BAB III

METODE PELAKSANAAN

3.1 Tahap Pelaksanaan Program

Program Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) merupakan inisiatif dari Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi (Kemendikbudristek) yang memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk belajar di luar kampus melalui berbagai bentuk kegiatan yang lebih aplikatif dan relevan dengan dunia nyata. Dalam kegiatan sosialisasi MBKM yang diadakan oleh pihak kampus, dijelaskan bahwa terdapat lima skema utama yang dapat diikuti mahasiswa, yaitu magang/praktik kerja, penelitian, *project independent*, kewirausahaan, dan program membangun desa.

Setelah mengikuti sosialisasi dan mempertimbangkan kondisi akademik serta Kartu Rencana Studi (KRS), diputuskan untuk mengambil jalur Project Independent. Pada saat itu, belum mendapatkan kesempatan magang sehingga pilihan ini diambil sebagai alternatif yang memberikan fleksibilitas dalam menyelesaikan beban studi. Diskusi dengan beberapa teman yang memiliki minat serupa menghasilkan kesepakatan untuk membentuk tim dan menjalankan proyek riset bersama. Skema Project Independent memungkinkan perancangan dan pengembangan proyek secara mandiri dengan arahan yang jelas, sekaligus menyesuaikan dengan jadwal dan beban KRS selama semester berjalan.

Kegiatan Project Independent ini dilaksanakan oleh tim yang terdiri dari tiga orang, dengan saya, Sabrina Fajrul Ula Usman, Almira Zahra Aurelia dan Rhauma Syira Anggina. Selama pelaksanaan proyek, kami mendapatkan pendampingan dari Dr. Irmawati, S.Kom., M.M.S.I. selaku dosen pembimbing yang mendukung kami dalam proses penyusunan ide, pelaksanaan riset, serta evaluasi hasil. Melalui program ini, tidak hanya diperoleh pengalaman akademik yang lebih luas, tetapi juga kesempatan untuk mengembangkan keterampilan kolaborasi dan pemecahan masalah dalam konteks nyata.

Untuk memastikan proyek berjalan secara efektif dan terorganisir, setiap anggota tim memiliki pembagian tugas dan peran yang jelas sesuai dengan fokus arsitektur model yang digunakan. Rincian tanggung jawab masing-masing anggota dapat dilihat pada tabel 3.1 berikut ini.

Tabel 3. 1 Stuktur Kelompok dan Tanggung Jawab

No	Nama Anggota Tim	Peran	Keterangan
1	Sabrina Fajrul Ula Usman	Ketua	Melakukan klasifikasi dan prediksi penyakit pada tanaman kentang dengan menggunakan arsitektur Data-efficient Image Transformer (DeiT) dan menyusun artikel ilmiah.
2	Almira Zahra Aurelia	Anggota	Melakukan klasifikasi dan prediksi penyakit pada tanaman kentang dengan menggunakan arsitektur Vision Transformer (ViT) dan menyusun artikel ilmiah.
3	Rhauma Syira Anggina	Anggota	Melakukan klasifikasi dan prediksi penyakit pada tanaman kentang dengan menggunakan arsitektur Swin Transformer dan menyusun artikel ilmiah.

Tabel 3.1 memperlihatkan struktur tim beserta tanggung jawab utama dari setiap anggota dalam proyek klasifikasi dan prediksi penyakit pada tanaman kentang. Sabrina Fajrul Ula Usman menjabat sebagai ketua tim yang bertugas mengembangkan model menggunakan arsitektur Data-efficient Image Transformer (DeiT) dan memimpin penulisan artikel ilmiah, khususnya menyusun Bab 2 tentang metodologi penelitian.

Almira Zahra Aurelia sebagai anggota bertanggung jawab mengerjakan klasifikasi dengan menggunakan arsitektur Vision Transformer (ViT) serta berkontribusi dalam penyusunan Bab 3 pada artikel ilmiah. Sedangkan Rhauma Syira Anggina bertugas melakukan klasifikasi menggunakan arsitektur Swin Transformer dan menyusun Bab 1 pendahuluan dalam artikel tersebut. Dengan pembagian peran ini, tim dapat bekerja secara terstruktur dan efisien, serta

memastikan kualitas dari setiap bagian artikel ilmiah yang dihasilkan untuk keperluan PKM.

Untuk mendukung pencapaian hasil yang optimal dalam pelaksanaan Project Independent ini, kegiatan dirancang dalam bentuk tahapan mingguan yang terorganisir. Setiap tahapan merepresentasikan proses yang berkelanjutan, mulai dari penentuan arah penelitian hingga penyusunan luaran akhir. Rangkaian kegiatan tersebut dirancang untuk menjaga kesinambungan dan efektivitas proyek, serta memudahkan proses pemantauan progres dari minggu ke minggu. Gambaran umum mengenai alur pelaksanaan proyek disajikan dalam Tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Timeline Kegiatan Program MBKM Project Independent

