

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Kajian Pustaka**

Sebuah penelitian pada tahun 2022 yang dilakukan oleh Raihan Putri dan Rizkan Tiara melakukan perancangan alat untuk mendeteksi kecacatan pada biji kopi yang menggunakan algoritma YOLO dan perangkat Raspberry Pi. Penyebab dilakukannya penelitian ini adalah diperlukan alat pemilihan biji kopi otomatis karena jumlah permintaan yang terus meningkat akan memberatkan tenaga kerja manusia. Selain itu, metode manual yang digunakan untuk memilih biji kopi masih memiliki akurasi rendah karena sangat bergantung pada ketepatan manusia. *Dataset* diambil sebanyak 100 citra biji kopi dengan kondisi yang berbeda, selanjutnya akan dilakukan pengujian dimana masing-masing kondisi melakukan 10 kali pengujian. Setelah melakukan pengujian menggunakan kombinasi algoritma YOLO dan perangkat Raspberry Pi. Pada pengujian yang pertama menggunakan 43 citra dengan kondisi biji kopi yang memiliki kualitas sangat baik, dan hasilnya mendapatkan akurasi rata-rata sebesar 76.54%. Kemudian pada pengujian kedua menggunakan 48 citra dengan kondisi biji kopi yang kurang baik, pengujian ini mendapatkan hasil rata-rata akurasi sebesar 73.40%. Selanjutnya 3 biji kopi dengan kondisi yang tidak bisa terdeteksi mendapatkan akurasi sebesar 1%. Dan pengujian yang terakhir menggunakan 6 biji kopi dengan 2 kondisi yang berbeda yaitu citra biji kopi dengan bentuk yang berbeda dengan biji kopi pada umumnya dan kondisi citra biji kopi yang *error* pada saat melakukan proses *labelling*, didapatkan persentase rata-rata sebesar 19.8%. Pada penelitian ini, algoritma YOLO mendapatkan akurasi keberhasilan dan ketepatan sebesar 75%[18].

Edward Hendyawan Michael et.al pada tahun 2020 dengan judul “Rancang Bangun Aplikasi Klasifikasi Tingkat Kematangan Sangrai Kopi Melalui Citra Digital Menggunakan CNN (Convolutional Neural Network) Berbasis Android” meneliti tentang pembuatan aplikasi berbasis android untuk menentukan tingkat kematangan biji kopi. Penelitian ini dilakukan karena hanya beberapa pelaku yang mampu dalam menentukan tingkat kematangan *roast* biji kopi secara akurat, selain

itu tingkat kematangan *roast* biji kopi hanya didapatkan berdasarkan pendapat ahlinya saja, tidak ada standar tingkat kematangan yang sama. Pengumpulan data dilakukan dengan mengambil 240 citra biji kopi secara mandiri dengan 4 tingkat kematangan yang berbeda, setiap tingkat kematangan biji kopi memiliki 60 citra. Hasil dari penelitian ini arsitektur LeNet5 dengan metode optimasi ADAM menjadi kombinasi yang paling baik diantara kombinasi lainnya dan mendapatkan akurasi sebesar 98% dalam melakukan klasifikasi tingkat kematangan biji kopi [5].

Penelitian yang dilakukan oleh Widyawati dan Reni Febriani pada tahun 2021 melakukan penelitian tentang identifikasi kebusukan buah yang menggunakan metode YOLOv4. Penelitian ini dilakukan karena teknik yang digunakan dalam melakukan pemilahan buah masih dilakukan secara manual oleh ahlinya, yang mana teknik tersebut terkadang bisa menyebabkan hasil sortir yang tidak konsisten dan tidak akurat. *Dataset* yang diambil menggunakan *smartphone* sebanyak 369 citra pisang dengan 2 kategori yaitu pisang yang busuk dan pisang yang masih segar. Penelitian ini menghasilkan akurasi sebesar 87.6% serta mendapatkan 5 FPS (*frame per second*) dalam kecepatan memproses video untuk mendeteksi kematangan dan kebusukan pada buah [19].

