

Corn Flour Quality Identification System Based on Angle Image

Dimas Murtia Atmojo, Abdul Fadlil

Program Studi Teknik Elektro, Universitas Ahmad Dahlan, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Dikirimkan 07 Januari 2020,
Direvisi 12 Februari 2020,
Diterima 18 July 2021.

Kata Kunci:

Tepung Jagung;
Sudut Diam;
Pengolahan Citra;
Greyscale;
Biner;
Cropping

Penulis Korespondensi:

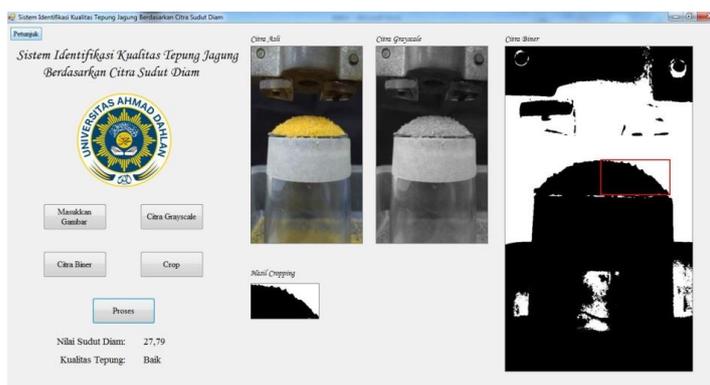
Dimas Murtia Atmojo, Abdul
Fadlil, Teknik Elektro,
Universitas Ahmad Dahlan,
Kampus IV UAD, Jl. Ring Road
Selatan, Tamanan,
Banguntapan, Bantul
Yogyakarta 55166.

Surel/email:
dimasmuat@gmail.com,
fadlil@ee.uad.ac.id

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)



ABSTRACT / ABSTRAK



Corn can be processed into corn flour, this can make it easier for consumers to consume and process it into other food ingredients. Therefore we need a system that is able to identify the quality of corn flour automatically. Data retrieval is done by inserting corn flour into a container to calculate the angle of repose. The valve of the container is opened and the cornstarch flows into a mound above the cross-sectional base. The image of the corn flour mound was taken using a cellphone camera and stored in a laptop as a database. The sample of this research is corn flour with three types of particle sizes, namely 20 mesh, 10 mesh and 8 mesh. In the identification process, the corn flour image is converted into a greyscale and binary image and cropping is done, then identified based on the calculation of the angle of repose. The results of this study obtained that the average value of 20 mesh, 10 mesh and 8 mesh corn flour was 30.91 degrees; 33.96 degrees and 36.80 degrees. After testing and comparison, it can be concluded that corn flour with good quality is corn flour with an angle of less than 32 degrees.

Jagung dapat diolah menjadi tepung jagung, hal ini dapat memudahkan konsumen dalam mengonsumsi dan mengolahnya menjadi bahan pangan lain. Oleh karena itu dibutuhkan sistem yang mampu mengidentifikasi kualitas tepung jagung secara otomatis. Pengambilan data dilakukan dengan memasukkan tepung jagung ke dalam wadah hitung sudut diam. Katup wadah dibuka dan tepung jagung mengalir membentuk gundukan di atas alas penampang. Citra dari gundukan tepung jagung diambil menggunakan kamera *handphone* dan disimpan ke dalam laptop sebagai *database*. Sampel penelitian ini tepung jagung dengan tiga jenis ukuran partikel, yaitu 20 mesh, 10 mesh dan 8 mesh. Dalam proses identifikasi citra tepung jagung dikonversikan menjadi citra *greyscale* dan biner serta dilakukan *cropping*, lalu diidentifikasi berdasarkan perhitungan sudut diam. Hasil penelitian yang dilakukan mendapatkan nilai rata-rata tepung jagung 20 mesh, 10 mesh dan 8 mesh berturut-turut adalah 30,91 derajat; 33,96 derajat dan 36,80 derajat. Setelah dilakukan pengujian dan perbandingan, dapat disimpulkan bahwa tepung jagung dengan kualitas baik yaitu tepung jagung dengan sudut kurang dari sama dengan 32 derajat.

