

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada tahun 2023, *International Coffee Organization* (ICO) mengeluarkan sebuah laporan terkait *Coffee Market Report* yang menjelaskan bahwa Indonesia merupakan salah satu negara dengan ekspor biji kopi tertinggi. Berdasarkan laporan yang dibuat ICO, jumlah ekspor biji kopi di Indonesia meningkat sebanyak 0,58 juta karung dari 0,50 juta karung pada tahun 2022 [1]. Seiring dengan meningkatnya jumlah ekspor biji kopi di Indonesia, proses sortir biji kopi merupakan salah satu bagian paling penting dalam pemisahan antara biji kopi cacat dengan biji kopi sehat. Menyortir biji kopi merupakan salah satu bagian paling penting dalam pengolahan biji kopi dan proses sortir biji kopi merupakan proses yang memakan waktu dan berisiko meningkatkan kesalahan [2], [3]. Adanya kesalahan pada proses sortir dapat meloloskan biji kopi cacat terutama biji kopi cacat yang memiliki risiko *Ochratoxin A* (OTA), terutama jenis cacat biji hitam, biji jamur, dan biji terserang serangga [4].

Berdasarkan penelitian biji kopi cacat yang dilakukan oleh Biru dan Tassew [5], mereka menemukan adanya racun OTA yang terkandung dalam biji kopi cacat jenis biji hitam, biji jamur, dan biji terserang serangga. OTA merupakan racun yang diproduksi oleh fungi jenis *Aspergillus* dan *Penicillium* [6]. OTA dihasilkan akibat kelembapan pada proses pengeringan, karena biji kopi dengan kelembapan di atas 13% rentan terkena jamur dan alas pengeringan juga sangat memengaruhi pertumbuhan jamur [7], [8].

Kopi yang mengandung OTA juga memiliki batasan dalam konsumsinya. Berdasarkan peraturan yang dibuat oleh Badan Pengawasan Obat dan Makanan (BPOM), dijelaskan bahwa batas maksimum kandungan OTA untuk kopi bubuk adalah 5 $\mu g/kg$, sedangkan untuk kopi instan adalah 10 $\mu g/kg$ [9], [10]. Adapun efek samping bagi orang yang mengonsumsi kopi yang mengandung OTA dapat

menimbulkan masalah kesehatan bagi peminum kopi, dengan efek samping ketika mengonsumsi kopi dengan kadar OTA yang tinggi yang dapat menyebabkan *nefrotoksik* dan *karsinogen* [11], [12], [13], [14].

Deteksi OTA pada biji kopi sebelumnya telah diteliti menggunakan bahan kimia seperti *Enzyme Linked Immunosorbent Assay* (ELISA) pada biji kopi cacat yang terkontaminasi OTA [5]. Selain itu, deteksi biji kopi cacat menggunakan *computer vision* juga telah dilakukan, dengan pendekatan seperti *Deep Learning based Defective Bean Inspection Scheme* (DL-DBIS) untuk mendeteksi 14 jenis biji kopi cacat [15], serta penggunaan CNN dan YOLOv3 untuk klasifikasi *real time* biji kopi cacat [16]. Penelitian oleh Neto *et al.* [17] juga mengevaluasi berbagai arsitektur *Confusional Neural Network* (CNN), termasuk AlexNet, ResNet-50, MobileNet V3, dan EfficientNet B4.

Pada penelitian Carion *et al.* [18], penulis menggunakan metode deteksi objek untuk mengenali jenis biji kopi cacat yang terkontaminasi OTA. Penggunaan deteksi objek dimaksudkan untuk mempermudah pemecahan permasalahan terkait biji kopi yang terkontaminasi OTA. Penulis menggunakan *DEtection TRansformer* (DETR), karena pada penelitian sebelumnya belum ada yang menggunakan *transformer* untuk mendeteksi biji kopi yang terkontaminasi OTA. Model DETR memiliki keunggulan untuk mendeteksi multi kelas yang sangat membantu dalam mendeteksi kelas dari biji kopi cacat yang terkontaminasi OTA.

Namun, hingga saat ini, belum ada penelitian yang secara khusus membahas deteksi objek pada biji kopi cacat yang terkontaminasi OTA. Penelitian terkait deteksi OTA sebelumnya dilakukan oleh Biru dan Tassew [5]. Penelitian tersebut menggunakan bahan kimia untuk mendeteksi OTA dan menyebutkan terdapat sembilan jenis biji kopi cacat, yaitu biji hitam, biji berjamur, biji terinfeksi serangga, biji dengan kulit, biji asam, biji *cherries*, biji belum matang, biji patah, dan biji dengan bau tidak sedap. Dalam penelitian yang dilakukan oleh penulis, dilakukan menggunakan metode deteksi objek dan hanya mendeteksi lima jenis cacat karena keterbatasan biji kopi cacat yang diperoleh, yaitu biji kopi cacat asam, rusak, hitam, berjamur, dan terinfeksi serangga.

