

SKRIPSI

**APLIKASI TEKNIK *IMAGE PROCESSING* UNTUK ANALISIS
MENENTUKAN TINGKAT KEMATANGAN BUAH
PISANG (*MUSA ACUMINATA CHAVENDISH SUBGROUP*)**

***APPLICATION OF IMAGE PROCESSING TECHNIQUE FOR
ANALYSIS TO DETERMINE THE MATURITY LEVEL OF BANANAS
(MUSA ACUMINATA CHAVENDISH SUBGROUP)***



**Miftakhul Munir
05021381823054**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023**

RINGKASAN

MIFTAKHUL MUNIR, Aplikasi Teknik *Image Processing* Untuk Analisis Kematangan Buah Pisang (*Musa Acuminata Chavendish Subgroup*) (dibimbing oleh AMIN REJO dan RIZKY TIRTA ADHIGUNA)

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa penentuan tingkat kematangan buah pisang menggunakan aplikasi *image processing* selain dapat menentukan tingkat kematangan buah pisang berdasarkan warna namun juga dapat mengetahui hubungan warna terhadap sifat fisik dan kimia. Penentuan ini menggunakan metode *non destruktif* dengan memanfaatkan kamera.

Pengolahan citra secara *non-destruktif* untuk menentukan kematangan buah pisang *chavendish* dengan program komputer berdasarkan pengukuran model warna RGB. Pengolahan citra pada 45 buah pisang *chavendish* akan menghasilkan 90 citra sampel. Faktor perlakuan dianalisis menggunakan metode Rancangan Acak Kelompok Faktorial (RAKF) yang digunakan adalah perlakuan *Grade* super, A, B dan perlakuan tingkat kematangan mentah, matang dan lewat matang. Pembelajaran *image processing* digunakan untuk prediksi indeks RGB menggunakan program *graphical user interface* (GUI) Matlab R2018a. Hasil penelitian menunjukkan kadar gula, kekerasan, dan berbeda nyata terhadap faktor B, parameter total asam berbeda nyata terhadap interkasi, dan parameter kadar air tidak berbeda nyata dengan faktor dan interaksi. Hasil korelasi indeks warna dengan komposisi sifat fisik kimia menunjukkan bahwa buah pisang pada nilai indeks warna RGB taraf 33,23 sampai 159,58, kekerasan $44,92 \pm 3,32$ sampai $116,18 \pm 2,98$ gf, gula $14,60 \pm 0,74\%$ sampai $19,82 \pm 1,07\%$, kadar air $0,57 \pm 0,03\%$ sampai $0,75 \pm 0,07\%$, dan kadar asam $0,004 \pm 0,0005\%$ sampai $0,010 \pm 0,0008\%$.

Kata kunci: Pisang Chavendish, Pengolahan Citra Digital, Tingkat Kematangan

SUMMARY

MIFTAKHUL MUNIR, Application Of Image Processing Technique For Analysis To Determine The Maturity Level Of Bananas The Aim Of This Study Was To Determine The Maturity Of Chavendish Bananas (*Musa Acuminata Chavendish Subgroup*). **AMIN REJO** and **RIZKY TIRTA ADHIGUNA**.

This study aimed to analyzed the determination of the maturity level of bananas using the application of image processing techniques. Where in the used of image processing technique beside being able to determine the ripeness level level of bananas based on color, and also determine the relationship between color and physical and chemical properties. This determine used a non destructive method by using a camera.

Non-destructive image processing to determine the ripeness of chavendish bananas with a computer program based on RGB color model measurements. Image processing on 45 chavendish bananas will produce 90 sample images. The treatment factors were analyzed using the Factorial Randomized Block Design (RAKF) method used were the Grade super, A, B treatments and the levels of ripeness, ripe and overripe. Image processing learning is used to predict the RGB index using the Matlab R2018a graphical user interface (GUI) program. The results showed that sugar content, hardness, and hardness were significantly different from factor B, total acid parameters were significantly different from interactions, and water content parameters were not significantly different from factors and interactions. The results of the correlation of the color index with the composition of the physical and chemical properties show that bananas at the RGB color index value range from 33.23 to 159.58, hardness 44.92 ± 3.32 to 116.18 ± 2.98 gf, sugar $14.60 \pm 0.74\%$ to $19.82 \pm 1.07\%$, water content $0.57 \pm 0.03\%$ to $0.75 \pm 0.07\%$, and acid content $0.004 \pm 0.0005\%$ to $0.010 \pm 0.0008\%$.

