

Identification of GMO And NON-GMO Tempeh Images Using The Convolutional Neural Network

Afni Maria Ulfa^{1)}; Supatman¹*

1. Program Studi Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Mercu Buana
Yogyakarta, Gg. Jemb. Merah No.84C, Soropadan, Condongcatur, Kec. Depok, Kabupaten
Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55283, Indonesia

**)Email: afni7622@gmail.com*

Received: 29 November 2023 | Accepted: 17 Januari 2024 | Published: 7 Juni 2024

ABSTRACT

In Indonesia, tempeh is a traditional food that is consumed almost every day by the community. At an affordable price, tempeh is a source of vegetable protein that can be consumed by all groups and all ages. There are two types on the market now, namely GMO and NON-GMO tempeh depending on the soybeans used as the basic ingredients for making tempeh, where the GMO varieties are soybeans imported from America, while the NON-GMO soybeans are local soybeans grown by farmers. Tempeh made with GMOs is considered less good so it needs to be avoided and choose tempeh derived from NON-GMO soybeans. The identification of tempeh derived from GMO/NON-GMO soybeans is done manually so there is potential for variability between observers. So this research is proposed to use one of the methods of deep learning, namely Convolutional Neural Networks (CNN) to identify GMO and NON-GMO tempeh. The tempeh used in this study is long plastic tempeh or commonly referred to as "Tempe Papan". The data used in this study is a total of 500 true color image data with three different sizes, namely 64x64 pixels, 80x80 pixels, and 96x96 pixels. The accuracy results obtained at three different sizes have different values, the size of 64x64 pixels has an accuracy value of 86,67%, the size of 80x80 pixels has an accuracy value of 98%, the size of 96x96 pixels has an accuracy value of 98,67%. So that the best accuracy is on the input size of 96x96 pixels which is 98,67% and is able to outperform the previous methods both manually and automatically.

Keywords: CNN, GMO and NON-GMO, Identification, Tempeh

ABSTRAK

Di Indonesia, tempe termasuk makanan tradisional yang hampir setiap hari dikonsumsi oleh masyarakat. Dengan harga yang terjangkau, tempe menjadi sumber protein nabati yang mampu dikonsumsi oleh semua kalangan dan semua usia. Tempe yang beredar dipasaran kini memiliki dua jenis, yakni tempe GMO dan NON-GMO, tergantung dari kedelai yang digunakan untuk bahan dasar pembuatan tempe, dimana varietas GMO adalah kedelai yang diimpor dari Amerika, sedangkan kedelai NON-GMO adalah kedelai lokal yang ditaman oleh petani. Tempe yang dibuat dengan GMO dinilai kurang baik sehingga perlu dihindari dan memilih tempe yang berasal dari kedelai NON-GMO. Identifikasi tempe yang berasal dari kedelai GMO/NON GMO dilakukan secara manual sehingga berpotensi terjadi variabilitas antara pengamat. Maka penelitian ini diusulkan menggunakan salah satu metode dari deep learning yakni Convolutional Neural Networks (CNN) untuk mengidentifikasi tempe GMO dan NON-GMO. Tempe yang digunakan dalam penelitian ini adalah tempe plastik panjang atau biasa disebut dengan "Tempe Papan". Data yang digunakan pada penelitian ini yakni total 500 data citra true color dengan tiga ukuran yang berbeda, yakni 64x64 piksel, 80x80 piksel dan 96x96 piksel. Hasil akurasi yang diperoleh pada tiga ukuran yang berbeda memiliki nilai yang berbeda-beda, ukuran 64x64 piksel memiliki

nilai akurasi sebesar 86,67%, ukuran 80x80 piksel memiliki nilai akurasi 98%, ukuran 96x96 piksel memiliki nilai akurasi 98,67%. Sehingga akurasi terbaik yaitu pada ukuran input 96x96 piksel yaitu 98,67% dan mampu mengungguli metode-metode sebelumnya baik manual maupun otomatis.