Sitasi Dokumen ini:

D. M. Atmojo and A. Fadlil, "Corn Flour Quality Identification System Based on Angle Image," *Buletin Ilmiah Sarjana Teknik Elektro*, vol. 3, no. 2, pp. 122-129, 2021, doi: [10.12928/biste.v3i2.1490](https://doi.org/10.12928/biste.v3i2.1490).

1. PENDAHULUAN

Jagung merupakan bahan pangan pokok nomor dua di Indonesia setelah beras. Sebagai sumber karbohidrat, sebagian masyarakat memanfaatkan jagung untuk makanan pokok sehari-hari. Oleh karena itu, kebutuhan jagung dari tahun ke tahun terus meningkat. Selain sebagai bahan makanan pokok, jagung juga dapat diolah menjadi minyak goreng, tepung maizena, etanol, asam organik, dan industri pakan ternak. Jagung juga merupakan sumber protein yang sangat dibutuhkan oleh tubuh. Penting perannya bagi masyarakat untuk mengonsumsi jagung. Jagung banyak mengandung unsur-unsur pangan fungsional, termasuk serat yang baik untuk kesehatan tubuh kita. Pangan fungsional saat ini mulai berkembang, seiring dengan tumbuhnya kesadaran masyarakat tentang kesehatan, meningkatnya angka penderita penyakit degeneratif dikalangan orang lanjut usia, pengembangan produk komersial, adanya bukti ilmiah atas manfaat komponen pangan fungsional, dan berkembangnya teknologi pangan yang semakin canggih dan maju [1]. Kelebihan jagung sebagai pangan fungsional adalah mengandung lemak esensial omega 3 dan 6 serta asam amino lisin dan triptofan yang tinggi pada jagung *Quality Protein Maize* (QPM) dimana komponen tersebut sangat baik untuk kesehatan tubuh. Jagung yang dipanen saat masih muda dapat diolah menjadi berbagai produk makanan ataupun bahan campuran dalam membuat panganan. Jagung pipilan kering dapat langsung diolah menjadi berbagai produk pangan, salah satunya tepung jagung [2].

Jagung tidak hanya dapat dikonsumsi secara langsung, jagung dapat diolah menjadi tepung jagung. Tepung jagung dapat digunakan untuk bahan dasar atau bahan tambahan untuk membuat kue dan panganan lainnya. Proses pembuatan tepung jagung melalui beberapa tahapan diantaranya yaitu jagung pipil direndam semalaman, kemudian dilakukan proses penepungan dan proses pengayakan untuk memperoleh tepung jagung yang berkualitas baik. Pengolahan jagung menjadi bentuk tepung lebih dianjurkan dibanding produk setengah jadi lainnya, karena tepung lebih tahan lama saat disimpan, mudah dicampur dengan bahan olahan lain, dapat diperkaya dengan zat gizi (fortifikasi), dan lebih praktis serta mudah digunakan untuk proses pengolahan lanjutan [3]. Di pasaran masih banyak tepung jagung yang kualitasnya belum teridentifikasi. Diperlukan sebuah aplikasi yang dapat membantu dalam menentukan kualitas tepung jagung secara otomatis. Identifikasi kualitas tepung jagung dapat dilakukan secara otomatis menggunakan sebuah aplikasi yang dapat menentukan kualitas tepung jagung berdasarkan citra sudut diamnya, sehingga prosesnya lebih efisien [4].

Aplikasi ini dapat menghitung sudut diam dan mengidentifikasi kualitas tepung jagung secara otomatis. Perhitungan dan penentuan identifikasi pada aplikasi ini menggunakan pengolahan citra, dimana pengolahan citra ini bertujuan untuk mempermudah proses dalam sistem. Pengolahan citra (*Image Processing*) merupakan bidang yang bersifat multidisiplin, yang terdiri dari banyak aspek, antara lain: fisika (optik, nuklir, gelombang, dll), elektronika, matematika, seni, fotografi, dan teknologi komputer. Pengolahan citra merupakan proses pengolahan dan analisis citra yang banyak melibatkan persepsi visual. Proses ini mempunyai ciri data masukan adalah citra dan informasinya berbentuk citra juga. Istilah pengolahan citra digital secara umum didefinisikan sebagai pemrosesan citra dua dimensi dengan komputer [5].