Selanjutnya adalah penelitian klasifikasi kualitas buah cabai menggunakan metode YOLO pada tahun 2020 yang dilakukan oleh Sudianto, Anggra Haritsu, Yeni Herdiyeni, dan Medria Hardhienata yang dilakukan berdasarkan sebuah permasalahan dimana dalam melakukan pemilihan kualitas kesegaran buah cabai masih menggunakan cara yang manual, kesegaran buah cabai yang sudah dipanen masih ditentukan oleh manusia dimana dalam teknik tersebut masih rentan terjadinya *human error*. *dataset* yang diambil menggunakan *smartphone* sebanyak 100 citra buah cabai dan dibagi menjadi 2 bagian yaitu 50 citra dengan kualitas A (baik) dan 50 citra dengan kualitas B (kurang baik), setelah itu masing-masing kategori membagi lagi jumlah komposisi citra nya menjadi 80% *dataset* untuk *training* dan 20% untuk *testing* . Sebelum melakukan *training model dataset* melalui tahap *pre-training model* seperti *labeling*, *Cloning and building* Darknet, dan *configuration file*. Setelah melakukan tahap *train* dan tahap *testing*, didapatkan akurasi validasi yang terbaik sebesar 99,4% dengan iterasi sebanyak 9000, dan

apabila validasi objek yang ditaruh dengan posisi bertumpuk, tetap validasi dengan iterasi 9000 menjadi yang paling akurat sebesar 75,6% [20].

Penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh Kiki Ahmad Baihaqi, dan Yana Cahyana pada tahun 2021 yang melakukan penelitian tentang deteksi jenis butir beras menggunakan visi komputer dengan algoritma YOLOv3. Masalah yang didapatkan sebelum dilakukannya penelitian ini adalah kurangnya pengetahuan masyarakat terutama generasi milenial dalam menentukan jenis beras yang saat ini beredar di pasaran. *Dataset* diambil dengan Helizani Couto Bazame, Jose Paulo Molin, Daniel Althoff, dan Maurício Martello pada tahun 2021 yang melakukan deteksi, klasifikasi dan memetakan buah kopi saat masa panen dengan menggunakan visi computer. Sebelum *dataset* diolah, *dataset* diambil dari 4 jenis beras yaitu IR42, Pera, Ketan, dan Pandan Wangi dengan kondisi yang bermacam dan berasal dari Pasar Beras Karawang. Setelah citra melalui tahap anotasi citra atau membuat *bounding box* pada objek yang akan dipilih, *dataset* akan melalui tahap *splitting data* dengan rasio 80:20 per kelasnya. Hasil dari tahap *training* selama 33 jam mendapatkan avg *loss* sebanyak 0,0500 dengan menggunakan iterasi sebanyak 6000 batch. Selanjutnya hasil pada tahap *testing*, terdapat beberapa kondisi dimana beras diletakan berjajar dan tidak bertumpuk mendapatkan akurasi sempurna dengan nilai 100%, dan kondisi dimana beras bertumpuk mendapatkan akurasi yang tidak terlalu rendah yaitu 60% [21].

Tabel 2.1 *Literature review* dari penelitian sebelumnya

No.	Penulis	Penelitian	Masalah	Metode Penyelesaian Masalah	Metode Pengumpulan Data	Hasil	Perbandingan
1.	Raihan Putri dan Rizkan Tiara, 2022 [18]	Perancangan alat untuk mendeteksi kecacatan pada biji kopi menggunakan Raspberry Pi	Karena jumlah permintaan biji kopi yang meningkat, tenaga manusia yang digunakan tidak akan mampu dalam menentukan tingkat kematangan <i>roast</i> biji kopi secara cepat dan akurat	YOLO	<i>Dataset</i> diambil secara mandiri sebanyak 100 citra biji kopi	Didapatkan dari 4 pengujian menggunakan YOLO dengan kondisi yang berbeda dengan akurasi keseluruhan sebesar 75%	Menggunakan perangkat Raspberry Pi dalam melakukan deteksi objek, objek penelitian merupakan kualitas dari biji kopi
2.	Edward Hendyawan Michael, Kestrilia Rega Prilianti, dan Mochamad Subianto, 2020 [5]	Perancangan aplikasi untuk klasifikasi tingkat kematangan sangrai biji kopi menggunakan citra	Proses <i>roasting</i> biji kopi hanya bisa dilakukan oleh yang ahli saja, selain itu dalam menentukan tingkat kematangan <i>roast</i> biji kopi hanya berdasarkan pendapat subjektif pelaku bidang <i>roasting</i> biji kopi saja	CNN	Diambil secara langsung dengan 4 tingkat kematangan sangrai sebanyak 240 citra biji kopi	Model dengan kombinasi antara LeNet5 dengan fungsi optimasi ADAM menjadi akurasi yang paling akurat sebesar 98%	Menggunakan beberapa arsitektur berbasis metode CNN, mengimplementasikan model kedalam aplikasi android, pengambilan <i>dataset</i> sebanyak 240 citra

