

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Dalam melakukan penelitian untuk membuat sebuah klasifikasi kualitas pisang menggunakan metode CNN, penulis melakukan studi literatur berupa menggunakan penelitian terdahulu sebagai dasar penguat dari masalah yang penulis ambil sebagai bahan penelitian yang penulis dapatkan dari jurnal ilmiah yang dikaji oleh penulis. Berikut hasil pengkajian jurnal ilmiah yang dilakukan oleh penulis :

Penelitian pertama dari Cut, Nasir dan Hari (2017) yang berjudul **“Klasifikasi Jenis Pisang Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor (KNN)”** Penelitian ini dilakukan untuk melakukan pengklasifikasian berdasarkan jenisnya sehingga akan mempermudah para petani. Metode dalam penelitian ini menggunakan *gray level co-occurrence matrices* untuk ekstraksi ciri, sedangkan untuk menentukan kedekatan citra uji dan citra latih menggunakan metode K-Nearest Neighbor berdasarkan tekstur jenis pisang. Penelitian ini menggunakan 50 citra pisang dengan 10 kelas pisang. Hasil penelitian menunjukkan sistem dapat mengenali jenis buah pisang dengan persentase sebesar 80%. Sistem dapat mengklasifikasikan beberapa jenis pisang yaitu pisang Pisang Mas, Pisang Barangan, Pisang Merah, Pisang Susu, Pisang Tanduk, Pisang Kepok, Pisang Batu, Pisang Awak, Pisang Raja, Pisang Ambon [10].

Penelitian kedua dari Dwi, Retno dan Maimunah (2017) yang berjudul **“Klasifikasi Tahap Kematangan Pisang Ambon Berdasarkan Warna Menggunakan Naïve Bayes”**. Penelitian ini ingin mengklasifikasikan tahap

kematangan buah pisang Ambon berdasarkan indeks warna menggunakan metode Naive Bayes. Metode Naive Bayes adalah metode dimana pengklasifikasian dengan menggunakan nilai probabilitas yang berasal dari nilai variabel penduga untuk menetapkan tahap kematangan pisang Ambon. Hasil dari penelitian ini menunjukkan metode Naïve Bayes layak digunakan untuk digunakan sebagai klasifikasi tahap kematangan pisang Ambon berdasarkan warna dan tekstur kulit buah dengan nilai akurasi sebesar 90,48% [11].

Penelitian ketiga dari Arvi dkk (2021) berjudul “**Klasifikasi Buah Mangga Badami Untuk Menentukan Tingkat Kematangan dengan Metode CNN**”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pemrograman sistem yang dapat mendeteksi kematangan pada warna mangga badami sehingga dapat diketahui buah mangga badami yang telah melewati waktu kematangan untuk dikonsumsi. Penelitian ini menggunakan metode CNN pada pengolahan citra digital dengan menggunakan citra sebanyak 204 dimana 25 citra uji dan 179 sebagai citra latih. Hasil dari penelitian ini adalah penggunaan CNN sebagai model klasifikasi kematangan buah mangga badami cukup baik karena dari hasil tes gambar dan *input* gambar setelah pemrosesan memiliki kemiripan. Dengan persentase akurasi dari hasil pengujian terhadap data *testing* sebesar 97,2% dan hasil lolos sebesar 0,5%. Sedangkan dari hasil data *training* nilai akurasi sebesar 94,6% dan hasil *loss* sebesar 0,1% [12].

Penelitian keempat oleh Aditya dan Arief (2021), dengan judul “**Pengaruh Cahaya dan Kualitas Citra dalam Klasifikasi Kematangan Pisang Cavendish Berdasarkan Ciri Warna Menggunakan *Artificial Neural Network***” penelitian ini membahas mengenai hasil klasifikasi kematangan pisang Cavendish berdasarkan pengaruh cahaya dan kualitas citra yang digunakan sebagai *dataset*. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu Artificial Neural Network (ANN) dengan model *training dx 1 hidden layer* dengan neuron berjumlah 10. Penelitian ini memberikan perbedaan hasil yang didapat ketika menggunakan

dataset dengan pencahayaan yang berbeda dan kualitas *dataset* yang berbeda, hasil tersebut didapat melalui pengambilan gambar dengan waktu dan perangkat yang berbeda. Disimpulkan jika pada penelitian ini metode jaringan syaraf tiruan dapat mengklasifikasikan kematangan pisang dengan baik [13].

