

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab pendahuluan akan diuraikan proses identifikasi masalah penelitian yang meliputi latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan permasalahan, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan ruang lingkup. Berdasarkan uraian pada bab ini, harapannya gambaran umum permasalahan dan pemecahan masalah pada penelitian ini dapat dipahami.

1.1. Latar Belakang

Infertilitas merupakan gangguan pada sistem reproduksi, baik pada pria maupun wanita, yang ditandai dengan ketidakmampuan untuk mencapai kehamilan setelah melakukan hubungan seksual secara teratur tanpa kontrasepsi selama satu tahun atau lebih (World Health Organization (WHO) Department of Sexual and Reproductive Health and Research, 2023). Masalah kesehatan ini berdampak pada jutaan pasangan di seluruh dunia. Berdasarkan laporan *World Health Organization* (WHO), sekitar 17,5% dari populasi dewasa, setara dengan satu dari enam orang di seluruh dunia mengalami infertilitas. Prevalensi ini menunjukkan bahwa infertilitas merupakan isu kesehatan yang memerlukan perhatian global, dengan berbagai faktor penyebab yang berbeda di setiap wilayah. Sebuah studi deskriptif yang dilakukan oleh Elhussein *et al.* (2019), pada pasangan yang mengalami infertilitas di *University of Khartoum Fertility Center, Saad Abualila Teaching Hospital Sudan*, diketahui bahwa dari 800 pasangan yang diteliti, 342 wanita (42,8%) dan 284 pria (35,5%) mengalami infertilitas. Ini menunjukkan bahwa infertilitas dapat terjadi pada kedua jenis kelamin. Di Indonesia, sekitar 10-15% pasangan usia subur menghadapi masalah infertilitas (MediSage Indonesia, 2024). Faktor penyebab infertilitas di Indonesia sepertiga dari kasus tersebut disebabkan oleh gangguan pada sistem reproduksi pria (Akbar, 2020).

Infertilitas pada pria dapat disebabkan oleh penyumbatan saluran reproduksi, gangguan hormonal, kegagalan testis menghasilkan sperma, fungsi dan kualitas sperma yang tidak normal. Berbagai kelainan sperma dapat berdampak pada kemampuan pria untuk memiliki keturunan secara alami. Beberapa di antaranya meliputi *azoospermia* (tidak ada sperma saat ejakulasi), *teratozoospermia* (kelainan morfologi sperma), *nekrozoospermia* (sel sperma

mati), atau *asthenozoospermia* (gangguan motilitas) (Ikatan Ahli Urologi Indonesia, 2022). Di antara berbagai parameter sperma, morfologi (bentuk) dan motilitas (kemampuan bergerak) dianggap sebagai prediktor kuat tingkat fertilitas pria (WHO, 2024). Motilitas sperma yang rendah dapat menghambat kemampuan sperma untuk mencapai dan membuahi sel telur, sehingga analisis akurat terhadap parameter ini sangat penting.

Dalam menganalisis abnormalitas pergerakan sperma dapat diamati dengan metode konvensional melalui pengamatan mikroskopik, yang membutuhkan keahlian tinggi, rentan terhadap kesalahan subjektif, sehingga perlu memiliki penguji yang berpengalaman dengan keahlian dan keterampilan dalam menilai pergerakan spermatozoa untuk dapat memperoleh hasil tes akurat (Rubessa et al., 2020). Untuk mengetahui hasil dengan pengamatan mikroskopik ini memerlukan waktu yang cukup lama. Selain metode konvensional tersebut, saat ini juga menggunakan teknologi yang bernama *Computer-Aided Sperm Analysis (CASA)* sebagai alat otomatis yang memanfaatkan kamera dan perangkat lunak dalam menganalisis data dari evaluasi mikroskop, akan tetapi produk CASA komersial terlalu mahal (Yániz et al., 2020) dan tidak terbuka untuk umum (Aristoteles et al., 2023). Sebagai alternatif, penelitian ini menerapkan model pembelajaran mesin untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan abnormalitas motilitas sperma secara otomatis, memberikan solusi yang lebih efektif dan akurat dalam analisis motilitas sperma. Pendekatan ini memanfaatkan *library Python open source* untuk pelacakan lintasan sperma berbasis citra mikroskop dan metode klasifikasi untuk mendeteksi abnormalitas secara otomatis menjadi salah satu solusi yang lebih terjangkau.

