

**KUANTISASI SEL JARINGAN ADIPOSA BERBASIS *IMAGE
PROCESSING***

**(*ADIPOSE TISSUE CELLS QUANTIZATION BASED IMAGE
PROCESSING*)**

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada
Program Studi S1 Teknik Elektro Universitas Telkom**

Disusun oleh :

DESTYA OLSAFEBRYANTI MUNGGARAN

1102154252



**FAKULTAS TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS TELKOM
BANDUNG
2022**



UNIVERSITAS TELKOM	No. Dokumen	ITT-AK-FEK- PTT- FM004/001
Jl. Telekomunikasi No. 1 Ters. Buah Batu Bandung 40257	No. Revisi	00
FORMULIR LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	Berlaku efektif	

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**KUANTISASI SEL JARINGAN ADIPOSA BERBASIS *IMAGE
PROCESSING***

ADIPOSE TISSUE CELLS QUANTIZATION BASED IMAGE PROCESSING

**Telah disetujui dan disahkan sebagai Tugas Akhir II
Program S1 Teknik Elektro
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom**

Disusun oleh :

**DESTYA OLSAFEBRYANTI MUNG GARAN
1102154252**

Bandung, 19 Mei 2022

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

**HUSNENI MUKHTAR S.Si., M.T., Ph.D.
NIP : 14810049**

**dr. FENTY ALIA, M.kes.A3M
NIP : 20780002**



UNIVERSITAS TELKOM	No. Dokumen	ITT-AK-FEK- PTT-FM004/001
Jl. Telekomunikasi No. 1 Ters. Buah Batu Bandung 40257	No. Revisi	00
FORMULIR LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	Berlaku efektif	

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Nama : Destya Olsafebryanti Munggaran
NIM : 1102154252
Alamat : Jl.Jatihandap no.115
No. Hp : 081398637738
Email : destyaolsafebryanti@student.telkomuniversity.ac.id

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini merupakan karya orisinal saya sendiri, dengan judul :

KUANTISASI SEL JARINGAN ADIPOSA BERBASIS IMAGE PROCESSING

ADIPOSE TISSUE CELLS QUANTIZATION BASED IMAGE PROCESSING

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko / sanksi yang dijatuhankan kepada saya apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap kejujuran akademik atau etika keilmuan dalam karya ini, atau ditemukan bukti yang menunjukkan ketidak aslian karya ini.



Bandung, 19 Mei 2022

Destya Olsafebryanti Munggaran

1102154252

ABSTRAK

Jaringan adiposa merupakan jaringan ikat yang terdiri dari kandungan lemak, berfungsi sebagai penyimpanan lemak dan sistem yang mengatur energi metabolisme pada tubuh.

Terdapat beberapa jenis jaringan adiposa, yaitu jaringan adiposa putih dan jaringan adiposa coklat. Proses pertumbuhan manusia dapat mempengaruhi jumlah jaringan adiposa dalam tubuh. Jaringan adiposa dengan jumlah yang berlebih dapat mempengaruhi dalam meningkatnya epidemi obesitas dan penyakit klinis lainnya. Kedua jenis jaringan lemak tersebut memiliki karakteristik dari masing-masing fungsi serta aspek histologi.

Histologi merupakan salah satu metode umum untuk menampilkan jaringan adiposa, dengan menggunakan teknik pewarnaan diantaranya seperti *Hematoksilin* dan *Eosin* (H&E).

Dengan menggunakan metode pengolahan citra untuk kuantisasi histologi citra jaringan adiposa dapat menganalisa warna jaringan adiposa, menghitung total keseluruhan sel adiposa berwarna putih.

Kata Kunci : Kuantisasi, Pengolahan Citra, Histologi, Jaringan Adiposa

ABSTRACT

Adipose tissue is a connective tissue consisting of fat content. The adipose tissue function for fat storage and manage metabolism energy system in the body.

There are several types of adipose tissue, White Adipose Tissue (WAT) and Brown Adipose Tissue (BAT). The process of human growth affects the amount of adipose tissue in the body. The increasing epidemic of obesity and other clinical disease is due to the excess of white adipose tissue. Both types of adipose tissue has the characteristics of each function and histological aspects.

