

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan Masalah

Penelitian berang-berang untuk mengetahui genetik dari berang-berang tersebut dapat digunakan dengan berbagai cara. Berdasarkan wawancara yang dilakukan dengan tim peneliti dari Unand mengenai berang-berang ini untuk mendapatkan DNA bisa didapatkan melalui dari bagian tubuh, yang terbaik terletak di organ hati dan selain itu darah, bisa juga melalui bulu maupun feses. Jika hewannya tertangkap dapat diambil bulu dan darahnya namun untuk menangkap berang-berang tersebut sangat susah dan membahayakan hewan dan harus kita yang menanganinya. Feses merupakan yang paling mudah untuk mendapatkannya namun kualitas DNANYA memang tidak sebaik yang lainnya, oleh karena itu analisis feses terletak pada upaya untuk mendapatkan feses yang masih utuh dan berkualitas tinggi. Berang-berang (*SubFamili: Lutrinae*) adalah mamalia yang hidup di habitat lahan basah dan berfungsi sebagai indikator ekosistem perairan yang sehat. Sebagai predator puncak, berang-berang berada di bagian tertinggi rantai makanan dan sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungannya. Secara global, terdapat 13 spesies berang-berang, dan empat di antaranya dapat ditemukan di Indonesia, khususnya di Jawa, Aceh, dan Sumatera Barat. Salah satu spesies yang hidup di Indonesia adalah *Aonyx cinereus*. [1]

Terdapat empat spesies berang-berang di Sumatra Ada yaitu *Lutra lutra*, *L. sumatrana*, *Lutrogale perspicillata*, dan *Aonyx cinerea*. *Aonyx cinereus* merupakan berang-berang terkecil di dunia dengan panjang sekitar 0,9 meter dan beratnya sekitar 5 kg. Namun, penggunaan pestisida yang berat di bidang pertanian, pembuangan limbah beracun dari pabrik, dan limbah domestik dan deterjen dari pemukiman manusia mencemari banyak sungai dan sistem air di Indonesia, menyebabkan ancaman parah terhadap seluruh rantai makanan air, termasuk berang-berang. [2]

Spesies ini terus mengalami penurunan populasi dari waktu ke waktu ke waktu. Penurunan populasi yang berkelanjutan akan berdampak buruk pada

kelangsungan hidup suatu spesies. Penurunan populasi merupakan langkah awal menuju kepunahan, yang akan menyebabkan berkurangnya keragaman genetik. Ketika populasi terus menurun, variasi genetik akan berkurang secara signifikan karena jumlah individu dalam populasi yang kecil semakin sedikit untuk mewariskan gen mereka kepada generasi berikutnya (*bottleneck*).[2]

Berdasarkan penjelasan tersebut, maka diperlukan penelitian pada tingkat DNA dalam populasi *Aonyx cinereus* oleh peneliti. Pengambilan sampel feses berang-berang untuk mendapatkan DNA seringkali dilakukan dengan cara peneliti datang langsung ke lokasi. Namun, metode ini memiliki keterbatasan karena tidak mungkin peneliti hadir setiap hari di tempat yang sama, terutama karena berang-berang mungkin tidak selalu berada di lokasi tersebut. Selain itu, waktu pengambilan sampel sangat kritis, karena feses yang sudah tidak segar akan mengalami degradasi akibat paparan faktor lingkungan seperti sinar UV, yang merusak kualitas DNA. Namun untuk membantu penelitian tersebut dibutuhkan sistem yang dapat melakukan *monitoring* secara *real-time* agar membantu dan memudahkan peneliti untuk mendapatkan sampel feses yang masih utuh dan berkualitas tinggi.

1.1.1 Informasi Pendukung Masalah

Penelitian yang telah dilakukan yaitu di area area persawahan di Kabupaten Padang Pariaman, yang diairi oleh saluran irigasi Bendungan Anai. Metode penelitian yang telah dilakukan yaitu meliputi pengamatan tanda-tanda keberadaan, analisis diet, dan survei inventarisasi hewan mangsa berang-berang.[3]

Hasil penelitian menunjukkan bahwa lokasi kotoran berang-berang di area persawahan berada kurang dari 5 meter dari saluran irigasi dengan lebar 30-210 cm. Kotoran ditemukan pada ketinggian 5-170 cm dari permukaan air irigasi, yang memiliki kedalaman 2-50 cm, umumnya di area datar dan dekat dengan fitur tertentu. Kotoran dapat ditemukan sepanjang musim tanam dan kondisi pengairan, namun lebih sering dijumpai pada musim pengolahan dan tanam, serta saat pengairan rendah.[3]