Aplikasi ini akan mengidentifikasi kualitas tepung jagung berdasarkan citra sudut diamnya. Tepung jagung dengan kualitas baik memiliki sudut diam antara 28° – 35° [6]. Semakin kecil ukuran partikel tepung jagung semakin baik kualitasnya [7] dan semakin kecil pula sudut diam yang terbentuk.

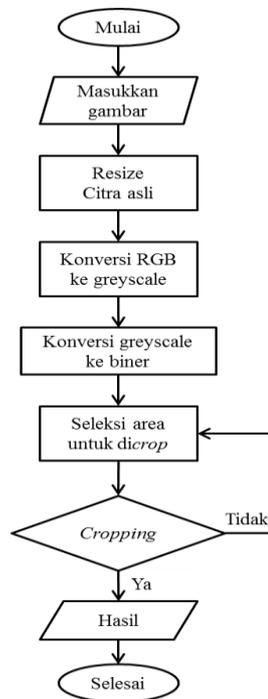
2. METODE

Subjek penelitian yang dilakukan berupa perhitungan secara otomatis dalam bentuk pengolahan citra. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tepung jagung. Tepung jagung yang akan diidentifikasi akan dibedakan menjadi 3 jenis berdasarkan ukuran partikelnya yaitu 20, 10 dan 8 mesh. Mesh adalah jumlah lubang yang terdapat dalam ayakan tiap inci persegi. Semakin besar ukuran mesh maka ukuran lubang ayakan akan semakin kecil dan banyak. Sebaliknya, jika ukuran mesh semakin kecil maka lubang ayakan akan semakin besar dan semakin sedikit. Mesh atau ukuran partikel merupakan salah satu parameter kualitas tepung setelah digiling, karena setelah digiling untuk mendapatkan parameter kualitasnya harus diayak terlebih dahulu. Ukuran partikel berpengaruh terhadap tingkat hidrasi tepung. Semakin halus (lebih kecil) ukuran partikel tepung maka semakin besar laju tingkat penyerapan dan semakin kecil sudut diam yang terbentuk. Sebaliknya, semakin kasar (lebih besar) ukuran partikel tepung maka akan menghasilkan produk dengan kualitas rendah dan sudut diam yang terbentuk akan semakin besar [8].

Pengambilan data dimulai dengan mengambil citra gundukan dari tepung jagung yang telah terbentuk setelah tepung jagung dituangkan ke dalam corong ukur. Citra diambil sebanyak 30 kali untuk setiap sampel tepung jagung, jadi terdapat 90 citra. Citra diambil dari jarak 10 cm oleh kamera *handphone*, karena jarak 10 cm merupakan jarak dengan akurasi terbaik [9]. Citra yang telah diambil dimasukkan ke dalam laptop/PC untuk *database*. Selanjutnya citra akan diproses oleh sistem pada aplikasi untuk dihitung sudut dan mendapatkan kualitasnya.

Software yang digunakan untuk membuat aplikasi ini adalah *Visual Basic* yang ada dalam *Microsoft Visual Studio 2010 Ultimate*. *Visual Basic* merupakan bahasa pemrograman yang sangat mudah dipelajari,

dengan teknik pemrograman visual yang memungkinkan penggunaanya untuk berkreasi lebih baik dalam menghasilkan suatu program aplikasi. Dengan menggunakan *Visual Basic* proses pembuatan sebuah aplikasi akan semakin mudah. *Visual Basic*, membuat bahasa *BASIC* yang susah digunakan menjadi lebih mudah dengan orientasi grafis dan objek atau *OPP (Objects Oriented Programming)*. Yang lebih mudah digunakan cepat dengan *wizard generator code*, dan memungkinkan mendesain *interface* yang menarik dan mudah untuk digunakan *user* nantinya [10]. Perancangan sistem identifikasi kualitas tepung jagung ini memiliki diagram alir penelitian seperti Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir sistem

