

## DAFTAR ISI

|  |          |
|--|----------|
| HALAMAN JUDUL.....   | i        |
| LEMBAR PENGESAHAN .....                                      | ii       |
| LEMBAR PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME .....                    | iii      |
| KATA PENGANTAR.....  | iv       |
| DAFTAR ISI .....   | vi       |
| DAFTAR TABEL.....  | xi       |
| DAFTAR GAMBAR .....  | xiv      |
| ABSTRAK .....  | xvii     |
| <i>ABSTRACT</i> .....  | xviii    |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....                               | <b>1</b> |
| 1.1. Latar Belakang Masalah .....                            | 3        |
| 1.2. Perumusan Masalah.....                                  | 3        |
| 1.3. Batasan dan Asumsi.....                                 | 3        |
| 1.4. Tujuan Penelitian .....                                 | 4        |
| 1.5. Manfaat Penelitian.....                                 | 4        |
| 1.6. Sistematika Penulisan .....                             | 4        |
| <b>BAB II LANDASAN TEORI</b> .....                           | <b>6</b> |
| 2.1. Tanaman Tebu.....                                       | 6        |
| 2.1.1 Pengertian tanaman tebu.....                           | 6        |
| 2.1.2 Varietas tebu .....                                    | 7        |
| 2.1.3 Fase-fase pertumbuhan tebu .....                       | 10       |
| 2.1.4 Nira tebu .....  | 10       |
| 2.1.5 Brix dan rendemen tebu.....                            | 12       |
| 2.1.6 Warna ruas batang.....                                 | 13       |
| 2.2. <i>Artificial Intelligence</i> (Kecerdasan Buatan)..... | 13       |
| 2.3. <i>Machine Learning</i> .....                           | 13       |
| 2.4. <i>Deep Learning</i> .....                              | 15       |
| 2.5. <i>Convolutional Neural Network</i> .....               | 16       |
| 2.5.1. <i>Convolution layer</i> .....                        | 18       |
| 2.5.2. <i>Pooling layer</i> .....                            | 20       |
| 2.5.3. <i>Fully connected layer</i> .....                    | 21       |
| 2.5.4. <i>Activation layer</i> .....                         | 22       |
| 2.5.5. <i>Batch Normalization</i> .....                      | 24       |
| 2.5.6. <i>Flatten</i> .....                                  | 24       |
| 2.5.7. <i>Droupout Regularization</i> .....                  | 25       |
| 2.5.8. <i>Softmax</i> .....                                  | 26       |
| 2.6. <i>Image Classification</i> .....                       | 27       |
| 2.7. <i>Citra Digital</i> .....                              | 28       |
| 2.8. <i>Augmentasi Data</i> .....                            | 28       |
| 2.9. <i>Cunfusion Matrix</i> .....                           | 30       |
| 2.10. <i>You Only Look Once</i> .....                        | 32       |
| 2.10.1. <i>Non-maximum suppression</i> .....                 | 33       |

|  |  |    |
|--|--|----|
| 2.10.2.                                    | <i>Confidence score</i> .....  | 34 |
