

ANALISIS PENENTUAN TINGKAT KEMATANGAN BUAH MENGKUDU MENGGUNAKAN METODE KNN DAN SVM

SITI GAYATRI HEHANUSSA



**PROGRAM MAGISTER ILMU KOMPUTER
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Analisis Penentuan Tingkat Kematangan Buah Mengkudu Menggunakan Metode KNN dan SVM” adalah karya saya dengan arahan dari dosen 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 tesis ini.

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

Bogor, Februari 2025

Siti Gayatri Hehanussa
G6501222046



RINGKASAN

SITI GAYATRI HEHANUSSA. Analisis Penentuan Tingkat Kematangan Buah Mengkudu Menggunakan Metode KNN Dan SVM. Dibimbing oleh SONY HARTONO WIJAYA dan TOTO HARYANTO.

Mengkudu (*Morinda citrifolia*), komoditas ekspor buah Indonesia, merupakan tanaman obat yang masih dianggap sebagai komoditas pinggiran dan masih diabaikan oleh masyarakat. Masyarakat umumnya menentukan kematangan buah mengkudu secara manual menggunakan indra manusia. Namun, hal ini tidak dapat menjamin bahwa pilihannya akan tepat. Meskipun hal ini dianggap mudah untuk dilakukan, namun pada kenyataannya identifikasi kematangan pada buah mengkudu kurang optimal. Hal ini disebabkan oleh perbedaan persepsi masyarakat dalam menentukan tingkat kematangan buah mengkudu yang banyak digunakan. Tingkat kematangan buah mengkudu dapat diamati berdasarkan warna dan tekstur yang diperoleh melalui pengolahan citra digital buah mengkudu.

Tujuan penelitian ini adalah membangun model *machine learning* untuk mengidentifikasi klasifikasi penentuan tingkat kematangan buah mengkudu menggunakan metode klasifikasi *K-Nearest Neighbor* dan *Support Vector Machine* dengan kombinasi ekstraksi fitur warna *Hue Saturation Intensity* dan ekstraksi fitur tekstur *Local Binary Pattern*.

Hasil ekstraksi fitur HSI dan LBP digunakan sebagai input untuk perbedaan model KNN untuk mencari nilai $k=1$ hingga $k=20$, dan *kernel* SVM yang digunakan adalah Linear, Polynomial dan RBF yang melibatkan berbagai parameter yaitu C , γ , degree dan coef0 yang disusun dalam sebuah *grid*. Pengujian dilakukan dengan menggunakan data latih dan data uji dengan perbandingan 80:20. Model penelitian ini melakukan visualisasi *boxplot* yang menunjukkan sebaran nilai fitur untuk kategori matang dan belum matang. Pengambilan data dilakukan di Kabupaten Seram Bagian Barat, Provinsi Maluku dengan menggunakan kamera 12MP. Selanjutnya, citra mengkudu diberi label oleh petani mengkudu untuk memastikan apakah kondisi data sesuai dengan kondisi matang atau belum matang. Pra-pemrosesan dilakukan agar kualitas citra menghasilkan hasil yang baik, antara lain pemotongan, penghilangan latar belakang, dan normalisasi ukuran citra menjadi 256×256 piksel, dan melakukan segmentasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa KNN dengan jarak $k=11$ memiliki akurasi yang lebih tinggi, mencapai 88,62%, dengan presisi 96%, recall 86,15, dan F1-score tertinggi sebesar 88,89%. Selanjutnya, hasil SVM menunjukkan bahwa dari ketiga *kernel*, akurasi tertinggi diperoleh dengan *kernel* Polynomial 87,80%, menggunakan parameter terbaik $C=0,1$, $\gamma=1$, $\text{Degree}=5$, dan $\text{coef0}=1,0$ serta memberikan F1-score tertinggi sebesar 88,89%.

Kata kunci: *k-nearest neighborst*, mengkudu, *support vector machine*

SUMMARY

SITI GAYATRI HEHANUSSA. Analysis Of Determining The Level Of Wealth Of Noni Fruit Using KNN And SVM Methods. Supervised by SONY HARTONO WIJAYA and TOTO HARYANTO.