No	Minggu	Proyek	Keterangan
1	1	Penentuan topik	Diskusi bersama dosen pembimbing untuk menentukan topik dan lomba yang akan dipilih.
2	2	Studi literatur	Melakukan penelusuran dan merangkum literatur ilmiah yang membahas metode klasifikasi serta prediksi penyakit pada tanaman kentang.
3	3 - 6	Eksperimen awal	Melakukan eksplorasi dengan memodifikasi dan menambahkan kode pada arsitektur DeiT, serta menerapkan teknik augmentasi data untuk meningkatkan kinerja model dalam proses klasifikasi secara optimal.
4	7	Penyusunan Awal Laporan Penilaian MBKM	Menyusun serta merancang Bab 1, Bab 2, dan Bab 3 sebagai bagian

No	Minggu	Proyek	Keterangan
			dari penilaian Ujian Tengah Semester (UTS).
5	8 – 13	Eksperimen Akhir	Melakukan ekplorasi dengan menambahkan image processing yaitu Edge Detection.
6	13 – 17	Pendaftaran, dan Pengumpulan Lomba Program Kreativitas Mahasiswa (PKM)	Melakukan proses pendaftaran lomba baik ke pihak perguruan tinggi dan SIMBELMAWA (Sistem Informasi Manajemen Pembelajaran dan Kemahasiswaan), melengkapi dokumen administrasi yang dibutuhkan, serta mengumpulkan artikel ilmiah pada Program Kreativitas Mahasiswa bidang Artikel Ilmiah (PKM-AI).
7	14 – 17	Menyusun Artikel Ilmiah	Merancang artikel ilmiah yang sesuai ketentuan Program Kreativitas Mahasiswa bidang Artikel Ilmiah (PKM-AI).
9	18 – 20	Penyusunan Akhir Laporan Penilaian MBKM	Meelakukan finalisasi Bab 3 dan menyusun Bab 4 dan 5.

Rangkaian pelaksanaan MBKM Project Independent dirancang selama 20 minggu, dimulai sejak 3 Februari hingga 20 Juni 2025. Proyek ini diawali dengan penentuan topik dan pemilihan lomba yang akan diikuti melalui diskusi bersama dosen pembimbing. Selanjutnya, dilakukan kajian pustaka untuk mengumpulkan

dan merangkum berbagai referensi terkait metode klasifikasi dan prediksi penyakit pada tanaman kentang. Pada tahap eksperimen awal, tim melakukan pengembangan model dengan memodifikasi arsitektur DeiT serta menerapkan teknik augmentasi data untuk meningkatkan kinerja klasifikasi. Eksperimen kemudian dilanjutkan dengan penambahan metode pemrosesan citra, seperti deteksi tepi, guna memperbaiki hasil klasifikasi.

Selain kegiatan teknis, tim mulai menyusun laporan penilaian MBKM sebagai bagian dari evaluasi tengah semester. Di waktu yang bersamaan, persiapan dan pendaftaran lomba Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) dilakukan dengan melengkapi dokumen administrasi dan menyusun artikel ilmiah sesuai persyaratan lomba. Pada tahap akhir, tim menyelesaikan laporan akhir MBKM dan mengikuti sidang sebagai bagian dari proses evaluasi serta penilaian resmi kegiatan. Semua bab dalam laporan dilengkapi untuk menjadi dokumentasi lengkap atas seluruh rangkaian kegiatan yang telah dilakukan.

3.2 Fase Akhir yang akan Dicapai

Fase akhir dari rangkaian kegiatan MBKM Project Independent diarahkan untuk menghasilkan luaran nyata yang tidak hanya bersifat internal, tetapi juga dapat dikembangkan sebagai kontribusi pada tingkat nasional. Sebagai bentuk fasilitasi, pihak perguruan tinggi menyampaikan informasi umum mengenai berbagai kompetisi ilmiah yang dapat diikuti mahasiswa, termasuk Program Kreativitas Mahasiswa (PKM), baik melalui pengumuman resmi maupun pendampingan dosen pembimbing.

Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) terdiri dari beberapa jenis skema yang menyesuaikan dengan karakter kegiatan dan tujuan akhir yang ingin dicapai. Beberapa bidang seperti PKM Penelitian (PKM-P), PKM Kewirausahaan (PKM-K), PKM Pengabdian kepada Masyarakat (PKM-M), PKM Karsa Cipta (PKM-KC), dan PKM Teknologi (PKM-T) menerima pendanaan dari pemerintah untuk mendukung pelaksanaan aktivitas mereka. Di sisi lain, skema PKM Artikel Ilmiah (PKM-AI) dan PKM Gagasan Tertulis (PKM-GT) tidak mendapatkan dana karena

fokusnya lebih pada pembuatan tulisan ilmiah dan pengembangan ide tanpa membutuhkan biaya operasional.

Dari beberapa opsi kompetisi yang tersedia, tim memutuskan mengajukan karya dalam skema PKM bidang Artikel Ilmiah (PKM-AI). Pilihan ini dilandasi oleh relevansi tema yang diangkat dalam proyek, yaitu pengklasifikasian penyakit daun pada tanaman kentang dengan pendekatan deep learning, yang dinilai sejalan dengan salah satu tema PKM tahun 2025, yaitu "Kemadirian Pangan, Energi, dan Air", serta karakter PKM-AI yang tidak mensyaratkan pengajuan pendanaan. Hal ini menjadikannya pilihan yang lebih realistis untuk diikuti, terutama karena tidak semua skema kompetisi membuka jalur pembiayaan. Topik riset yang berfokus pada klasifikasi penyakit tanaman kentang berbasis teknologi deep learning dinilai relevan untuk menjawab isu ketahanan pangan melalui pendekatan berbasis teknologi informasi. Oleh sebab itu, PKM-AI dipandang sebagai jalur kompetisi yang paling tepat untuk merepresentasikan hasil dan kontribusi dari kegiatan Project Independent ini.