Berdasarkan diagram alir penelitian pada Gambar 1, proses dimulai dengan memasukkan citra asli yang sudah tersimpan dalam laptop lalu dilakukan proses *resize* agar citra dapat diproses dengan cepat, tetapi citra harus memiliki rasio yang sama dengan citra asli. Selanjutnya mengkonversi citra tepung jagung menjadi citra *grayscale* dan citra biner. Setelah itu dilakukan proses *cropping* untuk mempermudah dalam perhitungan tinggi dan lebar citra objek. *Cropping* adalah memotong satu bagian dari citra sehingga diperoleh citra yang berukuran lebih kecil. *Cropping* dapat membantu untuk memotong objek pada citra, sehingga kita bisa lebih fokus terhadap objek yang akan diproses. Selanjutnya citra biner yang telah dipotong akan dihitung tinggi dan lebarnya. Sudut diam dihitung menggunakan rumus perhitungan sudut diam. Sudut diam dan kualitas tepung jagung akan muncul secara otomatis.

Tampilan awal aplikasi dari sistem ini dapat dilihat pada Gambar 2. Aplikasi ini tersusun dari beberapa komponen yang memiliki fungsi masing-masing untuk menjalankan aplikasi. Daftar komponen yang digunakan dalam aplikasi ini dapat dilihat pada Tabel 1.

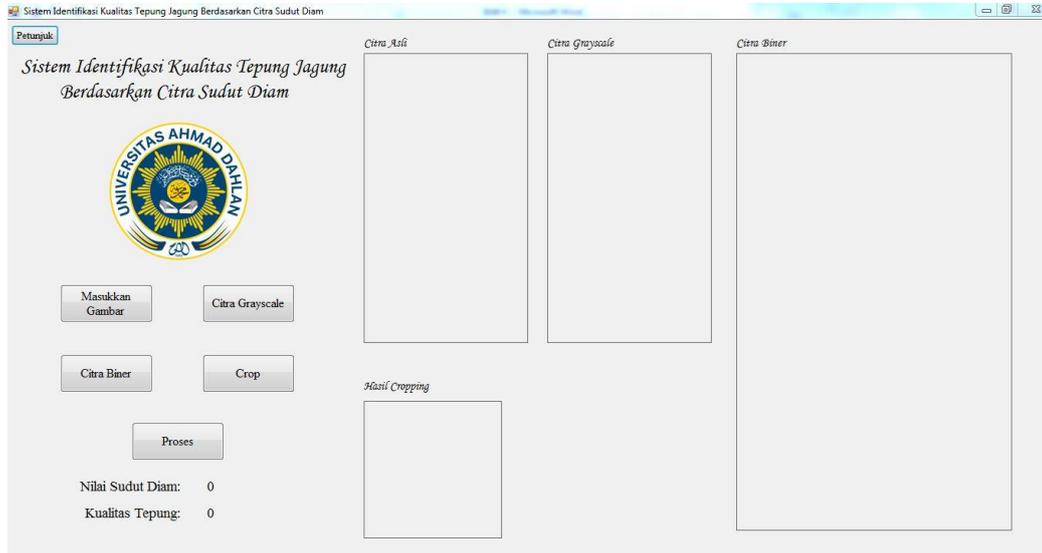
Tabel 1. Komponen-komponen penyusun aplikasi

Nama Komponen	Jumlah	Deskripsi
Label	10	Menampilkan keterangan teks
<i>PictureBox</i>	5	Menampilkan gambar
<i>Button</i>	6	Memproses perintah atau kontrol

Pada perhitungan sudut diam dalam aplikasi, hasil *cropping* citra akan dihitung tinggi dan lebar. Lebar citra merupakan alas untuk menghitung sudut diamnya. Sebelum mendapatkan nilai sudut diam, dilakukan perhitungan terlebih dahulu untuk mendapatkan nilai radian. Rumus yang digunakan untuk mendapatkan nilai radian ditunjukkan pada persamaan (1). Setelah nilai radian didapatkan, maka perhitungan sudut diam dapat dikerjakan dengan persamaan (2).

$$\text{Radian} = \tan^{-1} \left(\frac{2 x h}{d} \right) \quad (1)$$

$$\text{Sudut } \alpha = \left(\frac{\text{Radian}}{\pi} \right) \times 180 \quad (2)$$