Feses *Aonyx cinereus* biasanya tersebar, karena hewan ini memiliki kebiasaan untuk menyebarkan sendiri. Lokasi yang sering digunakan oleh berang-berang cakar kecil sebagai tempat membuang feses (*toilet site*) berada di dekat pohon, pondok sawah, atau percabangan saluran irigasi. Selain itu, hampir semua aktivitas sehari-hari hewan ini berlangsung di sekitar lokasi feses.[4]

Pada tabel 1.1 berikut ini merupakan solusi yang telah ada dan yang saat ini masih dilakukan dalam melakukan penelitian terhadap berang-berang. Pada tabel ini terdapat berbagai solusi dimulai dari cara konvensional dan secara modern menggunakan alat bantu berbagai teknologi.

Tabel 1.1 Solusi yang Telah Ada

No	Solusi	Kelebihan	Kekurangan	Referensi
1.	Observasi Langsung	Pengumpulan data akurat mengenai keberadaan berang-berang, perilaku dan interaksi sosial mereka	Memerlukan waktu dan tenaga yang besar serta hasil dipengaruhi oleh kondisi cuaca dan waktu pengamatan	[5]
2.	Penggunaan Kamera Trap	Dapat menangkap perilaku alami hewan tanpa gangguan manusia dan mengumpulkan data dalam jangka waktu yang lama tanpa kehadiran peneliti	Biaya peralatan yang tinggi dan data yang dihasilkan membutuhkan analisis yang teliti karena menghasilkan banyak gambar yang tidak relevan	[6]
3.	Pemetaan GIS (<i>Geographic Information System</i>)	Mampu mengintegrasikan berbagai jenis data seperti lokasi feses, jejak, dan habitat	Memerlukan keterampilan teknis dalam penggunaan perangkat lunak GIS dan analisis data	[6]
4.	Deteksi Ikan Segar dengan YOLO menggunakan CNN	Mampu mendeteksi secara realtime.	Membutuhkan keterampilan teknis untuk mengimplementasikannya.	[7]

5.	Identifikasi Jejak	Jejak, kotoran, dan tanda lain dapat memberikan informasi penting tentang keberadaan dan aktivitas hewan.	Memerlukan keahlian untuk mengidentifikasi jejak yang mungkin mirip antara spesies.	[8]
6.	Monitoring berbasis IOT	Mengumpulkan data secara terus-menerus dan kendali otomatis	Biaya awal yang tinggi dan ketergantungan dengan internet	[9]
7.	Implementasi Transfer Learning	Dapat mengklasifikasikan jenis hewan tertentu bergantung <i>dataset</i> secara akurat	Dibutuhkan kemampuan yang tinggi untuk dapat menerapkan teknologi ini	[10]
8.	Monitoring dan Netralisasi Gas	Otomatisasi dalam memonitoring dan menetralsir gas yang terkandung dalam septic tank	Biaya awal yang tinggi dan butuh pemeliharaan dan penggantian komponen jika terjadi kerusakan	[11]
9.	Deteksi Suhu Tubuh Hewan	non-kontak, akurasi tinggi dan mudah diintegrasikan ke sistem yang lebih besar	Sensitivitas terhadap lingkungan dan keterbatasan jarak pengukuran	[12]

Berdasarkan tabel 1.1 dan wawancara dengan tim peneliti dari Unand didapatkan bahwa mereka sudah melakukan berbagai cara dalam melakukan penelitian terhadap berang-berang dimulai dari pengamatan secara langsung, pemetaan GIS, identifikasi jejak, dan untuk saat ini mereka masih menggunakan *camera trap* dalam melakukan penelitian terhadap berang-berang tersebut. Dari berbagai solusi berikut ini masih terdapat beberapa kekurangan untuk bisa mendapatkan feses yang masih baru seperti kurang efisien dan tidak mengetahui kapan terjadinya defekasi dari berang-berang tersebut yang menyebabkan feses sudah mengalami degradasi. Oleh karena itu dibutuhkan sistem yang dapat mendeteksi keberadaan berang-berang dan fesesnya agar dapat segera diambil fesesnya untuk dapat dianalisis lebih lanjut.