Histology is one of the common methods for visualizing adipose tissue, using staining techniques such as Hematoxylin and Eosin (H&E).

By using image processing method for quantization the histological image of adipose tissue it is possible to analyze the color of adipose tissue, calculate the total of white adipose cells.

Keywords: Quantization, Image Processing, Histology, Adipose Tissue

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Puji syukur penulis ucapkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa yang telah memberikan segala karunia sehingga penulis dapat meyelesaikan tugas akhir dengan judul "**Kuantisasi Sel Jaringan Adiposa Berbasis Image Processing**". Tugas akhir ini merupakan syarat untuk mendapatkan gelar sarjana Teknik Elektro di Universitas Telkom.

Dengan terselesaikannya tugas akhir ini, penulis menyadari bahwa skripsi tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, walaupun peneliti telah berusaha semaksimal mungkin. Untuk itu, kritik dan saran tetap diharapkan, guna kesempurnaan skripsi tugas akhir ini.

Ucapan terima kasih dan permohonan maaf yang sebesar-besarnya disampaikan pula kepada semua pihak yang membantu hingga terselesaikannya penulisan tugas akhir ini. Oleh sebab itu, penulis menerima segala bentuk kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca untuk perbaikan di masa yang akan datang.

Dengan segala kerendahan hati, penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat yang seluas-luasnya dan menjadi suatu kebaikan bagi pembaca dan penulis khususnya, serta bagi dunia pendidikan.

Wassalammu'alaikum Wr. Wb

Bandung, 19 Mei 2022

Penulis,
Destya Olsafebryanti Munggaran

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji dan syukur atas kehadirat Allah SWT, karena atas segala limpahan rahmat, hidayah, karunia, serta petunjuk-Nya, saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Saya juga mengucapkan terima kasih untuk semua pihak yang telah membantu, mendukung dan mendoakan saya. Saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT sebaik – baiknya penolong dan pendengar semua doa saya ketika menghadapi suka duka dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Alhamdulillah Tugas Akhir ini tidak akan selesai tanpa pertolongan-Nya.
2. Mama dan Ayah saya yang selalu mendoakan saya disetiap do'a mereka, selalu menyemangati saya disetiap waktu, dan mengajari saya tentang kesabaran, bekerja keras, serta bertanggung jawab, semoga mereka selalu dalam rahmat dan lindungan Allah SWT.
3. Adik – adik saya, yang selalu mendukung saya dalam mengerjakan Tugas Akhir ini, semoga mereka selalu diberikan rahmat dan lindungan Allah SWT.
4. Ibu Husneni Mukhtar sebagai pembimbing I dan selaku dosen wali saya yang telah membantu saya dalam urusan akademik, meluangkan waktu dalam memberikan bimbingan, saran, dan kritik yang membangun selama menjadi mahasiswa Universitas Telkom hingga penggerjaan Tugas Akhir, semoga ibu dan keluarga selalu dalam rahmat Allah SWT.
5. Ibu Fenty Alia sebagai pembimbing II yang telah memberikan kritik dan saran kepada saya dalam kesulitan dari pembuatan proposal serta buku pada Tugas Akhir ini, semoga ibu dan keluarga selalu dalam rahmat Allah SWT.
6. Bapak Fiky Y. Suratman selaku Kaprodi S1 Teknik Elektro yang telah membantu saya dalam urusan akademik selama menjadi mahasiswa Universitas Telkom.
7. Seluruh civitas akademika Universitas Telkom atas segala bantuannya dan pihak-pihak lain yang turut terlibat langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian Tugas Akhir ini, semoga Allah membala kalian semua dengan rahmat dan karunia-Nya.

