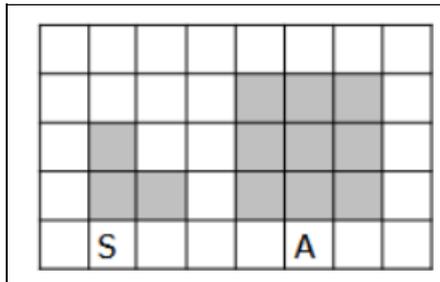
Gambar 5 Sistem Koordinat HSV Sumber :(Hardian, 2017)

## 2.6 Morfologi Citra



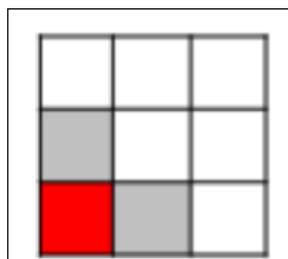
Morfologi citra merupakan teknik pengolahan citra dalam bentuk segmentasi yang bertujuan untuk mengubah dan memperbaiki bentuk dari segmentasi morfologi citra biasanya dilakukan pada citra biner yang nilai warnanya

terdiri dari 0 dan 1 atau dalam beberapa kasus diterapkan pada citra *grayscale* bahkan *RGB* dengan nilai warna dengan skala 0 - 255. Jika dalam pengolahan citra biasa (selain morfologi) suatu citra dipandang sebagai sebuah fungsi intensitas terhadap koordinat  $(x,y)$ , dalam pendekatan morfologi citra dipandang sebagai suatu himpunan.



Gambar 6 Citra dalam Bentuk Himpunan  $S$  dan  $A$  (Nurindah, 2019).

Pada gambar 6 Objek  $S$  dan  $A$  dapat direpresentasikan dalam bentuk himpunan dari koordinat  $(x,y)$  yang bernilai 1 yang berwarna abu-abu di mana  $S = \{(0,0),(0,1),(1,0)\}$  dan  $A = \{(0,0),(0,1),(0,2),(1,0),(1,1),(1,2),(2,0),(2,1),(2,2),\}$ . Pada dasarnya *morfologi* citra dilakukan dengan cara *passing* sebuah *structuring element* terhadap sebuah citra dengan cara yang hampir sama dengan konvolusi dan seperti *mask* pada pengolahan citra lainnya. Ukuran *structuring element* dapat ditentukan dan memiliki titik poros atau titik origin (titik asal/acuan). Berikut sampel contoh *structuring element* pada gambar 7 dimana  $S$  merupakan *structuring element* dengan titik poros di  $(0,0)$  berwarna merah. Terdapat berbagai jenis operasi morfologi citra yang biasa dilakukan yaitu *Dilasi*, *Erosi*, *Opening* dan *Closing*

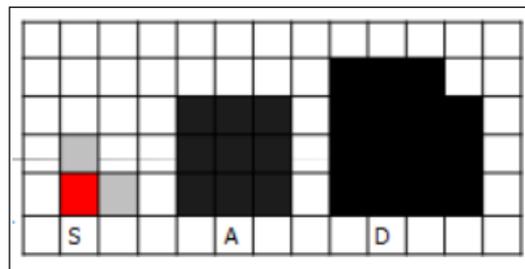


Gambar 7 *Structuring Element* Sumber: (Nurindah, 2019).



### a. Dilasi

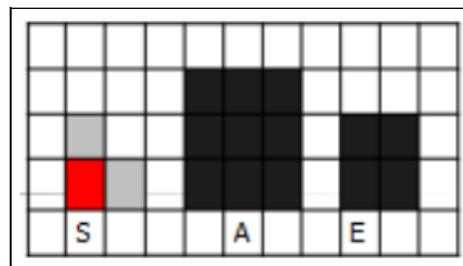
*Dilasi* atau biasa disimbolkan dengan fungsi  $D(A, S) = A \oplus S$  merupakan proses morfologi citra dimana tetangga pada tepi objek yang bernilai 0 berupa titik-titik latar diubah menjadi bagian dari objek bernilai 1 berdasarkan structuring elemen  $S$  yang digunakan. Contoh proses dilasi dengan poros  $S$  pada koordinat (2,2) dapat dilihat pada gambar 8



Gambar 8 Dilasi (Nurindah, 2019).