Keywords: Chavendish Banana, Digital Image Processing, Maturity Level

SKRIPSI

**APLIKASI TEKNIK *IMAGE PROCESSING* UNTUK ANALISIS
MENENTUKAN TINGKAT KEMATANGAN BUAH
PISANG (*MUSA ACUMINATA CHAVENDISH SUBGROUP*)**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan
Gelar Sarjana Teknologi Pertanian
pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya



Miftakhul Munir
05021381823054

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

APLIKASI *IMAGE PROCESSING* UNTUK ANLISA MENENTUKAN TINGKAT KEMATANGAN BUAH PISANG (*MUSA ACUMINATA CHAVENDISH SUBGROUP*)

SKRIPSI

Sebagai Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknologi Pertanian
Pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Oleh:

Miftakhul Munir
05021381823054

Pembimbing I

Palembang, Januari 2023
Pembimbing II



Prof. Dr. Ir. Amin Rejo, M. P.
NIP 196101141990011001



Dr. Rizky Tirta Adhiguna, S.TP., M.Si.
NIP 198201242014041001

Mengetahui,

Wakil Dekan Bidang Akademik



Prof. Dr. Ir. Filla Pratama, M.Sc. (Hons), Ph.D.
NIP 196606301992032002

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Miftakhul Munir

NIM : 05021381823054

Judul : Aplikasi Teknik *Image Processing* Untuk Analisis Menentukan Tingkat Kematangan Buah Pisang (*Musa Acuminata Chavendish Subgroup*)

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat di dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri di bawah supervisi pembimbing kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya, dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila dikemudian hari ditemukan adanya unsur plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak mendapat paksaan dari pihak manapun.



Palembang, Januari 2023



Miftakhul Munir

KATA PENGANTAR

Assalamu'ailakum Wr. Wb.

Puji dan syukur peneliti haturkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kenikmatan yang melimpah serta berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan proposal praktek lapangan yang berjudul “Aplikasi Teknik *Image Processing* Untuk Menentukan Tingkat Kematangan Buah Pisang (*Musa Acuminata Chavendish Subgroup*) “.

Penelitian merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan tingkat sarjana sesuai dengan kurikulum yang ditetapkan oleh Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya, yang dilaksanakan di Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Peneliti menyampaikan terima kasih kepada Bapak Prof. Dr. Ir. Amin Rejo, M. P., dan Dr. Rizky Tirta Adhiguna, S.TP., M.Si., selaku dosen pembimbing akademik yang membimbing penulis dalam menyelesaikan penelitian. Orang tua yang membantu dan senantiasa mensupport setiap waktu, teman-teman yang memberi semangat dan semua pihak yang telah membantu peneliti sehingga penelitian dapat terselesaikan. Semoga penelitian ini dapat memberikan informasi bagi semua yang membutuhkan.

Peneliti mengharapkan kritik dan saran yang membangun bila ada kekurangan dalam penulisan proposal ini. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Akhir kata saya ucapkan terimakasih, wabillahitaufik walhidayah.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Palembang, Januari 2023
Peneliti,

