

Kajian *Algoritme Mask Region-Based Convolutional Neural Network (Mask R-CNN)* dan *You Look Only Once (YOLO)* Untuk Deteksi Penyakit Kulit Akibat Infeksi Jamur

Setia Wulan Dari¹, Joko Triloka²

^{1,2}Institut Informatika dan Bisnis Darmajaya Lampung

¹ setiawulan.2121211001@mail.darmajaya.ac.id

² joko.triloka@darmajaya.ac.id

Abstract

There are a lot of people who have been concerned about their skin health, even though they might be cautious and have to spend a lot of money for medical skin. One of the skin disease that might experience by people is fungal infections. This can cause a decrease of self-confidence level of the people. A professional specialist who expert in skin diseases i.e. a doctor is needed for individuals who are concerned with skin health problems. One of the modern technologies that can help doctors to detect skin diseases is deep learning. Deep learning can be used to detect at an early stage of diagnosis without taking a lot of time. R-CNN and YOLO masks are deep learning algorithms that can be used for pattern recognition of skin disease. This study aims to explore the algorithm for skin diseases due to fungal infections using Mask R-CNN and YOLO. Each algorithm have several stage that must be processing separately. The result of the research is an evaluation of the best algorithm to identify skin diseases caused by fungal infections.

Keywords: *Deep learning; Skin Diseases Due to Fungal Infections; Mask R-CNN; YOLO*

Abstrak

Ada banyak orang yang peduli dengan kesehatan kulit mereka, meskipun mereka mungkin berhati-hati dan harus menghabiskan banyak uang untuk perawatan kulit. Salah satu penyakit kulit yang mungkin dialami oleh masyarakat adalah infeksi jamur. Hal ini dapat menyebabkan turunnya tingkat kepercayaan diri masyarakat. Seorang spesialis profesional yang ahli di bidang penyakit kulit yaitu dokter dibutuhkan bagi individu yang peduli dengan masalah kesehatan kulit. Salah satu teknologi modern yang dapat membantu dokter untuk mendeteksi penyakit kulit adalah *deep learning*. Pembelajaran mendalam dapat digunakan untuk mendeteksi pada tahap awal diagnosis tanpa memakan banyak waktu. *Mask R-CNN* dan *YOLO* adalah *algoritme deep learning* yang dapat digunakan untuk pengenalan pola penyakit kulit. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi algoritma penyakit kulit akibat infeksi jamur menggunakan *Mask R-CNN* dan *YOLO*. Setiap *algoritme* memiliki beberapa tahapan yang harus diproses secara terpisah. Hasil penelitian berupa evaluasi *algoritme* terbaik untuk mengidentifikasi penyakit kulit akibat infeksi jamur.

Kata Kunci: *Deep learning; Penyakit kulit akibat infeksi jamur; Mask R-CNN; YOLO*

1. PENDAHULUAN

Kulit menutupi seluruh permukaan tubuh manusia dan merupakan organ terbesar dalam tubuh yang merupakan komponen yang paling dekat dengan bagian luar tubuh. Berbagai penyakit, mulai dari yang ringan yang gatal hingga yang lebih serius yang bisa berakibat fatal dalam menyerang kulit. Kesehatan kulit manusia sangat penting, namun banyak orang yang mengabaikannya karena kondisi ini sering diremehkan. Penyakit kulit sebagian besar disebabkan oleh infeksi bakteri, jamur, virus, serta alergi. Beberapa faktor dapat mempengaruhi kulit secara langsung atau tidak langsung dan menyebabkan penyakit yang dapat diobati dengan obat tertentu dan lainnya memerlukan konsultasi seorang spesialis profesional penyakit kulit.