| 2.11.                                      | <i>K-Nearest Neighbour</i> (KNN).....  | 34 |
| 2.12.                                      | Penelitian Terkait.....  | 36 |
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> ..... |  | 39 |
| 3.1.                                       | Objek Penelitian.....  | 39 |
| 3.2.                                       | Alat dan Bahan.....  | 39 |
| 3.2.1                                      | Alat yang digunakan dalam penelitian .....   | 39 |
| 3.2.2                                      | Bahan ( <i>software</i> dan aplikasi) yang digunakan.....  | 40 |
| 3.3.                                       | Jenis dan Metode Pengumpulan Data .....  | 40 |
| 3.4.                                       | Kerangka dan Tahapan Penelitian .....  | 41 |
| 3.5.                                       | Pengolahan Data.....   | 44 |
| 3.6.                                       | Analisis Hasil .....   | 48 |
| 3.7.                                       | Kesimpulan dan Saran.....  | 48 |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....   |  | 49 |
| 4.1  | Pengumpulan Data.....  | 49 |
| 4.2  | Pengolahan Data .....  | 49 |
| 4.2.1                                      | Pembuatan sample ruas tebu.....  | 49 |
| 4.2.2                                      | Pembuatan dataset .....  | 50 |
| 4.2.3                                      | Pemodelan klasifikasi dengan YOLOv5 .....  | 60 |
| 4.2.3.1                                    | Pemodelan dataset dengan roboflow.....   | 60 |
| 4.2.3.2                                    | Pemrograman YOLOv5 pada google colab.....  | 67 |
| 4.2.3.3                                    | Skenario, hasil, dan pembahasan klasifikasi<br>citra tebu dengan YOLOv5 .....  | 73 |
| 4.2.3.3.1                                  | Klasifikasi citra Sembilan skenario<br>menggunakan dataset LUAR1 .....   | 76 |
| 4.2.3.3.2                                  | Klasifikasi citra Sembilan skenario<br>menggunakan dataset LUAR 2 .....  | 78 |
| 4.2.3.3.3                                  | Klasifikasi citra sembilan skenario<br>menggunakan dataset DALAM 2....   | 80 |
| 4.2.3.3.4                                  | Klasifikasi citra pada lima skenario<br>dengan variasi arsitektur YOLOv5<br>pada dataset tebu LUAR2-PUTIH-<br>R1 ..... | 82 |
| 4.2.3.3.5                                  | Klasifikasi citra pada lima skenario<br>dengan variasi arsitektur YOLOv5<br>pada dataset tebu LUAR2-HITAM-<br>R3 ..... | 83 |
| 4.2.3.3.6                                  | Klasifikasi citra tebu pada seluruh<br>skenario .....  | 85 |
| 4.2.3.4                                    | Pembahasan hasil akurasi test tertinggi pada<br>klasifikasi dengan YOLOv5 .....  | 90 |
| 4.2.3.4.1                                  | Pembahasan hasil klasifikasi citra<br>sembilan skenario menggunakan<br>dataset tebu LUAR 1 .....                       | 90 |

|           |   |     |
|-----------|---|-----|
| 4.2.3.4.2 | Pembahasan hasil klasifikasi citra sembilan skenario menggunakan dataset tebu LUAR 2 .....                                    | 90  |