Setelah tim menetapkan untuk mengikuti PKM-AI sebagai luaran dari kegiatan Project Independent, tahapan awal yang dilakukan adalah menyusun draft proposal atau naskah awal artikel ilmiah. Dokumen ini disusun secara kolaboratif oleh seluruh anggota tim, dengan mengacu pada panduan resmi dari Direktorat Pembelajaran dan Kemahasiswaan (Belmawa), khususnya untuk kategori PKM bidang Artikel Ilmiah. Draft tersebut kemudian diajukan terlebih dahulu ke pihak institusi kampus sebagai bentuk seleksi internal. Pengajuan dilakukan pada tanggal 20 Mei 2025 untuk memastikan dokumen mendapat validasi administrasi serta masukan substantif dari tim penanggung jawab PKM tingkat universitas, yaitu Student Development.

Setelah dinyatakan layak, pihak kampus membuat akun Simbelmawa untuk ketua tim pada tanggal 26 Mei 2025, yang juga merupakan hari terakhir untuk aktivasi akun peserta. Setelah akun aktif, proses dilanjutkan dengan melengkapi data diri seluruh anggota tim dan dosen pembimbing, mengisi informasi luaran yang dihasilkan dari PKM, serta mengunggah berbagai dokumen pendukung yang

disyaratkan. Dokumen yang dilampirkan antara lain adalah identitas lengkap anggota dan dosen, surat pernyataan orisinalitas karya, serta surat kontribusi masing-masing anggota dalam penyusunan artikel ilmiah. Setelah seluruh data dan dokumen lengkap, artikel ilmiah versi final diunggah ke platform Simbelmawa pada tanggal 1 Juni 2025, sehari sebelum batas waktu pengumpulan nasional yang ditetapkan Belmawa, yaitu 2 Juni 2025. Proses ini mencerminkan kesiapan dan komitmen tim dalam menyelesaikan rangkaian kegiatan secara tepat waktu dan sesuai prosedur.

3.3 Koleksi Data

Dalam penelitian ini, data yang digunakan untuk melakukan klasifikasi dan prediksi penyakit pada tumbuhan kentang adalah Potato Leaf Disease Dataset in Uncontrolled Environment [3], yang diperoleh dari Data Mendeley. Dataset ini merupakan himpunan data citra daun kentang yang dikembangkan untuk keperluan penelitian di bidang pengenalan pola dan visi komputer, khususnya dalam konteks pertanian presisi. Dataset ini terdiri atas 3.076 gambar beresolusi tinggi (1500 × 1500 piksel) yang terbagi ke dalam tujuh kelas, yaitu daun sehat serta daun yang menunjukkan gejala akibat infeksi virus, phytophthora, nematoda, jamur, bakteri, dan hama. Seluruh citra diperoleh secara langsung dari lahan pertanian kentang di wilayah Magelang dan Wonosobo, Jawa Tengah, Indonesia, pada Agustus 2023. Proses pengambilan gambar dilakukan menggunakan berbagai perangkat kamera ponsel oleh tim multidisiplin, tanpa rekayasa lingkungan seperti latar belakang bersih atau pencahayaan buatan, sehingga menghasilkan keragaman alami dalam latar belakang, sudut pandang, pencahayaan, serta tingkat occlusion.

Tabel 3. 3 Dataset Penelitian

Nama Dataset	Label	Jumlah
Potato Leaf Disease Dataset in Uncontrolled Environtment	*Bacteria*	532
	Fungi	347
	Healthy	611
	Nematode	68
	Pest	748
	Pytopthora	201
	Virus	569
Total		3067

Ciri khas dataset ini adalah pengambilan data pada lingkungan terbuka dan tidak terkontrol, sehingga memberikan tantangan sekaligus keunggulan dalam pengembangan model deteksi penyakit tanaman yang lebih stabil terhadap kondisi dunia nyata. Berbeda dengan dataset yang telah umum digunakan seperti PlantVillage, yang hanya mencakup beberapa jenis penyakit dalam lingkungan laboratorium, dataset ini mencakup spektrum yang lebih luas dari jenis patogen dan kondisi visual [27]. Proses pemberian label dilakukan oleh pakar dari bidang perlindungan tanaman berdasarkan ciri visual khas dari masing-masing penyakit. Berikut menrupakan ciri dari masing-masing label:

1. Virus

Gambar 3. 1 Kelas Virus

Label Virus pada dataset ini mengindikasikan kondisi daun yang terinfeksi virus, yang ditandai dengan beberapa gejala visual. Daun yang terkena virus mengindaksikan adannya pengecilan ukuran dari ukuran normal dan perubahan bentuk keriting yang tidak merata. Selain itu, terdapat pola bintik ringan atau mosaik yang tersebar di permukaan daun, menjadi indikasi awal dari infeksi

virus. Pada tingkat yang lebih parah, terjadi kematian pada jaringan atau nekrosis yang dapat mengganggu proses fotosintesis dan mengurangi tingkat kehidupan tamanan.

