

SISTEM APLIKASI IDENTIFIKASI KEMATANGAN BUAH JERUK NIPIS BERDASARKAN FITUR WARNA DAN MENGGUNAKAN SUPPORT VECTOR MACHINE

Bobby Fajar Christian¹, Uning Lestari², Dina Andayati³

Program Studi Informatika, Fakultas Teknologi Industri

Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

e-mail : ¹bobfaci@gmail.com, ²uning@akprind.ac.id, ³dina_asnawi@akprind.ac.id

ABSTRACT

The use of Lime (Citrus aurantiifolia) in Indonesia has been a long time and not a new thing for the people of Indonesia. Lime production in Indonesia every year also increases. The increase is also in line with the increasing demand for lime production. The quality of lime can vary so that it can affect quality and certainly will harm consumers who will buy it. This condition also certainly can harm the seller because it can affect the quality of the lime sold so it cannot be trusted by consumers. Large-scale production can also make it difficult to sort out mature and immature lime which is done manually and by human observations which are sometimes still subjective and often have many weaknesses and are not efficient. The development of technology can make the process of identifying maturity faster and more efficiently so that the producers and consumers can benefit from each other.

Digital image processing technology is one of the technologies that can help the process of identifying the maturity of lime automatically with the application system that created. This study aims to identify the image maturity of lime fruit using the red, green, and blue color feature methods that are produced and use the Support Vector Machine multi class classification. The application system uses 80 training data with 20 training data every class and testing uses 20 test data with 5 test data every class. The class in this study is immature, half cooked, ripe, and rotten. Accuracy obtained when testing is 95%.

Keywords: Color extraction, Support Vector Machine, lime, digital image processing.

INTISARI

Penggunaan Jeruk Nipis (*Citrus aurantiifolia*) di Indonesia sudah lama dan bukan menjadi suatu hal yang baru bagi masyarakat Indonesia. Produksi Jeruk Nipis di Indonesia tiap tahunnya juga meningkat. Peningkatan itu juga seiring dengan permintaan produksi jeruk nipis yang semakin banyak. Kualitas jeruk nipis dapat bervariasi dan bermacam-macam sehingga dapat mempengaruhi kualitas dan tentunya akan merugikan konsumen yang akan membelinya. Kondisi ini juga tentunya juga dapat merugikan penjual karena dapat mempengaruhi kualitas jeruk nipis yang dijual sehingga tidak dapat dipercaya oleh konsumen. Produksi berskala besar juga dapat menyulitkan pemilahan jeruk nipis matang dan belum matang yang dilakukan secara manual dan oleh pegamatan manusia yang terkadang masih bersifat subjektif dan sering memiliki banyak kelemahan dan kurang efisien. Berkembangnya teknologi dapat membuat proses identifikasi kematangan tersebut lebih cepat dan efisien sehingga pihak produsen dan konsumen dapat saling diuntungkan.

Teknologi pengolahan citra digital adalah salah satu teknologi yang dapat membantu proses indentifikasi kematangan jeruk nipis secara otomatis dengan sistem aplikasi yang dibuat. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kematangan citra buah jeruk nipis dengan menggunakan metode fitur warna *red*, *green*, dan *blue* yang dihasilkan dan menggunakan klasifikasi *multi class Support Vector Machine*. Sistem aplikasi menggunakan 80 data latih dengan 20 data latih tiap kelasnya dan pengujian menggunakan 20 data uji dengan 5 data uji tiap kelasnya. Kelas pada penelitian ini adalah belum matang, setengah matang, matang, dan busuk. Akurasi yang didapatkan saat pengujian sebesar 95%.

Kata kunci : Ekstraksi warna, *Support Vector Machine*, jeruk nipis, pengolahan citra digital.