| 4.2.3.4.3 | Pembahasan hasil klasifikasi citra sembilan skenario menggunakan dataset tebu DALAM 2 .....                                   | 91  |
| 4.2.3.4.4 | Pembahasan hasil klasifikasi citra pada lima skenario dengan variasi arsitektur YOLOv5 pada dataset tebu LUAR2-PUTIH-R1 ..... | 92  |
| 4.2.3.4.5 | Pembahasan hasil klasifikasi citra pada lima skenario dengan variasi arsitektur YOLOv5 pada dataset tebu LUAR2-HITAM-R3 ..... | 93  |
| 4.2.3.4.6 | Pembahasan hasil klasifikasi citra tebu pada seluruh skenario .....   | 94  |
| 4.2.3.5   | Kesimpulan hasil akurasi test tertinggi pada klasifikasi dengan YOLOv5 .....  | 95  |
| 4.2.4     | Pemodelan klasifikasi dengan metode CNN .....   | 95  |
| 4.2.4.1   | Pemodelan CNN pada Google Colab pengukuran performa klasifikasi .....   | 96  |
| 4.2.4.2   | Skenario, hasil dan pembahasan klasifikasi citra tebu dengan metode CNN .....   | 106 |
| 4.2.4.2.1 | Klasifikasi citra tebu dengan dataset tebu luar2-putih .....  | 110 |
| 4.2.4.2.2 | Klasifikasi citra tebu dengan dataset tebu luar2-hitam .....  | 112 |
| 4.2.4.2.3 | Perbandingan hasil klasifikasi citra tebu dengan dataset tebu luar2-putih dan tebu luar2-hitam... ..                          | 115 |
| 4.2.4.3   | Pembahasan klasifikasi citra tebu dengan CNN dataset tebu LUAR2-PUTIH-R1 .....  | 116 |
| 4.2.4.3.1 | Pembahasan klasifikasi citra tebu dataset tebu LUAR2-PUTIH-R1 berbagai variasi ukuran pixel .....                             | 116 |
| 4.2.4.3.2 | Pembahasan klasifikasi citra tebu dataset tebu LUAR2-PUTIH-R1 berbagai variasi optimizer .....                                | 117 |
| 4.2.4.3.3 | Pembahasan klasifikasi citra tebu dataset tebu luar2-putih pada berbagai variasi augmentasi .....                             | 118 |
| 4.2.4.4   | Pembahasan klasifikasi citra tebu dengan CNN dataset tebu LUAR2-HITAM-R3 .....  | 119 |

|           |   |     |
|-----------|---|-----|
| 4.2.4.4.1 | Pembahasan klasifikasi citra tebu dengan dataset tebu LUAR2-HITAM-R3 pada berbagai variasi ukuran pixel .....   | 119 |
| 4.2.4.4.2 | Pembahasan klasifikasi citra tebu dataset tebu LUAR2-HITAM-R3 pada berbagai variasi berbagai jenis optimizer .....  | 120 |
| 4.2.4.4.3 | Pembahasan klasifikasi citra tebu dataset tebu LUAR2-HITAM-R3 pada berbagai variasi augmentasi .....  | 121 |
| 4.2.4.5   | Pembahasan perbandingan hasil klasifikasi citra tebu dengan dataset tebu LUAR2-PUTIH-R1 dan tebu LUAR2-HITAM-R3 .....                                     | 122 |
| 4.2.5     | Pemodelan klasifikasi dengan metode KNN.....  | 123 |
| 4.2.5.1   | Skenario, hasil dan pembahasan klasifikasi citra tebu dengan metode KNN.....  | 129 |
| 4.2.5.2   | Klasifikasi citra tebu dengan variasi prosentase dataset TRAIN dan TEST .....   | 132 |
| 4.2.5.3   | Klasifikasi citra tebu dengan variasi rumus normalisasi .....   | 132 |
| 4.2.5.4   | Klasifikasi citra tebu dengan variasi rumus jarak tetangga .....  | 132 |
| 4.2.5.5   | Klasifikasi citra tebu dengan variasi nilai k ....  | 132 |