1.1.2 Analisis Masalah

Berdasarkan masalah yang diberikan terdapat beberapa aspek yang perlu diperhatikan sebagai berikut:

1. Aspek Ekonomi

Sistem monitoring secara real time yang akan dirancang dapat mengurangi biaya perjalanan dan waktu yang dihabiskan oleh peneliti di lokasi. Hal ini juga membuat lebih efisien dikarenakan peneliti akan datang ke lokasi hanya ketika sistem menunjukkan bahwa terdeteksi feses berang-berang. Terdapat juga perdagangan berang-berang di pasar *online* dan semua perdagangan diketahui berasal dari pulau jawa.[9]

2. Aspek Lingkungan

Berang-berang ini sebagai hewan yang berada di rantai makanan paling atas sangat berpengaruh terhadap faktor lingkungannya. Hewan ini juga disebut sebagai hama oleh petani dikarenakan sering merusak tanaman. Dengan adanya sistem ini data tentang populasi berang-berang dapat dikumpulkan secara lebih konsisten dan akurat. Hal ini memungkinkan analisis yang lebih baik mengenai kesehatan ekosistem dan dampak lingkungan terhadap spesies berang-berang. [13]

3. Aspek Manufakturabilitas

Pengembangan sistem monitoring ini memerlukan penelitian dan desain alat yang berfungsi dalam kondisi lingkungan yang beragam. Ini mencakup pemilihan bahan yang tahan lama dan teknologi yang dapat diandalkan untuk mendeteksi feses berang-berang.

4. Aspek Etika

Berang-berang yang sering merusak tanaman menimbulkan konflik dengan petani. Sistem yang dirancang harus mempertimbangkan dan memastikan bahwa tidak akan menyebabkan stress atau gangguan pada perilaku alami berang-berang.[14]

1.1.3 Kebutuhan yang Harus Dipenuhi

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, berikut ini merupakan kebutuhan yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan permasalahan:

1. Sistem yang dirancang harus dapat mendeteksi feses berang-berang secara realtime
2. Sistem yang dirancang harus dapat mengirimkan informasi yang terjadi di lokasi ke peneliti
3. Sistem yang dirancang harus tahan dari segala cuaca baik panas maupun hujan

1.1.4 Tujuan

Berdasarkan kebutuhan yang harus dipenuhi, berikut adalah tujuan yang ingin dicapai untuk membangun sistem yang mampu mendeteksi feses berang-berang secara realtime dan mengirimkan informasi yang terjadi ke peneliti sehingga memudahkan peneliti untuk dapat mengambil sampel yang akan diteliti sesegera mungkin.

1.2 Solusi

1.2.1 Karakteristik Produk

a. Fitur Dasar

- *Computing performance* : Untuk mendeteksi keberadaan dan feses berang-berang dibutuhkan computing performance yang baik
- *Sensing Capability* : Untuk mendeteksi keberadaan dan feses berang-berang dibutuhkan sensor yang baik dan akurat
- *Pengolahan Data* : Sistem harus dapat memproses dan mengolah data untuk mendeteksi keberadaan dan feses berang-berang secara akurat
- *Notification capability* : Sistem harus dapat memberikan informasi secara real time ke peneliti

b. Fitur Tambahan

- *Low Power*

- Dapat diselesaikan dalam 6 bulan
- Tahan dari segala kondisi cuaca baik panas maupun hujan
- *Non-invasive*

1.2.2 Usulan Solusi

1.2.2.1 Solusi 1: Pendeteksian Berang-Berang Menggunakan Kamera

Menggunakan kamera dengan machine learning yang mampu mendeteksi berang-berang serta aktivitasnya, termasuk keberedan feses, baik di siang maupun malam hari. Kamera berfungsi sebagai alat utama untuk pengambilan gambar maupun video yang kemudian dianalisis oleh algoritma machine learning untuk mengenali pola atau objek yang spesifik. Dalam hal ini, yang akan dideteksi adalah aktivitas defekasi ketika berang-berang melakukan gerakan seperti berjoget sebelum mengeluarkan fesesnya dengan istilah *otter poop dance*. Algoritma akan dilatih untuk mendeteksi pola gerakan unik ini, yang dapat berupa pergerakan berulang atau sinyal perilaku yang menandai aktivitas tersebut.

Dibutuhkan juga untuk microcontroller yang memadai dan dapat melakukan komputasi algoritma dari machine learning yang nantinya akan dihubungkan dengan kamera IR yang dapat bekerja di kondisi cahaya minim. Gambar yang diambil oleh kamera diproses oleh model yang telah dilatih untuk mengenali objek-objek seperti berang-berang itu sendiri dan gerakan berang-berang sebelum mengeluarkan feses, kemudian hasil deteksi ini akan disesuaikan dengan metode klasifikasi yang mana akan mengenali pola gerakan dari video dalam dataset dan menarik beberapa kesimpulan tentang bagaimana entitas tersebut dikenali dan hasilnya akan dikirimkan ke aplikasi menggunakan jaringan.