Kata kunci: CNN, GMO dan NON-GMO, Identifikasi, Tempe

1. PENDAHULUAN

Tempe merupakan makanan asli Indonesia yang terbuat dari kacang kedelai yang difermentasi oleh jamur *Rhizopus sp*[1]. Tempe mengandung beberapa enzim, diantaranya adalah enzim protease, lipase, dan emilase[2]. Tingkat konsumsi tempe di Indonesia memiliki indeks lebih tinggi dibandingkan dengan ayam dan daging[3],[4]. Tempe memiliki kandungan gizi diantaranya lemak, protein, mineral, *asam fitat*, karbohidrat, *ologoskarida*, dan sebagai antioksidan seperti *isoflavon*[2]. Tempe juga mengandung vitamin B12 yang umumnya terdapat pada bahan makanan hewani[5]. Tempe memiliki manfaat untuk menghambat pembentukan sel kanker pembuluh darah, sebagai agen anti bakteri, dan meningkatkan kesehatan tulang [6]. Bahan baku pembuatan tempe kedelai ada dua varietas yakni kedelai GMO dan NON-GMO.

Tempe kedelai memiliki *miselium* berwarna putih, memiliki bentuk yang padat dan bau yang khas[2]. Pada penelitian ini digunakan dua varietas tempe, yakni tempe GMO dan NON-GMO. GMO adalah singkatan dari *Genetically Modified Organisms*, yaitu kedelai yang bahan genetiknya sudah dimodifikasi melalui rekayasa genetik dengan mengubah komposisi dari DNA-nya[7]. Kedelai jenis ini memiliki eksportir terbesar yang berasal dari Amerika Serikat, Brazil, dan Argentina[8]. Sedangkan kedelai NON-GMO adalah kedelai yang tidak melalui proses rekayasa genetik, kedelai ini ditanam secara tradisional tanpa menggunakan bahan sintetis.

Kedelai GMO dinilai kurang baik dibandingkan kedelai NON-GMO, karena varietas kedelai transgenik menghasilkan protein baru yang tidak ditemukan pada kedelai alami sehingga bisa beresiko menyebabkan alergi, dan memunculkan racun baru[9]. Penyilangan DNA pada rekayasa genetik ini tidak mempedulikan spesies yang berdekatan atau menyilangkan DNA diluar dari spesiesnya[7]. Adanya manipulasi DNA dimungkinkan memasukkan sifat dari banyak organisme pada tanaman[10]. Tempe yang menggunakan kedelai lokal non GMO lebih unggul dibandingkan tempe GMO karena memiliki kandungan protein yang lebih tinggi yaitu 20,39%, ukuran biji yang lebih besar dan warna biji yang lebih kuning dari kedelai impor[11].

Untuk dapat mengidentifikasi perbedaan antara tempe GMO dan NON-GMO secara manual dapat dilihat dari bentuk dan warna kedelai yang digunakan. Untuk tempe GMO memiliki bentuk kedelai lebih bulat dan berwarna coklat terang, sedangkan tempe NON-GMO memiliki bentuk kedelai agak lonjong dan berwarna coklat kekuningan.

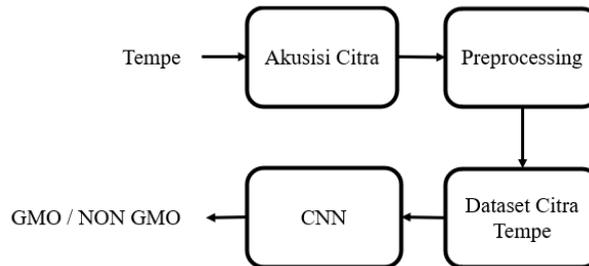
Penelitian mengenai identifikasi jenis biji kedelai menggunakan Gray Level Coorrance Matrix (GLCM) dan K-MEANS Claustering[11], dengan akurasi sebesar 47% pada kedelai yang terpisah (sebelum menjadi tempe) sehingga masih memiliki kelemahan terbatas pada identifikasi bahan baku tempe, belum identifikasi pada tempe yang sudah jadi.