| 4.2.5.6   | Klasifikasi citra tebu semua skenario.....  | 133 |
| 4.2.5.7   | Pembahasan hasil klasifikasi citra tebu KNN .....   | 134 |
| 4.2.5.8   | Pengelompokan kelas dominan pada atribut keliling, diameter dan berat pada data TEST berdasarkan nilai refraktometer dan nilai brix klasifikasi KNN ..... | 139 |
| 4.2.6     | Pemodelan Optimasi dengan YOLOv5.....   | 142 |
| 4.2.6.1   | Skenario, hasil dan pembahasan klasifikasi OPTIMASI ruas tebu dengan metode YOLOv5.....   | 144 |
| 4.2.6.2   | Klasifikasi OPTIMASI citra tebu dengan skenario menggunakan dataset tebu LUAR2-PUTIH-R1 .....   | 146 |
| 4.2.6.3   | Klasifikasi OPTIMASI citra tebu dengan skenario menggunakan dataset tebu LUAR2-HITAM-R3 .....   | 148 |
| 4.2.6.4   | Hasil optimasi LUAR2-PUTIH-R1 dan LUAR2-HITAM-R3 .....  | 149 |
| 4.2.6.5   | Pembahasan optimasi YOLOv5n.....  | 151 |

|   |   |     |
|---|---|-----|
| 4.2.6.5.1                               | Pembahasan Klasifikasi<br>OPTIMASI citra tebu dengan<br>skenario menggunakan dataset<br>tebu LUAR2-PUTIH-R1 ..... | 151 |
| 4.2.6.5.2                               | Pembahasan Klasifikasi<br>OPTIMASI citra tebu dengan<br>skenario menggunakan dataset<br>tebu LUAR2-HITAM-R3 ..... | 153 |
| 4.3                                     | Analisis Hasil .....  | 155 |
| 4.3.1                                   | Analisis hasil <i>You Only Look Once</i> v5 (YOLOv5) .....  | 155 |
| 4.3.2                                   | Analisis hasil <i>Convolutional Neural Network</i> (CNN) .....  | 156 |
| 4.3.3                                   | Analisis hasil <i>K-Nearest Neighbor</i> (KNN) .....  | 157 |
| 4.3.4                                   | Analisis hasil Optimasi YOLOv5n .....   | 157 |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> ..... |   | 159 |
| 5.1.                                    | Kesimpulan .....  | 159 |
| 5.2.                                    | Saran .....   | 159 |

**DAFTAR PUSTAKA**  
**LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

|            |  |     |
|------------|--|-----|
| Tabel 2.1  | Nama vareietas tebu sebelum dan sesudah dirilis oleh Menteri Pertanian .....       | 8   |
| Tabel 2.2  | Fisika dan Kimia Nira Tebu .....   | 11  |
| Tabel 2.3  | Penelitian terkait CNN .....   | 36  |
| Tabel 2.4  | Penelitian terkait YOLOv5.....   | 37  |
| Tabel 2.5  | Penelitian terkait KNN .....   | 37  |
| Tabel 4.1  | Contoh dataset dalam excel.....  | 59  |
| Tabel 4.2  | Skenario dan jumlah citra dataset tebu LUAR1 .....                                 | 77  |
| Tabel 4.3  | Setup pada Roboflow dan YOLOv5 (Google Colab) dataset tebu LUAR1 .....             | 77  |
| Tabel 4.4  | Hasil pemodelan dengan YOLOv5s dataset tebu LUAR1 .....                            | 77  |
| Tabel 4.5  | Skenario dan jumlah citra dataset tebu LUAR2 .....                                 | 79  |
| Tabel 4.6  | Setup pada Roboflow dan YOLOv5 (Google Colab) dataset tebu LUAR2 .....             | 79  |
| Tabel 4.7  | Hasil pemodelan dengan YOLOv5s dataset tebu LUAR2.....                             | 79  |