Noni (*Morinda citrifolia*), an Indonesian fruit export commodity, is a medicinal plant that is still considered a marginal commodity and is still ignored by the community. People generally determine the ripeness of noni fruit manually using human senses. However, this cannot guarantee that the choice will be right. Although this is considered easy to do, in reality the identification of ripeness in noni fruit is less than optimal. This is due to differences in public perception in determining the level of ripeness of noni fruit which is widely used. The level of ripeness of noni fruit can be observed based on the color and texture obtained through digital image processing of noni fruit.

The purpose of this study was to build a machine learning model to identify the classification of the level of ripeness of noni fruit. K-Nearest Neighbor and Support Vector Machine were used with a combination of Hue Saturation Intensity color feature extraction and Local Binary Pattern texture feature extraction.

The results of the HSI and LBP feature extraction are used as input for the difference in the KNN model to find the value of $k = 1$ to $k = 20$, and the SVM kernel used is Linear, Polynomial and RBF which involves various parameters, namely C, gamma, degree and coef0 arranged in a grid. Testing is carried out using training data and test data with a ratio of 80:20. This research model performs a boxplot visualization that shows the distribution of feature values for the ripe and unripe categories. Data collection was carried out in West Seram Regency, Maluku Province using a 12MP camera. Furthermore, the mengkudu image is labeled by mengkudu farmers to ensure whether the data conditions are in accordance with ripe or unripe conditions. Pre-processing is carried out so that the image quality produces good results, including cropping, removing the background, and normalizing the image size to 256 x 256 pixels, and performing segmentation. The results showed that KNN with a distance of $k = 11$ had a higher accuracy, reaching 88.62%, with a precision of 96%, a recall of 86.15, and the highest F1-score of 88.89%. Furthermore, the SVM results showed that of the three kernels, the highest accuracy was obtained with the RBF kernel, using the best parameters $C = 0.1$, $\text{Gamma} = 1$, $\text{Degree} = 5$, and $\text{coef0} = 1.0$, and providing the highest F1-score of 88.89%.

Keywords: k-nearest neighbor, noni, support vector machine



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025¹
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

ANALISIS PENENTUAN TINGKAT KEMATANGAN BUAH MENGKUDU MENGGUNAKAN METODE KNN DAN SVM

SITI GAYATRI HEHANUSSA

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister pada
Program Studi Magister Ilmu Komputer

**PROGRAM MAGISTER ILMU KOMPUTER
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Penguji Luar Komisi Pembimbing pada Ujian Tesis:
Hari Agung Adrianto, S.Kom., M.Si., Ph.D.

Judul Tesis : Analisis Penentuan Tingkat Kematangan Buah Mengkudu
Menggunakan Metode KNN dan SVM
Nama : Siti Gayatri Hehanussa
NIM : G6501222046

Disetujui oleh

Ketua Komisi Pembimbing:

Dr. Sony Hartono Wijaya, S.Kom., M.Kom



Anggota Komisi Pembimbing:

Dr. Toto Haryanto, S.Kom., M.Si



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Dr. Toto Haryanto, S.Kom., M.Si.

NIP. 198211172014041001



Dekan Sekolah Sains Data, Matematika
dan Informatika:

Prof. Dr. Agus Bueno, M.Si., M.Kom

NIP. 19660702 199302 1 001



Tanggal Ujian
10 Februari 2025

Tanggal lulus



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PRAKATA

Segala puji dan rasa syukur penulis haturkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga karya ilmiah ini dapat diselesaikan dengan baik. Penelitian yang dilakukan sejak bulan September 2023 hingga Januari 2024 ini mengangkat tema data mining dengan judul "Analisis Penentuan Tingkat Kematangan Buah Mengkudu menggunakan KNN dan SVM".

Terima kasih yang sebesar besarnya, penulis sampaikan kepada kedua pembimbing, Bapak Dr. Sony Hartono Wijaya, S.Kom., M.Kom dan Bapak Dr. Toto Haryanto, S.Kom., M.Si atas bimbingan, dukungan, motivasi dan kesabaran yang diberikan selama proses penyusunan tesis. Setiap arahan, saran, dan masukan yang Bapak berikan sangat membantu dan berarti bagi penulis, Terima kasih penulis sampaikan kepada Bapak Hari Agung Adrianto, S.Kom., M.Si., Ph.D yang bertindak sebagai penguji pada sidang akhir tesis, serta moderator sidang tesis Bapak Dr. Aziz Kustiyo, S.Si., M.Kom.

