

**KLASIFIKASI KONDISI VISUAL BIJI KOPI ROBUSTA
PRA-ROASTING BERBASIS CITRA MENGGUNAKAN
CNN DAN *RANDOM FOREST* DALAM
APLIKASI DESKTOP**



SKRIPSI

**disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan pada
Program Studi D-IV Teknologi Informatika Multimedia Digital Jurusan
Teknik Komputer Politeknik Negeri Sriwijaya**

OLEH :

AGUNG RIZKY KURNIAWAN

062240722960

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2026**

LEMBAR PERSETUJUAN
KLASIFIKASI KONDISI VISUAL BIJI KOPI ROBUSTA *PRA-*
***ROASTING* BERBASIS CITRA MENGGUNAKAN**
CNN DAN *RANDOM FOREST* DALAM
APLIKASI DESKTOP



SKRIPSI

OLEH:
AGUNG RIZKY KURNIAWAN
062240722960

Pembimbing I

Dr. Slamet Widodo, S.Kom., M.Kom.
NIP. 197305162002121001

Palembang, 2026
Pembimbing II

Ir. Azwardi, S.T., M.T., IPM.
NIP. 197005232005011004

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Komputer,

Dr. Slamet Widodo, S.Kom., M.Kom.
NIP. 197305162002121001

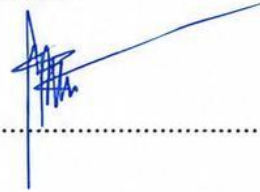
LEMBAR PENGUJI
KLASIFIKASI KONDISI VISUAL BIJI KOPI ROBUSTA
***PRA-ROASTING* BERBASIS CITRA MENGGUNAKAN**
CNN DAN *RANDOM FOREST* DALAM APLIKASI
DESKTOP

Telah diuji dan dipertahankan di depan penguji
Sidang Laporan Skripsi pada hari Selasa, 24 Juni 2026

Ketua Dewan Penguji

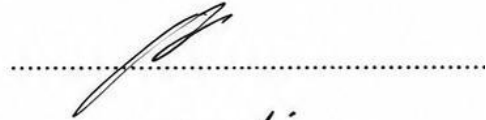
Dr. Slamet Widodo, S.Kom., M.Kom.
NIP. 197305162002121001

Tanda Tangan



Anggota Dewan Penguji

Dr.Ir. Alan Novi Tompunu, S.T., M.T.
NIP. 197611082000031002



Adi Sutrisman, S.Kom., M.Kom.
NIP. 197503052001121005



Rizhd Selva Jumeilah, S.Kom., M.T.I.
NIP. 199005042020122013



Palembang, 24 Juni 2026
Mengetahui,
Ketua Jurusan/ Program Studi



Dr. Slamet Widodo, S.Kom., M.Kom.
NIP. 197305162002121001

	KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA JURUSAN TEKNIK KOMPUTER Jalan Sriwijaya Negara, Palembang 30139. Telp. 0711-353414 Website : www.polsri.ac.id E-mail : info@polsri.ac.id	
	SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Agung Rizky Kurniawan
 NIM : 062240722960
 Jurusan/Program Studi : Teknik Komputer/ D-IV Teknologi Informatika
 Multimedia Digital
 Judul Skripsi : Klasifikasi Kondisi Visual Biji Kopi Robusta Pra-Roasting Berbasis Citra Menggunakan CNN dan Random Forest Dalam Aplikasi Desktop

Dengan ini menyatakan :

1. Skripsi yang saya buat dengan judul sebagaimana tersebut di atas beserta isinya merupakan hasil penelitian saya sendiri.
2. Skripsi tersebut bukan plagiat atau menyalin milik orang lain.
3. Apabila Skripsi ini kemudian hari dinyatakan plagiat atau menyalin milik orang lain, maka saya bersedia menanggung konsekuensinya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya untuk diketahui oleh pihak-pihak yang berkepentingan.

Palembang, 24 Juni 2026



Agung Rizky Kurniawan
 NIM. 062240722960

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

“Blessed are those who hunger and thirst for righteousness.”

(Arthur Morgan, *Red Dead Redemption 2*)

Hidup bukan tentang seberapa aman kita bertahan, tetapi seberapa berani kita untuk mewujudkan mimpi. Sebab pada akhirnya, lebih baik gugur di jalan menuju mimpi daripada hidup tanpa pernah berani mengejanya.