| Tabel 4.8  | Skenario dan jumlah citra dataset tebu DALAM2 .....                                | 81  |
| Tabel 4.9  | Setup pada Roboflow dan YOLOv5 (Google Colab) dataset tebu DALAM2.....             | 81  |
| Tabel 4.10 | Hasil pemodelan dengan YOLOv5s dataset tebu DALAM2 ...                             | 81  |
| Tabel 4.11 | Skenario dan jumlah citra dataset tebu LUAR2-PUTIH-R1....                          | 83  |
| Tabel 4.12 | Setup pada Roboflow dan YOLOv5 (Google Colab) dataset tebu LUAR2-PUTIH-R1 .....    | 83  |
| Tabel 4.13 | Hasil pemodelan dengan variasi Arsitektur YOLOv5 dataset tebu LUAR2-PUTIH-R1 ..... | 83  |
| Tabel 4.14 | Skenario dan jumlah citra dataset tebu LUAR2-HITAM-R3...85                         | 85  |
| Tabel 4.15 | Setup pada Roboflow dan YOLOv5 (Google Colab) dataset tebu LUAR2-HITAM-R3 .....    | 85  |
| Tabel 4.16 | Hasil Pemodelan dengan variasi Arsitektur YOLOv5 dataset tebu LUAR2-HITAM-R3 ..... | 85  |
| Tabel 4.17 | Skenario dan jumlah citra tebu seluruh skenario .....                              | 87  |
| Tabel 4.18 | Setup pada Roboflow dan YOLOv5 (Google Colab) seluruh skenario.....                | 88  |
| Tabel 4.19 | Hasil pemodelan dengan variasi Arsitektur YOLOv5 seluruh skenario.....             | 89  |
| Tabel 4.20 | Skenario dan jumlah citra tebu LUAR2-PUTIH-R1 variasi <i>pixel</i> .....           | 110 |
| Tabel 4.21 | Setup <i>pixel</i> pada CNN Google Colab tebu LUAR2-PUTIH-R1 .....                 | 110 |
| Tabel 4.22 | Hasil pemodelan dengan variasi <i>pixel</i> CNN dataset tebu LUAR2-PUTIH-R1 .....  | 110 |
| Tabel 4.23 | Skenario dan jumlah citra tebu LUAR2-PUTIH-R1 variasi optimizer.....               | 111 |
| Tabel 4.24 | Setup optimizer pada Google Colab tebu LUAR2-PUTIH-R1 .....                        | 111 |

|            |  |     |
|------------|--|-----|
| Tabel 4.25 | Hasil pemodelan dengan variasi optimizer CNN dataset tebu LUAR2-PUTIH-R1 .....         | 111 |
| Tabel 4.26 | Skenario dan jumlah citra tebu dataset LUAR2-PUTIH-R1 variasi augmentasi .....         | 112 |
| Tabel 4.27 | Setup augmentasi pada Google Colab tebu LUAR2-PUTIH-R1 .....                           | 112 |
| Tabel 4.28 | Hasil pemodelan dengan variasi augmentasi CNN dataset tebu LUAR2-PUTIH-R1 .....        | 112 |
| Tabel 4.29 | Skenario dan jumlah citra tebu LUAR2-HITAM-R3 variasi <i>pixel</i> .....               | 113 |
| Tabel 4.30 | Setup <i>pixel</i> pada CNN Google Colab tebu LUAR2-HITAM-R3 .....                     | 113 |
| Tabel 4.31 | Hasil pemodelan dengan variasi <i>pixel</i> CNN dataset tebu LUAR2-HITAM-R3 .....      | 113 |
| Tabel 4.32 | Skenario dan jumlah citra tebu LUAR2-HITAM-R3 variasi optimizer.....                   | 113 |
| Tabel 4.33 | Setup optimizer pada Google Colab tebu LUAR2-HITAM-R3 .....                            | 114 |
| Tabel 4.34 | Hasil pemodelan dengan variasi optimizer CNN dataset tebu LUAR2-HITAM-R3 .....         | 114 |
| Tabel 4.35 | Skenario dan jumlah citra tebu dataset LUAR2-HITAM-R3 variasi augmentasi .....         | 114 |