Gambar 2. Tampilan awal aplikasi

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kalibrasi kualitas tepung jagung dilakukan untuk menentukan kualitas tepung jagung yang baik. Pengujian dilakukan dengan menggunakan tepung jagung kualitas baik sebanyak 10 kali dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kalibrasi kualitas tepung jagung

Pengujian	Sudut (°)
1	31
2	32
3	32
4	32
5	30
6	32
7	33
8	33
9	33
10	32
Rata-rata	32

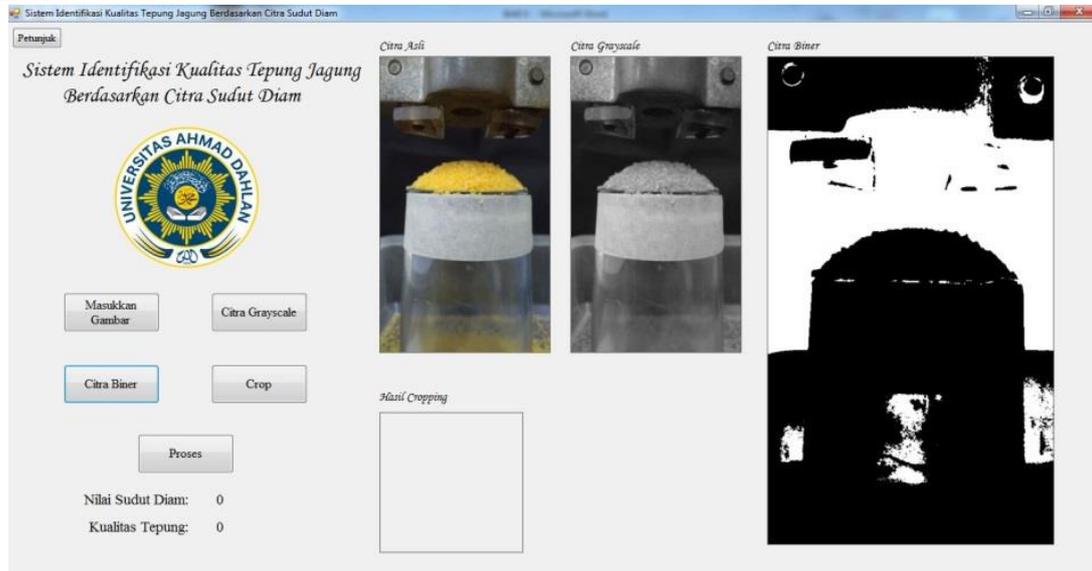
Tabel 2 menunjukkan nilai rata-rata sudut diam tepung jagung yang terbentuk adalah 32°. Jadi, tepung jagung yang memiliki nilai sudut diam kurang dari atau sama dengan 32° dapat dikategorikan ke dalam tepung jagung dengan kualitas yang baik. Sedangkan untuk tepung jagung yang memiliki nilai lebih dari 32° dapat dikategorikan menjadi tepung jagung yang memiliki kategori buruk.

Setelah dilakukan kalibrasi, didapatkan bahwa kualitas tepung jagung yang baik adalah kurang dari atau sama dengan 32°, selanjutnya dilakukan pengambilan data. Pengambilan data dilakukan dengan tiga cara, yaitu pengambilan dengan cara manual langsung menggunakan busur derajat, manual tidak langsung dengan menggunakan penggaris dan otomatis menggunakan aplikasi.

Tepung jagung dituangkan ke dalam corong penghitung sudut diam dengan takaran ± 2 sendok makan. Tarik katup penutup lubang bawah corong agar tepung jagung mengalir ke bawah dan mengisi penampang alas. Tepung jagung akan membentuk sebuah gundukan di atas penampang. Ukur sudut tepung yang terbentuk, yaitu sudut yang terbentuk dari sisi miring tepung dan alas penampang untuk mendapatkan data pengukuran langsung menggunakan busur derajat. Ukur kembali tepung jagung dengan penggaris dengan

mengukur tinggi tepung jagung yang terbentuk untuk mendapatkan data pengukuran tidak langsung menggunakan penggaris. Selanjutnya ambil citra tepung jagung yang terbentuk menggunakan *handphone* lalu simpan ke dalam laptop untuk nantinya diproses menggunakan sistem secara otomatis.