(Penulis)

PERSEMBAHAN

Papa, Bapak Iskandar, S.E. Terima kasih telah mengusahakan yang terbaik untuk masa depan penulis. Terima kasih atas setiap doa yang selalu dipanjatkan, atas setiap pengorbanan yang mungkin tidak pernah penulis lihat, dan atas segala ilmu serta nasihat yang Papa ajarkan. Semua itu menjadi bekal bagi penulis untuk terus melangkah dan bertahan menghadapi kerasnya dunia. Papa sudah berjuang. Papa sudah melakukan yang terbaik. Sekarang, Papa istirahat. Biar penulis yang melanjutkan perjuangan ini. Semoga Allah selalu menjaga Papa, memberikan Papa umur yang panjang, kesehatan, ketenangan, dan kebahagiaan. Semoga Papa selalu diberikan kesempatan untuk hadir menyaksikan setiap langkah penulis ke depan; melihat penulis tumbuh, berkembang, mencapai satu demi satu mimpi, dan menjadi seseorang yang Papa banggakan. Semoga Papa masih terus menemani perjalanan penulis, menyaksikan setiap keberhasilan yang kelak penulis raih, dan melihat bahwa segala perjuangan Papa selama ini tidak pernah sia-sia.

Mama, Ibu Poyen Damayanti, S.E., M.SI. Terima kasih karena telah menjadi sosok yang paling kuat di keluarga. Terima kasih telah menjadi sumber kebahagiaan penulis dan alasan bagi penulis untuk terus berjuang. Terima kasih atas setiap doa yang selalu Mama panjatkan, atas segala didikan yang mengajarkan penulis untuk menjadi pribadi yang kuat, tetap rendah hati, dan selalu berbuat baik kepada sesama. Terima kasih atas setiap perjuangan Mama selama ini, perjuangan yang tidak akan pernah penulis lupakan. Terima kasih atas

segala pengorbanan yang telah diberikan, atas setiap air mata yang mungkin penulis tidak pernah tahu, dan atas cinta yang Mama berikan tanpa pernah mengharapkan balasan. Teruslah tersenyum, Mama, Karena setelah begitu banyak hal yang telah Mama lewati, Mama berhak mendapatkan seluruh kebahagiaan dan kasih sayang yang ada di dunia. Penulis mungkin tidak akan pernah mampu membalas seluruh cinta dan pengorbanan Mama. Namun, penulis akan terus berusaha menjadi seseorang yang dapat membuat Mama bangga. Terima kasih telah menjadi rumah bagi penulis, di setiap keadaan dan di setiap perjalanan. Semoga Allah selalu menjaga Mama, memberikan Mama umur yang panjang, kesehatan, ketenangan, dan kebahagiaan. Dan jika benar ada tempat yang paling indah di sisi-Nya, semoga Allah telah menyiapkannya khusus untuk Mama.

Saudara Kandung, M Djoan Pratama, S.T., M Nico Tandanu, S.M., dan Adam Rizky Kurniawan, S.Tr.T. Terima kasih atas segala doa dan dukungan yang telah diberikan. Terima kasih telah berbagi perjalanan hidup ini bersama penulis; tertawa dan bersedih bersama, merasakan jatuh dan bangun bersama, serta menghadapi kerasnya dunia bersama-sama. Terima kasih karena dalam setiap keadaan, baik ketika hidup sedang membawa kita pada kebahagiaan maupun ketika keadaan memaksa kita untuk bertahan, kita selalu berusaha untuk saling menguatkan dan mendukung satu sama lain. Mungkin perjalanan kita tidak selalu berada di jalan yang sama. Akan ada saatnya kita berjalan menuju tujuan masing-masing, mengejar mimpi dengan cara kita sendiri, dan bertemu dengan orang-orang baru dalam perjalanan. Perjuangan kita belum selesai. Kejar dan wujudkan jalan kalian masing-masing. Semoga di setiap langkah, kalian dipertemukan dengan orang-orang baik, dikelilingi oleh mereka yang tulus, dan diberikan keberanian untuk menghadapi apa pun yang ada di depan. Dan sejauh apa pun nanti perjalanan membawa kita, jangan pernah lupa untuk pulang.

