

**DETEKSI SIKLUS ESTRUS SAPI MELALUI ANALISIS CITRA
VULVA SAPI MENGGUNAKAN ADAPTIF NEURO FUZZY
INFERENCE SYSTEM**

SKRIPSI

Oleh:

USWATUN HASANAH

NIM. 11640043



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2015**

**DETEKSI SIKLUS ESTRUS SAPI MELALUI ANALISIS CITRA VULVA
SAPI MENGGUNAKAN ADAPTIF NEURO FUZZY INFERENCE SYSTEM**

SKRIPSI

**Diajukan kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

**Oleh:
USWATUN HASANAH
NIM. 11640043**

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2015**

HALAMAN PERSETUJUAN

DETEKSI SIKLUS ESTRUS SAPI MELALUI ANALISIS CITRA VULVA SAPI
MENGUNAKAN ADAPTIF NEURO FUZZY INFERENCE SYSTEM

SKRIPSI

Oleh:

USWATUN HASANAH

NIM. 11640043

Telah Diperiksa dan Disetujui Untuk Diuji:
Tanggal: 29 Oktober 2015

Pembimbing I

Pembimbing II

DR. Agus Mulyono, S.Pd, M.Kes
NIP. 19750808 199903 1 003

Umaiatus Syarifah, M.A
NIP. 19820925 200901 2 005

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika

Erna Hastuti, M.Si
NIP. 19811119 200801 2 009

HALAMAN PENGESAHAN

DETEKSI SIKLUS ESTRUS SAPI MELALUI ANALISIS CITRA VULVA SAPI
MENGUNAKAN ADAPTIF NEURO FUZZY INFERENCE SYSTEM

SKRIPSI

Oleh:
USWATUN HASANAH
NIM. 11640043

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan
Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal : 10 November 2015

Penguji Utama	:	<u>Drs. M. Tirono, M.Si</u> NIP. 19641211 199111 1 001	
Ketua Penguji	:	<u>dr. Avin Ainur Fitriainingsih</u> NIP. 19800203 200912 2 002	
Sekretaris Penguji	:	<u>DR. Agus Mulyono, S.Pd, M.Kes</u> NIP. 19750808 199903 1 003	
Anggota Penguji	:	<u>Umayyatus Syarifah, MA</u> NIP. 19820925 200901 2 005	

Mengesahkan,
Ketua Jurusan Fisika

Erna Hastuti, M.Si
NIP. 19811119 200801 2 009

**SURAT PERNYATAAN
KEASLIAN TULISAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Uswatun Hasanah
NIM : 11640043
Jurusan : Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : Deteksi Siklus Estrus Sapi Melalui Analisis Citra Vulva
Sapi Menggunakan Adaptif Neuro Fuzzy Inference
System

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan alihan data, tulisan atau pikiran orang lain, yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 29 Oktober 2015
Yang membuat pernyataan,

Uswatun Hasanah
NIM. 10640043

MOTTO

فَبِأَيِّ آءِ الْآءِ رَبِّكُمَا تُكذِّبَانِ

“Maka nikmat Tuhan kamu yang manakah yang kamu dustakan?”

~QS.ar-Rahman:13~

“...kaki yang akan berjalan lebih jauh, tangan yang akan berbuat lebih banyak, mata yang akan menatap lebih lama, leher yang akan lebih sering melihat ke atas, lapisan tekad yang seribu kali lebih keras dari baja, dan hati yang akan bekerja lebih keras, serta mulut yang akan selalu berdoa...” - 5cm.

HALAMAN PERSEMBAHAN

*Skripsi ini kupersembahkan untuk orang-orang yang sangat berarti
dalam hidupku:*

Bapak Ibu tercinta, sungguh tak cukup ungkapan terimakasih untuk membalas semua kasih sayang dan do'a yang tiada henti untuk anakmu ini. Adik-adikku tercinta yang sungguh luar biasa dalam memberikan semangat dan do'a. mbah Niran kakek tersayang, terimakasih atas do'a yang setiap sujudmu menyebut nama cucumu ini. Bibi Halimah tercinta, terimakasih atas do'a yang senantiasa kau panjatkan untuk keponakanmu ini. Dan teruntuk calon imamku, terimakasih semangat serta do'a yang kau berikan.

Seluruh Dosen serta orang terpenting dalam jurusan Fisika, terimakasih atas bimbingannya selama ini, semoga Allah menghadiahkan kehidupan bahagia.

Serta

Teman-temanku Fisika 2011, thanks for give me sweet memory in my live.

KATA PENGANTAR



Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kepada Allah SWT. Atas rahmat serta hidayah yang telah Allah berikan sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul **“Deteksi Siklus Estrus Sapi Melalui Analisis Citra Vulva Sapi Menggunakan Adaptif Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS)”** yang mungkin banyak sekali kekurangan, penulis sadari itu. Senandung sholawat selalu kami haturkan kepada baginda Agung Nabi Muhammad SAW yang telah merevolusi zaman jahiliyah menuju zaman islamiyah sehingga dan semoga kita berada di jalan yang di ridhoi-Nya serta mendapatkan syafaat Nabi kelak di akhir hayat.

Penulis perlu berterimakasih kepada para pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini, dan penulis menyadari atas kekurangan, keterbatasan penulis sehingga baik mulai dari penelitian sampai penyusunan tak terlepas dari bantuan para pihak yang terkait, untuk itu perkenankanlah penulis menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. H. Mudjia Rahardjo, M.Si selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. drh. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Erna Hastuti, M.Si selaku Ketua Jurusan Fisika dan Dosen Wali.

4. DR. H. Agus Mulyono, S.Pd, M.kes selaku Dosen Pembimbing yang telah sabar dan ikhlas membimbing penulis dalam penulisan skripsi ini.
5. Umayyatus Syarifah, M.A selaku dosen pembimbing integrasi agama yang memberikan banyak wawasan tentang kajian dan integrasi Sains-Islam terkait skripsi ini
6. Seluruh Dosen Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah ikhlas memberikan ilmu pengetahuan untuk bekal bagi penulis ketika bermasyarakat.
7. Segenap Laboran dan Staf Admin Jurusan Fisika yang selalu membantu dan melayani serta membimbing selama perkuliahan.
8. Ibu dan Bapak serta Keluarga Besar penulis yang selama ini selalu memberikan semangat yang luar biasa dan do'a yang paling berharga bagi penulis, tanpa beliau semua penulis tidak akan mampu menyelesaikan skripsi ini.
9. Drh. Sukiyan yang telah meluangkan banyak waktu dan tidak pernah lelah membimbing dan memberikan arahan selama penelitian.
10. Teman-teman Fisika angkatan 2011 yang telah saling memberikan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini, dan terimakasih atas ukiran bahagia persahabatan kita.
11. Teman seperjuangan, Aminatul Mukarromah yang telah menemani dan memberikan dukungan, kisah suka dan duka kita lalui semoga menjadi pelajaran.
12. Teman-teman Karangploso: Kakek Tomo, Pak Iyan, Om Bendot dan Om Indra yang telah berbagi cerita setiap saat selama penelitian.

13. Sahabat Spectrum Eigen (CSS '11) tercinta, terimakasih atas canda tawa yang kita ukir bersama, semoga persahabatan ini takkan pernah pudar.
14. Kepada semua pihak terkait yang telah memberikan semangat dan sumbangan ide dalam penyelesaian skripsi ini yang penulis tidak dapat sebutkan satu persatu.

Kesalahan dan Kekurangan tidak akan luput dari setiap insan, untuk itu penulis menyadari bahwa kritik dan saran sangat penting untuk perbaikan dalam penyusunan skripsi ini. Dan semoga Allah SWT memberikan balasan yang lebih baik kepada para pihak yang terkait, Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua terlebih bagi pembaca.

Malang, 29 Oktober 2015

Uswatun Hasanah

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR SINGKATAN	xvi
ABSTRAK	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	8
1.3 Tujuan Penelitian	8
1.4 Batasan Masalah	9
1.5 Manfaat Penelitian	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Hewan Ternak	10
2.1.1 Peluang Budidaya Sapi Perah	11
2.1.2 Siklus Estrus Pada Sapi	12
2.1.3 Perkembangbiakan Sapi Secara Alami	15
2.2 Citra	16
2.2.1 Data Citra	17
2.2.2 Operasi Pengolahan Citra	18
2.2.3 Perbaikan Kualitas Citra	19
2.2.4 Analisis Tekstur	20
2.2.5 Warna	25
2.2.6 Konversi Citra RGB Menjadi Citra Grayscale	27
2.3 Metode Klasifikasi	28
2.3.1 Jaringan Syaraf Tiruan	31
2.3.1.1 Neuron Penyusun Jaringan Syaraf Tiruan	31
2.3.1.2 Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan	32
2.3.2 Teori Logika Fuzzy	33
2.3.2.1 Fungsi Keanggotaan Fuzzy	33
2.3.2.2 Basis Aturan	33
2.3.2.3 Sistem Inferensi Fuzzy	34
2.3.3 Adaptif Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS)	35
2.3.3.1 Algoritma Pembelajaran ANFIS	37
2.3.3.2 Struktur ANFIS	38

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	40
3.2 Alat Penelitian	40
3.3 Sampel Penelitian	40
3.4 Konsep Penelitian	41
3.5 Perancangan Alat Bantu	42
3.6 Langkah Penelitian	42
3.7 Pengumpulan Data Penelitian	43
3.8 Pengolahan Citra Vulva Sapi	44
3.8.1 Analisis Tekstur Citra	44
3.8.2 Analisis warna Citra	46
3.9 Klasifikasi Citra Vulva Sapi	47
3.10 Algoritma Pembelajaran ANFIS	48
3.11 Rancangan Sistem Identifikasi Siklus Estrus	52
3.12 Analisis Tingkat Keberhasilan Jaringan	53
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Penelitian	54
4.1.1 Akuisisi Citra Vulva Sapi	54
4.1.2 pengukuran Suhu	55
4.1.3 Analisis Pola Data Masukan	56
4.1.4 Pembelajaran ANFIS	57
4.1.5 Tahapan Implementasi	58
4.1.6 Pengujian Aplikasi	62
4.2 Pembahasan	63
4.2.1 Analisis Citra Vulva Estrus Dan Diestrus	63
4.2.2 Akurasi Deteksi Siklus Estrus Sapi menggunakan ANFIS	64
4.2.3 Pemanfaatan Binatang Ternak dalam Perspektif Islam	65
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	68
5.2 Saran	68
DAFTAR PUSTAKA	

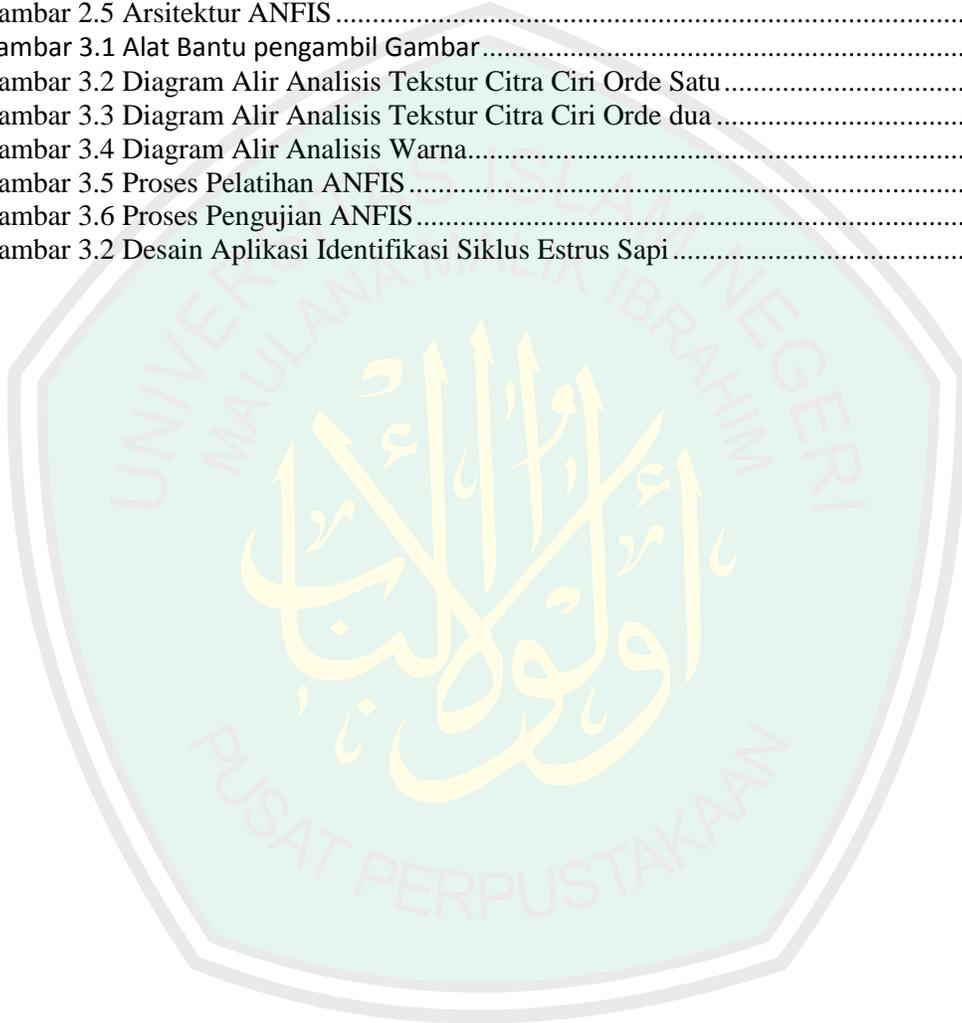
DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Data Penelitian Vulva Sapi	43
Tabel 4.1 Variabel Masukan jaringan ANFIS	57
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Jaringan ANFIS	63
Tabel 4.3 Nilai Rentang Citra Fase Estrus dan Diestrus	64



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Blok Diagram Pengolahan Citra.....	18
Gambar 2.2 Histogram citra dan Matriks kookurensi	22
Gambar 2.3 Komponen Neuron.....	32
Gambar 2.4 Fuzzy Inference System	35
Gambar 2.5 Arsitektur ANFIS	39
Gambar 3.1 Alat Bantu pengambil Gambar.....	42
Gambar 3.2 Diagram Alir Analisis Tekstur Citra Ciri Orde Satu	44
Gambar 3.3 Diagram Alir Analisis Tekstur Citra Ciri Orde dua	45
Gambar 3.4 Diagram Alir Analisis Warna.....	46
Gambar 3.5 Proses Pelatihan ANFIS.....	52
Gambar 3.6 Proses Pengujian ANFIS.....	53
Gambar 3.2 Desain Aplikasi Identifikasi Siklus Estrus Sapi.....	54



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Data Citra Vulva Sapi *Estrus* dan *Diestrus*
- Lampiran 2 Hasil Pengukuran Suhu, Analisis Warna dan Tekstur Citra Vulva Sapi
- Lampiran 3 Hasil Pembelajaran Jaringan ANFIS
- Lampiran 4 Listing Program Pembelajaran Jaringan ANFIS
- Lampiran 5 Listing Fungsi Uji Final
- Lampiran 6 Listing Program Pembuatan Aplikasi Deteksi Siklus *Estrus* Sapi



DAFTAR SINGKATAN

ANFIS : Adaptif Neuro Fuzzy Inference System

RGB : Red Green Blue



ABSTRAK

Hasanah, Uswatun. 2015. **Deteksi Siklus Estrus Sapi Melalui Analisis Citra Vulva Sapi Menggunakan *Adaptif neuro Fuzzy Inference System***, Skripsi. Jurusan Fisika, Fakultas sains dan teknologi, Universitas Islam negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang. Dosen Pembimbing: (I) DR. Agus Mulyono, S.Pd, M.Kes (II) Umaiyyatus syarifah, M.A

Kata kunci: Siklus Estrus Sapi, Analisa Citra Vulva Sapi, *Adaptif Neuro Fuzzy Inference System*

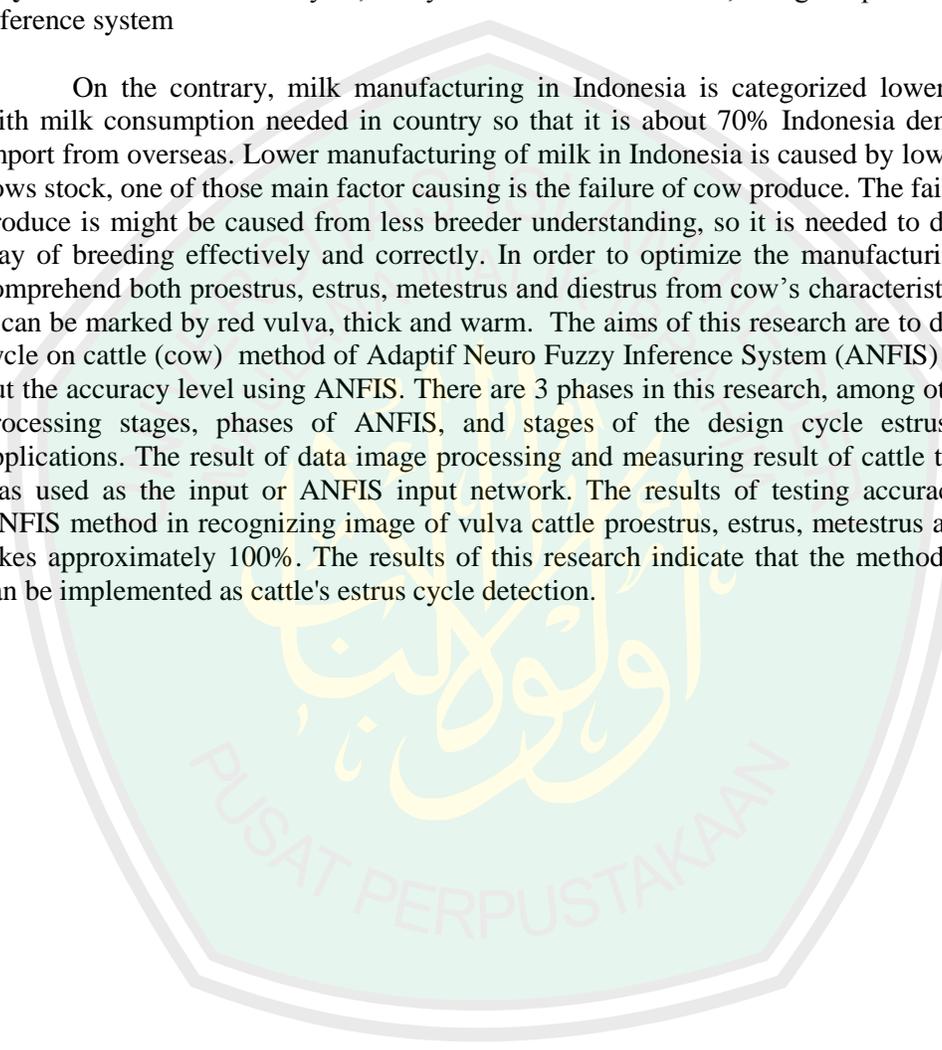
Produksi susu sapi di Indonesia tergolong sangat rendah dibandingkan dengan kebutuhan konsumsi susu secara nasional sehingga lebih dari 70% Indonesia melakukan impor susu dari luar negeri. Rendahnya produksi susu sapi di Indonesia merupakan akibat dari minimnya ketersediaan sapi, salah satu faktor yang mengakibatkan minimnya ketersediaan sapi adalah sering terjadi kegagalan sapi bunting. Kegagalan sapi bunting diakibatkan pengetahuan peternak yang masih kurang, maka perlu dilakukan teknologi beternak yang baik dan benar. Untuk mengefektifkan produksi harus bisa mengenali ciri-ciri sapi proestrus, estrus, metestrus dan diestrus, sapi dapat ditandai dengan warna vulva memerah, menebal dan hangat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui deteksi siklus *estrus* pada sapi dengan metode *Adaptif Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS)* serta mengetahui tingkat akurasi menggunakan metode ANFIS. Pada penelitian ini terdapat 3 tahapan yaitu tahapan pengolahan citra, tahapan metode ANFIS, dan tahapan perancangan aplikasi deteksi siklus *estrus* sapi. Data hasil pengolahan citra dan hasil pengukuran suhu vulva sapi digunakan sebagai data inputan atau masukan jaringan ANFIS. Hasil pengujian tingkat akurasi metode ANFIS dalam mengenali citra vulva sapi proestrus, estrus, metestrus dan diestrus sebesar 100 %. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa metode ANFIS dapat digunakan sebagai pendeteksi siklus *estrus* sapi.

ABSTRACT

Hasanah, Uswatun, 2015. Detecting cow's estrus cycle through analysis of cow's citra vulva by using adaptive neuro fuzzy inference system, Thesis. Physics department, Faculty science and technology, Islamic state university (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang. Advisor (I) Dr. Agus Mulyono, S.Pd, M.Kes (II) Umaiatus syarifah, M.A

Key words: cow's estrus cycle, analysis of cow's citra vulva, using adaptive neuro fuzzy inference system

On the contrary, milk manufacturing in Indonesia is categorized lower compared with milk consumption needed in country so that it is about 70% Indonesia demands milk import from overseas. Lower manufacturing of milk in Indonesia is caused by low number of cows stock, one of those main factor causing is the failure of cow produce. The failure of cow produce is might be caused from less breeder understanding, so it is needed to discover the way of breeding effectively and correctly. In order to optimize the manufacturing, it must comprehend both proestrus, estrus, metestrus and diestrus from cow's characteristic in which it can be marked by red vulva, thick and warm. The aims of this research are to detect estrus cycle on cattle (cow) method of Adaptif Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) and to find out the accuracy level using ANFIS. There are 3 phases in this research, among others image processing stages, phases of ANFIS, and stages of the design cycle estrus detection applications. The result of data image processing and measuring result of cattle temperature was used as the input or ANFIS input network. The results of testing accuracy level of ANFIS method in recognizing image of vulva cattle proestrus, estrus, metestrus and diestrus takes approximately 100%. The results of this research indicate that the method of ANFIS can be implemented as cattle's estrus cycle detection.