PENDAHULUAN

Penggunaan Jeruk Nipis (*Citrus aurantiifolia*) di Indonesia sudah lama dan bukan menjadi suatu hal yang baru bagi masyarakat Indonesia. Jeruk Nipis memiliki banyak

sekali manfaat, seperti meningkatkan imunitas tubuh karena banyak mengandung Vitamin C, B, dan asam sitrat serta dapat menyeimbangkan pH, membantu mengurangi tekanan darah tinggi, mengobati asam urat dan kolesterol, menurunkan berat badan, mencerahkan wajah, dan masih banyak manfaat baik lainnya (Binti, 2019). Sentra Produksi jeruk berdasarkan dari data yang ada hampir tersebar di seluruh Indonesia, terutama untuk jeruk nipis banyak diusahakan di provinsi Jawa Timur dan Kalimantan Timur (Badan Litbang Pertanian, 2019). Statistik menunjukkan secara umum, produksi tanaman buah-buahan dan sayuran tahunan pada tahun 2017 di Indonesia juga mengalami peningkatan dibandingkan tahun 2016. Kenaikan tersebut juga mendukung pertumbuhan ekspor buah Indonesia pada tahun 2017 sebesar 33,68 ribu ton dengan nilai US\$ 19,95 juta (Badan Pusat Statistik Indonesia, 2018). Potensi tersebut dapat dilihat seperti pada Desa Kebonagung yang terletak pada Gresik, Jawa Timur. Desa tersebut hampir 90 persennya merupakan petani dan membudayakan jeruk nipis serta hampir 200 hektar lahan yang digunakan untuk budi daya jeruk nipis (Arfah, 2019). Potensi-potensi tersebut dapat memperlihatkan bahwa Jeruk Nipis memiliki pasar yang luas dan menjanjikan.

Selama ini dalam pemanenan dan penjualan hasil panen, petani jeruk nipis melakukan pemilihan jeruk nipis dengan hanya menggunakan cara tradisional yaitu dengan cara menganalisa warna kulit secara visual mata manusia dan jumlah per kilogram (Arham, 2004). Kekurangan tersebut tentunya dapat mengurangi kualitas dan mutu dari produksi karena tidak terlalu akurat dan kurang cepat dalam hal pemilihan. Kemajuan teknologi saat ini memungkinkan dapat mengurangi dan meminimalisasi kekurangan tersebut, mempercepat pemilihan saat proses pasca produksi, serta dapat mengurangi subyektivitas sehingga dapat lebih akurat dan lebih konsisten sehingga meningkatkan akurasi karena dilakukan dengan metode yang lebih otomatis sehingga dapat menguntungkan untuk kedua belah pihak, yaitu dari sisi petani dapat menghasilkan produksi yang berkualitas serta dari sisi konsumen yaitu mendapatkan barang yang berkualitas sesuai yang diharapkan.

Salah satu bidang dalam kemajuan teknologi yang menjadi acuan ini adalah salah satunya dengan Pengolahan Citra Digital. Pengolahan citra digital adalah manipulasi dan interpretasi digital dari citra dengan bantuan komputer. Pengolahan citra digunakan untuk mengolah informasi yang terdapat pada suatu gambar untuk keperluan pengenalan objek secara otomatis, dengan begitu identifikasi citra dapat digunakan untuk pengolahan dan identifikasi tingkat kematangan jeruk nipis secara otomatis dan efisien (Putra, 2010).

Penelitian ini menggunakan acuan warna untuk membedakan tingkat kematangan jeruk nipis sehingga menggunakan ekstraksi fitur citra warna pada gambar. Parameter-parameter warna didapat dengan cara menormalisasi setiap komponen warna RGB (*Red Green Blue*) pada citra. Dengan menggunakan acuan nilai RGB *mean* atau yang telah ternormalisasi maka klasifikasi kematangan jeruk nipis dapat ditentukan (Andono et al., 2017).