Bebel, terima kasih sudah menjalani kehidupan ini bersama penulis. Terima kasih untuk setiap cerita, tawa, dan kesedihan yang kita lalui bersama, untuk saling menguatkan, saling membantu, dan saling memberi walaupun terkadang hanya dengan hal-hal kecil. Sekarang, setiap kali penulis mengingat masa-masa kuliah, penulis akan selalu mengingat Bebel dan cerita-cerita yang kita lalui bersama

teman-teman. Sekarang, perjalanan kita baru dimulai. Semoga doa-doa penulis selalu menyertai perjalanan Bebel ke depan. Selamat berkelana, Bebel. Bebel akan bertemu dengan orang-orang baru, orang-orang baik, dan akan mendatangi tempat-tempat yang belum pernah didatangi sebelumnya. Enjoy every moment of your life.

ABSTRAK

KLASIFIKASI KONDISI VISUAL BIJI KOPI ROBUSTA PRA-ROASTING BERBASIS CITRA MENGGUNAKAN CNN DAN RANDOM FOREST DALAM APLIKASI DESKTOP

(Agung Rizky Kurniawan 2026: 92 Halaman)

Proses sortasi kualitas biji kopi (*green beans*) robusta pada umumnya masih mengandalkan pengamatan visual manual yang rentan terhadap faktor subjektivitas, kelelahan manusia, dan ketidakkonsistenan hasil klasifikasi. Padahal, tahap pra-roasting ini sangat krusial dalam menentukan cita rasa akhir serta nilai jual produk kopi komersial di pasar. Penelitian ini bertujuan untuk mengklasifikasikan kondisi visual biji kopi robusta secara otomatis ke dalam kategori normal dan cacat (*defect*) dengan mengintegrasikan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) arsitektur ResNet50 sebagai ekstraktor fitur otomatis yang kuat dan algoritma *Random Forest* sebagai klasifikator akhir. Penelitian ini menerapkan metode *Research and Development* (R&D) untuk merancang, membangun, dan mengimplementasikan sistem kecerdasan buatan tersebut ke dalam aplikasi desktop berbasis Python yang ramah pengguna. Berdasarkan hasil pengujian, evaluasi performa model pada data validasi menunjukkan tingkat akurasi yang sangat tinggi yaitu sebesar 98%, dengan nilai *precision* sebesar 95%, *recall* sebesar 100%, dan *F1-score* mencapai 98% untuk kelas *defect*. Sementara itu, pada kelas normal diperoleh nilai performa *precision* sempurna sebesar 100%, *recall* sebesar 96%, dan *F1-score* sebesar 98%. Selanjutnya, pengujian sistem secara langsung menggunakan data baru (*unseen data*) yang diambil di lapangan (Mitra Kafe Dekultur) menghasilkan tingkat akurasi generalisasi yang stabil dan handal sebesar 92,5%, di mana sistem berhasil memprediksi secara tepat 37 dari total 40 citra yang diuji. Hasil pengujian fungsionalitas juga membuktikan bahwa seluruh fitur utama aplikasi desktop, seperti fitur input citra, proses ekstraksi, hingga visualisasi probabilitas hasil klasifikasi, dapat berjalan dengan sangat baik, lancar, dan responsif.

Kata kunci: Kopi Robusta, Pra-Roasting, CNN, ResNet50, Random Forest, Aplikasi Desktop.

ABSTRACT

CLASSIFICATION OF THE VISUAL CONDITION OF ROBUSTA COFFEE BEANS AT THE PRE-ROASTING STAGE BASED ON IMAGE ANALYSIS USING CNN AND RANDOM FOREST IN A DESKTOP APPLICATION

(Agung Rizky kurniawan 2026: 92 Pages)

The sorting process of robusta green coffee beans is generally still reliant on manual visual observation, which is highly prone to human error, subjectivity, fatigue, and inconsistency in classification results. In fact, this pre-roasting stage is very crucial in determining the final flavor profile and the market value of commercial coffee products. This research aims to automatically classify the visual condition of robusta coffee beans into normal and defect categories by integrating the Convolutional Neural Network (CNN) method with the ResNet50 architecture as a robust automatic feature extractor and the Random Forest algorithm as the final classifier. This study employs the Research and Development (R&D) method to design, build, and implement the artificial intelligence system into a user-friendly Python-based desktop application. Based on the experimental results, the evaluation of the model performance on validation data demonstrates a remarkably high accuracy rate of 98%, with a precision of 95%, recall of 100%, and an F1-score of 98% for the defect class. Meanwhile, the normal class achieved a perfect precision rate of 100%, recall of 96%, and an F1-score of 98%. Furthermore, direct field testing of the system using new unseen data collected at Kafe Dekultur yielded a stable and reliable generalization accuracy rate of 92.5%, where the system successfully and accurately predicted 37 out of 40 tested images. The functional testing results also indicate that all primary features of the desktop application, such as image input, extraction processing, and the visualization of classification probability, operate correctly, smoothly, and responsively. In conclusion, this system is proven to be effective and feasible for reducing the subjectivity of manual sorting and is capable of accelerating the quality control process of robusta coffee beans prior to the roasting stage.

Keywords: *Robusta Coffee, Pre-Roasting, CNN, ResNet50, Random Forest, Desktop Application.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, akhirnya penulis telah berhasil menyelesaikan Proposal Tugas Akhir yang berjudul ” **KLASIFIKASI KONDISI VISUAL BIJI KOPI ROBUSTA *PRA-ROASTING* BERBASIS CITRA MENGGUNAKAN CNN DAN *RANDOM FOREST* DALAM APLIKASI DESKTOP**”.

Penyusunan Proposal Tugas Akhir ini ditujukan untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan pada Program D-IV Studi Teknologi Informatika Multimedia Digital Jurusan Teknik Komputer Politeknik Negeri Sriwijaya.

Pelaksanaan Proposal Tugas Akhir tak lepas dari bantuan dan dukungan beberapa pihak, untuk itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Allah Subhannahu Wa Ta’ala yang telah memberikan kemudahan, ilmu dan kesehatan sehingga penulis mampu menyelesaikan Laporan Tugas Akhir.
2. Mama, Papa, Bang Djo, Bang Nico, Bang Adam dan Bocil serta seluruh keluarga besar atas doa, dukungan, dan perhatian yang tiada henti, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Proposal Tugas Akhir ini dengan baik.
3. Bapak Dr. Slamet Widodo, S.Kom., M.Kom. selaku Ketua Jurusan Teknik Komputer Politeknik Negeri Sriwijaya sekaligus Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta kesabaran dalam membimbing penulis selama proses penyusunan Proposal Tugas Akhir.
4. Bapak Dr. M. Miftakul Amin, S.Kom., M.Eng. selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Informatika Multimedia Digital.
5. Bapak Ir.Azwardi, S.T., M.T., IPM. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta masukan yang membangun selama penyusunan Proposal Tugas Akhir ini.
6. Kak Bimo dan yuk Riska serta Tim Dekultur yang telah memberikan kesempatan untuk menjadi mitra, rekan kerja serta memberikan pelajaran dan pengalaman baru bagi penulis.

7. Bebel, yang tidak pernah lelahnya membantu, memberi semangat dan senantiasa menemani perjalanan kuliah ini bersama.
8. Teman-teman TIA angkatan 2022 yang senantiasa membantu penulis dalam proses penyusunan Proposal Tugas Akhir.

Penulis menyadari adanya kekurangan dan ketidak sempurnaan dalam penulisan Proposal Tugas Akhir ini, karena itu penulis menerima kritik, saran dan masukan dari pembaca sehingga penulis dapat lebih baik di masa yang akan datang.

Akhirnya penulis berharap semoga Proposal Tugas Akhir ini bisa bermanfaat khususnya bagi penulis dan umumnya bagi para pembaca.

Palembang, 30/9/2026



Aqung Rizky kurniawan

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGUJI	ii
LEMBAR PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan	4
1.5 Manfaat	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.2 Biji Kopi Robusta (<i>Green Beans</i>).....	10
2.3 Kondisi Biji Kopi <i>Pra-Roasting</i>	11
2.3.1 Kualitas Biji Kopi Yang Layak	11
2.3.2 Biji Kopi Cacat (<i>Defect</i>)	12
2.3.3 Kematangan Biji Kopi Berdasarkan Warna.....	16
2.4 <i>Artificial Intelligence</i>	17
2.4.1 <i>Machine Learning</i>	17
2.4.2 <i>Deep Learning</i>	18
2.5 <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i>	18
2.5.1 ResNet50	19
2.6 <i>Random Forest</i>	20
2.7 <i>Data Preprocessing</i>	21
2.7.1 Pelabelan Data	22

2.7.2	<i>Resizing</i>	22
2.7.3	Normalisasi	22
2.7.4	<i>Data Augmentation</i>	22
2.8	<i>Tools Yang Digunakan</i>	22
2.8.1	Google Colab.....	23
2.8.2	Python.....	23
2.8.3	<i>PyTorch</i>	23
2.8.4	<i>Sckit-learn</i>	24
2.8.5	Visual Studio Code.....	24
2.9	<i>Flowchart</i>	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		26
3.1	Metodologi Penelitian.....	26
3.2	Kerangka Berpikir	26
3.3	Teknik Pengumpulan Data	28
3.3.1	Sumber Data	28
3.3.2	Pengumpulan Dataset Citra	29
3.3.3	Jenis-jenis Data.....	31
3.4	<i>Preprocessing Data</i>	32
3.4.1	Pelabelan Data	33
3.4.2	<i>Data Augmentation</i>	34
3.4.3	<i>Resize Citra</i>	35
3.4.4	Normalisasi Data	36
3.5	Pembagian Dataset	37
3.6	Pengembangan model.....	37
3.6.1	Ekstraksi Fitur Menggunakan CNN	38
3.6.2	Klasifikasi Menggunakan <i>Random Forest</i>	39
3.7	Perancangan Sistem.....	40
3.7.1	Analisis Kebutuhan Sistem.....	41
3.7.2	<i>Use Case</i>	42
3.7.3	<i>Flowchart Sistem</i>	43
3.7.4	<i>Wireframe Aplikasi</i>	44
3.8	Implementasi Sistem.....	46

3.9	Evaluasi Model	47
3.9.1	<i>Accuracy</i>	47
3.9.2	<i>Precision</i>	48
3.9.3	<i>Recall</i>	48
3.9.4	<i>F1-Score</i>	48
3.9.5	<i>Confusion Matrix</i>	48
3.10	Implementasi dan Pengujian Sistem	49
3.10.1	Implementasi Sistem Desktop	49
3.10.2	Pengujian Pada Mitra Cafe Dekultur	49
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		51
4.1	Hasil Pengujian	51
4.1.1	Hasil Pengumpulan Dataset	51
4.1.2	Hasil Preprocessing Data	53
4.1.3	Hasil Pembagian Dataset	56
4.1.4	Hasil Pelatihan Model CNN	57
4.1.5	Hasil Ekstraksi Fitur CNN	59
4.1.6	Klasifikasi Random Forest	61
4.1.7	Pengujian Performa Model dengan <i>Confusion Matrix</i>	69
4.1.8	Perhitungan Accuracy, Precision, Recall, dan F1-Score	70
4.1.9	Hasil Pengujian Fungsional Aplikasi Desktop	71
4.1.10	Pengujian Klasifikasi Otomatis secara <i>Data Baru (Unseen Data)</i>	77
4.2	Pembahasan	87
4.2.1	Analisis Karakteristik Ekstraksi Fitur Visual oleh CNN	87
4.2.2	Analisis Kinerja Klasifikasi Menggunakan Random Forest ...	88
4.2.3	Implementasi dan Desain Aplikasi Desktop	89
BAB V PENUTUP		91
5.1	Kesimpulan	91
5.2	Saran	92
DAFTAR PUSTAKA		93
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Biji kopi kualitas baik	12
Gambar 2. 2 Blacked Beans.....	13
Gambar 2. 3 Broken Beans	14
Gambar 2. 4 Cracked Beans	15
Gambar 2. 5 Biji kopi yang belum matang	16
Gambar 3. 1 Kerangka Penelitian	27
Gambar 3. 2 Dataset	30
Gambar 3. 3 Use Case Diagram.....	42
Gambar 3. 4 Flowchart sistem	43
Gambar 3. 5 Halaman scan	45
Gambar 3. 6 Halaman Upload File Gambar	45
Gambar 3. 7 Halaman detail deteksi	46
Gambar 4. 1 struktur folder dataset (normal dan defect)	52
Gambar 4. 2 Kode Program Data Augmentation	54
Gambar 4. 3 Kode Program Resize Citra	55
Gambar 4. 4 Kode Program Normalisasi Data	55
Gambar 4. 5 Pelatihan Model 50 Epoch	57
Gambar 4. 6 Ekstraksi dari model ResNet50.....	58
Gambar 4. 7 Feature vector training	60
Gambar 4. 8 Feature vector Validation.....	60
Gambar 4. 9 Overview Seluruh 100 Decision Tree dalam Random Forest.....	62
Gambar 4. 10 20 Fitur ResNet50 Paling Berpengaruh dalam Klasifikasi Random Forest.....	63
Gambar 4. 11 Perbandingan Nilai 5 Fitur Terpenting antara Kelas Normal dan Defect	64
Gambar 4. 12 Perbandingan Citra dengan Nilai feature_712 Tertinggi dan Terendah.....	65
Gambar 4. 13 Visualisasi Grad-CAM pada Beberapa Citra Uji	66
Gambar 4. 14 Probability Normal/Defect Pada Aplikasi.....	67
Gambar 4. 15 Confusion Matrix Model CNN–Random Forest.....	69

Gambar 4. 16 Hasil Evaluasi Kinerja Model.....	70
Gambar 4. 17 Tampilan Halaman Utama Aplikasi.....	72
Gambar 4. 18 Tampilan Fitur Webcam pada Aplikasi	72
Gambar 4. 19 Tampilan Upload File Citra	73
Gambar 4. 20 Tampilan Hasil Klasifikasi Biji Kopi Normal	73
Gambar 4. 21 Tampilan Hasil Klasifikasi Biji Kopi Defect.....	74
Gambar 4. 22 Fitur Analysis Parameter.....	74
Gambar 4. 23 Pemrograman ResNet50 Extraction Time	75
Gambar 4. 24 Pemrograman Random Forest Prediction Time.....	76
Gambar 4. 25 Pemrograman Total Processing Latency.....	77

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Kinerja Metode Machine Learning dalam Klasifikasi Biji Kopi.....	8
Tabel 2. 2 Perbandingan Penelitian Terdahulu	9
Tabel 2. 3 Simbol-simbol flowchart	24
Tabel 3. 1 Jumlah dan Srtuktur Kelas Dataset.....	29
Tabel 3. 2 Kriteria Dataset	30
Tabel 3. 3 Jenis-Jenis Data Citra Biji Kopi.....	32
Tabel 3. 4 Struktur Folder Dataset.....	34
Tabel 3. 5 Jumlah Dataset Sebelum dan Sesudah Augmentasi	34
Tabel 3. 6 Teknik Augmentasi yang Digunakan	35
Tabel 3. 7 Prameter Resize Citra	35
Tabel 3. 8 Parameter Normalisasi Data	36
Tabel 3. 9 Pembagian Dataset	37
Tabel 3. 10 Alur Ekstraksi Fitur Menggunakan ResNet50.....	38
Tabel 3. 11 Alur proses klasifikasi	40
Tabel 3. 12 Kebutuhan Fungsional dan Non-Fungsional	41
Tabel 3. 13 Confusion Matrix.....	49
Tabel 3. 14 Tahapan Pengujian Pada Mitra	50
Tabel 4. 1 Jumlah Dataset Awal	51
Tabel 4. 2 Struktur Dataset Berdasarkan Label	53
Tabel 4. 3 Jumlah Dataset Sebelum dan Sesudah Augmentasi	54
Tabel 4. 4 Parameter Resize Citra	55
Tabel 4. 5 Parameter Normalisasi Data	56
Tabel 4. 6 Hasil Pembagian Dataset	56
Tabel 4. 7 Bentuk Hasil Ekstraksi Fitur ResNet50.....	59
Tabel 4. 8 Alur Klasifikasi Menggunakan Random Forest	67
Tabel 4. 9 Confusion Matrix Model CNN–Random Forest	69
Tabel 4. 10 Hasil Pengujian Fungsional Aplikasi Desktop	71
Tabel 4. 11 Hasil Pengujian Mandiri Sistem Otomatis	78
Tabel 4. 12 Rekapitulasi Hasil Pengujian.....	86