2. Phytophthora

Gambar 3. 2 Kelas Phythoptora

Label Phytophthora pada dataset ini mengindikasikan infeksi jamur patogen yang ditandai dengan munculnya bercak berwarna coklat tua hingga kehitaman yang menutupi daun tanaman kentang. Bercak ini cenderung membesar seiring berjalannya waktu dan membentuk area nekrotik yang berbentuk melingkar. Infeksi ini umumnya menyerang dalam kondisi lingkungan yang lembab dan basah dan menyebar melalui tanah atau air, sehingga penting untuk mendeteksi secara dini.

3. Nematode

Gambar 3. 3 Kelas Nematode

Label Nematode pada dataset ini mengindikasikan kondisi daun yang terinfeksi oleh cacing mikroskopis (nematoda) yang menyebar melalui sistem

akar tanaman dan menyebabkan gangguan penyerapan air dan nutrisi. Infeksi ini memiliki gejala berupa perubahan ukuran menjadi kecil dan perubahan warna menjadi kekuningan, seperti daun yang kekurangan air atau unsur hara penting. Kerusakan akibat infeksi menyebabkan tanaman mudah layu, terutama saat suhu tinggi, dan tetap layu meskipun telah disiram. Gejala ini sering kali sulit dibedakan dari masalah kekeringan atau defisiensi unsur hara. Hal ini menunjukkan pentingnya diagnosis yang cermat untuk mengidentifikasi gangguan yang disebabkan oleh kerusakan akar akibat organisme patogen seperti nematoda.

4. Fungi

Gambar 3. 4 Kelas Fungi

Label Fungi pada dataset ini mengindikasikan kondisi daun yang terinfeksi jamur yang ditandai dengan munculnya pola bercak melingkar di tepi daun yang agak cekung dengan warna kuning pada pinggirnya, serta pola cincin yang berlapis-lapis. Bercak tersebut kadang tampak seperti taburan serbuk putih halus yang merupakan kumpulan spora jamur. Jika tidak ditangani, infeksi jamur dapat menyebar dengan cepat, mengakibatkan penurunan hasil panen dan kualitas tanaman.

5. Bacteria

Gambar 3. 5 Kelas Bacteria

Label Bacteria pada dataset ini mengindikasikan kondisi daun yang terinfeksi bakteri yang ditandai dengan layu yang terjadi secara cepat tanpa disertai dengan perubahan warna kekunigan atau nekrosis. Gejala ini terjadi akibat infeksi pada jaringan pembuluh yang menghambat aliran nutrisi pada batang dan tangkai daun. Namun, gejala pada daun tidak selalu terlihat tergantung pada tingkat perkembangan penyakit dan pengaruh suhu. Salah satu tanda khas infeksi bakteri adalah munculnya lendir berwarna putih susu saat bagian bawah batang yang terinfeksi direndam dalam air.

6. Pest

Gambar 3. 6 Kelas Pest

Label *Pest* pada dataset ini mengindikasikan bahwa daun mengalami kerusakan akibat serangan hama. Gejala yang muncul dapat berupa perubahan bentuk daun, seperti munculnya bercak keperakan atau klorotik, serta terjadi pengeringan dan kematian pada ujung daun, terutama dalam kondisi cuaca

kering. Hama seperti thrips, ulat, kumbang daun, dan belalang umumnya menyerang dengan memakan jaringan daun sepanjang tulang daun atau dengan cara mengikis permukaan daun hingga tersisa kerangkanya.

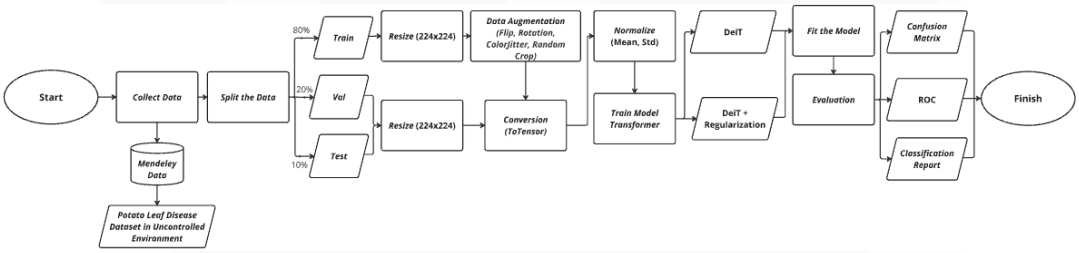
7. Healthy

Gambar 3. 7 Kelas Healthy

Label *Pest* pada dataset ini mengindikasikan bahwa berada dalam kondisi sehat, ditandai dengan warna hijau yang merata di seluruh bagian daun serta bentuk daun yang utuh dan sempurna tanpa adanya kerusakan, bercak, atau kelainan bentuk. Tidak ditemukan tanda-tanda infeksi, gigitan hama, atau perubahan warna yang mengindikasikan adanya gangguan fisiologis maupun biologis.

3.4 Penyusunan Desain Teknis

Penelitian ini menerapkan pendekatan Knowledge Discovery in Databases (KDD) sebagai keragka utama karena menyediakan proses yang sistematis dan menyeluruh untuk mengekstraksi pola tersembunyi dari data yang kompleks. Diagram alir pada gambar 3.8 menggambarkan alur kerja penelitian mulai dari pengumpulan data dan pembagian data, transformasi dan augmentasi gambar, pelatihan model berbasis Data-efficient Image Transformer (DeiT), hingga evaluasi performa model.

