

Implementasi Pengolahan Citra Untuk Menghitung Jumlah Kandungan Aflatoksin Pada Jagung Sebagai Bahan Utama Pakan Ternak

Florenca Gulo¹, Mardawia Mabe Parenreng², Alvia Bastian³

¹guloflorenca@gmail.com, ²mmparenreng@poliupg.ac.id, ³alvianbastian@poliupg.ac.id

^{1,2,3}Politeknik Negeri Ujung Pandang



Received : dated
Accepted : dated
Published : dated

Abstract

Abstract: Aflatoxin is a mold produced from *Aspergillus Flavus* which can cause health problems for animals and humans who consume it. In general, aflatoxin is contaminated in several agricultural commodities. So there is a need for observers in the polluted aflatoxin standard. One of the food products namely feeds for livestock uses corn as the main ingredient. Where corn is also one of the agricultural products that are easily contaminated by aflatoxins. So, before the corn is processed as animal feed, it needs to be tested first. One of the test objects in the corn is aflatoxin. The Research and Development Agency for the Cereals Garden gave the Indonesian National Standard for corn as animal feed to only be allowed to contain 150-200 ppb of aflatoxin. If the content contained in aflatoxin exceeds the existing standards, it can endanger livestock. One way to control aflatoxins is through calculations based on size and color parameters. From this background, the authors would like to raise research related to aflatoxin calculations implemented in image processing. The designed application can detect and calculate aflatoxins contained in an image. Where through the process of segmentation and image feature extraction, this application has an accuracy rate of 76%.

Keywords: Aflatoxin, Corn, Image Processing, Image Segmentation, Image Feature Extraction

Abstrak

Aflatoxin merupakan kapang yang dihasilkan dari *Aspergillus Flavus* dapat menyebabkan gangguan kesehatan bagi hewan maupun manusia yang mengonsumsinya. Pada umumnya aflatoxin tercemar di beberapa komoditas pertanian. Sehingga perlu adanya perhatian dalam standar aflatoxin yang tercemar. Salah satu produk pangan yaitu pakan untuk hewan ternak menggunakan jagung sebagai bahan utama. Dimana jagung juga merupakan salah satu produk pertanian yang mudah tercemari oleh aflatoxin. Sehingga, sebelum jagung tersebut diolah sebagai pakan ternak maka perlu diberi diuji terlebih dahulu. Salah satu objek uji dalam jagung tersebut ialah aflatoxin. Badan Penelitian dan Pengembangan Taman Serealia memberi Standard Nasional Indonesia bagi jagung sebagai pakan ternak hanya diperbolehkan mengandung aflatoxin sebanyak 150-200 ppb. Apabila kandungan yang terdapat pada aflatoxin melebihi dari standar yang ada maka dapat membahayakan hewan ternak. Salah satu cara dalam pengendalian aflatoxin ialah melalui perhitungan yang didasarkan dengan parameter ukuran dan warna. Dari latar belakang tersebut, maka penulis ingin mengangkat sebuah penelitian terkait perhitungan aflatoxin yang diimplementasikan dalam pengolahan citra. Aplikasi yang dirancang dapat melakukan pendeteksian dan perhitungan aflatoxin yang terdapat pada sebuah citra. Dimana melalui proses segmentasi dan ekstraksi ciri citra, aplikasi ini memiliki tingkat akurasi sebesar 76%.

Kata kunci: Aflatoxin, Jagung, Pengolahan Citra, Segmentasi Citra, Ekstraksi Ciri Citra

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license



1. Pendahuluan

Jagung merupakan salah satu bahan pangan pokok yang memiliki kandungan karbohidrat tertinggi. Tanaman yang memiliki bahasa latin *Zea mays* ini dinyatakan sebagai salah satu tanaman serelia yang paling produktif di dunia oleh Balai Penelitian Tanaman Serealia. Selain menjadi makanan bagi manusia, jagung juga digunakan sebagai bahan pokok dalam pakan untuk hewan ternak. Kandungan yang terdapat di dalamnya serta pengaruh dan manfaat nutrisi bagi perkembangan hewan ternak menjadi alasan mengapa jagung menjadi bahan pakan yang paling diminati. Selain itu, jagung menjadi salah satu komponen penting dalam pakan ternak yang komposisinya dapat mencapai sebanyak 60% [1].

