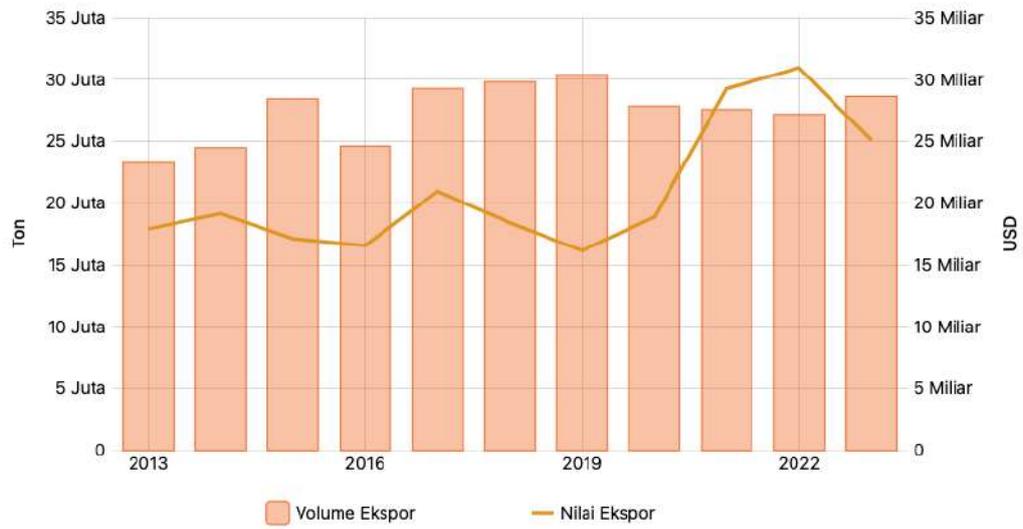


BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) merupakan salah satu tanaman perkebunan yang memiliki peran penting dalam sektor pertanian dan perkebunan. Tanaman ini dikenal sebagai salah satu sumber utama minyak nabati yang banyak digunakan dalam berbagai industri, mulai dari makanan, kosmetik, hingga bahan bakar nabati. Dibandingkan dengan tanaman penghasil minyak nabati lainnya, kelapa sawit mampu menghasilkan produksi minyak yang lebih tinggi per hektar, sehingga memberikan nilai ekonomi yang sangat besar [1]. Dengan produktivitasnya yang tinggi dan permintaan pasar yang terus meningkat, kelapa sawit menjadi komoditas yang berkontribusi signifikan terhadap perekonomian global, terutama di negara-negara penghasil utama seperti Indonesia dan Malaysia.



Gambar 1.1 Grafik Volume dan Nilai Ekspor Minyak Kelapa Sawit Indonesia (2013-2023) [2]

Pada tahun 2019 volume ekspor minyak kelapa sawit Indonesia mencapai 30,38 juta ton. Nilai tersebut merupakan rekor tertinggi dalam sejarah ekspor minyak sawit Indonesia. Setelah mencapai rekor tersebut, pada tahun-tahun berikutnya nilai ekspor minyak kelapa sawit kembali melandai terbukti pada tahun hingga tahun 2023 volume ekspor minyak kelapa sawit hanya mencapai

28,63 juta ton, salah satu penyebab turunnya nilai tersebut adalah turunnya produksi tandan buah segar (TBS) [2]. Turunnya produksi tandan buah segar ini sendiri dapat disebabkan beberapa faktor, salah satunya adalah tanaman kelapa sawit yang terinfeksi penyakit garis kuning atau biasa disebut (*patch yellow*). Penyakit garis kuning adalah penyakit yang disebabkan oleh jamur *Fusarium Oxysporum*, jamur *fusarium* ini merupakan jamur yang mampu bertahan lama dalam tanah. Jamur *fusarium* mengadakan infeksi melalui akar dan apabila terdapat luka pada akar maka menuju ke batang dan jamur akan berkembang secara meluas dalam jaringan pembuluh. Akibat signifikan dari pohon yang terserang penyakit kuning ini adalah penurunan produksi tandan buah segar (TBS) karena pohon yang terinfeksi akan mengalami daun yang menguning dan akan mengalami penurunan fotosintesis, sehingga produksi energi berkurang. Hal tersebut akan berdampak pada pertumbuhan bunga dan buah, serta ukuran tandan buah segar (TBS) [3].