Selanjutnya penelitian mengenai perbandingan tingkat akurasi pada jenis kedelai berdasarkan citra kedelai menggunakan backpropagation[12], dengan jarak 10 cm memiliki hasil akurasi 100%, jarak 15 cm memiliki hasil akurasi 99,07%, dan jarak 20cm memiliki hasil akurasi 77,22%, pada jenis kedelai yang belum diolah menjadi tempe.

Maka penelitian ini diusulkan untuk mengidentifikasi pada citra tempe GMO dan NON-GMO menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN). CNN merupakan salah satu dari algoritma deep learning yang didesain untuk mengolah data dua dimensi berupa gambar (citra)[13]. Jaringan saraf yang terdapat pada convolutional terdiri dari input dan lapisan output[14]. CNN termasuk model yang populer dan akurat untuk implementasi klasifikasi citra[15]. Metode CNN diharapkan dapat mengidentifikasi antara citra tempe GMO dan NON-GMO dengan presisi yang tinggi.

2. METODE/PERANCANGAN PENELITIAN

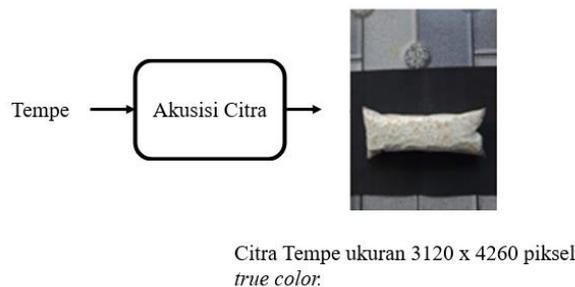
Identifikasi jenis tempe GMO dan NON-GMO menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) dimulai dari akuisisi citra, preprocessing, dataset citra tempe, dan CNN. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah kamera dengan resolusi 16 Megapixel dan komputer Intel Celeron N4000. Diagram blok penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Blok Diagram Penelitian Identifikasi Citra Tempe GMO dan NON GMO menggunakan CNN.

2.1. Akuisisi Citra

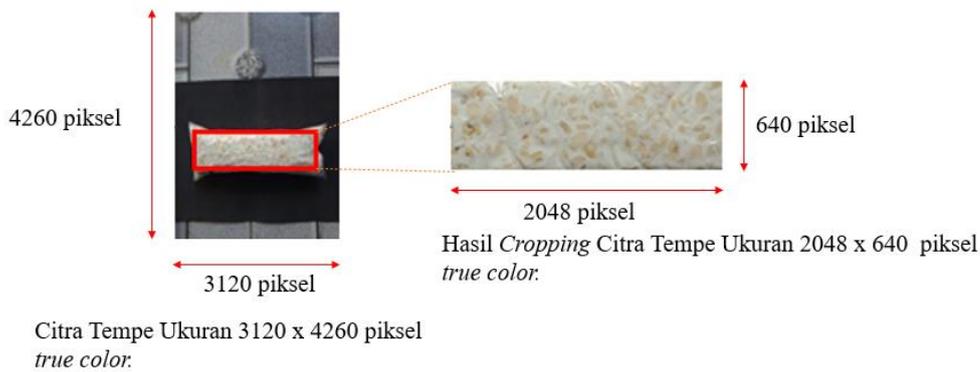
Tahap pertama pada penelitian ini adalah akuisisi citra, yakni melakukan pengambilan data berupa foto tempe GMO dan NON-GMO dengan kamera dan citra yang dihasilkan berektensi JPG. Pengambilan citra dilakukan dengan jarak pengambilan citra sejauh 25 cm dari objek, pengambilan citra dilakukan di siang hari dengan pencahayaan alami. Proses akuisisi dihasilkan citra true color dengan resolusi Citra Tempe ukuran 3120 x 4260 piksel dengan format JPG ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Proses Akuisisi Citra Tempe.

