

Digital Forensics for Smart Jember



pohon: 54%



**BUKU AJAR**

**MACHINE  
& DEEP LEARNING  
UNTUK AGROINDUSTRI**

**Bayu Taruna Widjaja Putra, Ph.D**

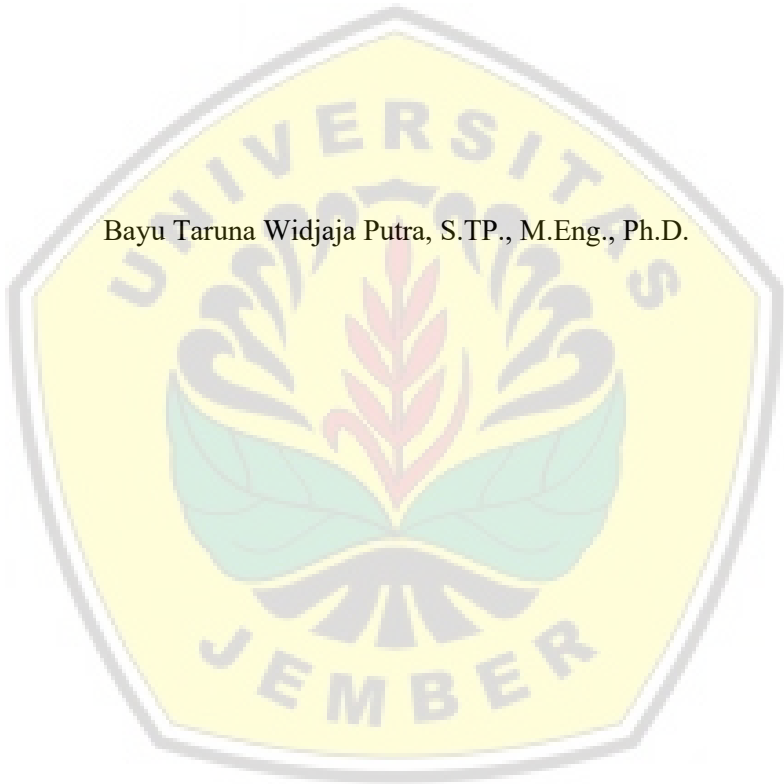


**UPT PERCETAKAN PENERBITAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2022**

**BUKU AJAR**

***MACHINE LEARNING DAN DEEP LEARNING UNTUK  
AGROINDUSTRI***

Bayu Taruna Widjaja Putra, S.TP., M.Eng., Ph.D.



**UPT PERCETAKAN PENERBITAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2022**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas berkat, rahmat, dan karunia-Nya sehingga buku ajar yang berjudul “*Machine Learning dan Deep Learning* untuk Agroindustri” dapat diselesaikan. Buku ajar ini merupakan pedoman bagi mahasiswa Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember dalam menempuh mata kuliah yang berkaitan dengan deteksi objek menggunakan teknologi *machine learning* dan *deep learning* pada bidang agroindustri.

Kompetensi utama yang harus dicapai yaitu mahasiswa mampu melakukan identifikasi permasalahan pada penggunaan teknologi pertanian saat ini. Buku ajar ini berisikan tentang beberapa contoh penerapan teknologi *machine learning* dan *deep learning* pada bidang agroindustri guna mewujudkan pertanian yang maju dan efisien.

Penulis menyadari masih terdapat beberapa kekurangan dalam buku ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun terhadap penyempurnaan buku ini sangat diharapkan. Semoga buku ini dapat memberikan manfaat bagi mahasiswa Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember dan seluruh pihak pembaca yang membutuhkan.

Jember, Januari 2022

**Penulis**

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>ii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>iii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>x</b>
<b>BAB 1. PENGENALAN MACHINE LEARNING</b> .....	<b>x</b>
<b>1.1 Ikhtisar Machine Learning</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 Macam-Macam Machine Learning</b> .....	<b>2</b>
1.2.1 Supervised learning .....	<b>2</b>
1.2.2 Unsupervised learning .....	<b>5</b>
<b>1.3 Penerapan Machine Learning pada Bidang Agroindustri dan Pertanian</b> .....	<b>7</b>
<b>RANGKUMAN</b> .....	<b>9</b>
<b>LATIHAN SOAL</b> .....	<b>10</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>11</b>
<b>BAB 2. ALIRAN PROSES PADA MACHINE LEARNING</b> .....	<b>12</b>
<b>2.1 Tujuh Langkah Dalam Machine Learning</b> .....	<b>12</b>
2.1.1 Pengumpulan Data (Data Collection).....	<b>13</b>
2.1.2 Persiapan Data (Data Preparation) .....	<b>13</b>
2.1.3 Pemilihan Model (Choose a Model).....	<b>13</b>
2.1.4 Pelatihan Model (Train the Model) .....	<b>14</b>
2.1.5 Evaluasi Model (Evaluate The Model).....	<b>14</b>
2.1.6 Parameter Tuning .....	<b>15</b>
2.1.7 Make Predictions .....	<b>15</b>

<b>RANGKUMAN</b> .....	16
<b>LATIHAN SOAL</b> .....	17
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	18
<b>BAB 3. PENGENALAN DEEP LEARNING</b> .....	19
<b>3.1 Ikhtisar Deep Learning</b> .....	19
<b>3.2 Beberapa Jenis Arsitektur pada Deep Learning dan Penerapannya di Bidang Pertanian</b> .....	21
<b>3.3 Library Yang Perlu Diinstall</b> .....	22
<b>RANGKUMAN</b> .....	24
<b>LATIHAN SOAL</b> .....	25
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	26
<b>BAB 4. FRUIT COUNTING</b> .....	27
<b>4.1. Pentingnya Teknologi Fruit Counting dalam Agroindustri</b> .....	27
<b>4.2. Latihan Teknologi Fruit Counting Pada Buah Tomat</b> .....	28
4.2.1 Pengumpulan dataset .....	29
4.2.2 Memberi label atau anotasi.....	29
4.2.3 Training menggunakan arsitektur Faster-RCNN.....	31
4.2.4 <i>Testing</i> 31	
<b>RANGKUMAN</b> .....	36
<b>LATIHAN SOAL</b> .....	37
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	38
<b>BAB 5. PLANT DISEASE CLASSIFICATION</b> .....	39
<b>5.1. Pentingnya Teknologi Plant Disease Classification dalam Agroindustri</b> .....	39
<b>5.2. Latihan Teknologi Plant Disease Classification</b> .....	40
5.1.1. Import libraries .....	40

5.1.2. Memuat dataset.....	41
5.1.3. Membangun model.....	42
5.1.4. Train model .....	44
5.1.5. Evaluasi model .....	44
5.1.6. Uji testing penyakit.....	46
<b>RANGKUMAN</b> .....	47
<b>LATIHAN SOAL</b> .....	48
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	49
<b>BAB 6. PLANT CLASSIFICATION</b> .....	51
<b>6.1. Pentingnya Teknologi Plant Classification dalam Agroindustri</b> .....	51
<b>6.2. Latihan Teknologi Plant Classification</b> .....	52
6.2.1. Akuisisi data .....	52
6.2.2. Augmentasi dan pembagian dataset .....	53
6.2.3. Model CNN .....	54
6.2.4. Evaluasi model .....	54
6.2.5. Uji testing klasifikasi kopi.....	56
<b>RANGKUMAN</b> .....	57
<b>LATIHAN SOAL</b> .....	58
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	59
<b>BAB 7. WEED DETECTION</b> .....	60
<b>7.1. Pentingnya Teknologi Weed Detection Dalam Agroindustri</b> 60	
<b>7.2. Latihan Teknologi Weed Detection</b> .....	61
7.2.1 Persiapan gambar dataset .....	61
7.2.2 Training CNN and SVM classifier .....	62
7.2.3 Prediction test .....	62

<b>RANGKUMAN</b> .....	64
<b>LATIHAN SOAL</b> .....	65
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	66
<b>BAB 8. YIELD PREDICTION</b> .....	67
<b>8.1. Pentingnya Teknologi Yield Prediction Dalam Agroindustri</b> .....	67
<b>8.2. Latihan Teknologi Yield Prediction</b> .....	67
8.2.1 Database curah hujan.....	68
8.2.2 Database temperatur .....	68
8.2.3 Database hasil panen .....	68
8.2.4 Prediksi 68	
<b>RANGKUMAN</b> .....	70
<b>LATIHAN SOAL</b> .....	71
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	72
<b>BAB 9. PLANT MAPPING</b> .....	73
<b>9.1 Pentingnya Teknologi Plant Mapping dalam bidang Agroindustri</b> .....	73
<b>9.2 Latihan Plant Mapping pada Tanaman Kakao (<i>Theobroma cacao</i>. L)</b> .....	73
9.2.1 Alat dan bahan.....	74
9.2.2 Inventarisasi data .....	74
9.2.3 Pra Pengolahan .....	75
9.2.4 Pengolahan DEM.....	75
9.2.5 Klasifikasi Tanaman Berkayu, Tanaman Tidak Berkayu, dan Non Tanaman dengan Algoritma Random Forest.....	76
9.2.6 Pengolahan NDVI .....	77
9.2.7 Klasifikasi Kakao dan Non Kakao .....	78

# Digital Repository Universitas Jember

9.2.8 Overlay dan Subset.....	79
9.2.9 Uji Akurasi .....	79
<b>RANGKUMAN</b> .....	81
<b>LATIHAN SOAL</b> .....	82
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	83





## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Artificial intelligence, machine learning .....	1
Gambar 1. 2 Contoh input yang dikategorikan ke dalam satu set kelas yang diketahui pada supervised learning	3
Gambar 1.3 Contoh pengambilan keputusan pada decision tree .....	4
Gambar 1.4 Struktur jaringan naïve bayes.....	5
Gambar 1.5 SVM dengan hyperplane yang membagi 2 kelas..	5
Gambar 1.6 Sampel input yang dikelompokkan ke dalam cluster sesuai pola yang mendasarinya pada unsupervised learning .....	6
Gambar 1.7 Klasifikasi K-Means clustering.....	6
Gambar 1.8 Visualisasi data sebelum dan sesudah penerapan PCA.....	7
Gambar 2.1 Tujuh langkah dalam machine learning .....	12
Gambar 3.1 Artificial intelligence, machine learning, dan deep learning.....	19
Gambar 3.2 Contoh cara kerja deep learning pada klasifikasi wajah .....	21
Gambar 4.1 Buah apel (Foto oleh Tom Swinnen dari Pexels)	27
Gambar 4.2 Penerapan fruit counting adalah estimasi hasil panen (Foto oleh Zen Chung dari Pexels).....	28
Gambar 4.3 Memberi label dengan LabelImg .....	29
Gambar 4.4 Jendela LabelImg .....	30
Gambar 4.5 Fruit counting .....	35
Gambar 5.1 Import libraries.....	41
Gambar 5.2 Penyakit early blight pada daun tomat .....	41
Gambar 5.3 Hasil evaluasi model .....	46

# Digital Repository Universitas Jember

Gambar 5.4 Hasil testing penyakit tanaman .....	46
Gambar 6.1 Jenis daun kopi.....	52
Gambar 6.2 Akuisisi data.....	52
Gambar 6.3 Arsitektur CNN .....	54
Gambar 6.4 Training accuracy epoch 100 .....	55
Gambar 6.5 Training loss epoch 100 .....	55
Gambar 7.1 Flowchart weed detection .....	61
Gambar 7.2 Salah satu contoh gambar gulma.....	62
Gambar 7.3 Klasifikasi gulma .....	62
Gambar 7.4 Deteksi gulma akan tampil dengan segmentasi gambar.....	63
Gambar 8.1 Prediksi hasil .....	69
Gambar 9.1 Contoh pengambilan data lapang.....	75
Gambar 9.2 Contoh hasil pengolahan DEM dengan ketinggian <800 mdpl .....	76
Gambar 9.3 Hasil klasifikasi vegetasi berkayu, vegetasi tidak berkayu, non vegetasi, awan menggunakan algoritma random forest .....	77
Gambar 9.4 Hasil reclass NDVI berdasarkan range NDVI training area.....	78
Gambar 9.5 Contoh hasil klasifikasi tanaman kakao dan non kakao .....	78
Gambar 9.6 Contoh hasil overlay dan subset klasifikasi kakao dan kakao wilayah jember.....	79

## DAFTAR TABEL

Tabel 6. 1 Matriks Prediksi.....	56
Tabel 9.1 Confusion Matrix.....	79



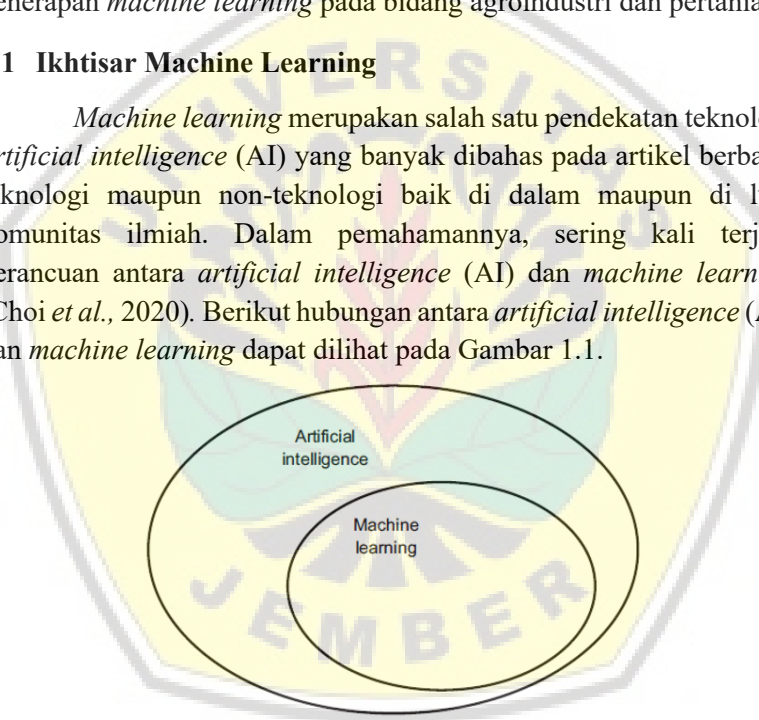
## BAB 1. PENGENALAN MACHINE LEARNING

### KEMAMPUAN AKHIR YANG DIHARAPKAN (KAD)

BAB 1 ini membahas terkait konsep dasar *machine learning* dan penerapannya agroindustri. Kemampuan akhir yang diharapkan yaitu mahasiswa dapat mengetahui dan memahami terkait konsep *machine learning*, jenis-jenis *machine learning*, serta contoh penerapan *machine learning* pada bidang agroindustri dan pertanian

#### 1.1 Ikhtisar Machine Learning

*Machine learning* merupakan salah satu pendekatan teknologi *artificial intelligence* (AI) yang banyak dibahas pada artikel berbasis teknologi maupun non-teknologi baik di dalam maupun di luar komunitas ilmiah. Dalam pemahamannya, sering kali terjadi kerancuan antara *artificial intelligence* (AI) dan *machine learning* (Choi *et al.*, 2020). Berikut hubungan antara *artificial intelligence* (AI) dan *machine learning* dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Artificial intelligence, machine learning

(Sumber: Chollet, 2008)

*Machine learning* adalah bidang multidisiplin yang merupakan kombinasi dari ilmu komputer dan statistik, dimana

## **RANGKUMAN**

---

*Machine learning* merupakan bidang multidisiplin yang merupakan kombinasi dari ilmu komputer dan statistik, dimana sebagian besar digunakan untuk analisis dan klasifikasi dan melakukan tugas-tugas yang umumnya dilakukan manusia. Beberapa jenis *machine learning* secara umum dibagi menjadi dua yaitu *supervised learning* dan *unsupervised learning*.

---



## LATIHAN SOAL

**Jawablah soal berikut ini dengan benar!**

1. Jelaskan mengenai istilah *machine learning* menurut para ahli dan berikan kesimpulan akhir!
2. Gambarkan diagram alir mengenai proses kerja *machine learning*!
3. Sebut dan jelaskan contoh penerapan *machine learning* lainnya khususnya bidang agroindustri dan pertanian!
4. Sebut dan jelaskan mengenai keunggulan dan kelemahan *machine learning*!



## DAFTAR PUSTAKA

- Choi, R. Y., Coyner, A. S., Kalpathy-Cramer, J., Chiang, M. F., & Peter Campbell, J. (2020). Introduction to machine learning, neural networks, and deep learning. *Translational Vision Science and Technology*, 9(2), 1–12. <https://doi.org/10.1167/tvst.9.2.14>
- Chollet, F. (2008). *Deep Learning with python -Keras -book builds understanding through intuitive explanations and practical examples*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Dey, A. (2016). *Machine Learning Algorithms : A Review*. 7(3), 1174–1179.
- Heckman, J. J., Pinto, R., & Savelyev, P. A. (1967). Deep Learning With Tensorflow. In *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952
- Patel, H., & Prajapati, P. (2018). *Study and Analysis of Decision Tree Based Classification Algorithms Harsh*. July 2019. <https://doi.org/10.26438/ijcse/v6i10.7478>
- Sah, S. (2020). *Machine Learning : A Review of Learning Types Machine Learning : A Review of Learning Types*. July. <https://doi.org/10.20944/preprints202007.0230.v1>
- Santosa, B. 2007. *Data Mining Teknik Pemanfaatan Data untuk Keperluan Bisnis*. Graha Ilmu : Yogyakarta

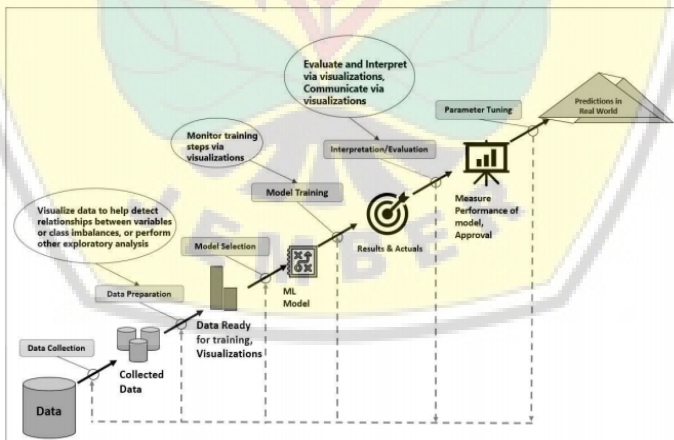
## BAB 2. ALIRAN PROSES PADA MACHINE LEARNING

### KEMAMPUAN AKHIR YANG DIHARAPKAN (KAD)

BAB 2 ini membahas terkait proses atau langkah-langkah dalam *machine learning*. Kemampuan akhir yang diharapkan yaitu mahasiswa dapat mengetahui dan memahami terkait setiap proses pada machine learning yang terdiri dari tujuh langkah utama sehingga dapat dijadikan acuan dalam penerapan *machine learning* di bidang pertanian.

### 2.1 Tujuh Langkah Dalam Machine Learning

Sistem dan pengaplikasian machine learning masih membutuhkan keterlibatan manusia dalam hampir semua proses analitik. Keterlibatan ini bergantung pada faktor seperti domain data, model data, dan langkah masukan pada machine learning (Eisler dan Meyer, 2020). Langkah-langkah pada machine learning dapat pada Gambar 2.1 berikut ini.

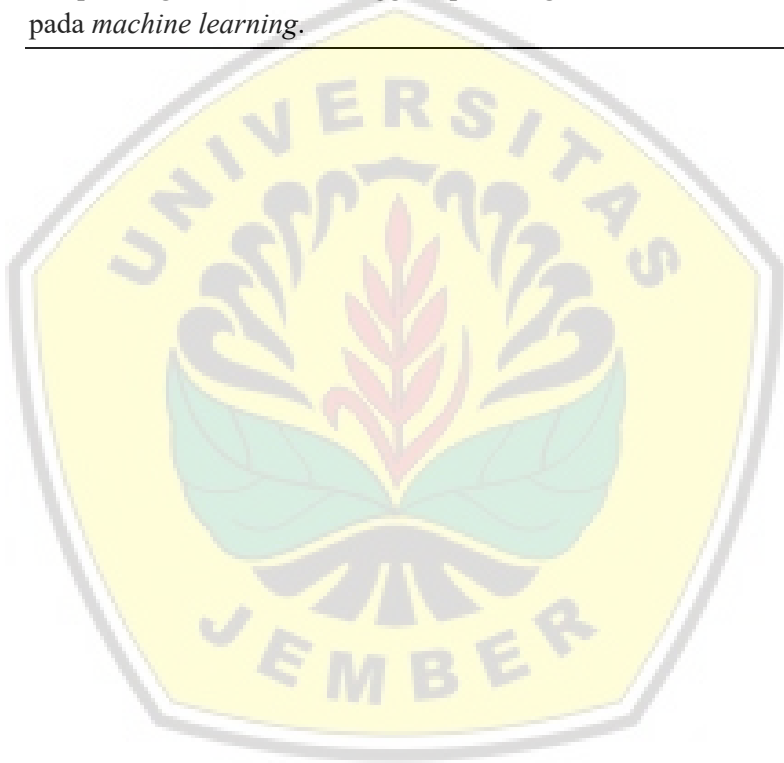


Gambar 2.1 Tujuh langkah dalam *machine learning*



## RANGKUMAN

Proses pada *machine learning* memerlukan beberapa langkah agar mencapai tujuan yang diharapkan. Langkah tersebut terdiri atas tujuh langkah utama antara lain *data collection*, *data preparation*, *choose a model*, *train the model*, *evaluate the model*, *parameter tuning*, *make predictions*. Proses ini tidak terlepas dari campur tangan manusia sehingga dapat menghasilkan nilai akurasi pada *machine learning*.



## LATIHAN SOAL

Jawablah soal berikut ini dengan benar!

- 1 Buatlah satu contoh *dataset* yang digunakan sebagai input pada ML dan jelaskan alasan mengenai fitur yang dipilih!
- 2 Sebutkan dan jelaskan beberapa model ML yang cocok digunakan untuk mengolah data set pada soal nomor 1!
- 3 Sebutkan beberapa hal yang mampu mempengaruhi nilai akurasi pada *machine learning*!



## DAFTAR PUSTAKA

- Eisler, S., dan Meyer, J. (2020). *Visual Analytics and Human Involvement in Machine Learning*.  
<http://arxiv.org/abs/2005.06057>
- Yufeng, G. (2017). *The 7 Steps of Machine Learning*.  
<https://towardsdatascience.com/the-7-steps-of-machine-learning-2877d7e5548e>
- Oden Technologies. (2020). *What Is Model Training?*  
<https://oden.io/glossary/model-training/>



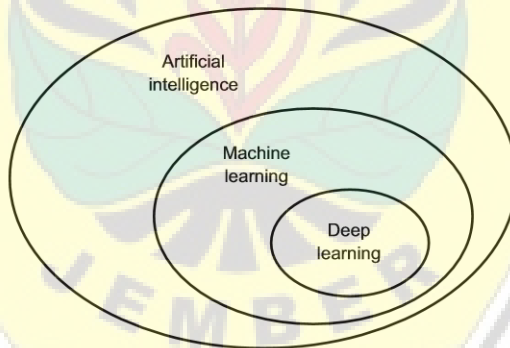
## BAB 3. PENGENALAN DEEP LEARNING

### KEMAMPUAN AKHIR YANG DIHARAPKAN (KAD)

BAB 3 ini membahas terkait konsep dasar *deep learning* dan penerapannya agroindustri. Kemampuan akhir yang diharapkan yaitu mahasiswa dapat mengetahui dan memahami terkait konsep *deep learning*, macam-macam *deep learning*, serta contoh penerapan *deep learning* pada bidang agroindustri dan pertanian

#### 3.1 Ikhtisar Deep Learning

*Deep learning* merupakan sub bidang khusus dari *machine learning*: pandangan baru tentang representasi pembelajaran dari data yang menekankan pada pembelajaran layer yang semakin meningkatkan representasi (Chollet, 2008). Berikut merupakan keterkaitan antara *artificial intelligence*, *machine learning*, dan *deep learning* dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 *artificial intelligence*, *machine learning*, dan *deep learning*

Metode *deep learning* adalah metode pembelajaran representasi dengan beberapa tingkat representasi, diperoleh dengan menyusun modul non-linier sederhana yang masing-masing mengubah representasi pada satu tingkat (dimulai dengan

## RANGKUMAN

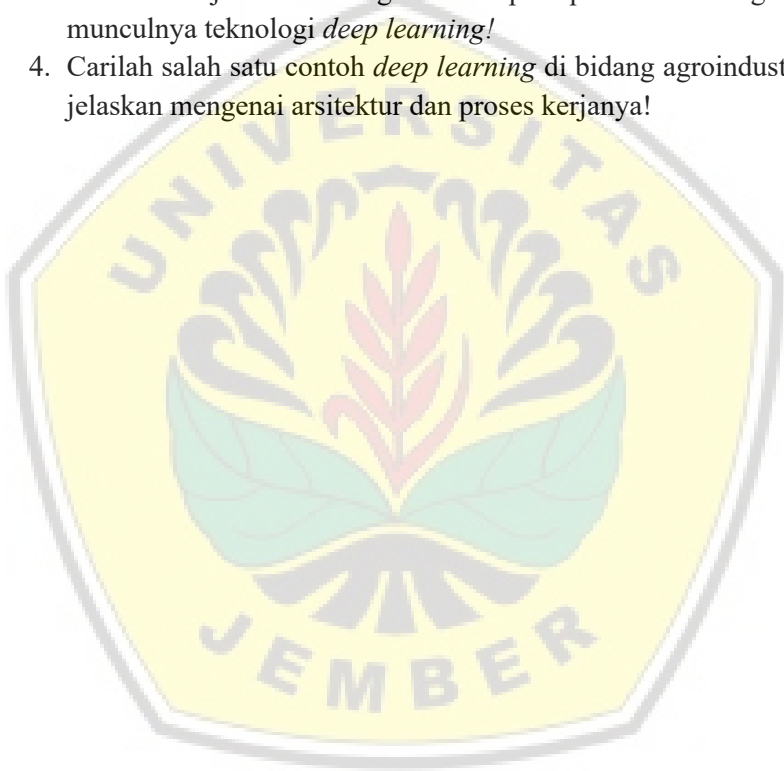
*Deep leaning* merupakan subbidang khusus dari machine learning: pandangan baru tentang representasi pembelajaran dari data yang menekankan pada pembelajaran layer yang semakin meningkatkan representasi. Beberapa jenis arsitektur deep learning diantaranya ialah CNN, RNN, dan GAN. Penerapan Deep learning di bidang pertanian diantaranya, sebagai klasifikasi tanaman atau tanaman, prediksi hama dan hasil, pemanenan dengan robot, pemantauan bencana.



## LATIHAN SOAL

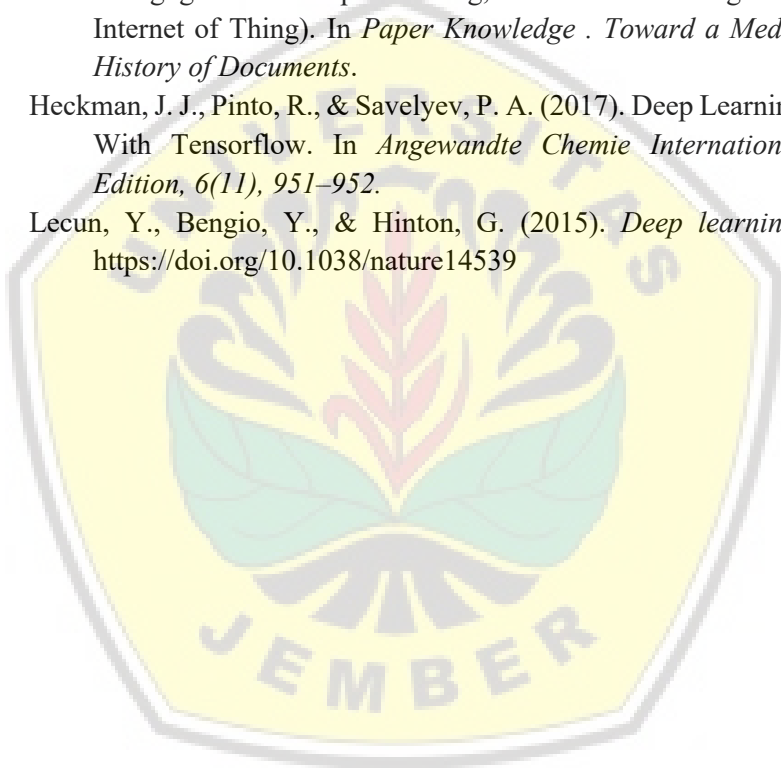
Jawablah soal berikut ini dengan benar!

1. Jelaskan secara sederhana mengenai *deep learning* menurut pemahamanmu!
2. Sebut dan jelaskan contoh penerapan *deep learning* lainnya khususnya bidang agroindustri dan pertanian!
3. Sebut dan jelaskan mengenai dampak positif dan negatif munculnya teknologi *deep learning*!
4. Carilah salah satu contoh *deep learning* di bidang agroindustri jelaskan mengenai arsitektur dan proses kerjanya!



## DAFTAR PUSTAKA

- Chollet, F. (2008). *Deep Learning with python -Keras -book builds understanding through intuitive explanations and practical examples*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Gitleman, L. (2014). SMART AGRICULTURE (Emerging Pedagogies of Deep Learning, Machine Learning and Internet of Thing). In *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents*.
- Heckman, J. J., Pinto, R., & Savelyev, P. A. (2017). Deep Learning With Tensorflow. In *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952.
- Lecun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). *Deep learning*. <https://doi.org/10.1038/nature14539>



## BAB 4. FRUIT COUNTING

### KEMAMPUAN AKHIR YANG DIHARAPKAN (KAD)

Bab 4 ini akan fokus penerapan *machine learning* (ML) dan *deep learning* (DL) pada bidang agroindustri yaitu menghitung buah. Kemampuan akhir yang diharapkan yaitu mahasiswa mampu menganalisis permasalahan yang berkaitan dengan menghitung buah serta dapat menerapkannya dalam agroindustri.

#### 4.1. Pentingnya Teknologi Fruit Counting dalam Agroindustri

Industri 4.0 sudah mulai diterapkan oleh banyak pelaku usaha. Agroindustri merupakan salah satu yang telah mengalami perkembangan dengan sangat pesat. Teknologi semakin canggih dan mampu membantu pekerjaan para pekerja lebih cepat, murah dan efisien. Seperti yang diterapkan dalam perhitungan buah yang dapat dilakukan secara otomatis menggunakan teknologi *machine learning* (ML) dan *deep learning* (DL).



Gambar 4.1 Buah apel (Foto oleh Tom Swinnen dari Pexels)

Indonesia sebagai salah satu negara penghasil berbagai komoditas yang sangat berpeluang dalam mengaplikasikan teknologi *fruit counting*. Jeruk, tomat, apel merupakan beberapa contoh komoditi yang mampu untuk pengaplikasian teknologi *fruit*



## RANGKUMAN

*Fruit counting* merupakan suatu implementasi teknologi ML dan DL dalam agroindustri. Teknologi *fruit counting* dapat dilakukan secara *real time*. Kegunaan *fruit counting* selain untuk menghitung jumlah buah, juga dapat digunakan untuk melakukan estimasi pendapatan yang akan diperoleh saat panen. Para pelaku usaha agroindustri dapat memperoleh data secara akurat dan efisien dalam fase pra-panen.



## LATIHAN SOAL

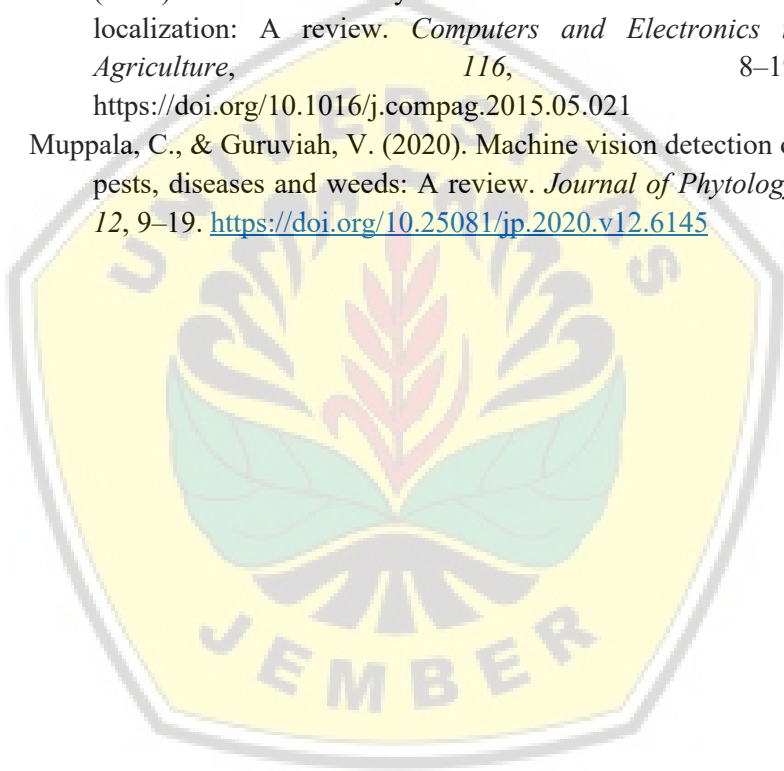
Jawablah soal berikut ini dengan benar!

1. Jelaskan faktor-faktor penyebab tinggi rendahnya akurasi!
2. Buatlah projek fruit counting menurut jenis buah kesukaan kalian!
3. Jelaskan menurut pendapat kalian mengapa fruit counting menggunakan ML dan DL diperlukan dalam agroindustri!
4. Carilah arsitektur selain Faster-RCNN dan rangkum kelebihan dan kekurangan setiap arsitektur!



## DAFTAR PUSTAKA

- Gomes, J. F. S., & Leta, F. R. (2012). Applications of computer vision techniques in the agriculture and food industry: A review. *European Food Research and Technology*, 235(6), 989–1000. <https://doi.org/10.1007/s00217-012-1844-2>
- Gongal, A., Amatya, S., Karkee, M., Zhang, Q., & Lewis, K. (2015). Sensors and systems for fruit detection and localization: A review. *Computers and Electronics in Agriculture*, 116, 8–19. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2015.05.021>
- Muppala, C., & Guruviah, V. (2020). Machine vision detection of pests, diseases and weeds: A review. *Journal of Phytology*, 12, 9–19. <https://doi.org/10.25081/jp.2020.v12.6145>



## BAB 5. PLANT DISEASE CLASSIFICATION

### KEMAMPUAN AKHIR YANG DIHARAPKAN (KAD)

BAB 5 ini akan fokus penerapan *machine learning* (ML) dan *deep learning* (DL) pada bidang agroindustri yaitu untuk mendeteksi penyakit pada tanaman. Kemampuan akhir yang diharapkan yaitu mahasiswa mampu menganalisis permasalahan yang berkaitan dengan mendeteksi penyakit pada tanaman serta dapat menerapkannya dalam agroindustri.

#### 5.1. Pentingnya Teknologi Plant Disease Classification dalam Agroindustri

Tanaman memiliki penyakit yang dapat mengganggu proses pertumbuhan dan perkembangan, bahkan penyakit dapat menyebabkan tanaman mati. Penyakit-penyakit ini disebabkan oleh mikroorganisme, virus, bakteri, jamur, protozoa hingga cacing nematoda. Bagian-bagian yang biasa diserang oleh penyakit adalah daun, akar, batang dan buah.

Indonesia sebagai negara agraris menitikberatkan pada komoditi pertanian. Hasil pertanian di Indonesia ada berbagai macam seperti sayuran, hortikultura hingga buah-buahan. Mayoritas petani menanam padi karena nasi merupakan makanan pokok. Namun, minimnya informasi mengenai penyakit tanaman hampir dialami oleh kebanyakan petani. Masih banyak petani tidak mengetahui jenis-jenis penyakit yang menimpa pada tanamannya.

Produksi tanaman dapat sangat berkurang akibat serangan penyakit, sehingga membahayakan bagi ketahanan pangan nasional. Maka dirasa sangat perlu untuk deteksi penyakit tanaman secara akurat. Metode klasifikasi dan deteksi secara tradisional memiliki berbagai kekurangan seperti butuh waktu lebih untuk uji

## RANGKUMAN

Produksi tanaman dapat sangat berkurang karena berbagai penyakit dan membahayakan bagi ketahanan pangan nasional. Oleh karena itu, deteksi penyakit tanaman secara akurat sangat diperlukan dan cenderung mendesak. Metode klasifikasi tradisional, seperti observasi mata telanjang dan tes laboratorium, memiliki banyak keterbatasan, seperti memakan waktu dan subjektif. Saat ini metode deep learning (DL), terutama convolutional neural network (CNN) dapat melakukan klasifikasi penyakit tanaman. Mereka telah memecahkan atau sebagian memecahkan masalah metode klasifikasi tradisional dan mewakili teknologi tercanggih di bidang ini.



## LATIHAN SOAL

1. Carilah penyakit-penyakit pada tanaman dan jelaskan ciri-ciri penyakit tersebut
2. Klasifikasikan penyakit-penyakit menurut jenis tanaman (misalnya padi, jagung, cabai dan lain-lain)
3. Buatlah proyek plant disease classification dari data penyakit tanaman yang kalian miliki



## DAFTAR PUSTAKA

- Afaq, S., & Rao, S. (2020). Significance Of Epochs On Training A Neural Network. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 19(6), 485–488. [www.ijstr.org](http://www.ijstr.org)
- Bhanumathi, S., Vineeth, M., & Rohit, N. (2019). Crop yield prediction and efficient use of fertilizers. *Proceedings of the 2019 IEEE International Conference on Communication and Signal Processing, ICCSP 2019*, 769–773. <https://doi.org/10.1109/ICCSP.2019.8698087>
- Gomes, J. F. S., & Leta, F. R. (2012). Applications of computer vision techniques in the agriculture and food industry: A review. *European Food Research and Technology*, 235(6), 989–1000. <https://doi.org/10.1007/s00217-012-1844-2>
- Gongal, A., Amatya, S., Karkee, M., Zhang, Q., & Lewis, K. (2015). Sensors and systems for fruit detection and localization: A review. *Computers and Electronics in Agriculture*, 116, 8–19. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2015.05.021>
- Hasan, A. S. M. M., Sohel, F., Diepeveen, D., Laga, H., & Jones, M. G. K. (2021). A survey of deep learning techniques for weed detection from images. *Computers and Electronics in Agriculture*, 184. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106067>
- Ketkar, N. (2017). Deep Learning with Python - A Hands-on Introduction. In *Deep Learning with Python*.
- Lu, J., Tan, L., & Jiang, H. (2021). Review on Convolutional Neural Network (CNN) Applied to Plant Leaf Disease Classification. *Agriculture*, 11(8), 707.

<https://doi.org/10.3390/agriculture11080707>

- Mubarok, H. (2019). *Menggunakan Algoritma Convolutional Neural Network ( Cnn ) Skripsi Oleh : Hamdani Mubarok.*
- Muppala, C., & Guruviah, V. (2020). Machine vision detection of pests, diseases and weeds: A review. *Journal of Phytology*, 12, 9–19. <https://doi.org/10.25081/jp.2020.v12.6145>
- Nagini, S., Kanth, T. V. R., & Kiranmayee, B. V. (2016). Agriculture yield prediction using predictive analytic techniques. *Proceedings of the 2016 2nd International Conference on Contemporary Computing and Informatics, IC3I 2016*, 783–788. <https://doi.org/10.1109/IC3I.2016.7918789>
- Osorio, K., Puerto, A., Pedariaza, C., Jamaica, D., & Rodariíguez, L. (2020). A Deep Learning Approach for Weed Detection in Lettuce Crops Using Multispectral Images. *AgriEngineering*, 2(3), 471–488. <https://doi.org/10.3390/agriengineering2030032>
- Wang, J., & Perez, L. (2017). The effectiveness of data augmentation in image classification using deep learning. *ArXiv*.
- Wikarta, A., Pramono, A. S., & Ariatedja, J. B. (2020). Analisa Berbagai Optimizer Pada Convolutional Neural Network Untuk Deteksi Pemakaian Masker. *Seminar Nasional Informatika 2020 (SEMNASIF 2020)*, 2020(Semnasif), 69–72.



## BAB 6. PLANT CLASSIFICATION

### **KEMAMPUAN AKHIR YANG DIHARAPKAN (KAD)**

BAB 6 ini akan fokus penerapan machine learning (ML) dan deep learning (DL) pada bidang agroindustri yaitu untuk mendeteksi jenis tanaman. Kemampuan akhir yang diharapkan yaitu mahasiswa mampu menganalisis permasalahan yang berkaitan dengan mendeteksi jenis tanaman serta dapat menerapkannya dalam agroindustri.

### **6.1. Pentingnya Teknologi Plant Classification dalam Agroindustri**

Tanaman yang tersebar di Indonesia sangat beragam jenisnya, bahkan daerah satu dan daerah lain memiliki ciri tanaman yang berbeda dan khas. Perbedaan ini bagi sebagian petani masih menjadi suatu masalah karena tidak dapat dibedakan. Salah satu contoh adalah perbedaan kopi arabika dan robusta.

Secara fisik kopi arabika dan robusta memiliki perbedaan, salah satunya yang tampak adalah pada bagian daun yaitu dari bentuk, ukuran dan warna. Dari ciri daun tersebut, dapat dijadikan sebagai parameter yang nantinya diproses untuk mendeteksi dan membedakan antara daun kopi robusta dan arabika. Sehingga petani yang baru terjun dalam budidaya kopi dapat mengenali jenis kopi arabika dan robusta.

## **RANGKUMAN**

---

Identifikasi atau pengenalan jenis tanaman menjadi suatu yang penting untuk diketahui. Banyak tanaman yang memiliki ciri-ciri yang mirip sehingga membingungkan bagi petani-petani pemula. Salah satu adalah klasifikasi tanaman kopi arabika dan robusta. Tampak dengan penglihatan mata tidak ada perbedaan, namun hasil uji dari penelitian memiliki bentuk, warna dan tekstur yang berbeda. Tidak semua memiliki kepekaan dalam menguji perbedaan tersebut. ML dan DL hadir untuk mempermudah dalam hal klasifikasi tanaman.

---



## LATIHAN SOAL

1. Tuliskan pendapat kalian mengapa petani tidak bisa membedakan jenis tanaman?
2. Carilah referensi mengenai arsitektur GoogleNet, ResNet, AlexNet dan LeNet!
3. Buatlah projek plant plant classification 1



## DAFTAR PUSTAKA

- Afaq, S., dan Rao, S. (2020). Significance Of Epochs On Training A Neural Network. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 19(6), 485–488. [www.ijstr.org](http://www.ijstr.org)
- Ketkar, N. (2017). Deep Learning with Python - A Hands-on Introduction. In *Deep Learning with Python*.
- Mubarok, H. (2019). *Menggunakan Algoritma Convolutional Neural Network ( Cnn ) Skripsi Oleh : Hamdani Mubarok*.
- Wang, J., dan Perez, L. (2017). The effectiveness of data augmentation in image classification using deep learning. *ArXiv*.
- Wikarta, A., Pramono, A. S., & Ariatedja, J. B. (2020). Analisa Berbagai Optimizer Pada Convolutional Neural Network Untuk Deteksi Pemakaian Masker. *Seminar Nasional Informatika 2020 (SEMNASIF 2020)*, 2020(Semnasif), 69–72.

## **BAB 7. WEED DETECTION**

### **KEMAMPUAN AKHIR YANG DIHARAPKAN (KAD)**

BAB 7 ini akan fokus penerapan machine learning (ML) dan deep learning (DL) pada bidang agroindustri yaitu untuk mendeteksi gulma. Kemampuan akhir yang diharapkan yaitu mahasiswa mampu menganalisis permasalahan yang berkaitan dengan mendeteksi gulma serta dapat menerapkannya dalam agroindustri.

#### **7.1. Pentingnya Teknologi Weed Detection Dalam Agroindustri**

Pengelolaan gulma adalah salah satu aspek yang paling penting dari produktivitas tanaman; mengetahui jumlah dan lokasi gulma telah menjadi masalah yang dihadapi para ahli selama beberapa dekade. Selain penyakit, gulma merupakan ancaman terpenting bagi produksi tanaman. Masalah terbesar dalam memerangi gulma adalah bahwa mereka sulit untuk dideteksi dan dibedakan dari tanaman. Deteksi gulma di tanaman dari citra berhubungan erat dengan masalah yang menantang karena gulma dan tanaman memiliki kesamaan warna ('hijau-hijau'), dan bentuk serta teksturnya bisa sangat mirip pada fase pertumbuhan (Hasan et al., 2021).

*Computer vision* dan algoritma ML dapat meningkatkan deteksi dan diskriminasi gulma dengan biaya rendah dan tanpa masalah lingkungan dan efek samping. Selain deteksi mereka, pengenalan spesies gulma tertentu sangat penting sehingga mekanisme pengendalian yang ditargetkan (misalnya herbisida yang tepat dan dosis yang tepat) dapat diterapkan.

Menurut (Osorio et al., 2020) ada tiga metode untuk estimasi gulma berdasarkan pemrosesan gambar ML dan DL pada tanaman yaitu pertama menggunakan mesin vektor dukungan

## RANGKUMAN

Pengelolaan gulma adalah salah satu aspek yang paling penting dari produktivitas tanaman; mengetahui jumlah dan lokasi gulma telah menjadi masalah yang dihadapi para ahli selama beberapa dekade. Penggunaan ML dan DL dalam deteksi gulma untuk membantu petani dan efisien dalam penggunaan herbisida. Aplikasi kedepan adalah dengan penggunaan teknologi robot untuk menunjang kegiatan agroindustri.



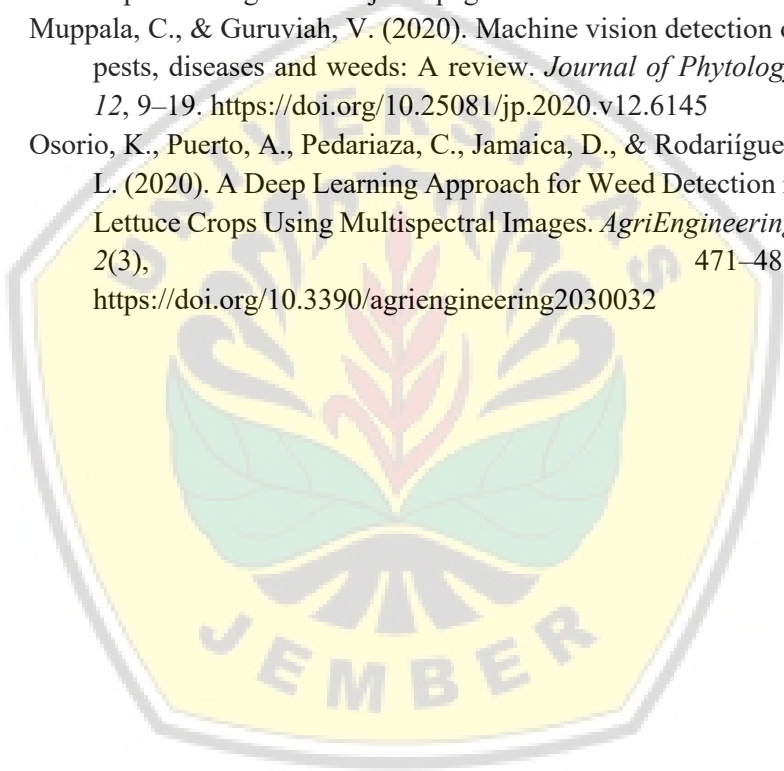
## LATIHAN SOAL

1. Carilah sebanyak-banyaknya tanaman gulma dan obatnya!
2. Jelaskan menurut pendapat kalian mengapa weed detection menggunakan ML dan DL diperlukan dalam agroindustri!
3. Buatlah projek weed detection berdasarkan tanaman gulma yang kalian ketahui!



## DAFTAR PUSTAKA

- Hasan, A. S. M. M., Sohel, F., Diepeveen, D., Laga, H., & Jones, M. G. K. (2021). A survey of deep learning techniques for weed detection from images. *Computers and Electronics in Agriculture*, 184. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106067>
- Muppala, C., & Guruviah, V. (2020). Machine vision detection of pests, diseases and weeds: A review. *Journal of Phytology*, 12, 9–19. <https://doi.org/10.25081/jp.2020.v12.6145>
- Osorio, K., Puerto, A., Pedariaza, C., Jamaica, D., & Rodariuez, L. (2020). A Deep Learning Approach for Weed Detection in Lettuce Crops Using Multispectral Images. *AgriEngineering*, 2(3), 471–488. <https://doi.org/10.3390/agriengineering2030032>





## BAB 8. YIELD PREDICTION

### KEMAMPUAN AKHIR YANG DIHARAPKAN (KAD)

BAB 8 ini akan fokus penerapan machine learning (ML) dan deep learning (DL) pada bidang agroindustri yaitu untuk memprediksi hasil pertanian. Kemampuan akhir yang diharapkan yaitu mahasiswa mampu menganalisis permasalahan yang berkaitan dengan memprediksi hasil pertanian serta dapat menerapkannya dalam agroindustri.

#### 8.1. Pentingnya Teknologi Yield Prediction Dalam Agroindustri

Prediksi hasil adalah salah satu topik yang paling penting dan populer dalam pertanian presisi karena mendefinisikan pemetaan dan estimasi hasil, pencocokan pasokan tanaman dengan permintaan, dan pengelolaan tanaman. Pendekatan mutakhir telah jauh melampaui prediksi sederhana berdasarkan data historis, tetapi menggabungkan teknologi *computer vision* untuk menyediakan data saat bepergian dan analisis multidimensi tanaman, cuaca, dan kondisi ekonomi yang komprehensif untuk memaksimalkan hasil panen petani dan penduduk.

Prediksi hasil adalah masalah yang sangat penting dalam pertanian. Setiap petani tertarik untuk mengetahui berapa banyak hasil yang diharapkan (Bhanumathi et al., 2019). Dengan begitu petani dapat memperkirakan kebutuhan dan kemampuan hasil yang diperoleh di masa mendatang.

#### 8.2. Latihan Teknologi Yield Prediction

Dalam memprediksi hasil dibutuhkan database seperti curah hujan, temperatur, hasil panen sebelumnya dan penggunaan pestisida. Latihan *yield prediction* dapat kalian akses melalui

## RANGKUMAN

Prediksi hasil adalah salah satu topik yang paling penting dan populer dalam pertanian presisi karena mendefinisikan pemetaan dan estimasi hasil, pencocokan pasokan tanaman dengan permintaan, dan pengelolaan tanaman. Pendekatan mutakhir telah jauh melampaui prediksi sederhana berdasarkan data historis, tetapi menggabungkan teknologi visi komputer untuk menyediakan data saat bepergian dan analisis multidimensi tanaman, cuaca, dan kondisi ekonomi yang komprehensif untuk memaksimalkan hasil panen. petani dan penduduk.



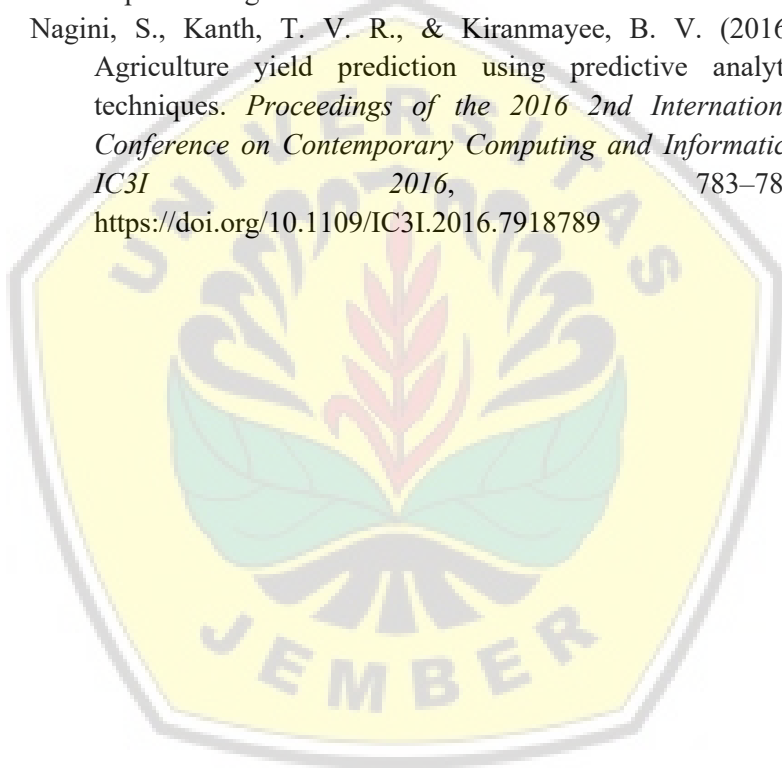
## LATIHAN SOAL

1. Jelaskan faktor-faktor terjadinya hujan!
2. Buatlah *resume* mengenai hubungan evapotranspirasi dengan hasil pertanian!
3. Buatlah projek *yield prediction* dengan *database* yang mudah didapatkan!



## DAFTAR PUSTAKA

- Bhanumathi, S., Vineeth, M., & Rohit, N. (2019). Crop yield prediction and efficient use of fertilizers. *Proceedings of the 2019 IEEE International Conference on Communication and Signal Processing, ICCSP 2019*, 769–773. <https://doi.org/10.1109/ICCSP.2019.8698087>
- Nagini, S., Kanth, T. V. R., & Kiranmayee, B. V. (2016). Agriculture yield prediction using predictive analytic techniques. *Proceedings of the 2016 2nd International Conference on Contemporary Computing and Informatics, IC3I 2016*, 783–788. <https://doi.org/10.1109/IC3I.2016.7918789>



## **BAB 9. PLANT MAPPING**

### **KEMAMPUAN AKHIR YANG DIHARAPKAN (KAD)**

BAB 9 terfokus pada penerapan *machine learning* (ML) pada bidang agroindustri yaitu untuk pemetaan tanaman. Kemampuan akhir yang diharapkan ialah mahasiswa mampu melakukan pemetaan jenis tanaman menggunakan *machine learning* dan dapat menerapkannya secara lebih luas di bidang agroindustri.

### **9.1 Pentingnya Teknologi Plant Mapping dalam bidang Agroindustri**

Indonesia merupakan negara tropis dengan berbagai macam vegetasi yang tumbuh subur baik yang disengaja di tanam untuk kepentingan pertanian maupun yang tumbuh liar. Untuk melakukan upaya monitoring lahan tersebut, maka dilakukan mapping atau pemetaan berdasarkan jenis tanaman. Penerapan metode *machine learning*, dapat membantu baik petani, lembaga pemerintah, maupun swasta untuk melakukan monitoring lahan pertanian hingga melakukan estimasi hasil dari produksi yang diperoleh. Salah satu kemampuan *machine learning* yang mampu mengklasifikasikan jenis tanaman berdasarkan gambar atau image sebagai data inputnya.

### **9.2 Latihan Plant Mapping pada Tanaman Kakao (*Theobroma cacao*. L)**

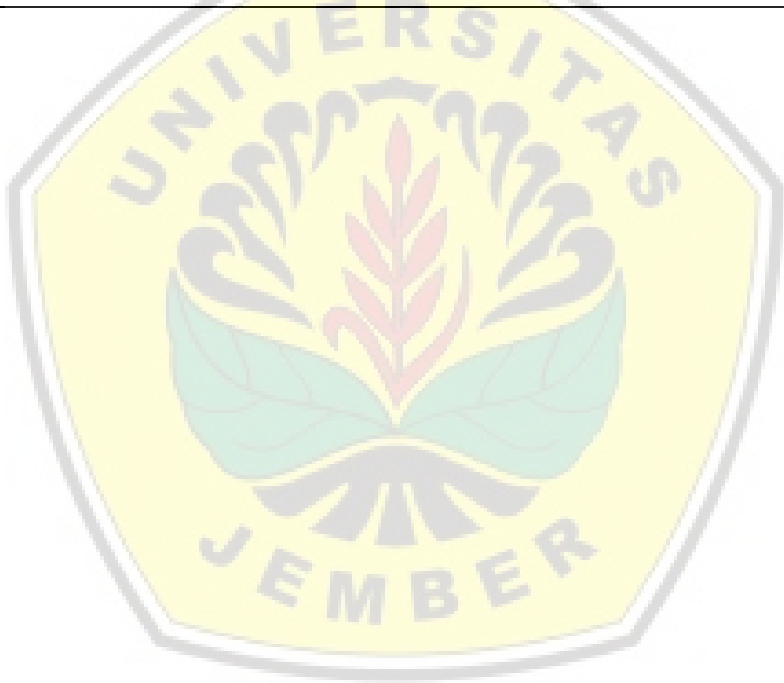
Pada bab ini implementasi *machine learning* dalam agroindustri adalah plant mapping pada tanaman kakao. Fungsi dari mapping kakao ini adalah untuk mengetahui keberadaan atau sebaran kakao di suatu wilayah. Menurut Ningsih (2021), berikut merupakan langkah untuk melakukan mapping tanaman kakao menggunakan *machine learning* algoritma Random Forest dengan satelit Sentinel 2.

## **RANGKUMAN**

---

Pemetaan lahan menggunakan machine learning dapat dilakukan dengan mengekstrak fitur yang memiliki keunikan dari setiap spesies tanaman. Dengan cara tersebut, algoritma dapat membedakan antara jenis tanaman satu dengan tanaman lain. Dalam hal ini, pemetaan lahan kakao di lakukan dengan pemilihan fitur perkembangan tanaman di beberapa bulan tertentu, melakukan ekstraksi berdasarkan NDVI, DEM, klasifikasi, dll. Hasil akhir yang didapatkan ialah peta sebaran tanaman kakao.

---



## LATIHAN SOAL

Jawablah soal berikut ini dengan benar!

1. Jelaskan secara detail mengenai algoritma random forest!
2. Sebutkan jenis algoritma lain yang dapat digunakan untuk pemetaan jenis tanaman!
3. Sebutkan penerapan lain machine learning berkaitan dengan pemetaan. Selain untuk memetakan jenis tanaman!



## DAFTAR PUSTAKA

Ningsih, E.S. 2021. Pemanfaatan Citra Sentinel 2 untuk Pemetaan Lahan Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.) Berbasis *Machine Learning* di Wilayah Jember. *Skripsi*. Universitas Jember. Jember.





## PUSTAKA

- Afaq, S., & Rao, S. (2020). Significance Of Epochs On Training A Neural Network. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 19(6), 485–488. [www.ijstr.org](http://www.ijstr.org)
- Afaq, S., dan Rao, S. (2020). Significance Of Epochs On Training A Neural Network. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 19(6), 485–488. [www.ijstr.org](http://www.ijstr.org)
- Bhanumathi, S., Vineeth, M., & Rohit, N. (2019). Crop yield prediction and efficient use of fertilizers. *Proceedings of the 2019 IEEE International Conference on Communication and Signal Processing, ICCSP 2019*, 769–773. <https://doi.org/10.1109/ICCSP.2019.8698087>
- Bhanumathi, S., Vineeth, M., & Rohit, N. (2019). Crop yield prediction and efficient use of fertilizers. *Proceedings of the 2019 IEEE International Conference on Communication and Signal Processing, ICCSP 2019*, 769–773. <https://doi.org/10.1109/ICCSP.2019.8698087>
- Choi, R. Y., Coyner, A. S., Kalpathy-Cramer, J., Chiang, M. F., & Peter Campbell, J. (2020). Introduction to machine learning, neural networks, and deep learning. *Translational Vision Science and Technology*, 9(2), 1–12. <https://doi.org/10.1167/tvst.9.2.14>
- Chollet, F. (2008). *Deep Learning with python -Keras -book builds understanding through intuitive explanations and practical examples*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Chollet, F. (2008). *Deep Learning with python -Keras -book builds understanding through intuitive explanations and practical examples*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Dey, A. (2016). *Machine Learning Algorithms : A Review*. 7(3), 1174–1179.
- Eisler, S., dan Meyer, J. (2020). *Visual Analytics and Human*

*Involvement in Machine Learning.*  
<http://arxiv.org/abs/2005.06057>

- Gitleman, L. (2014). SMART AGRICULTURE (Emerging Pedagogies of Deep Learning, Machine Learning and Internet of Thing). In *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents*.
- Gomes, J. F. S., & Leta, F. R. (2012). Applications of computer vision techniques in the agriculture and food industry: A review. *European Food Research and Technology*, 235(6), 989–1000. <https://doi.org/10.1007/s00217-012-1844-2>
- Gomes, J. F. S., & Leta, F. R. (2012). Applications of computer vision techniques in the agriculture and food industry: A review. *European Food Research and Technology*, 235(6), 989–1000. <https://doi.org/10.1007/s00217-012-1844-2>
- Gongal, A., Amatya, S., Karkee, M., Zhang, Q., & Lewis, K. (2015). Sensors and systems for fruit detection and localization: A review. *Computers and Electronics in Agriculture*, 116, 8–19. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2015.05.021>
- Gongal, A., Amatya, S., Karkee, M., Zhang, Q., & Lewis, K. (2015). Sensors and systems for fruit detection and localization: A review. *Computers and Electronics in Agriculture*, 116, 8–19. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2015.05.021>
- Hasan, A. S. M. M., Soheli, F., Diepeveen, D., Laga, H., & Jones, M. G. K. (2021). A survey of deep learning techniques for weed detection from images. *Computers and Electronics in Agriculture*, 184. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106067>
- Hasan, A. S. M. M., Soheli, F., Diepeveen, D., Laga, H., & Jones, M. G. K. (2021). A survey of deep learning techniques for weed detection from images. *Computers and Electronics in Agriculture*, 184. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106067>
- Heckman, J. J., Pinto, R., & Savelyev, P. A. (1967). Deep Learning

- With Tensorflow. In *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952
- Heckman, J. J., Pinto, R., & Savelyev, P. A. (2017). Deep Learning With Tensorflow. In *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952.
- Ketkar, N. (2017). Deep Learning with Python - A Hands-on Introduction. In *Deep Learning with Python*.
- Ketkar, N. (2017). Deep Learning with Python - A Hands-on Introduction. In *Deep Learning with Python*.
- Lecun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). *Deep learning*. <https://doi.org/10.1038/nature14539>
- Lu, J., Tan, L., & Jiang, H. (2021). Review on Convolutional Neural Network (CNN) Applied to Plant Leaf Disease Classification. *Agriculture*, 11(8), 707. <https://doi.org/10.3390/agriculture11080707>
- Mubarok, H. (2019). *Menggunakan Algoritma Convolutional Neural Network ( Cnn ) Skripsi Oleh : Hamdani Mubarok*.
- Mubarok, H. (2019). *Menggunakan Algoritma Convolutional Neural Network ( Cnn ) Skripsi Oleh : Hamdani Mubarok*.
- Muppala, C., & Guruviah, V. (2020). Machine vision detection of pests, diseases and weeds: A review. *Journal of Phytology*, 12, 9–19. <https://doi.org/10.25081/jp.2020.v12.6145>
- Muppala, C., & Guruviah, V. (2020). Machine vision detection of pests, diseases and weeds: A review. *Journal of Phytology*, 12, 9–19. <https://doi.org/10.25081/jp.2020.v12.6145>
- Muppala, C., & Guruviah, V. (2020). Machine vision detection of pests, diseases and weeds: A review. *Journal of Phytology*, 12, 9–19. <https://doi.org/10.25081/jp.2020.v12.6145>
- Nagini, S., Kanth, T. V. R., & Kiranmayee, B. V. (2016). Agriculture yield prediction using predictive analytic techniques. *Proceedings of the 2016 2nd International Conference on*

- Contemporary Computing and Informatics, IC3I 2016*, 783–788.  
<https://doi.org/10.1109/IC3I.2016.7918789>
- Nagini, S., Kanth, T. V. R., & Kiranmayee, B. V. (2016). Agriculture yield prediction using predictive analytic techniques. *Proceedings of the 2016 2nd International Conference on Contemporary Computing and Informatics, IC3I 2016*, 783–788.  
<https://doi.org/10.1109/IC3I.2016.7918789>
- Ningsih, E.S. 2021. Pemanfaatan Citra Sentinel 2 untuk Pemetaan Lahan Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.) Berbasis *Machine Learning* di Wilayah Jember. *Skripsi*. Universitas Jember. Jember.
- Oden Technologies. (2020). *What Is Model Training?*  
<https://oden.io/glossary/model-training/>
- Osorio, K., Puerto, A., Pedariaza, C., Jamaica, D., & Rodariíguez, L. (2020). A Deep Learning Approach for Weed Detection in Lettuce Crops Using Multispectral Images. *AgriEngineering*, 2(3), 471–488. <https://doi.org/10.3390/agriengineering2030032>
- Osorio, K., Puerto, A., Pedariaza, C., Jamaica, D., & Rodariíguez, L. (2020). A Deep Learning Approach for Weed Detection in Lettuce Crops Using Multispectral Images. *AgriEngineering*, 2(3), 471–488. <https://doi.org/10.3390/agriengineering2030032>
- Patel, H., & Prajapati, P. (2018). *Study and Analysis of Decision Tree Based Classification Algorithms Harsh*. July 2019.  
<https://doi.org/10.26438/ijcse/v6i10.7478>
- Sah, S. (2020). *Machine Learning : A Review of Learning Types*. July. <https://doi.org/10.20944/preprints202007.0230.v1>
- Santosa, B. 2007. Data Mining Teknik Pemanfaatan Data untuk Keperluan Bisnis. Graha Ilmu : Yogyakarta
- Wang, J., & Perez, L. (2017). The effectiveness of data augmentation in image classification using deep learning. *ArXiv*.

- Wang, J., dan Perez, L. (2017). The effectiveness of data augmentation in image classification using deep learning. *ArXiv*.
- Wikarta, A., Pramono, A. S., & Ariatedja, J. B. (2020). Analisa Berbagai Optimizer Pada Convolutional Neural Network Untuk Deteksi Pemakaian Masker. *Seminar Nasional Informatika 2020 (SEMNASIF 2020)*, 2020(Semnasif), 69–72.
- Yufeng, G. (2017). *The 7 Steps of Machine Learning*. <https://towardsdatascience.com/the-7-steps-of-machine-learning-2877d7e5548e>



## BIOGRAFI PENULIS



**Bayu Taruna Widjaja Putra, S.TP., M.Eng., Ph.D.** Penulis dilahirkan di Jember-Jawa Timur pada tanggal 08 Oktober 1984. Pendidikan sarjana S1 ditempuh di Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember. Setelah Menyelesaikan pendidikan S1, penulis melanjutkan study master dan doktoral di Asian Institute of Technology (AIT) Thailand Program Studi Agricultural System and Engineering. Bidang fokus penulis yaitu penerapan teknologi-teknologi pertanian modern, Jaringan Komputer, *Remote Sensing*, *Precision Agriculture*, *Agri informatics*, *Web GIS*, *Geodatabase*, dan *Intelligent System*. Beberapa penelitian yang berhubungan dengan Pertanian Presisi sudah penulis lakukan dan sudah di publikasikan pada beberapa jurnal Internasional.