Salah satu teknik untuk mengklasifikasikan dalam Pengolahan Citra Digital adalah dengan menggunakan *Support Vector Machine*. *Support Vector Machine* (SVM) pertama kali diperkenalkan oleh Vapnik pada tahun 1992 sebagai rangkaian harmonis konsep-konsep unggulan dalam bidang *pattern recognition*. Sebagai salah satu metode *pattern recognition*, usia SVM terbilang masih relatif muda. Walaupun demikian, evaluasi kemampuannya dalam berbagai aplikasinya menempatkannya sebagai *state of the art* dalam *pattern recognition*, dan dewasa ini merupakan salah satu tema yang berkembang dengan pesat. SVM menggunakan metode *learning machine* yang bekerja atas prinsip *Structural Risk Minimization* (SRM) dengan tujuan menemukan *hyperplane* terbaik yang memisahkan dua buah *class* pada *input space* (Feldman & Sanger, 2006).

Oleh karena itu, diperlukan sebuah sistem yang diharapkan dapat menambah nilai efisien pengujian secara visual menggunakan citra digital dengan akurasi yang optimal menggunakan metode ekstraksi fitur warna RGB dan metode klasifikasi *Support Vector Machine* yang merupakan salah satu contoh dari banyak metode yang digunakan untuk mengklasifikasi objek baru berdasarkan atribut dan sampel latih yang digunakan. Salah satu alasan mengapa metode ini digunakan karena kemudahan untuk diimplementasikan dan terbukti di beberapa penelitian yang telah dilakukan, algoritma ini mempunyai akurasi yang lumayan tinggi dan dapat digunakan dengan baik. Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dapat dijadikan sebagai referensi pada penelitian ini.

Untuk mengatasi permasalahan yang ada, maka dibuatlah suatu aplikasi yang berguna untuk

proses identifikasi kematangan jeruk nipis berdasarkan ekstraksi fitur citra warna dan algoritma klasifikasi *Support Vector Machine (SVM)*. Penelitian ini menggunakan variabel warna dari citra Buah Jeruk Nipis dengan judul “Sistem Aplikasi Identifikasi Kematangan Buah Jeruk Nipis Berdasarkan Fitur Warna Dan Menggunakan *Support Vector Machine*”.

TINJAUAN PUSTAKA

Bahan-bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah berupa Buah Jeruk Nipis (*Citrus aurantiifolia*) dalam 4 tingkat kematangan yaitu Citra Jeruk Nipis kelas Belum Matang, Setengah Matang, Matang, dan kelas Busuk. Data masing-masing citra diambil dengan jarak 14cm diatas objek dengan cahaya yang cukup dan masing-masing digunakan 15 citra latih setiap kelasnya, sehingga total 60 citra latih dan disediakan citra uji untuk pengujian dan data Citra latih yang digunakan adalah 80 total citra latih dengan 20 citra latih tiap kelasnya. Data citra latih dan citra uji diambil dengan menggunakan ponsel cerdas Xiaomi Redmi Note 5 Pro dengan resolusi 13 megapiksel. Data latih dan data uji diambil pada salah satu sisi buah jeruk nipis.