| Tabel 4.36 | Hasil pemodelan dengan variasi augmentasi CNN dataset tebu LUAR2-HITAM-R3 .....        | 114 |
| Tabel 4.37 | Hasil pemodelan dengan variasi augmentasi CNN dataset tebu LUAR2-HITAM-R3 .....        | 115 |
| Tabel 4.38 | Skenario dan jumlah citra tebu dataset LUAR2-PUTIH-R1 dan LUAR2-HITAM-R3 .....         | 115 |
| Tabel 4.39 | Setup pada Google Colab dataset tebu LUAR2-PUTIH-R1 dan LUAR2-HITAM-R3 .....           | 116 |
| Tabel 4.40 | Hasil pemodelan dengan arsitektur CNN dataset LUAR2-PUTIH-R1 dan LUAR2-HITAM-R3.....   | 116 |
| Tabel 4.41 | Skenario dan hasil akurasi klasifikasi variasi prosentase dataset TRAIN dan TEST ..... | 132 |
| Tabel 4.42 | Skenario dan hasil akurasi klasifikasi dengan variasi rumus normalisasi.....           | 132 |
| Tabel 4.43 | Skenario dan hasil akurasi klasifikasi dengan variasi rumus jarak .....                | 132 |
| Tabel 4.44 | Skenario dan hasil akurasi klasifikasi variasi nilai k.....                            | 133 |
| Tabel 4.45 | Skenario dan hasil akurasi semua skenario KNN .....                                    | 134 |
| Tabel 4.46 | Contoh output hasil prediksi pada skenario-KNN-4 .....                                 | 140 |
| Tabel 4.47 | Tabel kelas dominan pada range atribut keliling ruas tebu ....                         | 140 |
| Tabel 4.48 | Tabel kelas dominan pada range atribut diameter ruas tebu ..                           | 140 |
| Tabel 4.49 | Tabel kelas dominan pada range atribut berat ruas tebu .....                           | 140 |
| Tabel 4.50 | Tabel kelas dominan pada range atribut keliling ruas tebu ....                         | 141 |
| Tabel 4.51 | Tabel kelas dominan pada range atribut diameter ruas tebu ..                           | 141 |

|            |   |     |
|------------|---|-----|
| Tabel 4.52 | Tabel kelas dominan pada range atribut berat ruas tebu .....                              | 142 |
| Tabel 4.53 | Skenario dan jumlah citra tebu LUAR2-PUTIH-R1.....  | 147 |
| Tabel 4.54 | Set up pada Roboflow dan YOLOv5 (Google Colab)<br>LUAR2-PUTIH-R1 .....                    | 147 |
| Tabel 4.55 | Hasil optimasi SKENARIO-28 dengan dataset LUAR2-<br>PUTIH-R1 .....                        | 147 |
| Tabel 4.56 | Skenario dan jumlah citra tebu LUAR2-HITAM-R3.....  | 149 |
| Tabel 4.57 | Set up pada Roboflow dan YOLOv5 (Google Colab)<br>LUAR2-HITAM-R3 .....                    | 149 |
| Tabel 4.58 | Hasil optimasi SKENARIO-32 dengan dataset LUAR2-<br>HITAM-R3 .....                        | 149 |
| Tabel 4.59 | Skenario dan jumlah citra tebu LUAR2-PUTIH-R1 dan<br>LUAR2-HITAM-R3 .....                 | 151 |
| Tabel 4.60 | Set up pada Roboflow dan YOLOv5 (Google Colab)<br>LUAR2-PUTIH-R1 dan LUAR2-HITAM-R3 ..... | 151 |
| Tabel 4.61 | Hasil optimasi dataset LUAR2-PUTIH-R1 dan LUAR2-<br>HITAM-R3 .....                        | 152 |



## DAFTAR GAMBAR

|             |  |    |
|-------------|--|----|
| Gambar 2.1  | Gambar Bagian-Bagian Tebu .....  | 7  |