Cara kerjanya melibatkan pengambilan gambar terus menerus oleh kamera yang diproses oleh algoritma. Setiap gerakan unik yang sesuai dengan pola joget berang-berang dan keluarnya feses akan diproses lebih lanjut, dan jika deteksi berhasil, informasi tersebut akan dikirimkan ke aplikasi untuk memberikan notifikasi kepada pengguna.[7]

1.2.2.2 Solusi 2: Pendeteksian Feses Berang-Berang Menggunakan Sensor Gas

Menggunakan sensor gas untuk mendeteksi bau feses berang-berang. Sensor nantinya akan dipasang di area target mendeteksi senyawa kimia yang dilepaskan oleh feses. Ketika sensor mendeteksi konsentrasi gas yang sesuai dengan kriteria nantinya akan diproses oleh microcontroller dengan mengolah data ini dan menentukan apakah bau tersebut sesuai dengan karakteristik feses berang-berang. Feses berang-berang pada umumnya sama dengan feses hewan lainnya yang mengandung amonia, hidrogen sulfida, metana, dan karbon dioksida. Senyawa inilah yang nantinya akan dideteksi oleh sensor gas.

Cara kerja dari solusi ini adalah jika sensor gas mendeteksi bau dari feses berang-berang tersebut seperti amonia, nantinya microcontroller akan mengolah data yang didapatkan dari sensor apakah senyawa kimia yang dilepaskan oleh feses berang-berang tersebut sesuai dengan data yang ada dan jika sesuai maka akan mengirim informasi tersebut ke aplikasi melalui jaringan Wi-Fi.[11]

1.2.2.3 Solusi 3: Pendeteksian Feses Berang-Berang Menggunakan Sensor Kelembaban dan Suhu

Memfaatkan dan menggunakan sensor kelembaban dan suhu untuk mendeteksi adanya perubahan lingkungan yang disebabkan oleh feses berang-berang. Feses yang baru biasanya memiliki kelembapan dan suhu yang lebih tinggi dibandingkan lingkungan sekitarnya. Sensor ini nantinya akan dipasang di lokasi target, dengan mengukur parameter-parameter lingkungan secara berkala. Jika ada terdeteksi adanya perubahan yang signifikan, seperti peningkatan suhu dan kelembaban dikarenakan disekitar target terdapat beberapa berang-berang yang menyebabkan kenaikan suhu pada sensor, microcontroller akan memproses data dan mengirimkan informasi ke aplikasi melalui jaringan.

Untuk cara kerja dari solusi ini adalah sensor akan memonitor suhu dan kelembaban di sekitar lokasi, dan jika karakteristik feses terdeteksi berdasarkan peningkatan nilai kelembaban dan suhu, data dikirim ke aplikasi untuk diproses lebih lanjut. Data yang dikirim dapat berupa informasi seperti kenaikan suhu yang

diakibatkan oleh banyaknya barang-barang beraktivitas di sekitar sensor, dan data tersebut nanti akan diolah dan mengirimkan ke aplikasi bahwasanya terdapat barang-barang sedang berada di lokasi.[12]

1.2.3 Analisis Usulan Solusi

Relationships:
 ⊙ Strong= 5
 ○ Fair= 3
 △ Weak= 1

		Computing Performance	Sensing Capability	Pengolahan Data	Notifications Capability		Importance Rating	Percent Of Importance	Solusi 1	Solusi 2	Solusi 3
		↑	↑	↑	↑		99	100%	2.4586	3.03	3.03
Low Power	4	⊙	○	△	○		48	48,48%	△	○	○
Selesai dalam 6 Bulan	4	-	△	○	-		16	16,16%	○	○	○
Tahan dari segala cuaca panas maupun hujan	5	-	○	-	-		15	15,15%	○	○	○
Non-invasif	4	-	⊙	-	-		20	20,2%	⊙	○	○
Importance Rating		20	51	16	12	99					
Percent of Importance		20,2%	51,51%	16,16%	12,12%	100%					
Solusi 1		⊙	⊙	⊙	○	4.8051					
Solusi 2		⊙	⊙	○	○	4.397					
Solusi 3		○	⊙	⊙	○	4.397					