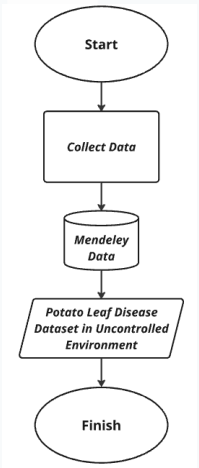


Gambar 3. 8 Diagram Alir Penelitian

Setiap tahapan pada diagram mencerminkan proses inti dalam KDD, yaitu mulai dari seleksi dan preprocessing data, transformasi data, penambangan pola (modeling), hingga evaluasi dan interpretasi hasil. Dengan struktur ini, KDD tidak hanya memperjelas alur kerja penelitian, tetapi juga memastikan bahwa setiap tahapan dilakukan secara terstruktur untuk menghasilkan pengetahuan yang valid dan bermanfaat dari data citra pertanian.

Berikut adalah tahapan-tahapan KDD yang diterapkan dalam penelitian prediksi penyakit daun pada tanaman kentang menggunakan data citra.

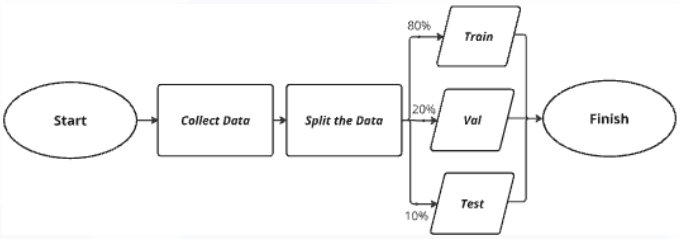
3.4.1 Selection



Gambar 3. 9 Diagram Alir Tahap Pemilihan Data

Tahap seleksi data bertujuan untuk memilih dataset yang representatif, berkualitas, dan relevan dengan tujuan penelitian. Penelitian ini menggunakan data gambar penyakit daun pada tanaman kentang yang diambil dari sumber terbuka yaitu Data Mendeley dengan judul "A novel dataset of potato leaf disease in uncontrolled environtment". Seleksi dilakukan pada 20 Februari 2025 berdasarkan kriteria resolusi gambar, kejelasan gejala penyakit, serta keberagaman pengambilan gambar. Keberagaman ini mencakup variasi kondisi tanaman dan teknik pengambilan data, sehingga mampu merepresentasikan kondisi nyata di lapangan serta menjadi tantangan tersendiri dalam proses prediksi penyakit pada tanaman.

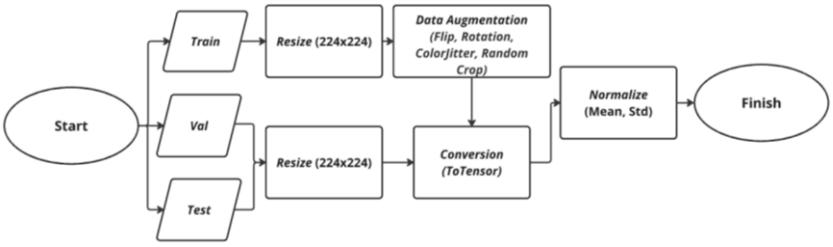
3.4.2 Preprocessing



Gambar 3. 10 Diagram Alir Tahap Pra-proses

Pada tahap praproses data, langkah utama yang dilakukan adalah pembagian dataset menjadi 3 subset, yaitu data latih (train), data validasi (val), dan data uji (test). Diawali dengan memisahkan sebanyak 10% dari total dataset menjadi data penguji. Kemudian, hasil sisa data sejumlah 2.775 gambar bagi menjadi data pelatihan dan data validasi dengan rasio 80:20. Pembagian ini objektivitas pada evaluasi model, sebab seluruh data pengujian tidak digunakan selama proses pelatihan maupun validasi, sehingga dapat memberikan gambaran kinerja model yang bebas dari bias pelatihan.

3.4.3 Transformation



Gambar 3. 11 Diagram Alir Tahap Transformasi

Pada tahap transformasi, serangkaian transformasi diterapkan untuk menyiapkan citra daun kentang agar kompatibel dengan arsitektur model vision transformer, khususnya DeiT (Data-efficient Image Transformer). Pertama seluruh gambar dilakukan transformasi pada ukuran gambar dengan menggunakan Resize agar memiliki dimensi seragam sesuai dengan kebutuhan input DeiT, yang biasanya menerima gambar berukuran 224x224 piksel.