| Gambar 2.2  | Contoh arsitektur <i>Machine Learning</i> .....                                      | 14 |
| Gambar 2.3  | Contoh arsitektur <i>Deep Learning</i> .....   | 16 |
| Gambar 2.4  | Contoh arsitektur CNN.....   | 18 |
| Gambar 2.5  | Konvolusi untuk membentuk kedalaman .....  | 19 |
| Gambar 2.6  | <i>Max Pooling</i> .....   | 21 |
| Gambar 2.7  | <i>Fully connected layer</i> .....   | 22 |
| Gambar 2.8  | Grafik <i>Sigmoid</i> .....  | 23 |
| Gambar 2.9  | Grafik <i>Tanh</i> .....   | 23 |
| Gambar 2.10 | Grafik <i>ReLU</i> .....   | 24 |
| Gambar 2.11 | <i>Flatten</i> .....   | 25 |
| Gambar 2.12 | <i>Dropout</i> .....   | 26 |
| Gambar 2.13 | <i>Confusion matrix</i> .....  | 31 |
| Gambar 2.14 | Ilustrasi <i>Non-maximum suppression</i> .....                                       | 33 |
| Gambar 3.1. | Diagram alir penelitian .....  | 42 |
| Gambar 3.2. | Tahapan pengolahan data CNN .....  | 45 |
| Gambar 3.3. | Tahapan pengolahan data YOLOv5.....  | 46 |
| Gambar 3.4. | Tahapan pengolahan data KNN .....  | 47 |
| Gambar 4.1  | Pengelompokan citra tebu .....   | 50 |
| Gambar 4.2  | Terhubung dengan Google Drive .....  | 51 |
| Gambar 4.3  | Jumlah data tebu brix dan brixb.....   | 52 |
| Gambar 4.4  | Komposisi data tebu brix .....   | 54 |
| Gambar 4.5  | Komposisi data tebu brixb.....   | 54 |
| Gambar 4.6  | Jumlah data pada direktori TRAIN2 .....  | 55 |
| Gambar 4.7  | Jumlah data pada direktori TRAIN dan TEST .....                                      | 56 |
| Gambar 4.8  | Komposisi hasil random data .....  | 57 |
| Gambar 4.9  | Pembuatan project pada Roboflow.....   | 61 |
| Gambar 4.10 | Proses upload dataset ke Roboflow .....  | 61 |
| Gambar 4.11 | Setup pada software Roboflow.....  | 62 |
| Gambar 4.12 | Pilihan augmentasi pada Roboflow .....   | 63 |
| Gambar 4.13 | Augmentasi <i>Flip Horizontal</i> dan <i>vertikal</i> .....                          | 64 |
| Gambar 4.14 | Augmentasi $90^0$ ( <i>Clockwise, Counter Clockwise, Upside Down</i> ).....          | 64 |
| Gambar 4.15 | Augmentasi <i>Crop</i> (20%).....  | 65 |
| Gambar 4.16 | Augmentasi <i>Rotation</i> ( $15^0$ ).....   | 65 |
| Gambar 4.17 | Augmentasi <i>Shear</i> ( $45^0$ <i>Horizontal</i> dan $45^0$ <i>Vertical</i> )..... | 66 |
| Gambar 4.18 | Augmentasi <i>Grayscale</i> (25%) .....  | 66 |
| Gambar 4.19 | Contoh API key .....   | 67 |
| Gambar 4.20 | Proses download dan instal YOLOv5 .....  | 68 |
| Gambar 4.21 | Proses unduh dan ekstrak datases.....  | 69 |
| Gambar 4.22 | Set up YOLOv5 .....  | 69 |
| Gambar 4.23 | Proses running pada YOLOv5.....  | 70 |
| Gambar 4.24 | Menampilkan hasil running menggunakan data TEST .....                                | 70 |
| Gambar 4.25 | Confusion Matrix YOLOv5.....   | 71 |

|             |  |     |
|-------------|--|-----|
| Gambar 4.26 | <i>Confusion matrix</i> hasil klasifikasi YOLOv5 .....                                     | 72  |
| Gambar 4.27 | Histogram akurasi YOLOv5 pada tebu LUAR1 .....   | 90  |
| Gambar 4.28 | Histogram akurasi YOLOv5 pada tebu LUAR2 .....   | 91  |