مستخلص البحث

حسنة، أسوة. 2015. اكتشاف دور شبك البقر عبر تحليل صورة فرج البقر باستخدام *Adaptif Neuro Fuzzy Inference System*، البحث الجامعي. قسم الفيزياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرف (1) الدكتور أغوس مولونو، الماجستير (2) أمية الشريفة الماجستير.

الكلمة المفتاحية: دور شبك البقر، تحليل صورة فرج البقر، شبكة *Adaptif Neuro Fuzzy Inference System*

مع الأسف أن إنتاج الحليب في إندونيسيا أخفض من احتياج استهلاك الحليب الدولي وصار توريد حليب إندونيسيا 70 % من خارج البلد. وانخفاض إنتاج الحليب في إندونيسيا أثر من قلة وفرة البقر. ومن عواملها إسقاط حمل البقر لقلّة معلومات الرّاعين وهم بحاجة إلى التكنولوجيا الصحيحة. لفعالية إنتاج الحليب فينبغي اكتشاف شبك البقر وغيره عبر احمرار لون الفرج، وكثفه، دفعه.

أما هدف هذا البحث هي: لمعرفة طريقة *Adaptif neuro Fuzzy Inference System (ANFIS)* ممكن الاستخدام في اكتشاف دور شبك البقر ولمعرفة قدر دقة اكتشاف شبك البقر عبر تحليل صورة فرج باستخدام *ANFIS*. أقام البحث عن ثلاث المراحل، أولاً تنظيم الصور. ثانياً طريقة *ANFIS*. في المرحلة منظمة الصورة استخدمت الباحثة تحليل اللون والنسيج. أمّا نتائج بيانات تنظيم الصورة ستكون إدخال البيانات أو إدخال شبكة *ANFIS*. ونتيجة اختبار رتبة الدقة طريقة *ANFIS* في اكتشاف صورة فرج البقر الشبك وغير الشبك هي 100%. فالنتيجة الحصيلة من هذا البحث دلّت على أن طريقة *ANFIS* مستخدمة في اكتشاف دور شبك البقر.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu produk peternakan yang berperan penting dalam memenuhi kebutuhan gizi atau protein hewani bagi masyarakat yaitu susu. Kesadaran akan pentingnya mengonsumsi susu ini menyebabkan terjadinya peningkatan konsumsi susu oleh masyarakat Indonesia dari tahun ke tahun. Pertumbuhan rata-rata konsumsi susu oleh masyarakat Indonesia untuk kategori susu bubuk, susu cair, dan susu rendah lemak mencapai 2,9% per kapita per tahun periode 2006-2010 (Purwono,dkk. 2013)

Pertambahan penduduk, perkembangan ekonomi, serta perubahan gaya hidup masyarakat Indonesia telah mendorong peningkatan konsumsi protein hewani, ironisnya hal ini justru mendorong peningkatan impor beberapa komoditas pangan yang terkait dengan peternakan, antara lain susu dalam jumlah yang sangat besar (lebih dari 70%) (Ditjenak Deptan, 2009).

Hal tersebut dikuatkan pula dengan Data dari Ditjenak Deptan (2009) menunjukkan bahwa dari segi populasi nasional, pertumbuhan relatif sapi perah dan produksi susu dari tahun 2005 hingga 2009 mengalami fluktuasi. Produksi susu nasional baru mencukupi 30% kebutuhan domestic (sekitar 635.000 ton per tahun), sisanya ditutupi dengan mengimpor susu dari Selandia Baru dan Australia masing-masing sekitar 10 juta ton per tahun (Purwono, dkk. 2013).

Berdasarkan pada tingkat konsumsi susu segar di Indonesia saat ini yaitu sekitar 6 Kg per kapita per tahun, angka ini merupakan yang terendah diantara Negara anggota Asean, bahkan bila dibandingkan dengan angka konsumsi susu segar di Negara maju, seperti di Eropa Barat, USA dan Jepang yang mencapai sekitar 200 Kg Per kapita per tahun maka prospek adanya peningkatan konsumsi susu segar di Indonesia masih sangat optimistik. Akan tetapi apabila hal itu terjadi, berarti akan terjadi pula peningkatan angka impor produk susu (Nugroho, 2010).

Upaya untuk meminimalisasi permasalahan tersebut adalah meningkatkan produksi susu dalam negeri dengan cara memperbanyak berternak sapi perah yang otomatis beternak dengan baik dan benar untuk mengefektifkan produksi sapi sehingga angka kebutuhan masyarakat akan konsumsi susu dapat terjangkau. Dalam ayat al-Quran dapat kita lihat akan potensi dan manfaat binatang ternak yang telah Allah SWT ciptakan. Firman Allah SWT surat an-Nahl (16) : 5,

وَاللّٰنَعْمَ خَلَقَهَا لَكُمْ فِيهَا دِفْءٌ وَمَنْفَعٌ وَمِنْهَا تَأْكُلُونَ ﴿٥﴾

“Dan Dia telah menciptakan binatang ternak untuk kamu; padanya ada (bulu) yang menghangatkan dan berbagai-bagai manfaat, dan sebahagiannya kamu makan.”

(QS. An-Nahl (16): 5)

Menurut as-Shobuni (2000), kata *al-An'am* menunjukkan bahwa hewan tersebut diciptakan oleh Allah SWT semata-mata untuk kemaslahatan manusia seperti unta, sapi, dan kambing. Sedangkan kata *Manafiu* menjelaskan bahwa pada hewan tersebut mengandung banyak manfaat salah satu diantaranya

bermanfaat untuk anak keturunan adam, sebagai tunggangan, susu dan dagingnya dapat dimakan.

Sayyid Quthb (2003), berpendapat bahwa binatang ternak yang dulu pernah hidup dan dikenal di Jazirah Arab adalah unta, sapi, domba, dan kambing. Pada binatang ternak terdapat yang menghangatkan (bulu) dari jenis kulit, wol, kapas, dan rambut. Semua ini banyak sekali manfaatnya, begitu pula yang terdapat pada susu, daging, dan lain sebagainya. Dari situlah kita makan dagingnya, susunya, dan minyaknya.

Allah SWT memberikan anugerah kepada hamba-Nya dengan apa yang diciptakan untuk mereka, berupa binatang-binatang ternak, yaitu unta, sapi dan domba. Dan Allah SWT menjadikan pula untuk mereka kemaslahatan dan kemanfaatan yang terdapat pada binatang-binatang itu, dapat minum susunya dan makan anak-anak binatang tersebut (Katsir, 2004).

Allah SWT telah menjelaskan berbagai manfaat binatang ternak salah satunya sapi yang dijadikan objek dalam penelitian ini, manusia sebagai hambanya yang telah diberi anugerah tersebut harus menjaga, memelihara dan membantu keberlangsungan reproduksi binatang ternak tersebut agar binatang ternak yang dimaksud tetap dapat dimanfaatkan oleh keturunannya. Oleh karena itu dibutuhkanlah ilmu dan wawasan yang baik demi tidak punahan binatang ternak, akan tetapi kenyataan yang ada dimasyarakat, para peternak sering mengalami kegagalan bunting yang mengakibatkan rendahnya efisiensi reproduksi sapi (dalam hal ini sapi perah). Rendahnya efisiensi reproduksi pada sapi perah mengindikasikan terjadinya gangguan reproduksi yaitu kawin berulang.

Kejadian kawin berulang melanda hampir di seluruh dunia, yaitu berkisar antara 5,5-33,3% (Gustafsson dan Emanuelsson, 2002; Yusuf *et al.*, 2010).

Tingginya kejadian kawin berulang merupakan permasalahan dunia peternakan yang harus segera diatasi karena sangat merugikan peternak. Penyebab kawin berulang pada dasarnya disebabkan karena kegagalan fertilisasi dan akibat kematian embrio dini (Linares *et al.*, 1980; Gustafsson, 1985). Kegagalan fertilisasi dan kematian embrio dini pada umumnya disebabkan karena faktor infeksi, gangguan hormonal, lingkungan, nutrisi, dan manajemen (Robert, 1986; Copelin *et al.*, 1986). Faktor kesalahan manajemen (peternak) seperti jenis lantai kandang (Britt *et al.*, 1986), rendahnya pemahaman siklus estrus dan diestrus, tidak akuratnya deteksi estrus, ketepatan perkawinan, rendahnya nutrisi, dan lingkungan (Windig *et al.*, 2005) dapat menyebabkan kegagalan kebuntingan yang ditandai dengan adanya gejala kawin berulang.

Kegagalan dalam mendeteksi estrus merupakan salah satu faktor yang dapat menyebabkan problem reproduksi dan rendahnya angka kebuntingan pada kelompok ternak sapi perah (Thatcher *et al.*, 2006). Pengetahuan peternak tentang siklus *estrus* merupakan salah satu faktor penting terhadap keberhasilan perkawinan. Peternak yang mengetahui tentang siklus estrus akan mengawinkan sapi perah mereka dalam waktu yang tepat (Prihatno, dkk, 2013).

Untuk itu, pengamatan atau deteksi siklus estrus (birahi) perlu dikuasai peternak agar perkawinan (dalam hal ini perkawinan yang di maksud adalah kawin alam, yaitu tanpa ada campur tangan manusia, manusia hanya mempertemukan saja) berhasil. Siklus *estrus* pada sapi dapat ditandai dengan ciri-

ciri antara lain sapi gelisah, suhu meningkat yang pada umumnya ditandai dengan warna vulva sapi kemerahan, terjadi penebalan pada vagina, nafsu makan turun bahkan hilang sama sekali. Serta timbul perilaku menaiki sapi lain dan keluarnya lendir dari alat kelamin (vulva). Dari tanda-tanda tersebut, pedoman yang paling tepat bagi peternak untuk siap mengawinkan sapi bila sapi sudah mengeluarkan lendir yang cukup banyak dari alat kelaminnya. Banyak terjadi kasus, tanpa memperhatikan leleran cairan dari vulva, tapi peternak sudah mengawinkannya. Bahkan hanya dikarenakan sapi sudah ‘teriak-teriak’. Padahal tidak semua sapi betina memperlihatkan tanda itu, banyak juga yang diam saja (*silent haid*) (Toelihere, 1985).

Selain dengan melihat ciri-ciri tersebut, petugas yang memeriksa siklus estrus sapi juga melakukan eksplorasi rektal untuk memastikan bahwa sapi benar-benar berada dalam siklus estrus. Eksplorasi rektal merupakan metode diagnosa siklus estrus yang dapat dilakukan pada ternak besar seperti sapi, dengan cara palpasi uterus melalui dinding rektum untuk meraba pembesaran yang terjadi pada uterus dan fetus. Metode ini dirasa tidak islami, karena tidak memperlakukan hewan dengan baik sebagaimana ajaran islam.

Deteksi siklus *estrus* pada sapi yang tepat merupakan kunci utama keberhasilan suatu perkawinan selain ketepatan dan kecepatan saat melakukan perkawinan, pemeriksaan siklus *estrus* pada sapi yang efektif memerlukan pengetahuan yang lengkap tentang tingkah laku sapi yang saatnya siklus *estrus* baik normal ataupun tidak. Menurut Ihsan (1992) deteksi siklus estrus umumnya dapat dilakukan dengan melihat tingkah laku ternak dan keadaan vulva.

Menurut Praidia (2008), penerapan unsur-unsur teknologi praktis dan tepat guna sangat dibutuhkan sebagai sebuah pendukung sekaligus solusi yang efektif dalam berbagai bidang, salah satunya yaitu teknik pengolahan citra digital. Metode pengolahan citra digital merupakan metode non destruktif yang umum digunakan untuk mengevaluasi kualitas luar seperti bentuk, ukuran dan warna. Metode pengolahan citra digital memiliki beberapa keunggulan antara lain relatif murah, sederhana dan praktis.

Penggunaan metode klasifikasi yang kurang tepat akan mengakibatkan terjadinya salah klasifikasi. Kesalahan klasifikasi yang dapat terjadi adalah kesalahan dalam pengelompokan tingkat warna dan tekstur pada vulva. Bila terjadi salah klasifikasi sehingga sapi dalam siklus estrus teridentifikasi menjadi sapi dalam siklus diestrus atau sebaliknya.

Telah dilakukan penelitian deteksi masa kawin sapi menggunakan nilai gabor dari analisis tekstur dan nilai pixel RGB dari analisis warna sebagai masukan pada algoritma metode jaringan syaraf tiruan backpropagation yang memberikan hasil dengan tingkat akurasi 80% (Tamam,2012). Mukarromah (2015) menggunakan analisis warna (RGB) dan analisis tekstur (ciri orde satu) sebagai masukan pada jaringan LVQ untuk mendeteksi siklus estrus sapi yang menghasilkan tingkat akurasi pada fase *estrus* dan *diestrus* 100%, sedangkan fase *proestrus* 60% dan fase *metestrus* 0%. Dari hasil yang dicapai pada penelitian tersebut perlu dilakukan penelitian lanjut dengan metode lain untuk mendapatkan nilai akurasi yang lebih tinggi.

Banyak penelitian yang menggunakan metode *Adaptif Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS) salah satunya adalah Whidhiasih, dkk (2012) telah melakukan penelitian untuk klasifikasi buah belimbing dengan citra R-G-B, penelitian tersebut memberikan tingkat akurasi 89%.

Dari latar belakang di atas maka sangat perlu melakukan penelitian secara detail dengan melihat keadaan vulva secara teliti menggunakan analisa citra vulva dengan menggunakan *Adaptif Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS). Selama ini pengamatan vulva dilakukan dengan secara manual melalui pengamatan visual. Pengamatan dengan cara ini memiliki kelemahan karena keterbatasan visual manusia dalam mengamati warna suatu objek dan adanya perbedaan persepsi pada masing-masing pengamat. Sudah dijelaskan sebelumnya bahwa pengolahan citra digital adalah alternatif untuk permasalahan ini. salah satu penerapan dalam pengolahan citra yaitu perbaikan kualitas warna.

Warna adalah persepsi yang dirasakan oleh sistem visual manusia terhadap panjang gelombang cahaya yang dipantulkan oleh objek. Setiap warna mempunyai panjang gelombang (λ) yang berbeda. Warna merah mempunyai panjang gelombang paling tinggi, sedangkan warna ungu (violet) mempunyai panjang gelombang paling rendah. Warna – warna yang diterima oleh mata (sistem visual manusia) merupakan hasil kombinasi cahaya dengan panjang gelombang berbeda. Penelitian memperlihatkan bahwa kombinasi warna yang memberikan rentang warna yang paling lebar adalah red (R), green (G), dan blue. Persepsi sistem visual manusia terhadap warna sangat relatif sebab dipengaruhi oleh banyak kriteria, salah satunya disebabkan oleh adaptasi yang menimbulkan

distorsi. Misalnya bercak abu - abu di sekitar warna hijau akan tampak keunguan (distorsi terhadap ruang), atau jika mata melihat warna hijau lalu langsung dengan cepat melihat warna abu - abu, maka mata menangkap kesan warna abu - abu tersebut sebagai warna ungu (distorsi terhadap waktu) (Usman, 2005).

Selain melihat kualitas warna, tekstur pada vulva juga penting untuk mendapatkan informasi kualitas dari citra vulva. Tekstur merupakan karakteristik intrinsik dari suatu citra yang terkait dengan tingkat kekasaran (*roughness*), granularitas (*granulation*), dan keteraturan (*regularity*) susunan struktural piksel. Aspek tekstural dari sebuah citra dapat dimanfaatkan sebagai dasar dari segmentasi, klasifikasi, maupun interpretasi citra. Tekstur dapat didefinisikan sebagai fungsi dari variasi spasial intensitas piksel (nilai keabuan) dalam citra (Oktalia, 2009).

Berdasarkan uraian diatas, penelitian menggunakan teknik pengolahan citra sangat membantu, sehingga diharapkan dengan penelitian ini didapatkan metode alternatif mendeteksi siklus estrus pada sapi dengan lebih mudah, murah, cepat dan lebih akurat.

1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah metode Adaptif Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) dapat digunakan untuk mengklasifikasi tekstur dan warna citra vulva sapi dalam mendeteksi siklus estrus pada sapi ?
2. Berapa besar akurasi deteksi siklus estrus pada sapi melalui analisis citra vulva dengan metode Adaptif Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS)?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui apakah metode Adaptif Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) dapat digunakan untuk mengklasifikasi tekstur dan warna citra vulva sapi dalam mendeteksi siklus estrus pada sapi
2. Untuk mengetahui tingkat akurasi deteksi siklus estrus pada sapi melalui analisis citra vulva menggunakan Adaptif Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS).

1.4 Batasan Masalah

1. Jenis sapi yang diamati adalah sapi perah.
2. Kamera digital yang digunakan adalah Pentax Efina dengan resolusi 14 Megapixel.
3. Pengambilan citra dilakukan pada jarak 15 cm terhadap objek.
4. Perangkat lunak yang digunakan adalah Matlab versi 7.1 R2010a dan dihasilkan hanya mendeteksi siklus estrus pada sapi melalui analisis citra vulva.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan bagi masyarakat mengenai tingkat keakurasian perangkat lunak siklus estrus pada sapi melalui analisis citra vulva dengan metode Adaptif Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS),
2. Hasil penelitian ini dapat membantu keberhasilan para peternak sapi yang kurang teliti tentang tanda-tanda siklus estrus pada sapi secara tepat, cepat dan lebih akurasi.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

2.1 Hewan Ternak

Allah berfirman dalam surat al Mu'minuun (23): 21,

وَإِنَّ لَكُمْ فِي الْأَنْعَامِ لَعِبْرَةً ۗ نَسْقِيكُمْ مِمَّا فِي بُطُونِهَا وَلَكُمْ فِيهَا مَنَافِعُ كَثِيرَةٌ وَمِنْهَا تَأْكُلُونَ

“Dan Sesungguhnya pada binatang-binatang ternak, benar-benar terdapat pelajaran yang penting bagi kamu, Kami memberi minum kamu dari air susu yang ada dalam perutnya, dan (juga) pada binatang-binatang ternak itu terdapat faedah yang banyak untuk kamu, dan sebagian daripadanya kamu makan.(Q.S al Mu'minuun (23): 21).

Allah SWT menyebutkan bahwa apa yang telah Dia ciptakan bagi makhluk-Nya pada binatang ternak terdapat berbagai manfaat, dimana mereka dapat meminum dari air susu-susunya yang keluar dari saluran antara tempat kotoran dan saluran darah, mereka memakan dagingnya, membuat pakaian dari kulit dan juga bulu-bulunya, dan mereka juga menaiki punggung binatang-binatang tersebut, bahkan mereka juga membebani binatang-binatang itu dengan berbagai beban berat menuju ke Negara yang jauh (Katsir, 2004).

Menurut al Maraghi (1992), sesungguhnya pada penciptaan binatang ternak benar-benar terdapat pelajaran di samping ia merupakan nikmat. Letak adanya pelajaran padanya ialah bahwa darah yang lahir dari makanan berubah di dalam kelenjar susu menjadi minuman yang baik, lezat dan baik dimakan. Ini termasuk dalil paling menonjol atas kekuasaan Tuhan yang menciptakannya.

Kemudian Allah menguraikan beberapa manfaat yang salah satunya memanfaatkan susunya untuk berbagai macam kepentingan, seperti memanfaatkan susu itu untuk membuat mentega, keju dan sebagainya.

Sapi ternak adalah hewan ternak anggota familia Bovidae dan subfamilia Bovinae. Sapi dipelihara terutama untuk dimanfaatkan susu dan dagingnya sebagai bahan pangan. Hasil sampingan seperti kulit, jeroan, dan tanduknya juga dimanfaatkan. Di sejumlah tempat, sapi juga dimanfaatkan untuk membantu bercocok tanam seperti menarik gerobak atau bajak (Mulya. 2013).

Sapi ternak saat ini merupakan keturunan dari jenis liar yang dikenal sebagai *Aurochse* atau *Urochse* (bahasa Jerman berarti “sapi kuno”, nama ilmiah: *Bos primigenius*, yang sudah punah di Eropa sejak 1627. Sapi ternak meski banyak jenisnya tetapi umumnya digolongkan menjadi satu spesies saja (Mulya. 2013).

2.1.1 Peluang Budidaya Sapi Perah

Indonesia mengimpor produk susu utamanya berasal dari Australia, New Zealand, EU dan USA, dengan pangsa pasar pada tahun 2005 berturut-turut sebesar 24%, 21%, 20% dan 12%, dengan nilai total impor sekitar 307 juta US dollar. Rataan angka pertumbuhan produksi susu antara tahun 1970 s/d 2004, di Thailand, South Korea dan Indonesia berturut-turut sekitar 711,26% ; 126,26% dan 12,61%. Tingkat pertumbuhan produksi susu di Indonesia relatif sangat lambat, bahkan antara tahun 1990 s/d 2004 mengalami penurunan drastis. Apabila kita lihat potensi SDA yang ada maka mestinya angka pertumbuhan produksi Indonesia bisa mendekati atau sama dengan negara seperti Thailand, hanya saja

masalahnya di Indonesia, usaha sapi perah terkonsentrasi di Pulau Jawa yang hanya sekitar 7% dari wilayah Indonesia dan menampung sekitar 60% populasi penduduk nasional. Oleh karenanya untuk mengejar pertumbuhan produksi susu yang tinggi maka perlu diupayakan pengembangan usaha ternak sapi perah. Untuk mengupayakan hal tersebut maka kita menggunakan cara beternak yang baik dan benar untuk mengefektifkan produksi sapi perah (Budiyono, 2008).

2.1.2 Siklus Estrus Pada Sapi

Siklus berahi (*estrus*) adalah jarak antara berahi yang satu sampai pada berahi berikutnya, sedangkan berahi itu sendiri adalah saat dimana hewan betina bersedia menerima pejantan untuk kopulasi. Siklus berahi pada setiap hewan berbeda antara satu sama lain tergantung dari bangsa, umur, dan spesies. Siklus estrus pada sapi dewasa berkisar antara 18 sampai 24 hari. Siklus estrus terdiri dari empat fase (Partodiharjo, 1992).

