

ISSN (p) : 2302-559X
ISSN (e) : 2549-0818



Teknik Pertanian Lampung JURNAL

Vol. 7, No. 2, Agustus 2018



Jurnal Teknik
Pertanian Lampung

Volume
7

No.
2

Hal
63-121

Lampung
Agustus 2018

(p) 2302-559X
(e) 2549-0818

Published by: Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Lampung



Jurnal Teknik Pertanian (J-TEP) merupakan publikasi ilmiah yang memuat hasil-hasil penelitian, pengembangan, kajian atau gagasan dalam bidang keteknikan pertanian. Lingkup penulisan karya ilmiah dalam jurnal ini antara lain: rekayasa sumber daya air dan lahan, bangunan dan lingkungan pertanian, rekayasa bioproses dan penanganan pasca panen, daya dan alat mesin pertanian, energy terbarukan, dan system kendali dan kecerdasan buatan dalam bidang pertanian. J-TEP terbit sebanyak 3 (tiga) kali dalam satu tahun. Mulai tahun 2018 J-TEP menerbitkan jurnla pada bulan April, Agustus, dan Desember. J-TEP terbuka untuk umum, peneliti, mahasiswa, praktisi, dan pemerhati dalam dunia keteknikan pertanian.

Ketua Editor

Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P

Reviewer

Prof. Dr. Ir, R.A. Bustomi Rosadi, M.S. (Manajemen Irigasi, Universitas Lampung)
Prof. Dr. Ir. Udin Hasanudin, M.T (Pengelolaan Limbah Agroindustri, Universitas Lampung)
Ir. Mimin Muhaemin, M.Eng., Ph.D (Mekanisasi Pertanian, Universitas Padjajaran)
Dr. Ir. Sugeng Triyono, M.Sc. (Rekayasa Sumberdaya Lahan dan Air, Universitas Lampung)
Dr. Eng Muhammad Makky (Teknik Biosistem, Universitas Andalas)
Dr. Diding Suhandy, S.TP., M.Agr (Spektroskopi, Universitas Lampung)
Dr. Ir. Wiludjeng Trisasiwi, MP (Energi Terbarukan, Universitas Jenderal Soedirman)
Dr. Sri Rahayoe, S.TP, M.P (Pengolahan Pangan, Universitas Gadjah Mada)

Dewan Redaksi

Ketua : Ahmad Tusi, S.TP, M.Si
Sekretaris : Cicih Sugianti, S.TP, M.Si
Anggota : Dr. Mareli Telaumbanuwu, S.TP, M.Sc
Winda Rahmawati, S.TP, M.Si., M.Sc
Tri Wahyu Saputra, S.T.P. M.Sc.

Jurnal Teknik Pertanian diterbitkan oleh Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Lampung.

Alamat Redaksi J-TEP:

Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian
Universitas Lampung
Jl. Soemantri Brodjonegoro No.1
Telp. 0721-701609 ext. 846
Website : <http://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/JTP>
Email : jurnal_tep@fp.unila.ac.id dan ae.journal@yahoo.com

PENGANTAR REDAKSI

Dengan mengucapkan puji syukur kepada Allah yang Maha Kuasa, Jurnal Teknik Pertanian (J-TEP) Volume 7 No 2 Tahun 2018 dapat diterbitkan. Pada edisi kali ini dimuat 7 (tujuh) artikel yang merupakan karya tulis ilmiah dari berbagai bidang kajian dalam dunia Keteknikan Pertanian yang meliputi modifikasi mesin peniris minyak dan analisis kelayakan produksi keripik bayam, kajian media tanam hidroponik dengan media baglog dan arang sekam, penentuan parameter kinetika pada sintesis biodeisel, evaluasi non-destruktif asam lemak bebas dengan spektroskopi, uji kinerja alat pengering jagung, unjuk kerja mesin pemotong padi, dan evaluasi mutu biji melinjo dengan citra digital.

Pada kesempatan kali ini kami menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada para penulis atas kontribusinya dalam Jurnal TEP dan kepada para reviewer/penelaah jurnal ini atas peran sertanya dalam meningkatkan mutu karya tulis ilmiah yang diterbitkan dalam edisi ini.

Akhir kata, semoga Jurnal TEP ini dapat bermanfaat bagi masyarakat dan memberikan kontribusi yang berarti bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya di bidang keteknikan pertanian.

Redaksi J TEP-Lampung

ISSN (p): 2302-559X

ISSN (e): 2549-0818

	<i>Halaman</i>
Daftar isi	
Pengantar Redaksi	
MODIFIKASI MESIN PENIRIS MINYAK DAN KELAYAKAN FINANSIAL PRODUKSI KERIPIK BAYAM <i>Ahmad Thoriq, Totok Herwanto, Drupadi Ciptaningtyas</i>	63-71
PENENTUAN NILAI PARAMETER KINETIKA ORDE SATU PADA SINTESIS BIODIESEL DARI MINYAK JELANTAH <i>Amieria Citra Gita, Agus Haryanto, Tri Wahyu Saputra, Mareli Telaumbanua</i>	72-79
EVALUASI NON-DESTRUKTIF KANDUNGAN ASAM LEMAK BEBAS (ALB) TANDAN BUAH SEGAR (TBS) KELAPA SAWIT DENGAN METODE NIR SPEKTROSKOPI <i>Zaqlul Iqbal, Sam Herodian, Slamet Widodo</i>	80-87
UJI KINERJA ALAT PENDINGIN SILINDER VERTIKAL PADA PROSES PENDINGINAN JAGUNG (<i>Zea mays ssp.mays</i>) <i>Made Aditya Putra, Sandi Asmara, Cicih Sugianti, Tamrin</i>	88-96
UNJUK KERJA MESIN PEMOTONG PADI (<i>PADDY MOWER</i>) SAAT PEMANENAN PADI (<i>Oryza Sativa L.</i>) DI LAHAN BASAH <i>Siti Anisa, Siti Suharyatun, Oktafri, Sandi Asmara</i>	97-105
EVALUASI MUTU BIJI MELINJO (<i>Gnetum gnemon L.</i>) MENGGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA DIGITAL <i>Slamet Widodo dan Muhammad Kalili</i>	106-114
KAJIAN MEDIA TANAM HIDROPONIK DARI CAMPURAN BAHAN BAKU LIMBAH BAGLOG DAN ARANG SEKAM <i>Dyah Isworo, Sugeng Triyono, Agus Haryanto, Iskandar Zulkarnain</i>	115-121