No.	Penulis	Penelitian	Masalah	Metode Penyelesaian Masalah	Metode Pengumpulan Data	Hasil	Perbandingan
3.	Widyawati dan Reni Febriani, 2021 [19]	Identifikasi kebusukan dan kesegaran buah pisang	Teknik dalam melakukan sortir kualitas buah hanya bisa dilakukan oleh ahlinya saja, yang mana teknik manual tersebut terkadang mendapatkan hasil yang kurang maksimal	YOLO	<i>Dataset</i> diambil sebanyak 369 citra pisang secara mandiri dengan menentukan 2 kategori, yaitu buah yang busuk dan segar	Penelitian ini mendapatkan akurasi sebesar 87.6% dengan kecepatan dalam memproses citra sebanyak 5 FPS ( <i>frame per second</i> )	Tidak menggunakan <i>compiler</i> atau <i>editor online</i> .
4.	Sudianto, Anggra Haritsu, Yeni Herdiyeni, dan Medria Hardhienata, 2020 [20]	Klasifikasi kualitas kesegaran buah cabai	Cara yang digunakan dalam melakukan pemilahan kualitas buah cabai masih ditentukan secara manual oleh manusia, yang mana hal tersebut memungkinkan terjadinya <i>human error</i> dalam menentukan kualitas buah cabai	YOLO	<i>Dataset</i> diambil secara mandiri dengan menggunakan <i>smartphone</i> dengan jumlah 100 citra cabai dengan 2 kualitas yang berbeda	Nilai akurasi yang didapatkan adalah 99.4% dengan kondisi yang biasa menggunakan iterasi sebanyak 9000 kali, dan pada kondisi yang berbeda dimana buah cabai dengan posisi yang bertumpuk mendapatkan akurasi sebesar 75.6% dengan	<i>Dataset</i> yang digunakan merupakan cabai. Algoritma yang digunakan masih menggunakan YOLO versi ketiga

No.	Penulis	Penelitian	Masalah	Metode Penyelesaian Masalah	Metode Pengumpulan Data	Hasil	Perbandingan
						menggunakan iterasi yang sama yaitu 9000 kali	
5.	Kiki Ahmad Baihaqi, dan Yana Cahyana, 2021 [21]	Deteksi, jenis dan kondisi beras	Masih kurangnya pengetahuan masyarakat umum terutama generasi milenial dalam menentukan jenis jenis beras yang saat ini umum di pasaran.	YOLO	<i>Dataset</i> diambil dari 4 jenis beras yaitu IR42, pera, ketan, pandan wangi	Dilakukan 12 pengujian, dimana masing-masing pengujian terdapat beberapa kondisi, yaitu saat beras dalam posisi berjajar dan tidak menumpuk mendapatkan akurasi sebanyak 100%, kondisi selanjutnya saat beras dalam kondisi bertumpuk didapatkan akurasi sebanyak 60%	Menggunakan algoritma YOLOv3, <i>dataset</i> yang digunakan berupa beras, pengujian dilakukan untuk menentukan jenis beras.

## 2.2 Landasan Teori

### 2.2.1 Biji kopi

Kopi memiliki rasa yang berbeda pada setiap tingkat kematangannya, salah satu proses dalam menentukan rasa pada kopi yaitu proses *roasting*, dimana pada proses ini biji kopi yang masih mentah (*green*) akan di sangrai untuk mengurangi kadar air sehingga masa pada biji kopi menjadi lebih ringan, memiliki ukuran yang sedikit lebih besar, dan mengubah warna menjadi lebih gelap. Pada tahap *roasting* biji kopi ini, tingkat kematangan secara umum dibagi menjadi 4 bagian, yaitu *green*, *light roast*, *medium roast*, dan *dark roast* seperti yang terdapat pada Gambar 2.1 [22]:



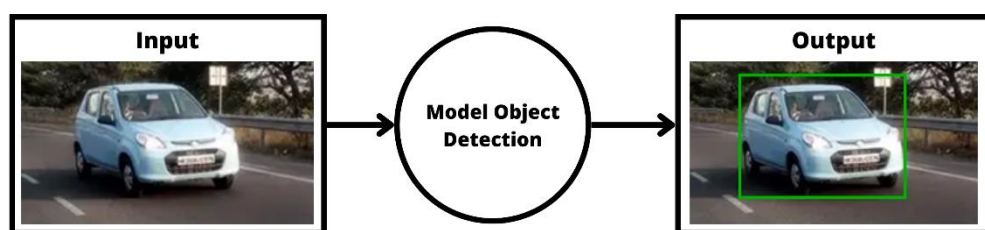
Gambar 2.1 Tingkat kematangan *roast* biji kopi

Tingkat kematangan *green/raw* (hijau) merupakan tingkat awal biji kopi dimana pada tingkat ini belum melewati proses *roasting* sehingga pada tingkat ini warna dari biji kopi ini masih berwarna hijau dan memiliki kadar air yang cukup tinggi yaitu 11%. Selanjutnya tingkat kematangan *light roast* yang tidak menggunakan suhu tinggi dalam proses *roasting* sekitar 180°C-205°C yang akan terjadi *first crack* dimana pada tahap ini biji kopi telah mengurangi kelembapan, membuat ukuran lebih besar, dan menandakan bahwa proses *roasting* pada tingkat *light roast* telah selesai, biji kopi akan mengeluarkan suara retak sebagai pertanda terjadinya *first crack*, dan warna pada tingkat kematangan ini cenderung berwarna coklat muda seperti kayu

manis[23][24]. Kemudian tingkat *medium roast*, merupakan proses sangrai yang paling banyak digunakan di pasaran, dikarenakan warna, kadar kafein, dan rasa yang seimbang sehingga tingkat ini menjadi yang paling diminati di kedai kopi, suhu yang digunakan untuk *roasting* ini adalah  $210^{\circ}\text{C}$ - $220^{\circ}\text{C}$  tetapi belum terjadi *second crack*, warna yang ditampilkan pada tingkat kematangan ini lebih gelap dari tingkat *light roast* dan tidak lebih gelap dari tingkat *dark roast* atau bisa dikatakan warna yang seimbang. Tingkat *roasting* yang terakhir adalah *dark roast*, dimana terjadinya *second crack* yang menandakan biji kopi ini terlalu matang karena tingkat *roast* ini menggunakan suhu sekitar  $220^{\circ}\text{C}$ - $240^{\circ}\text{C}$ , warna dari biji kopi cenderung coklat gelap dan memiliki rasa yang sangat pahit dan hangus, sehingga olahan kopi pada tingkat *roast* ini jarang ditemukan pada kedai kopi umum[25].

### 2.2.2 Object detection

*Object detection* memiliki tugas utama yaitu menentukan jenis objek serta menentukan posisi dimana objek berada dalam Gambar. Sebelum melakukan deteksi kelas objek, harus dilakukan tahap *training* pada *database* terlebih dahulu terhadap model [26]. Secara sederhana, deteksi objek melakukan pemindaian terhadap Gambar dan menentukan objek dan latar [27].



Gambar 2.2 Ilustrasi *Object detection*

Untuk dapat lebih mudah dipahami, Gambar 2.1 memberikan ilustrasi dimana pada citra tersebut memiliki beberapa objek diantaranya mobil, pohon, pagar pembatas jalan, dan tiang rambu lalu lintas. Lalu citra tersebut akan diproses dengan model deteksi objek yang sebelumnya sudah melalui tahap *training* untuk dapat menemukan objek berupa mobil pada sebuah citra. *Output* dari proses ini berupa citra yang sama dengan tahap awal, tetapi

memiliki koordinat yang menentukan lokasi objek mobil pada citra. Koordinat tersebut berbentuk sebuah *bounding box* atau pembatas antara objek yang ditentukan dengan objek lain yang berada disekitarnya [27].