### b. Erosi

*Erosi* atau biasa disimbolkan dengan fungsi  $E(A, S) = A \otimes S$  merupakan proses morfologi citra dimana tepi objek dengan nilai 1 diubah menjadi bagian dari latar bernilai 0 berdasarkan structuring elemen  $S$  yang digunakan. Contoh proses *Erosi* dengan poros  $S$  pada koordinat (2,2) dapat dilihat pada gambar 9



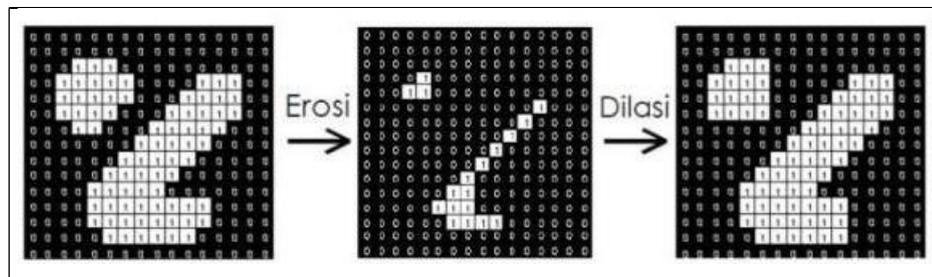
Gambar 9 Erosi (Nurindah, 2019).

### c. Opening

*Opening* dengan fungsi  $A \circ S = (A \otimes S) \oplus S$  merupakan operasi morfologi *Erosi* kemudian diikuti oleh operasi dilasi. *Opening* dilakukan untuk ngkan objek-objek kecil dan kurus, memecah objek pada titik-titik kurus ra umum menghaluskan tepi objek tanpa mengubah area objek secara



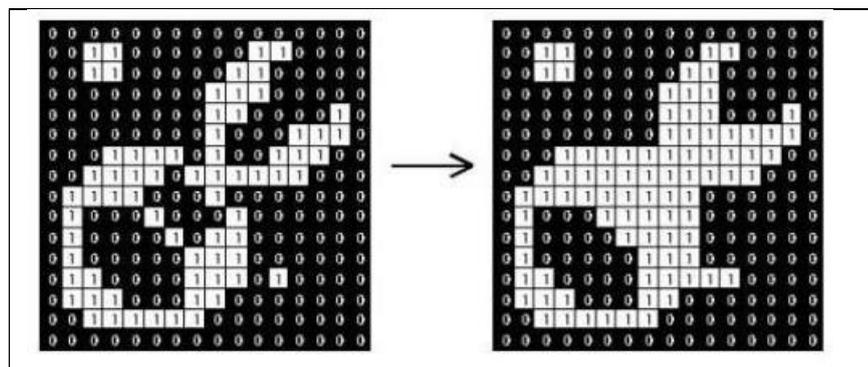
signifikan. Pada Gambar 10 merupakan tahapan operasi morfologi *Opening* dalam bentuk matriks dengan citra biner



Gambar 10 Opening (Nurindah, 2019).

#### d. Closing

*Closing* dengan fungsi  $A \cdot S = (A \oplus S) \otimes S$  merupakan proses morfologi *Dilasi* kemudian diikuti oleh proses *Erosi*. *Closing* dilakukan untuk mengisi lubang-lubang kecil pada objek, menggabungkan objek-objek yang berdekatan dan pada dasarnya untuk menghaluskan tepi objek tanpa mengubah area secara signifikan. Pada gambar 11 merupakan operasi morfologi dalam bentuk matriks yang berisi citra biner 0 dan 1. Setelah dilakukan proses morfologi, celah ditutup sesuai nilai piksel yang diinginkan.



Gambar 11 Closing (Nurindah, 2019).

## 2.7 Confusion Matrix

Umumnya pengukuran kinerja dapat dilakukan dengan menggunakan *n Matrix*. *Confusion Matrix* juga biasa disebut tabel kontingensi atau trix, dipilih karena merupakan aturan yang mencakup tata letak tabel esifik sehingga memungkinkan visualisasi kinerja algoritma yang



menghasilkan evaluasi sistem yang komprehensif. Pada pengukuran kinerja menggunakan *Confusion Matrix*, terdapat empat kondisi sebagai representasi hasil proses klasifikasi (Irianty, 2019).

- True Negative (TN) merupakan data negatif yang terdeteksi dengan benar.
- True Positive (TP) merupakan data positif yang terdeteksi benar.
- False Negative (FN) merupakan data positif, namun terdeteksi sebagai data negatif.
- False Positive (FP) merupakan data negatif namun terdeteksi sebagai data positif.

True Positif Rate (TPR) merupakan akurasi data positif yang benar terdeteksi positif, dihitung menggunakan persamaan (2.2). Akurasi merupakan akurasi sistem secara menyeluruh dihitung dengan persamaan (2.3).

Pada jenis klasifikasi biner yang hanya memiliki 2 keluaran kelas, *Confusion Matrix* dapat disajikan seperti pada Tabel 2.4 (Irianty, 2019).

Tabel 4 *Confusion Matrix*

		Predicted	
		Negative (N) -	Positive (P) +
Actual	Negative -	True Negative (TN)	False Positive (FP) Type I Error
	Positive +	False Negative (FN) Type II Error	True Positive (TP)

$$TPR = \frac{TP}{TP+FN} \quad (2.2)$$

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \quad (2.3)$$