Sebagai bahan pakan ternak yang paling diminati, perlu adanya pemeliharaan serta pengawasan baik mulai dari petani, pemasok, hingga sampai ke industri pakan. Sehingga jagung memiliki standar kelayakan agar dapat diolah sebagai campuran pakan ternak. Menurut Heny Yusrini, salah satu masalah dalam pemanfaatan jagung sebagai bahan pakan ialah senyawa aflatoksin [2].

Berasal dari hasil metabolisme sekunder dari *Aspergillus flavus* dan *Aspergillus parasiticus*, aflatoksin merupakan senyawa kimia beracun yang dapat menimbulkan penyakit pada hewan dan manusia. Keberadaannya dari awal jagung ditanam hingga puncaknya ketika panen menyebabkan aflatoksin tidak dapat dihindari dan hanya dapat dikendalikan sebelum diolah menjadi pakan. Sesuai dengan yang tertulis pada ketentuan SNI yang tercantum dalam Badan Standardisasi Nasional (Indonesia 1998) kandungan aflatoksin maksimum pada jagung sebagai pakan ternak Mutu I dan Mutu II berkisar antara 100 – 150 ppb. Begitu halnya toleransi kandungan aflatoksin yang ditetapkan oleh pedagang jagung dan pabrik pakan ternak sebanyak 100-200 ppb sehingga jagung dapat diolah [3].

Salah satu industri pakan di Makassar menggunakan jagung sebagai salah satu bahan dalam produk pakan. Jagung yang didapatkan melalui supplier belum melalui proses pemeriksaan kualitas. Sehingga, industri tersebut melakukan pemeriksaan kualitas melalui kandungan aflatoksin yang terdapat pada sampel jagung. Proses pemeriksaan tersebut dilakukan pada sampel jagung yang telah melalui proses penggilingan dan penghalusan sehingga menjadi kepingan kecil biji jagung. Kemudian dimasukkan ke dalam ruangan pengendalian kualitas

yang dilengkapi dengan sinar uv agar dapat melihat aflatoksin tersebut.

Namun, pada proses pemeriksaan serta perhitungan aflatoksin yang dilakukan secara kasat mata menjadi salah satu masalah bagi karyawan industri pakan tersebut. Pasalnya, berdasarkan ukurannya nilai aflatoksin berbeda – beda. Sehingga, sering terjadi kesalahan dalam pembacaan antara satu karyawan yang dengan karyawan lain. Hal tersebut dapat mempengaruhi nilai aflatoksin yang menjadi fokus dalam penentuan kualitas jagung sebagai pakan ternak.

Berdasarkan uraian penjelasan hingga permasalahan diatas, maka penulis ingin mengimplentasikan pengolahan citra dalam menghitung kandungan aflatoksin pada jagung sebagai solusi bagi para industri pakan ternak yang masih menggunakan cara manual. Pada penerapannya akan diberikan ukuran sesuai standar sehingga metode yang digunakan dapat mengklasifikasikan aflatoksin sesuai dengan ukuran dan nilainya sehingga memiliki hasil akhir yang akurat dan tidak terdapat lagi salah pembacaan pada nilai aflatoksin tersebut. Selain itu, penulis ingin menganalisa apakah metode pengolahan citra tersebut dapat efektif dalam mengklasifikasikan aflatoksin pada jagung. Sehingga, dengan adanya penelitian ini dapat diketahui bagaimana proses pembacaan aflatoksin secara digital.

2. Metode Penelitian

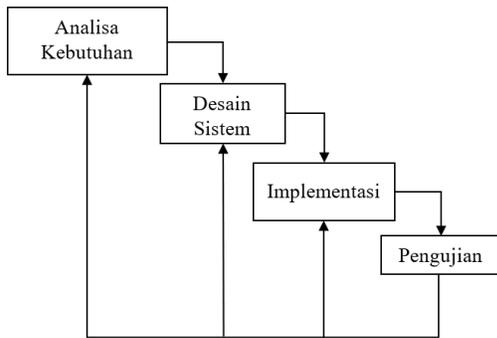
2.1. Tempat dan waktu penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Multimedia, Program Studi Teknik Multimedia dan Jaringan Jurusan Teknik Elektro, Kampus 2 Politeknik Negeri Ujung Pandang yang dimulai dari bulan Februari sampai dengan bulan Juli 2022.