Miftakhul Munir

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan puji dan syukur kepada Allah SWT. yang telah memberikan ridho dan rahmat-Nya, serta orang-orang yang berdedikasi selama masa perkuliahan penulis. Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Yth. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE. IPU. ASEAN Eng., selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Yth. Bapak Prof. Dr. Ir. Ahmad Muslim, M. Agr., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya atas waktu dan bantuan yang diberikan kepada penulis selaku mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
3. Yth. Bapak Dr. Budi Santoso, S.TP, M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknologi Pertanian.
4. Yth. Bapak Dr. Puspitahati, S.TP, M.P., selaku Koordinator Program Studi Teknik Pertanian yang telah memberikan arahan selama penulis menjadi mahasiswa Jurusan Teknologi Pertanian.
5. Yth. Bapak Prof. Dr. Ir. Amin Rejo, M.P., dan Dr. Rizky Tirta Adhiguna, S.TP., M.Si selaku pembimbing akademik, pembimbing skripsi sekaligus orang tua kami yang telah memberikan banyak waktu, arahan, masukan, bimbingan, motivasi kejasama tim, nasihat serta banyak pelajaran yang tidak didapatkan penulis di dalam perkuliahan.
6. Yth. Bapak Dr. Ir. Hersyamsi, M. Agr., selaku penguji skripsi saya yang telah memberikan pengarahan, saran dan masukan dalam penulisan dan perbaikan skripsi sehingga skripsi dapat terselesaikan.
7. Yth. Seluruh Bapak/Ibu dosen Jurusan Teknologi Pertanian yang telah membimbing, memotivasi, mendidik etika dalam bersosialisasi dan mengajarkan ilmu pengetahuan di bidang Teknologi Pertanian.
8. Asisten Laboratorium Kimia Hasil Pertanian dan Staf administrasi akademik Jurusan Teknologi Pertanian, Mba Hafsah, Mba Tika, Kak John dan Mba Desi terima kasih atas segala bantuan dan informasi yang telah diberikan kepada penulis.
9. Kedua orang tua yaitu Asrofi dan Umi Marfi'ah serta keluarga yang telah

mendoakan, menasihati, memberikan dukungan serta motivasi kepada penulis hingga dapat menyelesaikan studi dan mendapatkan gelar Sarjana Teknologi Pertanian (S.TP).

10. Terimakasih kepada Berlin, Billy, Indah, dan Offianda teman seperjuangan, satu Tim penelitian *Image Processing* dan JST yang menjadi teman untuk bertukar pikiran dan teladan dalam penulisan tugas akhir.
11. Terimakasih kepada Ana, Cindy, Dendi, Indri, Joko, Fahri, Reza, dan Mas Anam yang selalu menemani, memotivasi, memberi semangat serta doa kepada penulis dalam mengerjakan skripsi.
12. Saudara kandung yang saya sayangi yakni Afit Ruliawan dan Siti Khoiriyah.
13. Kepada teman seperjuangan Prodi Teknik Pertanian Angkatan 2018 yang telah kebersamai penulis mulai dari awal masuk perkuliahan hingga akhir. Terima kasih atas semangat, motivasi, saran dan bantuan, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhirnya.
14. Kakak Tingkat (2015,2016,2017), Adik tingkat (2019,2021,2022) yang telah membantu selama perkuliahan.
15. Semus pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

DAFTAR ISI

	Halaman
RIWAYAT HIDUP	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan	2
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1. Pisang (<i>Musa Acuminata.</i>)	3
2.2. Sortasi Pascapanen	4
2.3. Image Processing	5
2.4. Warna	7
2.4.1. Modul Warna HSV	7
2.4.2. Modul Warna RGB	8
2.4.3. Modul Warna CMYK	9
2.4.4. Modul Warna CIELAB	10
2.4.5. Ruang Warna YCbCr	10
2.5. Pengolahan Citra untuk Pendugaan Mutu Pada Komoditas Pertanian	11
2.6. <i>Matrix Laboratory</i> (Matlab).....	12
BAB 3. METODELOGI PENELITIAN	13
3.1. Tempat dan Waktu Pelaksanaan	13
3.2. Alat dan Bahan	13
3.3. Metode Penelitian.....	13
3.4. Prosedur Penelitian.....	15
3.4.1. Pengambilan Citra.....	15
3.4.2. Penentuan Variabel Mutu Citra.....	16
3.4.3. Membuat Program <i>Image Processing</i>	16
3.4.4. Pengukuran Kekerasan.....	17