Seorang spesialis profesional yang berspesialisasi dalam penyakit kulit diperlukan untuk individu yang peduli dengan masalah kesehatan kulit. Namun, karena malu untuk jujur dan biaya berobat yang tinggi, individu dengan penyakit ini lebih cenderung diam dan berakibatkan menurunnya tingkat kepercayaan diri. Individu tersebut berhenti masuk ke dalam masyarakat dan berinteraksi dengan individu lain karena terlihat berbeda dari individu lain. Pola pikir dan psikologi individu seperti itu membuat depresi. Jadi, sangat penting bagi seorang spesialis profesional untuk melakukan deteksi dini dan pencegahan penyakit kulit karena penyakit kulit dapat dengan mudah terjangkit.

Dalam masyarakat saat ini, hampir semua sektor, baik medis atau lainnya, mengandalkan sistem komputerisasi untuk menggantikan teknologi konvensional dengan teknologi otomatis. Dengan begitu banyak peneliti saat ini, khususnya di bidang ilmu kedokteran, mencari jawaban yang dapat membantu dokter dalam mengenali penyakit tertentu pada tahap awal diagnosis tanpa menghabiskan terlalu banyak waktu (Roy et al., 2019). Saat inilah Pengolahan citra digital sangat dibutuhkan. Pengolahan citra digital adalah memproses gambar digital menggunakan *algoritme* komputer untuk mendapatkan gambar yang disempurnakan dengan mengekstraksi beberapa informasi yang berguna. *Algoritme* deteksi objek sering kali menggunakan pembelajaran mesin atau pembelajaran mendalam untuk secara otomatis membuat temuan yang relevan. Demikian pula pengolahan citra digital dalam ranah ilmu kedokteran untuk mengotomatisasi beberapa (Anthal et al., 2018).

Beberapa penelitian telah dilakukan dengan menerapkan *algoritme* deteksi objek yang sangat populer yakni banyak digunakan *algoritme Mask Regional Based Convolutional Neural Network (Mask R-CNN)* dan *You Look Only Once (YOLO)*. Salah satu penelitian yang menggunakan *algoritme Mask R-CNN* untuk mendeteksi kanker payudara mendapatkan kinerja akurasi 91% dan presisi 84% (Bhatti et al., 2020). Ada pula penelitian sebelumnya yang implementasi *Mask R-CNN* digunakan untuk menemukan, mendeteksi, dan mengklasifikasikan objek di gambar / video yang diambil oleh drone Ryze Tello mendapatkan akurasi rata-rata sebesar 95,6% (Subash et al., 2020). Penelitian yang menggunakan *Mask R-CNN* untuk secara otomatis mendeteksi dan mengenali bentuk target magnetik kecil di lapisan bawah tanah yang dangkal. Hasil deteksi dari 100 gambar yang terdeteksi menunjukkan bahwa akurasi deteksi rata-rata adalah 97%, tingkat *recall* adalah 94%, dan rata-rata deteksi kecepatan satu gambar pada GPU adalah 0,35s (Zhou et al., 2020). Beberapa penelitian yang menerapkan *algoritme YOLOv3* dalam bidang kedokteran, salah satunya mendeteksi sel darah putih menggunakan *YOLOv3* setelah putaran ke 500 mendapatkan tingkat akurasi sekitar 92% (Fang et al., 2019). Ada penelitian di bukan bidang kedokteran yang deteksi target untaian pisang dan batang buah berdasarkan *deep learning YOLOv3* mendapatkan akurasi pendeteksian target batang pisang 88,45% dan untaian pisang masing-masing 97,96% (Zhang et al., 2021).

Berdasarkan hasil dari beberapa penelitian sebelumnya, penelitian ini akan menerapkan *algoritme* deteksi objek yaitu *algoritme Mask Region Based Convolutional Neural Network (Mask R-CNN)* dan *You Look Only Once (YOLO)* untuk deteksi penyakit kulit akibat infeksi jamur. Kedua *algoritme* ini dipilih karena merupakan *algoritme* yang sering digunakan dan dari penelitian sebelumnya mendapatkan hasil akurasi tinggi. Hasil perbandingan antara kedua *algoritme* ini akan digunakan untuk mengevaluasi *algoritme* mana yang memberikan akurasi tertinggi untuk mengidentifikasi penyakit kulit akibat infeksi jamur.