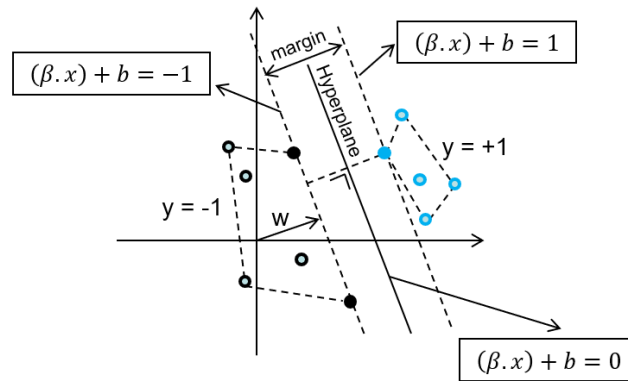
Metode ekstraksi ciri yang dilakukan pada penelitian ini adalah ekstraksi ciri warna. Ciri statistik warna yang diambil adalah nilai rata-rata, standar deviasi, dan *skewness* pada setiap *channel red, green, dan blue*. Rata-rata memberikan ukuran mengenai distribusi tiap masing-masing *channel*. *Varians* menyatakan luas sebaran distribusi. Akar kuadrat varians dinamakan sebagai standar deviasi. *Skewness* atau kecondongan menyatakan ukuran mengenai ketidaksimetrisan. Distribusi dikatakan condong ke kiri apabila memiliki nilai *skewness* berupa bilangan negatif. Sebaliknya, distribusi dikatakan condong ke kanan apabila memiliki nilai *skewness* berupa bilangan positif. Jika distribusi simetris, koefisien *skewness* bernilai nol. Persamaan untuk mencari nilai ciri statistik warna rata-rata, standar deviasi, dan *skewness* secara urut ditunjukkan pada Persamaan 1, 2, dan 3.

$$\mu = \frac{1}{MN} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N P_{ij} \dots (1)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{MN} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (P_{ij} - \mu)^2 \dots (2)}$$

$$\theta = \frac{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (P_{ij} - \mu)^3}{MN\sigma^3} \dots (3)$$

Metode klasifikasi yang digunakan adalah metode *Support Vector Machine* dengan multikelas *binary One Against All* dan kernel linear. *Support Vector Machine (SVM)* merupakan sistem pembelajaran yang pengklasifikasiannya menggunakan ruang hipotesis berupa fungsi-fungsi linear dalam sebuah ruang fitur (*feature space*) berdimensi tinggi, dilatih dengan algoritma pembelajaran yang didasarkan pada teori optimasi dengan mengimplementasikan learning bias yang berasal dari teori pembelajaran statistik. Citra latih sebanyak 80 citra dilakukan proses pelatihan terlebih dahulu dan menghasilkan ciri statistik warna pada tiap *channel red, green, dan blue*. Ciri statistik warna pada tiap citra digunakan untuk membangun sebuah *k* model multikelas SVM. Model yang sudah terbentuk dari proses pelatihan digunakan untuk menguji citra uji sebanyak 20 citra dengan 5 citra tiap kelasnya. Ilustrasi sederhana *Support Vector machine* ditunjukkan pada Gambar 1.



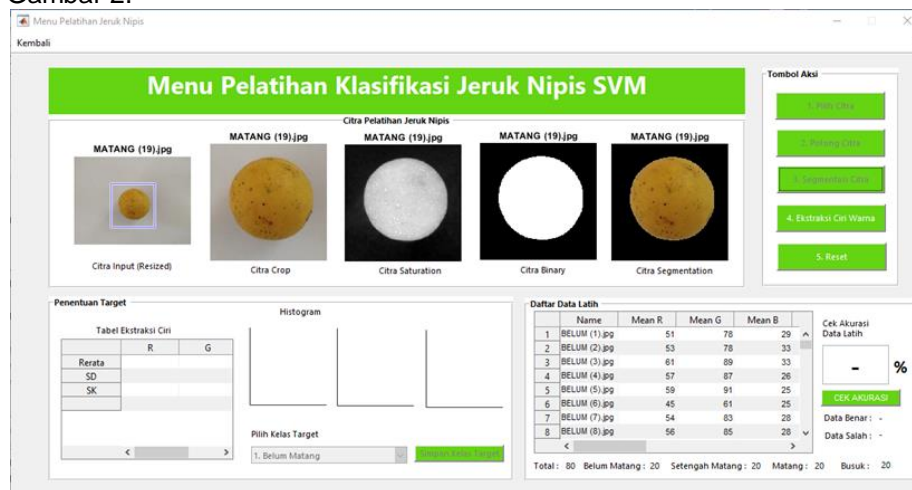
Gambar 1 Ilustrasi Sederhana Linier SVM

PEMBAHASAN

Citra uji yang berjumlah 20 citra dengan masing-masing 5 citra pada tiap kelas belum matang, setengah matang, matang dan busuk akan dilakukan proses akuisisi citra dan dilakukan proses *preprocessing* terlebih dahulu untuk mendapatkan nilai ciri statistik warna dan mendapatkan nilai rata-rata, standar deviasi, dan skewness sehingga dapat diklasifikasi dengan *Support Vector Machine One Against All* dengan kernel linear.