Penelitian keenam oleh Deni Hidayat (2022), yang berjudul “**Klasifikasi Jenis Mangga Berdasarkan Bentuk dan Tekstur Daun Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN)**” penelitian ini membahas tentang klasifikasi jenis mangga berdasarkan citra daun yang berbeda – beda. Daun yang diambil sebagai *dataset* diantaranya ada daun mangga Arumanis, Golek, dan Manalagi dengan setiap *dataset* dari daun tersebut berjumlah 24 gambar dan jika digabungkan maka total *dataset* ada 72 citra daun. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui jenis mangga hanya dari daunnya saja. Tahapan dari penelitian ini terdiri dari pengumpulan *dataset*, preprocessing, segmentasi, ekstraksi fitur, klasifikasi, dan model. Pengujian yang dilakukan sebanyak 100 kali dan didapatkan hasil diantaranya rata-rata waktu yang diperlukan untuk pengujian selama 2 detik dengan nilai akurasi rata-rata sebesar 0,4916 dan ketepatan rata-rata dengan nilai 0,5333 dan meningkat setelah pengetesan ke-24. Pada penelitian ini disimpulkan jika tingkat akurasi akan menjadi lebih baik dengan pengujian yang dilakukan secara terus menerus [14].

Penelitian ketujuh dari Yoga dan Indah (2022) berjudul “**Klasifikasi Jenis Aglaonema Berdasarkan Citra Daun Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN)**”. Penelitian ini ingin mengenali jenis aglaonema secara otomatis berdasarkan citra dan karakteristik daunnya. Penelitian ini menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN) karena metode ini memiliki sistem pengenalan citra pada visual cortex manusia sehingga akan memiliki kemampuan mengolah informasi citra. Hasil dari penelitian ini yaitu perancangan sistem klasifikasi jenis Aglaonema dapat berjalan sesuai dengan optimal. Nilai konfigurasi menghasilkan nilai terbaik yaitu sebesar 98,00% sedangkan hasil

pengujian sistem nilai akurasi sebesar 96%. Penelitian ini menggunakan 10 citra acak pada setiap jenisnya [15].

Penelitian kedelapan dari Yusuf dkk (2022) yang berjudul “**Klasifikasi Jenis Buah Pisang Berdasarkan Citra Warna dengan Metode SVM**”. Penelitian ini mengklasifikasikan tingkat kematangan buah pisang berdasarkan fitur warna menggunakan jaringan syaraf tiruan dengan algoritma Support Vector Machine (SVM). penelitian ini merupakan penelitian yang menggunakan warna kulit pisang sebagai citra. Tujuan dari penelitian ini ingin menciptakan perkembangan teknologi dan produktivitas dalam budidaya pisang untuk memudahkan para petani saat mengklasifikasi tingkat kematangan buah pisang. Hasil dari penelitian ini yaitu kombinasi warna, fitur, tekstur dan pengukuran bentuk menggunakan SVM, mendapatkan hasil yang akurat. Nilai akurasi sebesar 89,86% dari dua jenis pisang yaitu pisang lady finger dan pisang Ambon. Data yang digunakan berjumlah 600 pisang lady finger dimana sebanyak 361 pisang latih dan 241 pisang uji, sedangkan pisang Ambon sebanyak 656 gambar dimana 394 data latih dan 262 data uji [16].

Penelitian kesepuluh dari Laskhmi dkk (2022) dengan jurnal “**Banana Plant Disease Classification Using Hybrid Convolutional Neural Network**”. Penelitian ini membahas proses klasifikasi penyakit yang menyerang pohon pisang. Penelitian ini menggunakan 2 algoritma yakni CNN dan juga SVM. *Dataset* yang digunakan sebanyak 3500 dan dikumpulkan dalam jumlah yang seimbang dengan 4 penyakit dasar yang dapat mempengaruhi produktivitas produksi pisang dengan dimensi 80 x 120. Algoritma CNN digunakan untuk memulihkan fitur tingkat tinggi dari infeksi daun pisang dalam gambar. Untuk melakukan hal ini, arsitektur CNN dibangun dengan beberapa lapisan konvolusi di atasnya, lapisan konvolusi akan berisi fungsi konvolusi dan aktivasi yang non-linear dalam kasus kami, dan pemanfaatan ReLU yang telah diaktifkan. Arsitektur CNN yang diusulkan dimotivasi oleh lapisan konvolusi LeNet yang disebut C1,

C2 yang berisi 4, 8, dan 16 *filter* dengan dimensi masing-masing 5×5 , 3×3 dan 2×2 . Sebagai gambar latih penelitian ini proporsi gambar yang digunakan 90%, 70%, 50%, 30%, dan 20%, dan sisanya sebagai gambar uji. Lalu algoritma SVM biner P1 tingkat pertama digunakan untuk mengklasifikasikan gambar daun yang terinfeksi atau daun yang sehat. Jika gambar uji yang diberikan adalah gambar yang sehat, proses keluar pada fase P1, dan pengklasifikasi melakukan proses pelatihan ketika gambar baru diberikan sebagai gambar kueri untuk melakukannya secara otomatis. Jika citra uji terinfeksi, maka fitur-fitur tersebut diterapkan pada fase kedua P2, yang merupakan klasifikasi multi kelas. Dengan hasil kinerja pengklasifikasi yang diusulkan diukur berdasarkan keakuratannya dalam persentase dan waktu yang telah berlalu (ET) dalam hitungan detik. Secara bersamaan, matriks kerancuan dibuat untuk menghitung ketepatan klasifikasi, recall, dan skor F1. Dengan hasil *output* akurasi klasifikasi 99% dengan waktu 19,53 detik. Lalu setelah hasil klasifikasi keluar selanjutnya diberikan saran untuk melakukan penyemprotan obat kepada tanaman yang tidak sehat [17].