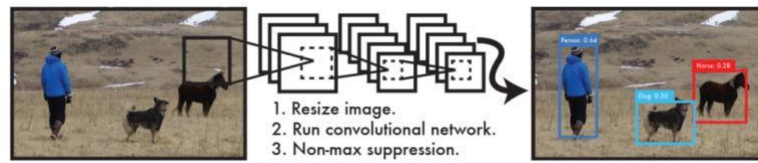
### 2.2.3 *Splitting dataset*

*Data Splitting* adalah pendekatan yang umum digunakan untuk validasi model, dimana *dataset* yang telah tersedia akan diuraikan menjadi 2 bagian, yaitu untuk *training* dan *testing*. *Data Splitting* dapat diimplementasikan setelah menentukan rasio atau konsentrasi, terdapat beberapa rasio yang bisa digunakan dalam penelitian, diantaranya 80:20, 70:30, 60:40, hingga 50:50, tetapi rasio dengan 80:20 menjadi konsentrasi yang terbaik karena menggunakan dasar pembenaran yang terkenal dengan prinsip Pareto [28]. Belum terdapat penelitian lebih lanjut mengenai mengapa rasio 80:20 dalam pembagian *dataset* menjadi rasio yang paling ideal.

### 2.2.4 Algoritma YOLO

*You Only Look Once* (YOLO) merupakan salah satu algoritma dari metode *deep learning* yang bisa digunakan untuk mengenali dan mendeteksi objek secara cepat. Algoritma YOLO pertama dikembangkan oleh Joseph Redmon, Ali Farhadi, Santosh Divvala, dan Ross Girshick pada tahun 2015 dengan menerbitkan sebuah jurnal yang berjudul “You Look Only Once: Unified, Real-Time Object Detection” [18]. Ada berbagai macam algoritma dalam metode *deep learning*, tetapi YOLO mampu mendeteksi objek hanya dalam sekali jalan [29].

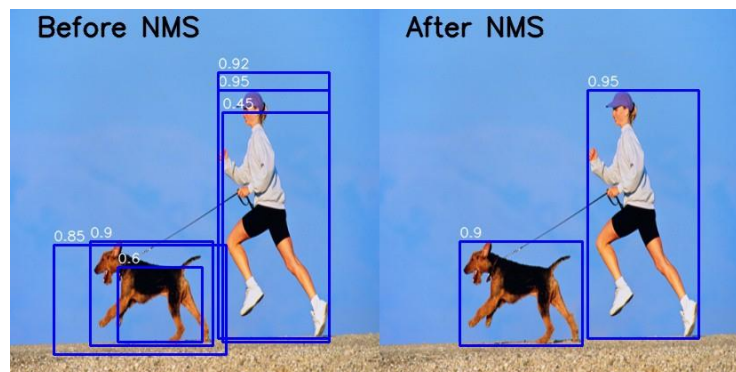
YOLOv4 dikembangkan pada tahun 2020 oleh Alex Bochkovskiy, Chien-Yao Wang, dan Hong-Yuan Mark Liao yang membuat penelitian berjudul “YOLOv4: Optimal Speed and Accuracy of Object Detection” [30][16]. Sebagai versi perkembangan dari YOLOv3, YOLO v4 menggunakan Darknet [29]. Darknet merupakan *framework* jaringan saraf atau *neural network* berbasis *open source* [31]. YOLOv4 memiliki AP (*Average Precision*) yang lebih baik dari YOLOv3 dengan akurasi sebesar 43% dengan performa untuk memproses Gambar sebesar 62 FPS (*Frame Per Second*) yang menggunakan *framework* Darknet [16].



Gambar 2.3 Ilustrasi deteksi objek dengan YOLO

Dalam deteksi objek menggunakan model YOLO, terdapat 3 tahap proses seperti yang diilustrasikan pada Gambar 2.3, yaitu:

- Mengganti ukuran gambar yang sebelumnya di-input mejadi 448x448,
- Mengoperasikan *Single neural network* pada citra [26],
- Dan melakukan NMS (*Non Maximum Suppression*) dimana pada tahap ini, model YOLO hanya menentukan *bounding box* dengan nilai terbaik pada objek yang sebelumnya terdapat kondisi *overlapping bounding boxes* seperti yang terdapat pada Gambar 2.3 [32].



Gambar 2.4 Ilustrasi cara kerja NMS