Pada data pelatihan, diterapkan berbagai teknik augmentasi untuk memperkaya variasi data dan meningkatkan kemampuan model dalam

melakukan prediksi pada kondisi yang beragam. Teknik augmentasi yang digunakan meliputi flip horizontal secara acak, yang memungkinkan gambar dibalik secara horizontal untuk memperluas variasi visual. Selain itu, dilakukan rotasi acak pada gambar dengan sudut maksimal hingga 10°, sehingga model terbiasa mengenali objek dalam berbagai orientasi. Penyesuaian warna juga diterapkan melalui color jitter, yang mencakup pengaturan kecerahan, kontras, saturasi, dan hue secara bertahap dengan rentang masing-masing sebesar 0.2 untuk kecerahan, kontras, dan saturasi, serta 0.1 untuk hue. Terakhir, dilakukan random crop dengan memotong gambar secara acak dengan skala antara 80% hingga 100% dari ukuran asli, sehingga model dapat belajar dari bagian-bagian gambar yang berbeda. Penerapan teknik-teknik augmentasi ini bertujuan untuk mengurangi risiko overfitting dan membuat model lebih robust dalam menghadapi data yang belum pernah ditemui. Tabel 3.4 merangkum konfigurasi parameter augmentasi yang digunakan pada data pelatihan.

Tabel 3. 4 Komponen Teknik Augmentasi

Tahapan Augmentasi	Nilai / Rentang
Horizontal Flip	Flip horizontal secara acak.
Random Rotation	Rotasi gambar secara acak hingga 10°.
Color Jitter	Penyesuaian warna dengan kecerahan sebesar 0.2.
	Penyesuaian warna dengan kontras sebesar 0.2.
	Penyesuaian warna dengan saturasi sebesar 0.2.
	Penyesuaian warna dengan hue sebesar 0.1.
Random Crop	Pemotongan gambar dengan skala acak antara 80% hingga 100% dari ukuran asli.

Kemudian, seluruh citra dikonversi ke dalam bentuk tensor untuk memastikan bahwa data tersebut dapat dibaca dan diproses oleh model *deep learning*. Konversi ini merupakan bagian penting dari tahap praproses karena tensor merupakan format data standar yang digunakan dalam framework pembelajaran mesin seperti PyTorch atau TensorFlow. Melalui transformasi ini, data citra yang semula berupa array piksel tiga dimensi diubah menjadi representasi numerik yang terstruktur, memungkinkan operasi komputasi dilakukan secara efisien selama proses pelatihan dan inferensi.

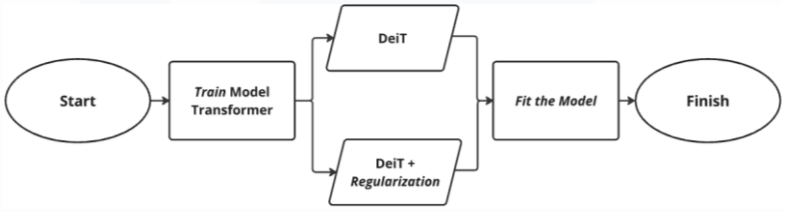
Terakhir, dilakukan normalisasi terhadap data citra dengan menggunakan nilai rata-rata (mean) dan standar deviasi (standard deviation) dari dataset. Tabel 3.5 merangkum konfigurasi parameter normalisasi yang digunakan pada seluruh data.

Tabel 3. 5 Komponen Teknik Normalisasi

Tahapan Normalisasi	Nilai / Rentang
Mean	[0.485, 0.456, 0.406]
Std	[0.229, 0.224, 0.225]

Proses normalisasi ini bertujuan untuk menyesuaikan skala nilai piksel agar berada dalam rentang yang seragam, sehingga meningkatkan stabilitas model. Dengan meratakan distribusi nilai piksel, model dapat lebih mudah mengenali pola penting pada gambar tanpa dipengaruhi oleh variasi intensitas yang ekstrem.

3.4.4 Data Mining



Gambar 3. 12 Diagram Alir Tahap Data Mining

Pada tahap Data Mining, dua varian model DeiT (Data-efficient Image Transformer) digunakan untuk memprediksi gambar daun kentang berdasarkan gejala penyakit yang tampak secara visual. Kedua model DeiT dalam penelitian ini memiliki konfigurasi dasar yang serupa, sehingga memungkinkan perbandingan performa secara adil. Konfigurasi tersebut meliputi arsitektur model yang digunakan yaitu deit_base_patch16_224, dengan bobot awal (pretrained weights) yang diperoleh dari dataset ImageNet-1k melalui pustaka timm. Model dilatih menggunakan ukuran batch sebesar 32, dengan nilai learning rate sebesar 1×10^{-4} atau 1e-4 (0.0001). Optimizer yang digunakan adalah Adam, sementara fungsi loss yang dipakai untuk mengukur kesalahan prediksi adalah CrossEntropy. Proses pelatihan dijalankan hingga maksimal

100 epoch dengan mekanisme early stopping yang memiliki nilai patience sebesar 10, yaitu pelatihan akan berhenti jika tidak ada peningkatan performa selama 10 epoch berturut-turut.

Rangkuman konfiguarasi ditampilkan pada tabel 3.13 berikut.

Gambar 3. 13 Komponen Model Penelitian

Komponen	Nilai / Rentang
Arsitektur	*deit_base_patch16_224*
Sumber Pustaka	*timm*
Pretrained Weights	*ImageNet-1k*
Batch Size	32
Learning Rate	1e-4
Optimizer	*Adam*
Loss Function	CrossEntropy
Max Epoch	100
Early Stopping	Patience = 10

Selain model dasar, digunakan juga versi model DeiT yang dilengkapi dengan teknik regulasi untuk mengurangi risiko overfitting dan meningkatkan generalisasi model. Perbedaan utama terletak pada penerapan teknik regularisasi. Untuk membantu model belajar secara lebih umum dan menghindari ketergantungan berlebihan pada data latih, diterapkan beberapa metode regularisasi selama pelatihan. Tabel 3.14 merangkum tahapan regularisasi yang diterapkan.