Gambar 1.2 Tanaman Kelapa Sawit yang Terserang Penyakit Garis Kuning (*patch yellow*)

Untuk menangani serangan penyakit kuning (*patch yellow*) pada tanaman kelapa sawit, dilakukan pemupukan agar mencukupi nutrisi tanaman kelapa sawit dan mengobati penyakit garis kuning yang menyerang tanaman kelapa sawit. Pupuk yang digunakan untuk menutrisi tanaman kelapa sawit adalah

pupuk Organik Granule GDM atau POG GDM, GDM Sawit, dan GDM Black BOS. Pupuk-pupuk tersebut merupakan pupuk yang dapat meningkatkan ketahanan tanaman dan mempercepat pemulihan daun yang belum sepenuhnya rusak, akan tetapi karena pupuk tidak bersifat fungisida yang artinya pupuk tidak dapat membunuh jamur *fusarium* di dalam tanah atau akar, maka tindakan yang dapat diambil adalah perbaikan drainase lahan, karena jamur *fusarium* suka lingkungan lembap, dan juga penanganan awal yang dapat dilakukan adalah melakukan sterilisasi bibit, serta menggunakan fungisida sistemik. Selain itu pemupukan untuk perbaikan pH tanah juga diperlukan karena apabila tanah memiliki pH terlalu asam (di bawah 5,5) sering kali menjadi penyebab penyakit garis kuning. Untuk mengatasi keadaan tersebut petani perlu melakukan pengapuran dengan menggunakan pupuk dolomit untuk menetralkan keasaman tanah. Pemupukan ini perlu dilakukan dengan menggunakan metode dan dosis yang tepat, karena apabila pemupukan dilakukan dengan dosis yang tidak tepat pada tanaman kelapa sawit yang memiliki tingkat intensitas penyakit garis kuning tertentu, hal tersebut justru akan memperburuk keadaan kesehatan tanaman kelapa sawit [4].

Berdasarkan wawancara yang dilakukan penulis kepada ketua koperasi unit desa (KUD) yang mengurus perkebunan kelapa sawit di Desa Serangkat, Kecamatan Ledo Kabupaten Bengkayang, Provinsi Kalimantan Barat. Pemupukan yang dilakukan oleh kelompok tani di daerah tersebut hanya pemupukan secara merata tanpa memperhatikan dosis tertentu dan mengabaikan intensitas penyakit yang sedang dialami oleh tanaman kelapa sawit. Hal tersebut bukannya menjadi solusi agar tanaman kelapa sawit kembali normal, tetapi akibat pemupukan dengan dosis yang disama ratakan justru hanya membuang-buang pupuk karena tidak menyesuaikan dosis pupuk yang diberikan dengan tingkat intensitas penyakit yang dialami oleh tanaman kelapa sawit.

Proses pemupukan dikatakan kurang maksimal karena tidak memberikan dampak yang signifikan terhadap tanaman kelapa sawit yang terkena penyakit. Sebagai contoh apabila tanaman kelapa sawit dengan intensitas penyakit garis kuning tingkat rendah dan diberikan dosis pupuk yang sama dengan tanaman

kelapa sawit dengan intensitas penyakit garis kuning tingkat berat atau parah, maka hal yang akan terjadi pada tanaman kelapa sawit dengan intensitas penyakit garis kuning tingkat rendah adalah penumpukan unsur hara dan gangguan penyerapan unsur hara, dan lebih parahnya lagi adalah menyebabkan penyebaran mikroorganisme tidak terkontrol. Selain itu apabila tanah yang netral diberikan dosis pupuk dolomit yang cukup tinggi, hal yang terjadi adalah peningkatan pH tanah secara berlebihan karena dolomit mengandung kalsium (Ca) dan magnesium (Mg) yang bersifat basa dan dapat menaikkan pH tanah, serta tanah menjadi lebih padat dan kurang subur karena apabila tanah terlalu padat maka akan menghambat pergerakan air.