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No	Judul	Masalah	Penulis	Metode	Hasil
1.	Klasifikasi Jenis Pisang Menggunakan Metode <i>K-Nearest Neighbor</i> (KNN) [10].	Karena petani mengalami kebingungan ketika melakukan penyortiran jenis pisang yang disebabkan banyaknya jenis pisang sehingga membuat penyortiran memerlukan waktu yang cepat.	C. P. Iklima, M. Nasir, H. T. Hidayat.	KNN	Penelitian ini dilakukan untuk melakukan pengklasifikasian berdasarkan jenisnya sehingga akan mempermudah para petani. Metode dalam penelitian ini menggunakan <i>gray level co-occurrence matrices</i> untuk ekstraksi ciri, sedangkan untuk menentukan kedekatan citra uji dan citra latih menggunakan metode <i>K-Nearest Neighbor</i> berdasarkan tekstur jenis pisang. Penelitian ini menggunakan 50 citra pisang dengan 10 kelas pisang. Hasil penelitian menunjukkan sistem dapat mengenali jenis buah pisang dengan persentase sebesar 80%.
2.	Klasifikasi Tahap Kematangan Pisang Ambon Berdasarkan Warna Menggunakan	Pemilihan tingkat kematangan pada pisang ambon	D. Yulianto, N. Whidhiasih, Maimunah.	<i>Naive Bayes</i>	Penelitian ini ingin mengklasifikasikan tahap kematangan buah pisang ambon berdasarkan indeks warna menggunakan metode <i>Naive Bayes</i> . Metode <i>Naive Bayes</i> adalah metode dimana pengklasifikasian dengan menggunakan nilai

	<i>Naïve Bayes</i> [11].	berdasarkan warna indeks secara manual memerlukan waktu yang relatif lama karena perlu memilih satu-persatu pisang yang sudah dipanen untuk bisa mengetahui tingkat kematangannya.			probabilitas yang berasal dari nilai variabel penduga untuk menetapkan tahap kematangan pisang ambon. Hasil dari penelitian ini menunjukkan metode naïve bayes layak digunakan untuk digunakan sebagai klasifikasi tahap kematangan pisang Ambon berdasarkan warna dan tekstur kulit buah dengan nilai akurasi sebesar 90,48%.
No	Judul	Masalah	Penulis	Metode	Hasil
3.	Klasifikasi Buah Mangga Badami Untuk Menentukan Tingkat Kematangan dengan Metode CNN	Kematangan buah mangga badami yang masih menggunakan kinerja manusia	A. Arkadia, S. A.Damayanti, D. S. Prasvita	CNN	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pemrograman sistem yang dapat mendeteksi kematangan pada warna mangga badami sehingga dapat diketahui buah mangga badami yang telah melewati waktu kematangan untuk dikonsumsi. Penelitian ini menggunakan metode

	[12].	sering mendapatkan hasil yang meleset karena kinerja manusia hanya menyortir buah mangga Badami berdasarkan warna secara sekilas dikarenakan banyaknya buah mangga.			Convolutional Neural Networks (CNN) pada pengolahan citra digital dengan menggunakan citra sebanyak 204 dimana 25 citra uji dan 179 sebagai citra latih. Hasil dari penelitian ini adalah penggunaan CNN sebagai model klasifikasi kematangan buah mangga badami cukup baik karena dari hasil tes gambar dan <i>input</i> gambar setelah pemrosesan memiliki kemiripan. Dengan persentase akurasi dari hasil pengujian terhadap data <i>testing</i> sebesar 97,2% dan hasil lolos sebesar 0,5%. Sedangkan dari hasil data <i>training</i> nilai akurasi sebesar 94,6% dan hasil <i>loss</i> sebesar 0,1%.
--	-------	---	--	--	---