2.2. Prosedur Penelitian

Dalam penelitian ini prosedur yang digunakan menggunakan metode waterfall. Pada prosedur penelitian dengan metode waterfall penulis melakukan beberapa langkah yaitu analisa kebutuhan, desain sistem, implementasi, dan pengujian. Dengan metode

penelitian yang digunakan penulis dapat mencapai tujuan dari penelitian ini.



Gambar 1 metode waterfall ((sumber : putra et al., 2013)

Dalam mencapai tujuan penelitian ini maka terdapat langkah – langkah yang telah dilakukan oleh penulis sebagai berikut :

1. Melakukan pengumpulan studi literatur melalui jurnal penelitian terkait seperti pengertian aflatoxin, proses dan implementasi pengolahan citra, penggunaan matlab serta bahasa pemrogramannya. Studi literatur juga didapatkan melalui berbagai video referensi yang bersumber dari channel YouTube Pemrograman Matlab terkait pengolahan citra dengan pemrograman matlab.
2. Penulis melakukan penelitian pada pabrik dengan objek yang sama. Objek tersebut merupakan aflatoxin yang terdapat pada biji jagung.
3. Kemudian secara lebih detail dalam penelitian ini dilakukan wawancara ditempat pengujian dan bersama dengan ahli dalam bidang tersebut sehingga menghasilkan nilai parameter yang dibutuhkan yaitu ukuran dan warna. Dimana ukuran secara manual dibaca secara milimeter dan sistem secara pixel dengan menggunakan luas yang terdeteksi. Sedangkan pada warna yang digunakan adalah warna RGB khususnya kontras warna biru.
4. Setelah beberapa data telah terkumpul, penulis merancang sistem sesuai dengan kebutuhannya. Selanjutnya data yang diberikan diimplementasikan ke dalam sistem. Sehingga dapat mendefinisikan cara kerja pembacaan manual ke dalam sistem. Dimana, nilai yang digunakan dalam pembacaan secara manual

tersebut dapat menjadi acuan untuk memproses deteksi objek dalam citra pada sistem.

5. Prosedur pengambilan citra dilakukan secara bertahap oleh penulis dengan beberapa ketentuan yang sama dengan pembacaan secara manual. Objek penelitian berada pada biji jagung yang telah melalui proses penggilingan secara kasar dan diletakkan pada tempat dengan dasar berwarna gelap. Untuk mengetahui kandungan aflatoxin pada jagung, pengambilan citra dilakukan pada ruangan quality control yang hanya disinari dengan lampu LED – Sinar UV. Selanjutnya, pengambilan citra dilakukan dengan menggunakan kamera yang berjarak 30 cm dari objek sesuai ketentuan pembacaan secara manual di pabrik.

2.3. Bahan Penelitian

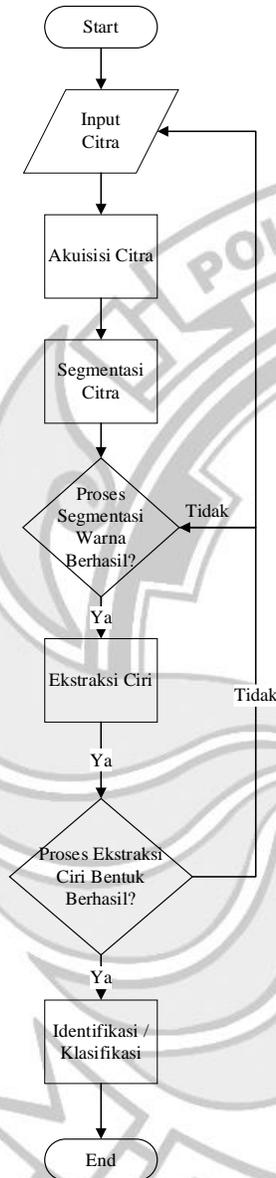
Bahan penelitian yang digunakan dalam penelitian ialah citra sampel uji yang merupakan biji jagung yang telah mengalami proses penggilingan kemudian dimasukkan ke dalam ruangan yang terdapat sinar uv seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Citra Sampel Uji

2.4. Flowchart

Pada flowchart di Gambar 3 memberikan gambaran proses yang terjadi dalam aplikasi yang dibangun.