Berdasarkan analisis *House of Quality (HoQ)* yang dilakukan, didapat rincian hasil sebagai berikut:

1. Perhitungan Fitur Dasar

$$\text{Solusi 1 : } [(5 \times 20.2\%) + (5 \times 51.51\%) + (5 \times 16.16\%) + (3 \times 12.12\%)] = 4.8051$$

$$\text{Solusi 2 : } [(5 \times 20.2\%) + (5 \times 51.51\%) + (3 \times 16.16\%) + (3 \times 12.12\%)] = 4.397$$

$$\text{Solusi 3 : } [(3 \times 20.2\%) + (5 \times 51.51\%) + (5 \times 16.16\%) + (3 \times 12.12\%)] = 4.397$$

2. Perhitungan Fitur Tambahan

$$\text{Solusi 1 : } [(5 \times 20.2\%) + (3 \times 15.15\%) + (3 \times 16.16\%) + (1 \times 48.48\%)] = 2.4586$$

$$\text{Solusi 2 : } [(3 \times 20.2\%) + (3 \times 15.15\%) + (3 \times 16.16\%) + (3 \times 48.48\%)] = 3.03$$

$$\text{Solusi 3 : } [(3 \times 20.2\%) + (3 \times 15.15\%) + (3 \times 16.16\%) + (3 \times 48.48\%)] = 3.03$$

Untuk fitur dari *low power* diberikan nilai 4 karena untuk pengujian nantinya akan diletakkan di lapangan yang tidak ada sumber daya listrik dan dibutuhkan konsumsi daya rendah agar sistem dapat bertahan lama. Fitur ini berkaitan dengan semua fitur utama yang mana ketika butuh komputasi yang tinggi, kapabilitas sensor yang baik, pengolahan data dan kemampuan mengirimkan notifikasi maka akan memudahkan untuk mendeteksi dari keberadaan dan feses berang-berang dengan hemat energi dan pengurangan daya lebih banyak dalam mode *idle*.

Fitur selanjutnya adalah dapat diselesaikan dalam 6 bulan yang mana fitur ini berkaitan dengan kapabilitas sensor yang digunakan dan pengolahan data. Semakin bagus sensor yang digunakan serta untuk algoritma pengolahan data yang digunakan baik dalam pengklasifikasiannya maka akan membantu mempercepat waktu pengerjaan dengan menghasilkan output yang optimal.

Fitur selanjutnya adalah tahan dari segala cuaca panas maupun hujan yang mana fitur ini penting juga karena untuk pengujiannya nanti akan diletakkan pada lapangan yang akan terkena cuaca panas maupun hujan. Fitur ini berkaitan dengan kapabilitas sensor juga semakin bagus sensornya maka semakin tahan juga terhadap cuaca dari sensor tersebut.

Fitur terakhir yaitu *non-invasif* yang merupakan fitur ini sangat berkaitan terhadap kapabilitas sensor dan pemilihan sensor yang akan digunakan. Memilih sensor dengan kapabilitas tinggi yang tidak mengganggu dari aktivitas berang-berang tersebut untuk mendapatkan data yang lebih baik.

1.2.4 Solusi Yang Dipilih

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan melalui *House of Quality (HoQ)* yang telah dilakukan terhadap ketiga usulan didapatkan bahwa solusi pertama memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan solusi lainnya ditinjau dari fitur dasarnya. Pilihan solusi ini didasari oleh penggunaan kamera yang nantinya akan dihubungkan dengan microcontroller yang memiliki spesifikasi memadai untuk menjalankan algoritma machine learning untuk mendeteksi berang-berang serta aktivitas penting seperti aktivitas ketika berang-berang tersebut sedang mengeluarkan fesesnya.

Kamera yang dipilih juga nantinya harus mampu bekerja dalam kondisi cahaya minim, memungkinkan pengawasan baik di siang hari maupun malam hari. Algoritma machine learning akan dilatih untuk mengenali pola aktivitas berang-berang, termasuk gerakan khusus seperti berjoget ketika mengeluarkan feses, yang menjadi salah satu indikator utama.

Setelah kamera menangkap gambar atau video, data ini diproses oleh algoritma *machine learning* berupa klasifikasi yang telah dilatih untuk mengenali feses berang-berang dan aktivitas terkait. Ketika deteksi dilakukan, data hasilnya akan dikirimkan ke aplikasi melalui jaringan. Notifikasi otomatis akan dikirim ke aplikasi, memberitahu pengguna jika feses atau aktivitas terkait terdeteksi.