1. Proestrus

Proestrus adalah tahap sebelum *estrus*, dimana *Folikel De Graaf* bertumbuh (Toelihere, 1981). Pertumbuhan folikel tersebut terjadi atas pengaruh *Follicle Stimulating Hormone* (FSH), dengan menghasilkan sejumlah estradiol yang semakin bertambah (Baker dalam Ternouth, 1983). Fase ini hanya berlangsung pendek, gejala yang terlihat berupa perubahan-perubahan tingkah laku dan perubahan pada alat kelamin bagian luar. Tingkah laku betina menjadi sedikit gelisah, memperdengarkan suara-suara yang biasa terdengar atau malah diam saja. Alat kelamin betina luar mulai memperlihatkan tanda-tanda bahwa terjadi peningkatan peredaran darah. Meskipun telah ada perubahan yang

menimbulkan gairah sex, namun hewan betina masih menolak pejantan karena tertarik oleh perubahan tingkah laku tersebut. (Partodihardjo, 1992).

2. Estrus

Estrus merupakan fase yang terpenting dalam siklus berahi, karena dalam fase ini hewan betina memperlihatkan gejala yang khusus untuk tiap-tiap hewan, dan dalam fase ini pula hewan betina mau menerima pejantan untuk kopulasi. Menurut Frandson (1996), fase estrus ditandai dengan sapi yang berusaha dinaiki oleh sapi pejantan, keluarnya cairan bening dari vulva dan peningkatan sirkulasi sehingga tampak merah. Pada saat itu, keseimbangan hormon hipofisa bergeser dari FSH ke LH yang mengakibatkan peningkatan LH, hormon ini akan membantu terjadinya ovulasi dan pembentukan korpus luteum yang terlihat pada masa sesudah estrus. Proses ovulasi akan diulang kembali secara teratur setiap jangka waktu yang tetap yaitu satu siklus berahi. Pengamatan berahi pada ternak sebaiknya dilakukan dua kali, yaitu pagi dan sore sehingga adanya berahi dapat teramati dan tidak terlewatkan (Salisbury dan Vandemark, 1985). Ditambahkan Partodihardjo (1992), Ciri dari estrus adalah terjadinya kopulasi, menjadi gelisah, nafsu makan berkurang, vulva bengkak, keluar lendir dan vulva menjadi kemerahan.

3. Metestrus

Metestrus ditandai dengan terhentinya berahi, ovulasi terjadi dengan pecahnya folikel, rongga folikel secara berangsur-angsur mengecil, dan pengeluaran lendir terhenti (Partodihardjo, 1992). Tahap metestrus sebagian besar berada dibawah pengaruh hormon progesteron yang dihasilkan oleh korpus luteum

(Toelihere, 1981). Selama metestrus, rongga yang ditinggalkan oleh pemecahan folikel mulai terisi dengan darah. Darah membentuk struktur yang disebut corpus hemorrhagicum. Setelah sekitar 5 hari, corpus hemorrhagicum mulai berubah menjadi jaringan luteal, menghasilkan corpus luteum atau Cl. Fase ini sebagian besar berada dibawah pengaruh progesteron yang dihasilkan oleh corpus luteum (Frandsen, 1996). Progesteron menghambat sekresi FSH oleh pituitari anterior sehingga menghambat pertumbuhan folikel ovarium dan mencegah terjadinya estrus. Pada masa ini terjadi ovulasi, kurang lebih 10-12 jam sesudah estrus, kira-kira 24 sampai 48 jam sesudah berahi.

4. Diestrus

Menurut Marawali dkk. (2001) diestrus adalah periode terakhir dan terlama pada siklus berahi, corpus luteum menjadi matang dan pengaruh progesteron terhadap saluran reproduksi menjadi nyata. Pada fase ini, corpus luteum berkembang dengan sempurna dan efek yang dihasilkan dari progesteron (hormon yang dihasilkan oleh corpus luteum) tampak dengan jelas pada dinding uterus (Salisbury dan Vandemark, 1985). Pada fase ini ovarium didominasi oleh corpus luteum yang teraba dengan bentuk permukaan yang tidak rata, menonjol keluar serta konsistensinya agak keras dari corpus luteum pada fase metestrus. Corpus luteum ini tetap sampai hari ke 17 atau 18 dari siklus estrus. Uterus pada fase ini dalam keadaan relax dan servix dalam kondisi mengalami kontriksi. Fase diestrus biasanya diikuti pertumbuhan folikel pertama tapi akhirnya mengalami atresia sedangkan pertumbuhan folikel kedua nantinya akan mengalami ovulasi (Partodihardjo, 1992).

2.1.3 Perkembangbiakan Sapi Secara Alami

Upaya peningkatan populasi ternak sapi dapat dilakukan dengan intensifikasi kawin alam melalui distribusi pejantan unggul terseleksi dari bangsa sapi lokal atau impor dengan empat manajemen perkawinan, yaitu perkawinan model kandang individu, perkawinan model kandang kelompok/umbaran, perkawinan model *rench* (*paddock*), dan perkawinan model padang penggembalaan. Pejantan yang digunakan berasal dari hasil seleksi sederhana, yaitu berdasarkan penilaian performans tubuh dan kualitas semen yang baik, berumur lebih dari dua tahun dan bebas dari penyakit reproduksi seperti EBL dan IBR.

Cara kawin alam ini dianjurkan dengan pertimbangan :

1. Secara alamiah ternak sapi potong memiliki kebebasan hidup, sehingga mendukung perkembangbiakannya secara normal
2. Secara alamiah ternak sapi jantan mampu mengetahui ternak sapi betina yang berahi
3. Penanganan perkawinan secara kawin alam memerlukan biaya yang sangat murah, tanpa adanya campur tangan manusia
4. Metode kawin alam sangat efektif dan efisien, sehingga dapat digunakan sebagai pola usaha budidaya ternak mulai dari cara intensif, semi intensif dan ekstensif, bahkan juga dilakukan di beberapa perusahaan.

Faktor terpenting dalam pelaksanaan perkawinan sapi adalah ketepatan deteksi waktu puncak kesuburan ternak betina. Puncak kesuburan ternak betina adalah pada waktu menjelang ovulasi. Waktu terjadinya ovulasi selalu terkait

dengan periode berahi. Pada umumnya ovulasi berlangsung sesudah akhir periode berahi. Ovulasi pada ternak sapi terjadi 15-18 jam sesudah akhir berahi atau 35-45 jam sesudah munculnya gejala berahi. Sebelum dapat membuahi sel telur yang dikeluarkan sewaktu ovulasi, spermatozoa membutuhkan waktu kapasitas untuk menyiapkan pengeluaran enzim-enzim zona pelucida dan masuk menyatu dengan ovum menjadi embrio (Hafez, 1993).

Waktu kapasitas pada sapi, yaitu 5-6 jam (Beaden dan Fuqual, 1997). Oleh sebab itu, peternak dan petugas lapangan harus mutlak mengetahui dan memahami kapan gejala birahi ternak terjadi sehingga tidak ada keterlambatan perkawinan sapi. Kegagalan kebuntingan sapi akan menjadi penyebab membengkaknya biaya yang harus dikeluarkan peternak.

2.2 Citra

Definisi citra menurut kamus Webster adalah suatu representasi, kemiripan, atau imitasi dari suatu objek atau benda. Jadi foto seseorang mewakili identitas orang itu sendiri di depan kamera. Foto sinar X *thorax* mewakili keadaan bagian dalam tubuh seseorang, dan data dalam suatu file GIF mewakili apa yang digambarkannya (Balza, 2005).

Citra digital dapat dinyatakan sebagai suatu fungsi dua dimensi $f(x,y)$, dengan x maupun y adalah posisi koordinat sedangkan f merupakan amplitudon pada posisi (x,y) yang sering dikenal sebagai intensitas atau *grey scale* (Gonzales, 2002). Nilai dari intensitas bentuknya adalah diskrit mulai dari 0 sampai 255. Citra sebagai output alat perekaman, seperti kamera, dapat bersifat analog ataupun digital. Citra Analog adalah citra yang masih dalam bentuk sinyal

analog, seperti hasil pengambilan gambar oleh kamera atau citra tampilan di layar TV ataupun monitor (sinyal video) (Suhendra, 2004).

Untuk memperoleh citra digital ini dapat dilakukan secara langsung oleh kamera digital ataupun melakukan proses konversi suatu citra analog ke citra digital. Untuk mengubah citra kontinu menjadi digital diperlukan proses pembuatan kisi-kisi arah horizontal dan vertikal, sehingga diperoleh gambar dalam bentuk array dua dimensi. Proses tersebut dikenal sebagai proses digitalisasi/sampling (Suhendra, 2004).

Selanjutnya citra *digital* karena berbentuk data numeris, maka citra *digital* dapat diolah dengan komputer. Suatu citra digital melalui pengolahan citra digital menghasilkan citra digital yang baru; termasuk didalamnya adalah perbaikan citra dan peningkatan kualitas citra. Sedangkan analisis citra digital menghasilkan suatu keputusan atau suatu data; termasuk didalamnya adalah: pengenalan pola (Fahmi, 2007).

2.2.1 Data Citra

Gambar-gambar yang selama ini dimiliki dan dilihat oleh manusia merupakan hasil pencitraan dari sebuah cahaya yang ditangkap oleh mata melalui retina (Gonzales, 2002). Menurut Sari (2010), komputer dapat mengolah isyarat-isyarat elektronik digital yang merupakan kumpulan sinyal biner (bernilai 0 dan 1). Untuk itu, citra digital harus mempunyai format tertentu yang sesuai sehingga dapat merepresentasikan objek pencitraan dalam bentuk kombinasi data biner. Data citra gambar yang dapat diolah oleh komputer adalah berupa format *.JPEG, *.BMP, *.TIF, *.GIF, *.PNG, dan *.FWD.

2.2.2 Operasi Pengolahan Citra

Image Processing atau sering disebut pengolahan citra merupakan suatu proses filter gambar asli menjadi gambar lain sesuai dengan keinginan kita. Misalnya, kita mendapatkan suatu gambar yang terlalu gelap. Dengan image processing, kita dapat memprosesnya agar mendapatkan gambar yang jelas. Secara garis besar, kita bisa menggambarkannya seperti blok diagram pada gambar berikut (Sigit, 2005):



Gambar 2.1 Blok Diagram Pengolahan Citra

Dalam pengolahan maupun pengenalan citra, masalah persepsi visual yaitu apa yang dapat dilihat oleh mata manusia, mempunyai peranan penting. Penentuan apa yang dapat dilihat itu tidak dapat hanya ditentukan oleh manusia itu sendiri. Mata merupakan bagian dari sistem visual manusia. Sistem visual ini sangat sulit dipelajari, terlebih jika ingin menyingkap proses yang melatarbelakangi timbulnya suatu persepsi, seperti pada peristiwa “pengenalan” (recognition) (Wijaya, 2007).

Operasi pengolahan citra dapat diklasifikasikan dalam beberapa jenis yaitu perbaikan kualitas citra, pemugaran citra, segmentasi citra, analisis citra, dan rekonstruksi citra (Agushinta, 2007). Image processing atau pengolahan citra adalah bidang tersendiri yang sudah cukup berkembang bahwa sejak orang mengerti bahwa computer tidak hanya dapat menangani data teks, tetapi juga data citra. Teknik-teknik pengolahan citra biasanya digunakan untuk melakukan transformasi dari satu citra kepada citra yang lain, sementara tugas perbaikan

informasi terletak pada manusia melalui penyusunan algoritmanya (Usman, 2005).

Pengolahan citra bertujuan memperbaiki kualitas citra agar mudah diinterpretasi oleh manusia atau mesin (dalam hal ini komputer). Pengolahan citra telah menggunakan sistem komputer yang diaplikasikan pada sejumlah bidang, seperti pada bidang kedokteran, biologi, hukum, dan keamanan.

2.2.3 Perbaikan Kualitas Citra

Perbaikan kualitas citra (*image enhancement*) merupakan salah satu proses awal dalam pengolahan citra (*image preprocessing*). Perbaikan kualitas diperlukan karena seringkali citra yang diuji mempunyai kualitas yang buruk, misalnya citra mengalami derau (*noise*) pada saat pengiriman melalui saluran transmisi, citra terlalu terang/gelap, citra kurang tajam, kabur, dan sebagainya. Melalui operasi pemrosesan awal inilah kualitas citra diperbaiki sehingga citra dapat digunakan untuk aplikasi lebih lanjut, misalnya untuk aplikasi pengenalan (*recognition*) objek di dalam citra (Marvin, 2007).

Yang dimaksud dengan perbaikan kualitas citra adalah proses memperjelas dan mempertajam ciri/fitur tertentu dari citra agar citra lebih mudah dipersepsi maupun dianalisis secara lebih teliti (Andrian, 2006). Secara matematis, *image enhancement* dapat diartikan sebagai proses mengubah citra $f(x, y)$ menjadi $f'(x, y)$ sehingga ciri-ciri yang dilihat pada $f(x, y)$ lebih ditonjolkan (Hansye, 1997). *Image enhancement* tidak meningkatkan kandungan informasi, tapi jangkauan dinamis dari ciri agar bisa dideteksi lebih mudah dan tepat (Marvin 2007).

Operasi-operasi yang digolongkan sebagai perbaikan kualitas citra cukup beragam antara lain, perubahan derajat keabuan (Grayscale), perubahan kecerahan gambar (*image brightness*), peregangan kontras (*contrast stretching*), perubahan histogram citra, pelembutan citra (*image smoothing*), penajaman (*sharpening*) tepi (*edge*), pewarnaan semu (*pseudocolouring*), perubahan geometrik, dan sebagainya (Hansye, 1997).

2.2.4 Analisis Tekstur

Tekstur merupakan kerekarakteristik intristik dari suatu citra yang terkait dengan tingkat kekasaran (*roughness*), granulation (*granulation*), dan keteraturan (*regularity*) susunan struktual piksel. Aspek tekstur dari sebuah citra dapat dimanfaatkan sebagai dasar dari segmentasi, klasifikasi maupun interpretasi citra. (Oktalia, 2009).

Tekstur dapat didefinisikan sebagai fungsi dari variasi spasial intensitas piksel (nilai keabuan) dalam citra. Berdasarkan strukturnya, tekstur dapat diklasifikasikan dalam 2 golongan :

1. Makrostruktur

Tekstur makrostruktur memiliki perulangan pola local secara periodic dalam suatu daerah citra, biasanya terdapat pada pola-pola buatan manusia dan cenderung mudah untuk direpresentasikan secara matematis.

2. Mikrostruktur

Pada tekstur mikrostruktur, pola-pola lokal dan perulangan tidak terjadi begitu jelas, sehingga tidak mudah untuk memberikan definisi tekstur yang komprehensif (Oktalia, 2009).

Analisis tekstur bekerja dengan mengamati pola ketetanggaan antar piksel dalam domain spasial. Dua persoalan yang seringkali berkaitan dengan analisis tekstur adalah:

1. Ekstraksi ciri

Ekstraksi ciri merupakan langkah awal dalam melakukan klasifikasi dan interpretasi citra. Proses ini berkaitan dengan kuantisasi karakteristik citra ke dalam sekelompok nilai ciri yang sesuai. Dalam penelitian ini kita akan mengamati metoda ekstraksi ciri statistik orde pertama dan kedua, serta mengenali performansi masing-masing skema dalam mengenali citra dengan karakteristik tekstural yang berlainan.

2. Segmentasi citra

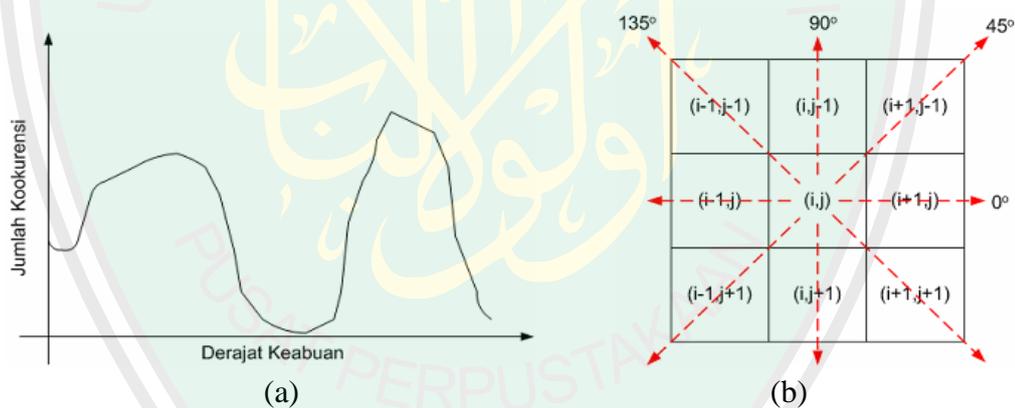
Segmentasi citra merupakan proses yang bertujuan untuk memisahkan suatu daerah pada citra dengan daerah lainnya. Berbeda dengan pada citra non-tekstural, segmentasi citra tekstural tidak dapat didasarkan pada intensitas piksel per piksel, tetapi perlu mempertimbangkan perulangan pola dalam suatu wilayah ketetanggaan local (Oktalia, 2009).

Proses klasifikasi citra berbasis analisis tekstur pada tahapan ekstraksi ciri terdapat tiga metode, yaitu metode statistik, metode spektral dan metode struktural.

Metode statistik menggunakan perhitungan statistik distribusi derajat keabuan/*grayscale* dengan mengukur tingkat kontras, granularitas, dan kekasaran suatu daerah dari hubungan ketetanggaan antar piksel di dalam citra. Metode spektral mendasarkan pada fungsi autokorelasi suatu daerah atau *power*

distribution pada domain transformasi Fourier dalam mendeteksi periodisitas tekstur. Pada metode struktural menggunakan diskripsi primitive tekstur dan aturan sintaktik. Metode struktural banyak digunakan untuk pola-pola makrostruktur.

Metode statistik dalam ekstraksi ciri dari citra vulva, yaitu ekstraksi ciri orde pertama dan ekstraksi ciri orde kedua. Ekstraksi ciri orde pertama dilakukan melalui histogram citra seperti pada gambar 2.2a. Ekstraksi ciri orde kedua dilakukan dengan matriks kookurensi (seperti pada gambar 2.2b, yaitu suatu matriks antara yang merepresentasikan hubungan ketetanggaan antar piksel dalam citra pada berbagai arah orientasi dan jarak spasial.



Gambar 2.2 (a)Histogram citra dan (b) Matriks kookurensi (Haralick, 1973).

Parameter ciri orde pertama antara lain *mean*, *skewness variance*, *kurtosis*, dan *entropy*.

a. *Mean* (μ)

Menunjukkan ukuran disperse dari suatu citra

$$\mu = \sum_n f_n p(f_n) \quad (1)$$

dimana f_n merupakan suatu nilai intensitas keabuan, dan $p(f_n)$ menunjukkan nilai histogramnya (probabilitas kemunculan intensitas pada citra)

b. *Variance*(σ^2)

Menunjukkan variasi elemen pada histogram dari suatu citra

$$\sigma^2 = \sum_n (f_n - \mu)^2 p(f_n) \quad (2)$$

c. *Skewness*(α_3)

Menunjukkan tingkat kemencengan relative kurva histogram dari suatu citra.

$$\alpha_3 = \frac{1}{\sigma^3} \sum_n (f_n - \mu)^3 p(f_n) \quad (3)$$

d. *Kurtosis*(α_4)

Menunjukkan tingkat keruncingan relative kurva histogram dari suatu citra

$$\alpha_4 = \frac{1}{\sigma^4} \sum_n (f_n - \mu)^4 p(f_n) - 3 \quad (4)$$

e. *Entropy*(H)

Menunjukkan ukuran ketidakaturan bentuk dari suatu citra

$$H = -\sum_n p(f_n) \cdot \log p(f_n) \quad (5)$$

Statistik ciri orde dua adalah penghitungan probabilitas hubungan ketetanggaan antara dua piksel pada jarak dan orientasi sudut tertentu. Pendekatan ini bekerja dengan membentuk sebuah matriks kookurensi dari data citra, dilanjutkan dengan menentukan ciri sebagai fungsi dari matriks antara tersebut. Kookurensi berarti kejadian bersama, yaitu jumlah kejadian satu level nilai piksel bertetangga dengan satu level nilai piksel lain dalam jarak (d) dan orientasi sudut (θ) tertentu. Jarak dinyatakan dalam piksel dan orientasi dinyatakan dalam derajat.

Orientasi dibentuk dalam empat arah sudut yaitu 0° , 45° , 90° , dan 135° . Sedangkan jarak antar piksel biasanya ditetapkan sebesar 1 piksel.

Untuk parameter ciri orde kedua yang didapat dari matriks kookurensi antara lain, *angular second moment*, *contrast*, *correlation*, *variance*, *inverse difference moment* dan *entropy* (Haralick, 1973., Raghu, 1998).

a. *Angular Second Moment (ASM)*

Menunjukkan ukuran sifat homogenitas citra (Haralick.1973).

$$ASM = \sum_i \sum_j \{p(i, j)\}^2 \quad (6)$$

dimana $p(i, j)$ merupakan nilai pada baris i dan kolom j pada matriks kookurensi.

b. *Contrast*

Menunjukkan ukuran penyebaran elemen matriks citra. Jika letaknya jauh dari diagonal utama, nilai kekontrasan besar. Secara visual, nilai kekontrasan adalah ukuran variasi antar derajat keabuan suatu daerah citra (Haralick.1973).

$$CON = \sum_k k^2 \left[\sum_i \sum_j p(i, j) \right]_{|i-j|=k} \quad (7)$$

c. *Correlation*

Menunjukkan ukuran ketergantungan linear derajat keabuan citra sehingga dapat memberikan petunjuk adanya struktur dalam citra (Haralick.1973).

$$COR = \frac{\sum_i \sum_j (ij) \cdot p(i, j) - \mu_x \mu_y}{\sigma_x \sigma_y} \quad (8)$$

d. *Variance*

Menunjukkan variasi elemen-elemen matriks kookurensi. Citra dengan transisi derajat keabuan kecil akan memiliki variansi yang kecil pula (Haralick.1973).

$$VAR = \sum_i \sum_j (i - \mu_x)(j - \mu_y) p(i, j) \quad (9)$$

e. *Inverse Difference Moment*

Menunjukkan kehomogenan citra yang berderajat keabuan sejenis. Citra homogen akan memiliki harga IDM yang besar (Haralick.1973).

$$IDM = \sum_i \sum_j \frac{1}{1 + (i - j)^2} p(i, j) \quad (10)$$

f. *Entropy*

Menunjukkan ukuran ketidakteraturan bentuk. Harga ENT besar untuk citra dengan transisi derajat keabuan merata dan bernilai kecil jika struktur citra tidak teratur (bervariasi) (Haralick.1973).

$$ENT_2 = -\sum_i \sum_j p(i, j) \cdot \log p(i, j) \quad (11)$$

Analisis tekstur dengan ekstraksi ciri dari matriks kookurensi dikenal juga dengan metode *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM) merupakan metode yang paling umum digunakan dalam menganalisis tekstur, dan telah digunakan sejak tahun 1970-an (Oktalia, 2009).