Gambar 3. Flowchart pada sistem perhitungan kandungan aflatoxin

Dalam flowchart yang ditampilkan pada Gambar 3 menggambarkan proses yang terjadi pada sistem yaitu image processing. Tahapan pertama pada proses pengolahan citra setelah citra diinput adalah akuisisi citra. Selanjutnya, objek akan dipisahkan dengan background dengan menggunakan metode threshold. Pada metode ini, nilai level atau tingkat keabuan yang

digunakan sebesar 6. Proses segmentasi ini akan menghasilkan citra biner, dimana object yang berwarna putih maka terdeteksi sebagai aflatoxin dan akan diolah ke tahap berikutnya. Apabila proses segmentasi citra gagal, maka proses akan diulang kembali oleh sistem. Namun, apabila proses segmentasi citra berhasil maka sistem akan menampilkan citra yang telah tersegmentasi dan melanjutkan prosesnya pada ekstraksi ciri. Proses ekstraksi yang terjadi pada citra ini adalah klasifikasi objek atau aflatoxin yang terdeteksi menurut luas dan intensitas warna. Melalui proses ini, maka object akan dilabeli dan menghasilkan nilai sesuai klasifikasinya masing – masing. Apabila proses ekstraksi ciri tidak berhasil, maka akan kembali ke proses segmentasi. Namun, bila proses ekstraksi ciri berhasil maka sistem akan menampilkan hasil objek yang terklasifikasi beserta nilai-nilai yang dibutuhkan.

2.5. Thresholding

Thresholding merupakan operasi yang digunakan untuk mengklasifikasi suatu titik (x,y) sebagai bagian dari sebuah class objek[4]. Proses dalam thresholding ini adalah dengan pemisahan piksel-piksel atau menghilangkan informasi pada citra berdasarkan derajat keabuan yang dimiliki[5]. Dimana, piksel dengan derajat keabuan lebih kecil dari nilai batas diberi nilai 0 dan piksel dengan derajat keabuan lebih besar diubah menjadi bernilai 1.

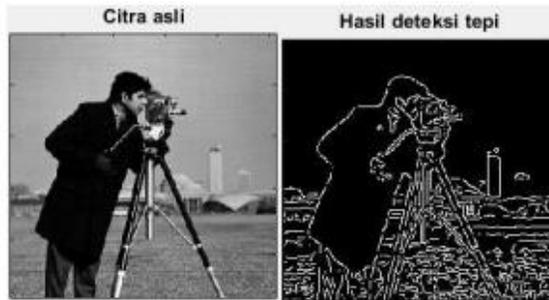
$$g(x, y) = \begin{cases} Ga & \text{jika } f(x, y) \leq T, \\ Gb & \text{jika } f(x, y) > T \end{cases}$$

Gambar 4. Persamaan Thresholding (Sumber : [2])

2.6. Deteksi tepi canny

Dalam pengolahan citra, pengenalan pola digunakan untuk menentukan kelompok berdasarkan ciri-ciri yang dimiliki oleh suatu objek. Salah satu metode pengenalan pola adalah dengan mendeteksi tepi. Menurut Putu Teguh, deteksi tepi merupakan sebuah operasi untuk deteksi tepi yang dengan mengambil batas dua wilayah citra homogen yang memiliki tingkat kecerahan berbeda[6]. Tujuan pendeteksian tepi adalah untuk menandai bagian yang menjadi detail citra, memperbaiki detail citra yang kabur, serta mengubah 2D menjadi bentuk kurva. Ada 3 operasi deteksi tepi yang sering digunakan dalam

pengolahan citra digital yaitu operator Robert cross, operator canny, dan operator sobel.

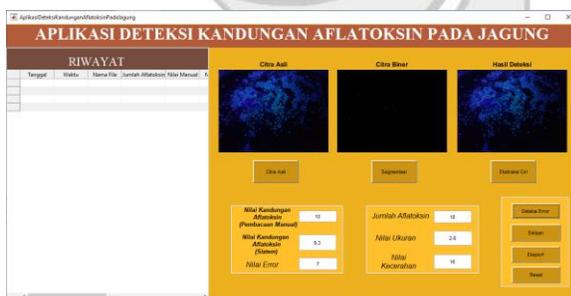


Gambar 5. Hasil Deteksi Tepi Menggunakan Algoritma Canny (Sumber : (P., Kusriani, and Kurniawan 2019))