3.4.5. Pengukuran Kadar Air.....	17
3.4.6. Pengukuran Total Padatan Terlarut.....	18
3.4.7. Pengukuran Asam Total.....	18
3.5. Parameter Pengamatan.....	19
3.5.1. Kadar Air.....	19
3.5.2. Kekerasan Buah	19
3.5.3. Total Padatan Terlarut (TPT).....	20
3.5.4. Kadar Asam Total	20
3.6. Data Pengamatan.....	21
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1. Kekerasan Buah Pisang.....	22
4.2. Kadar Gula Buah Pisang	23
4.3. Kadar Air Buah Pisang.....	25
4.4. Total Asam Buah Pisang.....	26
4.5. Pengembangan Sistem Prediksi Kematangan Pisang <i>Chavendish</i>	28
BAB 5 PENUTUP	33
5.1. Kesimpulan	33
5.2. Saran.....	33
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Buah Pisang <i>cavendish</i>	3
Gambar 2.2. Deskripsi Komponen Model warna HSV	7
Gambar 2.3. Model Warna RGB.....	8
Gambar 2.4. Model Warna CMYK.....	9
Gambar 3.1. Elemen-elemen dari Sistem Pengolahan Citra	15
Gambar 4.1. Analisa rata-rata kekerasan pisang chavendish berdasarkan..... kelas	22
Gambar 4.2. Analisa rata-rata kadar gula pisang chavendish berdasarkan kelas	23
Gambar 4.3. Analisa rata-rata kadar air pisang chavendish berdasarkan kelas	25
Gambar 4.4. Analisa rata-rata total asam pisang chavendish berdasarkan kelas	26
Gambar 4.5. Konsep program pengolah citra digital buah pisang	28
Gambar. 4.6. Proses Segmentasi dan <i>thresholding</i>	29
Gambar. 4.7. korelasi indeks warna dengan komposisi sifat fisik kimia kekerasan	29
Gambar. 4.8. korelasi indeks warna dengan komposisi sifat fisik kimia Kadar gula.....	30
Gambar. 4.9. korelasi indeks warna dengan komposisi sifat fisik kimia kadar air	31
Gambar. 4.10. korelasi indeks warna dengan komposisi sifat fisik kimia kadar asam	31

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Spesifikasi Persyaratan Mutu Buah Pisang.....	4
Tabel 3.1. Indeks Kematangan Pisang <i>Cavendish</i>	14
Tabel 3.2. Karakteristik Kelas Mutu Pisang	17
Tabel 3.3. Spesifikasi alat <i>Texture Analyzer</i>	20
Tabel 4.1. Uji BNJ Pada Faktor B Tekstur	23
Tabel 4.2. Uji BNJ Pada Faktor B Kadar Gula.....	24
Tabel 4.3. Uji BNJ Pada Interaksi Kadar Asam	27

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pisang merupakan salah satu produk buah unggulan nasional. Buah pisang disukai banyak orang karena dapat dikonsumsi di segala tingkatan usia dari bayi hingga orang tua. Buah pisang dapat diolah dalam keadaan mentah maupun matang. Pisang mentah dapat diolah menjadi gaplek, tepung, dan keripik, sedangkan pisang matang dapat diolah menjadi anggur, sari buah, digoreng, direbus, kolak, getuk, selai, dodol, saus, dan sale (Kuntarsih, 2012).

Setiado *et al*, (2015) melaporkan pengembangan komoditas pisang bertujuan memenuhi kebutuhan akan konsumsi buah seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dan meningkatnya kesadaran masyarakat akan pentingnya gizi dimana pisang merupakan sumber vitamin, mineral dan karbohidrat. Pisang merupakan sumber karbohidrat, vitamin A dan C, serta mineral. Komponen karbohidrat terbesar pada buah pisang adalah pati pada daging buahnya, dan akan diubah menjadi sukrosa, glukosa dan fruktosa pada saat pisang matang (15-20 %).