2.2.5 Warna

Warna adalah persepsi yang dirasakan oleh sistem visual manusia terhadap panjang gelombang cahaya yang dipantulkan oleh objek. Setiap warna mempunyai panjang gelombang (λ) yang berbeda. Warna merah mempunyai panjang gelombang paling tinggi, sedangkan warna ungu (violet) mempunyai

panjang gelombang paling rendah. Warna – warna yang diterima oleh mata (sistem visual manusia) merupakan hasil kombinasi cahaya dengan panjang gelombang berbeda. Penelitian memperlihatkan bahwa kombinasi warna yang memberikan rentang warna yang paling lebar adalah red (R), green (G), dan blue. Persepsi sistem visual manusia terhadap warna sangat relatif sebab dipengaruhi oleh banyak kriteria, salah satunya disebabkan oleh adaptasi yang menimbulkan distorsi. Misalnya bercak abu - abu di sekitar warna hijau akan tampak keunguan (distorsi terhadap ruang), atau jika mata melihat warna hijau lalu langsung dengan cepat melihat warna abu - abu, maka mata menangkap kesan warna abu - abu tersebut sebagai warna ungu (distorsi terhadap waktu) (Usman, 2005).

Citra RGB, yang biasa disebut dengan citra “*true color*” disimpan dalam Matlab dengan *array* berukuran $m \times n \times 3$ yang mendefinisikan warna merah, warna hijau, dan warna biru untuk setiap pixelnya. Citra RGB tidak menggunakan *palette*. Warna pada setiap pixel ditentukan dari kombinasi warna merah, hijau, dan biru. Format file citra menyimpan citra RGB sebagai citra 24 bit dengan komponen merah, hijau, dan biru disimpan masing-masing 8 bit ukurannya. Kombinasinya menjadi 16 juta warna, sehingga disebut “*true color*”(Marvin 2007).

Dalam gambar berwarna RGB, pengolahan citra sulit dilakukan. Untuk itulah perlu dibedakan intensitas dari masing-masing warna. Hal yang perlu dilakukan dalam proses ini adalah bagaimana melakukan pembacaan nilai-nilai R, G, dan B pada suatu *pixel*, menampilkan dan menafsirkan hasil perhitungan sehingga mempunyai arti sesuai yang diinginkan.

Salah satu cara yang mudah untuk menghitung nilai warna dan menafsirkan hasilnya dalam model warna RGB adalah dengan melakukan normalisasi terhadap ketiga komponen warna tersebut (Usman, 2005). Cara melakukan normalisasi adalah sebagai berikut:

$$r = \frac{R}{R + G + B}$$

$$g = \frac{G}{R + G + B}$$

$$b = \frac{B}{R + G + B}$$

Keterangan :

R adalah nilai *red* belum normalisasi, r adalah nilai *red* normalisasi

G adalah nilai *green* belum normalisasi, g adalah nilai *green* normalisasi

B adalah nilai *blue* belum normalisasi, b adalah nilai *blue* normalisasi

Nilai warna hasil normalisasi kemudian ditafsirkan dengan melihat besarnya. Jadi dominasi warna dapat dilihat dari besaran nilai tiap indeks. Prasetyo (2011:181) menyatakan bahwa semua nilai R, G, dan B diasumsikan dalam *range* [0,1]. Citra yang direpresentasikan dalam model warna RGB terdiri tiga komponen citra, masing-masing untuk setiap warna primer (*Red, Green, and Blue*).

2.2.6 Konversi Citra RGB Menjadi Citra *Grayscale*

Konversi citra rgb menjadi citra *grayscale* digunakan untuk mendapatkan nilai warna yang lebih sederhana. Dimana warna *grayscale* hanya mempunyai intensitas warna 0 - 255 untuk setiap pikselnya. Proses yang digunakan untuk mendapatkan citra *grayscale* dilakukan dengan mencari nilai rata-rata dari total

nilai RGB. Persamaan yang digunakan untuk mendapatkan nilai *grayscale* terdapat pada persamaan berikut:

$$G = \frac{r+b+g}{3}$$

Keterangan :

G = nilai *grayscale*

r = nilai *red* setiap piksel

g = nilai *green* setiap piksel

b = nilai *blue* setiap piksel

2.3 Metode Klasifikasi

Pengklasifikasian adalah salah satu analisis statistika yang diperlukan jika ada beberapa kelas yang ingin diketahui apakah kelas-kelas tersebut memang berbeda secara statistik. Kelas-kelas ini terjadi karena ada pengaruh satu atau lebih variabel lain yang merupakan variabel independen (Santosa, 2006).

Ada beberapa macam metode pengklasifikasian data antara lain: untuk kasus klasifikasi, prediksi dan regresi yaitu apabila data yang akan diuji belum diketahui labelnya, maka dapat digunakan teknik klaster. Teknik klaster ini memiliki pilihan, antara lain *cluster hirarki* atau *K-means*. Apabila kasusnya untuk prediksi data dengan label diskrit maka dapat menggunakan *Linier Discriminant Analysis (LDA)*, *Analytical Neural Network (ANN)*, *Support Vector Machine (SVM)*, dan lain-lain. Dan apabila untuk kasus regresi untuk output data yang kontinu metode yang dapat digunakan adalah regresi linier, *Support Vector Regression (SVR)* atau *Analytical Neural Network (ANN)* (Santosa, 2006).

Dalam ilmu statistik dikenal tiga metode klasifikasi yang pada umumnya dipakai, yakni : analisis diskriminan, regresi logistik dan jaringan syaraf tiruan (Artificial Neural Network).

1. Analisis Diskriminan

Analisis diskriminan adalah salah satu teknik statistik yang bisa digunakan pada hubungan dependensi (hubungan antar variabel dimana sudah bisa dibedakan mana variabel respon dan mana variabel penjelas). Lebih spesifik lagi, analisis diskriminan digunakan pada kasus dimana variabel respon berupa data kualitatif dan variabel penjelas berupa data kuantitatif. Menurut Johnson and Wichern (1982:470), tujuan dari analisis diskriminan adalah untuk menggambarkan ciri-ciri suatu pengamatan dari bermacam-macam populasi yang diketahui, baik secara grafis maupun aljabar dengan membentuk fungsi diskriminan. Dengan kata lain, analisis diskriminan digunakan untuk mengklasifikasikan individu ke dalam salah satu dari dua kelompok atau lebih.

2. Regresi logistic

Regresi logistic merupakan salah satu metode klasifikasi yang sering digunakan untuk meprediksi probabilitas meungkinan pada sebuah kondisi tertentu. Analisa regresi logistic juga digunakan untuk memodelkan hubungan antara variable independen dengan variabel dependen. Regresi logistic biner digunakan saat variabel dependen merupakan variabel dikotomus (2 kategori).

3. Jaringan syaraf tiruan

Jaringan syaraf tiruan merupakan salah satu representasi buatan dari otak manusia yang selalu mencoba untuk mensimulasikan proses pembelajaran pada

otak manusia tersebut. Istilah buatan disini digunakan karena jaringan syaraf ini diimplementasikan dengan menggunakan program komputer yang mampu menyelesaikan sejumlah proses perhitungan selama proses pembelajaran. Ketiga metode ini memiliki keunggulan maupun kelemahan. Manel S, dkk (1999) dalam penelitiannya menemukan bahwa Artificial Neural Network (ANN) tidak lebih baik dibandingkan regresi logistik dan analisis diskriminan dalam hal efisiensi waktu pada proses analisisnya. Dibandingkan dengan Analisis Diskriminan, Kurt, dkk (2006) dalam penelitiannya menyatakan bahwa regresi logistik merupakan metode klasifikasi yang cukup baik, setidaknya pada saat ada variabel independen berskala kuantitatif maupun kualitatif ataupun keduanya. Berbeda lagi dengan hasil penelitian Mesbhane, dkk (1996) yang menyatakan bahwa Analisis Diskriminan adalah analisis yang lebih baik digunakan pada saat ukuran sampel kecil. Dannys megasari dalam penelitiannya menemukan bahwa jaringan syaraf tiruan lebih baik daripada analisis diskriminan karena pada data *training II* dan *testing II* jaringan saraf tiruan memiliki nilai *Hit ratio* lebih besar dan MSE yang bernilai lebih kecil daripada analisis diskriminan. Selain itu, Elvira Nurani (2013) menemukan bahwa metode jaringan syaraf tiruan dapat memprediksi lebih baik dibanding metode regresi logistik. Pada penelitian ini metode klasifikasi yang digunakan adalah penggabungan konsep *neural-network* dengan *fuzzy-logic*.

2.3.1 Jaringan Saraf Tiruan (*Artificial Neural Network*)

Jaringan saraf tiruan atau *artificial neural network* sistem pengolah informasi yang memiliki karakter seperti jaringan saraf biologis, yaitu jaringan

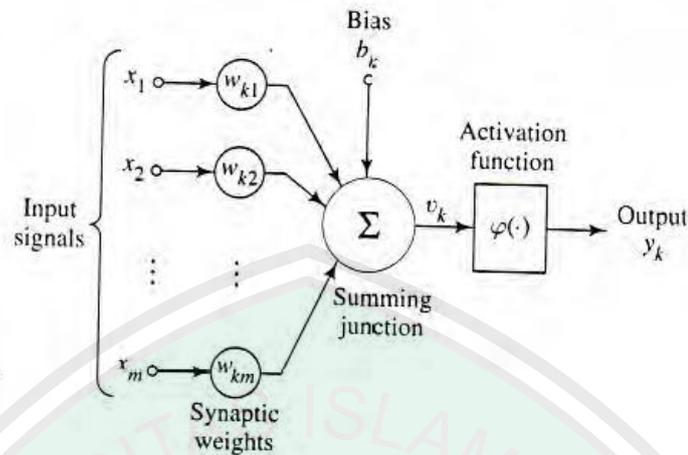
otak manusia. Pada jaringan saraf tiruan terdapat istilah neuron atau lebih dikenal dengan *node*. Setiap neuron terhubung dengan neuron lainnya melalui layer dengan bobot tertentu. Bobot melambangkan informasi yang digunakan jaringan untuk menyelesaikan permasalahan. Setiap neuron memiliki *internal state* yang disebut dengan fungsi aktivasi. Fungsi aktivasi merupakan fungsi dari input yang diterima neuron. Satu neuron akan mengirimkan sinyal ke neuron-neuron yang lain (Setiawan, 2003)

2.3.1.1 Neuron Penyusun Jaringan Saraf Tiruan

Neuron adalah unit yang berfungsi untuk memproses informasi yang merupakan dasar dari operasi JST. Gambar 2.4 menunjukkan komponen dari neuron. Terdapat 3 elemen dasar dari neuron, yaitu :

1. Sinapsis yang menghubungkan antara neuron yang satu dengan neuron yang lain, dimana setiap sinapsis memiliki bobot masing-masing.
2. Penjumlah atau *adder* bertugas menjumlahkan sinyal input yang telah diberi bobot berdasarkan bobot pada sinapsis neuron tersebut.

Fungsi aktivasi yang digunakan untuk membatasi keluaran dari sebuah neuron (Zadeh, 1972)



Gambar 2.3 Komponen Neuron

2.3.1.2 Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan (*Artificial Neural Network*)

Jaringan saraf tiruan dapat diklasifikasikan menjadi 2 (dua) jenis, yaitu *single-layer* dan *multi-layer* (Setiawan, 2003).

- Dalam jaringan saraf *single-layer*, neuron-neuron dikelompokkan menjadi 2 unit, yaitu unit input dan unit output. Unit input menerima masukan, sedangkan unit output akan memberikan respon berdasarkan masukan.
- Jaringan saraf *multi-layer* memiliki struktur tambahan selain unit *input* dan unit *output*, yaitu *hidden-unit*. *Hidden unit* berhubungan dengan tingkat kompleksitas jaringan. Semakin kompleks sebuah jaringan maka akan dibutuhkan semakin banyak jumlah *hidden unit*. Jaringan saraf *multi-layer* sering digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang rumit, karena pelatihan untuk permasalahan yang kompleks akan lebih berhasil jika dilakukan dengan *multi-layer*.

2.3.2 Teori Logika Fuzzy

Logika fuzzy menyatakan bahwa logika benar dan salah dalam logika konvensional tidak dapat mengatasi masalah gradasi yang ada pada dunia nyata. Tidak seperti logika Boolean, logika fuzzy mempunyai nilai yang kontinyu. Tingkat fuzzy dinyatakan dalam derajat keanggotaan dan derajat kebenaran. Oleh sebab itu dinyatakan bahwa sebuah kondisi bisa bernilai sebagian benar dan sebagian salah pada waktu yang sama (Zadeh, 1972).

2.3.2.1 Fungsi Keanggotaan Fuzzy

Keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (disebut juga sebagai derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1 (Sri, 2002).

Fungsi keanggotaan yang sering digunakan (Sri, 2002), antara lain :

1. Fungsi keanggotaan segitiga
2. Fungsi keanggotaan trapezium
3. Fungsi keanggotaan Gaussian
4. Fungsi keanggotaan Bell

2.3.2.2 Basis Aturan

Basis aturan merupakan sekumpulan aturan yang terdapat pada sistem fuzzy. Aturan *if-then* fuzzy atau *fuzzy conditional statement* adalah sebuah bentuk aturan *if A then B*, dimana *A* dan *B* adalah label dari *fuzzy sets* yang ditandai sesuai dengan fungsi keanggotaan (Jang, 1995). Dengan kata lain, basis aturan *if-then* fuzzy digunakan untuk menangkap maksud yang tidak jelas dari pemikiran

sesuai dengan kemampuan manusia yang mampu membuat keputusan di lingkungan yang tidak pasti dan tidak jelas. Sebagai contoh dapat digambarkan sebagai berikut : *If* (jika) tekananya tinggi *then* (maka) volumenya kecil

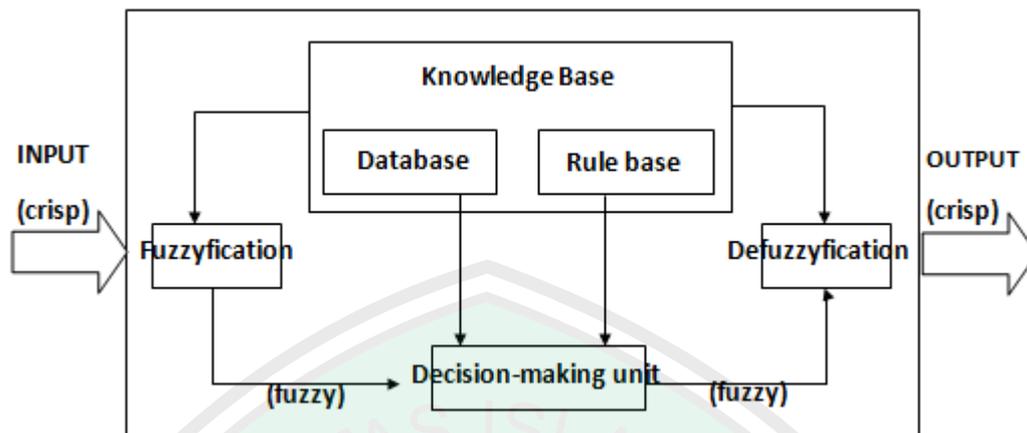
Dimana tekanan dan volume adalah variable linguistik, tinggi dan kecil adalah nilai linguistik atau label yang didefinisikan dalam fungsi keanggotaan.

2.3.2.3 Sistem Inferensi Fuzzy (*Fuzzy Inference System*)

Sistem inferensi fuzzy adalah sebuah sistem pengambilan keputusan yang didasarkan pada teori fuzzy, aturan fuzzy *if-then* dan logika fuzzy (Sri, 2002).

Struktur dasar sistem inferensi fuzzy terdiri atas:

1. Sebuah basis aturan yang berisi aturan fuzzy *if-then*.
2. Basis data yang mendefinisikan fungsi keanggotaan himpunan fuzzy.
3. Unit pengambilan keputusan yang menyatakan operasi inferensi atas aturan-aturan yang ada.
4. Fuzzifikasi yang mentransformasikan masukan klasik (*crisp*) ke derajat tertentu sesuai dengan fungsi keanggotaan.
5. Defuzzifikasi yang mentransformasikan hasil inferensi fuzzy ke dalam bentuk *crisp*.



Gambar 2.4 Fuzzy Inference System

2.3.3 Adaptif Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS)

ANFIS pertama kali diperkenalkan oleh Lotfi A.Zadeh pada 1965, dengan melihat kenyataan bahwa manusia dapat membuat keputusan lebih baik berdasarkan informasi yang bukan numerik dan kurang pasti. Dalam perkembangan berikutnya, diperkenalkan konsep variabel linguistik. Variabel linguistik adalah suatu variabel yang nilainya merupakan kata atau kalimat dan bukan bilangan. Pada implementasi berikutnya, variabel linguistik ini di kombinasikan dengan aturan *IF-THEN*, sehingga konsep ini merupakan awal dari teori *fuzzy* (Suwarman & Permadhi, 2010).

Adaptive Neural Fuzzy Inference System (ANFIS) merupakan suatu teknik optimasi yang menggabungkan konsep *neural-network* dengan *fuzzy-logic*. *Neural-network* mengenal pola-pola dan menyesuaikan pola terhadap perubahan lingkungan, sedangkan *fuzzy logic* menggabungkan pengetahuan manusia dan mencari kesimpulan untuk membuat suatu keputusan.

Fuzzy Inference System merupakan proses perhitungannya berdasarkan himpunan *fuzzy*, aturan “jika-maka” dan operator *logika fuzzy*. FIS memetakan input yang diketahui ke output dengan menggunakan *logika fuzzy*

Ada beberapa macam FIS, antara lain: Model Fuzzy Tsukamoto, Model Fuzzy Sugeno dan Model Fuzzy Mamdani. FIS yang digunakan dalam penelitian ini adalah Model Fuzzy Sugeno. Bentuk peraturan Model Fuzzy Sugeno adalah :

“jika x adalah A dan y adalah B, maka $z = f(x,y)$ ”

Dimana A dan B himpunan *fuzzy* dalam antecedent dan $z=f(x,y)$ adalah fungsi consequent. Pada umumnya $f(x,y)$ adalah polinomial input variabel x dan y. Tetapi dapat juga sembarang fungsi selama fungsi yang dispesifikasi oleh antecedent. Jika $f(x,y)$ adalah polinomial tingkat pertama, maka hasil *fuzzy inference systems* disebut “model *fuzzy* Sugeno tingkat pertama”. Type Sugeno ini digunakan dalam ANFIS.

ANFIS Sugeno adalah tipe model perhitungan yang mengadopsi konsep jaringan neural biologis. Perhitungan ANFIS didasarkan pada proses pembelajaran. Jejaring model ANFIS Sugeno terbentuk dari sejumlah simpul antar penghubung yang tersusun ke dalam lima lapisan yaitu satu lapisan input, tiga lapisan tersembunyi, dan satu lapisan output. Pada lapisan input tidak dilakukan perhitungan tetapi digunakan untuk mendistribusikan input ke dalam jejaring ANFIS. Dalam Jejaring tersebut, informasi disampaikan melalui lapisan input kemudian masuk ke lapisan tersembunyi dan akhirnya sampai kelapisan output.

Adaptive Neuro Fuzzy Inference System merupakan suatu teknik optimasi yang menggabungkan Neural Network dan Fuzzy Logic. Neural Network mengenal pola dan menyesuaikan terhadap perubahan pola. Sedangkan Fuzzy Logic menggabungkan pengetahuan manusia dan menarik kesimpulan untuk membuat suatu keputusan. ANFIS terbukti dapat memprediksi time-series yang bersifat chaotic (Jang,1997).

Proses ANFIS merupakan sebuah proses belajar data input dan output. Struktur jaringan dalam ANFIS serupa dengan struktur jaringan syaraf yang memetakan input menjadi output melalui membership function dan parameter-parameter yang diasosiasikan dengannya. Parameter-parameter membership function akan berubah melalui proses pelatihan (training). Komputasi dalam proses optimasi parameter difasilitasi oleh vektor gradien, yaitu suatu ukuran yang bisa dipakai untuk menilai seberapa bagus hasil pemetaan FIS dibandingkan dengan data output. Vektor gradien dapat dipakai untuk mengatur parameter-parameter sehingga akan meminimalkan error measure yang didefinisikan sebagai kuadrat dari selisih antara data output dan keluaran FIS (Naba, 2009).