Salah satu dari beberapa operator pendeteksian tepi adalah deteksi tepi *canny*. *Canny edge* merupakan metode deteksi tepi dengan menampilkan efek relief di dalamnya. Efek relief yang dimaksud ialah sebuah garis kasar yang menggambarkan objek di dalamnya [7]. Operator deteksi tepi ini memiliki kelebihan dalam penggunaannya, dimana memiliki tingkat error yang minimum sehingga menghasilkan citra tepian yang optimal[8]. Sebelum melakukan perhitungan deteksi tepi, operator canny ini melakukan proses pengurangan noise sehingga tepi – tepi yang dihasilkan lebih banyak[9].

2.7. Cara kerja aplikasi

Sistem yang dibuat berupa aplikasi desktop, dimana dalam pembuatannya menggunakan bahasa pemrograman MATLAB.



Gambar 6. Aplikasi pengujian pendeteksian aflatoxin

Pendeteksian dapat dijalankan setelah citra diinput melalui tombol citra asli. Kemudian citra yang telah diinput akan terbaca oleh sistem dan kemudian dapat diproses ke tahap berikutnya yaitu *image processing*. Maka proses selanjutnya akan

mengeluarkan hasil pemisahan *background* dengan objek atau aflatoxin disertai garis tepi pada masing – masing objek. Lalu pada tombol proses yang terakhir akan mengeluarkan hasil aflatoxin yang terdeteksi beserta dengan perhitungan yang dihasilkan oleh sistem. Nilai yang dihasilkan sistem berupa jumlah aflatoxin yang terdeteksi, nilai ukuran, nilai kecerahan, nilai kandungan aflatoxin, dan nilai toleransi.

1. Jumlah aflatoxin, menunjukkan berapa banyak objek atau aflatoxin yang terdeteksi pada citra.
2. Nilai Ukuran, menunjukkan nilai total dari klasifikasi nilai luas yang dilakukan oleh sistem (pada ekstraksi ciri). Nilai luas tersebut diklasifikasikan menjadi lima kelas. Kelas 1 bernilai 0.26, kelas 2 bernilai 0.52, kelas 3 bernilai 0.79, kelas 4 bernilai 1.05, dan kelas 5 bernilai 1.32. Pembagian kelas tersebut berdasarkan besar luas objek atau aflatoxin yang terdeteksi oleh sistem. Masing – masing jumlah aflatoxin yang terdeteksi sesuai kelasnya akan dikalikan dengan nilai di atas, kemudian di jumlahkan menjadi nilai ukuran. Nilai di atas diambil dari konversi ukuran aflatoxin yang terbaca secara sistem atau dari citra dengan satuan pixel dengan yang terbaca secara manual dengan satuan mm.
3. Nilai kecerahan, menunjukkan nilai total dari klasifikasi nilai intensitas warna biru yang dilakukan oleh sistem (pada ekstraksi ciri). Nilai warna tersebut diklasifikasikan menjadi lima kelas, dimana pembagian kelas tersebut berdasarkan nilai intensitas yang dihasilkan oleh objek atau aflatoxin yang terdeteksi. Kelas 1 bernilai nilai 1, kelas 2 bernilai 2, kelas 3 bernilai 3, kelas 4 bernilai 4, dan kelas 5 bernilai 5. Dalam hal ini, semakin tinggi kelas maka nilai intensitas warna yang terdeteksi besar atau secara pembacaan manual terbilang cerah. Sedangkan, kelas yang terkecil yaitu kelas 1 merupakan kelompok objek yang memiliki nilai intensitas warna terendah atau terbilang redup. Setelah objek diklasifikasikan menurut kelasnya, kemudian jumlah objek tersebut dikalikan dengan nilai kelas masing – masing. Nilai kelas warna di atas menggunakan nilai pembacaan secara manual.
4. Nilai Kandungan Aflatoxin (Sistem), merupakan hasil akhir dari total nilai ukuran dan nilai kecerahan.

5. Nilai Kandungan Aflatoksin (Pembacaan Manual), merupakan hasil dari pembacaan secara manual dan diinput secara manual oleh *user* untuk melihat nilai *error*.
6. Nilai Error, menunjukkan seberapa besar kesalahan atau selisih nilai yang terdeteksi oleh sistem dengan hasil pembacaan secara manual.

3. Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini telah dilakukan 2 jenis pengujian, yaitu pengujian fungsionalitas sistem dan pengujian akurasi aplikasi. Pengujian fungsionalitas sistem dilakukan oleh penulis bersama karyawan di pabrik guna menguji fungsi fitur yang terdapat di dalam aplikasi serta mengukur kemudahan penggunaan aplikasi menurut *user*.

3.1. Pengujian fungsionalitas sistem

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kesesuaian aplikasi yang dibangun oleh penulis dengan yang diharapkan sebelumnya pada tahap analisis kebutuhan dan desain sistem. Maka, telah dilakukan pengujian fungsional sistem oleh penulis.

Tabel 1. Hasil Pengujian Fungsional Sistem

No	Skenario Pengujian	Hasil yang diharapkan	Kesimpulan
	Melakukan input citra	Sistem dapat menginput atau mengambil citra yang tersimpan pada perangkat	Sesuai
	Melakukan proses segmentasi	Sistem dapat melakukan proses pemisahan objek dengan <i>background</i>	Sesuai

	Melakukan proses ekstraksi ciri dan menampilkan nilai – nilai pada citra	Sistem dapat mendeteksi serta mengelompokkan objek berdasarkan parameter ukuran dan warna yang telah ditentukan. Kemudian sistem menampilkan hasil atau nilai-nilai dari pengelompokkan masing-masing parameter serta nilai yang nilai akumulasi dari objek yang terdeteksi.	Sesuai
	Melakukan proses perhitungan nilai toleransi antar nilai manual dengan nilai deteksi	Sistem dapat menampilkan nilai toleransi dari nilai deteksi yang dihasilkan oleh sistem dengan nilai inpu manual.	Sesuai
	Melakukan penyimpanan data	Sistem dapat menyimpan data berupa nilai – nilai yang telah ditampilkan serta diekspor ke dalam bentuk file.	Sesuai

Dari hasil yang ditunjukkan pada Tabel 1 aplikasi yang dibangun dengan pemrograman MATLAB telah berjalan sesuai dengan kebutuhan yang diharapkan. Meski MATLAB memiliki proses yang lambat yang diakibatkan oleh penyimpanan atau spesifikasi perangkat yang digunakan, namun semua fitur dapat berjalan sesuai dengan fungsinya masing-masing.

3.2. Pengujian akurasi aplikasi

Pengujian akurasi aplikasi merupakan pengujian terhadap nilai yang dihasilkan oleh sistem dengan nilai manual yang diberikan. Dalam penelitian ini telah dilakukan pengujian nilai deteksi dengan nilai manual

sebanyak 10 sampel pada bulan Agustus dengan hasil sebagai berikut.

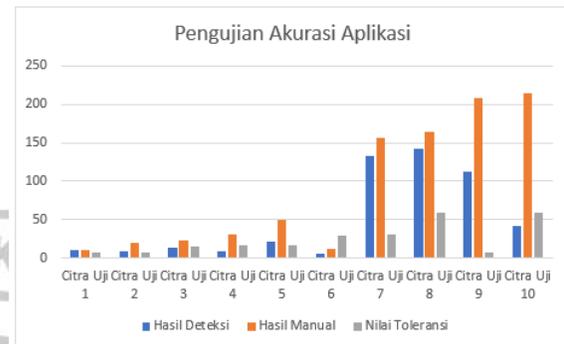
Tabel 2. Hasil Pengujian Nilai Deteksi

Tanggal	Waktu	Nama File	Jumlah Aflatoksin	Nilai Kandungan Aflatoksin (Pembacaan Manual)	Nilai Luas	Nilai Warna	Nilai Kandungan Aflatoksin (Sistem)	Nilai Error
11-Aug-22	1:33:00	10.jpeg	10	10 ppb	2.6	16	9.3 ppb	7
11-Aug-22	1:33:09	12.jpeg	6	12 ppb	3.15	14	8.575 ppb	28.54
11-Aug-22	1:33:19	20.jpeg	9	20 ppb	3.92	33	18.46 ppb	7.70
11-Aug-22	1:33:34	23.jpeg	13	23 ppb	6.54	46	26.27 ppb	14.22
11-Aug-22	1:33:46	31.jpeg	9	31 ppb	7.88	44	25.94 ppb	16.32
11-Aug-22	1:33:58	50.jpeg	22	50 ppb	14.43	102	58.215 ppb	16.43
11-Aug-22	1:34:16	152.jpeg	133	152 ppb	37.45	372	204.725 ppb	34.69
11-Aug-22	1:34:29	164.jpeg	143	164 ppb	42.93	476	259.465 ppb	58.21
11-Aug-22	1:34:46	209.jpeg	113	209 ppb	36.48	353	194.74 ppb	6.82
11-Aug-22	1:35:14	215.jpeg	41	215 ppb	16.45	163	89.725 ppb	58.27