8. Adik angkat berbulu yaitu Monny Pompom kucing tercinta yang selalu menghibur dalam keadaan apapun.

Semoga Allah SWT membalas budi baik semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini, Aamiin ya Rabbal Alamin.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
ABSTRAK.....	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Tujuan dan Manfaat.....	2
1.3. Rumusan Masalah	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Metode Penelitian.....	4
1.6. Spesifikasi Sistem.....	5
BAB II.....	6
2.1. Cara Kerja Konsep Solusi	6
2.2. Kajian Pustaka Permasalahan.....	6
2.3. Histologi	8

2.4. Jaringan Adiposa.....	8
2.4.1. Jaringan Adiposa Putih (<i>White Adipose Tissue</i>)	9
2.4.2. Jaringan Adiposa Coklat (<i>Brown Adipose Tissue</i>)	10
2.5. Pengertian Kuantisasi Citra.....	11
2.6. Pengertian Citra <i>RGB</i>	12
2.7. Pengertian Citra <i>Grayscale</i>	13
2.8. Pengertian Citra <i>Binary</i>	14
2.9. Piksel	14
2.10. Segmentasi Citra	15
2.10.1. Metode <i>Threshold Otsu</i>	16
2.11. Morfologi	16
2.11.1. Metode Morfologi Erosi	16
2.11.2. Metode Morfologi Dilasi	16
2.11.3. Metode Morfologi <i>Opening</i> dan <i>Closing</i>	17
BAB III	18
3.1. Desain Sistem	18
3.1.1. Diagram Blok	18
3.2. Kebutuhan Sistem.....	19
3.3. Spesifikasi Sub Sistem	20
3.4. Perancangan Sistem.....	21
3.4.1. Deskripsi Program.....	21
BAB IV	24

4.1. Hasil Perancangan Kuantisasi Citra Sel Adiposa	24
4.2. Data Pengujian.....	24
4.3. Teknik Proses pada Citra	25
4.3.1. Citra <i>Pre-Processing</i>	29
4.3.2. Citra <i>Grayscale</i>	31
4.3.3. <i>Thresholding Otsu</i>	32
4.3.4. Morfologi	32
4.3.5. Teknik Kuantisasi Menghitung Sel Adiposa Putih	34
4.4. Hasil Pengujian	35
4.5. Kesalahan Relatif Pengujian Jumlah Sel Adiposa Putih.....	42
4.6. Pengujian Jaringan Adiposa Putih Semi Otomatis Berbasis <i>GUI</i>	49
BAB V	50
PENUTUP.....	50
5.1. Kesimpulan.....	50
5.2. Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN.....	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar II- 1. Citra Jaringan Adiposa [10]	8
Gambar II- 2. Citra Jaringan Adiposa Putih [3].....	9
Gambar II- 3. Citra Jaringan Adiposa Coklat [11].....	10
Gambar II- 4. Ilustrasi Citra dengan Kuantisasi [4].....	11
Gambar II- 5. Citra RGB [2].....	12
Gambar II- 6. Citra <i>Grayscale</i> [2].....	13
Gambar II- 7. Citra <i>Binary</i> [2]	13
Gambar II- 8. Representasi Koordinat pada Piksel [4]	14
Gambar II- 9. Ilustrasi Citra dengan Morfologi Erosi [2].....	16
Gambar II- 10. Ilustrasi Citra dengan Morfologi Dilasi [2].....	17
Gambar II- 11. Ilustrasi Citra dengan Morfologi <i>Opening</i> dan <i>Closing</i> [2]	17
Gambar III- 1 Diagram Blok Kuantisasi Citra Jaringan Adiposa.....	19
Gambar III- 2. Diagram Alir Kuantisasi Citra Jaringan Adiposa	21
Gambar III- 3. <i>ROI Selector</i>	22
Gambar III- 4. <i>ROI Selector</i> dengan <i>Bounding Box</i>	23
Gambar III- 5. Hasil dari <i>ROI Selector</i>	23
Gambar III- 6. Hasil dari <i>Thresholding</i>	23
Gambar III- 7. Hasil dari Morfologi	24
Gambar III- 8. Hasil dari Hitung Sel Adiposa Putih.....	24
Gambar IV- 1. Hasil Hitung Sel Adiposa Putih.....	25
Gambar IV- 2. Salah Satu Sumber Data Citra Jaringan Adiposa Putih [3]	26

Gambar IV- 3. Citra Original Jaringan Adiposa Putih [3].....	27
Gambar IV- 4. Hasil Citra <i>Grayscale</i>	28
Gambar IV- 5. Hasil Citra <i>Thresholding</i>	28
Gambar IV- 6. Hasil Citra Morfologi	29
Gambar IV- 7. Hasil Hitung Sel Adiposa Putih.....	30
Gambar IV- 8. Crop Citra Jaringan Adiposa Putih ROI <i>Bounding Box</i>	30
Gambar IV- 9. Citra Jaringan Adiposa <i>Grayscale</i>	31
Gambar IV- 10. Citra Jaringan Adiposa <i>Thresholding</i>	32
Gambar IV- 11. Citra Jaringan Adiposa dengan Metode Morfologi	33
Gambar IV- 12. Teknik Menghitung Sel Adiposa Putih	34
Gambar IV- 13. Citra yang digunakan untuk Pengujian Hitung Sel Adiposa Putih... ..	38
Gambar IV- 14. Antarmuka Aplikasi Hitung Sel	49
Gambar IV- 15. Aplikasi Hitung Sel Adiposa Putih.....	50

DAFTAR TABEL

Tabel II- 1. Kajian Pustaka Permasalahan	6
Tabel IV- 1. Hasil Pengujian Sel Adiposa Putih.....	34
Tabel IV- 2. Perbandingan Hasil Pengujian Sel Adiposa Putih.....	38
Tabel IV- 3. Analisa Hasil Pengujian Sebanyak 10 Kali.....	39
Tabel IV- 4. Kesalahan Relatif Relatif Pengujian Jumlah Sel Adiposa Putih	4

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Jaringan adiposa merupakan jaringan ikat yang terdiri dari kandungan lemak, berfungsi sebagai tempat penyimpanan lemak dan sistem yang mengatur energi metabolisme pada tubuh. Organ tubuh manusia terbentuk dari susunan jaringan ikat yang secara fisik menghubungkan jaringan tubuh. Salah satu jaringan ikat yang terdapat pada tubuh manusia yaitu jaringan adiposa. Terdapat dua jenis jaringan adiposa, yaitu Jaringan Adiposa Putih (*White Adipose Tissue*) dan Jaringan Adiposa Coklat (*Brown Adipose Tissue*). Kedua jaringan tersebut memiliki perbedaan dalam penyebaran jaringan ditubuh, warna, dan fungsi.

Jenis jaringan adiposa putih berfungsi menyimpan lemak yang terdiri dari beberapa sel. Tiap sel mengandung satu tetesan sitoplasma lemak besar yang berwarna perpaduan putih hingga kekuningan^[6]. Warna pada jaringan adiposa putih dipengaruhi dari jumlah bahan *karotenoid* yang dikonsumsi. *Karotenoid* merupakan senyawa kimia yang memberikan pigmen warna terdapat pada tumbuhan, seperti beberapa jenis buah-buahan dan sayuran yang berwarna merah jingga^[6].

Jaringan adiposa putih tiap sel terkandung satu tetesan lemak besar yang disebut dengan *unicolar*^[10]. Pada tubuh manusia jaringan adiposa mewakili 15% sampai dengan 20% dari berat tubuh manusia. Selain itu jaringan adiposa berfungsi sebagai pengatur utama metabolisme energi. Adiposa yang berwarna putih memiliki ukuran yang sangat besar, diameter sel adiposa dari 50 μm hingga 150 μm ^[10]. Pada jaringan adiposa yang berwarna coklat memiliki ukuran yang lebih kecil daripada sel adiposa berwarna putih, karena sel adiposa coklat mengandung banyak *lipid* (lemak) kecil yang dapat disebut *multilocular* dan *mitokondria* (organel sel berfungsi sebagai penghasil energi) yang memungkinkan peranan penting sel adiposa coklat untuk memproduksi panas, dalam proses yang disebut *nonshivering thermogenesis*^[10].

Proses menghitung sel adiposa putih merupakan hal yang umum dan sangat mendasar dalam suatu penelitian dan menetukan pengujian klinis ilmiah. Dalam perhitungan sel tingkat yang akurat sangat penting dalam bidang ilmu ilmiah, karena dapat membantu ahli patologi menentukan dalam membuat keputusan diagnostik secara medis^[10].

Pada aspek klinis lainnya, obesitas telah menjadi masalah kesehatan global. Meningkatnya jumlah lemak pada tubuh akan menambah beban sirkulasi, karena setiap ketambahan jaringan lemak akan diikuti dengan bertambahnya pembuluh darah yang menyebabkan beban kerja jantung akan bertambah^[6]. Obesitas disebabkan oleh tingginya asupan kalori yang masuk kedalam tubuh dan juga gaya hidup^[11]. Obesitas dapat meningkatkan kadar lemak darah, sehingga mempercepat proses degenerasi pembuluh darah. Dan hal tersebut dapat menyebabkan penyakit kardiovaskular, hipertensi dan penyakit metabolik^[6].

Dalam proses menghitung jaringan adiposa metode yang digunakan adalah kuantisasi citra jaringan adiposa berbasis pengolahan citra. Dengan menggunakan metode ini, dapat mendeteksi citra jaringan adiposa berwarna putih, menghitung jumlah sel adiposa putih, serta mengukur panjang pola sel. Dengan adanya tampilan antarmuka dalam menghitung sel adiposa putih dapat mempermudah pengguna dalam memberikan observasi dan diagnosa medis lebih lanjut.

1.2. Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Implementasi pengolahan citra yang dapat menghitung jumlah sel adiposa putih.
2. Desain antarmuka dengan pengolahan citra pada kuantisasi citra jaringan adiposa.

Manfaat dari Tugas Akhir ini yaitu :

1. Pengambilan sampel yang mudah dengan biaya yang ekonomis dengan metode pengolahan citra diperlukan untuk mengkuantifikasi citra jaringan adiposa.
2. Dapat menentukan jumlah keseluruhan sel adiposa putih.

1.3. Rumusan Masalah

Dalam realisasi Tugas Akhir ini, berdasarkan latar belakang dari penelitian terkait terdapat beberapa rumusan masalah yang dihadapi yaitu:

1. Bagaimana implementasi pengolahan citra yang dapat mengkuantifikasi sel adiposa?
2. Bagaimana desain antarmuka pada kuantifikasi citra jaringan adiposa?

1.4. Batasan Masalah

Untuk membatasi cakupan pembahasan masalah pada Tugas Akhir ini, maka diberikan batasan-batasan sebagai berikut:

1. Sel adiposa yang digunakan adalah citra histologi jaringan adiposa putih.
2. Jika diperlukan pada objek yang dideteksi dapat di *crop* dengan ukuran tertentu menggunakan *Region of Interest* (ROI).
3. Menghitung citra sel adiposa putih (*White Adipose Tissue*).
4. Citra yang digunakan berasal dari *open source* sehingga tidak diketahui pasti spesifikasi mikroskop yang digunakan dalam pengambilan sampel citra histologi jaringan adiposa, karena hal tersebut mempengaruhi kualitas tampilan citra.
5. Menggunakan citra histologi jaringan adiposa dengan teknik pewarnaan *Hematoxylin & Eosin*.

1.5. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Pada Tugas Akhir ini, studi literatur dilakukan dengan mempelajari teori dasar mengenai *image processing* atau pengolahan citra untuk kuantisasi citra sel adiposa. Serta dasar teori mengenai jaringan adiposa.

2. Analisis Masalah

Menganalisis masalah pada kuantisasi citra sel jaringan adiposa dengan menggunakan pengolahan citra. Kuantisasi citra menggunakan metode pengolahan citra. Mencari solusi agar kuantisasi citra jaringan adiposa mendapatkan hasil akurat.

3. Perancangan dan Realisasi

Merancang diagram alir dan diagram blok Kuantisasi Sel Jaringan Adiposa Berbasis *Image Processing* berdasarkan parameter yang sudah ditentukan dengan memanfaatkan hasil studi literatur dan analisis masalah yang telah dilakukan.

4. Tahap Pengujian

Setelah perancangan dan realisasi diselesaikan, selanjutnya dilakukan pengujian untuk melakukan kuantisasi citra jaringan adiposa untuk mengetahui proses serta hasil dari kuantisasi citra jaringan adiposa.

5. Analisis dan Evaluasi

Setelah dilakukan pengujian, selanjutnya menganalisis dan mengevaluasi proses serta hasil dari suatu sistem yang telah dibuat

apakah perlu dilakukan perbaikan atau tidak, menganalisa data yang diperoleh kemudian menyimpulkan penelitian yang dilakukan.

6. Penyusunan Laporan Tugas Akhir

Penyusunan Laporan Tugas Akhir dilakukan seiring dengan penerapan hasil perancangan, pengujian, dan analisis serta evaluasi Tugas Akhir dengan adanya pembuatan sistem penelitian dan perancangan yang ada.

1.6. Spesifikasi Sistem

Spesifikasi sistem yang diinginkan untuk memenuhi Tugas Akhir adalah sebagai berikut:

1. Citra histologi jaringan adiposa digunakan untuk menjadi masukkan pada proses kuantisasi.
2. Dapat menganalisa citra sel adiposa dengan menggunakan metode pengolahan citra digital.
3. Mengkuantisasi citra dengan kriteria pola sel adiposa dengan bentuk yang berbeda.
4. Dapat menghitung jumlah total sel adiposa putih.
5. *Intel® Core™ i5-10300H Processor 2.5 GHZ* dan *NVIDIA® GeForce® GTX 1650*, sebagai alat untuk melakukan proses pengolahan citra kuantisasi gambar jaringan adiposa.
6. Menggunakan *Pycharm IDE (Integrated Development Environment)*.
7. Bahasa pemrograman yang digunakan yaitu *Python 3.9*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Cara Kerja Konsep Solusi

Berdasarkan rumusan masalah, cara kerja konsep solusi adalah sebagai berikut: kuantisasi citra jaringan adiposa menggunakan metode pengolahan citra yang dapat mendeteksi sel adiposa berwarna putih serta menghitung jumlah sel adiposa putih.

2.2. Kajian Pustaka Permasalahan

Tabel II- 1. Kajian Pustaka Permasalahan

No.	Judul	Metode	Hasil Penelitian	Kelebihan / Kekurangan
1.	<i>Adiposoft: Automated software for the analysis of white adipose tissue cellularity in histological sections</i>	Pengolahan Citra.	Perangkat lunak <i>open source</i> .	(+) Tampilan antarmuka. (-) Mengulang beberapa proses dan metode pengolahan citra.
2.	<i>Adipocount: A New Software for Automatic Adipocyte Counting</i>	Pengolahan Citra Metode Segmentasi	Dapat menghitung jumlah sel adiposa.	(+) Pengolahan citra menggunakan <i>segmentation</i> dan <i>re-segmentation</i> .
3.	<i>AdipoGauge software for analysis of biological microscopic images</i>	Pengolahan Citra dengan <i>Colour Separation</i> .	Dapat menganalisa citra histologi.	(+) Tampilan antarmuka.
4.	<i>Visualization and analysis of whole depot adipose tissue neural innervation.</i>	Pengolahan Citra.	Menganalisa ukuran sel	(+) Visualisasi citra jaringan citra 2D dari data akuisisi 3D.
5.	<i>Automated Cell Counting and Cluster Segmentation Using Concavity Detection And Ellipse Fitting Techniques.</i>	Pengolahan citra dengan metode segmentasi deteksi cekung (<i>concavity detection</i>)	Menghitung sel dengan memahami karakteristik bentuk sel.	(-) Adanya sel yang tumpang tindih belum dapat terdeteksi dengan maksimal.