PEDOMAN PENULISAN ARTIKEL BAGI PENULIS

- 1) **Naskah:** Redaksi menerima sumbangan naskah/tulisan ilmiah dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris, dengan batasan sebagai berikut :
 - a. Naskah diketik pada kertas ukuran A4 (210mm x 297mm) dengan 2 spasi dan ukuran huruf Times New Roman 12pt. Jarak tepi kiri, kanan, atas, dan bawah masing-masing 3 cm. Panjang naskah tidak melebihi 20 halaman termasuk abstrak, daftar pustaka, tabel dan gambar. **Semua tabel dan gambar ditempatkan terpisah pada bagian akhir naskah (tidak disisipkan dalam naskah)** dengan penomoran sesuai dengan yang tertera dalam naskah. Naskah disusun dengan urutan sebagai berikut: Judul; Nama Penulis disertai dengan catatan kaki tentang instansi tempat bekerja; Pendahuluan; Bahan dan Metode; Hasil dan Pembahasan; Kesimpulan dan Saran; Daftar Pustaka; serta Lampiran jika diperlukan. Template penulisan dapat didownload di <http://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/JTP>
 - b. **Abstrak (Abstract)** dalam bahasa Indonesia dan bahasa Inggris, tidak lebih dari 200 kata. Mengandung informasi yang tertuang dalam penulisan dan mudah untuk dipahami. Ringkasan (abstract) harus memuat secara singkat latar belakang, tujuan, metode, serta kesimpulan dan yang merupakan *high light* hasil penelitian.
 - c. **Pendahuluan:** memuat latar belakang masalah yang mendorong dilaksanakannya perekayasaan dan penelitian, sitasi dari temuan-temuan terdahulu yang berkaitan dan relevan, serta tujuan perekayasaan atau penelitian.
 - d. **Bahan dan Metoda:** secara jelas menerangkan bahan dan metodologi yang digunakan dalam perekayasaan atau penelitian berikut dengan lokasi dan waktu pelaksanaan, serta analisis statistik yang digunakan. Rujukan diberikan kepada metoda yang spesifik.
 - e. **Hasil dan Pembahasan:** Memuat hasil-hasil perekayasaan atau penelitian yang diperoleh dan kaitannya dengan bagaimana hasil tersebut dapat memecahkan masalah serta implikasinya. Persamaan dan perbedaannya dengan hasil perekayasaan atau penelitian terdahulu serta prospek pengembangannya. Hasil dapat disajikan dengan menampilkan gambar, grafik, ataupun tabel.
 - f. **Kesimpulan dan Saran:** memuat hal-hal penting dari hasil penelitian dan kontribusinya untuk mengatasi masalah serta saran yang diperlukan untuk arah perekayasaan dan penelitian lebih lanjut.
 - g. **Daftar Pustaka:** disusun secara alfabetis menurut penulis, dengan susunan dan format sebagai berikut: Nama penulis didahului nama family/nama terakhir diikuti huruf pertama nama kecil atau nama pertama. Untuk penulis kedua dan seterusnya ditulis kebalikannya. Contoh:
 - Kepustakaan dari Jurnal:
Tusi, Ahmad, dan R.A. Bustomi Rosadi. 2009. *Aplikasi Irigasi Defisit pada Tanaman Jagung*. Jurnal Irigasi. 4(2): 120-130.
 - Kepustakaan dari Buku:
Keller, J., and R.D. Bleisner. 1990. *Sprinkle and Trickle Irrigation*. AVI Publishing Company Inc. New York, USA.
 - h. **Satuan:** Satuan harus menggunakan system internasional (SI), contoh : m (meter), N (newton), °C (temperature), kW dan W (daya), dll.
- 2) **Penyampaian Naskah:** Naskah/karya ilmiah dapat dikirimkan ke alamat dalam bentuk *soft copy* ke :
Redaksi J-TEP (Jurnal Teknik Pertanian Unila)
Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian
Universitas Lampung
Jl. Sumantri Brodjonegoro No. 1
Telp. 0721-701609 ext. 846
Website : <http://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/JTP>
Email : jurnal.tep@fp.unila.ac.id atau ae.journal@yahoo.com
- 3) Selama proses penerimaan karya ilmiah, penelaahan oleh Reviewer, sampai diterimanya makalah untuk diterbitkan dalam jurnal akan dikonfirmasi kepada penulis melalui email.
- 4) Reviewer berhak melakukan penilaian, koreksi, menambah atau mengurangi isi naskah/tulisan bila dianggap perlu, tanpa mengurangi maksud dan tujuan penulisan.

EVALUASI MUTU BIJI MELINJO (*Gnetum gnemon* L.) MENGGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA DIGITAL

QUALITY EVALUATION OF MELINJO SEEDS (*Gnetum gnemon* L.) USING DIGITAL IMAGE PROCESSING

Slamet Widodo^{1✉}, Muhammad Kalili¹

Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor
Kampus IPB Darmaga PO BOX 220 Bogor, Indonesia 16680

✉Komunikasi penulis, email: slamet_ae39@apps.ipb.ac.id

DOI:<http://dx.doi.org/10.23960/jtep-lv7i2.106-114>

Naskah ini diterima pada 03 Juni 2018; revisi pada 17 Agustus 2018;
disetujui untuk dipublikasikan pada 30 Agustus 2018

ABSTRACT

*Some studies show that melinjo (*Gnetum gnemon* L.) seed extract contains various active ingredients that are beneficial to human health; even it has been commercialized as a health supplement product. Quality of seeds as raw material becomes one of key factors that determine the quality of product derived from melinjo seed extract. Therefore sorting becomes a critical process. However the sorting of good quality and broken seeds (moldy, chalky and perforated/infected insects) is still done manually with visual observations that tend to be inaccurate and inconsistent. This study aims to develop a new method for evaluation of quality of melinjo seeds based on digital image processing. The image is taken using two lighting systems i.e. frontlight and backlight. The results show that using color features (RGB and HSV) and certain threshold values, good quality and broken seeds can be distinguished by 92.5% and 100% accuracy using frontlight and backlight image respectively. It indicates that digital image processing can be used as an alternative method for quality evaluation of melinjo seed.*