2.3.3.1 Algoritma Pembelajaran ANFIS

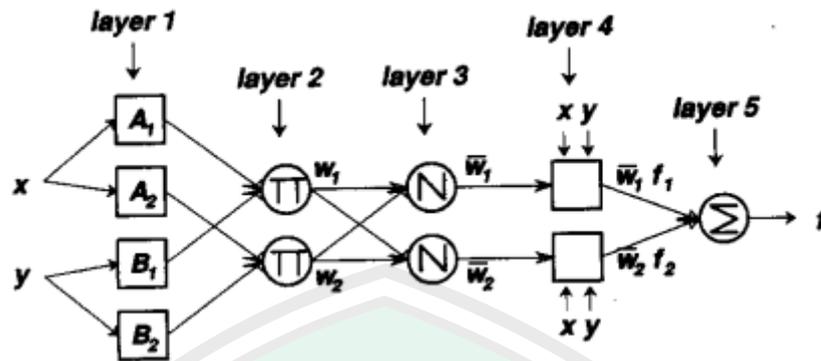
ANFIS adalah sistem inferensi fuzi yang diimplementasikan dalam jaringan adaptif. Pada ANFIS, parameter adalah fungsi keanggotaan premis dan konsekuensi. Pembelajaran ANFIS adalah perubahan parameter fungsi keanggotaan masukan dan keluaran. Pembelajaran ANFIS dapat menggunakan algoritma perambatan balik atau algoritma hybrid. Algoritma Hybrid adalah gabungan antara algoritma perambatan balik dengan metode kuadrat terkecil

(Least Squares Estimate). Metode kuadrat terkecil digunakan untuk menentukan parameter konsekuensi, sedangkan perambatan balik digunakan untuk memperbaharui bobot premis (Naba, 2009).

2.3.3.2 Struktur ANFIS

Struktur ANFIS terdiri dari dua bagian, bagian pertama terdiri dari pendahuluan dan bagian kedua kesimpulan yang secara keseluruhan dihubungkan satu dengan yang lain dengan aturan fuzzy dalam bentuk jaringan. Jumlah fungsi aktivasi ANFIS harus sama dengan jumlah aturan fuzzy (IF – THEN) termasuk juga jumlah fungsi aktivasi input harus sama dengan jumlah fungsi keanggotaan tiap - tiap inputnya (Naba, 2009).

ANFIS terdiri dari lima lapisan jaringan yang menggambarkan jaringan syaraf berlapis-lapis dan memiliki fungsi yang berbeda tiap lapisnya. Tiap lapis terdiri dari beberapa simpul yang dilambangkan dengan kotak atau lingkaran. Lambang kotak menyatakan simpul adaptif artinya nilai parameternya bisa berubah dengan pembelajaran dan lambang lingkaran menyatakan simpul nonadaptif yang nilainya tetap. Lapisan pertama merupakan proses fuzzifikasi, lapisan kedua melaksanakan fuzzy dengan operator AND pada bagian pendahuluan dari aturan fuzzy, lapisan ketiga untuk normalisasi, lapisan keempat melaksanakan bagian kesimpulan dari aturan fuzzy dan lapisan terakhir menghitung keluaran dari sistem fuzzy dengan menjumlahkan keluaran dari lapisan keempat yang dinamakan proses defuzzifikasi (Naba, 2009).



Gambar 2.5 Arsitektur ANFIS

Secara sederhana, diasumsikan bahwa system inferensi *Fuzzy* model Sugeno dalam gambar 2.6, mempunyai dua masukan (input x dan y) serta satu keluaran (output) z . untuk model *fuzzy* Sugeno tersebut mempunyai aturan-aturan sabagai berikut:

Aturan 1 : **If** x is A_1 **and** y is B_1 , **then** $f_1=p_1x+q_1y+r_1$

Aturan 2 : **If** x is A_2 **and** y is B_2 , **then** $f_2=p_2x+q_2y+r_2$

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian berjudul Deteksi Siklus Estrus Sapi Melalui Analisis Citra Vulva Sapi Menggunakan Adaptif Neuro Fuzzy Inference System dilaksanakan pada bulan Mei - Oktober 2015 di Laboratorium komputasi Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.2 Alat Penelitian

Untuk pengumpulan data penelitian digunakan alat sebagai berikut:

1. Kamera digital Pentax Efina dengan resolusi 14 Megapixel digunakan sebagai pengambilan gambar.
2. Analisis citra menggunakan PC dengan Software MATLAB versi 7.1 R2010a.
3. Thermometer Digital

3.3 Sampel Penelitian

Sampel penelitian yang digunakan adalah 60 citra vulva sapi yang diperoleh dari 15 ekor sapi, yang mana pada masing-masing sapi akan diperoleh citra vulva dalam fase *proestrus*, *estrus*, *metestrus* dan *diestrus*. Pengambilan citra vulva sapi dilakukan di peternakan sapi daerah Supiturang dan Bocek kec. Karangploso.

3.4 Konsep Penelitian

Vulva sapi dalam fase *estrus* mempunyai keadaan fisik yang berbeda dengan fase *proestrus*, *metestrus* dan *diestrus*. Karena keadaan fisik vulva sapi dalam ke empat fase terdapat perbedaan, maka akan menampilkan warna dan tekstur vulva yang berbeda. Dengan analisis warna dan tekstur akan didapatkan ciri warna dan tekstur yang dapat membedakan antara vulva sapi dalam fase *estrus* dan vulva sapi dalam fase *proestrus*, *metestrus* dan *diestrus*.

Citra vulva dalam penelitian ini adalah citra hasil dari kamera, yang mana dalam teori pengolahan citra, sebelum citra berlanjut pada tahap analisis citra harus bebas dari gangguan atau noise, untuk bebas dari noise tersebut digunakan filter, dalam penelitian ini filter yang digunakan adalah filter median. Setelah citra terbebas dari noise maka citra siap untuk di analisis warna maupun tekstur untuk mendapatkan ciri-ciri dari citra tersebut.

Ciri-ciri warna vulva yang diperoleh dari analisis warna dapat menggambarkan keadaan vulva (kuantitas dan kualitas), dalam penelitian ini citra warna yang dipakai yaitu model RGB. Sedangkan ciri-ciri tekstur yang diperoleh dari analisis tekstur dapat menggambarkan keadaan vulva (kuantitas maupun kualitas). Ciri-ciri tekstur dari ekstraksi ciri antara lain *mean*, *variance*, *skewness*, *kurtosis*, *entropy*, *ASM*, *contrast*, *correlation*, *variance* orde dua, *IDM* dan *entropy* orde dua, dimana nilai ciri dari kedua tekstur tersebut merupakan nilai dari analisis piksel citra vulva yang dapat digunakan untuk membedakan antara vulva sapi dalam fase *estrus* dan vulva sapi dalam fase *proestrus*, *metestrus* dan *diestrus*.

Ciri-ciri tersebut selanjutnya digunakan untuk mendeteksi tanda siklus *estrus* pada sapi.

3.5 Perancangan Alat Bantu

Proses pengambilan citra dilakukan dengan menggunakan alat bantu pengambil gambar. Proses pengambilan citra pada penelitian ini dilakukan dengan jarak yang sama antara sampel satu dengan yang lainnya untuk mendapatkan data citra yang homogen sehingga didapatkan hasil pengenalan atau pengujian data yang valid. Untuk mendapatkan data dengan jarak yang sama maka peneliti membuat rancangan alat bantu tersebut. Berikut gambar alat bantu proses akuisisi data citra:



Gambar 3.1 Alat Bantu Pengambil Gambar

3.6 Langkah Penelitian

Dalam tahapan penelitian ini dilakukan beberapa tahapan yang terdiri dari:

1. Pengumpulan data citra vulva sampel yang diambil menggunakan kamera digital Pentax Efina 14 Megapixel
2. Pengukuran suhu masing-masing vulva sapi menggunakan thermometer klinis.
3. Pengolahan citra (*pre processing*)

Proses *pre-processing* merupakan proses mengolah citra sehingga menghasilkan citra yang sesuai dengan kebutuhan agar lebih mudah dalam penelitian. Tahap-tahap dalam *pre processing* meliputi :

- a) Dari data yang sudah diambil dilakukan pengeditan ukuran citra menjadi 100 x 100 pixel.
 - b) Mengubah warna citra kedalam grayscale (keabuan), dalam hal ini hanya berlaku untuk analisis tekstur.
 - c) Memberikan filter median pada citra.
- 4 Menentukan karakteristik/ciri citra dengan menggunakan analisis warna (RGB) dan tekstur (menghitung ciri orde satu dan ciri orde dua).
 - 5 Dari ciri warna dan tekstur yang didapat digunakan analisis ANFIS (*adaptive neuro fuzzy inference systems*) untuk mengklasifikasi citra vulva sapi dalam fase *estrus* dan citra vulva sapi dalam fase *proestrus*, *metestrus*, dan *diestrus*
 - 6 pembuatan aplikasi deteksi siklus *estrus* sapi.

3.7 Pengumpulan Data Penelitian

Data yang diperoleh pada penelitian ini adalah nilai *mean*, *skewness*, *variance*, *kurtosis*, dan *entropy* yang dihasilkan dari analisis tekstur ekstraksi ciri orde satu dan orde dua antara lain: *asm*, *variance*, *contrast*, *correlation*, *entropy*, *idm*, serta nilai pixel *red*, *green*, *blue* yang dihasilkan dari analisis warna, dan keadaan vulva sapi dalam fase *proestrus*, *estrus*, *metestrus*, dan *diestrus* yang diperoleh berdasarkan pengamatan dokter hewan, serta data suhu dari masing-masing keadaan vulva. Tabel pengumpulan data penelitian ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Table 3.1 Data Penelitian Vulva Sapi

NO	Data Masukan														Keadaan Vulva	Pengelasan Jaringan
	Su hu	Analisis Warna			Analisis Tekstur											
		Ekstraksi Ciri Orde Satu					Ekstraksi Ciri Orde Dua									
R	G	B	Me an	Vari ance	Skew ness	Kurt osis	Entr opy	AS M	Vari ance	Cont rast	Correl ation	Entr opy	ID M	E/D	E/D	
1																
2																
3																
4																
5																

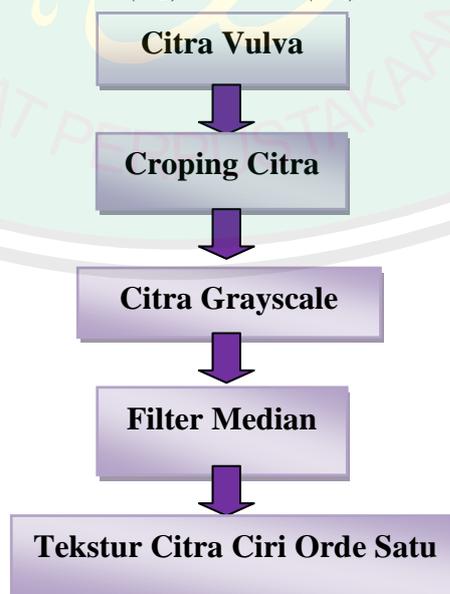
3.8 Pengolahan citra vulva sapi

3.8.1 Analisis Tekstur Citra

Sebelum dilakukan analisis tekstur, citra warna dikonversi terlebih dahulu ke bentuk *grayscale*, selanjutnya di *filtering* untuk menghilangkan *noise*, yakni menggunakan filter median. Setelah bersih dari *noise* kemudian dilakukan analisis tekstur untuk mengekstraksi ciri dari citra yaitu ciri orde satu dan ciri orde dua.

Ekstraksi ciri orde satu dari citra akan di dapatkan nilai sebagai berikut:

Mean (μ), *Variance* (σ^2), *Skewness* (α_3), *Kurtosis* (α_4), dan *Entropy* (H).

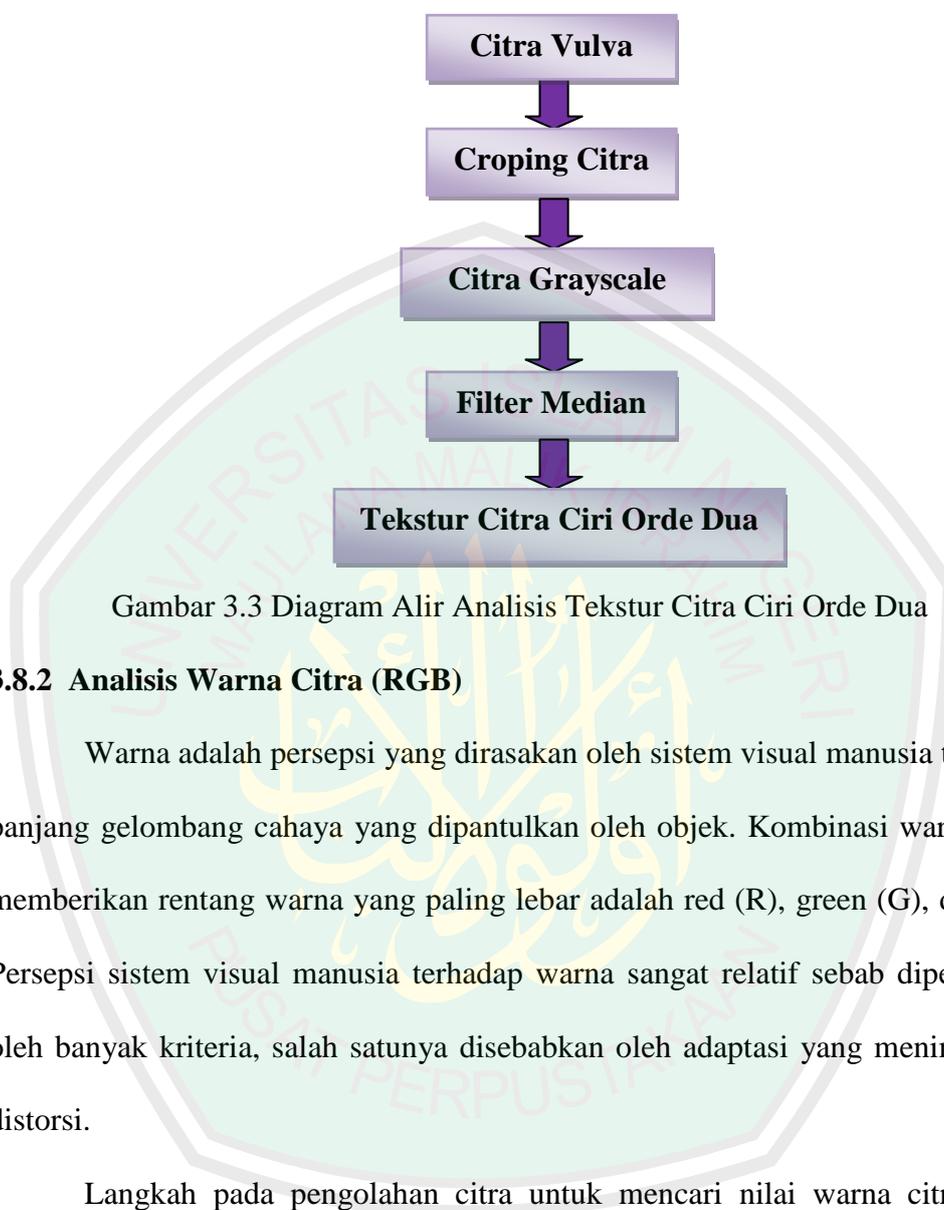


Gambar 3.2 Diagram Alir Analisis Tekstur Citra Ciri Orde Satu

Berikut uraian dari diagram alir di atas:

1. Menginput data citra vulva sapi menurut siklus estrus.
2. Memotong citra (*Cropping*), *Cropping* citra bertujuan untuk mengambil citra yang dibutuhkan saja dan meminimalisir citra yang terdapat noise.
3. Mengkonversi citra RGB kedalam bentuk *grayscale*. hal ini digunakan untuk menyederhanakan model citra. Citra berwarna terdiri dari 3 layer matrik yaitu R-layer, G-layer dan B-layer. Sehingga konsep ini diubah dengan mengubah 3 layer diatas menjadi 1 layer matrik *gray-scale* dan hasilnya adalah citra *grayscale*. Dalam citra ini tidak ada lagi citra warna yang ada derajat keabuan.
4. Melakukan filtering median, bertujuan untuk meningkatkan kualitas citra dan memperbaiki citra dengan melakukan operasi pengurangan derau (noise). Filter median ini sangat bermanfaat menghilangkan *outliers*, yaitu nilai-nilai pixel yang ekstrim. Filtering median mengatur nilai-nilai pixel dalam satu tetangga dan memilih nilai tengah atau median sebagai hasil.
5. Melakukan analisis tekstur berdasarkan karakteristik histogram citra, yaitu dengan menggunakan ekstraksi ciri orde satu. Dari proses analisis tesktur tersebut akan dihasilkan nilai-nilai *mean*, *skewness*, *variance*, *kurtosis*, dan *entropy*.

Begitupula dengan ekstraksi ciri orde dua akan di dapatkan nilai dari sebagai berikut: *Angular Second Moment*, *Contrast*, *Correlation*, *Variance*, *Inverse Difference Moment*, dan *Entropy*. Secara skematis, berikut langkah - langkah untuk ekstraksi ciri orde dua :

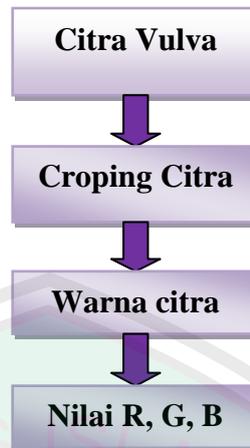


Gambar 3.3 Diagram Alir Analisis Tekstur Citra Ciri Orde Dua

3.8.2 Analisis Warna Citra (RGB)

Warna adalah persepsi yang dirasakan oleh sistem visual manusia terhadap panjang gelombang cahaya yang dipantulkan oleh objek. Kombinasi warna yang memberikan rentang warna yang paling lebar adalah red (R), green (G), dan blue. Persepsi sistem visual manusia terhadap warna sangat relatif sebab dipengaruhi oleh banyak kriteria, salah satunya disebabkan oleh adaptasi yang menimbulkan distorsi.

Langkah pada pengolahan citra untuk mencari nilai warna citra, yang mana pada penelitian ini menggunakan analisis citra warna RGB. Yakni dengan menginput citra asli kemudian di crop untuk mendapatkan citra yang dibutuhkan saja, setelah itu di filter dengan filter median yang bertujuan untuk memperbaiki kualitas citra termasuk menghilangkan noise yang ada pada citra tersebut kemudian langkah selanjutnya yaitu mencari nilai warna citra RGB. Berikut diagram alur pengolahan citra warna:



Gambar 3.4 Diagram Alir Analisis Warna (RGB)

3.9 Klasifikasi Citra Vulva Sapi

Setelah diperoleh nilai citra warna RGB dan ciri orde satu, ciri orde dua serta nilai suhu dari masing-masing vulva sapi maka dilanjutkan dengan mengklasifikasikan citra vulva menjadi 4 kelompok (kelompok sapi dalam fase *proestrus*, *estrus*, *metestrus* dan kelompok sapi dalam fase *diestrus*) menggunakan analisis *Adaptif Neuro Fuzzy Inference* (ANFIS). Adapun beberapa langkah dalam mengklasifikasi citra vulva sapi sebagai berikut:

1. Merancang struktur *Adaptif Neuro Fuzzy Inference System*, yang mana inputan dari jaringan tersebut diperoleh dari hasil analisis warna nilai pixel *Red*, *Green*, *Blue*, dan analisis tekstur.
2. Melakukan pembagian data menjadi dua bagian data yang saling asing, yaitu:
 - a. Data training atau pelatihan, adalah data yang digunakan untuk proses pelatihan sehingga diperoleh bobot yang akan digunakan pada perhitungan saat proses klasifikasi citra vulva sapi. Data training sebanyak 40 data yang terdiri dari 10 sapi dalam fase *estrus*, 10 *proestrus*, 10 *metestrus* dan 10 sapi dalam fase *diestrus*.

- b. Data testing atau pengujian, adalah data yang digunakan untuk menguji jaringan *Anfis*, data testing merupakan data baru yang belum digunakan pada saat proses pelatihan, data ini sebanyak 20 data yang terdiri dari 5 data dalam fase *estrus*, 5 *proestrus*, 5 *metestrus* dan data dalam fase *diestrus*.
3. Melakukan pelatihan pada jaringan yang telah dirancang, pelatihan ini dilakukan untuk mendapatkan basis aturan *fuzzy* dari data yang dilatih. Terdapat 15 kategori inputan dari nilai suhu, 3 nilai warna (RGB), 5 nilai tekstur ciri orde satu dan 6 nilai tekstur ciri orde dua. Dari 15 kategori inputan data tersebut menjadi empat kategori output yaitu fase *proestrus*, *estrus*, *metestrus* dan fase *diestrus*.
4. Melakukan pengujian jaringan yang bertujuan untuk menguji kemampuan jaringan dalam mengenali citra. Proses pengujian jaringan menggunakan data baru yang belum dilatih sebelumnya. Jika hasil output atau keluaran sesuai dengan output target maka jaringan dikatakan berhasil.

3.10 Algoritma Pembelajaran ANFIS (*Adaptif Neuro Fuzzy Inference System*)

Anfis yang akan dipakai pada penelitian ini menggunakan ANFIS sugeno orde 1. Dalam bahasa pemrograman MATLAB, ANFIS yang telah dibuat adalah untuk system inferensi logika kabur model sugeno orde satu dengan jumlah keluaran tunggal. Untuk system inferensi selain model sugeno orde satu tidak didukung oleh ANFIS ini.

Sebelum dilakukan pelatihan terhadap ANFIS dilakukan penentuan parameter awal. Untuk penentuan parameter awal dipakai fungsi `genfis1`. Pada saat pemakaian fungsi `genfis1`. Parameter premis ditentukan dengan menggunakan fungsi keanggotaan gauss (`gaussmf`), jumlah aturan yang dibuat adalah hasil kali jumlah fungsi keanggotaan tiap masukan dengan bobot masing-masing aturannya satu.

Perintah pelatihan dilakukan menggunakan fungsi ANFIS dengan argument sebagai berikut:

```
[t_fismat, t_error, stepsize, c_fismat, c_error]=...
```

```
anfis(trn_data, in_fismat, t_opt, d_opt, chk_data, method)
```

1. Argument `trn_data`: merupakan kumpulan data pembelajaran yang berisi data masukan dan kolom terakhir berisi data keluaran yang merupakan vector tunggal.
2. Argument `in_fismat`: nama sebuah *FIS* (*Fuzzy Inference System*) yang digunakan untuk memperoleh arsitektur ANFIS dengan fungsi keanggotaan awal untuk pembelajaran. Tanpa memasukkan pilihan ANFIS ini akan menggunakan `genfis1` untuk membuat FIS awal (*default*) guna pembelajaran. FIS *default* ini akan memiliki dua fungsi keanggotaan jenis *gaussian*. Jika `fismat` yang dipakai merupakan bilangan tunggal atau sebuah vector, bilangan ini diambil sebagai jumlah fungsi keanggotaan. Dalam penelitian ini, kedua argument ANFIS yang dilewatkan pada argument `genfis1` untuk membangkitkan struktur FIS yang *valid* sebelum pembelajaran.

3. Argument t_opt : argument ini merupakan vektor pilihan pembelajaran. Ketika argument yang dimasukkan adalah NaN maka anfis akan memakai pilihan-pilihan defaultnya. Pilihan ini adalah sebagai berikut:

- Pilihan $t_opt(1)$: jumlah epoch pelatihan (*default=10*)
- Pilihan $t_opt(2)$: galat pelatihan tujuan (*default=0*)
- Pilihan $t_opt(3)$: ukuran langkah (*default=0.01*)
- Pilihan $t_opt(4)$: tingkat ukuran langkah (*default=0.9*)
- Pilihan $t_opt(5)$: tingkat kenaikan ukuran langkah (*default=1.1*)

4. Argument d_opt : merupakan vector pilihan penampil yang menentukan pesan apa yang akan disampaikan dalam jendela perintah Matlab selama pelatihan. Nilai *default* yang dipakai adalah 1, yang berarti data yang dimasukkan ditampilkan pada *layer*, pilihan 0 dipakai jika data yang dimasukkan tidak ingin ditampilkan. Argument NaN pada pilihan maka akan dipakai nilai defaultnya. Pilihan-pilihan yang dimaksud adalah sebagai berikut:

- Pilihan $d_opt(1)$: informasi ANFIS, seperti jumlah masukan, jumlah aturan, jumlah parameter premis, jumlah parameter konsekuen dan sebagainya (*default = 1*)
- Pilihan $d_opt(2)$: penampil nilai galat (*default = 1*)
- Pilihan $d_opt(3)$: ukuran langkah (*default = 1*)
- Pilihan $d_opt(4)$: hasil akhir (*default = 1*)

5. Argument chk_data : merupakan matrik kumpulan data pemeriksaan yang formatnya sama dengan data pelatihan.

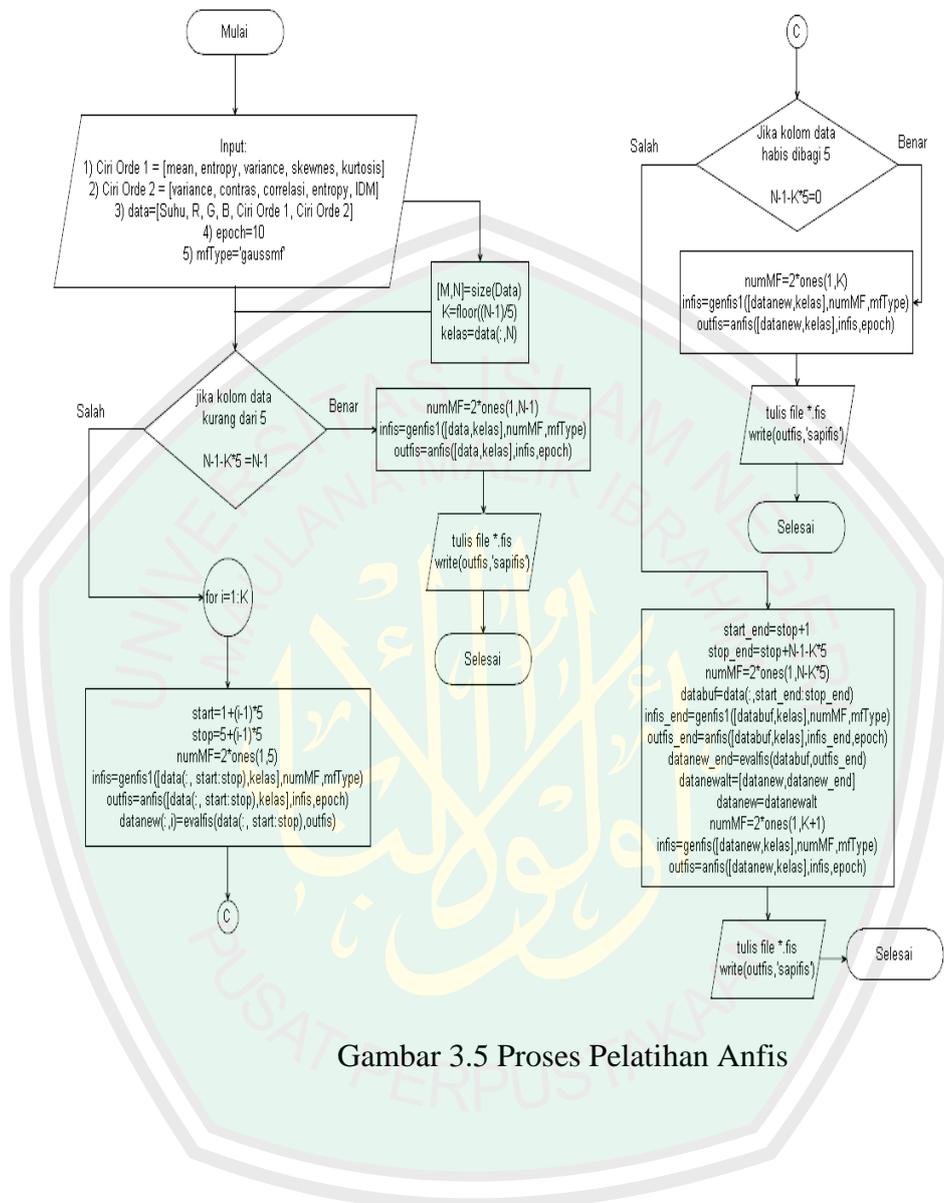
6. Argument *metod*: metode optimasi yang digunakan dalam pelatihan untuk penentuan parameter-parameter fungsi keanggotaan, adapun pilihan 1 untuk metode optimasi *hybrid* dan pilihan 0 untuk metode optimasi perambatan balik. Metode defaultnya adalah metode *hybrid*, yang merupakan kombinasi antara estimasi kuadrat terkecil (LSE) dan perambatan balik.

7. 1 *epoch*: satu siklus pembelajaran.

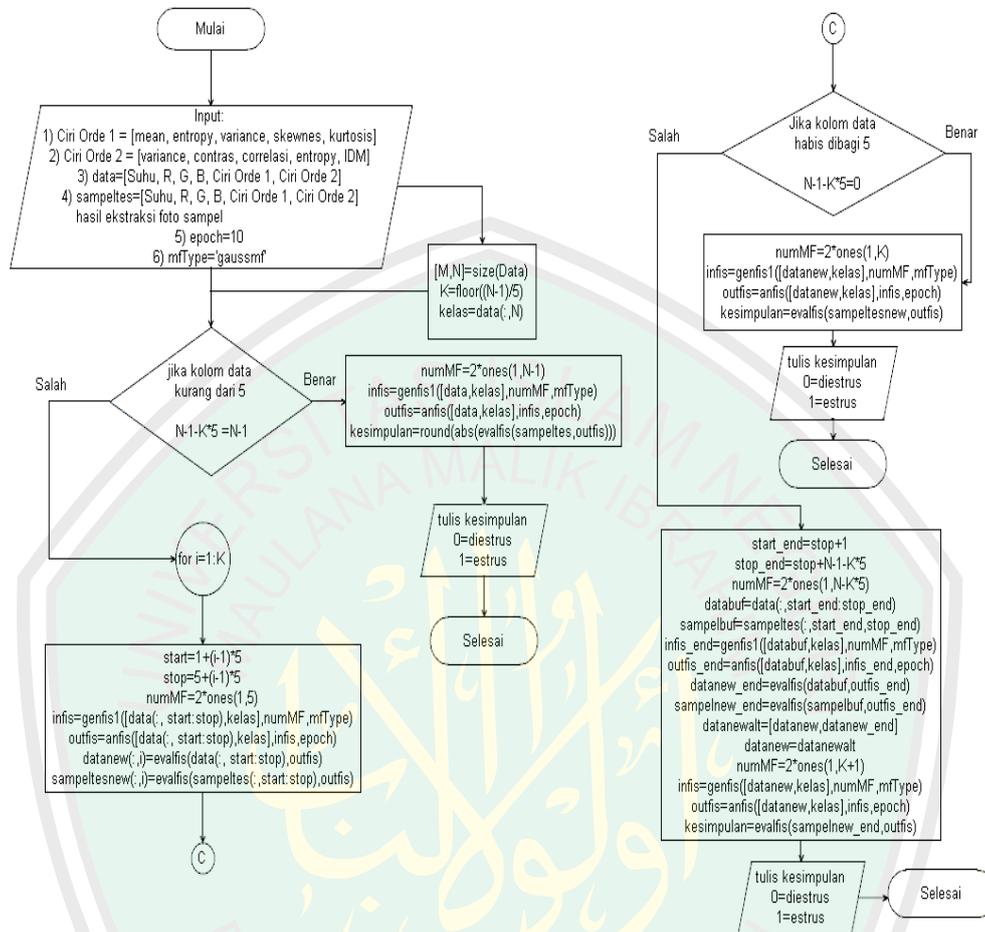
Proses pelatihan akan berhenti sewaktu-waktu apabila *epoch* yang didesain telah tercapai atau galat pelatihan tujuan tercapai. Adapun daerah hasil untuk ANFIS dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Argument *t_fisimat* merupakan struktur FIS yang mempunyai parameter-parameter yang ditentukan sesuai dengan hasil pelatihan.
2. Argument *t_error* dan *c_error* adalah *array* dari akar kuadrat rata-rata galat data pelatihan dan sinyal galat pemeriksaan.
3. Argument *stepsize* adalah *array* dari ukuran langkah. Ukuran langkah menurun (dengan mengalikannya dengan komponen pilihan pelatihan yang berhubungan dengan pesat penurunan ukuran langkah) jika ukuran galat menjalani empat penurunan yang bertalian.

Algoritma proses pembelajaran dan pengujian disajikan pada gambar 3.5 dan 3.6:



Gambar 3.5 Proses Pelatihan Anfis

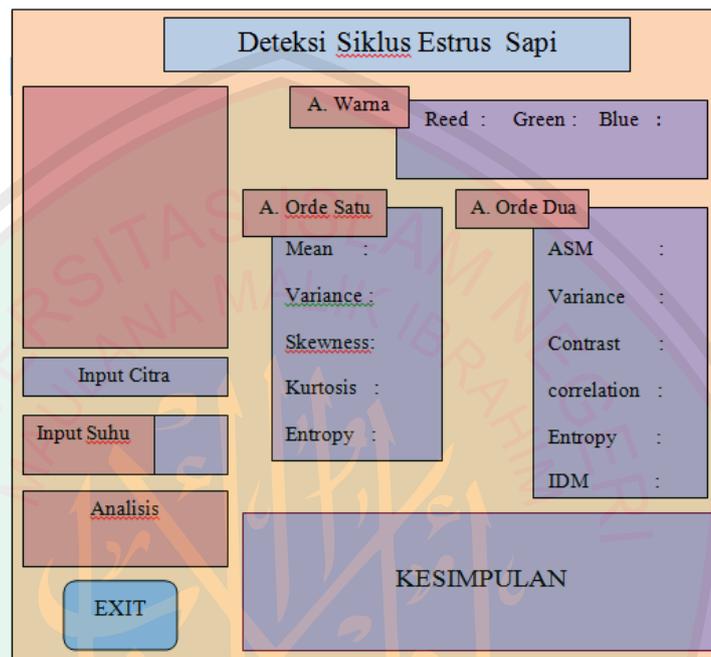


Gambar 3.6 Proses Pengujian Anfis

3.11 Rancangan Sistem Identifikasi Siklus Estrus

Perangkat lunak yang digunakan adalah bahasa pemrograman Matlab versi R2010a yang berfungsi untuk membuat program aplikasi deteksi siklus estrus pada sapi. Matlab adalah sebuah bahasa dengan (*high-performance*) kinerja tinggi untuk komputasi masalah teknik. Matlab mengintegrasikan komputasi, visualisasi, dan pemrograman dalam suatu model yang sangat mudah untuk pakai dimana masalah-masalah dan penyelesaiannya diekspresikan dalam notasi matematika yang familiar. Adapun bagian lain dari matlab yaitu **Guide Matlab**, yang mana

Guide atau Gui Builder merupakan sebuah aplikasi *graphical user interface* (GUI) yang dibangun dengan obyek grafis. Desain aplikasi deteksi siklus estrus sapi disajikan pada gambar brikut ini:



Gambar 3.7 Desain Aplikasi Identifikasi Siklus *Estrus* Sapi

3.12 Analisis Tingkat Keberhasilan Jaringan

Setelah sistem dirancang, selanjutnya harus diuji tingkat akurasi sistem dalam mengenali citra vulva sapi. Hal ini dilakukan untuk mengetahui sejauh mana sistem dapat bekerja dalam mengklasifikasikan citra vulva sapi. Perhitungan akurasi keberhasilan dilakukan dengan menggunakan persamaan :

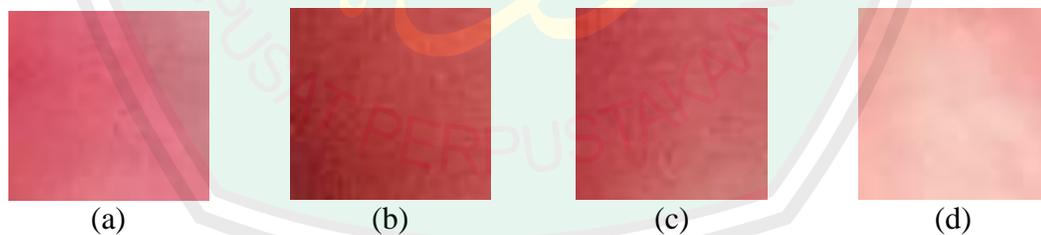
$$\text{akurasi keberhasilan} = \frac{\text{jumlah data yang berhasil dikenali}}{\text{jumlah seluruh data}} \times 100\%$$

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

4.1.1 Akuisisi Citra Vulva Sapi

Akuisisi citra (*image acquisition*) merupakan proses pengambilan citra dengan menggunakan alat bantu pengambil gambar (Mukarromah, 2015). Penggunaan alat bantu tersebut bertujuan agar citra yang didapatkan homogen baik dari segi pencahayaan maupun jarak kamera dengan objek yang di ambil gambarnya. Dalam pengambilan gambar pada penelitian ini menggunakan kamera digital *Pentax Efina* resolusi 14 *megapixel*. Citra vulva sapi di ambil pada jarak antara 15 cm dengan menggunakan cahaya kamera. Citra yang diperoleh berupa citra warna model RGB dengan ukuran 4288 x 3216 kemudian *dicrop* menjadi ukuran 100 x 100 pixel yang ditunjukkan pada gambar sebagai berikut:



Gambar 4.2 Citra Vulva Sapi Berukuran 100 x 100 Pixel (a) *Proestrus*, (b) *Estrus*, (c) *Metestrus* dan (d) *Diestrus*

Hasil citra vulva sapi pada gambar di atas menunjukkan adanya perbedaan baik dari segi warna vulva maupun tekstur dari vulva tersebut. Pada saat fase *estrus*, tampak bahwa mukosa vulva sapi menebal dan juga berwarna merah, di karenakan adanya peningkatan aliran darah yang mengakibatkan pembuluh-pembuluh darah

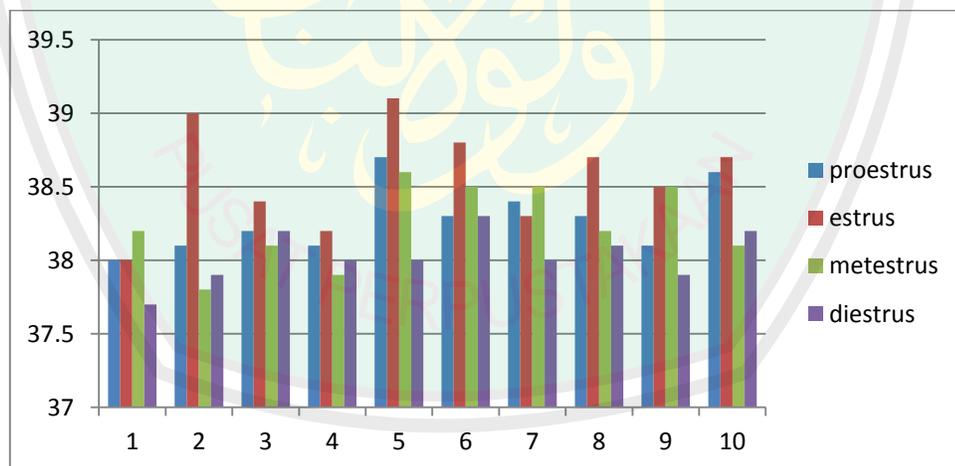
membesar didaerah vulva. Fase *metestrus*, selaput mukosa vagina sudah tidak tampak merah seperti *estrus*, Sedangkan pada saat fase *diestrus*, selaput mukosa vulva menjadi pucat dan tidak terjadi penebalan pada mukosa vulva sapi. Fase proestrus vulva tampak pink dan penebalan mukosa vagina mulai terjadi.

Toelihere (1981) menyatakan bahwa Pada fase *proestrus*, *folikel De Graaf* bertumbuh di atas pengaruh *Follicle Stimulating Hormone* (FSH), dengan menghasilkan sejumlah *estradiol* yang semakin bertambah. Fase ini hanya berlangsung pendek, gejala yang terlihat berupa perubahan-perubahan tingkah laku dan perubahan pada alat kelamin bagian luar. Alat kelamin betina luar mulai memperlihatkan tanda-tanda bahwa terjadi peningkatan peredaran darah. Selama fase *estrus*, *Folikel de Graff* menjadi matang dan membesar, *estradiol* yang dihasilkan *Folikel De Graff* akan menyebabkan perubahan-perubahan pada saluran reproduksi yang maksimal. Periode ini berakhir dengan terjadinya ovulasi akibat penurunan FSH dan meningkatkan LH dalam darah. Fase *metestrus* ditandai dengan pertumbuhan cepat *corpus luteum* yang berasal dari sel-sel granulosa yang telah pecah di bawah pengaruh LH. *Metestrus* sebagian besar berada di bawah pengaruh hormon *progesterone* yang dihasilkan oleh *corpus luteum*. Kehadiran *progesteron* akan menghambat sekresi FSH sehingga tidak terjadi pematangan folikel dan *estrus* tidak terjadi. Selanjutnya pada fase *diestrus* *corpus luteum* menjadi matang dan pengaruh *progesteron* terhadap saluran reproduksi menjadi nyata. Pada fase ini *corpus luteum* berkembang dengan sempurna dan efek yang dihasilkan dari *progesteron* (hormon yang dihasilkan oleh *corpus*

luteum) tampak dengan jelas pada dinding uterus. Korpus luteum ini tetap sampai hari ke 17 atau 18 dari siklus *estrus*.

4.1.2 Pengukuran Suhu

Salah satu tanda sapi mengalami fase *estrus* adalah meningkatnya suhu pada bagian vulva sapi. Oleh karena itu penelitian ini selain melihat tanda warna dan tekstur pada vulva sapi, dilakukan pula pengukuran suhu pada vulva sapi agar identifikasi siklus *estrus* sapi semakin tepat dan akurat. Pengukuran suhu dilakukan dengan cara memasukkan ujung *thermometer* selama 1-3 menit melalui pervaginal. Hasil pengukuran suhu dari 10 sapi masing-masing fase *proestrus*, *estrus*, *metestrus* dan *diestrus* ditunjukkan pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Suhu Vulva Sapi *Proestrus*, *Estrus*, *Metestrus* dan *Diestrus*

Grafik di atas menjelaskan perbedaan suhu antara vulva sapi *proestrus*, *metestrus*, *estrus* dan *diestrus*. Dari grafik yang terbentuk menunjukkan bahwa nilai

suhu fase *estrus* lebih tinggi dari fase *diestrus*, disebabkan oleh peningkatan vaskularisasi (pembuluh darah) selama fase *estrus* akibat adanya hormon estrogen yang dihasilkan dari folikel ke dalam aliran darah.

4.1.3 Analisis Pola Data Masukan

Citra yang sudah di *pre-processing* tersebut akan di cari nilai warna RGB dan nilai tekstur ciri orde satu dua untuk menentukan karakteristik dari setiap citra yang kemudian di kelompokkan menurut siklus estrusnya. Nilai pixel red, green, blue merupakan nilai yang mewakili semua pixel yang terdapat dalam sebuah citra. Nilai tekstur akan diperoleh ciri orde satu dan ciri orde dua. Setelah citra didapatkan nilai warna, nilai tekstur serta suhu pada saat pengambilan citra, nilai citra tersebut menjadi data inputan (masukan) pada jaringan *Anfis (Adaptif Neuro Fuzzy Inference System)*.

4.1.4 Pembelajaran Adaptif Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS)

Adapun tahapan pelatihan jaringan *ANFIS*, data dibagi menjadi tiap 3 kolom, hal ini dilakukan karena komputer dengan spesifikasi minimum yang tidak mampu menjalankan *training* dengan kolom lebih dari 10. Hasil *training* tiap 3 kolom diuji dengan 3 kolom data dengan parameter yang sama, hasilnya adalah data 2 kolom, kemudian 2 kolom tersebut diuji menjadi 1 kolom dengan jumlah baris yang sama dengan data asli dan tidak dibulatkan.

Dalam penelitian ini terdapat 15 kolom variabel masukan, setelah *training* pada tahap pertama, didapatkan 3 kolom dengan data yang merupakan hasil *training* data tiap 3 kolom dan data tersebut tidak dibulatkan sehingga terdapat 5 kolom kemudian dibagi lagi menjadi 3 kolom dan 2 kolom, dari 3 kolom dan 2 kolom tersebut *detraining* menjadi 2 kolom, dari hasil akhir kolom tersebut di *training* lagi menghasilkan *file.Fis* hasil pembobotan. Pengujian sampel juga dilakukan pembagian menjadi 3 kolom seperti saat *training*, sampel juga menjadi 3 kolom yang kemudian diuji dengan *file.Fis* hasil dari *training*. Hasilnya adalah angka yang dimutlakkan dan dibulatkan. Jika angka kesimpulannya 1 maka termasuk *Proestrus*, 2 termasuk *Estrus*, 3 termasuk *Metestrus* dan 4 termasuk *Diestrus*.

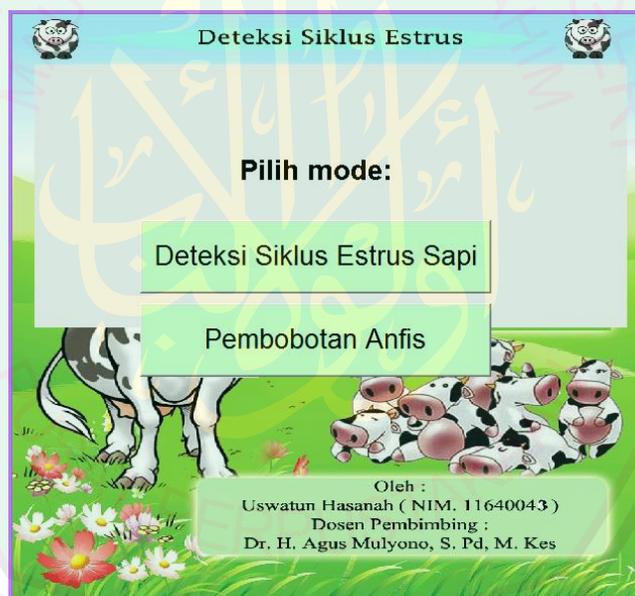
Adapun variabel *output* atau keluaran yang mana merupakan kelas dari masing-masing fase *proestrus*, *estrus*, *metestrus*, dan *diestrus* dan variabel *input* jaringan ANFIS ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 4.1 Variabel Masukan Jaringan ANFIS

Variabel	Satuan Nilai
1	Suhu
2	Red
3	Green
4	Blue
5	Mean
6	Entropy
7	Variance
8	Skewness
9	Kurtosis
10	ASM
11	Variance
12	Kontras
13	Korelasi
14	Entropy
15	IDM

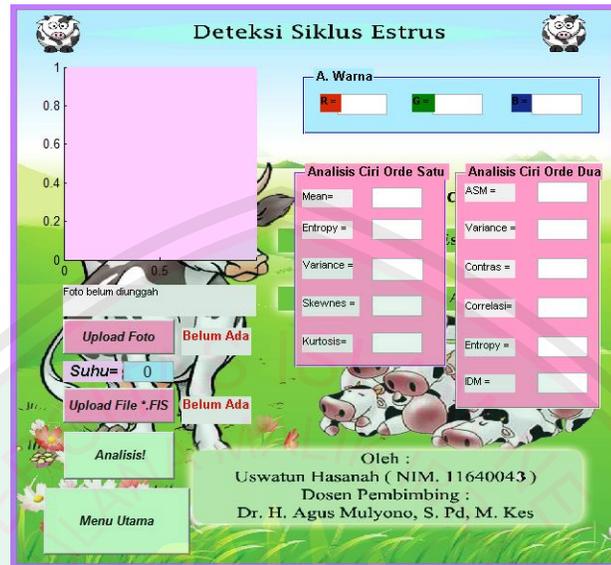
4.1.5 Tahapan Implementasi

Merupakan tahapan yang menjelaskan tentang cara penggunaan aplikasi pendeteksi siklus *estrus* sapi. Aplikasi ini dirancang menggunakan Graphical User Interface (GUI) di Matlab versi 7.1 R2010a. Untuk menggunakan aplikasi ini membutuhkan citra vulva sapi yang dipotong (crop) sebesar 100 x 100 piksel yang bertujuan untuk mengambil citra yang diperlukan saja dan nilai suhu keadaan vulva sapi. Tampilan aplikasi deteksi siklus *estrus* sapi dapat dilihat pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 Desain Aplikasi Deteksi Siklus Estrus Sapi Menu Utama

Pada gambar 4.4 di atas aplikasi tampak pada menu utama, user hanya memilih salah satu mode tersebut, jika menginginkan pendeteksian pada citra, maka user menekan tombol Deteksi Siklus Estrus Sapi, yang mana akan tampak pada gambar dibawah ini:



Gambar 4.5 Desain Aplikasi Deteksi Siklus Estrus Sapi Menu Deteksi

Pada gambar diatas merupakan tampilan menu deteksi siklus estrus masih kosong, karena belum digunakan untuk menguji citra vulva sapi. Dalam form utama aplikasi terdapat beberapa komponen atau tombol sebagai berikut:

1. Upload Foto atau Input Citra

Tombol berfungsi untuk memasukkan citra yang akan dideteksi, user dapat menekan tombol upload foto yang akan diuji.

2. Suhu

Tombol ini berfungsi memasukkan nilai suhu yang sesuai dengan citra yang akan diuji.

3. Upload File *FIS

Tombol upload file *FIS merupakan komponen yang memanggil file hasil dari palatihan *Anfis*.

4. A-Warna

A-Warna adalah analisis warna. Komponen ini akan menampilkan nilai-nilai pixel *red, green, blue* yang dimiliki oleh citra vulva sapi yang telah dimasukkan pada komponen Upload foto atau input citra.

5. Analisis Ciri Orde Satu

Merupakan komponen yang menampilkan nilai-nilai piksel *mean, entropi, variance, skewness, kurtosis* dari citra vulva sapi yang telah diuji.

6. Analisis Ciri Orde Dua

Merupakan komponen yang menampilkan nilai-nilai piksel *asm, variance, correlasi, kontras, entropi, idm* dari citra vulva sapi yang telah diuji.

7. Analisis

Untuk mendapatkan kesimpulan dari citra yang dimaksud user menekan tombol Analisis, dengan menekan tombol tersebut, secara otomatis nilai analisis warna dan tekstur akan muncul, begitupula dengan kesimpulan dari deteksi tersebut.

8. Menu Utama

Tombol ini berfungsi untuk kembali pada menu utama.

Berikut tampilan gambar aplikasi satu citra yang berhasil di deteksi:



Gambar 4.6 Desain Aplikasi, Contoh Citra yang Berhasil di Deteksi

9. Pembobotan Anfis

Untuk melihat menu Pembobotan Anfis, user cukup menekan tombol Pembobotan Anfis, yang kemudian akan muncul grafik deteksi kelas 1, 2, 3, dan 4 yang telah diklasifikasi, yang mana angka 1 merupakan fase *proestrus*, angka 2 merupakan fase *estrus*, angka 3 merupakan fase *metestrus*, dan angka 4 merupakan fase *diestrus*.

10. Upload Data (*dat)

Tombol ini berfungsi untuk memanggil data yang akan di uji terhadap data yang telah dilatih, data yang telah dilatih tersimpan pada file.FIS.

11. Epoch

Pada komponen ini telah diset perulangan (*Epoch*) sebanyak 10 kali.

12. Train Data

Tombol ini berfungsi untuk menjalankan jaringan pembobotan pada anfis.

Berikut tampilan disajikan pada gambar 4.7:



Gambar 3.10 Desain Aplikasi, Menu Pembobotan Anfis

Dari gambar tersebut, menunjukkan bahwa data citra telah berhasil dikenali oleh jaringan *Anfis*.

4.1.6 Pengujian Aplikasi

Pengujian aplikasi dilakukan untuk mengetahui besarnya akurasi keberhasilan jaringan dalam mengenali data baru. Data baru merupakan data yang belum digunakan pada proses pembelajaran. Jumlah data yang digunakan pada pengujian

jaringan sebanyak 20 data dengan 5 data *proestrus*, 5 data *estrus*, 5 data *metestrus* dan 5 data *diestrus*. Hasil pengujian jaringan *ANFIS* disajikan pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Jaringan *ANFIS*

Data Ke-	Target	Hasil Pengenalan Jaringan
1	Proestrus	Proestrus
2	Proestrus	Proestrus
3	Proestrus	Proestrus
4	Proestrus	Proestrus
5	Proestrus	Proestrus
6	Estrus	Estrus
7	Estrus	Estrus
8	Estrus	Estrus
9	Estrus	Estrus
10	Estrus	Estrus
11	Metestrus	Metestrus
12	Metestrus	Metestrus
13	Metestrus	Metestrus
14	Metestrus	Metestrus
15	Metestrus	Metestrus
16	Diestrus	Diestrus
17	Diestrus	Diestrus
18	Diestrus	Diestrus
19	Diestrus	Diestrus
20	Diestrus	Diestrus

Berdasarkan data pengujian diatas, maka tingkat keberhasilan jaringan *Anfis* dalam mengenali seluruh citra vulva sapi *estrus* dan *diestrus* adalah:

$$\text{Akurasi keberhasilan} = \frac{20}{20} \times 100\% = 100\%$$

4.2 Pembahasan

4.2.1 Analisis Citra Vulva Estrus Dan Diestrus

Perbedaan citra vulva sapi fase *proestrus*, *estrus*, *metestrus* dan fase *diestrus* antara lain terdapat pada warna dan tekstur. Selama fase *estrus* sapi mengalami peningkatan *vaskularisasi* (pembuluh darah) akibat adanya hormon estrogen yang dihasilkan dari folikel ke dalam aliran darah, hal ini yang menyebabkan morfologi vulva sapi mengalami pembengkakan sehingga tekstur citra berbeda dengan sapi pada fase *proestrus*, *metestrus* dan *diestrus*. Begitupula terhadap warna sapi *estrus* yang cenderung kemerahan akibat *vaskularisasi* dan *estrus* terkadang disebut “heat” (panas) karena pada saat tersebut, tubuh sapi betina meningkat. Dengan ciri-ciri tersebut dapat dibedakan antara sapi *estrus* dan *proestrus*, *metestrus* dan *diestrus* dengan menggunakan analisis warna RGB dan tekstur ciri orde satu dan dua.

Dari nilai analisis citra vulva sapi, menunjukkan bahwa nilai yang berupa warna RGB dan nilai tekstur ciri orde satu dua dapat membedakan antara sapi *proestrus*, *estrus*, *metestrus* dan *diestrus*. Citra RGB, yang biasa disebut dengan citra “*true color*” disimpan dalam Matlab dalam *array* berukuran $m \times n \times 3$ yang mendefinisikan warna merah, warna hijau dan warna biru untuk setiap pikselnya. Warna pada setiap piksel ditentukan dari kombinasi merah, hijau, dan biru. *Array* Matlab RGB dapat bertipe *double*, *uint8* atau *uint16*. Dalam *array* RGB bertipe *double*, setiap komponen warna (0, 0, 0) ditampilkan hitam dan untuk komponen warna (1, 1, 1) ditampilkan putih. Komponen ketiga warna disimpan pada ketiga *array* data (Marvin dan Agus. 2007). Hasil analisis citra warna vulva nilai RGB citra

diestrus lebih tinggi daripada nilai RGB *proestrus*, *metestrus* dan *diestrus*. Sehingga nilai RGB dari analisis citra warna vulva dapat menjadi ciri-ciri dari sapi fase *proestrus*, *estrus*, *metestrus* dan *diestrus*. Begitupula terhadap nilai tekstur pada citra, terdapat perbedaan antara *proestrus*, *estrus*, *metestrus* dan *diestrus*, hal tersebut dikarenakan pada saat *estrus* vulva mengalami penebalan akibat meningkatnya pembuluh darah sehingga tekstur dari vulva tersebut tampak berbeda dengan tekstur vulva pada saat *proestrus*, *metestrus* dan *diestrus*. Dari hasil pelatihan pada ANFIS diperoleh jumlah parameter 64 terdiri dari 48 parameter linear dan 16 parameter non linear dengan 16 jumlah aturan (*rule*). Berikut info ANFIS yang muncul saat pelatihan pada Command Window:

ANFIS info:

Number of nodes: 53

Number of linear parameters: 48

Number of nonlinear parameters: 16

Total number of parameters: 64

Number of training data pairs: 40

Number of fuzzy rules: 16

4.2.2 Akurasi Deteksi Siklus Estrus Sapi Menggunakan ANFIS

Dari hasil pengenalan data menggunakan 40 citra vulva yang masing-masing terdiri dari 10 *proestrus*, 10 *estrus*, 10 *metestrus* dan 10 *diestrus*, diperoleh tingkat keberhasilan 100%. Begitupula pengujian citra vulva menggunakan data baru dengan

masing-masing data berupa 5 *proestrus*, 5 *estrus*, 5 *metestrus* dan 5 *diestrus* menghasilkan tingkat keberhasilan 100%.

4.2.3 Pemanfaatan Binatang Ternak dalam Perspektif Islam

Allah SWT menciptakan alam semesta beserta isinya bukanlah tanpa sebab dan manfaat melainkan untuk kebaikan manusia dan makhlukNya. Allah SWT memerintahkan keharusan manusia untuk mengenal alam sekelilingnya dengan baik sebagaimana firman Allah SWT dalam surat Yunus (10):101,

قُلْ أَنْظَرُوا مَاذَا فِي السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَمَا تُغْنِي الْآيَاتُ وَالنُّذُرُ عَنْ قَوْمٍ لَا يُؤْمِنُونَ

“Katakanlah: "Perhatikanlah apa yang ada di langit dan di bumi. tidaklah bermanfaat tanda kekuasaan Allah dan Rasul-rasul yang memberi peringatan bagi orang-orang yang tidak beriman"(Q.S Yunus (10):101)

Kata “*anzuru*” bentuk jama’ dari *anzur* yang secara *harifah* bermakna lihat, perhatikan, renungkan. Kata *anzur* termasuk kata perintah (*fi’il amar*). Dengan memperhatikan kosa kata tersebut, dapat dipahami bahwa kita dianjurkan untuk membaca, merenungkan seluruh ayat Allah yang tercipta, yakni memperhatikan atau meneliti apa yang ada di atas dan apa yang di bumi dan perut bumi (Apipudin, 2013).

Perintah itu menunjukkan agar manusia mengetahui sifat-sifat dan kelakuan alam di sekitarnya, yang akan menjadi tempat tinggal dan sumber bahan serta makanan dalam hidupnya. Dengan itu manusia dapat mengambil manfaat darinya untuk kemaslahatan bagi semua yang ada di alam (Mulyono dan Abtokhi, 2006). Salah satu sumber makanan yang ada di alam yaitu hewan ternak, manusia yang telah

diberi akal harus dapat mengambil pelajaran untuk dapat memanfaatkan segala sesuatu yang terkandung dalam hewan ternak tersebut.

Firman Allah SWT dalam surat an-Nahl (16): 66,

وَإِنَّ لَكُمْ فِي الْأَنْعَامِ لَعِبْرَةً ۗ نُسْقِيكُمْ مِمَّا فِي بُطُونِهِمْ مِنْ بَيْنِ فَرْثٍ وَدَمٍ لَبَنًا خَالِصًا سَائِغًا لِلشَّارِبِينَ ﴿٦٦﴾

“Dan sesungguhnya pada binatang ternak itu benar-benar terdapat pelajaran bagi kamu. Kami memberimu minum dari pada apa yang berada dalam perutnya (berupa) susu yang bersih antara tahi dan darah, yang mudah ditelan bagi orang-orang yang meminumnya” (Q.S an-Nahl (16): 66)

Maksud dari lafadz *La'ibroh* “benar-benar terdapat pelajaran”, yaitu sesuatu yang menunjukkan kepada kekuasaan, keesaan dan keagungan Allah SWT. Asalnya *ibrah* adalah penyerupaan sesuatu dengan sesuatu yang lain untuk diketahui hakikatnya dengan jalan menganalisa zhahirnya. Sebagaimana ungkapan *Fa'tabiruu* “Maka ambillah (kejadian itu) untuk menjadi pelajaran”. Kemudian pada lafadz *Nuskikum mimma fii butuniha* “Kami memberimu minum dari pada apa yang berada dalam perutnya”, sedangkan lafadz *labanan* yaitu susu. Allah SWT mengingatkan betapa agung kekuasaannya dengan keluarnya susu yang bersih (al-Qurthubi, 2008).

Sebagaimana sampel yang digunakan dalam penelitian ini menunjukkan citra vulva sapi yang dianalisa dzhahirnya (bagian luar vulva) yaitu sampel yang berupa citra vulva sapi yang dianalisa warna dan teksturnya. Dari hasil analisa zhahir tersebut dijadikan nilai masukan jaringan untuk mendeteksi siklus estrus sapi yang mana pendeteksian ini bertujuan agar perkembangbiakan sapi menjadi lancar dan

tidak membutuhkan biaya yang besar karena deteksi ini dilakukan cukup dengan menganalisa citra vulva sapi. Dengan meningkatnya populasi sapi (sapi perah), sudah barang tentu susu yang dihasilkan meningkat pula, sehingga Indonesia tidak lagi kekurangan susu atau mengimpor susu. Para ulama Maliki berkata, “susu dikonsumsi oleh manusia untuk menumbuhkan badan”. Susu adalah minuman yang bebas dari berbagai macam zat perusak dan menjadi penopang tubuh. Segala sesuatu yang Allah SWT ciptakan mempunyai hikmah dan untuk dimanfaatkan oleh manusia dan seluruh makhluk hidup agar mereka selalu mengingat dan mensyukuri nikmat yang telah Allah SWT beri. Hal ini merupakan tanda-tanda kekuasaan Allah SWT yang wajib disyukuri.

Firman Allah SWT dalam surat Ibrahim (14): 7,

وَإِذْ تَأَذَّرَ رَبُّكُمْ لَئِن شَكَرْتُمْ لَأَزِيدَنَّكُمْ^ط وَلَئِن كَفَرْتُمْ إِنَّ عَذَابِي لَشَدِيدٌ ﴿٧﴾

“Dan (ingatlah juga), tatkala Tuhanmu memaklumkan; "Sesungguhnya jika kamu bersyukur, pasti Kami akan menambah (nikmat) kepadamu, dan jika kamu mengingkari (nikmat-Ku), Maka Sesungguhnya azab-Ku sangat pedih". (Q.S Ibrahim (14):7).

Surat Ibrahim (14): 7 tersebut menjelaskan bahwa Allah SWT memerintahkan kepada manusia untuk selalu bersyukur atas nikmat-nikmat yang telah diberikan kepadanya. Manusia diberikan kesempatan yang luas untuk menikmati dan memanfaatkan kekayaan alam, dengan menjaga, melindungi serta mencegah sesuatu yang dapat merusak kekayaan alam tersebut. Bentuk pemanfaatan dari hewan ternak itu, dapat digunakan sebagai objek kajian untuk studi eksperimen.

Sebagaimana hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa citra vulva sapi dapat digunakan sebagai sampel penelitian untuk mengimplementasikan teknologi jaringan komputasi yang dapat mendeteksi siklus estrus sapi agar digunakan oleh para peternak yang sering mengalami kegagalan bunting. Perlu digarisbawahi bahwa dalam mendeteksi sapi *estrus* yang selama ini terjadi di lapangan yaitu dilakukan dengan cara palpasi rektal, yang mana metode ini dilakukan dengan cara memasukkan tangan pendeteksi pada vagina sapi, metode ini dirasa tidak islami karena tidak memperlakukan hewan dengan baik. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan mengembangkan alat pendeteksi estrus sapi sehingga sapi tidak lagi mengalami kesakitan. Dengan dirancangnya aplikasi deteksi siklus estrus sapi ini, para peternak tidak lagi mengalami kerugian dalam hal materi maupun waktu karena aplikasi ini tidak membutuhkan biaya dan aplikasi ini dirancang secara tepat, efisien dan akurat. Sehingga diharapkan kedepannya Indonesia tidak lagi kekurangan susu sapi.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian serta pembahasan yang telah dijelaskan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Metode *Adaptif Neuro Fuzzy Inference System* dapat digunakan untuk mendeteksi siklus *estrus* sapi.
2. Hasil perancangan deteksi siklus *estrus* sapi melalui analisis warna dan tekstur citra vulva sapi menggunakan *Adaptif Neuro Fuzzy Inference System* memberikan tingkat akurasi keberhasilan 100% dalam mengenali citra vulva sapi *proestrus*, *estrus*, *metestrus* dan *diestrus*.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan yang diperoleh, maka disarankan pada penelitian selanjutnya dapat membuat sensor pendeteksi siklus *estrus* sapi.

DAFTAR PUSTAKA

- Agushinta, D. R., Diyanti, A. 2007. *Perbandingan Kinerja Metode Deteksi Tepi Pada Citra Wajah*. Jakarta: Jurusan Ilmu Komputer/Teknologi Informasi Universitas Gunadarma.
- Ahmad, Usman. 2005. *Pengolahan Citra Digital dan Teknik Pemrogramannya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Balza A, Kartika F. 2005. *Teknik Pengolahan Citra Digital Menggunakan Delphi*. Yogyakarta: Ardi Publishing.
- Beaden, H.J. and J.W. Fuqual. 1997. *Applied Animal Reproduction*. Reston Publishing Co., Inc. Prentice Hall Co. Reston Virginia.
- Drajat A.S. 1999. *Penggunaan Semen Beku Sapi Friesian, Angus, Brangus Dan Bali Untuk IB di NTB*. Bovine.
- Fahmi, S.T, M.Sc. 2007. *Perancangan Algoritma Pengolahan Citra Mata Menjadi Pola Citra Iris Sebagai Bentuk Antara Sistem Biometrik*. Departemen Teknik Elektro, fakultas teknik, Karya Ilmiah. Universitas Sumatra Utara, Medan.
- Hafez, E.S.E. 1993. *Artificial insemination*. In: HAFEZ, E.S.E. 1993. *Reproduction in Farm Animals*. 6th Ed. Lea & Febiger, Philadelphia. pp. 424-439.
- Hikmah, Nurul. 2008. *Identifikasi Retina Mata Manusia Mrnggunakan Sistem Inferensi Neuro Fuzzy Adaptif*. Skripsi. Depok: Departemen Teknik Elektro. Fakultas Teknik. Universitas Indonesia.
- Haralic and Shanmugan. 1973. *Textural Feature Image Classification*. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernatics*, vol SMC 3, no 6, November 1973, p 610.
- Jang, Roger., Jyh-Shing, Chuen-Tsai Sun, Eiji Mizutani. 1997. *“Neuro-Fuzzy and soft computing”*, Prentice Hall.
- Jang, J., & Sun, C. 1995. *Neuro-fuzzy modeling and control*. *Proceedings of IEEE*, 83,378–406 .
- Katsir, Ibnu. 2004. *Tafsir Ibnu Katsir Jilid 5*. Bogor: Pustaka Imam as-Syafi’i.
- Kerlinger, F.G. 1991. *Dasar-dasar Metodologi Penelitian*. Jakarta: LP3S.

- Kusumadewi, Sri. 2002. *Analisis dan Desain Sistem Fuzzy Menggunakan Fuzzy Toolbox Matlab*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Mukarromah, Aminatul. 2015. *Deteksi Siklus Estrus Sapi Melalui Analisis Citra Warna dan Tekstur Vulva Sapi Menggunakan Jaringan LVQ*. Skripsi Tidak Diterbitkan, Malang: Jurusan Fisika. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Mulyono, Agus Dan Ahmad Abtokhi. 2006. *Fisika dan Alqur'an*. Malang: UIN Malang Press.
- Naba, Agus. 2009. *Belajar Cepat Fuzzy Logic menggunakan Matlab*. Yogyakarta: Andi.
- Al Quthubi. 1992. *Tafsir EI Zhilalil-Quran Jilid 7*. Beirut: Darusy Syuruq.
- Setiawan, Kuswara, 2003, *Paradigma Sistem Cerdas*. Malang: Banyumedia Publishing
- Sigit, Riyanto dkk. 2005. *Step by Step Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Asy-Syanqithi. 2007. *Tafsir Adhwa'ul bayan diterjemahkan, Bari dkk*. Jakarta: Pustaka Azzam.
- Tamam, Moh Badrit. 2012. *Deteksi Masa Kawin Sapi Melalui Citra Vulva Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation*. Skripsi Tidak Diterbitkan Malang: Jurusan Fisika. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Toelihere, M.R. 1981. *Inseminasi Buatan pada Ternak*. Bandung: Angkasa
- Toelihere M.R. 1985. *Ilmu Kebidanan pada Ternak Sapi dan Kerbau*. Bogor: Universitas Indonesia Press.
- Ummah, I.N. 2009. *Deteksi Osteoporosis Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Dengan Memanfaatkan Citra X-Ray Tulang Melalui Filter Gabor Dan Angka Euler*. Skripsi Tidak Diterbitkan. Malang: Jurusan Fisika. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Whidhiasih, Retno Nugroho dkk. 2012. *Identifikasi Buah Belimbing Berdasarkan Citra Red-Green-Blue Menggunakan Adaptif Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS)*. Jurnal Lokakarya Komputasi dalam Sains dan Teknologi Nuklir, 10 Oktober 2012.
- Widodo, Prabowo Pudjo dkk. 2013. *Penerapan Data Mining Dengan Matlab*. Bandung: Rekayasa sains.

Wijaya, Marvin Ch. Dan Agus Priyono. 2007. *Pengolahan Citra Digital Menggunakan Matlab*. Bandung: Informatika.

Zadeh, L. A. 1972. *A fuzzy set theoretic interpretation of the linguistic hedges*. *Journal of Cybernetics*, 2, 4-34.





LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Citra Vulva Sapi *Estrus*, *Diestrus*, *Proestrus*, dan *Metestrus*.

NO	Status Citra			
	Estrus	Diestrus	Proestrus	Metestrus
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				

13									
14									
15									



Lampiran 2. Hasil Pengukuran Suhu, Analisis Warna dan Tekstur Citra Vulva Sapi

Data Training Citra Vulva Sapi Estrus

NO	Suhu	Warna			ORDE SATU					ORDE DUA					
		R	G	B	MEAN	ENTROPY	VARIANCE	SKEWNES	KURTOSIS	ASM	VARIANCE	CONTRAS	CORRELASI	ENTROPY	IDM
1	38	226.152	101.855	109.002	139.678	5.2355	94.1619	-1.5305	13.1633	0.005	94.1619	11.3882	0.943	8.3374	0.51
2	39	218.246	102.06	110.321	137.582	5.5287	129.7744	-0.8744	6.5934	0.004	129.7744	11.797	0.9565	8.6499	0.502
3	38.4	234.741	149.425	136.598	173.355	5.6596	200.3559	-1.1047	6.4595	0.004	200.3559	19.8542	0.9528	8.9476	0.476
4	38.2	209.19	111.715	107.832	140.319	5.2992	95.2038	-1.553	13.0536	0.005	95.2038	11.5535	0.9428	8.5083	0.48
5	39.1	218.566	159.439	152.534	176.229	6.2986	129.8766	-1.0792	17.1503	0.006	129.8766	11.8495	0.9564	8.0764	0.58
6	38.8	225.284	104.816	108.188	141.046	5.8105	440.8085	-0.9547	1.4393	0.002	440.8085	20.98	0.9768	9.9525	0.403
7	38.3	236.549	114.548	121.094	151.602	6.4576	201.189	-0.5624	3.4985	0.003	201.189	15.374	0.9632	9.1749	0.462
8	38.7	205.025	90.3304	98.7502	125.443	6.2543	583.8703	-0.6849	-0.1802	0.002	583.8703	16.7815	0.9858	10.002	0.417
9	38.5	198.761	95.0727	103.112	126.871	6.2328	145.5282	-0.7287	3.6199	0.005	145.5282	8.1026	0.9729	8.3277	0.57
10	38.7	205.308	71.4008	88.3916	113.209	5.5561	362.6486	-0.3953	0.0382	0.002	362.6486	18.4904	0.9751	9.9248	0.406

Data Training Citra Vulva Sapi *Diestrus*

NO	suhu	Warna			ORDE SATU					ORDE DUA					
		R	G	B	MEAN	ENTROPY	VARIANCE	SKEWNES	KURTOSIS	ASM	VARIANCE	CONTRAS	CORRELASI	ENTROPY	IDM
1	37.7	245.269	217.084	210.555	224.673	5.2069	12.6421	-23.6372	912.6242	0.031	12.6421	13.6475	0.6495	5.6036	0.753
2	37.9	243.379	179.19	169.945	197.239	4.8115	44.5172	-6.4806	149.1597	0.009	44.5172	14.0869	0.8634	7.6541	0.537
3	38.2	246.09	192.211	174.592	206.211	5.1113	94.084	-3.0475	54.6115	0.01	94.084	12.3507	0.9384	7.2707	0.692
4	38	243.124	186.542	186.197	203.316	4.7954	33.826	-8.9956	256.21	0.016	33.826	11.4992	0.8547	6.4598	0.717
5	38	245.517	186.207	177.364	202.85	5.3571	76.9079	-3.9909	73.698	0.01	76.9079	11.0737	0.9328	7.1506	0.671
6	38.3	248.797	191.727	187.39	208.216	4.8934	98.131	-2.9323	53.0506	0.01	98.131	12.0346	0.9422	7.1191	0.722
7	38	244.411	191.96	188.403	207.169	4.8364	50.6847	-6.3789	151.8456	0.013	50.6847	12.5207	0.8901	7.0131	0.68
8	38.1	222.966	182.75	178.687	194.215	4.8717	80.7623	-3.0269	58.8191	0.009	80.7623	10.5461	0.9387	7.2214	0.678
9	37.9	242.216	184.639	179.611	201.17	4.9141	56.5836	-5.2376	118.4684	0.016	56.5836	11.1932	0.91	6.6123	0.741
10	38.2	245.286	208.646	205.608	219.15	5.6075	33.9813	-10.8653	314.0228	0.02	33.9813	12.5562	0.8441	6.3169	0.743

Data Training Citra Vulva Sapi *Proestrus*

NO	suhu	Warna			ORDE SATU					Orde Dua					
		R	G	B	mean	entropy	variance	skewnes	kurtosis	asm	variance	contras	correlasi	entropy	idm
1	38	229.907	127.6895	139.1597	159.3693	5.4978	112.5625	-0.8703	13.5764	0.0026	112.5625	26.9942	0.8929	9.3784	0.3762
2	38.1	247.7964	187.8213	185.8644	205.4406	5.2269	91.2592	-3.5366	56.778	0.0062	91.2592	15.6416	0.9211	8.0523	0.5455
3	38.2	244.4721	162.4876	155.5788	186.1211	6.1311	323.8833	-0.403	3.1856	0.0027	323.8833	14.5701	0.978	9.1519	0.5126
4	38.1	225.0216	147.2796	146.3469	170.3733	5.0634	70.9969	-2.4101	45.4314	0.0077	70.9969	10.696	0.9299	7.7609	0.5692
5	38.7	245.3137	169.3036	172.8128	192.2922	4.8053	49.1333	-5.604	119.2283	0.0091	49.1333	14.0779	0.8747	7.6092	0.5634
6	38.3	246.9367	187.9608	190.7176	205.8261	5.1425	80.7827	-3.2847	71.7963	0.0115	80.7827	11.7929	0.932	7.0325	0.7226
7	38.4	250.237	148.6789	152.0142	179.3621	5.4413	118.3773	-1.9629	21.6642	0.0053	118.3773	13.7658	0.9451	8.3579	0.5333
8	38.3	221.1379	105.8723	123.0825	142.1367	5.5283	136.2547	-0.8151	6.3807	0.0045	136.2547	9.5723	0.9661	8.4066	0.5323
9	38.1	234.9546	98.6273	100.2623	139.4084	5.7761	173.5361	-0.3623	3.0749	0.0018	173.5361	34.3644	0.9099	9.8667	0.3442
10	38.6	242.5997	160.1085	161.8637	184.8638	5.226	81.5474	-2.6199	46.4566	0.0059	81.5474	16.25	0.9094	8.2368	0.5255



Data Training Citra Vulva Sapi *Metestrus*

NO	suhu	Warna			ORDE SATU					Orde Dua					
		R	G	B	mean	entropy	variance	skewnes	kurtosis	asm	variance	contras	correlasi	entropy	idm
1	38.2	202.4321	142.2094	149.2279	160.8875	5.4627	112.57	-1.3527	14.5863	0.0031	112.57	21.1496	0.9141	9.0936	0.4146
2	37.8	238.1251	169.2936	163.5769	189.1614	5.5458	140.2614	-1.1023	19.7758	0.0057	140.2614	11.1931	0.9616	8.1077	0.5877
3	38.1	212.552	113.6492	114.9492	143.2596	5.1899	82.9778	-1.0911	17.6778	0.0051	82.9778	10.3166	0.9415	8.2346	0.5062
4	37.9	239.3824	160.6464	159.8141	183.9804	5.3098	91.1992	-2.2956	37.0708	0.0061	91.1992	12.3671	0.9365	8.0509	0.5675
5	38.6	239.904	156.4835	162.8021	182.0131	5.7181	179.4569	-1.0625	10.0287	0.004	179.4569	13.3624	0.9641	8.6166	0.5373
6	38.5	244.2574	164.1662	159.4313	187.5049	5.0319	61.0374	-3.5528	75.6385	0.0062	61.0374	15.5345	0.8871	8.1534	0.5015
7	38.5	216.6102	81.0112	93.7349	122.9058	5.8324	211.7508	-0.2371	0.9506	0.0031	211.7508	12.3007	0.9718	9.0768	0.4825
8	38.2	214.2176	105.7685	105.1953	138.0077	5.3876	101.512	-0.8293	10.3354	0.004	101.512	13.614	0.9372	8.7377	0.462
9	38.5	239.5142	146.9458	147.6537	174.5325	5.7114	161.9088	-0.5442	11.2277	0.0032	161.9088	20.7499	0.9398	9.2	0.4363
10	38.1	231.4669	153.9112	154.3074	177.0301	5.2352	90.1183	-2.299	33.8156	0.0069	90.1183	11.4343	0.9403	7.9058	0.5829



Lampiran 3. Hasil Pembelajaran Jaringan Anfis

Data ke-	Target	Hasil Pengenalan Jaringan
1	Proestrus	Proestrus
2	Proestrus	Proestrus
3	Proestrus	Proestrus
4	Proestrus	Proestrus
5	Proestrus	Proestrus
6	Proestrus	Proestrus
7	Proestrus	Proestrus
8	Proestrus	Proestrus
9	Proestrus	Proestrus
10	Proestrus	Proestrus
11	Estrus	Estrus
12	Estrus	Estrus
13	Estrus	Estrus
14	Estrus	Estrus
15	Estrus	Estrus
16	Estrus	Estrus
17	Estrus	Estrus
18	Estrus	Estrus
19	Estrus	Estrus
20	Estrus	Estrus
21	Metestrus	Metestrus
22	Metestrus	Metestrus
23	Metestrus	Metestrus
24	Metestrus	Metestrus
25	Metestrus	Metestrus
26	Metestrus	Metestrus
27	Metestrus	Metestrus
28	Metestrus	Metestrus
29	Metestrus	Metestrus
30	Metestrus	Metestrus
31	Diestrus	Diestrus
32	Diestrus	Diestrus
33	Diestrus	Diestrus
34	Diestrus	Diestrus
35	Diestrus	Diestrus

36	Diestrus	Diestrus
37	Diestrus	Diestrus
38	Diestrus	Diestrus
39	Diestrus	Diestrus
40	Diestrus	Diestrus



Lampiran 4. Listing Program Pembelajaran Jaringan ANFIS

```
function [t_fismat, t_error, stepsize, c_fismat, c_error] ...
    = anfis(trn_data, in_fismat, t_opt, d_opt, chk_data, method)

error(nargchk(1,6,nargin))
error(nargchk(0,5,nargout))

default_t_opt = [10;0;0.01;0.9;1.1;1];

default_d_opt = [1;1;1;1];

% Change the following to set default MF type and numbers
default_mf_type = 'gausmf';
default_outmf_type='linear';
default_mf_number = 2;
if nargin <= 5,
    method = 1;
end
if nargin <= 4,
    chk_data = [];
end
if nargin <= 3,
    d_opt = default_d_opt;
end
if nargin <= 2,
    t_opt = default_t_opt;
end
if nargin <= 1,
    in_fismat = default_mf_number;
end
```

Lampiran 5. Listing Fungsi Uji Final

```
function [datanew]=reduksidataanfisis3kolom(datatraining)

% STEP 1 - LOAD DATA
data=datatraining;
[M,N]=size(data);

% STEP 2 - MENYIAPKAN VARIABEL INPUT ANFIS
mfType='gaussmf';
epoch=10;
K=floor((N-1)/3);
    for i=1:K
        start=1+(i-1)*3;
        stop=3+(i-1)*3;
        databuf(:,1:3)=data(:,start:stop);
        trainingbuf=[databuf,data(:,N)];
        numMF=4*ones(1,3);
        infisbuf=genfis1(trainingbuf,numMF,mfType); %membangkitkan rule
        anfis
        outfisbuf=anfisis(trainingbuf,infisbuf,epoch); %proses
        training anfis
        datanew(:,i)=round(abs(evalfis(databuf,outfisbuf)));
    end

    if N-1-K*3>0
        start_end=stop+1;
        stop_end=stop+N-1-K*3;
        numMF=4*ones(1,N-1-K*3);
        databuf_end=data(:,start_end:stop_end);
        infisbuf_end=genfis1([databuf_end,data(:,N)],numMF,mfType);
        %membangkitkan rule anfisis
        outfisbuf_end=anfisis([databuf_end,data(:,N)],infisbuf_end,epoch);
        %training data anfisis
        datanewbuf=round(abs(evalfis(databuf_end,outfisbuf_end)));

        datanewalt=[datanew,datanewbuf];
        datanew=datanewalt;
    end
end
```

Lampiran 6. Listing Program Pembuatan Aplikasi Deteksi Siklus *Estrus* Sapi

```
%Input Citra
uswah=guidata(gcbo);
if str2double(get(uswah.opt, 'string'))==1
%=====OPT 1=====
if strcmp(get(uswah.ket1, 'string'), 'Belum Ada')==1
    msgbox('SILAKAN UPLOAD FOTO TERLEBIH DAHULU!')
elseif strcmp(get(uswah.ket2, 'string'), 'Belum Ada')==1
    msgbox('FILE *.FIS BELUM DI-UPLOAD. SILAKAN UPLOAD FILE *.FIS
TERLEBIH DAHULU!')
elseif strcmp(get(uswah.ket2, 'string'), 'Ada')==1 &&
strcmp(get(uswah.suhu, 'string'), '')~=1
fileku=get(uswah.namafile, 'string');
sample=imread(fileku);
sampelgray=get(uswah.tabel, 'data');
sampelFM=medfilt2(sampelgray);
T=str2double(get(uswah.suhu, 'string'));

%WARNA
[R,G,B]=warnargbgui(sample);
set(uswah.red, 'string', R);
set(uswah.green, 'string', G);
set(uswah.blue, 'string', B);

%CIRI ORDE 1
[CrMEAN CrENT CrVAR CrSKEW CrKURT]= CrOrde1(sampelFM);
set(uswah.mean, 'string', num2str(CrMEAN))
set(uswah.entropy, 'string', num2str(CrENT))
set(uswah.varian, 'string', num2str(CrVAR))
set(uswah.skewnes, 'string', num2str(CrSKEW))
set(uswah.kurtosis, 'string', num2str(CrKURT))

%CIRI ORDE 2
[CrASM, CrVAR, CrCON, CrCOR, CrENT2, CrIDM]= CrOrde2(sampelFM);
set(uswah.asm, 'string', num2str(CrASM))
set(uswah.var, 'string', num2str(CrVAR))
set(uswah.contras, 'string', num2str(CrCON))
set(uswah.corelasi, 'string', num2str(CrCOR))
set(uswah.ent, 'string', num2str(CrENT))
set(uswah.idm, 'string', num2str(CrIDM))

hasilorde1=[CrMEAN CrENT CrVAR CrSKEW CrKURT];
hasilorde2=[CrASM, CrVAR, CrCON, CrCOR, CrENT2, CrIDM];

hasil=[R, G, B, hasilorde1, hasilorde2];
set(uswah.tabelhasil, 'data', hasil)
end

%PENGUJIAN DATA HASIL ANALISIS DENGAN ANFIS

%=====
```

```

filefis=readfis(get(uswah.fisku,'string'));
tes=hasil;
data=get(uswah.datatrainingasli,'data');
N=size(data,2);
datared=data;
tesred=tes;
Nnew=size(tes,2);
while Nnew>3
    datanew=reduksidataanfis3kolom(datared);
    tesnew=reduksisampleanfis3kolom(tesred,datared);
    Nnew=size(datanew);
    datared=[datanew,data(:,N)];
    tesred=tesnew;
end

conc=round(abs(evalfis(tesnew,filefis)));

if conc==1
    set(uswah.simpulan,'visible','on')
    set(uswah.simpulan,'string','SAPI DALAM KEADAAN PROESTRUS.
PELUANG KEHAMILAN RENDAH. TUNGGU 3 ATAU 4 HARI LAGI')
    set(uswah.oktutup,'visible','on')
    set(uswah.simpulan,'backgroundcolor','black')
    set(uswah.simpulan,'foregroundcolor','yellow')
elseif conc==2
    set(uswah.simpulan,'visible','on')
    set(uswah.simpulan,'string','SAPI DALAM KEADAAN ESTRUS. SELAMAT!
SAPI ANDA SIAP DIKAWINKAN')
    set(uswah.oktutup,'visible','on')
    set(uswah.simpulan,'backgroundcolor',[1 0.95 0.87])
    set(uswah.simpulan,'foregroundcolor',[0.75 0 0.75])
elseif conc==3
    set(uswah.simpulan,'visible','on')
    set(uswah.simpulan,'string','SAPI DALAM KEADAAN METESTRUS. SAPI
ANDA TERLAMBAT DIKAWINKAN')
    set(uswah.oktutup,'visible','on')
    set(uswah.simpulan,'backgroundcolor','black')
    set(uswah.simpulan,'foregroundcolor','yellow')
elseif conc==4
    set(uswah.simpulan,'visible','on')
    set(uswah.simpulan,'string','SAPI DALAM KEADAAN DIESTRUS. MAAF,
SAPI ANDA BELUM SIAP DIKAWINKAN')
    set(uswah.oktutup,'visible','on')
    set(uswah.simpulan,'backgroundcolor','black')
    set(uswah.simpulan,'foregroundcolor','yellow')
else
    set(uswah.simpulan,'visible','on')
    set(uswah.simpulan,'string','INVALID!!! MAAF, MOHON UPLOAD
POTONGAN SAMPEL YANG LAIN')
    set(uswah.oktutup,'visible','on')
    set(uswah.simpulan,'backgroundcolor','black')
    set(uswah.simpulan,'foregroundcolor','yellow')
end

```

```

%=====OPT2=====
elseif str2double(get(uswah.opt,'string'))==2
%Ambil data
if strcmp(get(uswah.ket1,'string'),'Belum Ada')==1
    msgbox('SILAKAN UPLOAD DATA *.dat TERLEBIH DAHULU!')
else
data=get(uswah.tabel,'data');
[M,N]=size(data);
sample=data(:,1:N-1);
epoch=str2double(get(uswah.suhu,'string'));
Nnew=size(data,2)-1;
datareduksi=data;
samplereduksi=sample;
while Nnew>3
    datanew=reduksidataanfisis3kolom(datareduksi);
    samplenew=reduksisampleanfisis3kolom(samplereduksi,datareduksi);
    Nnew=size(datanew);
    datareduksi=[datanew,data(:,N)];
    samplereduksi=samplenew;
end
mfsz=size(datanew,2);
numMF=4*ones(1,mfsz);
infis=genfis1([datanew,data(:,N)],numMF,'gaussmf');
outfis=anfisis([datanew,data(:,N)],infis,epoch);
conc=round(abs(evalfis(samplenew,outfis)));
hold on
plot(uswah.axes2,1:M,data(:,N),'ob','markersize',7.5,'linewidth',2)
plot(uswah.axes2,1:M,conc,'xr','markersize',10,'linewidth',2)
writefis(outfis,'sapifis_ver_2')
end
end

```