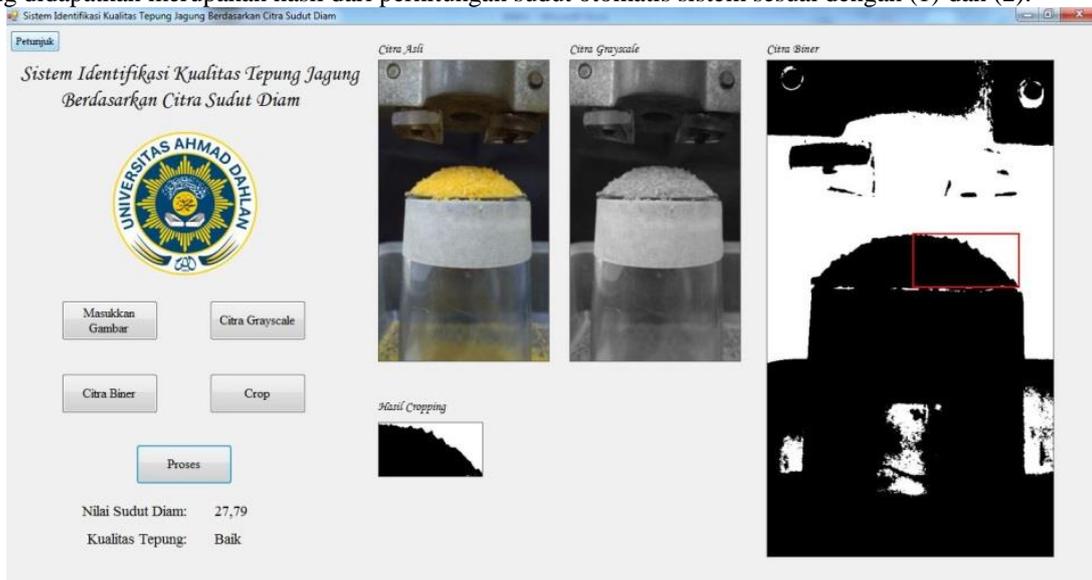
Pengambilan data secara otomatis dimulai dengan memasukkan citra asli atau citra berwarna ke dalam aplikasi dengan menekan tombol **Masukkan Gambar**. Setelah memasukkan gambar/citra asli, tekan tombol **Citra Greyscale** untuk mengubah citra asli menjadi citra *greyscale*. Selanjutnya tekan tombol **Citra Biner** untuk mengubah citra *greyscale* menjadi citra biner. Mengubah citra menjadi biner memiliki tujuan untuk memudahkan dalam menentukan area tepung jagung yang akan dipotong. Proses-proses ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Tampilan saat aplikasi mengubah citra

Pada kotak yang menampilkan citra biner, kita seleksi area tepung jagung yang terbentuk hingga terdapat kotak merah yang menunjukkan area yang akan dipotong. Tekan tombol **Crop** untuk memotong area yang sudah terpilih pada citra biner. Hasil potongan citra biner akan muncul pada kotak **Hasil Cropping**. Tekan tombol **Proses** untuk memproses hasil *cropping* agar didapatkan tinggi dan alas yang akan diproses perhitungannya secara otomatis oleh aplikasi. Secara otomatis hasil perhitungan sudut dan kualitas tepung jagung akan muncul.

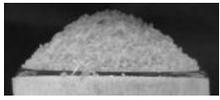
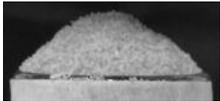
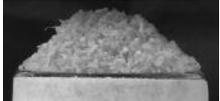
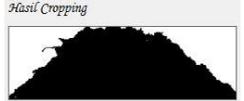
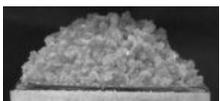
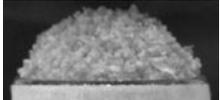
Gambar 4 menunjukkan tampilan keseluruhan proses perhitungan sudut oleh aplikasi, mulai dari citra asli, citra *greyscale*, citra biner, citra hasil *cropping* hingga nilai sudut diam dan kualitas tepung jagung. Hasil yang didapatkan merupakan hasil dari perhitungan sudut otomatis sistem sesuai dengan (1) dan (2).