Keywords: *digital image processing, *Gnetum gnemon* L. seed, quality evaluation, sorting*

ABSTRAK

Beberapa studi menunjukkan bahwa ekstrak biji melinjo (*Gnetum gnemon* L.) mengandung berbagai bahan aktif yang bermanfaat bagi kesehatan, bahkan telah dikomersialkan sebagai produk suplemen kesehatan. Kualitas biji sebagai bahan baku menjadi salah satu faktor kunci yang menentukan kualitas produk yang berasal dari ekstrak biji melinjo. Oleh karena itu penyortiran menjadi proses yang kritis. Namun penyortiran biji berkualitas baik dan biji rusak (berjamur, berkapur dan berlubang/terinfeksi serangga) masih dilakukan secara manual dengan pengamatan visual sehingga cenderung tidak akurat dan tidak konsisten. Penelitian ini bertujuan mengembangkan metode baru untuk evaluasi kualitas biji melinjo berbasis pengolahan citra digital. Citra diambil menggunakan dua sistem pencahayaan yaitu *frontlight* dan *backlight*. Hasil analisis menunjukkan bahwa dengan menggunakan fitur warna (RGB dan HSV) dan nilai *threshold* tertentu biji berkualitas baik dan biji rusak dapat dibedakan dengan akurasi 92.5% menggunakan citra *frontlight* dan 100% menggunakan citra *backlight*. Hal ini mengindikasikan bahwa penggunaan pengolahan citra digital dapat digunakan sebagai metode alternatif untuk evaluasi kualitas biji melinjo.

Kata Kunci: *biji melinjo, evaluasi mutu, pengolahan citra digital, sortasi*

I. PENDAHULUAN

Melinjo (*Gnetum gnemon* L.) merupakan salah satu tanaman asli Indo-Malaya (Kato *et al.*, 2009) yang dikenal luas oleh masyarakat. Hampir seluruh bagian dari tanaman ini dapat dimanfaatkan baik sebagai bahan pangan (bunga, buah, dan daun) maupun sebagai bahan bakar atau bahan baku perkakas (batang). Salah satu produk olahan melinjo yang terkenal adalah 'emping' melinjo yang biasa dikonsumsi sebagai makanan ringan maupun sebagai pendamping berbagai produk kuliner tradisional. Kandungan purin yang tinggi pada biji melinjo dapat menyebabkan peningkatan produksi asam urat yang dapat menimbulkan peradangan kronis pada persendian (Terkeltaub, 2010) sehingga banyak orang, khususnya yang bermasalah dengan asam urat, menghindari untuk mengonsumsinya.

Terpas dari pandangan negatif terkait melinjo dan asam urat, beberapa studi justru menunjukkan bahwa ekstrak berbagai bagian dari tanaman melinjo seperti kulit dan biji melinjo mengandung berbagai bahan aktif yang bermanfaat bagi kesehatan. Tepung melinjo dilaporkan kaya akan kandungan nutraceutical (*nutritional-pharmaceutical*) sehingga berpotensi tinggi untuk digunakan sebagai bahan baku untuk mengembangkan makanan fungsional baru yang murah (Bhat dan Yahya, 2014). Ekstrak biji melinjo kaya akan berbagai senyawa aktif seperti trans-resveratrol yang biasa dikenal dengan "*melinjo resveratrol*" yang dilaporkan memiliki beberapa fungsi farmakologi seperti antioksidan dan antimikroba (Ikuta *et al.*, 2015). Biji melinjo juga mengandung konsentrasi protein tinggi sehingga dapat dikembangkan sebagai sumber protein fungsional yang cocok dan suplemen makanan nutraceutical dengan bioavailabilitas yang tinggi (Siswoyo *et al.*, 2011). Bahkan produk suplemen ini telah dikomersilkan dan diperdagangkan di pasar internasional oleh salah satu perusahaan Jepang (Hosoda Company, 2013).

Kualitas akhir produk yang berasal dari ekstrak biji melinjo sangat ditentukan oleh kualitas biji itu sendiri. Ada berbagai faktor yang dapat mempengaruhi kualitas biji melinjo seperti umur panen, penanganan pasca panen, dan ada/

tidaknya serangan serangga/jamur pada biji. Salah satu penanganan pasca panen yang cukup kritis adalah sortasi, yaitu pemisahan biji melinjo berkualitas baik dengan biji rusak (berkapur, berjamur, atau berlubang/terserang serangga). Sejauh ini proses sortasi masih dilakukan secara manual dengan menggunakan pengamatan visual. Hal ini membuat proses sortasi cenderung tidak akurat dan tidak konsisten karena sangat tergantung pada konsentrasi, kecermatan dan juga kondisi fisik pekerja.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan metode baru untuk evaluasi kualitas biji melinjo berbasis pengolahan citra digital. Secara lebih rinci dalam penelitian ini akan dilakukan karakterisasi fitur citra biji melinjo untuk mengetahui fitur yang tepat untuk evaluasi mutu biji melinjo, menggunakan fitur terpilih dalam pengembangan program pengolahan citra dan klasifikasi mutu biji melinjo, serta mengevaluasi kinerja dari sistem yang dikembangkan. Pengolahan citra digital telah banyak digunakan untuk evaluasi mutu berbagai produk pertanian seperti biji-bijian, buah, sayuran dan produk olahan (Gong *et al.*, 2015; Cubero *et al.*, 2011; Du dan Sun, 2004). Penggunaan metode pengolahan citra digital untuk inspeksi produk dinilai lebih konsisten, efisien dan hemat biaya sehingga cocok untuk diterapkan pada skala industri.