Gambar 3. 14 Komponen Tambahan Teknik Regularisasi

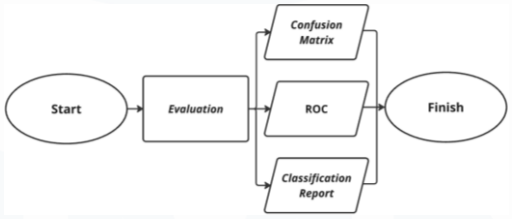
Tahapan Regularization	Nilai / Rentang
Dropout	0.3
Drop Path	0.1
Weight Decay	1e-3
Label Smoothing	0.1

Salah satu metode yang digunakan adalah Dropout, yaitu teknik yang secara acak menonaktifkan sejumlah neuron selama proses training. Dengan cara ini, model terdorong untuk tidak hanya bergantung pada pola dari neuron tertentu, melainkan belajar dari representasi yang lebih beragam. Selain itu, diterapkan

pula Drop Path, yang bekerja dengan mematikan jalur (path) tertentu dalam jaringan, bukan hanya neuron tunggal. Teknik ini sangat relevan untuk model seperti Vision Transformer, karena setiap path memuat informasi penting, dan menonaktifkan beberapa di antaranya membuat model lebih fleksibel dan tidak terlalu kaku terhadap jalur informasi tertentu.

Untuk menjaga bobot model agar tidak tumbuh terlalu besar, digunakan Weight Decay, yaitu dengan menambahkan penalti terhadap nilai parameter yang besar. Tujuannya adalah agar model tidak menjadi terlalu kompleks, sehingga tetap bisa bekerja baik ketika dihadapkan dengan data baru. Terakhir, Label Smoothing digunakan untuk sedikit melonggarkan label target saat training. Sebagai ganti dalam memberikan target 0 atau 1 secara tegas, teknik ini memberikan nilai yang sedikit lebih lunak, seperti 0.9 atau 0.1. Hal ini mencegah model menjadi terlalu yakin pada satu kelas, dan bisa membantu mengurangi kesalahan saat prediksi pada data yang tidak familiar.

3.4.5 Evaluation



Gambar 3. 15 Diagram Alir Tahap EvaluasiDiagram Alir Tahap Evaluasi

Setelah model selesai dilatih, evaluasi dilakukan dengan menggunakan Classification Report untuk menilai kinerja model dalam mengklasifikasikan gambar daun kentang. Classification Report mencakup metrik penting seperti precision, recall, dan F1-score, yang memberikan gambaran lebih komprehensif mengenai performa model. Precision mengukur akurasi model dalam mengklasifikasikan gambar ke dalam kelas yang benar, yaitu seberapa sering model memprediksi kelas yang sesuai dengan kondisi sebenarnya dari gambar. Recall berfokus pada seberapa baik model dalam menangkap seluruh gambar yang benar-benar termasuk dalam kelas yang dimaksud, menilai

kemampuannya dalam mendeteksi penyakit. Sementara itu, F1-score menggabungkan precision dan recall untuk memberikan ukuran keseimbangan antara keduanya, sangat berguna terutama dalam dataset yang tidak seimbang. Dengan Classification Report, dapat mengidentifikasi kelemahan dan kelebihan model pada tiap kelas, sehingga memungkinkan perbaikan lebih lanjut pada proses pelatihan model agar dapat mencapai klasifikasi yang lebih akurat dan efisien.

3.5 Kendala yang Ditemukan

Dalam proses pengajuan Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) bidang Artikel Ilmiah sebagai luaran dari kegiatan MBKM Project Independent, tim menghadapi sejumlah kendala yang berasal dari berbagai pihak, yakni di tingkat institusi, program studi, dan mahasiswa sendiri.

1. Institusi

Di tingkat institusi, kurangnya informasi resmi menjadi hambatan utama. Tidak ada pengumuman atau sosialisasi menyeluruh dari pihak kampus, terutama dari unit Student Development sebagai penanggung jawab PKM. Mahasiswa tidak mendapatkan panduan teknis maupun jadwal yang jelas terkait seleksi internal. Hal ini membuat mahasiswa harus mencari informasi secara mandiri, seringkali hanya mengandalkan komunikasi informal dengan dosen. Bahkan sempat terjadi miskomunikasi antara dosen pembimbing dan pihak kampus terkait status administrasi pendaftaran, yang mengakibatkan keterlambatan proses lanjutan.

2. Program Studi

Pelaksanaan program MBKM, khususnya skema Project Independent, masih terbatas pada keterlibatan dosen sebagai pembimbing tanpa adanya partisipasi dari praktisi atau mitra eksternal. Berbeda dengan beberapa institusi lain yang telah melibatkan profesional di bidang terkait, mahasiswa di institusi ini hanya mendapatkan masukan dari sudut pandang akademis. Hal tersebut

menyebabkan isi proposal cenderung teoritis dan kurang merepresentasikan kebutuhan atau realitas di lapangan.