Donowarti dan Qomarudin, (2016) menjelaskan bahwa masalah yang sering muncul pada komoditi ekspor buah-buahan Indonesia adalah kualitasnya saat sampai di negara tujuan. Buah pisang memerlukan waktu yang lama dalam perjalanannya menuju konsumen akhir di negara tujuan, jika tidak ditangani secara baik pisang dapat menjadi busuk sesampainya di tempat tujuan, ketidakeragamannya tingkat kematangan adalah salah satu masalah yang serius dalam ekspor dan perlu penanganan akurat, maka perlu ada keseragaman tingkat kematangan sehingga penanganannya mudah. Berdasarkan permasalahan yang ditemukan dilapangan, dibutuhkan teknologi penanganan pasca panen yang lebih cepat dengan tingkat kesalahan yang relatif rendah untuk mengganti metoda manual yang dilakukan. Salah satu alternatif teknologi yang dapat digunakan untuk sortasi secara visual adalah menggunakan *image processing*, karena sebagian besar pemutuan pisang yang berdasarkan Standar Nasional Indonesia dan prasyarat mutu pisang segar agar sesuai dengan permintaan pasar dapat dinilai secara visual seperti warna buah, kotoran, cacat permukaan kulit, dan diameter.

Pisang banyak dijumpai di wilayah beriklim tropis, jika tanaman pisang dibudidayakan secara komersial dan diolah dengan baik, keuntungannya tidak kalah dengan komoditi dikarenakan lain buah pisang berhasil diekspor. Di Sumatera Selatan terdapat banyak jenis pisang digunakan sebagai olahan produksi, salah satunya jenis pisang kepok, lilin, dan pisang ambon serta pisang emas. Tingkat produksi buah pisang di Indonesia berada di atas komoditas buah-buahan lainnya. Produksi pisang pada tahun 2021 mencapai 354.143 ton, meningkat 33,07% dari tahun sebelumnya 114.140 ton (BPS, 2022).

Cara mengidentifikasi dan mendeteksi kematangan buah yang dilakukan masih banyak menggunakan cara manual dengan dilakukan berdasarkan pengamatan visual secara langsung pada buah yang diklasifikasi. Kelemahan pengklasifikasian manual dipengaruhi subjektivitas operator sortir sehingga pada kondisi tertentu tidak konsisten dalam proses pengklasifikasiannya. Kondisi buah pisang ditentukan oleh beberapa parameter, diantaranya adalah parameter tingkat kematangan dilihat dari sisi warna dari pisang. Mutu pisang yang baik ditentukan oleh tingkat ketuaan buah dan penampakannya. Tingkat ketuaan buah diukur berdasarkan umurnya, sedangkan penampakan yang baik diperoleh dari penanganan pasca panen yang baik (Siregar *et al.*, 2015).

Teknik pengolahan citra dapat memberikan informasi yang baik jika digabungkan dengan sistem pengambilan keputusan sehingga dapat memberikan hasil akurasi yang tinggi. Dasar pemikiran tersebut yang menjadi latar belakang dilakukan penelitian teknik *image processing* dalam menentukan tingkat kematangan buah pisang dari perbedaan umur petik.

1.1. Tujuan

Penulis melakukan penelitian dengan bertujuan untuk menentukan mutu buah pisang dengan menerapkan teknik *image processing* dalam menentukan tingkat kematangan buah pisang berdasarkan warna, serta hubungan warna terhadap perubahan sifat fisik dan kimia.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, M. 2019. *Penentuan Mutu Buah Tomat (Solanum Lycopersicum) Menggunakan Pengolahan Citra Digital Berbasis Jaringan Syaraf Tiruan*. Skripsi. Indralaya: Universitas Sriwijaya
- Andono, P. N., Sutojo, dan Muljono. 2017. *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: Andi.
- Angelia, I. O. 2017. Kandungan pH, Total Asam Titrasi, Padatan Terlarut dan Vitamin C Pada Beberapa Komoditas Hortikultura. *Journal Of Agritech Science*, 1(2), 68-74.
- Arthawan, I. G., Praja, N. J., dan Kencana, P. K. 2021. Pengaruh Konsentrasi Asap Cair Bambu Tabah (*Gigantochloa Nigrociliata* Buse-Kurz) Dan Lama Perendaman Terhadap Kesegaran Pisang Cavendish (*Musa Acuminata*). *Jurnal Beta*, 9(1), 45-55.
- Astrianda, N. 2020. Klasifikasi Kematangan Buah Tomat Dengan Variasi Mode Warna Menggunakan *Support Vector Machine*. *Vocational Education and Technology Journal*, 1(2), 44-51.
- Apriani, S. 2017. *Penerapan Image Processing Untuk Mengetahui Tingkat Kematangan Buah Belimbing Manis*. Skripsi. Indralaya: Universitas Sriwijaya.
- BPS, 2022. *Statistik Produksi Buah Pisang*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Bethaningtyas, H., Ihsan, N., dan Suwandi. 2015. *Sistem Otomasi Dalam Penyortiran Tomat Dengan Image Processing Menggunakan Metode Deteksi RGB*. Skripsi. Bandung: Universitas Telkom.
- Donowarti, I., dan Qomarudin. 2016. Pengembangan Metode Teknik *Image Processing* Untuk Pemutuan (*Grading*) Buah Pisang Cavendish Segar Secara Non Destruktif. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian "AGRIKA"*, 10(2), 130-143.
- Faizzah, M. R., 2018. *Kajian Mutu Belimbing Manis (Averrhoa carambola L.) Pada Variasi Masa Simpan Dengan Pengolahan Citra Digital Berdasarkan Sifat Fisik dan Kimia*. Skripsi. Universitas Jember.
- Hajir, M. I., 2016. *Kajian Sifat Mangga Golek (Mangifera Indica L.) Berdasarkan Umur Simpan Menggunakan Pengolahan Citra*. Skripsi. Jember: Universitas Jember.
- Hardiyanti, E. F., 2019. *Karakteristik Fisiokimia dan Organoleptik Manisan Kering Belimbing Wuluh (Averrhoa bilimbi L.) Berdasarkan Variasi Konsentrasi Gula Merah dan Jenis Perendam*. Skripsi. Universitas Jember