2.2. Preprocessing

Pada tahap preprocessing ini dilakukan proses cropping pada data citra, hal ini bertujuan agar citra yang digunakan pada pengujian menggunakan metode CNN lebih berfokus pada objek, bukan latar belakang yang terdapat pada citra. *Cropping* dipilih pada bagian tengah objek dengan bentuk persegi panjang, supaya bagian pinggir objek yang tidak rata dan latar belakang citra dapat dihilangkan. Agar hasil *cropping* memiliki ukuran yang sama, maka digunakan ukuran 2048 x 640 piksel pada semua data citra, yang mulanya 3120 x 4260 piksel. Proses preprocessing citra tempe ditunjukkan pada Gambar 3.



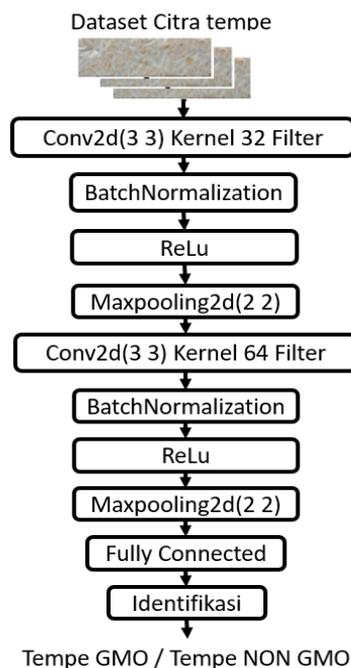
Gambar 3. Proses Preprocessing Citra Tempe dengan Cropping Citra Tempe dari Ukuran 3120 x 4260 piksel dicropping dengan kotak pembatas dengan ukuran 2048 x 640 piksel.

2.3. Dataset Citra

Setelah proses *preprocessing* citra, proses selanjutnya adalah proses pembentukan dataset citra tempe menggunakan citra hasil akuisisi. Dataset yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 500 citra, yang terdiri dari 250 adalah citra tempe GMO dan 250 lainnya adalah citra tempe NON-GMO. Setelah itu dibagi lagi untuk dimasukkan ke data training dan testing, besar perbandingan yang digunakan pada penelitian ini adalah 70:30, dengan 70% merupakan data training dan 30% adalah data testing.

2.4. Model Arsitektur CNN

Model arsitektur CNN didesain dengan input citra dengan ukuran 64x64x3, 80x80x3, 96x96x3, conv2d(3 3) kernel 32 filter, batchNormalization, relu, maxpooling2d(2 2), conv2d(3 3) kernel 64 filter batchNormalization, relu, maxpooling2d(2 2), fully connected dan identifikasi . Arsitektur model CNN ditunjukkan pada Gambar 4.

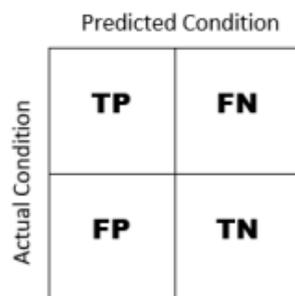


Gambar 4. Model Arsitektur CNN

2.5. Pengujian CNN

Pada tahap ini dilakukan pengujian untuk mengevaluasi dan menganalisis hasil pengolahan data citra menggunakan metode CNN. Cara mengetahui performa dari algoritma CNN ini menggunakan acuan dari Confusion Matrix ditunjukkan pada Gambar 5. Confusion Matrix disebut juga dengan nama error matrix yang menggambarkan kinerja dari suatu algoritma. Parameter yang dipakai pada penelitian ini adalah akurasi, akurasi adalah rasio perbandingan antara prediksi yang benar dengan keseluruhan data. Akurasi adalah tingkat seberapa akurat model dapat mengklasifikasi dengan benar, berikut persamaannya 1 .

$$Akurasi = \frac{TP+TN}{TP+FN+FP+TN} \quad (1)$$



Gambar 5. Confusion Matrix

Keterangan :

TP (*True Positive*) adalah jumlah data positif yang diklasifikasi dengan benar oleh sistem.