II. BAHAN DAN METODA

2.1. Sampel Biji Melinjo

Sampel biji melinjo (*Gnetum gnemon* L.) diperoleh dari kelompok petani melinjo di Kediri, Jawa Timur yang juga merupakan pemasok biji melinjo sebagai bahan baku suplemen kesehatan. Biji Melinjo yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari buah yang sudah cukup masak yaitu buah berwarna kuning sampai merah. Setelah panen, kulit luar buah segar dikupas dan bijinya kemudian dikeringkan hingga kadar air 12% dengan menggunakan pengering efek rumah kaca. Cangkang biji kemudian kupas untuk mendapatkan biji bersih. Selanjutnya biji berkualitas baik dan biji rusak (berjamur, berkapur, dan berlubang/terinfeksi serangga) dipisahkan secara manual oleh pekerja berpengalaman (Gambar 1).



Gambar 1. Empat kelompok sampel biji melinjo yang digunakan: a) biji berkualitas baik, b) biji berlubang, c) biji berjamur and d) biji berkapur.

Untuk setiap kelompok biji berkualitas baik dan rusak (berjamur, kapur, dan terinfeksi serangga) dipilih 40 sampel biji dan pada setiap pengambilan citra digunakan empat biji dari masing-masing kelompok sehingga diperoleh total 40 buah citra (160 biji) yang selanjutnya diolah dan dianalisis. Selain itu juga diambil beberapa citra lain dengan menggunakan sampel campuran dari beberapa kelompok biji untuk ilustrasi.

2.2. Sistem Akuisisi Citra

Biji melinjo dengan kualitas baik mempunyai karakteristik warna kuning kecokelatan dan agak transparan. Berbeda dengan biji melinjo yang rusak (berjamur, berkapur dan berlubang/terserang serangga) yang cenderung gelap dan tidak transparan. Mempertimbangkan hal ini maka dalam penelitian ini coba digunakan dua sistem pencahayaan yaitu pencahayaan depan (*frontlight*) khususnya untuk menangkap informasi warna dan pencahayaan belakang (*backlight*) khususnya untuk menangkap informasi terkait transparansi biji. Ilustrasi sistem akuisisi citra yang dikembangkan dapat dilihat di Gambar 2.

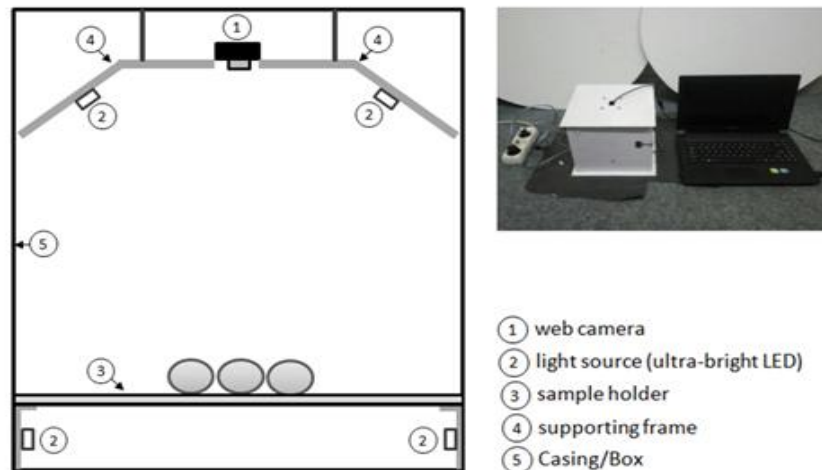
Sistem yang dikembangkan terdiri dari CMOS *web camera* yang terhubung dengan laptop (Intel Core i5-3210M CPU @2,50 GHz, 4 GB RAM) sebagai unit pengambil dan pengolah citra, *ultra-bright Light Emitting Diode (LED) strip* sebagai sumber pencahayaan baik untuk *frontlight* maupun *backlight*, plat kaca sebagai tempat sampel, rangka pendukung dan kotak pelindung yang terbuat dari plat besi untuk menghindari

pengaruh cahaya luar. Untuk pengambilan citra, kamera diposisikan di atas objek dengan ketinggian 80 mm. Pengambilan citra dilakukan menggunakan program yang dilengkapi dengan *General User Interface (GUI)* pada MATLAB R2014. Citra yang ditangkap berukuran 320×240 piksel dan disimpan dalam format bitmap (*.bmp).

2.3. Pengolahan Citra dan Analisis Data

Citra yang diperoleh selanjutnya diolah dan dianalisis menggunakan MATLAB R2014. Salah satu proses penting dalam pengolahan citra adalah segmentasi yaitu proses partisi citra digital menjadi beberapa segmen (set piksel) untuk menyederhanakan dan/atau mengubah representasi suatu citra sehingga lebih bermakna dan lebih mudah dianalisis (Saphiro dan Stockman, 2001). Ada berbagai metode yang dapat digunakan untuk melakukan segmentasi menggunakan warna, tekstur, dan bentuk sebagaimana diulas oleh Payne dan Walsh (2014), salah satunya adalah segmentasi warna menggunakan metode *region-based global thresholding*. Metode ini dipilih karena dapat memberikan informasi lebih banyak pada tingkat piksel dibandingkan segmentasi berdasarkan citra *grayscale* dan dapat mencari piksel-piksel yang terhubung dan memiliki nilai fitur yang serupa (Momin *et al.*, 2017).

Untuk memisahkan citra biji melinjo dari *background*, dilakukan konversi nilai RGB menjadi nilai HSV, selanjutnya dilakukan karakterisasi nilai H, S, dan V untuk citra biji melinjo dan *background*. Berdasarkan *plotting*



Gambar 2. Konfigurasi sistem pengambilan citra

nilai H, S, dan V dapat ditentukan fitur dan nilai *threshold* yang tepat untuk melakukan segmentasi citra biji melinjo dari *background*-nya. Namun untuk bisa memperoleh hasil segmentasi yang baik perlu dilakukan beberapa operasi morfologi tambahan seperti *smoothing*, *filling*, dilasi dan erosi.