2. KERANGKA TEORI

2.1. Penyakit kulit akibat infeksi jamur

Penyakit kulit akibat infeksi jamur sebagai berikut.

1. Dermatomikosis

Dermatofit merupakan istilah yang didapat karena kemampuan melakukan perlekatan dan invasi jaringan keratin hewan dan manusia serta memanfaatkan produk degradasi keratin sebagai sumber nutrisinya. *Dermatofit* berasal dari kata Yunani yang berarti *skin plant* (Murlistyarini et al., 2018). *Dermatofit* mencakup famili *arthrodermataceae* yang terdiri atas 40 spesies dan terbagi dalam 3 genus yaitu *Epidermophyton*, *Microsporum* dan *Trichophyton* (Murlistyarini et al., 2018)

2. Kandidiasis Mukokutan

Kandidiasis adalah penyakit kulit akut atau subakut yang disebabkan oleh jamur (*Candida Albicans*) dan dapat mengenai mulut, vagina, kulit, kuku, bronki atau paru - paru, kadang - kadang dapat menyebabkan septikemi, *endokarditis*, atau *meningitis* (Murlistyarini et al., 2018).

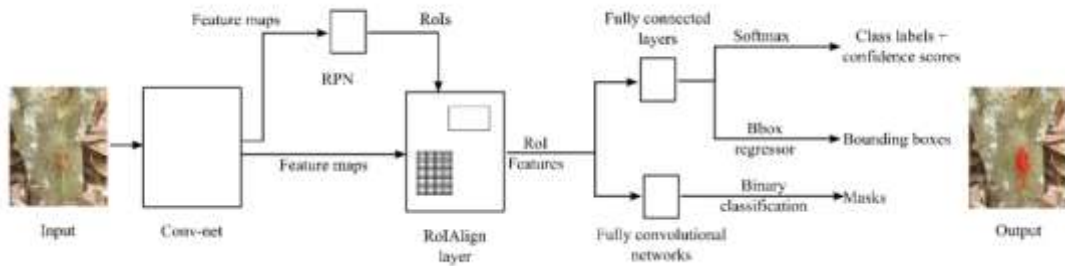
Berdasarkan distribusi di tubuh, *kandidiasis* dikelompokkan menjadi *kandidiasis selaput lendir (kandidosis oral / thrush, perleche, vulvovaginitis, balanitis atau balanopostitis, kandidosis bronkopulmonar dan paru), kandidosis kutis (lokalisata, generalisata, paronikia dan onikomikosis, kandidiasis kutis granulomatososa), kandidosis sistemik (endokarditis, meningitis, pielonefritis, septikemia), reaksi id (kandidid)* (Murlistyarini et al., 2018).

3. Pitiriasis Versicolor

Pitiriasis versikolor merupakan penyakit jamur superfisial ringan yang disebabkan oleh jamur lipofilik genus *Malassezia*, terutama *M. furfur*, *M. sympodialis* dan *M. globose* (Murlistyarini et al., 2018).

2.2. Mask R-CNN

Mask R-CNN adalah *algoritme deep learning* yang diperkenalkan oleh tim *Facebook AI Research (FAIR)* pada tahun 2017. *Algoritme* ini dapat melakukan deteksi objek pada gambar yang sekaligus menghasilkan *mask segmentation* untuk setiap *instance* atau biasa disebut dengan *instance segmentation* (He et al., 2020). Berikut gambar 1 *arsitektur Mask R-CNN* sebagai berikut.