TN (*True Negative*) adalah jumlah data negatif yang diklasifikasi dengan benar oleh sistem.

FP (*False Positive*) adalah jumlah data positif tetapi diklasifikasi salah oleh sistem.

FN (*False Negative*) adalah jumlah data negatif tetapi diklasifikasi salah oleh sistem.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Dataset

Citra yang diambil menggunakan kamera kemudian dilakukan *cropping* pada preprocessing selanjutnya dibagi menjadi dua kategori yaitu tempe GMO dan tempe NON-GMO. Jumlah data citra pada masing-masing kategori adalah 250. Kemudian citra diberi nama sesuai dengan kategori yang telah ditentukan. Tempe GMO diberi nama ‘GMO(nomor).jpg’ dan tempe NON-GMO diberi nama ‘NON-GMO(nomor).jpg’. Pada Tabel 1 merupakan sampel citra dataset yang digunakan pada klasifikasi citra digital identifikasi tempe GMO dan NON-GMO menggunakan metode CNN.

Tabel 1 . Citra Tempe GMO dan NON-GMO

Citra	Label	Jumlah
	GMO	250
	NON-GMO	250

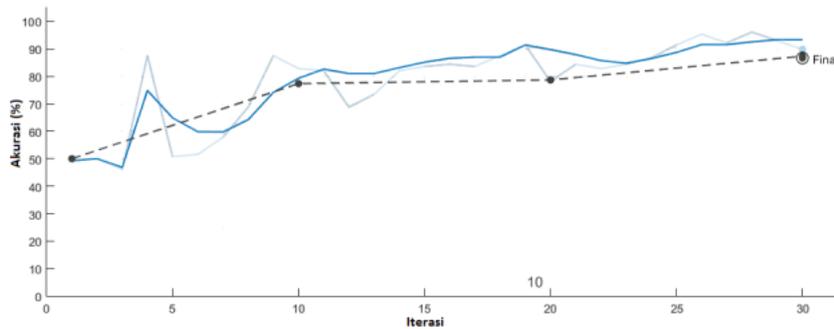
3.2. Hasil Predict dan Evaluasi

Selanjutnya adalah dilakukan pengujian model CNN yang dilatih menggunakan data test. Data test yaitu data yang telah dipisahkan dari awal sampai dengan proses pengujian model, data

test direpresentasikan sebagai data sesungguhnya yang akan diketahui jenis tempe apakah GMO atau NON-GMO. Semua data test akan diprediksi jenisnya oleh model, untuk mengetahui apakah model dapat mengklasifikasi citra data test dengan benar. Pengujian CNN dilakukan dengan tiga cara yang berbeda yakni *size* input citra 64x64x3, 80x80x3 dan 96x96x3.

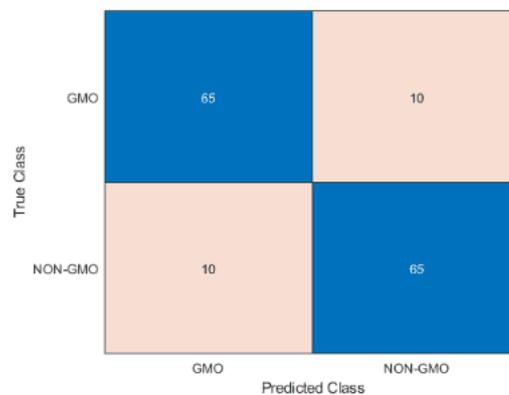
3.2.1. Size input Citra 64x64x3

Pengujian dengan parameter *size* input citra 64x64x3, optimasi adam, max epochs 15, learningrate 0,01, ditunjukkan pada Gambar 6 diperoleh akurasi ini sebesar 86,67%