6.	<i>Counting of RBC's and WBC's using Image Processing Technique.</i>	Pengolahan Citra. <i>Hough Trans-form</i>	Dapat menghitung sel darah.	(-) Tidak dapat klasifikasi secara otomatis.
----	--	--	-----------------------------	--

Dari beberapa penelitian yang terdapat pada Kajian Pustaka Permasalahan. Pada penelitian tugas akhir ini berada pada mendekripsi sel adiposa putih menggunakan metode dasar pengolahan citra, dapat menghitung jumlah keseluruhan sel adiposa putih, proses selanjutnya akan diberikan *label* lingkaran dan *label* angka pada setiap sel adiposa putih yang terdeteksi. Hasil dari proses kuantisasi citra jaringan adiposa dan menghitung sel adiposa putih akan diberikan tampilan antarmuka untuk memudahkan pengguna.

2.3. Histologi

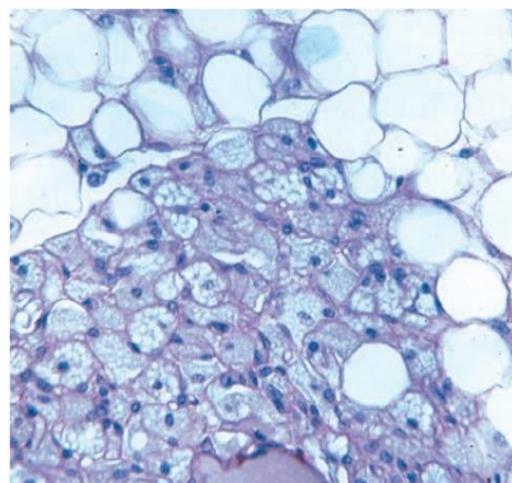
Histologi merupakan bidang ilmu yang membahas jaringan yang ada dalam tubuh makhluk hidup dan bagaimana jaringan tersebut tersusun dan dapat membentuk suatu organ. Dengan adanya aspek biologi yang fokus pada bagaimana struktur pengaturan sel sehingga memiliki fungsi khusus yang optimal pada tiap organ^[10].

Terdapat dua komponen yang saling berinteraksi dalam jaringan yaitu, sel dan *Extra Cellular Matrix (ECM)* terdiri dari banyaknya jenis makromolekul yang sebagian besar membentuk sebuah struktur yang kompleks^[10].

Sel dan molekul matriks tersebut saling berkaitan karena memiliki fungsional secara khusus, dan terdapat jenis jaringan fundamental dengan ciri struktur yang khas. Organ terbentuk dari kombinasi jaringan yang beraturan terdapat sistem pengaturan yang mendukung fungsinya tiap masing-masing organ dan organisme. Ukuran sel yang sangat kecil dan komponen matriks yang kompleks menjadikan histologi bergantung pada penggunaan mikroskop dan metode molekuler dalam perkembangan dalam biokimia, biologi molekuler, fisiologi, imunologi, dan patologi sangat penting bagi ilmu pengetahuan mengenai jaringan biologi^[10].

2.4. Jaringan Adiposa

Jaringan adiposa merupakan jaringan yang kaya akan kandungan lemak, sehingga menghasilkan panas yang kurang baik dan menyediakan insulasi termal bagi tubuh. Jaringan adiposa dapat mengisi ruang diantara jaringan lain yang membantu menjaga beberapa organ tetap pada tempatnya. Lapisan jaringan adiposa subkutan membantu terbentuknya permukaan tubuh dan daerah terdapat bantalan yang mengalami tekanan mekanis berulang seperti telapak tangan, tumit dan bantalan jari kaki^[6].

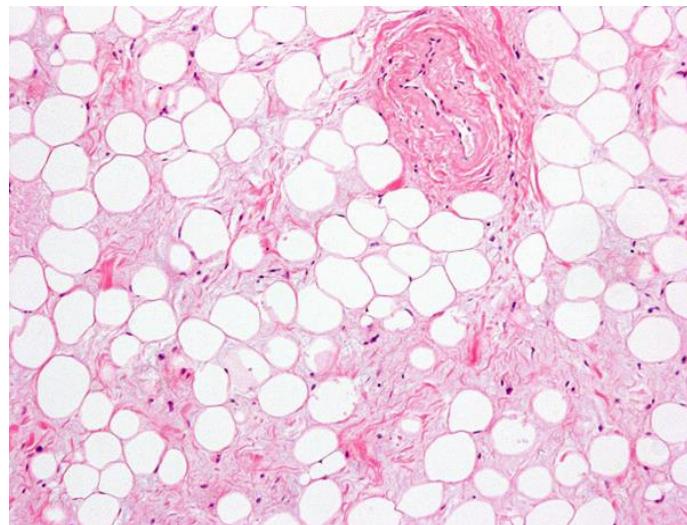


Gambar II- 1. Citra Jaringan Adiposa[10]