| Gambar 4.29 | Histogram akurasi YOLOv5 pada tebu DALAM2.....   | 92  |
| Gambar 4.30 | Histogram akurasi YOLOv5 variasi arsitektur dataset<br>LUAR2-PUTIH-R1 .....                | 93  |
| Gambar 4.31 | Histogram akurasi YOLOv5 variasi arsitektur LUAR2-<br>HITAM-R3 .....                       | 94  |
| Gambar 4.32 | Histogram akurasi YOLOv5 seluruh skenario .....  | 95  |
| Gambar 4.33 | Jumlah data pada direktori .....   | 97  |
| Gambar 4.34 | Susunan arsitektur CNN .....   | 99  |
| Gambar 4.35 | Hasil <i>training epoch</i> pada CNN .....   | 101 |
| Gambar 4.36 | Gambar grafik akurasi selama proses <i>training</i> .....                                  | 102 |
| Gambar 4.37 | Gambar grafik VALIDATION <i>loss</i> selama proses<br><i>Training</i> .....                | 102 |
| Gambar 4.38 | Jumlah data TEST yang akan digunakan .....   | 103 |
| Gambar 4.39 | Hasil proses prediksi.....   | 104 |
| Gambar 4.40 | Hasil running CNN.....   | 104 |
| Gambar 4.41 | <i>Confusion matrix</i> CNN.....   | 105 |
| Gambar 4.42 | <i>Confusion matrix</i> hasil klasifikasi CNN .....  | 105 |
| Gambar 4.43 | Akurasi TEST dan VALIDATION variasi <i>pixel</i> CNN<br>dataset tebu LUAR2-PUTIH .....     | 117 |
| Gambar 4.44 | Akurasi TEST dan VALIDATION variasi <i>optimizer</i><br>CNN dataset tebu LUAR2-PUTIH.....  | 118 |
| Gambar 4.45 | Akurasi TEST dan VALIDATION variasi <i>augmentasi</i><br>CNN dataset tebu LUAR2-PUTIH..... | 119 |
| Gambar 4.46 | Akurasi TEST dan VALIDATION variasi <i>pixel</i> CNN<br>dataset tebu LUAR2-HITAM .....     | 120 |
| Gambar 4.47 | Akurasi TEST dan VALIDATION variasi <i>optimizer</i><br>CNN dataset tebu LUAR2-HITAM.....  | 121 |
| Gambar 4.48 | Akurasi TEST dan VALIDATION variasi <i>augmentasi</i><br>CNN dataset tebu LUAR2-HITAM..... | 122 |
| Gambar 4.49 | Akurasi TEST dan VALIDATION perbandingan dataset<br>LUAR2-PUTIH dan LUAR2-HITAM .....      | 123 |
| Gambar 4.50 | Tampilan lima baris pertama dalam dataset TRAIN .....                                      | 124 |
| Gambar 4.51 | Tampilan lima baris pertama dalam dataset TEST.....  | 125 |
| Gambar 4.52 | Function KNN.....  | 126 |
| Gambar 4.53 | Hasil prediksi.....  | 126 |
| Gambar 4.54 | <i>Confusion matrix</i> dan hasil akurasi.....   | 127 |
| Gambar 4.55 | <i>Confusion matrix</i> KNN .....  | 127 |
| Gambar 4.56 | <i>Confusion matrix</i> hasil klasifikasi KNN.....   | 128 |
| Gambar 4.57 | Histogram akurasi KNN dengan variasi dataset.....  | 135 |
| Gambar 4.58 | Histogram akurasi KNN dengan variasi normalisasi.....                                      | 136 |
| Gambar 4.59 | Histogram akurasi KNN dengan variasi jarak.....  | 137 |
| Gambar 4.60 | Histogram akurasi KNN dengan variasi nilai k.....  | 138 |
| Gambar 4.61 | Histogram akurasi KNN semua skenario.....  | 139 |

|             |  |     |
|-------------|--|-----|
| Gambar 4.62 | Akurasi TEST dan VALIDATION dataset LUAR2-PUTIH-R1 ..... | 153 |
| Gambar 4.63 | Akurasi TEST dan VALIDATION dataset LUAR2-HITAM-R3 ..... | 154 |
| Gambar 4.64 | Akurasi TEST dan VALIDATION semua dataset .....          | 155 |