3. Mahasiswa

Sementara itu, dari sisi mahasiswa, tantangan muncul dalam pelaksanaan teknis penelitian. Dalam penelitian ini, mengalami kesulitan dalam meningkatkan akurasi model klasifikasi meskipun telah mencoba beberapa pendekatan, termasuk augmentasi data dan teknik deteksi tepi. Hasil yang diperoleh belum menunjukkan peningkatan berarti, yang mengindikasikan perlunya evaluasi lebih lanjut terhadap pemilihan model, parameter, serta pemahaman terhadap data yang digunakan.

3.6 Solusi atas Kendala yang Ditemukan

Untuk mengatasi kendala tersebut, diperlukan inisiatif tinggi dari mahasiswa dalam menjalin komunikasi dua arah dengan dosen pembimbing maupun pihak Student Development. Mahasiswa tidak bisa hanya menunggu informasi disampaikan secara formal, melainkan harus secara aktif bertanya mengenai jadwal, mekanisme seleksi, dan status administrasi proposal. Langkah proaktif ini penting untuk memastikan semua tahapan dilalui tepat waktu dan tidak terjadi miskomunikasi lebih lanjut.

Selain itu, menjaga dokumentasi bukti pendaftaran dan tangkapan layar status akun atau pengumpulan berkas dapat membantu memperkuat posisi mahasiswa saat terjadi kesalahpahaman administratif. Koordinasi internal tim juga penting agar semua anggota memahami tahapan lomba, jadwal internal kampus, serta langkah-langkah yang harus diambil untuk menghindari keterlambatan. Dengan pendekatan ini, proses pengajuan tetap dapat berjalan meskipun sistem dukungan institusional belum optimal.

Sementara itu, untuk mengatasi kendala teknis dalam penelitian, dilakukan evaluasi terhadap performa model yang dikembangkan. Setelah mencoba berbagai teknik image processing seperti deteksi tepi (Canny dan Prewitt) namun tidak memperoleh hasil yang optimal, dilakukan diskusi dengan dosen pembimbing.

Hasil diskusi menyarankan agar pendekatan tersebut tidak dilanjutkan karena dapat mengganggu ekstraksi fitur alami. Sebagai gantinya, fokus pada penerapan teknik regularisasi seperti dropout untuk mengurangi overfitting. Langkah ini terbukti lebih efektif dalam meningkatkan akurasi model dan menjaga arah penelitian tetap terarah.

3.7 Hasil Program MBKM Project Independent

Pelaksanaan program Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) melalui skema Project Independent memberikan dampak positif bagi berbagai pihak, khususnya institusi perguruan tinggi, mahasiswa, dan masyarakat. Bagi institusi, kegiatan ini menjadi bentuk nyata dari pengembangan sistem pembelajaran yang tidak hanya berorientasi pada teori di ruang kelas, tetapi juga menekankan pengalaman langsung dan penerapan ilmu di lapangan. Program ini sejalan dengan upaya pencapaian Indikator Kinerja Utama (IKU) perguruan tinggi, terutama dalam mendorong mahasiswa untuk terlibat aktif di luar program studi dan menghasilkan luaran berupa karya ilmiah. Walaupun kerja sama formal dengan mitra eksternal belum terlaksana pada periode ini, kegiatan tetap dapat berjalan secara mandiri dengan pendampingan dosen pembimbing. Hal ini menjadi dasar yang baik bagi institusi untuk membangun potensi kolaborasi di masa mendatang, serta membuka peluang pengembangan jejaring kerja sama yang lebih luas.

Dari sisi mahasiswa, pelaksanaan kegiatan ini memberikan pengalaman berharga dalam menjalankan riset secara mandiri. Mahasiswa tidak hanya mengasah kemampuan akademik dan teknis, tetapi juga belajar mengelola waktu, menyusun strategi kerja tim, serta menyelesaikan masalah secara langsung. Tema yang diangkat dalam proyek, yakni deteksi penyakit pada tanaman kentang, dipilih karena relevansinya terhadap permasalahan di sektor pertanian, serta potensinya untuk memberikan kontribusi nyata dalam mendukung ketahanan pangan. Sebagai bagian dari kegiatan, tim mahasiswa juga berpartisipasi dalam Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) dan menyusun artikel ilmiah berdasarkan hasil riset yang telah dilakukan. Artikel tersebut dikirimkan sebagai luaran akademik untuk memperkuat dokumentasi dan kontribusi ilmiah dari kegiatan ini.

Di sisi lain, masyarakat menjadi pihak yang secara tidak langsung mendapat manfaat dari tema riset yang diangkat. Apabila inovasi yang dikembangkan dapat disempurnakan, hasilnya dapat dimanfaatkan oleh petani sebagai alat bantu dalam mengidentifikasi penyakit tanaman lebih awal. Dengan demikian, kegiatan ini berpotensi memberikan dampak lanjutan yang positif dan berkelanjutan. Selain itu, pelaksanaan Project Independent turut mendorong institusi untuk aktif mengikuti ajang kompetisi dan forum ilmiah. Kegiatan ini membuka peluang bagi perguruan tinggi untuk memperkuat peran sebagai pusat inovasi, serta menciptakan lingkungan akademik yang mendorong kreativitas, kolaborasi, dan kontribusi nyata bagi masyarakat luas.