Pengujian Akurasi Aplikasi dilakukan dengan cara membandingkan nilai manual dengan nilai hasil deteksi oleh sistem. Nilai yang dihasilkan oleh sistem yaitu berupa jumlah aflatoxin yang terdeteksi, nilai ukuran, nilai kecerahan, nilai kandungan aflatoxin, dan nilai error. Pada pengujian akurasi aplikasi dilakukan perbandingan nilai manual dengan nilai kandungan aflatoxin yang terbaca oleh sistem melalui nilai error, dengan rumus berikut :

$$e = \frac{\text{Nilai Deteksi} - \text{Nilai Manual}}{\text{Nilai Manual}} \times 100$$

Menurut pengumpulan informasi yang telah dilakukan sebelumnya, nilai toleransi yang ditetapkan antar nilai perhitungan manual dengan nilai perhitungan sistem ialah apabila nilai manual terhitung diatas 100 maka nilai toleransi yang ditetapkan ialah 15%. Sedangkan nilai manual yang terhitung dibawah 100, maka nilai toleransi yang ditetapkan ialah 25%. Sehingga apabila nilai toleransi yang didapatkan dibawah 15% atau 25% sesuai dengan jumlah manual yang terhitung, maka pengujian dapat dikatakan berhasil.



Gambar 7. Diagram Hasil Pengujian Akurasi Aplikasi

Melalui Gambar 7 dapat dilihat bahwa hasil dari pengujian akurasi aplikasi ialah keterkaitan antara nilai deteksi dengan nilai manual. Dimana, dari sampel 10 uji sebanyak empat sampel uji memiliki nilai toleransi yang cukup jauh dari standar yang telah ditentukan. Hal tersebut disebabkan oleh dua faktor, yaitu:

- Jarak antara kamera dengan objek saat pengambilan citra.
- Posisi pengambilan citra yang dapat mempengaruhi pencahayaan.

4. Kesimpulan

Melalui penelitian terkait Implementasi Pengolahan Citra Untuk Menghitung Jumlah Kandungan Aflaktoksin Pada Jagung Sebagai Bahan Utama Pakan Ternak, penulis telah menarik beberapa kesimpulan yang akan disampaikan pada bagian akhir ini. Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa :

- Sistem perhitungan jumlah kandungan aflatoxin ini telah selesai dibuat dan dapat berfungsi untuk mendeteksi aflatoxin melalui sebuah citra.
- Kemampuan deteksi aflatoxin yang dirancang dalam sistem ini memiliki nilai akurasi sebesar 76%.
- Rata – rata nilai error tertinggi jatuh pada rentang nilai 28 – 60 persen.
- Penentuan tingkat atau level keabuan yang digunakan dalam aplikasi juga mempengaruhi proses segmentasi.

5. Kegagalan pembacaan deteksi aflatoksin disebabkan oleh faktor citra atau pengambilan citra sebagai bahan uji yang tidak sama antar citra berdasarkan beberapa hal seperti resolusi kamera yang digunakan, jarak antar citra dengan kamera, dan pencahayaan pada citra yang ditangkap oleh kamera.