Preprocessing

Langkah *preprocessing* adalah langkah pertama yang dilakukan untuk melakukan proses akuisisi citra ke dalam sistem dengan memperkecil ke ukuran 17% dari citra asli, melakukan proses pemotongan citra, konversi dari RGB ke HSV sehingga mendapat nilai citra *saturation*, konversi ke citra *binary* dan melakukan proses segmentasi sehingga hanya tersisa citra jeruk nipis saja tanpa latar belakang. Proses *preprocessing* ini ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Tampilan Proses *Preprocessing*

Ekstraksi Ciri Statistik Warna Red, Green, dan Blue

Proses *preprocessing* akan menghasilkan sebuah citra buah yang telah tersegmentasi dan dapat diambil nilai ciri statistik warna rata-rata, standar deviasi, dan *skewness*. Ciri statistik warna ini diambil dari nilai matriks pada tiap channel *red*, *green*, dan *blue* pada citra yang telah tersegmentasi. Ciri statistik warna yang telah didapat akan ditampilkan pada sebuah tabel pada antarmuka menu pelatihan dan menu pengujian. Ciri statistik warna yang telah didapat maka akan digunakan sebagai acuan pembuatan model pada proses klasifikasi *Support Vector Machine Multikelas One Against All*. Tampilan tabel yang sudah mendapatkan nilai ciri statistik warna ditunjukkan pada Gambar 3.

Daftar Data Latih

	Name	Mean R	Mean G	Mean B
1	BELUM (1).jpg	51	78	29
2	BELUM (2).jpg	53	78	33
3	BELUM (3).jpg	61	89	33
4	BELUM (4).jpg	57	87	26
5	BELUM (5).jpg	59	91	25
6	BELUM (6).jpg	45	61	25
7	BELUM (7).jpg	54	83	28
8	BELUM (8).jpg	56	85	28

Gambar 3 Tampilan Tabel Ekstraksi Ciri Statistik Warna

Klasifikasi menggunakan SVM *One Against All*

Proses klasifikasi dilakukan setelah mendapat nilai ciri statistik warna. Ciri statistik warna yang didapat akan digunakan untuk membangun sebuah *k* model pada proses klasifikasi *Support Vector Machine Multiclass One Against All*. Model multikelas yang dibuat sejumlah 4 karena sama dengan jumlah kelas yaitu belum matang, setengah matang, matang, dan busuk. Nilai *score* akhir didapatkan dari perhitungan akhir yang didapat setelah model dibuat dan menghasilkan nilai *beta* dan bias. Nilai *score* yang bernilai positif pada salah satu model akan menentukan hasil identifikasi kelas tersebut. Nilai *score* yang negatif atau model yang tidak dapat menemukan nilai *score* positif maka model yang dibuat gagal mengenali citra tersebut. Tampilan menu pengujian ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4 Tampilan Menu Pengujian

Nilai *score* yang didapat dan ditampilkan setelah proses identifikasi ditunjukkan pada Gambar 5.