- Ifmalinda, Fahmy, K., Dan Fitria , E. 2018. Prediksi Tingkat Kematangan Buah Jeruk Siam Gunung Omeh (*Citrus Nobilis Var. Microcarpa*) Dengan Pengolahan Citra. *Jurnal Keteknikan Pertanian*, 6(3), 335-342.
- Kuntarsih, S. 2012. *Pedoman Penanganan Pascapanen pisang*. Jakarta: Direktorat Penanganan dan Pascapanen Buah Kementerian Pertanian.
- Ladipi, I. A. 2020. *Penerapan Image Processing Untuk Mengetahui Tingkat Kematangan Buah Tomat. Slripsi*. Indralaya: Univer sitas Sriwijaya.
- Loka, H., Novidahlia, N., Dan Hutami, R. 2017. Keripik Simulasi Ekstrak Daun Cincau Hijau (*Premna Oblongifolia* Merr). *Jurnal Agroindustri Halal*, 3(2), 152-159.
- Maimunah, Yulianto, D., dan Whidhiasih, R. 2017. Klasifikasi Tahap Kematangan Pisang Ambon Berdasarkan Warna Menggunakan Naive Bayes. *Jurnal Penelitian Ilmu Komputer, Sistem Embedded dan Logic*, 5(2), 60-67.
- Murinto, dan Indarto. 2017. Deteksi Kematangan Buah Pisang Berdasarkan Fitur Warna Citra Kulit Pisang Menggunakan Metode Transformasi Ruang Warna HIS. *JUITA*, 5(1), 15 – 21.
- Niryati, L., dan Novianti. 2014. *Outlook Komoditi Pisang*. Jakarta: Sekertaris Jenderal Kementerian Pertanian.
- Pande, N., Defiani, M., Dan Arpiwi, N. 2017. Kandungan Gula Tereduksi Dan Vitamin C Dalam Buah Pisang Nangka (*Musa Paradisiaca* Forma *Typica*) Setelah Pemeraman Dengan Etherel Dan Daun Tanaman. *Jurnal Simbiosis*, V(2), 64-68.
- Purwanto, Y., Pradhana, A., Dan Hasbullah, R. 2013. Pengaruh Penambahan Kalium Permanganat Terhadap Mutu Pisang (Cv. Mas Kirana) Pada Kemasan Atmosfir Termodifikasi Aktif. *Jurnal Pascapanen*, 10(2), 83-94
- Rahmat, M., Sutisna, P. S., Waluyo, R., Dan Aldianyah, F. 2020. Aplikasi Pengolahan Citra Untuk Proses Sortasi Buah Mangga Berdasarkan Dimensi Dan Bobot. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Dan Biosistem*, 8(1), 12-19.
- Ratna, S. 2020. Pengolahan Citra Digital Dan Histogram Dengan *Phyton* Dan *Text Editor Phychram*. *Jurnal Teknologia*, 11(3), 181-186.
- Riana, D., Luthfi, I., dan Weko, S. 2017. Teknik Pengolahan Citra Menggunakan Aplikasi Matlab Pada Pengukuran Diameter Buah Jeruk Keprok. *JCIT*, 2(1), 46-52.
- Rulaningtyas, R., Suksmono, A. B., Mengko, T. L., dan Saptawati, G. A. (2015). Segmentasi Citra Berwarna dengan Menggunakan Metode *Clustering* Berbasis Patch untuk Identifikasi *Mycobacterium Tuberculosis*. *Jurnal Biosains Pascasarjana*, 17(1), 19-25.