Daftar Pustaka

- [1] G. T. S. Putra, M. W. A. Kesiman, and I. G. M. Darmawiguna, "Pengembangan Media Pembelajaran Dreamweaver Model Tutorial Pada Mata Pelajaran Mengelola Isi Halaman Web Untuk Siswa Kelas XI Program Keahlian Multimedia Di SMK Negeri 3 Singaraja," *J. Nas. Pendidik. Tek. Inform.*, vol. 2, no. 2, p. 125, 2013, doi: 10.23887/janapati.v2i2.9782.
- [2] J. Utama, "Akuisisi Citra Digital menggunakan Pemrograman MATLAB," *Maj. Unikom*, vol. 9, no. 1, pp. 71–80, 2011.
- [3] N. P., K. Kusriani, and M. P. Kurniawan, "Segmentasi Citra Ikan Arwana Super Red Berdasarkan Deteksi Tepi Menggunakan Algoritma Canny," *J. Teknol. Inf.*, vol. 3, no. 2, p. 200, 2019, doi: 10.36294/jurti.v3i2.1092.
- [4] Sukatmi, "Perbandingan Deteksi Tepi Citra Digital dengan," vol. 01, no. 01, pp. 1–4, 2017.
- [5] Febriani and L. ETP, "Analisis Penelusuran Tepi Citra Menggunakan Detektor Tepi Sobel dan Canny," *Semin. Ilmu Nas. Komput. dan Sist. Intelijen*, no. Kommit, pp. 462–466, 2008.
- [6] P. Teguh, K. Putra, N. Kadek, and A. Wirdiani, "Pengolahan Citra Digital Deteksi Tepi Untuk Membandingkan Metode Sobel, Robert dan Canny," *J. Ilm. Merpati (Menara Penelit. Akad. Teknol. Informasi)*, vol. 2, no. 2, pp. 253–261, 2016.
- [7] D. Sukmawati *et al.*, "SKRINING KAPANG Aspergillus spp. PENGHASIL AFLATOKSIN PADA JAGUNG PIPILAN DI DAERAH BEKASI, JAWA BARAT," *Al-Kaunyah J. Biol.*, vol. 11, no. 2, pp. 151–162, 2018, doi: 10.15408/kaunyah.v11i2.6961.
- [8] F. Muhadjir, "Karakteristik Tanaman Jagung.," *Balai Penelit. Tanam. Pangan Bogor*, no. 13, pp. 33–48, 2018, [Online]. Available: <http://balitsereal.litbang.pertanian.go.id/wp-content/uploads/2018/08/3karakter.pdf>.
- [9] R. Kurniawati, C. M. S. Lestari, and E. Purbowati, "Pengaruh Perbedaan Sumber Energi Pakan (Jagung dan Pollard) terhadap Respon Fisiologis Kelinci New Zealand White Betina," *J. Peternak. Indones. (Indonesian J. Anim. Sci.)*, vol. 20, no. 1, p. 1, 2018, doi: 10.25077/jpi.20.1.1-7.2018.
- [10] D. N. Susilowati, D. Sukmawati, and Y. Suryadi, "Cendawan Penghasil Mikotoksin pada Komoditas Pertanian," *Bul. Plasma Nutrafah*, vol. 26, no. 2, p. 157, 2020, doi: 10.21082/blpn.v26n2.2020.p157-172.
- [11] U. S. M. Indonesia, "perbedaan citra analog dan citra digital | Pemrograman Matlab," pp. 7–28, 2020, [Online]. Available: <https://pemrogramanmatlab.com/tag/perbedaan-citra-analog-dan-citra-digital/>.
- [12] F. G. Febrinanto, C. Dewi, and A. T. Wiratno, "Implementasi Algoritme K-Means Sebagai Metode Segmentasi Citra Dalam Identifikasi Penyakit Daun Jeruk," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. Univ. Brawijaya*, vol. 2, no. 11, pp. 5375–5383, 2018.
- [13] M. Orisa and T. Hidayat, "Analisis Teknik Segmentasi Pada Pengolahan Citra," *J. Mnemon.*, vol. 2, no. 2, pp. 9–13, 2019, doi: 10.36040/mnemonic.v2i2.84.
- [14] A. A. Wahid, "Analisis Metode Waterfall Untuk Pengembangan Sistem Informasi," *J. Ilmu-ilmu Inform. dan Manaj. STMIK*, no. November, pp. 1–5, 2020, [Online]. Available: https://www.researchgate.net/profile/Aceng_Wahid/publication/346397070_Analisis_Metode_Waterfall_Untuk_Pengembangan_Sistem_Informasi/links/5fbfa91092851c933f5d76b6/Analisis-Metode-Waterfall-Untuk-Pengembangan-Sistem-Informasi.pdf.
- [15] Caesarendra, Wahyu dan Ariyanto, Mochammad, *Panduan Belajar Mandiri : MATLAB*. Jakarta : Elex Media Komputindo, 2011.