Beberapa penelitian terdahulu terkait analisis motilitas sperma untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan abnormalitas sperma telah dilakukan. Dalam penelitian dengan judul *Abnormality Determination of Spermatozoa Motility Using Gaussian Mixture Model and Matching-based Algorithm* (Mas Diyasa et al., 2024), meneliti mengenai abnormalitas motilitas sperma menggunakan *Gaussian Mixture Model (GMM)* untuk *background subtraction* dan *Matching-based algorithm* untuk melacak dan menganalisis lintasan yang terbentuk, hasil penelitian ini menunjukkan akurasi sebesar 87,7% untuk penentuan abnormalitas motilitas sperma. Penelitian berjudul *Prediksi Tingkat Kualitas Kesuburan Pria Dengan*

Jaringan Saraf Tiruan *Backpropagation* yang dilakukan oleh Baksir *et al.* (2020), mengaplikasikan metode jaringan saraf tiruan *backpropagation* untuk mengklasifikasikan tingkat kesuburan pria. Model yang digunakan terdiri dari 9 neuron pada lapisan input, 2 neuron pada lapisan tersembunyi, dan 1 neuron pada lapisan output. Hasil pengujian menunjukkan bahwa metode ini mampu mengklasifikasikan kualitas fertilitas dengan tingkat akurasi mencapai 80,32%.

Trackpy adalah *library* Python yang digunakan untuk melakukan pelacakan partikel atau objek 2D, 3D, dan dimensi yang lebih tinggi. Dengan fitur-fitur seperti deteksi lintasan, pengelompokan, dan analisis pola pergerakan, Trackpy memfasilitasi pemrosesan data motilitas spermatozoa yang efisien (Karim *et al.*, 2025). Dalam penelitian ini memanfaatkan *library* Trackpy dalam melakukan pelacakan spermatozoa. Pelacakan pada Trackpy dibagi menjadi tiga langkah terpisah, yaitu langkah pertama, coordinator fitur awal penemuan fitur diperoleh dari gambar, selanjutnya, presisi subpiksel diperoleh dalam penyempurnaan koordinat, dan terakhir, koordinat dihubungkan dalam waktu yang menghasilkan lintasan fitur (Trackpy Contributors, 2024).

Neural network adalah salah satu metode pembelajaran mesin yang telah terbukti efektif dalam klasifikasi dan deteksi pola pada data yang kompleks, termasuk citra dan lintasan pergerakan. Struktur *neural network* meliputi *input layer*, *hidden layer*, dan *output layer* (Anshori *et al.*, 2023). Pada pembelajaran mesin ada beberapa jenis *neural network* yang digunakan untuk berbagai tugas, yaitu *Artificial Neural Network* (ANN), *Convolutional Neural Network* (CNN), dan *Recurrent Neural Network* (RNN) (Sudirman, 2023). Pada penelitian ini jenis *neural network* yang digunakan dalam pengklasifikasian abnormalitas sperma adalah *Recurrent Neural Network* (RNN) dengan arsitektur *Long Short-Term Memory* (LSTM). Dalam penelitian dengan judul *Prediction of Semen Quality Using Artificial Neural Network* (Badura *et al.*, 2019), meneliti mengenai kualitas cairan semen dengan arsitektur MLP menggunakan dua *hidden layer* (11 *neuron* pada *hidden layer* pertama dan 8 *neuron* pada *hidden layer* kedua) dan menghasilkan dua *output* yaitu, normal atau tidak, dengan hasil akurasi 90,78% untuk konsentrasi sperma. Arsitektur MLP juga digunakan pada klasifikasi kanker payudara dengan split data 80%:20% memperoleh nilai akurasi sebesar 97,7% (Jaka

et al., 2022). Adapun penelitian terkait biomedis mengenai arsitektur LSTM digunakan pada penelitian klasifikasi kasus penyakit kanker yang benar dan kasus non-kanker, menghasilkan akurasi 84% (Cahya et al., 2025). Penelitian lainnya membandingkan CNN dengan LSTM dalam analisis deteksi penyakit paru-paru, menghasilkan akurasi sebesar 92,5% pada arsitektur CNN dan akurasi sebesar 94,1% pada arsitektur LSTM (Anwar et al., 2025).