Gambar 6. Akurasi Dengan *Size* Input Citra 64x64x3

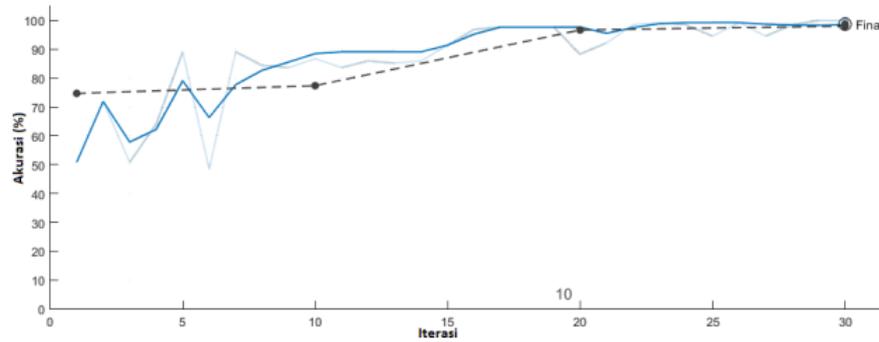
Untuk dapat mengidentifikasi data pada *size* input citra 64x64x3 memerlukan waktu selama 8 menit 9 detik. Hasil dari Confusion matrik pada *size* input citra 64x64x3 ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Confusion Matrix *Size* Input Citra 64x64x3

3.2.2. Size Input Citra 80x80x3

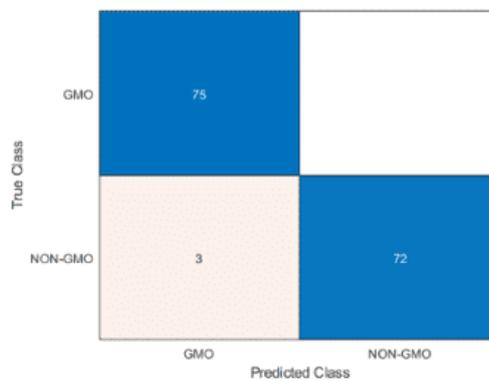
Pengujian dengan parameter *size* input citra 80x80x3, optimasi adam, max epochs 15, learningrate 0,01, ditunjukkan pada Gambar 8 diperoleh akurasi ini sebesar 98%



Gambar 8. Akurasi Dengan *Size* Input Citra 80x80x3

Untuk dapat mengidentifikasi data pada *size* input citra 80x80x3 memerlukan waktu selama 8 menit 49 detik.

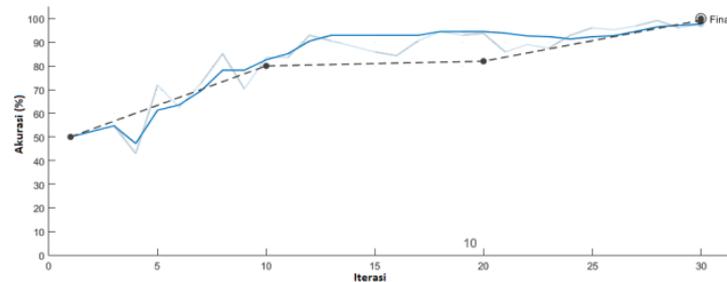
Hasil dari Confusion matrik pada *size* input citra 80x80x3 ditunjukkan pada Gambar 9



Gambar 9. Confusion Matrix *Size* Input Citra 80x80x3

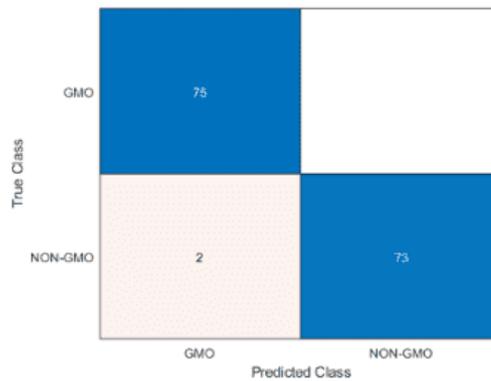
3.2.3. *Size* Input Citra 96x96x3

Pengujian dengan parameter *size* input citra 96x96x3, optimasi adam, max epochs 15, learningrate 0,01, ditunjukkan pada Gambar 8 diperoleh akurasi ini sebesar 98,67%.



Gambar 10. Akurasi Dengan Input Citra 96x96x3

Untuk dapat mengidentifikasi data pada *size* input citra 96x96x3 memerlukan waktu selama 11 menit 57 detik. Hasil dari Confusion matrik pada *size* input citra 96x96x3 ditunjukkan pada Gambar 11.

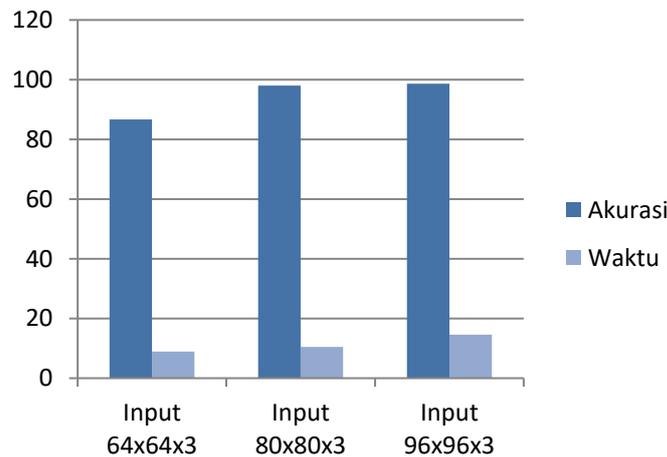


Gambar 11. Confusion Matrix Size Input Citra 96x96x3

Berdasarkan hasil identifikasi citra menggunakan metode CNN dengan tiga *size* input citra yang telah ditentukan sehingga dapat diperoleh hasil perbandingan, ditunjukkan pada Tabel 2 dan Gambar 12.

Tabel 2. Tabel Hasil Akurasi

Size Input Citra	Akurasi	Waktu
64x64x3	86,67 %	8 menit 9 detik
80x80x3	98%	10 menit 49 detik
96x96x3	98,67%	14 menit 57 detik



Gambar 12. Perbandingan Hasil Akurasi

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Tempe merupakan makanan asli Indonesia yang terbuat dari kacang kedelai dengan banyak sekali kadungan gizi tinggi yang diperlukan tubuh. Kedelai GMO dinilai kurang baik dibandingkan kedelai NON-GMO, karena varietas kedelai transgenik menghasilkan protein baru yang tidak ditemukan pada kedelai alami sehingga bisa beresiko menyebabkan alergi, dan memunculkan racun

baru. Identifikasi tempe GMO dan NON GMO baru dilakukan secara manual sehingga sangat sedikit yang mampu dan beresiko pada perbedaan paralak dan pengalaman. Maka metode baru yang diusulkan ini yaitu identifikasi tempe GMO dan NON-GMO menggunakan CNN telah mampu mengidentifikasi dengan akurasi 98,67%. Sehingga metode yang diusulkan ini dapat dijadikan piranti indentifikasi tempe GMO dan NON GMO.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] O. H. Kristiadi and A. T. Lunggani, 'Tempeh as Indonesian Special Fermented Food: Literature Review', *Jurnal Andaliman: Jurnal Gizi Pangan, Klinik dan Masyarakat*, vol. 2, no. 2, pp. 47–58, 2022.
- [2] S. L. Suknia and T. P. D. Rahmani, 'Proses Pembuatan Tempe Home Industry Berbahan Dasar Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) dan Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris* L.) di Candiwesi, Salatiga', *SAJIE*, vol. 3, no. 1, pp. 59–76, Dec. 2020, doi: 10.21093/sajie.v3i1.2780.
- [3] A. A. Permana, R. Riadhi, and D. Nurnaningsih, 'PROTOTIPE APLIKASI PENENTUAN TINGKAT KESEGERAN TEMPE BERBASIS CITRA DIGITAL', *Sinamu*, vol. 1, Aug. 2019, doi: 10.31000/sinamu.v1i0.2109.
- [4] N. A. Rachmawati, M. Astawan, and T. Wresdiyati, 'Haematological and Biochemical Serum Profiles of Experimental Rats Fed with GMO and Non-GMO Soybean', *J. Gizi Pangan*, vol. 16, 2021.
- [5] R. Surya and A. Romulo, 'Tempeh Extract Protects HepG2 Cells Against Oxidative Stress-Induced Cell Death', *J. Phys.: Conf. Ser.*, vol. 1655, no. 1, p. 012110, Oct. 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1655/1/012110.
- [6] S. Y. Chalid, 'ANGIOTENSIN CONVERTING ENZYME INHIBITOR ACTIVITY OF THE SOYBEAN TEMPEH PROTEIN AS FUNCTIONAL FOOD', *GEOMATE*, vol. 16, no. 56, Apr. 2019, doi: 10.21660/2019.56.4583.
- [7] N. D. Cahyaningrum and M. Ferichani, 'EFISIENSI USAHA PADA PRODUK TEMPE KEDELAI NON-GMO DI RUMAH KEDELAI GROBOGAN', *AGRISTA*, vol. 10, no. 3, pp. 44–53, Sep. 2022.
- [8] B. Szostak, A. Głowacka, R. Klebaniuk, and A. Kiełtyka-Dadasiewicz, 'Mineral Composition of Traditional Non-GMO Soybean Cultivars in relation to Nitrogen Fertilization', *The Scientific World Journal*, vol. 2020, pp. 1–15, Jun. 2020, doi: 10.1155/2020/9374564.
- [9] D. K. Sari, T. Ekowati, and A. Setiadi, 'ANALISIS KESEDIAAN KONSUMEN UNTUK MEMBAYAR PRODUK TEMPE HYGIENE RUMAH KEDELAI GROBOGAN DI KABUPATEN GROBOGAN'.
- [10] M. A. Kurniawan and M. Rondhi, 'PREFERENSI RISIKO DAN FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KEPUTUSAN MASYARAKAT ILMIAH DALAM MENGONSUMSI PRODUK REKAYASA GENETIKA', *J. Indones. Agribus*, vol. 8, no. 1, pp. 43–57, Jun. 2020, doi: 10.29244/jai.2020.8.1.43-57.
- [11] R. R. Waliyansyah, 'IDENTIFIKASI JENIS BIJI KEDELAI (*GLYCINE MAX* L) MENGGUNAKAN GRAY LEVEL COOCURANCE MATRIX (GLCM) DAN K-MEANS CLUSTERING', *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK)*, vol. Vol.7, No. 1, p. hlm. 17-26, Feb. 2020, doi: DOI: 10.25126/jtiik202071066.
- [12] N. Wijaya, 'Perbandingan Tingkat Akurasi Pada Jenis Kedelai Berdasarkan Citra Kedelai Menggunakan Backpropagation Comparison of Accuracy Rate for Soybean Type Using

- Backpropagation’, *Jurnal_Pekommas*, vol. 6, no. 2, pp. 23–31, Oktober 2021, doi: doi: 10.30818/jpkm.2021.2060204.
- [13] R. Pujiati and N. Rochmawati, ‘Identifikasi Citra Daun Tanaman Herbal Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN)’, *JINACS*, vol. 3, no. 03, pp. 351–357, Jan. 2022, doi: 10.26740/jinacs.v3n03.p351-357.
- [14] V. M. P. Salawazo, D. P. J. Gea, R. F. Gea, and F. Azmi, ‘IMPLEMENTASI METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN) PADA PENEGANALAN OBJEK VIDEO CCTV’, vol. 3, no. 1, 2019.
- [15] R. F. Alya and M. Wibowo, ‘CLASSIFICATION OF BATIK MOTIF USING TRANSFER LEARNING ON CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN)’.