Tabel Ekstraksi Ciri

	Red	Green	Blue
Rata-Rata	149	111	27
St. Deviasi	18.291	20.4803	16.1068
Skewness	-0.7395	-0.32983	2.3374

MATANG
Cek Hasil










1.16934












Gambar 5 Tampilan Hasil Identifikasi Klasifikasi

Hasil Klasifikasi

Identifikasi pada citra uji dilakukan pada 20 citra uji yang berbeda dari 80 data citra latih. Setiap citra akan dilakukan proses *preprocessing*, ciri statistik warna *red*, *green*, dan *blue* dan dilakukan proses klasifikasi dengan *Support Vector Machine*. Citra uji tiap kelas yang diujikan adalah sejumlah 5 citra pada kelas belum matang, setengah matang, matang, dan busuk. Output yang dihasilkan adalah hasil identifikasi kelas pada citra uji. Hasil Identifikasi pada 20 citra uji ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Identifikasi Citra Uji

No .	Citra Uji Input	Hasil Prediksi Sistem	Hasil Score Prediksi Sistem	Keterangan
1.		BELUM MATANG	1.04286	Benar
2.		BELUM MATANG	1.01367	Benar
3.		BELUM MATANG	1.177	Benar
4.		BELUM MATANG	1.27669	Benar
5.		BELUM MATANG	1.15705	Benar
6.		SETENGAH MATANG	0.886923	Benar
7.		SETENGAH MATANG	8.3487	Benar
8.		SETENGAH MATANG	2.48829	Benar
9.		SETENGAH MATANG	4.50967	Benar

10.		SETENGAH MATANG	1.58549	Benar
11.		TIDAK DIKENALI	0	Salah
12.		MATANG	1.16934	Benar
13.		MATANG	0.318057	Benar
14.		MATANG	0.00799826	Benar
15.		MATANG	0.571787	Benar
16.		BUSUK	1.61871	Benar
17.		BUSUK	2.08656	Benar
18.		BUSUK	3.09318	Benar
19.		BUSUK	0.551717	Benar
20.		BUSUK	1.35451	Benar

Pada Tabel 1 menunjukkan proses identifikasi dengan menggunakan SVM *One Against All* ditemukan kesalahan identifikasi pada citra nomor 15. Model yang dibangun

gagal mengenali citra tersebut masuk kedalam kelas belum matang, setengah matang, matang, atau busuk. Kesalahan ini mempengaruhi tingkat akurasi pada sistem. Perhitungan untuk menentukan besar akurasi pada sistem ditunjukkan pada Persamaan 4.

$$Akurasi = \frac{\sum Citra Uji Yang Berhasil Teridentifikasi}{\sum Total Pengujian} \dots (4)$$

Citra yang berhasil teridentifikasi pada Tabel 1 berjumlah 19 citra dengan 1 kesalahan identifikasi pada citra nomor 15. Akurasi yang dihasilkan pada sistem ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Perhitungan Akurasi Sistem

Nama Kelas	Jumlah Pengujian	Jumlah Pengujian Benar	Akurasi (%)	Kesalahan (%)
Belum Matang (1)	5	5	$\frac{19}{20} \times 100\%$ = 95%	$\frac{1}{20} \times 100\%$ = 5%
Setengah Matang (2)	5	5		
Matang (3)	5	4		
Busuk (4)	5	5		
Total	20	19		