Setelah segmentasi citra bisa dilakukan dengan baik, maka proses dilanjutkan dengan karakterisasi informasi warna pada citra biji melinjo. Fitur warna yang digunakan dalam penelitian ini adalah fitur warna dasar yang meliputi R, G, B, H, S, V serta rasio dari nilai-nilai tersebut. Pada penelitian ini semua nilai warna tersebut dinormalisasi sehingga nilainya berada pada selang 0-1. Menggunakan analisis statistik diskriptif sederhana (rata-rata dan standar deviasi) selanjutnya dipilih fitur dan nilai *threshold* yang dapat digunakan untuk evaluasi dan klasifikasi biji melinjo yang berkualitas baik dan rusak. Pada tahap akhir dilakukan integrasi seluruh proses ke dalam satu program pengolahan citra yang utuh sehingga dari input berupa citra yang diperoleh dari sistem akuisisi citra akan diperoleh output berupa hasil klasifikasi mutu biji melinjo dalam bentuk citra yang telah diberi label/warna sesuai mutunya.

2.4. Uji Kinerja

Uji kinerja terhadap dilakukan untuk mengetahui sejauh mana sistem yang dikembangkan dapat mencapai tujuan yang diinginkan yaitu melakukan evaluasi dan

mengklasifikasikan biji melinjo berkualitas baik dan biji rusak. Dalam hal ini digunakan *confusion matrix* untuk menggambarkan perbandingan mutu hasil prediksi dengan nilai aktualnya. Karena hanya ada dua kelompok mutu (baik dan rusak), hasil klasifikasi biji melinjo di-plot dalam bentuk *matrix* berukuran 2 x 2 (Tabel 1). Nilai akurasi secara keseluruhan (*overall accuracy*) dapat dihitung menggunakan persamaan berikut (Sokolova *et al.*, 2006):

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{Total\ Data}$$

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FN + TN}$$

Selain itu juga akan dilakukan penghitungan waktu operasi mulai dari pengambilan citra, pengolahan citra dan klasifikasi mutu biji melinjo. Hal ini diperlukan untuk memperoleh gambaran terkait kapasitas kerja yang bisa dicapai dan juga berbagai perbaikan yang perlu dilakukan jika waktu proses yang diperoleh kurang sesuai dengan target yang diharapkan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Karakteristik Citra

Sebagaimana ditunjukkan Gambar 3, citra yang ditangkap dengan sistem yang dirancang pada kedua pencahayaan menunjukkan kualitas yang cukup baik. Citra yang diperoleh selanjutnya diolah untuk memperoleh karakteristik dari masing-masing kelompok dan kemudian digunakan sebagai acuan untuk

Tabel 1. *Confusion matrix* klasifikasi mutu biji melinjo

		Kondisi Aktual	
		Positif (Biji Baik)	Negatif (Biji Rusak)
Kondisi Prediksi	Positif (Biji Baik)	TP (True Positive)	FP (False Positive)
	Negatif (Biji Baik)	FN (False Negative)	TN (True Negative)

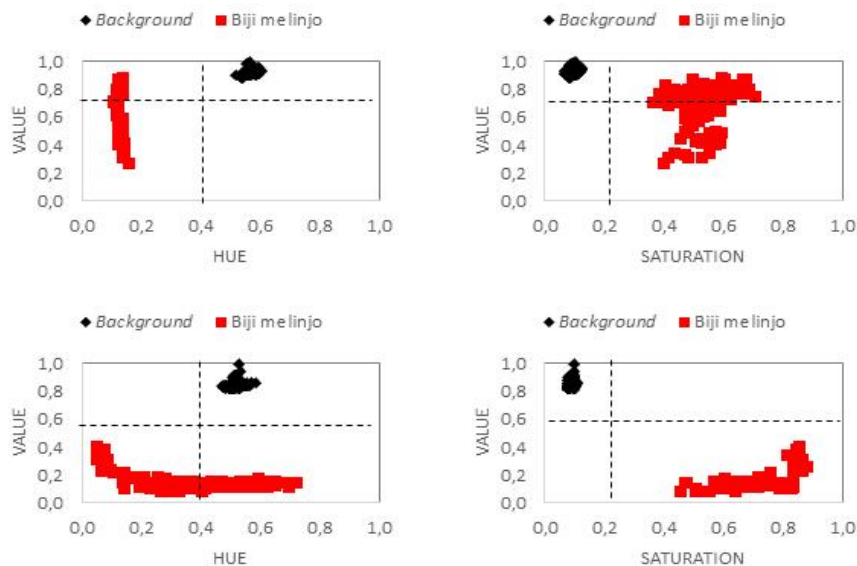


Gambar 3 Citra dengan pencahayaan berbeda: (a) *frontlight* dan (b) *backlight*

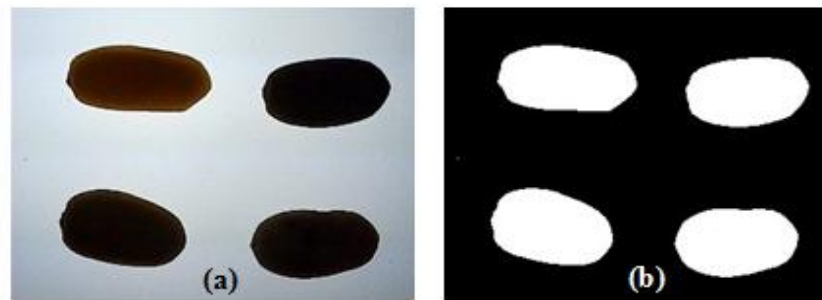
mengembangkan algoritma untuk membedakan biji berkualitas baik dan biji rusak.

Untuk memisahkan citra biji melinjo dan *background* dilakukan *sampling* pada titik-titik pada masing-masing objek (biji melinjo dan *background*). Gambar 4 menunjukkan *plot* nilai HSV dari citra biji melinjo dan *background*. Terlihat bahwa menggunakan citra *frontlight* maupun *backlight* dapat ditarik suatu nilai *threshold* yang dapat digunakan untuk membedakan kedua objek (biji dan *background*).

Untuk citra *frontlight*, nilai $H < 0,4$ atau nilai $S > 0,2$ dapat digunakan untuk memisahkan biji melinjo dari *background*. Sementara itu untuk citra *backlight* dapat digunakan nilai $V < 0,6$. Setelah dilakukan *thresholding* berdasarkan nilai-nilai tersebut, dilakukan beberapa operasi morfologi untuk memperoleh segmentasi yang utuh. Gambar 5.a menunjukkan hasil citra yang ditangkap oleh kamera dan Gambar 5.b menunjukkan hasil setelah dilakukan segmentasi. Terlihat bahwa biji melinjo dan *background* dapat dibedakan dengan baik.