Gambar 4. Tampilan keseluruhan proses perhitungan sudut oleh aplikasi

Pada pengujian ini dilakukan pada 3 sampel, sampel A = 20 mesh, sampel B = 10 mesh dan sampel C = 8 mesh. Masing-masing sampel diambil cintranya sebanyak 30 kali. Beberapa hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Citra asli, citra *greyscale* dan citra hasil *cropping*

No	Sampel	Citra Asli	Citra <i>Greyscale</i>	Citra Hasil <i>cropping</i>
1	A4			
2	A22			
3	B7			
4	B19			
5	C11			
6	C28			

Pada Tabel 3 dapat dilihat beberapa hasil perubahan citra dari citra awal berwarna yang berubah menjadi citra *greyscale* dan berubah lagi menjadi citra biner yang sudah melalui proses *cropping*. Sampel A4 dan sampel A22 merupakan contoh sampel tepung jagung dengan ukuran partikel 8 mesh dan mempunyai kualitas baik. Sampel B7 dan sampel B19 merupakan contoh sampel tepung jagung dengan ukuran partikel 10 mesh dan mempunyai kualitas buruk. Sampel C11 dan sampel C28 merupakan sampel tepung jagung dengan ukuran partikel 20 mesh dan mempunyai kualitas buruk.

3.1. Perbandingan Sistem Manual dan Otomatis

Perbandingan sistem dilakukan dengan membandingkan hasil pengambilan data otomatis menggunakan aplikasi dan hasil pengambilan data secara manual. Perbandingan dilakukan untuk mendapatkan nilai akurasi. Tabel 4 menunjukkan hasil rata-rata sudut dan akurasi yang didapatkan setelah pengujian dan perbandingan data.

Tabel 4. Nilai rata-rata sudut dan akurasi

No	Sampel	Sudut (°)			Akurasi (%)		Kualitas
		Sistem Otomatis	Tak langsung	Langsung	Tak langsung	Langsung	
1	A	31,09	30,40	30,50	97,37	97,93	Baik
2	B	33,50	33,82	33,93	97,93	98,38	Buruk
3	C	36,50	36,68	36,87	97,77	97,86	Buruk

Persamaan (3), (4) dan (5) digunakan untuk mencari nilai *error*, akurasi dan nilai rata-rata untuk membandingkan hasil pengambilan data manual langsung dan tak langsung dengan pengambilan data secara otomatis menggunakan aplikasi.

$$Error = \frac{|Data\ hitung\ manual - Data\ hitung\ otomatis|}{Data\ hitung\ manual} \times 100\% \quad (3)$$

$$Akurasi = 100\% - Error \quad (4)$$

$$Rata - rata = \frac{Data1 + Data2 + Data3 + \dots + Data30}{Jumlah\ data} \quad (5)$$

Nilai rata-rata didapatkan setelah seluruh hasil data sampel dari 3 jenis tepung yang berbeda ukuran sudah dihitung nilai *error* dan akurasinya. Tabel 4 menunjukkan bahwa akurasi terbesar dari perbandingan hasil pengambilan data tak langsung dan langsung didapatkan pada sampel B dengan tingkat akurasi 98,52% dan 98,83%. Setelah dilakukan 30 kali pengujian dan perbandingan dari setiap sampel, maka dapat disimpulkan bahwa semakin kecil ukuran partikel tepung jagung, semakin kecil sudut diam yang akan terbentuk.

4. KESIMPULAN

Sistem identifikasi kualitas tepung jagung merupakan salah satu jenis sistem yang berjalan secara otomatis dengan menggunakan pengolahan citra. Sistem yang dibuat memiliki akurasi paling rendah 93,47% dan akurasi paling tinggi yaitu 99,94%. Setelah pengujian didapatkan bahwa tepung jagung yang berkualitas baik yaitu tepung jagung dengan sudut diam kurang dari atau sama dengan 32°. Penelitian masih dapat dikembangkan lebih lanjut dengan sistem dan metode yang lebih akurat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya ucapkan terima kasih kepada pembimbing, editor dan reviewer atas segala saran, masukan yang telah membantu penulis dalam proses penerbitan naskah. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada pihak-pihak yang telah mendukung penelitian dan memberikan bantuan moral dan material. Semoga hasil yang telah dicapai dalam penelitian ini akan bermanfaat bagi penelitian yang akan dilakukan selanjutnya.