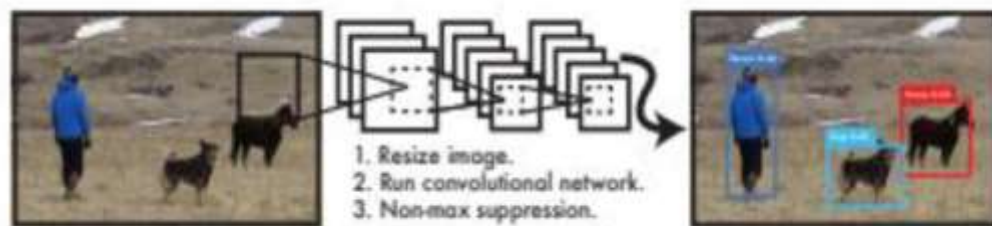


Gambar 1. Arsitektur Mask R-CNN

Berdasarkan gambar 1 dapat dilihat bahwa *instance segmentation* mirip dengan *object detection* di mana masing-masing objek dideteksi satu per satu namun kemudian dikombinasikan dengan *semantic segmentation* sehingga setiap objek dapat diketahui kelas, lokasi serta dapat dibedakan pikselnya. Dalam melakukan deteksi, *Mask R-CNN* dapat dibagi menjadi tiga bagian, yaitu: *feature extraction network*, *region-proposal network*, dan *instance detection and segmentation networks* (Shi et al., 2019). Pada proses *Region Proposal Network* (RPN) akan dihasilkan *Region of Interest* (RoI) yang selanjutnya menjadi input pada tahap *instance detection and segmentation networks*. Pada proses *training Mask R-CNN* terdapat beberapa parameter yang diatur antara lain *epoch* atau banyaknya siklus *training*, *steps per epoch* atau banyaknya iterasi per *epoch*, *validation step* atau banyaknya validasi yang dilakukan di akhir setiap *epoch* (semakin banyak validasi yang dilakukan dapat meningkatkan akurasi tetapi dapat memperlambat proses *training*), *backbone arsitektur* jaringan, jumlah kelas, dimensi *maximum* dan *minimum* citra (untuk proses *resize* dan *padding*), RPN NMS *threshold* dan *mean pixel* dari dataset *training*.

2.3. YOLO

You only look once (YOLO) merupakan *algoritme* yang dikembangkan untuk mendeteksi objek secara cepat, akurat, dan mampu mengenali berbagai macam objek (Redmon et al., 2016). YOLO mendeteksi objek untuk mengatasi masalah regresi tunggal, langsung melalui pixel gambar ke koordinat kotak pembatas dan probabilitas kelas. Sehingga, hanya perlu melihat satu kali pada sebuah gambar untuk memprediksi objek apa yang ada dan dimana mereka berada. Cara kerja YOLO sangat sederhana. *Single convolutional network* secara bersamaan memprediksi beberapa kotak pembatas dan probabilitas setiap kelas pada kotak pembatas. Yolo berlatih pada gambar dan mengoptimalkan kinerja pendeteksian. Berikut gambar 2 *arsitektur* YOLO sebagai berikut.



Gambar 2. Arsitektur YOLO

Pada gambar 2 menjelaskan bahwa sistem mengubah ukuran input gambar menjadi 448 x 448, lalu menjalankan *single convolutional network* pada gambar dan membatasi deteksi yang dihasilkan oleh nilai *confidence*. YOLO menyatukan komponen deteksi objek yang terpisah ke dalam satu jaringan saraf. Jaringan tersebut menggunakan fitur dari seluruh gambar untuk memprediksi setiap kotak pembatas. Desain YOLO memungkinkan pelatihan *end-to-end* dan kecepatan waktu secara nyata sambil mempertahankan presisi rata-rata yang tinggi. YOLO membagi gambar masukan menjadi $S \times S$ *grid*. Jika pusat suatu objek saling menimpa dengan sel *grid*, maka sel *grid* tersebut akan mendeteksi objek tersebut. Setiap sel *grid* memprediksi *bounding box* B dan skor *confidence* pada setiap kotak berdasarkan kelasnya. Skor *confidence* mencerminkan seberapa akurat kotak yang berisi objek yang dideteksi tersebut saat diprediksi. Secara formal skor *confidence* didefinisikan pada persamaan 1 sebagai berikut.