Gambar 4. Grafik hubungan nilai *Value*, *Hue*, dan *Saturation* pada citra *backlight*



Gambar 5. Pengambilan citra (a) gambar asli dan (b) hasil segmentasi

Tabel 2. Rata-rata nilai warna pada *frontlight*

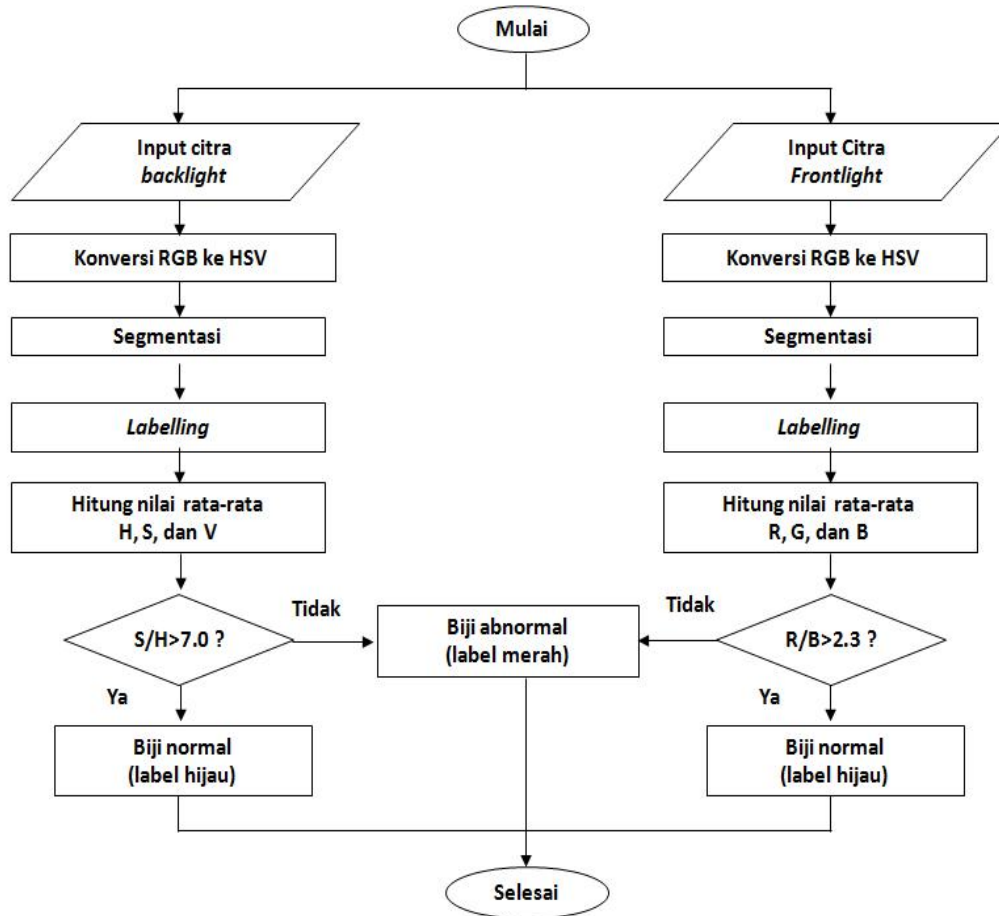
Nilai warna	Kualitas mutu biji melinjo			
	Kualitas baik	Berjamur	Berkapur	Berlubang
Red (R)	$0,79 \pm 0,03$	$0,48 \pm 0,12$	$0,79 \pm 0,04$	$0,73 \pm 0,05$
Green (G)	$0,60 \pm 0,04$	$0,42 \pm 0,10$	$0,64 \pm 0,04$	$0,61 \pm 0,05$
Blue (B)	$0,31 \pm 0,04$	$0,26 \pm 0,05$	$0,37 \pm 0,05$	$0,43 \pm 0,04$
Hue (H)	$0,13 \pm 0,00$	$0,14 \pm 0,01$	$0,13 \pm 0,31$	$0,12 \pm 0,01$
Saturation (S)	$0,63 \pm 0,04$	$0,54 \pm 0,05$	$0,55 \pm 0,05$	$0,45 \pm 0,04$
Value (V)	$0,80 \pm 0,03$	$0,48 \pm 0,12$	$0,79 \pm 0,04$	$0,73 \pm 0,05$
R / G	$1,33 \pm 0,05$	$1,16 \pm 0,19$	$1,23 \pm 0,05$	$1,20 \pm 0,04$
R / B	$2,62 \pm 0,29$	$1,84 \pm 0,31$	$2,15 \pm 0,31$	$1,71 \pm 0,10$
G / B	$1,97 \pm 0,17$	$1,60 \pm 0,14$	$1,75 \pm 0,21$	$1,43 \pm 0,12$
S / H	$4,75 \pm 0,37$	$3,86 \pm 0,51$	$4,15 \pm 0,48$	$3,79 \pm 0,41$
V / H	$6,03 \pm 0,25$	$3,61 \pm 1,03$	$5,99 \pm 0,33$	$6,06 \pm 0,38$
V / S	$1,28 \pm 0,11$	$0,93 \pm 0,21$	$1,46 \pm 0,14$	$1,62 \pm 0,21$