Untuk mengatasi kesalahan memberikan dosis pemupukan pada tanaman kelapa sawit diperlukan uji laboratorium untuk mengetahui tingkat intensitas penyakit garis kuning dengan beberapa tingkatan yaitu sehat, ringan, sedang, dan berat. Akan tetapi, untuk melakukan uji laboratorium membutuhkan pengambilan sampel dan membutuhkan biaya serta memakan waktu yang lama karena harus mengirimkan sampel dari masing-masing pohon dan mengirimkannya ke pihak laboratorium. Berdasarkan permasalahan tersebut, sistem deteksi objek diperlukan untuk memberikan dosis yang sesuai dengan intensitas tingkat penyakit yang dialami oleh tanaman kelapa sawit agar pemupukan yang dilakukan tidak sia-sia dan agar pemupukan yang dilakukan tidak merusak kondisi tanaman yang sedang dalam kondisi normal. Oleh karena itu dibutuhkan sistem deteksi objek dengan menggunakan *drone* untuk meng-*capture* gambar dari atas karena, untuk tanaman kelapa sawit yang sudah berumur 10-25 tahun, bagian permukaan daun sudah tidak bisa dilihat dari bawah sehingga membutuhkan alat bantu seperti *drone* yang dapat meng-*capture* banyak objek dalam 1 gambar dan mengidentifikasi intensitas penyakit yang dialami oleh tanaman kelapa sawit. Selain untuk mencegah pemupukan yang sia-sia, sistem yang dirancang ini juga dapat membuat pengeluaran atau *cost* yang dikeluarkan menjadi berkurang karena akan mengurangi penggunaan dosis pupuk dengan dosis tinggi pada tanaman kelapa sawit memiliki intensitas penyakit tingkat ringan.

Sistem deteksi objek yang dirancang untuk mengidentifikasi intensitas serangan penyakit garis kuning (*yellow patch*) akan dikembangkan menggunakan teknologi Artificial Intelligence (AI) dengan arsitektur *Deep learning*. *Deep learning*, khususnya model *Faster R-CNN*, terbukti memiliki performa yang baik dalam melakukan deteksi objek [5]. Chenghe Yang, Jiashuo Liu, Yaning Wu, Yingqiao Liu, dan Fujun Xin mengembangkan penelitian untuk mendeteksi penyakit daun jagung menggunakan algoritma *Faster R-CNN*. Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mendeteksi penyakit daun jagung berdasarkan algoritma *Faster R-CNN* dan berfokus pada kesehatan jagung. Tujuan dari penelitian tersebut adalah mengembangkan sistem identifikasi penyakit daun jagung yang cerdas guna membantu petani mengidentifikasi jenis penyakit serta memberikan solusi dan metode pencegahan yang tepat [6].

Penelitian ini juga merujuk pada studi yang dilakukan oleh Zhao (2025), yang melakukan pendekatan transformasi dari arsitektur *Faster R-CNN* ke model berbasis *Transformer*, khususnya *Deformable DETR*. Dalam penelitiannya, Zhao menekankan bahwa peningkatan performa deteksi objek tidak hanya ditentukan oleh metode proposal *refinement*, tetapi juga sangat dipengaruhi oleh pemilihan *backbone* serta *neck network* yang digunakan, seperti penggantian *Feature Pyramid Network (FPN)* dengan *deformable encoder*. Melalui eksperimen yang dilakukannya, terbukti bahwa penggunaan *backbone* yang lebih efisien dan modular dapat meningkatkan akurasi secara signifikan. Berdasarkan temuan tersebut, penelitian ini tidak hanya menggunakan arsitektur *Faster R-CNN* sebagai dasar, tetapi juga melakukan eksplorasi lebih lanjut melalui penggantian beberapa jenis *backbone* seperti *ResNet-50*, *ResNet-50 v2*, *MobileNetV3-Large*, dan *MobileNetV3-Large-320*. Tujuannya adalah untuk mengevaluasi pengaruh langsung dari arsitektur *backbone* terhadap performa deteksi intensitas penyakit garis kuning pada tanaman kelapa sawit, sehingga sistem yang dikembangkan dapat mencapai efisiensi dan akurasi yang lebih tinggi dalam mendukung keputusan pemupukan yang tepat sasaran [7].

Pada penelitian terdahulu, terdapat implementasi *object detection* dengan menggunakan *deep learning* dalam berbagai bidang, salah satunya adalah untuk mendeteksi penyakit pada daun jagung. Namun, hingga saat ini belum ditemukan implementasi khusus untuk mendeteksi intensitas serangan penyakit garis kuning (*patch yellow*) pada tanaman kelapa sawit. Selain itu, penelitian sebelumnya menggunakan arsitektur *Faster R-CNN* dengan *backbone* standar tanpa melakukan eksperimen atau pengujian terhadap penggantian *backbone*. Padahal, pemilihan *backbone* yang optimal dapat berpengaruh besar terhadap kinerja dan efisiensi model dalam melakukan deteksi objek.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem deteksi dan identifikasi intensitas serangan penyakit garis kuning (*patch yellow*) pada tanaman kelapa sawit dengan pendekatan yang lebih mendalam, yaitu dengan melakukan penggantian *backbone* pada model *Faster R-CNN*. Model *Faster R-CNN* tetap dipilih karena memiliki arsitektur yang andal dan telah terbukti efektif dalam berbagai tugas deteksi objek. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pemilihan *backbone* yang lebih canggih dapat memberikan peningkatan performa deteksi yang signifikan. Dalam salah satu studi, penggantian *backbone* mampu meningkatkan skor Average Precision (AP) dari 36.1 menjadi 44.0, menunjukkan potensi besar dari optimalisasi arsitektur ini [7]. Dengan demikian, diharapkan pendekatan serupa dapat meningkatkan akurasi deteksi intensitas penyakit pada citra tanaman kelapa sawit dalam penelitian ini.