No	Judul	Masalah	Penulis	Metode	Hasil
4.	Pengaruh Cahaya dan Kualitas Citra dalam Klasifikasi Kematangan Pisang Cavendish Berdasarkan Ciri Warna Menggunakan <i>Artificial Neural Network</i> [13].	Beberapa faktor pendukung yang digunakan untuk mendapatkan kualitas pisang, sehingga tidak menimbulkan hasil yang kurang maksimal berdasarkan faktor kualitas citra dan pencahayaan untuk mengetahui keakuratan kualitas pisang.	A. Putro dan A. Hermawan.	ANN	Penelitian ini membahas mengenai hasil klasifikasi kematangan pisang Cavendish berdasarkan pengaruh cahaya dan kualitas citra yang digunakan sebagai <i>dataset</i> . Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu Artificial Neural Network (ANN) dengan model <i>training dx 1 hidden layer</i> dengan neuron berjumlah 10. Penelitian ini memberikan perbedaan hasil yang didapat ketika menggunakan <i>dataset</i> dengan pencahayaan yang berbeda dan kualitas <i>dataset</i> yang berbeda, hasil tersebut didapat melalui pengambilan gambar dengan waktu dan perangkat yang berbeda. Disimpulkan jika pada penelitian ini metode jaringan syaraf tiruan dapat mengklasifikasikan kematangan pisang dengan baik.

No	Judul	Masalah	Penulis	Metode	Hasil
5.	Klasifikasi Jenis Mangga Berdasarkan Bentuk dan Tekstur Daun Menggunakan Metode <i>Convolutional Neural Network</i> (CNN) [14].	Masih kurangnya pengetahuan mengenai macam-macam mangga berdasarkan bentuk fisik daun dikalangan Masyarakat umum.	Deni Hidayat.	CNN	Penelitian ini membahas tentang klasifikasi jenis mangga berdasarkan citra daun yang berbeda-beda. Daun yang diambil sebagai <i>dataset</i> diantaranya ada daun mangga Arumanis, Golek, dan Manalagi dengan setiap <i>dataset</i> dari daun tersebut berjumlah 24 gambar dan jika digabungkan maka total <i>dataset</i> ada 72 citra daun. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui jenis mangga hanya dari daunnya saja.
6.	Klasifikasi Jenis Aglaonema Berdasarkan Citra Daun Menggunakan Metode <i>Convolutional Neural Network</i> (CNN) [15].	Banyaknya jenis Aglaonema yang membuat pecinta tanaman terlebih yang memiliki informasi yang sedikit akan jenis Aglaonema.	Y. P. Irawan dan I. Susilawati.	CNN	Penelitian ini ingin mengenali jenis aglaonema secara otomatis berdasarkan citra dan karakteristik daunnya. Penelitian ini menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN) karena metode ini memiliki sistem pengenalan citra pada <i>visual cortex</i> manusia sehingga akan memiliki kemampuan mengolah informasi citra. Hasil dari penelitian ini yaitu perancangan sistem klasifikasi jenis Aglaonema dapat berjalan sesuai dengan optimal. Nilai konfigurasi menghasilkan nilai terbaik yaitu sebesar 98,00%

					sedangkan hasil pengujian sistem nilai akurasi sebesar 96%. Penelitian ini menggunakan 10 citra acak pada setiap jenisnya.
No	Judul	Masalah	Penulis	Metode	Hasil
7.	Klasifikasi Jenis Buah Pisang Berdasarkan Citra Warna dengan Metode SVM [16].	Banyaknya jenis pisang yang membuat proses penyortiran jenis pisang yang dilakukan oleh tenaga manusia berdasarkan warna menimbulkan <i>human error</i> jika tidak dilakukan oleh ahlinya.	Y. Amrozi, D. Yuliati, A. Susilo, N. Novzianto, R. Ramadhan.	SVM	Tujuan dari penelitian ini ingin menciptakan perkembangan teknologi dan produktivitas dalam budidaya pisang untuk memudahkan para petani saat mengklasifikasi tingkat kematangan buah pisang. Hasil dari penelitian ini yaitu kombinasi warna, fitur, tekstur dan pengukuran bentuk menggunakan SVM, mendapatkan hasil yang akurat. Nilai akurasi sebesar 89,86% dari dua jenis pisang yaitu pisang Lady Finger dan pisang ambon. Data yang digunakan berjumlah 600 pisang Lady Finger dimana sebanyak 361 pisang latih dan 241 pisang uji, sedangkan pisang Ambon sebanyak 656 gambar dimana 394 data latih dan 262 data uji.

No	Judul	Masalah	Penulis	Metode	Hasil
8.	<i>Banana Plant Disease Classification Using Hybrid Convolutional Neural Network</i> [17].	Banyaknya pohon pisang yang terserang penyakit yang mengakibatkan terganggunya produktivitas produksi pisang.	K. Lakshmi Narayanan, R. Santhana Krishnan, Y. Harold Robinson, E. Golden Julie, S. Vimal, V. Saravanan, and M. Kaliappan	CNN & SVM	Penelitian ini membahas proses klasifikasi penyakit yang menyerang pohon pisang. Penelitian ini menggunakan 2 algoritma yakni CNN dan juga SVM. Digunakan sekitar 3500 gambar tanaman pisang, baik bagian tanaman pisang yang terinfeksi maupun sehat sebagai <i>dataset</i> untuk penelitian. <i>Dataset</i> dikumpulkan dalam jumlah yang seimbang dengan 4 penyakit dasar yang dapat mempengaruhi produktivitas produksi pisang. Dengan hasil kinerja pengklasifikasi yang diusulkan diukur berdasarkan keakuratannya dalam persentase dan waktu yang telah berlalu (ET) dalam hitungan detik. Secara bersamaan, matriks kerancuan dibuat untuk menghitung ketepatan klasifikasi, recall, dan skor F1. Dengan hasil <i>output</i> akurasi klasifikasi 99% dengan waktu 19,53 detik. Lalu setelah hasil klasifikasi keluar selanjutnya diberikan saran untuk melakukan penyemprotan obat kepada tanaman yang tidak sehat.