- Setiado, H., Monica, D., dan Eva, S. 2015. Identifikasi Karakter Morfologis Pisang (*Musa spp.*) di Kabupaten Deli Serdang. *Jurnal Agroekoteknologi* ., 4(1), 1911-1924.
- Seventilofa, I. O., dan Meikapasa, N. P. 2016. Karakteristik Total Padatan Terlarut (TPT), Stabilitas Likopen dan Vitamin C Saus Tomat pada Berbagai Kombinasi Suhu dan Waktu Pemasakan. *Ganec Swara*, 10(1), 81-86.
- Simon, A. 2019. *Implementasi Metode Color Model Filtering Hsv Untuk Mendeteksi Bola Pada Robot Sepak Bola Beroda*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Siregar, T. M. 2015. Identifikasi Kematangan Buah Pisang (*Musa Paradisiaca*) Dengan Teknik Jaringan Syaraf Tiruan. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*, 3(2), 261-265.
- Soediby, D. W. 2012. *Pengembangan Sistem Pemutuan Berbasis Pengolahan Citra Dan Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Alat Sortasi Kopi Beras Tipe Konveyor Sabuk*. Skripsi. Bogor: Sekolah Pascasarjana IPB.
- Sulistiyana, E., dan Handayani, M. 2021. Aplikasi *Edible Coating* Pati Buah Sukun (*Artocarpus Altilis*) Pada Buah Belimbing (*Averrhoa Carambola L.*). *Jurnal Upi*, 6(1), 59-69.
- Sumihar, S. T. T., Siahaan, S. R., Pujiastuti, E. S., dan Laia, D. A. S. 2021. Pupuk Daun Sebagai Sumber Nutrisi Media Kultur Perbanyakan Pisang Raja Bulu (*Musa paradisiaca L. Cv. Raja Bulu*) Secara In Vitro. *Jurnal Ilmu Pertanian*, 9(2), 89-94.
- Sutriana. 2018. *Analisis Keragaman Morfologi Dan Anatomi Pisang Tanduk (Musa Paradisiaca) Di Kabupaten Enrekang*. Skripsi. Makassar: UIN Alaudin Makassar.
- Swara, E. P, 2011. *Perlakuan Pendahuluan Buah Pisang Cavendish (Musa Cavendishii) Untuk Penyimpanan*. Skripsi Bogor: Institut Pertanian Bogor
- Tahir, M. M., Tawali, A. B., dan Andriana, F. D. 2018. Pemanfaatan Pisang Kepok (*Musapradisiaca Formatypica*) Dan Terung Belanda (*Solanum Betaceum Cav.*) Pada Pembuatan Fruit Leather. *Jurnal Teknologi pangan, Gizi, dan Kuliner*, 1(1), 78-89.
- Widodo, W. D., dan Suketi, K. 2019. Evaluasi Kematangan Pascapanen Pisang Barangan untuk Menentukan Waktu Panen Terbaik Berdasarkan Akumulasi Satuan Panas. *Jurnal Bul. Agrohorti*, 7(2), 162-171.
- Zulkarnain, H. 2016. *Rancang Bangun Sistem Pencampuran Cat Menggunakan Visual Studio Berbasis Image Processing Matching Template*. Skripsi. Jember: Universitas Jember.