Selain penggantian *backbone*, beberapa teknik lain juga dilakukan untuk mengoptimalkan performa model deteksi objek. Salah satunya adalah augmentasi data, yaitu proses memperbanyak variasi data pelatihan melalui transformasi seperti perubahan pencahayaan, kontras, dan lainnya. Teknik ini penting untuk meningkatkan generalisasi model, terutama saat jumlah data terbatas. Selain itu, dilakukan juga penyeimbangan kelas (*class balancing*) dengan metode *undersampling* pada kelas mayoritas agar distribusi antar kelas menjadi lebih seimbang, sehingga model tidak cenderung bias terhadap kelas yang dominan. Untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi proses pelatihan, *tuning hyperparameter* juga diterapkan, seperti penyesuaian nilai *learning rate*,

batch size, dan *threshold Intersection over Union (IoU)*. Ketiga pendekatan ini berperan penting dalam memperbaiki kualitas deteksi objek dan meningkatkan kemampuan model dalam mengenali intensitas penyakit dengan lebih tepat.

Namun, salah satu tantangan utama dalam pengembangan sistem ini adalah ketiadaan dataset khusus untuk penyakit garis kuning (*patch yellow*) pada kelapa sawit yang tersedia secara *online*, sehingga pengumpulan data harus dilakukan secara manual. Oleh karena itu, pengumpulan data primer langsung dilakukan di lahan pertanian milik Koperasi Unit Desa (KUD) Kembang Sari, afdeling Banan Laik. Dataset foto yang didapatkan kemudian diolah lebih lanjut agar mendukung pengembangan sistem identifikasi intensitas serangan penyakit garis kuning yang diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dalam melakukan pemupukan untuk menormalisasi tanaman kelapa sawit yang terserang penyakit di masa mendatang. Untuk proses identifikasi ini, digunakan metode *object detection* berbasis *Faster R-CNN* yang mampu mendeteksi dan mengklasifikasikan tingkat intensitas penyakit pada setiap individu tanaman secara otomatis dan akurat. Metode ini dipilih karena memiliki arsitektur dua tahap (*two-stage detector*) yang terbukti unggul dalam hal akurasi deteksi dibandingkan dengan metode satu tahap seperti YOLO atau SSD [5]. *Faster R-CNN* menggunakan *Region Proposal Network (RPN)* untuk menghasilkan kandidat area objek secara efisien, yang kemudian dianalisis lebih lanjut untuk klasifikasi dan regresi *bounding box*. Dengan pendekatan ini, *Faster R-CNN* lebih mampu menangani kompleksitas objek tanaman kelapa sawit yang sering kali saling tumpang tindih dan memiliki variasi bentuk serta ukuran. Oleh karena itu, metode ini dianggap lebih tepat dalam konteks penelitian ini dibandingkan metode deteksi objek lain yang lebih mengutamakan kecepatan tetapi cenderung mengorbankan ketelitian deteksi.

1.2 Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang sudah dijelaskan, rumusan masalah pada penelitian yang dilakukan adalah:

- Bagaimana Performa model *Faster R-CNN* untuk mendeteksi dan mengidentifikasi intensitas serangan penyakit garis kuning (*patch yellow*)

pada tanaman kelapa sawit menggunakan data yang dikumpulkan dari lahan Koperasi Unit Desa (KUD) Kembang Sari, afdeling Banan Laik?

- Apakah metode penggantian *backbone* memiliki pengaruh besar pada model *Faster R-CNN*?