Berdasarkan tabel 2.1 dapat disimpulkan dari kedelapan penelitian terdahulu tersebut, penelitian untuk mengklasifikasikan gambar menggunakan beberapa metode yang ada pada deep learning. Dari kedelapan penelitian terdahulu tersebut rata-rata akurasi yang didapatkan dengan menggunakan metode Convolutional Neural Network bernilai lebih dari 90% jika dibandingkan menggunakan metode lainnya. Hal tersebut yang menjadi alasan penulis menggunakan metode CNN sebagai metode penelitian karena, metode CNN sudah terbukti bisa mengklasifikasikan sebuah gambar dengan baik.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Artificial Intelligence (AI)

Artificial Intelligence atau yang dikenal juga dengan kecerdasan buatan merupakan salah satu cabang ilmu komputer yang menerapkan sistem seperti pola pikir yang ada pada manusia. *Artificial Intelligence* merupakan sebuah sistem yang mengacu pada kecerdasan yang manusia yang diimplementasikan melalui sebuah mesin yang sedemikian rupa dirancang untuk meniru tindakan manusia. Seiring dengan perkembangan teknologi yang terjadi pada saat ini perkembangan artificial intelligence menjadi semakin maju dan banyak industri yang menggunakan *Artificial Intelligence* sebagai penunjang industri terkait. Dan saat ini penerapan *Artificial Intelligence* sudah banyak membantu pekerjaan manusia pada kehidupan sehari-hari [18].

Dalam pembuatan aplikasi kecerdasan buatan terdapat dua hal yang menjadi bagian utama yang dibutuhkan. Kedua bagian tersebut ialah :

1. *Knowledge Base* (Basis Pengetahuan). Bagian yang berisikan tentang fakta-fakta, teori, pemikiran antara satu dengan yang lainnya.
2. *Inference Engine* (Mesin Inferensi). Kemampuan untuk menarik kesimpulan berdasarkan pengalaman.

Artificial Intelligence (AI) merupakan salah satu ilmu komputer yang memiliki cakupan yang luas, beberapa lingkup utama AI antara lain ialah Sistem Pakar (*Expert System*), Pengenalan ucapan (*Speech Recognition*), *Computer Vision*, dan Pengolahan Bahasa Alami (*Natural Language Processing/NLP*). Tujuan dari sistem pakar yakni untuk perantara informasi yang dimiliki oleh seorang pakar kepada komputer kemudian menyampaikannya lagi kepada orang awam. Pengenalan ucapan memiliki tujuan untuk alternatif yang bisa digunakan untuk komunikasi manusia dengan

komputer menggunakan suara. *Computer Vision* bertujuan untuk melakukan interpretasi objek atau gambar yang tampak melalui komputer. Pengolahan Bahasa Alami bertujuan untuk membuat manusia bisa berkomunikasi dengan komputer menggunakan bahasa sehari-hari [19].

2.2.2 Machine learning

Machine learning diperkenalkan pertama kali oleh Arthur Samuel pada tahun 1959. Machine learning merupakan salah satu bidang yang ada pada ilmu komputer yang memberikan kemampuan pembelajaran pada komputer untuk mengetahui sebuah masalah tanpa memerlukan program yang detail. Machine learning dapat didefinisikan sebagai salah satu metode komputasi berdasarkan pengalaman untuk meningkatkan kinerja atau melakukan prediksi dengan akurat [19].

Dalam machine learning terdiri beberapa scenario-skenario bagian. Scenario-skenario tersebut diantaranya :

1. *Unsupervised Learning*

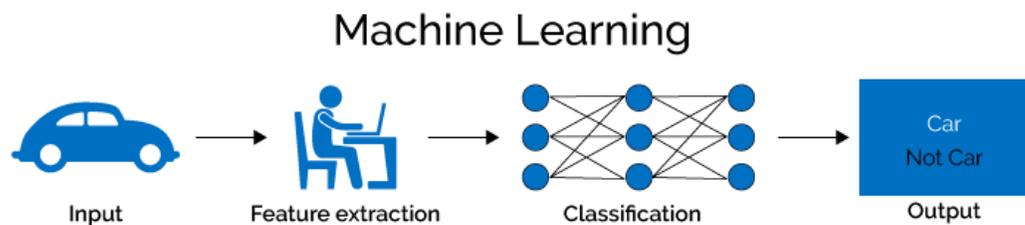
Unsupervised Learning digunakan untuk pembelajaran yang menggunakan *input* data yang tidak diberi label. Selanjutnya scenario ini akan melakukan pengelompokan data berdasarkan karakteristik-karakteristik yang ditemukan [19].

2. *Supervised Learning*

Supervised Learning digunakan ketika melakukan pembelajaran mengenai data yang Sebelumnya sudah diberi label. Setelah itu skenario ini akan melakukan prediksi data yang Sebelumnya sudah diberi label [19].

3. Reinforcement Learning

Reinforcement Learning merupakan fase lanjutan dari dua scenario sebelumnya dan pada skenario ini tes yang dilakukan menggunakan data campuran antara data tanpa label dan data dengan label. Skenario ini melakukan pengumpulan informasi dari karakteristik data yang akan dipelajari secara aktif dengan melakukan interaksi dengan lingkungan data tersebut [19].



Gambar 2. 1 Mekanisme Machine learning [20].

Pada gambar 2.1 menjelaskan proses kerja machine learning yang berawal dari memasukkan data asli yang akan diolah. Data yang sudah diinputkan selanjutnya akan diidentifikasi oleh algoritma dengan cara mempelajari pola dari data yang diinputkan, setelah proses identifikasi data yang diproses oleh algoritma akan didapatkan hasil berupa pemecahan pola dari data yang terbagi menjadi ke beberapa hingga menghasilkan *output* dan akan menghasilkan sebuah keputusan apakah *output* yang dikeluarkan sudah sesuai dengan data atau malah sebaliknya [20]. Salah satu cabang *Artificial Intelligence* yang digunakan untuk untuk mempelajari data dan mengolah datanya untuk meningkatkan keakurasiannya dan mengembangkan sistem yang dapat digunakan untuk menjalankan tugas tanpa ada petunjuk dari pemakai serta dapat dipelajari oleh programmer secara langsung sehingga didapatkan hasil *output* dengan tingkat keefisienan yang baik. Algoritma ini mengutamakan pengembangan komputer dengan tujuan bisa meningkatkan

kecerdasan untuk bisa menganalisis serta menangani data dengan ukuran besar. machine learning akan mengolah sebuah data yang mana data itu awalnya akan diproses hingga menjadi sebuah kumpulan data jadi atau yang disebut *dataset*. Dengan data tersebut komputer secara otomatis akan melakukan *training* sehingga menghasilkan sebuah model dan model inilah yang akan memberikan sebuah informasi yang akan digunakan sebagai pengetahuan guna memecahkan sebuah masalah dengan proses yang memiliki *input* dan *output* [21].

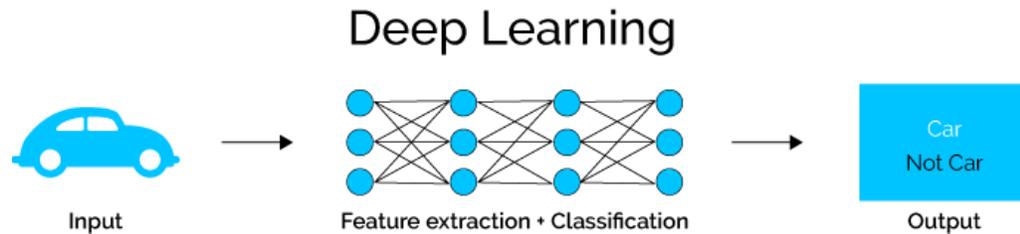
2.2.3 Deep Learning

Deep learning merupakan salah satu bidang yang terdapat pada machine learning yang menggunakan struktur otak manusia sebagai inspirasi dengan menggunakan *dataset* yang besar. Dengan menambahkan lebih banyak lapisan maka model pembelajaran dari deep learning bisa mewakili data citra berlabel dengan lebih baik. Seperti yang diketahui pada machine learning terdapat teknik yang berguna untuk mengekstraksi fitur yang berasal dari data *training* dan algoritma pembelajaran khusus untuk melakukan klasifikasi citra maupun untuk mengenali suara.

Pengaplikasian jaringan syaraf tiruan yang mendalam dapat menggunakan machine learning yang sekarang sudah ada sehingga komputer bisa melakukan pembelajaran dengan akurasi, skala hingga kecepatan yang besar. Teknik ini semakin berkembang hingga deep learning saat ini sudah banyak diterapkan untuk penggunaan berbagai produk dengan berbasis teknologi, seperti *Computer vision*, *Speech recognition* hingga *Self-driving car* sebagai salah satu contoh yang sudah menerapkan *deep learning* [22].

Algoritma yang diterapkan pada *Feature Engineering* dapat menemukan pola umum yang penting ketika membedakan kelas dalam deep learning, karena model yang kompleks tentunya akan membutuhkan waktu

training yang lama sehingga penggunaan GPU pada deep learning sering ditemukan [19].

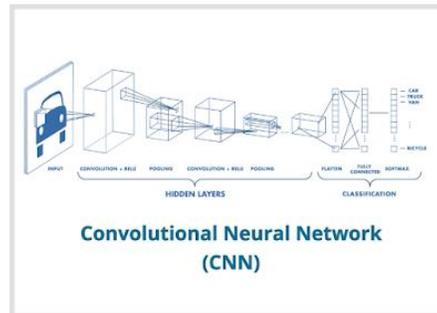


Gambar 2. 2 Mekanisme Deep Learning [20].

Gambar 2.2 mekanisme proses deep learning dimana setelah data dimasukkan proses selanjutnya neuron akan melakukan proses identifikasi guna mendapatkan karakteristik-karakteristik tertentu pada data yang dimasukkan sehingga bisa mendapatkan hasil yang sesuai dengan karakteristik yang sebelumnya sudah diproses oleh *neuron* [20].

2.2.4 Convolutional Neural Network

Convolutional Neural Network (CNN) merupakan salah satu algoritma yang ada pada deep learning. CNN termasuk algoritma yang berjenis Deep Neural Network karena arsitektur penyusun CNN tersusun hingga ke jaringan bagian dalam. Penelitian awal CNN dilakukan pertama kali oleh Hubel dan Wiesel pada tahun 1968 yang meneliti mengenai *visual cortex* bagaimana indra penglihatan pada kucing. Secara umum, CNN merupakan sebuah arsitektur yang dapat dilakukan pelatihan yang tersusun dalam beberapa tahap. *Input* dan *output* dari tiap tahap terdiri dari beberapa *array* yang dikenal dengan *feature map*. Pada bagian tiap lapisan arsitektur CNN terdiri dari tiga *layer* diantaranya yaitu *layer* konvolusi, *layer* fungsi aktivasi, dan *pooling layer* [8].



Gambar 2. 3 Mekanisme CNN [23].

Gambar 2.3 menjelaskan alur kerja CNN langkah awalnya ialah melakukan konvolusi. Pada proses konvolusi ini menggunakan kernel dengan ukuran tertentu. Berikutnya jumlah kernel yang digunakan tadi akan dihitung berdasarkan dari jumlah *filter* yang dihasilkan. Proses selanjutnya yaitu dilanjutkan menuju fungsi aktivasi dan pada proses ini fungsi yang digunakan ialah fungsi aktivasi ReLU (*Rectifier Linear Unit*), proses berikutnya setelah mengaktifkan fungsi aktivasi dilanjutkan menuju proses *pooling*. Proses ini akan dilakukan beberapa kali sampai mendapatkan peta fitur yang cukup baik untuk selanjutnya diteruskan hingga *fully connected network*, dan dari *fully connected network* akan menghasilkan *output class* [19].

2.2.5 Augmentasi

Augmentasi merupakan salah satu proses tahap awal yang dilakukan ketika melakukan klasifikasi menggunakan CNN guna mendapatkan data yang bervariasi dari jumlah data yang terbatas sebagai model *training* sehingga didapatkan hasil yang akurat. Proses augmentasi yang dilakukan seperti *padding*, *cropping*, dan *scaling*. Pada umumnya proses augmentasi yang dilakukan untuk *training* hanya menggunakan augmentasi yang sederhana [24].

2.2.6 Python

Python merupakan salah satu bahasa pemrograman yang termasuk kedalam kategori bahasa pemrograman tingkat tinggi, sama seperti bahasa pemrograman C, C++, Java, Perl, dan Pascal. Python sendiri memiliki dua cara untuk memproses bahasa pemrograman tingkat rendah dengan menggunakan compiler dan interpreter. Cara kerja interpreter dengan cara membaca setiap baris pada sebuah program yang ditulis yang kemudian akan diproses secara langsung pada setiap barisnya untuk menghasilkan *output*nya. Lalu cara kerja untuk compiler sendiri berbeda dengan interpreter, cara kerjanya semua kode pada program diselesaikan terlebih dahulu diterjemahkan untuk kemudian program bisa berjalan [25].

2.2.7 Piksel (*Pixel*)

Salah satu unsur penyusun gambar atau bisa disebut dengan titik terkecil komponen penyusun gambar dengan hitungan *inchi*. Semakin banyak piksel pada sebuah gambar, gambar tersebut memiliki tingkat resolusi spasial yang besar, hal tersebut menyebabkan gambar terlihat semakin tajam. Dan lokasi piksel pada sebuah gambar ditandai dengan koordinat (0,0) dengan tempat kiri atas pada sebuah gambar dengan koordinat ($m-1$, $n-1$) untuk setiap tingkat pencahayaan yang didapat oleh piksel. Pada umumnya bilangan bulat yang digunakan dengan nilai 8-bit dan untuk nilai selisih panjang ditulis dengan 0 – 225 dengan arti nilai 0 dituliskan untuk mewakili kegelapan yang ada pada gambar dan demikian sebaliknya semakin terang gambar yang ada diberikan nilai sebesar 225 [26].

2.2.8 *Padding*

Parameter yang berguna untuk mengetahui jumlah pixel yang bernilai 0 yang nantinya akan dimasukkan pada setiap sisi *dataset*. *Padding* berfungsi untuk membuat manipulasi dimensi dari *output convolution layer*. Penggunaan *padding* bertujuan untuk menjaga ukuran dimensi *output* agar memiliki ukuran sama seperti pada saat dimensi diinputkan. Sehingga penggunaan *convolution layer* bisa menjangkau citra lebih dalam yang akan menyebabkan banyaknya citra yang berhasil di ekstrak [27].

2.2.9 *Hidden Layer*

Hidden Layer memiliki fungsi untuk menentukan berapa jumlah lapisan yang tersembunyi serta untuk menentukan berapa jumlah neuron pada setiap bagian dalam arsitektur CNN. Ketika *dataset* memasuki lapisan ini, pada lapisan ini akan mengirimkan informasi yang selanjutnya informasi tadi akan merambat maju lapisan demi lapisan [28].

2.2.10 *Confusion Matrix*

Confusion matrix merupakan satu parameter yang digunakan untuk mengukur permasalahan klasifikasi pada machine learning dengan hasil kelas yang sebenarnya dan hasil kelas yang dilakukan prediksi. *Confusion* matriks terdiri dari 4 tabel kombinasi yang memiliki nilai prediksi dan nilai aktual yang berbeda. Terdapat 4 istilah yang merepresentasikan hasil proses klasifikasi yang ada pada *confusion matrix* diantaranya ada *True Positif*, *True Negatif*, *False Positif*, dan *False Negatif* [29].

		Predicted Class		
		Positive	Negative	
Actual Class	Positive	True Positive (TP)	False Negative (FN) Type II Error	Sensitivity $\frac{TP}{(TP + FN)}$
	Negative	False Positive (FP) Type I Error	True Negative (TN)	Specificity $\frac{TN}{(TN + FP)}$
		Precision $\frac{TP}{(TP + FP)}$	Negative Predictive Value $\frac{TN}{(TN + FN)}$	Accuracy $\frac{TP + TN}{(TP + TN + FP + FN)}$

Gambar 2. 4 Tabel *Confusion Matrix* [30]

Gambar 2.4 merupakan gambar dari *confusion matrix* yang digunakan untuk menghitung tingkat akurasi dari penelitian yang dilakukan penulis.

2.2.11 Pisang

Pisang atau *Musa* merupakan salah satu jenis buah-buahan yang memiliki bagian utama berupa batang, daun, bunga, akar, dan buah yang berasal dari Asia Tenggara. Salah satu buah yang bisa tumbuh dengan subur di negara dengan iklim tropis seperti Indonesia serta cocok. Pisang merupakan buah yang bisa dengan mudah berbuah pada setiap tahunnya dan tidak mengenal musim [31]. Salah satu jenis pisang yang ada di Indonesia yaitu pisang Cavendish. Pisang Cavendish merupakan salah satu buah yang merupakan hasil dari perkembangbiakan yang menggunakan kultur jaringan. Salah satu jenis pisang yang ada di Indonesia ialah Pisang Cavendish. Pisang Cavendish merupakan salah satu jenis varietas pisang yang ada di Indonesia yang memiliki ciri-ciri kulit yang berwarna kuning terang sehingga pisang ini mudah dikenali dibandingkan dengan pisang lain [32]. Pisang Cavendish yang digunakan pada penelitian ini menggunakan pisang Cavendish dengan kualitas yang baik dan pisang Cavendish dengan kualitas kurang baik.



Gambar 2. 5 Pisang dengan kulit luka

Gambar 2.5 merupakan contoh citra pisang dengan kulit yang terdapat luka yang digunakan oleh penulis sebagai objek penelitian. Gambar tersebut menampilkan gambar citra pisang dimana pisang tersebut menampilkan kualitas kulit pisang yang terdapat luka pada kulitnya. Selain luka citra pisang Cavendish yang digunakan juga memiliki fisik kurang baik sehingga bentuknya tidak jarang ada yang bengkok hingga bergelombang.



Gambar 2. 6 Citra Pisang dengan kulit baik

Gambar 2.5 contoh citra pisang dengan kulit tidak terdapat luka yang akan digunakan penulis sebagai objek penelitian. Citra pisang tanpa luka akan ditunjukkan dengan tampilan pisang yang memiliki kulit tanpa luka dan memiliki bentuk yang baik seperti layaknya pisang pada umumnya.