$$\text{Pr}(\text{Object}) * \text{IOU}_{\text{pred}}^{\text{truth}} \quad (1)$$

2.4. Confusion Matrix

Salah satu teknik paling populer untuk mengukur kualitas keputusan dalam pembelajaran mesin adalah *Confusion matrix*. *Confusion matrix* memvisualisasikan nilai tingkat kebingungan dari *algoritme* pada setiap kelas yang berbeda dan tidak tergantung pada *algoritme* klasifikasi. *Confusion matrix* digunakan untuk menghitung akurasi dari konsep data mining. Tingkat akurasi, presisi, dan *recall* dihasilkan oleh evaluasi menggunakan *confusion matrix*. Nilai akurasi adalah *persentase* ketepatan *record* data yang diklasifikasikan secara benar setelah dilakukan pengujian pada hasil klasifikasi. *Persentase* situasi positif yang benar-benar memberikan temuan positif sejati pada data aktual dikenal sebagai presisi atau *confidence*. *Persentase* kejadian positif nyata yang secara akurat diantisipasi sebagai positif dikenal sebagai *recall* atau *sensitivity*. Berikut data dibawah ini tabel 1 *confusion matrix* sebagai berikut.

Tabel 1. *Confusion Matrix*

Aktual	Prediksi	
	+	-
+	True Positive (TP)	False Negative (FN)
-	False Positive (FP)	True Negative (TN)

Untuk dapat menghitung akurasi pada tabel *confusion matrix* dapat menggunakan rumus persamaan 2 sebagai berikut.

$$Akurasi = \frac{(TP+TN)}{(TP+FN+FP+TN)} \tag{2}$$

Rasio dari semua hal relevan yang dipilih untuk semua item yang dipilih dikenal sebagai presisi. Oleh karena itu, presisi dapat dipahami sebagai korespondensi antara permintaan informasi dan tanggapan. Rumus persamaan 3 di bawah ini dapat digunakan untuk menghitung presisi sebagai berikut.

$$Precision = \frac{(TP)}{(FP+TP)} \tag{3}$$

Recall adalah proporsi dari hal-hal relevan yang dipilih untuk semua item relevan yang dapat diakses. Rumus persamaan 4 berikut ini dapat digunakan untuk menentukan *recall* sebagai berikut.

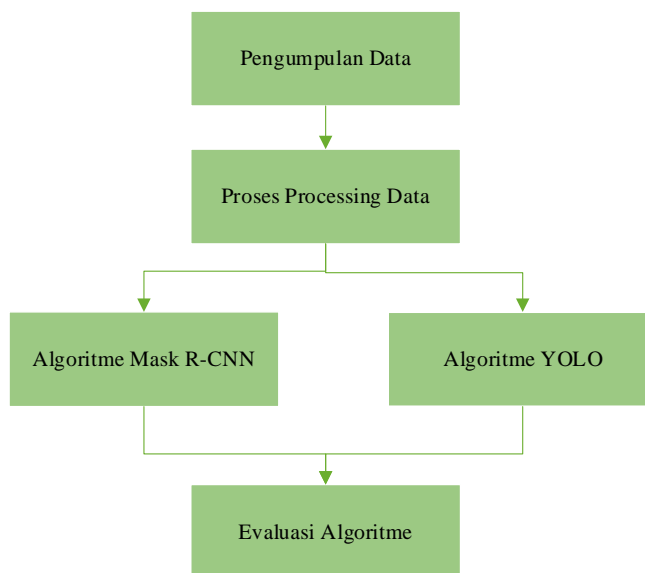
$$Recall = \frac{(TP)}{(TP+TN)} \tag{4}$$

Angka antara 0 dan 1 atau perhitungan persentase (1–100%) dapat digunakan untuk mencetak presisi dan *recall*. Rata-rata *recall* dan presisi dibandingkan kemudian menghasilkan *F1 Score* (Powers, 2020). Rumus persamaan 5 di bawah ini dapat digunakan untuk menghitung *F1 Score* sebagai berikut.

$$F_1Score = 2 \times \frac{precision \times recall}{precision+recall} \tag{5}$$

3. METODOLOGI

Metodologi penelitian ini akan dilaksanakan berdasarkan tahapan penelitian yang di ilustrasikan pada gambar 3 sebagai berikut.



Gambar 3. Tahapan penelitian

Gambar 3 mengilustrasikan langkah-langkah penelitian, dimulai dengan pengumpulan data citra dan berlanjut ke *preprocessing*. Setelah itu, *algoritme Mask R-CNN* dan YOLO di *training* dan *testing* menggunakan data gambar yang telah disediakan. Dengan menggunakan *confusion matrix*, *algoritme* ini dievaluasi sebagai langkah terakhir penelitian.

3.1. Pengumpulan Data Citra

Gambar penyakit kulit akibat infeksi jamur menggunakan data dari dataset Kaggle. Jumlah dataset adalah 5.000 gambar dengan format jpg, yang terdiri dari 3 penyakit kulit akibat infeksi jamur.

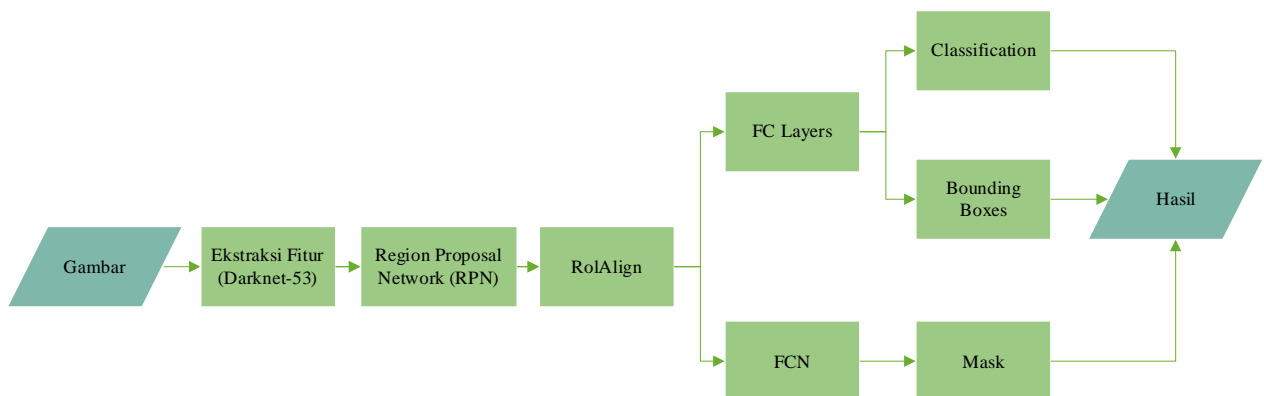
3.2. Proses *preprocessing*

Selanjutnya persiapan data dilakukan, termasuk pelabelan dan pembentukan data *training* dan *testing*. Langkah pertama adalah pelabelan gambar, yang melibatkan pemberian label untuk setiap gambar dalam koleksi dengan maksud untuk menyimpan data gambar. 500 data *testing* dan 4.500 data *training* dipilih untuk membuat data *training* dan *testing*. Kumpulan data gambar kemudian diidentifikasi dan diunggah ke Google Drive, yang berfungsi sebagai *platform* penyimpanan yang digunakan di *Google Collaboratory*.