Neural network sering kali memerlukan optimisasi untuk mencapai akurasi yang lebih baik, untuk mengatasi hal tersebut, optimasi seperti *Adaptive Moment Estimation with Infinity Norm* (Adamax), *Adaptive Gradient Algorithm* (Adagrad), *Adaptive Delta* (Adadelta), *Follow The Regularized Leader* (FTRL), dan *Stochastic Gradient Descent* (SGD) dapat digunakan sebagai teknik optimasi dalam meningkatkan akurasi hasil klasifikasi dan deteksi pola dari *neural network*. Penelitian mengenai *neural network* untuk pengolahan citra medis (Fatimah, 2023) menggunakan menggunakan algoritma Adam dan RMSprop untuk menemukan kombinasi terbaik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma Adam memberikan performa terbaik dengan akurasi sebesar 92%. Penelitian mengenai perbandingan optimasi SGD, Adadelta, dan Adam dalam klasifikasi hydrangea menggunakan *Convolutional Neural Network* (Irfan et al., 2022), menunjukkan optimasi Adam menghasilkan akurasi tertinggi mencapai 83,5%. Dalam penelitian ini, kombinasi *neural network* dan optimasi akan diterapkan untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan lintasan pergerakan sperma, serta mengidentifikasi abnormalitas yang dapat berkontribusi pada masalah infertilitas.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model yang dapat mendeteksi dan mengklasifikasikan abnormalitas pergerakan sperma dengan menggunakan *library* Trackpy dan metode *LSTM* yang dioptimalkan. Penggunaan teknologi ini diharapkan dapat menjadi alternatif dan memberikan hasil akurat dalam penentuan abnormalitas pergerakan sperma dibandingkan dengan metode konvensional yang ada saat ini. Dengan mengaplikasikan algoritma optimasi dalam model *LSTM*, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam mempermudah proses analisis motilitas sperma, sehingga membantu dalam diagnosa masalah infertilitas pada pria.

1.2. Rumusan Permasalahan

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan permasalahan pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil *performance* deteksi abnormalitas pergerakan sperma dengan metode *neural network* arsitektur *Long Short-Term Memory* (LSTM) dan optimasi *Stochastic Gradient Descent* (SGD)?
2. Bagaimana hasil perbandingan *performance* deteksi abnormalitas pergerakan sperma dengan *neural network* arsitektur *Long Short-Term Memory* (LSTM) dan optimasi *Stochastic Gradient Descent* (SGD)?

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa tujuan utama, yaitu:

1. Mengembangkan model dan mengetahui hasil *performance* deteksi abnormalitas pergerakan sperma dengan metode *neural network* arsitektur *Long Short-Term Memory* (LSTM) dan optimasi *Stochastic Gradient Descent* (SGD).
2. Menganalisis dan mengetahui hasil perbandingan *performance* deteksi abnormalitas pergerakan sperma dengan metode *neural network* arsitektur *Long Short-Term Memory* (LSTM) dan optimasi *Stochastic Gradient Descent* (SGD).

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan berbagai manfaat, antara lain:

1. Manfaat bagi Ilmu Pengetahuan
Penelitian ini berkontribusi dalam pengembangan metode deteksi dan klasifikasi dalam bidang bioinformatika, khususnya dalam analisis motilitas sperma. Penggunaan metode *neural network* arsitektur *Long Short-Term Memory* (LSTM) dan optimasi *Stochastic Gradient Descent* (SGD) diharapkan dapat memperkaya wawasan tentang penerapan kecerdasan buatan dalam bidang kesehatan reproduksi. Selain itu, hasil penelitian ini dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya dalam

upaya mengembangkan algoritma yang lebih efisien untuk menganalisis pergerakan sperma serta mendukung diagnosis infertilitas.

2. Manfaat bagi Pembangunan Negara dan Bangsa

Penelitian ini berpotensi membantu sektor kesehatan, khususnya dalam mendukung upaya peningkatan layanan kesehatan reproduksi pria di Indonesia. Dengan pengembangan teknologi yang lebih canggih untuk deteksi dini masalah infertilitas, diharapkan hasil penelitian ini dapat membantu para profesional medis dalam memberikan diagnosis yang lebih akurat dan cepat, sehingga berdampak pada peningkatan kesejahteraan dan kualitas hidup masyarakat. Selain itu, hasil penelitian ini juga berpotensi mendukung kebijakan kesehatan nasional dalam penanggulangan masalah infertilitas yang menjadi salah satu faktor penting dalam pengelolaan populasi dan kesehatan keluarga.

1.5. Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini mencakup beberapa aspek berikut:

1. Deteksi dan pelacakan hanya dilakukan terhadap spermatozoa manusia.
2. Dataset yang digunakan hanya data primer yang diambil melalui pengamatan secara langsung.
3. Metode utama yang diterapkan dalam penelitian ini adalah *neural network* dengan arsitektur *Long Short-Time Memory* (LSTM).
3. Optimasi yang digunakan pada penelitian ini adalah *Stochastic Gradient Descent* (SGD).