REFERENSI

- [1] S. Suarni and M. Yasin, "Jagung sebagai Sumber Pangan Fungsional," *IPTEK Tanam. Pangan*, vol. 6, no. 1, pp. 41–56 2011. <http://ejurnal.litbang.pertanian.go.id/index.php/ippn/article/view/2595>
- [2] Suarni and H. Subagio, "Potensi Pengembangan Jagung Dan Sorgum Sebagai Sumber Pangan Fungsional," *Balai Penelit. Tanam. Serealia*, vol. 32, no. 2, pp. 47–55, 2013. <http://ejurnal.litbang.pertanian.go.id/index.php/jppp/article/view/1236>
- [3] R. W. Arief, A. Yani, Asropi, and F. Dewi, "Kajian Pembuatan Tepung Jagung Dengan Proses Pengolahan Yang Berbeda," *Pros. Semin. Nas. "Inovasi Teknol. Pertan. Spesifik Lokasi*, 2014. http://kalsel.litbang.pertanian.go.id/ind/images/pdf/semnas2014/69_ratna.pdf
- [4] A. D. Candra and A. Fadlil, "Sistem Penentuan Sudut Diam Granul Menggunakan Metode Pengolahan Citra Berbasis Android," *J. Ilm. Tek. Elektro Komput. dan Inform.*, vol. 3, no. 2, p. 118, 2018. <https://doi.org/10.26555/jiteki.v3i2.7419>
- [5] C. N. Prabiantissa, A. R. T. H. Ririd, and R. A. Asmara, "Sistem Identifikasi Batik Alami Dan Batik Sintetis Berdasarkan Karakteristik Warna Citra Dengan Metode K-Means Clustering," *J. Inform. Polinema*, vol. 3, no. 2, pp. 26–31, 2017. <https://doi.org/10.33795/jip.v3i2.10>
- [6] H. Musa, I. Emenike, O. Elija, S. Timothy, and M. Gwarzo, "Extraction and Characterization of White Guinea Corn (*Sorghum arundinaceum*) Starch: A Potential Source of Pharmaceutical Raw Excipient Material," *Int. J. Pharm. Pharm. Res.*, vol. 6, no. 3, pp. 434–441, 2016.
- [7] D. A. Darmajana, R. Ekafitri, R. Kumalasari, and N. Indrianti, "Pengaruh Variasi Ukuran Partikel Tepung Jagung terhadap Karakteristik Fisikokimia Mi Jagung Instan," *PANGAN*, vol. 25, no. 1, pp. 1–11, 2016. <http://www.jurnalpangan.com/index.php/pangan/article/view/301>
- [8] M. A. Pagani, "Wheat Milling and Flour Quality Evaluation," *Bak. Prod. Sci. Technol.*, pp. 17-53, 2014. <https://doi.org/10.1002/9781118792001.ch2>
- [9] F. Setyaningrum and K. Firdausy, "Metode Thresholding Untuk Segmentasi Citra Telur Berbasis Android," *Simp. Nas. Teknol. Terap.* 4, 2016, pp. 105-111. <https://www.researchgate.net/publication/345151001>
- [10] I. Kanedi, Jauhari, and A. Wulandari, "Tata Kelola Perpustakaan Menggunakan Bahasa Pemrograman Visual Basic 6.0," *J. Media Infotama*, vol. 9, no. 1, pp. 46–66, 2013. <https://jurnal.unived.ac.id/index.php/jmi/article/view/26>

BIOGRAFI PENULIS

Dimas Murtia Atmojo adalah mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta yang telah menyelesaikan pendidikan sarjana pada program studi tersebut.



Abdul Fadlil adalah Dosen di Program Studi Teknik Elektro dan Magister Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta.