

ANALISIS EFEKTIVITAS CNN, QCNN, DAN HYBRID QCNN DALAM KLASIFIKASI JENIS KUTU PUTIH PADA BUAH NAGA

FIKRI AKBAR ARIFIN



**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Analisis Efektivitas CNN, QCNN, dan *Hybrid* QCNN dalam Klasifikasi Jenis Kutu Putih pada Buah Naga” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2026

Fikri Akbar Arifin
G7401201003



ABSTRAK

FIKRI AKBAR ARIFIN. Analisis Efektivitas CNN, QCNN dan *Hybrid* QCNN dalam Klasifikasi Jenis Kutu Putih pada Buah Naga. Dibimbing oleh IRMANSYAH dan FAOZAN.

Penelitian ini bertujuan menganalisis efektivitas model *Convolutional Neural Network* (CNN), *Quantum Convolutional Neural Network* (QCNN), dan *Hybrid Quantum Convolutional Neural Network* (Hybrid QCNN) dalam mengklasifikasikan empat jenis kutu putih pada buah naga. Dataset awal terdiri atas 80 citra yang kemudian ditingkatkan jumlahnya melalui augmentasi data sebanyak 20 kali sehingga diperoleh 1.572 citra. Data dibagi menjadi data pelatihan, validasi, dan pengujian dengan rasio 80:10:10. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model CNN memberikan performa terbaik dengan akurasi 98,73%, presisi 98,75%, *recall* 98,75%, dan F1-score 98,73%. *hybrid* QCNN memperoleh akurasi 96,20%, presisi 96,37%, *recall* 96,25%, dan F1-score 96,22%. Sementara itu, QCNN hanya mencapai akurasi 50,00%, presisi 51,53%, *recall* 50,03%, dan F1-score 48,27%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa MobileNetV2 merupakan model yang paling efektif untuk klasifikasi jenis kutu putih pada buah naga, sedangkan integrasi komputasi klasik dan kuantum pada *hybrid* QCNN mampu meningkatkan performa secara signifikan dibandingkan QCNN murni.

Kata kunci: CNN, Hybrid QCNN, klasifikasi citra, kutu putih, QCNN

ABSTRACT

FIKRI AKBAR ARIFIN. Effectiveness Analysis of CNN, QCNN, and Hybrid QCNN Models for Classifying Mealybug Species on Dragon Fruit. Supervised by IRMANSYAH and FAOZAN.

This study compared the performance of a Convolutional Neural Network (CNN), a Quantum Convolutional Neural Network (QCNN), and a Hybrid Quantum Convolutional Neural Network (Hybrid QCNN) in classifying four mealybug species. The initial dataset consisted of 80 images and was expanded through twenty-fold data augmentation to obtain 1,572 images. The dataset was divided into training, validation, and testing sets using an 80:10:10 ratio. The results showed that MobileNetV2 achieved the best performance with an accuracy of 98.73%, precision of 98.75%, recall of 98.75%, and an F1-score of 98.73%. The Hybrid QCNN achieved an accuracy of 96.20%, whereas the QCNN achieved 50.00%. These findings indicate that MobileNetV2 is more effective than the Hybrid QCNN and QCNN for classifying mealybug species on dragon fruit. However, integrating classical and quantum computing in the Hybrid QCNN substantially improves performance compared with the pure QCNN model.

Keywords: CNN, Hybrid QCNN, image classification, mealybug, QCNN



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026¹
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

ANALISIS EFEKTIVITAS CNN, QCNN, DAN HYBRID QCNN DALAM KLASIFIKASI JENIS KUTU PUTIH PADA BUAH NAGA

FIKRI AKBAR ARIFIN

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Fisika

**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

- 1 Dr. Heriyanto Syafutra, S.Si., M.Si.
- 2 Prof. Dr. Agus Kartono, S.Si., M.Si.

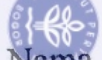


@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Judul Skripsi :



Nama
NIM

: Analisis Efektivitas CNN, QCNN, dan *Hybrid* QCNN dalam
Klasifikasi Jenis Kutu Putih pada Buah Naga
: Fikri Akbar Arifin
: G7401201003

@Hak cipta

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Pembimbing 1:

Dr. Ir. Irmansyah, M.Si.

NIP. 196809161994031001

Pembimbing 2:

Dr. Faozan, S.Si., M.Si.

NIP. 197909232007011001

Disetujui oleh

Diketahui oleh

Ketua Departemen Fisika:

Dr. Ir. Irmansyah, M.Si.

NIP. 196809161994031001





PRAKATA

Puji serta syukur senantiasa penulis haturkan kepada Allah SWT atas segala karunia, nikmat dan berkah yang diberikannya-Nya sehingga usulan penelitian dengan judul “Analisis Efektivitas CNN, QCNN, dan *Hybrid* QCNN dalam Klasifikasi Jenis Kutu Putih pada Buah Naga” berhasil diselesaikan. Usulan penelitian ini diajukan sebagai salah satu syarat dalam pelaksanaan penelitian tugas akhir dan mendapatkan gelar sarjana di Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.

Terima kasih penulis ucapkan kepada Bapak Irmansyah S.Si., M.Si selaku pembimbing pertama dan Bapak Faozan S.Si., M.Si selaku pembimbing kedua yang selalu membimbing, mendampingi, memberi saran serta arahan kepada penulis selama penelitian ini. Penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada Bapak dan Ibu dosen yang telah banyak memberi saran, kakak asisten dan rekan laboratorium, teman-teman fisika angkatan 57, keluarga, serta sahabat sahabat penulis yang telah memberikan dukungannya kepada penulis. Penulis sadar bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat banyak kekeliruan dan kesalahan. Oleh karena itu penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun. Semoga penelitian dapat berjalan dengan lancar dan bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan serta bagi kemajuan ilmu pengetahuan, Aamiin.

Bogor, Juli 2026

Fikri Akbar Arifin



DAFTAR ISI

I	PENDAHULUAN	1
1.1	Latar Belakang	1
1.2	Rumusan Masalah	2
1.3	Tujuan Penelitian	2
1.4	Manfaat Penelitian	2
II	TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1	Kutu Putih	3
2.2	<i>Deep learning</i> untuk Klasifikasi Citra	3
2.3	Quantum Machine Learning	5
III	METODE PENELITIAN	8
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian	8
3.2	Alat Penelitian	8
3.3	Prosedur Penelitian	8
IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	14
4.1	Pra-pemrosesan Data	14
4.2	Hasil Pelatihan Model	15
4.3	Hasil Evaluasi Model	17
4.4	Efektivitas dan Keterbatasan Model CNN, QCNN, dan <i>Hybrid</i> QCNN	22
V	KESIMPULAN	24
5.1	Simpulan	24
5.2	Saran	24
	DAFTAR PUSTAKA	25
	LAMPIRAN	28



DAFTAR TABEL

1	Visualisasi arsitektur model CNN	9
2	Visualisasi arsitektur model QCNN	10
3	Visualisasi arsitektur model <i>Hybrid</i> QCNN	11
4	<i>Confusion matrix</i>	12
5	Data sebelum augmentasi	14
6	Data setelah augmentasi	14
7	Hasil evaluasi pada data uji	22

DAFTAR GAMBAR

8	Kutu putih pada buah naga: (a) koloni kutu putih, (b) pada celah, (c) pada sisik	3
9	Arsitektur CNN	4
10	Arsitektur CNN <i>MobileNetV2</i>	5
11	Arsitektur QCNN	6
12	Arsitektur <i>Hybrid</i> QCNN	7
13	Ilustrasi arsitektur model CNN	10
14	Ilustrasi arsitektur model QCNN	10
15	Ilustrasi arsitektur model <i>hybrid</i> QCNN	11
16	Grafik akurasi dan <i>Loss</i> CNN	15
17	Grafik akurasi dan <i>Loss</i> QCNN	16
18	Grafik akurasi dan <i>loss</i> <i>Hybrid</i> QCNN	16
19	<i>Confusion matrix</i> : (a) CNN, (b) <i>Hybrid</i> QCNN, (c) QCNN	17

DAFTAR LAMPIRAN

1	Contoh dataset augmentasi	29
2	Diagram alir penelitian	30