Tabel 3. Rata- rata nilai warna pada *backlight*

Nilai warna	Kualitas mutu biji melinjo			
	Kualitas baik	Berjamur	Berkapur	Berlubang
Red (R)	$0,28 \pm 0,05$	$0,10 \pm 0,02$	$0,15 \pm 0,01$	$0,13 \pm 0,02$
Green (G)	$0,14 \pm 0,03$	$0,08 \pm 0,01$	$0,10 \pm 0,01$	$0,09 \pm 0,01$
Blue (B)	$0,12 \pm 0,01$	$0,09 \pm 0,01$	$0,16 \pm 0,01$	$0,10 \pm 0,02$
Hue (H)	$0,08 \pm 0,01$	$0,53 \pm 0,13$	$0,33 \pm 0,11$	$0,45 \pm 0,19$
Saturation (S)	$0,84 \pm 0,01$	$0,63 \pm 0,08$	$0,74 \pm 0,05$	$0,68 \pm 0,09$
Value (V)	$0,28 \pm 0,05$	$0,10 \pm 0,02$	$0,15 \pm 0,02$	$0,14 \pm 0,02$
R / B	$1,99 \pm 0,10$	$1,18 \pm 0,14$	$1,51 \pm 0,09$	$1,39 \pm 0,11$
R / G	$3,31 \pm 0,33$	$1,08 \pm 0,09$	$1,36 \pm 0,09$	$1,36 \pm 0,09$
G / B	$1,67 \pm 0,18$	$0,92 \pm 0,08$	$1,09 \pm 0,08$	$0,98 \pm 0,08$
S / H	$11,34 \pm 1,74$	$1,25 \pm 0,31$	$2,66 \pm 1,28$	$1,99 \pm 1,28$
V / H	$3,80 \pm 1,15$	$0,20 \pm 0,03$	$0,53 \pm 0,27$	$0,34 \pm 0,12$
S / V	$3,13 \pm 0,53$	$6,13 \pm 1,09$	$5,07 \pm 0,61$	$5,47 \pm 1,68$

Setelah dilakukan segmentasi dan citra biji melinjo terpisah dari *background*-nya, dilakukan analisis fitur warna pada masing-masing biji baik yang berkualitas baik maupun biji rusak (berjamur, berkapur, dan berlubang/terserang serangga). Rekapitulasi fitur warna (nilai rata-rata RGB dan HSV) serta rasio dari masing-masing nilai dapat dilihat pada Tabel 2 (*frontlight*) dan Tabel 3 (*backlight*). Dari data

terlihat untuk *frontlight* nilai fitur warna untuk semua biji cukup berdekatan satu sama lain. Nilai fitur yang agak berbeda adalah rasio nilai rata-rata R dan B (R/B) sehingga nilai ini dipilih untuk membedakan biji berkualitas baik dengan biji rusak. Nilai rata-rata R/B = 2,3 digunakan sebagai *threshold*. Biji melinjo diklasifikasikan sebagai biji berkualitas baik jika memiliki nilai rata-rata R/B > 2,3. Meskipun demikian dari data juga



Gambar 6. Diagram alir algoritma pengolahan citra untuk sortasi biji berkualitas baik dan biji rusak.

terlihat bahwa masih ada potensi nilai yang *overlap* khususnya antara biji berkualitas baik dengan biji berkapur.

Sementara itu untuk *backlight*, nilai fitur warna untuk biji melinjo berkualitas baik dan buruk terlihat memiliki perbedaan yang lebih besar. Oleh karena itu ada beberapa alternatif fitur yang bisa dipilih. Namun di antara alternatif yang ada rasio nilai rata-rata S dan H (S/H) dipilih karena memiliki perbedaan terbesar. Nilai rata-rata $S/H = 7,0$ dipilih sebagai nilai *threshold*. Biji melinjo diklasifikasikan sebagai biji berkualitas baik jika memiliki nilai rata-rata $S/H > 7,0$.

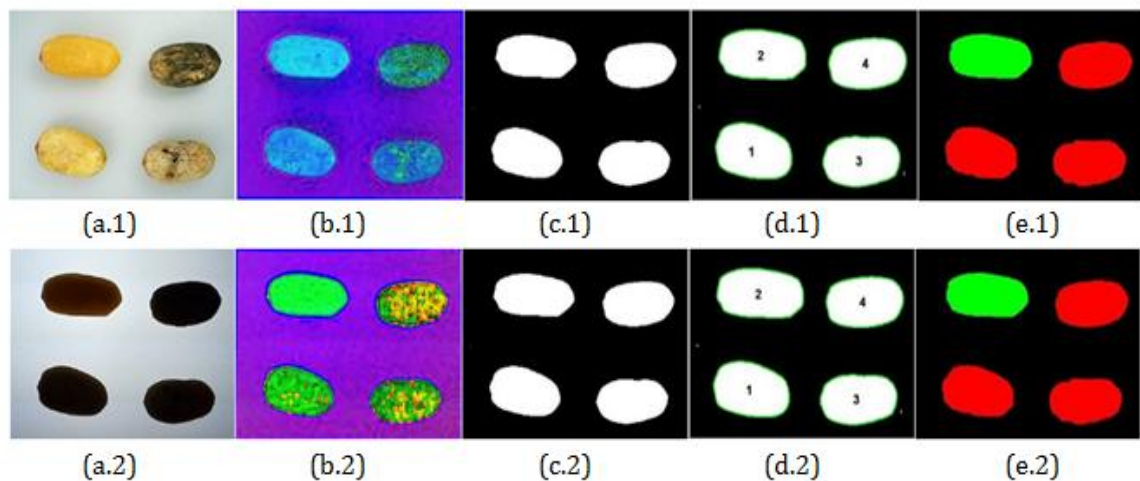
3.2. Algoritma Evaluasi Mutu Biji Melinjo

Berdasarkan informasi warna untuk masing-masing kelompok selanjutnya disusun algoritma pengolahan citra untuk evaluasi mutu biji melinjo. Diagram alir pengolahan citra baik untuk *frontlight* maupun *backlight* ditunjukkan

oleh Gambar 6. Selanjutnya algoritma ini diimplementasikan dalam program komputer menggunakan Matlab. Hasil dari tiap tahapan pengolahan citra dapat dilihat pada Gambar 7.

3.3. Uji Kinerja Sistem

Kinerja dari program dalam mengklasifikasikan mutu biji melinjo dievaluasi menggunakan 40 citra yang diambil (total 160 biji melinjo). Hasil klasifikasi ini selanjutnya dibandingkan dengan kondisi aktual. Hasil klasifikasi mutu yang diperoleh menggunakan citra *frontlight* dan *backlight* dapat dilihat pada *confusion matrix* yang disajikan pada Tabel 4 dan Tabel 5. Terlihat bahwa sistem yang dikembangkan berhasil mengklasifikasikan mutu biji melinjo dengan akurasi yang cukup baik. Akurasi pada *frontlight* klasifikasi mutu biji melinjo sebesar 92,50% dan akurasi pada *backlight* sebesar 100%. Secara umum citra *backlight* memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan citra *frontlight*.



Gambar 7. Tahapan pengolahan citra: a) citra asli, b) konversi HSV, c) segmentasi, d) *labeling*, e) klasifikasi biji berkualitas baik (hijau) dan biji rusak (merah)

Tabel 4. Klasifikasi mutu biji melinjo berdasarkan analisis citra *frontlight*

Aktual	Prediksi		Jumlah	Persentase
	Kualitas Baik	Rusak		
Kualitas Baik	36	4	40	90,00
Rusak	8	112	120	93,33
Jumlah	44	116	160	
Persentase	81,81	96,55		92,50

Tabel 5. Klasifikasi mutu biji melinjo berdasarkan analisis citra *backlight*

Aktual	Prediksi		Jumlah	Persentase
	Kualitas baik	Rusak		
Kualitas Baik	40	0	40	100
Rusak	0	120	120	100
Jumlah	40	120	160	
Persentase	100	100		100

Hasil yang diperoleh ini sesuai dengan uraian sebelumnya terkait distribusi nilai fitur warna pada *frontlight* dan *backlight* dimana perbedaan nilai fitur warna antara biji berkualitas baik dan biji rusak memiliki nilai lebih besar pada *backlight* daripada *frontlight*. Hal ini juga dapat dilihat dari citra HSV pada Gambar 7.b.1 dan Gambar 7.b.2 dimana biji berkualitas baik nampak lebih berbeda pada citra *backlight* dibandingkan *frontlight*. Dari sisi waktu, mulai dari pengambilan citra hingga klasifikasi mutu biji diperlukan waktu 0,320 detik sehingga masih relatif lambat. Untuk mengurangi waktu proses ini salah satu alternatif yang bisa dilakukan adalah mengimplementasikan algoritma yang telah dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman lain yang bisa melakukan pemrosesan lebih cepat.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Pada penelitian telah dikembangkan sistem evaluasi mutu biji melinjo berbasis computer vision. Secara umum komponen-komponen sistem yang dibuat bekerja dengan baik. Berdasarkan analisis terhadap citra yang diperoleh menggunakan dua sistem pencahayaan yaitu pencahayaan depan (*frontlight*) dan pencahayaan belakang (*backlight*) dapat disimpulkan bahwa citra *backlight* memberikan hasil yang lebih baik dalam penentuan biji melinjo yang berkualitas baik atau rusak.

Meskipun masih ada keterbatasan dari sisi waktu pemrosesan, hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa sistem evaluasi mutu berbasis

pengolahan citra digital bisa digunakan sebagai alternatif yang untuk evaluasi mutu biji melinjo. Selanjutnya perlu dilakukan upaya untuk meningkatkan kinerja khususnya untuk mempersingkat waktu proses dan perlu dilakukan pengembangan aktuator atau unit pemisah yang bisa menangani *multiple* objek berupa biji-bijian seperti melinjo ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Bhat, R., dan N.B. Yahya. 2014. *Evaluating belinjau (Gnetum gnemon L.) seed flour quality as a base for development of novel food products and food formulations*. Food Chemistry 156: 42–49
- Cubero, S., N. Aleixos, E. Moltó, J. Gómez-Sanchis, dan J. Blasco. 2011. *Advances in Machine Vision Applications for Automatic Inspection and Quality Evaluation of Fruits and Vegetables*. Food Bioprocess Technol. 4(4): 487-504
- Du, C.J. dan D.W. Sun. 2004. *Recent developments in the applications of image processing techniques for food quality evaluation*. Trends in Food Science & Technology 15(5): 230-249
- Gong, Z.Y., F. Cheng, Z.H. Liu, X.L. Yang, B.J. Zhai, dan Z.H. You. 2015. *Recent Developments of Seeds Quality Inspection and Grading Based on Machine Vision*. 2015 ASABE Annual International Meeting, New Orleans, Louisiana 26 – 29 July 2015, Paper Number: 152188378
- Hosoda Company. 2013. *Melinjo Resveratrol launching in markets outside Japan*. Tersedia online di <https://www.nutraingredients-usa.com/Article/2013/08/13/Melinjo-Resveratrol-launching-in-markets-outside-Japan>. [diakses pada 17 Juni 2018].
- Kato, E., Y. Tokunaga, dan F. Sakan. 2009. *Stilbenoids isolated from the seeds of melinjo (Gnetum gnemon L.) and their biological activity*. J. Agric. Food Chem. 57(6): 2544-2549
- Momin, M.A. , M.T. Rahman, M.S. Sultana, C. Igathinathane, A.T.M. Ziauddin, dan T.E. Grift. 2017. *Geometry-based mass grading of mango fruits using image processing*. Information Processing in Agriculture 4: 150–160
- Payne, A., dan K. Walsh. 2014. *Machine vision in estimation of crop yield*. Di dalam: Gupta, S.D. dan Y. Ibaraki (eds) *Plant image analysis: fundamentals and applications*. CRC Press
- Shapiro, L.G. dan G.C. Stockman. 2001. *Computer Vision*. USA, New Jersey, Prentice-Hall. pp 279-325.
- Siswoyo, T.A., E. Mardiana, K.O. Lee, dan K. Hoshokawa. 2011. *Isolation and characterization of antioxidant protein fractions from melinjo (Gnetum gnemon) seeds*. J. Agric. Food Chem. 59(10): 5648-5656
- Ikuta, T., S. Saito, H. Tani, T. Tatefuji, dan K. Hashimoto. 2015. *Resveratrol derivative-rich melinjo (Gnetum gnemon L.) seed extract improves obesity and survival of C57BL/6 mice fed a high-fat diet*. Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry 79(12): 2044-2049
- Sokolova, M., N. Japkowicz, dan S. Szpakowicz. 2006. *Beyond Accuracy, F-Score and ROC: A Family of Discriminant Measures for Performance Evaluation*. In: Sattar A., dan B. Kang (eds) *AI 2006: Advances in Artificial Intelligence*. AI 2006. Lecture Notes in Computer Science, vol 4304. Springer, Berlin, Heidelberg
- Terkeltaub, R. 2010. *Update on gout: new therapeutic strategies and options*. Nat Rev Rheumatol. 6: 30-38