1.2. Rumusan Masalah

Mendeteksi biji kopi cacat yang terkontaminasi OTA di antara biji kopi sehat masih menjadi tantangan. Pada penelitian sebelumnya [4], deteksi biji kopi yang terkontaminasi OTA dilakukan menggunakan bahan kimia, yang membutuhkan waktu hingga tujuh hari untuk memperoleh hasil. Penelitian ini mencoba mendeteksi biji kopi cacat yang terkontaminasi OTA dengan pendekatan visual menggunakan model DETR.

1.3. Tujuan dan Manfaat

Berdasarkan rumusan masalah yang diangkat, tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan metode deteksi biji kopi cacat yang terkontaminasi OTA dengan menggunakan pendekatan visual berbasis model DETR.

Manfaat utama dari penelitian ini adalah diharapkan dapat memberikan metode yang lebih efisien dalam mendeteksi biji kopi cacat yang terkontaminasi OTA, sehingga dapat mengurangi kadar OTA pada produk kopi, mengurangi risiko kesehatan pada konsumen, serta meningkatkan kualitas biji kopi yang akan diekspor dari Indonesia.

1.4. Batasan Masalah

Pada penelitian ini terdapat batasan masalah sebagai berikut:

- *Dataset* yang digunakan dalam penelitian ini merupakan *dataset* sintetis yang menyerupai data biji kopi yang telah terkontaminasi OTA. Biji kopi cacat yang digunakan adalah biji yang terkontaminasi OTA, namun kecacatan tersebut bukan disebabkan oleh OTA secara langsung, melainkan kecacatan tersebut disebabkan oleh jamur *Aspergillus* dan *Penicillium* yang memproduksi OTA yang membuat biji kopi menjadi terkontaminasi oleh OTA.

- Terdapat biji kopi cacat yang terkontaminasi OTA yang telah diteliti oleh Biru dan Tassew [5], dijelaskan bahwa terdapat sembilan jenis biji kopi cacat, yaitu biji cacat hitam, biji cacat berjamur, biji cacat terinfeksi serangga, biji cacat dengan kulit, biji cacat asam, biji cacat *cherries*, biji cacat belum matang, biji cacat patah, dan biji cacat dengan bau tidak sedap. Namun, karena keterbatasan jenis biji kopi yang ditemukan oleh penulis, hanya lima jenis cacat yang dapat ditemukan, yaitu biji kopi cacat asam, rusak, hitam, jamur, dan terinfeksi serangga, yang berasal dari Indonesia.
- Data pengambilan citra biji kopi dilakukan dengan jarak 28 cm dan pencahayaan minimal menggunakan lampu 9 watt yang sejajar dengan kamera, dengan latar belakang berwarna putih.
- Jenis kopi yang digunakan pada penelitian ini adalah biji kopi arabika yang dipanen dari Gunung Kawi.

1.5. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini dengan menggunakan.

1. Studi Literatur

tahap ini bertujuan untuk mencari permasalahan yang diangkat dan solusi yang digunakan dengan mengacu pada sumber-sumber terpercaya, seperti jurnal ilmiah, buku teks, dan situs web yang dapat dipercaya.

2. Pembuatan *Dataset*

Pada tahap ini, penulis melakukan pencarian biji kopi cacat sesuai dengan permasalahan yang telah ditemukan. Selanjutnya, penulis melakukan pengambilan citra biji kopi cacat untuk digunakan sebagai *dataset*.

3. Pelabelan *Dataset*

Pada tahap ini penulis melakukan pelabelan terhadap 2693 citra biji kopi cacat.

4. Pembangunan Model

Tahap ini mencakup proses pembangunan model untuk memecahkan permasalahan yang telah diidentifikasi sebelumnya.

5. Analisis Hasil Pengujian

Tahap ini melibatkan analisis kinerja parameter performansi dari hasil proses pembangunan model yang meliputi *precision*, *recall*, dan *mean Average Precision* (mAP).

1.6. Jadwal Pelaksanaan

Adapun jadwal kegiatan dalam penelitian untuk mendeteksi biji kopi cacat yang terkontaminasi oleh OTA dibuat dalam bentuk tabel bulanan yang dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Jadwal pelaksanaan kegiatan penelitian.

No.	Deskripsi Tahapan	Bulan 1	Bulan 2	Bulan 3	Bulan 4	Bulan 5	Bulan 6
1	Pengumpulan <i>dataset</i>						
2	<i>Labeling data</i>						
3	Pembangunan model						
4	Uji coba pada model DETR						
5	Analisis hasil pengujian						
6	Penyusunan laporan/buku TA						