3.3. Algoritme *Mask R-CNN* dan YOLO

3.3.1. Algoritme *Mask R-CNN*

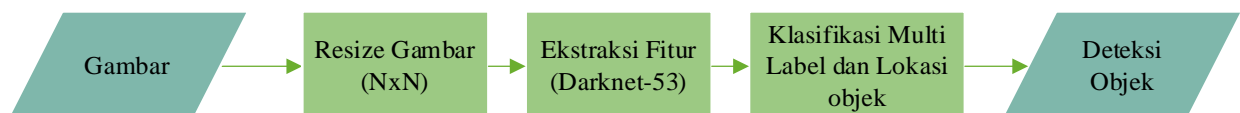
Algoritme Mask R-CNN memiliki tiga tahapan utama, pertama *feature extraction network* menggunakan *darknet-53*. Tahap kedua adalah penentuan posisi koordinat *Region of Interest (RoI)* berdasarkan citra masukan dengan menggunakan metode *Region Proposal Network (RPN)*. Tahap ketiga melibatkan prediksi kelas dari objek yang di *training*, yang menjelaskan posisi RoI. Luaran dari tahap ini adalah suatu *Mask* terhadap area yang terdeteksi penyakit kulit akibat infeksi jamur. Perancangan *algoritme Mask R-CNN* ditunjukkan secara bertahap pada Gambar 4 sebagai berikut.



Gambar 4. Tahapan pada arsitektur *Mask R-CNN*

3.3.2. Algoritme YOLO

Algoritme YOLO yang digunakan YOLO v3 memiliki beberapa langkah untuk pendeteksian objek. Pada YOLO v3, *darknet-53* digunakan sebagai *feature extractor* untuk menentukan kelas dan lokasi objek. Berdasarkan kelas yang diekstraksi, objek kemudian dideteksi. Perancangan *algoritme YOLO v3* ditunjukkan secara bertahap pada Gambar 5 sebagai berikut.



Gambar 5. Tahapan pada arsitektur YOLO

Darknet adalah bagian ekstraksi fitur dari YOLO v3 yang dimaksudkan untuk memberikan *variabel input* untuk *algoritme* klasifikasi sistem yang dikembangkan pada YOLO v3. Sangat penting untuk *training* sistem untuk memberikan hasil yang sesuai dengan yang diantisipasi sebelum menggunakannya.

3.4. Evaluasi Algoritme

Proses ini digunakan untuk evaluasi *algoritme* yang dihasilkan *Mask R-CNN* dan YOLO. Tahap *training* dan *testing* evaluasi ini dilakukan dalam dua langkah. *Algoritme Mask R-CNN* dan YOLO diuji menggunakan data *training* yang diberikan selama langkah *training*. 4.500 dataset gambar terdiri dari data *training*. Tahap *testing* adalah tahap pengujian *algoritme* yang sudah dilakukan tahap *training*. Ada 500 gambar yang termasuk dalam data *testing*. Pada titik ini, *algoritme* dievaluasi menggunakan berbagai gambar dalam upaya untuk menentukan apakah *performanya* baik dalam hal mendeteksi gambar dan menentukan tingkat akurasi setiap *algoritme* menggunakan *confusion matrix*.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini masih di tahap desain model maka dari itu tindak lanjut dalam penelitian ini akan melanjutkan penelitian sampai hasil evaluasi *algoritme*. Dimana hasil evaluasi menggunakan *confusion matrix* untuk mendapatkan *algoritme* terbaik untuk mendeteksi penyakit kulit akibat infeksi jamur.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan diatas, didapat kan kesimpulan eksplorasi *algoritme Mask R-CNN* dan YOLO. *Algoritme Mask R-CNN* memiliki tiga tahapan utama, pertama *feature extraction network* menggunakan *darknet-53*. Tahap kedua adalah penentuan posisi koordinat *Region of Interest (RoI)* berdasarkan citra masukan dengan menggunakan metode *Region Proposal Network (RPN)*. Tahap ketiga melibatkan prediksi kelas dari objek yang di *training*, yang menjelaskan posisi RoI. Luaran dari tahap ini adalah suatu *mask* terhadap area yang terdeteksi penyakit kulit akibat infeksi jamur. *Algoritme YOLO* terdiri dari beberapa tahapan dalam mendeteksi objek yakni menggunakan *darknet-53* sebagai *feature extractor* untuk memperkirakan kelas dan lokasi objek, yang kemudian mendeteksi objek berdasarkan kelas yang di ekstraksi. Penelitian ini masih di tahap desain model dimana tindak lanjut penelitian ini akan melanjutkan penelitian sampai mendapatkan *algoritme* terbaik untuk mendeteksi penyakit kulit akibat infeksi jamur.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penelitian ini, khususnya sumber data penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Anthal, J., Upadhyay, A., & Gupta, A. (2018). Detection of Vitiligo Skin Disease using LVQ Neural Network. *International Conference on Current Trends in Computer, Electrical, Electronics and Communication, CTCEEC 2017*, 922–925. <https://doi.org/10.1109/CTCEEC.2017.8455029>
- Bhatti, H. M. A., Li, J., Siddeeq, S., Rehman, A., & Manzoor, A. (2020). Multi-detection and Segmentation of Breast Lesions Based on Mask RCNN-FPN. *Proceedings - 2020 IEEE International Conference on Bioinformatics and Biomedicine, BIBM 2020*, 2698–2704. <https://doi.org/10.1109/BIBM49941.2020.9313170>
- Fang, G., Suhua, Y., & Shaofeng, J. (2019). Detection of white blood cells using YOLOV3 network. *2019 14th IEEE International Conference on Electronic Measurement and Instruments, ICEMI 2019*, 1683–1688. <https://doi.org/10.1109/ICEMI46757.2019.9101709>
- He, K., Gkioxari, G., Dollár, P., & Girshick, R. (2020). Mask R-CNN. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 42(2), 386–397. <https://doi.org/10.1109/TPAMI.2018.2844175>
- Murlistyarini, S., Prawitasari, S., & Setyowatie, L. (2018). *Sinta Murlistyarini Suci Prawitasari Lita Setyowatie*.
- Powers, D. M. W. (2020). *Evaluation: from precision, recall and F-measure to ROC, informedness, markedness and correlation*. 37–63.
- Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., & Farhadi, A. (2016). You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection. *Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2016-Decem*, 779–788. <https://doi.org/10.48550/arxiv.1506.02640>
- Roy, K., Chaudhuri, S. S., Ghosh, S., Dutta, S. K., Chakraborty, P., & Sarkar, R. (2019). Skin disease detection based on different segmentation techniques. *2019 International Conference on Opto-Electronics and Applied Optics*,

- Optronix 2019*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/OPTRONIX.2019.8862403>
- Shi, W., van de Zedde, R., Jiang, H., & Kootstra, G. (2019). Plant-part segmentation using deep learning and multi-view vision. *Biosystems Engineering*, 187(September), 81–95. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2019.08.014>
- Subash, K. V. V., Srinu, M. V., Siddhartha, M. R. V., Harsha, N. C. S., & Akkala, P. (2020). Object Detection using Ryze Tello Drone with Help of Mask-RCNN. *2nd International Conference on Innovative Mechanisms for Industry Applications, ICIMIA 2020 - Conference Proceedings, Icimia*, 484–490. <https://doi.org/10.1109/ICIMIA48430.2020.9074881>
- Zhang, R., Li, X., Zhu, L., Zhong, M., & Gao, Y. (2021). Target detection of banana string and fruit stalk based on YOLOv3 deep learning network. *2021 IEEE 2nd International Conference on Big Data, Artificial Intelligence and Internet of Things Engineering, ICBAIE 2021*, 346–349. <https://doi.org/10.1109/ICBAIE52039.2021.9389948>
- Zhou, Z., Zhang, M., Chen, J., & Wu, X. (2020). Detection and classification of multi-magnetic targets using mask-RCNN. *IEEE Access*, 8, 187202–187207. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3030676>
-