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Sistem yang dibuat memenuhi tujuan awal penelitian yaitu membuat sistem identifikasi kematangan buah jeruk nipis menggunakan ciri statistik warna *red*, *green*, dan *blue* dan metode klasifikasi *Support Vector Machine* pada data buah jeruk nipis dengan menerapkan proses pengolahan citra digital.
2. Sistem yang dibuat digunakan untuk memberikan informasi klasifikasi identifikasi tingkat kematangan buah jeruk nipis yang terbagi menjadi empat kelas yaitu belum matang, setengah matang, matang, dan busuk menggunakan aplikasi berbasis *desktop offline* dengan menerapkan ciri statistik warna dan algoritma *Support Vector Machine One Against All* dan *Kernel Linear*.
3. Proses pengolahan citra yang digunakan saat tahap *preprocessing* adalah proses memperkecil citra, pemotongan citra, merubah citra RGB ke HSV, merubah citra *Saturation* ke citra Biner, ekstraksi ciri warna dengan parameter rata-rata (*mean*), standar deviasi, *skewness*, dan klasifikasi menggunakan *Support Vector Machine One Against All Kernel Linear*.
4. Sistem Aplikasi berhasil mengidentifikasi citra jeruk nipis pada tiap kelas belum matang, setengah matang, matang, dan busuk menggunakan ciri statistik warna *red*, *green*, dan *blue* dari setiap parameter rata-rata (*mean*), standar deviasi, dan *skewness*.
5. Sistem Aplikasi berhasil membangun model *Support Vector Machine* dengan tingkat akurasi 100% dengan 80 citra latih yang diujikan sendiri pada model yang sudah dibuat.
6. Sistem Aplikasi berhasil melakukan proses pengolahan citra dengan memanfaatkan ciri statistik warna pada citra dan klasifikasi *Support Vector Machine* untuk mengidentifikasi citra jeruk nipis pada 4 tingkat kematangan yaitu belum matang, setengah matang, matang, dan busuk dan berhasil mendapatkan akurasi sebesar 95% dalam 20 citra uji dan 80 data latih.

Berdasarkan kesimpulan dari penelitian yang telah dijelaskan sebelumnya, saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut.

1. Sistem dapat dikembangkan secara *online* atau berbasis mobile dan dengan tampilan yang lebih menarik.
2. Menambahkan perbandingan hasil akurasi dengan menggunakan metode lain seperti *Support Vector Machine One Against One* atau menambahkan perbandingan dengan menggunakan kernel lain seperti *Kernel Polynomial* atau *Kernel Gaussian/RBF* agar dapat membandingkan dengan metode apa yang menghasilkan akurasi terbaik.
3. Sistem Aplikasi diberikan validasi untuk mendeteksi citra selain citra jeruk nipis.

4. Sistem Aplikasi dapat dikembangkan dengan menambahkan parameter bentuk atau tekstur untuk menambahkan informasi mengenai kualitas dari buah jeruk nipis.
5. Diberikan *output* tingkat akurasi sistem yang dibuat.
6. Pengambilan citra dilakukan tidak satu persatu namun dilakukan bersamaan sejumlah buah dalam satu pengujian.
7. Pengambilan citra dapat ditambahkan agar dapat mendeteksi citra jeruk nipis dengan latar belakang yang ramai atau tidak polos.

DAFTAR PUSTAKA

- Arfah, H. (2019, 10 5). *Melihat Potensi Jeruk Nipis yang Dikembangkan Warga Desa Kebonagung*. Retrieved from Kompas: <https://regional.kompas.com/read/2018/01/31/15414751/melihat-potensi-jeruk-nipis-yang-dikembangkan-warga-desa-kebonagung?page=2>
- Arham, Z. (2004). Evaluasi Mutu Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia* Swingle). *Makalah Pengantar Falsafah Sains (PPS702)*.
- Badan Litbang Pertanian. (2019, 5 10). *Prospek dan Arah Pengembangan Agribisnis*. Retrieved from Kementrerian Pertanian Badan Litbang Pertanian: <http://www.litbang.pertanian.go.id/special/komoditas/files/0104-JERUK.pdf>
- Badan Pusat Statistik Indonesia. (2018). *Statistik Tanaman Buah-buahan dan Sayuran Tahunan 2017*. Jakarta: Badan Pusat Statistik Indonesia.
- Binti. (2019, 10 05). *jeruk Nipis Yang Semakin Menipis*. Retrieved from Dinas Pertanian Kabupaten Jombang: <http://pertanian.jombangkab.go.id/berita-dinas/pernyuluh-tani/521-jeruk-nipis-yang-semakin-menipis>
- Feldman, R., & Sanger, J. (2006). *The Text Mining Handbook: Advanced Approaches in Analyzing Unstructured Data*. New York: Cambridge University Press.
- Putra, D. (2010). *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: Penerbit Andi.