Dengan segala kerendahan hati, penulis juga ingin menyampaikan terima kasih kepada kedua orang tua tercinta Ayahanda Hasan Hehanussa dan Ibunda Halima Lussy yang selalu mendoakan, memberi dorongan moral dan dukungan tak terhingga sepanjang proses penulisan ini. Tak lupa, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh rekan sejawat dan teman-teman yang telah memberikan bantuan, inspirasi, dan semangat selama penelitian ini berlangsung.

Semoga kerja sama dan dukungan yang telah diberikan dapat menjadi berkah dan mendapatkan balasan yang setimpal. Terima kasih atas segala perhatian dan bantuan yang telah diberikan. Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Februari 2025

Siti Gayatri Hehanussa

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	ix
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	4
II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Buah Mengkudu	5
2.2 Pengolahan Citra (<i>Image Processing</i>)	6
2.3 Klasifikasi Citra	6
2.4 <i>Hue Saturation Intensity</i> (HSI)	6
2.5 <i>Local Binary Pattern</i> (LBP)	7
2.6 <i>Support Vector Machine</i> (SVM)	9
2.7 <i>K-Nearest Neighbor</i> (KNN)	10
2.8 Penelitian-Penelitian tentang Klasifikasi Kematangan Buah	11
III METODE	13
3.1 Area Studi dan Sumber Data	13
3.2 Peralatan Penelitian	13
3.3 Tahapan Penelitian	14
3.4 Analisis dan Interpretasi	18
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1 Hasil Pengumpulan data	19
4.2 Pengolahan Data (<i>Preprocessing</i>)	20
4.3 Gabungan Ekstraksi Fitur HSI dan LBP	20
4.4 Gabungan Ekstraksi Fitur HSI dan LBP	22
4.5 Segmentasi Citra	24
4.6 Klasifikasi <i>K-Nearest Neighbors</i> (KNN)	25
4.7 Klasifikasi <i>Support Vector Machine</i> (SVM)	27
4.8 Boxplot	31
4.9 Evaluasi Model	32
4.10 Analisis Perbandingan KNN dan SVM	35
V SIMPULAN DAN SARAN	36
5.1 Simpulan	36
5.2 Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN	41
RIWAYAT HIDUP	48

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR TABEL

1 Daftar Penelitian Terkait SVM dan KNN	12
2 Kelas citra mengkudu dan jumlah tiap kelas	20
3 Ekstraksi fitur Gabungan HSI dan LBP	21
4 Hasil citra matang sebelum normalisasi	22
5 Hasil citra tidak matang setelah normalisasi	22
6 Pembagian data latih dan data uji	25
7 Pengujian klasifikasi KNN mencari nilai k terbaik	27
8 Kombinasi kernel dengan parameter dan <i>grid</i>	28
9 <i>Confusion Matrix</i>	31
10 Nilai <i>accuracy</i> , <i>precision</i> , <i>recall</i> , dan <i>f1-score</i>	35

DAFTAR GAMBAR

1 Citra kelas buah mengkudu	5
2 Ruang warna HSI (Gasparri <i>et al.</i> 2011)	7
3 Contoh Ekstraksi Fitur LBP (Lindahl 2007)	8
4 Peta Kecamatan Kairatu Provinsi Maluku (sumber: google.com/maps)	13
5 Tahapan Penelitian	15
6 Data mengkudu tidak matang	19
7 Data mengkudu matang	19
8 Tahapan <i>preprocessing</i> citra	20
9 Segmentasi citra	24
10 Segmentasi citra menggunakan mask	25
11 Klasifikasi metode KNN pada <i>set data</i> fitur citra.	26
12. Ilustrasi SVM (Fajri dan Primajaya 2023)	28
13 Klasifikasi terbaik dengan <i>kernel</i> Polynomial pada set data	29
14 Klasifikasi dengan <i>kernel</i> RBF	30
15 Klasifikasi dengan <i>kernel</i> linear	30
16 Tampilan <i>boxplot</i> tiap fitur HSI dan LBP	31
17 <i>Confusion matrix</i> pengujian pada <i>kernel</i> RBF	32
18 <i>Confusion matrix</i> pengujian pada <i>kernel</i> Linear	32
19 <i>Confusion matrix</i> Polynomial	33
20 <i>Confusion matrix</i> pengujian pada KNN	34

DAFTAR LAMPIRAN

1 Data buah mengkudu	41
2 Kode Program	42
3 Hasil <i>Hyperparameter</i>	44
4 Hasil Prediksi KNN dan SVM	46