1.3 Batasan Penelitian

Berdasarkan pernyataan penelitian masalah yang sudah dijelaskan, berikut adalah batasan masalah dari penelitian ini:

- 1.3.1 Penelitian ini berfokus pada penggunaan *Faster R-CNN* sebagai model untuk membuat sistem deteksi dan identifikasi intensitas serangan penyakit garis kuning (*patch yellow*) pada tanaman kelapa sawit berbasis gambar.
- 1.3.2 Penelitian hanya berfokus pada identifikasi intensitas serangan penyakit garis kuning (*patch yellow*) pada tanaman kelapa sawit sebagai objek, sehingga metode yang dikembangkan tidak dapat diimplementasikan secara langsung untuk mendeteksi atau mengidentifikasi intensitas serangan penyakit garis kuning (*patch yellow*) yang menyerang tanaman kelapa sawit.
- 1.3.3 Penelitian hanya akan diimplementasikan pada data yang dikumpulkan dari lahan Koperasi Unit Desa (KUD) Kembang Sari, afdeling Banan Laik bukan sekunder.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu, mendapatkan sebuah model *Machine Learning* berbasis arsitektur *Faster R-CNN* yang dapat melakukan deteksi dan identifikasi intensitas serangan penyakit garis kuning (*patch yellow*) pada tanaman kelapa sawit, dengan nilai metrik yang sudah ditentukan dan dengan metode penggantian *backbone*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1.5.1 Membantu petani dalam mengambil tindakan pemupukan dengan dosis yang sesuai. Dengan adanya sistem deteksi dan identifikasi intensitas serangan penyakit garis kuning (*yellow patch*) pada tanaman kelapa

sawit petani dapat menyesuaikan dosis pupuk dengan tingkat kerusakan dari tanaman kelapa sawit.

- 1.5.2 Meningkatkan efisiensi dalam penggunaan pupuk. Hal ini penting karena apabila pupuk yang diberikan dengan dosis yang lebih atau kurang, maka hal tersebut dapat menyebabkan tanaman kelapa sawit menjadi tidak normal.

1.6 Sistematika Penulisan

Laporan penelitian ini tersusun dari beberapa bagian untuk mempermudah pembacaan dan pemahaman pada bahasa penelitian ini.

1.6.1 Bab 1 Pendahuluan

Pada bab ini pembahasan mencakup latar belakang, rumusan masalah, batasan penelitian, tujuan penelitian, dan manfaat penelitian dari penelitian yang akan dilakukan oleh penulis.

1.6.2 Bab 2 Tinjauan Pustaka

Pada bab ini pembahasan mencakup tentang penulis melakukan peninjauan dan mempelajari penelitian terdahulu serta teori dan metode pada penelitian yang akan digunakan untuk referensi penelitian dan perbaikan untuk mengoptimalkan sistem yang dikembangkan oleh penulis.

1.6.3 Bab 3 Metode Penelitian

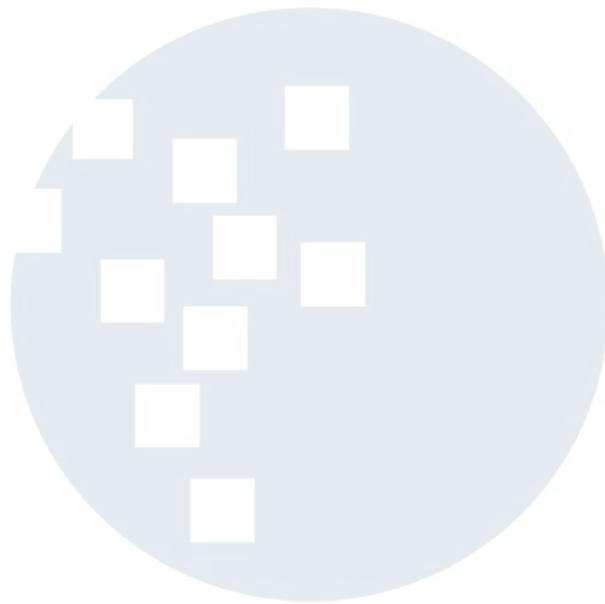
Pada bab ini pembahasan mencakup tentang perancangan dari keseluruhan sistem yang akan dibuat oleh penulis, mulai dari arsitektur sistem, cara kerja, pengumpulan dataset, labeling gambar, model *Faster R-CNN* yang akan dikembangkan, pengembangan metode deteksi dan identifikasi, serta penentuan metrik evaluasi.

1.6.4 Bab 4 Implementasi dan Pengujian

Pada bab ini pembahasan mencakup tentang implementasi dan pengujian berupa hasil dari penelitian yang dilakukan dan analisis metrik evaluasi pada sistem yang dibangun. Bab ini juga membahas tentang kendala dan solusi terhadap masalah yang ditemukan pada saat implementasi yang dilakukan oleh penulis

1.6.5 Bab 5 Simpulan dan Saran

Pada bab ini pembahasan mencakup tentang kesimpulan dan saran terhadap penelitian yang dilakukan, berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan oleh penulis.



UMN

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA