

# Klasifikasi Rimpang Menggunakan *Convolution Neural Network*

Yuvan Feberian<sup>1</sup>, Desti Fitriati<sup>2</sup>

Program Studi Teknik Informatika<sup>1,2</sup>

Fakultas Teknik Universitas Pancasila<sup>1,2</sup>

yuvanfeberian@gmail.com<sup>1</sup>, Desti.fitriati@univpancasila.ac.id<sup>2</sup>

**Abstrak**— Rimpang dalam ilmu botani dapat didefinisikan sebagai tanaman yang tumbuh di bawah permukaan tanah seperti jahe, kencur, kunyit, lengkuas dan temulawak. Rimpang dapat digunakan sebagai pengobatan tradisional di Indonesia untuk mengobati beberapa penyakit seperti karminativa, diaforetika, stimulansia, kolagoga dan lain-lain. Peneliti membuat survei dalam bentuk kuisioner untuk mengetahui apakah orang dapat membedakan rimpang dengan responden sebanyak 56 orang dan hasil dari kuisioner tersebut menunjukkan bahwa 12 orang menjawab dengan benar, 16 orang menjawab ragu-ragu, 28 orang menjawab tidak benar. Peneliti membuat sebuah aplikasi untuk membantu orang-orang dalam kebingungan menyebutkan nama tanaman rimpang atau membedakan tanaman rimpang dengan menggunakan metode CNN. Keseluruhan jumlah data rimpang yang digunakan adalah 250 data dengan setiap kelas 50 data jahe, kencur, kunyit, lengkuas dan temulawak. Hasil menunjukkan akurasi sebesar 0.9 atau 90%.

**Kata Kunci**— Klasifikasi, Tanaman Rimpang, CNN

## I. INTRODUCTION

Perkembangan teknologi informasi saat ini terus menerus mengalami kemajuan dari tahun ke tahun yang mempengaruhi segala bidang dalam aspek kehidupan di masa sekarang khususnya pada masa pandemi virus corona (COVID-19) yang bersifat menular walaupun tidak terjadi kontak fisik. COVID-19 ini telah melanda beberapa negara yang menjadikan situasi memburuk pada sektor ekonomi dan industri serta berdampak juga pada penggunaan teknologi informasi dan komunikasi. Setiap negara membuat kebijakan pembatasan jarak sosial yang diajukan oleh pemerintahannya dan juga departemen kesehatan yang ditujukan kepada masyarakat serta menghasilkan sebuah kebijakan berupa penutupan sekolah, sektor usaha atau bisnis yang menjadikan masyarakat mengalami kebingungan terhadap perubahan yang belum pernah terjadi sebelumnya. Perubahan ini meliputi belajar secara daring dan bekerja dari rumah (*work from home*) yang merupakan salah satu bentuk pencegahan serta penanganan untuk terhindar dari COVID-19 ini[1].

Teknologi informasi dan komunikasi memegang peranan sangat penting saat ini, terutama dalam pemanfaatan sarana multimedia dan media internet yang dapat mengakses segala hal yang diinginkan atau dicari oleh pengguna internet. Pemanfaatan teknologi ini juga terdapat pada pengembangan pada bidang ilmu pengetahuan dan teknologi digital yang tentunya dapat diterapkan atau dijumpai diantaranya adalah teknologi kecerdasan buatan [2]. Kecerdasan buatan adalah

sebuah ilmu baru yang berkembang di pertengahan abad ke-20. Ilmu ini biasanya digunakan pada ilmu komputer yang meliputi informasi ilmu pengetahuan, bahasa, psikologi, filsafat, matematika dan ilmu lainnya, yang biasanya perlu memiliki pemahaman yang kuat. Kecerdasan buatan pada sistem komputer biasanya digunakan untuk menstimulasikan kegiatan cara berpikir manusia serta memiliki lingkungan penelitian yang luas dan juga telah diterapkan dalam banyak aspek karena, kategori ilmu yang sangat menantang. Penelitian dalam kecerdasan buatan ini, telah berkembang sehingga kecerdasan buatan dapat diterapkan untuk hal-hal lainnya dengan tujuan utama dari kecerdasan buatan adalah komputer mempunyai sebuah kemampuan untuk memperoleh dan mempelajari pengetahuan, kemampuan dalam pengetahuan proses, kemampuan memahami bahasa, kemampuan untuk menyimpulkan dan mencari secara otomatis dan kemampuan dalam banyak aspek lainnya [3][4][5][6].

Dalam penelitian secara objek, kecerdasan buatan dapat dibagi menjadi tiga hal yang berbeda. Pertama adalah kemampuan untuk menulis program komputer yang dapat dibaca dan diucapkan. Kedua adalah mengembangkan mesin yang memiliki sensorik sensitif, menstimulasikan pendengaran dan penglihatan manusia serta membedakan sesuatu yang berbeda secara otomatis. Ketiga adalah sistem ahli *research and development* (R&D) yang menggunakan komputer untuk suatu kebutuhan ahli [7].

*Machine learning* adalah pengenalan objek pada *computer vision* yang memiliki sebuah kemampuan untuk membuat keputusan tentang objek fisik nyata berdasarkan gambar yang didapat dari sensor, dan juga mencoba menirukan bagaimana proses manusia belajar dengan cara melakukan proses pelatihan serta pembelajaran terhadap data lalu, *machine learning* memiliki sebuah bagian didalamnya yaitu *deep learning*. *Deep learning* adalah sebuah pendekatan yang dapat diterapkan untuk penyelesaian masalah lebih kompleks dengan cara mempelajari metode komputasinya sendiri dan teknologi *deep learning* yang paling populer adalah untuk mengklasifikasikan suatu objek berupa citra dengan hasil berupa sebuah prediksi. Teknologi *deep learning* menggambarkan sebuah langkah yang kompleks menjadi lebih sederhana dan juga merupakan metode yang menggunakan data sebagai proses pembelajaran pada komputer dan memprosesnya sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan [8][9].

Adapun metode pendekatan lainnya untuk klasifikasikan objek berupa citra yaitu *convolution neural network* (CNN). CNN termasuk kedalam jenis *deep learning* yang merupakan

operasi konvolusi dari beberapa lapisan pemrosesan yang menggunakan elemen secara paralel dan terinspirasi oleh sistem saraf biologis (Hu *et al.*, 2015). CNN memiliki kelebihan dapat digunakan pada citra 2 dimensi dan lapisan khusus berupa lapisan konvolusi dapat menghasilkan sebuah pola dari beberapa bagian citra yang nantinya akan memudahkan dalam proses klasifikasi [10].

Rimpang dalam ilmu botani adalah modifikasi batang tumbuhan yang tumbuhnya menjalar di bawah permukaan tanah dan dapat menghasilkan tunas dan akar baru dari ruas-ruasnya. Rimpang menyimpan minyak atsiri dan alkaloid dalam jumlah banyak lalu dapat berkhasiat sebagai pengobatan dan rimpang yang membesar menjadi penyimpanan cadangan makanan biasanya dalam bentuk pati disebut umbi batang. Tumbuhan-tumbuhan rimpang di Indonesia dikenal sebagai salah satu sumber bahan pengobatan tradisional dalam mengatasi sakit perut, kembung, mulas, diare, kehilangan nafsu makan dan gangguan pencernaan lainnya. Tumbuhan rimpang yang bermanfaat seperti Temu Giring, Kunyit, Temu Ireng, Temulawak, Jahe Gajah, Jahe Merah, Jahe Emprit, Lempuyang, Bangle, Lengkuas dan Kencur mengandung senyawa berupa golongan flavanoid, fenolik, terpenoid dan minyak atsiri yang menghasilkan senyawa metabolit sekunder. Senyawa tersebut dapat menghambat pertumbuhan dan membunuh patogen pada manusia. Pada senyawa fenolik juga diketahui bersifat antivirus secara *in vitro* (dalam gelas) yang artinya prosedur medis, tes dan eksperimen yang dilakukan oleh para peneliti diluar organisme hidup seperti tabung reaksi atau cawan petri dan juga bersifat antikanker lambung secara *in vitro* serta penelitian klinis lainnya menyatakan komponen fenolik lainnya seperti kurkumin, zingerol dan flavanoid (kaempferol) berpotensi menghambat virus Sars CoV-2 penyebab Covid-19 dan senyawa kurkumin dan flavanoid bersifat meningkatkan imunitas atau memperbaiki sistem kekebalan tubuh. Manfaat dari tumbuhan rimpang yang beragam karena kandungan senyawa aktifnya, baik sebagai antijamur, antibakteri, antivirus dan meningkatkan imunitas serta tumbuhan rimpang dianggap sebagai alternatif pengobatan modern yang berbasis pengobatan tradisional [11].

Demikian dapat disimpulkan bahwa dengan adanya sebuah teknologi citra digital pada kehidupan manusia dapat dimanfaatkan sebagai mengklasifikasikan sebuah objek berupa citra menggunakan sebuah komputer dan menjadikan pekerjaan yang dilakukan oleh manusia menjadi lebih mudah serta dapat membedakan sebuah objek berupa citra yang terlihat mirip. Dari dasar inilah yang bisa diambil bahwa teknologi tersebut dapat digunakan untuk klasifikasi sebuah tumbuhan pada bagian rimpang.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Hikmatulloh *et al.*, 2017) di sekolah menengah kejuruan (SMK) 9 Bandung 47% siswa/i tidak dapat mengenali bumbu dan rempah yang telah diberikan pada saat pengolahan makanan Indonesia [12]. Peneliti juga melakukan sebuah survei dalam bentuk kuisioner yang dibuat menggunakan aplikasi *surveyheart* dengan jumlah pertanyaan sebanyak 9 (sembilan) buah dan setelah dilakukan pengujian dalam bentuk uji validitas dan uji realibilitas menunjukkan bahwa 1 (satu) pertanyaan tidak masuk kedalam kriteria validitas atau menyatakan tidak valid yaitu pada pertanyaan ke-3 berbunyi "Apakah kalian mengetahui tumbuhan yang termasuk kedalam kategori rempah seperti jahe, kunyit, temulawak, lengkuas dan kencur?", dan

pertanyaan tersebut oleh peneliti tidak dianggap atau dihilangkan serta kuisioner tersebut disebarkan menghasilkan sebanyak 56 (lima puluh enam) responden memiliki kriteria perempuan sebanyak 59% (33 orang) dan laki-laki sebanyak 41% (23 orang). Dari keseluruhan pertanyaan yang diajukan peneliti kepada responden yaitu pada pertanyaan ke-4 berbunyi "apakah kalian dapat membedakan jahe, kunyit, temulawak, lengkuas dan kencur?", jawaban dari para responden menghasilkan ragu-ragu sebanyak 55% (31 orang), iya 43% (24 orang), tidak 2% (1 orang). Dan setelah melakukan pemeriksaan kembali pada jawaban yang dilakukan oleh responden, peneliti menemukan bahwa yang menjawab "ragu-ragu" setidaknya 16 (enam belas) orang diantaranya dari keseluruhan 31 (tiga puluh satu) orang melakukan jawaban yang benar dalam menentukan jawaban yang diberikan oleh peneliti berupa gambar kencur, kunyit, jahe, lengkuas dan temulawak tetapi responden tersebut memilih jawaban ragu-ragu sebaliknya peneliti juga menemukan bahwa para responden menjawab "iya" setidaknya hanya 12 (dua belas) orang dari total 24 (dua puluh empat) orang menjawab dengan benar.

Hasil survei yang telah diperoleh dari 56 (lima puluh enam) orang responden tersebut yang dilakukan oleh peneliti mendapatkan sebuah hasil yang sangat disayangkan karena masih banyak masyarakat belum bisa membedakan tumbuhan rimpang dan bingung dalam menentukan nama dari tumbuhan rimpang tersebut padahal dalam penemuan yang sudah dijelaskan di atas tumbuhan rimpang dapat dimanfaatkan dalam pengobatan tradisional dan berpotensi menghambat virus penyebab Covid-19. Oleh karena itu, peneliti merancang sebuah aplikasi klasifikasi rimpang yang bertujuan untuk membantu masyarakat dalam membedakan tumbuhan rimpang menggunakan metode CNN.

## II. DASAR TEORI

### A. Klasifikasi Tumbuhan

Klasifikasi tumbuhan memiliki tujuan untuk mengelompokkan makhluk hidup berdasarkan persamaan dan ciri-ciri yang dimiliki, mendeskripsikan ciri-ciri suatu jenis makhluk hidup untuk membedakan dengan jenis yang lain, mengetahui hubungan antara makhluk hidup, memberi nama makhluk hidup yang belum diketahui, mengetahui tingkat evolusi makhluk hidup atas dasar keluarga [13].

### B. Citra Digital

Citra digital adalah suatu matriks dimana indeks baris dan kolom menyatakan suatu titik pada citra tersebut dan elemen matriksnya menyatakan tingkat keabuan pada titik tersebut. Pada penelitian ini digunakan citra berwarna yang tersusun dari 3 (tiga) buah warna yaitu Merah, Hijau dan Biru [14].

### C. Rimpang

Rimpang adalah sebuah ilmu botani yang diartikan sebagai modifikasi batang tumbuhan yang tumbuhnya menjalar dibawah permukaan tanah dan dapat menghasilkan tunas dan akar baru dari ruas-ruasnya. Rimpang menyimpan minyak atsiri dan alkaloid dalam jumlah banyak lalu dapat berkhasiat sebagai pengobatan dan rimpang yang membesar menjadi penyimpanan cadangan makanan. Tumbuhan-tumbuhan rimpang di Indonesia dikenal sebagai salah satu sumber bahan pengobatan tradisional dalam mengatasi sakit

perut, kembung, mulas, diare, kehilangan nafsu makan dan gangguan pencernaan lainnya [15].

D. Kecerdasan Buatan

Kecerdasan buatan dapat dibagi menjadi tiga hal yang berbeda. Pertama adalah kemampuan untuk menulis program komputer yang dapat dibaca dan diucapkan. Kedua adalah mengembangkan mesin yang memiliki sensorik sensitif, menstimulasikan pendengaran dan penglihatan manusia serta membedakan sesuatu yang berbeda secara otomatis. Ketiga adalah sistem ahli *research and development* (R&D) yang menggunakan komputer untuk suatu kebutuhan ahli [7].

E. Pembelajaran Mesin

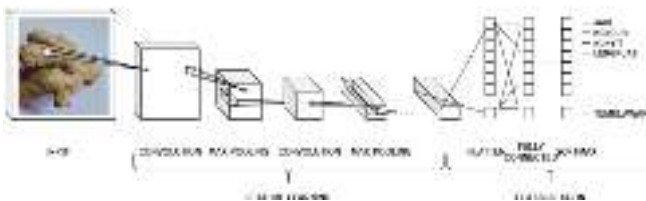
Pembelajaran mesin adalah sebuah sub ilmu dari bidang kecerdasan buatan yang telah banyak diteliti dan digunakan untuk memecahkan berbagai masalah. Pada pemecahan masalah itu sendiri di sesuaikan dengan algoritmanya dan dibagi menjadi tiga kategori yaitu *supervised learning*, *unsupervised learning* dan *reinforcement learning* [16].

F. Deep Learning

*Deep learning* adalah seperangkat algoritma dalam pembelajaran mesin yang menggunakan proses informasi yang dimodelkan pada struktur dan tindakan jaringan saraf biologis pada otak manusia serta memecahkan masalah kompleks yang tidak jelas yang digambarkan oleh model matematika seperti pengenalan pola dan klasifikasi [17].

G. Convolution Neural Network

*Convolution neural network* (CNN) adalah salah satu metode deep learning yang dapat digunakan untuk mendeteksi dan mengenali sebuah objek pada sebuah citra digital serta memiliki neuron-neuron yang tersusun secara tiga dimensi yang memiliki panjang, lebar dan tinggi [18].



Gambar 1. Arsitektur CNN

III. METODE PENELITIAN

A. Analisis Permasalahan

Dalam studi kasus ini, peneliti menggunakan metode pengumpulan data berupa kuisisioner dan mendapatkan responden sebanyak 56 (lima puluh enam) orang diantaranya 33 (tiga puluh tiga) perempuan dan 23 (dua puluh tiga) laki-laki, dari pertanyaan keseluruhan yang diajukan kepada responden dapat disimpulkan memiliki keraguan atau tidak yakin dalam hal membedakan tanaman rimpang seperti jahe, kencur, kunyit, lengkuas dan temulawak. Adapun juga responden yang menjawab dengan yakin dapat membedakan tanaman tersebut tetapi setelah dilakukan pemeriksaan kembali atas jawaban yang diberikan responden tersebut ternyata tidak benar atau tidak sesuai dengan hasil yang ditentukan oleh peneliti. Oleh karena itu, peneliti membuat sebuah sistem yang dapat membantu dalam membedakan tanaman rimpang tersebut.

B. Data

Data yang digunakan untuk penelitian ini adalah data primer yang diperoleh langsung menggunakan kamera telepon pintar.

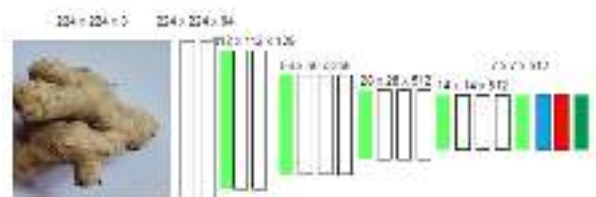
Lima puluh data gambar untuk setiap kelas jahe, kencur, kunyit, lengkuas dan temulawak. Proses pengambilan foto menggunakan kertas putih ukuran A4. Tidak menggunakan cahaya tambahan seperti lampu.

C. Skenario Convolution Neural Network VGG-16

Layer (Shape)	Output Shape	Kernel
block1_conv1 (Conv2D)	(None, 224, 224, 32)	3x3
block1_conv2 (Conv2D)	(None, 224, 224, 32)	3x3
block1_pool1 (MaxPooling2D)	(None, 112, 112, 32)	2x2
block2_conv1 (Conv2D)	(None, 112, 112, 64)	3x3
block2_conv2 (Conv2D)	(None, 112, 112, 64)	3x3
block2_pool1 (MaxPooling2D)	(None, 56, 56, 64)	2x2
block3_conv1 (Conv2D)	(None, 56, 56, 128)	3x3
block3_conv2 (Conv2D)	(None, 56, 56, 128)	3x3
block3_pool1 (MaxPooling2D)	(None, 28, 28, 128)	2x2
block4_conv1 (Conv2D)	(None, 28, 28, 256)	3x3
block4_conv2 (Conv2D)	(None, 28, 28, 256)	3x3
block4_pool1 (MaxPooling2D)	(None, 14, 14, 256)	2x2
block5_conv1 (Conv2D)	(None, 14, 14, 512)	3x3
block5_conv2 (Conv2D)	(None, 14, 14, 512)	3x3
block5_pool1 (MaxPooling2D)	(None, 7, 7, 512)	2x2
flatten (Flatten)	(None, 25088)	-
fc1 (Dense)	(None, 4096)	-
fc2 (Dense)	(None, 4096)	-
dense (Dense)	(None, 4)	-

Total params: 134,264,000  
 Trainable params: 134,152,000  
 Non-trainable params: 112,000,000

Gambar 2. Arsitektur CNN VGG-16



Gambar 3. Arsitektur CNN VGG-16

- Langkah 1: ubah ukuran gambar menjadi 224 x 224 x 3.
- Langkah 2: konvolusi gambar  
 $Output\ shape: (224+(2*1)-(3-1)) = 224, 224, 64$   
 $Param: ((3*3*3)+1)*64 = 1792$
- Langkah 3: konvolusi gambar  
 $Output\ shape: (224+(2*1)-(3-1)) = 224, 224, 64$   
 $Param: ((3*3*64)+1)*64 = 36928$
- Langkah 4: max-pooling menjadi 112 x 112 x 64

- Langkah 5: konvolusi gambar  
*Output shape:*  $(112+(2*1)-(3-1)) = 112, 112, 128$   
Param:  $((3*3*64)+1)*128 = 73856$
- Langkah 6: konvolusi gambar  
*Output shape:*  $(112+(2*1)-(3-1)) = 112, 112, 128$   
Param:  $((3*3*128)+1)*128 = 147584$
- Langkah 7: max-pooling menjadi 56 x 56 x 128
- Langkah 8: konvolusi gambar  
*Output shape:*  $(56+(2*1)-(3-1)) = 56, 56, 256$   
Param:  $((3*3*128)+1)*256 = 295168$
- Langkah 9: konvolusi gambar  
*Output shape:*  $(56+(2*1)-(3-1)) = 56, 56, 256$   
Param:  $((3*3*256)+1)*256 = 590080$
- Langkah 10: konvolusi gambar  
*Output shape:*  $(56+(2*1)-(3-1)) = 56, 56, 256$   
Param:  $((3*3*256)+1)*256 = 590080$
- Langkah 11: max-pooling menjadi 28 x 28 x 512
- Langkah 12: konvolusi gambar  
*Output shape:*  $(28+(2*1)-(3-1)) = 28, 28, 512$   
Param:  $((3*3*256)+1)*152 = 1180160$
- Langkah 13: konvolusi gambar  
*Output shape:*  $(28+(2*1)-(3-1)) = 28, 28, 512$   
Param:  $((3*3*512)+1)*152 = 2359808$
- Langkah 14: konvolusi gambar  
*Output shape:*  $(28+(2*1)-(3-1)) = 28, 28, 512$   
Param:  $((3*3*512)+1)*152 = 2359808$
- Langkah 15: max-pooling menjadi 14 x 14 x 512
- Langkah 16: konvolusi gambar  
*Output shape:*  $(14+(2*1)-(3-1)) = 14, 14, 512$   
Param:  $((3*3*512)+1)*152 = 2359808$
- Langkah 17: konvolusi gambar  
*Output shape:*  $(14+(2*1)-(3-1)) = 14, 14, 512$   
Param:  $((3*3*512)+1)*152 = 2359808$
- Langkah 18: konvolusi gambar  
*Output shape:*  $(14+(2*1)-(3-1)) = 14, 14, 512$   
Param:  $((3*3*512)+1)*152 = 2359808$
- Langkah 19: max-pooling menjadi 7 x 17 x 512
- Langkah 20: flatten  
*Output shape:*  $7*7*512 = 25088$
- Langkah 21: dense  
Param:  $(25088*4096)+4096 = 102764544$

- Langkah 22: dense  
Param:  $(4096*4096)+4096 = 16781312$
- Langkah 23: dense  
Param:  $(4096*5)+4096 = 20485$

Catatan:

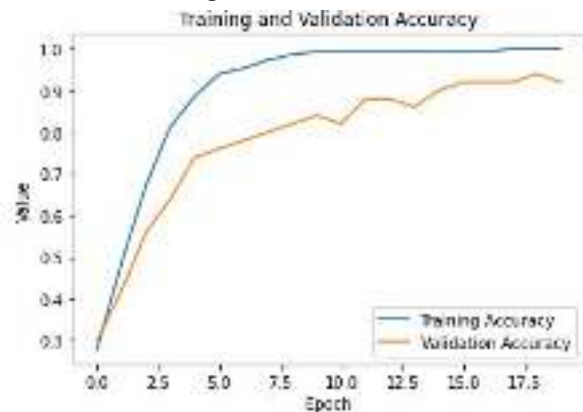
- a) Konvolusi gambar adalah teknik perbaikan citra
- b) *Max pooling* mempercepat komputasi
- c) *Flatten* mengubah matriks ke array
- d) *Dense* menghubungkan satu lapisan ke lapisan lainnya
- e) 3 adalah warna merah, hijau dan biru
- f) 2 adalah *stride*
- g) 1 adalah *padding*
- h) 3\*3 adalah *filter*
- i) 5 adalah kelas dari tanaman rimpang yang digunakan

#### D. Teknik Evaluasi

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{prediksi benar}}{\text{jumlah keseluruhan data}} \times 100\% \quad (1)$$

## IV. HASIL

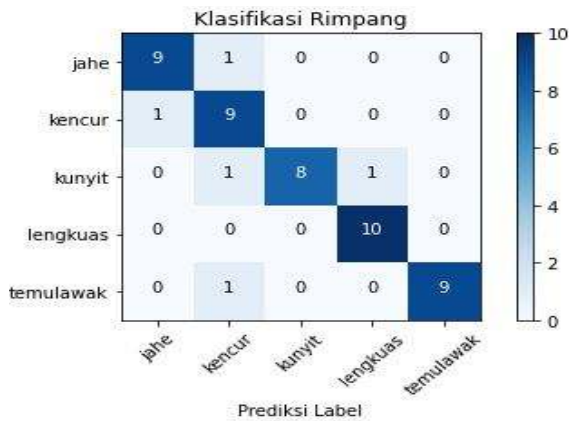
### A. Akurasi *Training and Validation*



Gambar 4. Training and Validation Akurasi

*Training* menggunakan 150 data gambar untuk 5 kelas jahe, kencur, kunyit, lengkuas dan temulawak. *Validation* menggunakan 50 data gambar untuk 5 kelas. *Training* dan *Validation* menggunakan 20 *epoch* dan tingkat belajar 0.0001.

B. Akurasi Testing



Gambar 5. Akurasi Testing

Testing menggunakan 50 gambar dan hasil menunjukkan:

$$Akurasi = \frac{9+9+8+10+9}{50} = 0.9 \quad (2)$$

9 adalah prediksi benar dari jahe, 9 adalah prediksi benar dari kencur, 8 adalah prediksi benar dari kunyit, 10 adalah prediksi benar dari lengkuas dan 9 adalah prediksi benar dari temulawak.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan penjelasan yang telah dijelaskan, ternyata masih banyak orang yang tidak tahu atau tidak bisa membedakan tanaman rimpang tentunya sangat disayangkan karena begitu banyak manfaat dari tanaman rimpang untuk kesehatan. Penelitian ini menggunakan CNN VGG-16 untuk klasifikasi rimpang dengan data 50 gambar untuk setiap kelas jahe, kencur, kunyit, lengkuas dan temulawak dengan proses pengambilan foto menggunakan kertas putih ukuran A4 dan tidak menggunakan cahaya tambahan seperti lampu. Hasil dalam penelitian klasifikasi rimpang jahe, kencur, kunyit, lengkuas dan temulawak menunjukkan akurasi 0.9.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Jessica Li, Rajashi Ghosh & Stefanos Nachmias (2020) In a time of COVID-19 pandemic, stay healthy, connected, productive, and learning: words from the editorial team of HRDI, Human Resource Development International, 23:3, 199-207, DOI: 10.1080/13678868.2020.1752493

[2] M. Kristiawan, "A Model of Educational Character in High School Al-Istiqamah Simpang Empat, West Pasaman, West Sumatera", 16-May-2020. [Online]. Available: osf.io/2q3we.

[3] Johnson L, Adams Becker S, Cummins M, et al. NMC Horizon Report 2016 Higher Education Edition [R]. Texas: The NewMedia Consortium, 2016.

[4] Thomas H. Learning Spaces, Learning Environments and Displacement of Learning [J]. British Journal of Educational Technology, 2010, 41 (3): 502-511.

[5] Youmei Wang. Cultivating Makers: Educational Ecosystem in the View of New Industrial Revolution [J]. Open Education Research, 2015, (5): 40, 49-56.

[6] Xinmin Sang, Yangbin Xie. Improving the Quality of University Teaching in Learning Innovation: The Key to Apply Information Technology in Higher Education [J]. Journal of Higher Education, 2012 (5): 64-69.

[7] H. Zhao, G. Li and W. Feng, "Research on Application of Artificial Intelligence in Medical Education," 2018 International Conference on Engineering Simulation and Intelligent Control (ESAIC), 2018, pp. 340-342, doi: 10.1109/ESAIC.2018.00085.

[8] A. A. Hania, "Mengenal artificial intelligence, machine learning, neural network, dan deep learning," Jurnal Teknologi Indonesia, 2017.

[9] L. Deng dan D. Yu, "Deep learning: methods and applications," Foundations and Trends in Signal Processing, vol. 7, no. 3 – 4, hal. 197 – 387, 2013

[10] Hu, F., Xia, G. S., Hu, J., & Zhang, L. 2015. Transferring Deep Convolutional Neural Network for Scene Classification of High-Resolution Image Sensing Imagery. Remote Sens : Hal. 14680-14707

[11] F. Ahmad, "Apa itu rimpang," Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Juni 25, 2020. [Online]. Available: <https://lipipress.lipi.go.id/detailpost/bertanya-sains-apa-itu-tumbuhan-rimpang>. [Accessed April 31, 2021].

[12] Hikmatulloh, E., Lasmanawati, E., & Setiawati, T. 2017. Manfaat Pengetahuan Bumbu dan Rempah Pada Pengolahan Makanan Indonesia Siswa SMKN 9 Bandung. Media Pendidikan, Gizi dan Kuliner Vol. 6, No. 1 : Hal. 42-50

[13] Artanti, "Sistem Klasifikasi, " Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jendral Pendidikan Anak Usia Dini, Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah Direktorat Sekolah Menengah Atas, Cibinong, 2020, pp. 9.

[14] Fikriya, Zulfa A., et al. "Implementasi Extreme Learning Machine Untuk Pengenalan Objek Citra Digital." Jurnal Sains dan Seni ITS, vol. 6, no. 1, 2017, pp. 12-17, doi:10.12962/j23373520.v6i1.21754.

[15] F. Ahmad, "Apa itu rimpang," Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Juni 25, 2020. [Online]. Tersedia: <https://lipipress.lipi.go.id/detailpost/bertanya-sains-apa-itu-tumbuhan-rimpang>. [Diakses April 31, 2021].

[16] Židek, K., Pitel', J., & Hošovsk'y, A. (2017). Machine learning algorithms implementation into embedded systems with web application user interface. 2017 IEEE 21st International Conference on Intelligent Engineering Systems (INES), 77–82.

[17] Lu, Y. (2017). Deep neural networks and fraud detection. U.U.D.M. Project Report 2017:38

[18] Akbar, M., Sardjono, M., Cahyanti, M. and Swedia, E. (2020) "PERANCANGAN APLIKASI MOBILE UNTUK KLASIFIKASI SAYURAN MENGGUNAKAN DEEP LEARNING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK", *Sebatik*, 24(2), pp. 300-306. Available at: <https://jurnal.wicida.ac.id/index.php/sebatik/article/view/1134> (Accessed: 15August2021).