Pada gambar II-1 Citra Jaringan Adiposa, bagian atas terdapat jaringan adiposa putih dengan sel *uniloculer* dan pada bagian bawah terdapat jaringan adiposa coklat dengan sel-sel *multiloculer*^[10].

2.4.1. Jaringan Adiposa Putih (*White Adipose Tissue*)

Jaringan adiposa putih hanya mengandung satu vakuola besar dalam sitoplasma sehingga dinamakan juga lemak *uniloculer*. Jaringan adiposa putih tersebar diseluruh bagian tubuh^[6].



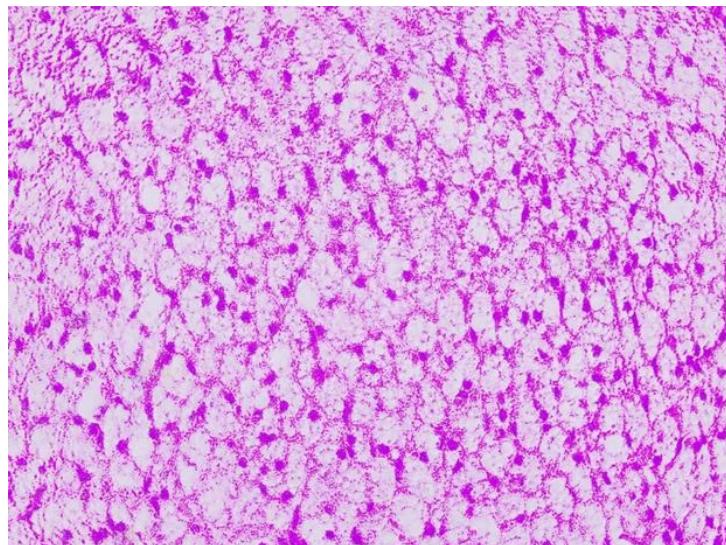
Gambar II- 2. Citra Jaringan Adiposa Putih [3]

Penyebaran jaringan adiposa putih tersebar luas dijaringan subkutan. Jaringan adiposa putih ditemukan dibanyak organ yang ada pada seluruh tubuh biasanya membentuk sekitar 20% dari berat badan orang dewasa, jaringan adiposa putih merupakan sel yang sangat besar memiliki diameter antara 50 dan 150 μm ^[10].

Terdapat beberapa fungsi jaringan adiposa putih yaitu sebagai tempat penyimpanan lemak yang sewaktu-waktu dapat diubah menjadi tenaga, membentuk lekuk anatomis permukaan tubuh, sebagai penyerap tekanan (*shock absorbent*) biasanya terdapat pada tempat yang sering mendapat tekanan yang besar seperti telapak kaki dan telapak tangan^[6].

2.4.2. Jaringan Adiposa Coklat (*Brown Adipose Tissue*)

Jaringan adiposa coklat memiliki tampak berwarna coklat sampai coklat kemerah-merahan, oleh karena itu dinamakan lemak coklat. Warna pada jaringan adiposa coklat disebabkan oleh banyaknya pembuluh darah dan sitokrom^[6].



Gambar II- 3 Citra Jaringan Adiposa Coklat[11]

Jaringan adiposa coklat dinamakan multilokuler karena terdiri dari kandungan lemak mengandung banyak vakuola dalam sitoplasma. Jaringan adiposa coklat ditemukan pada bayi yang baru lahir berfungsi untuk menghasilkan panas pada tubuh bayi dan jumlahnya lebih sedikit dari pada jaringan adiposa putih^[6].

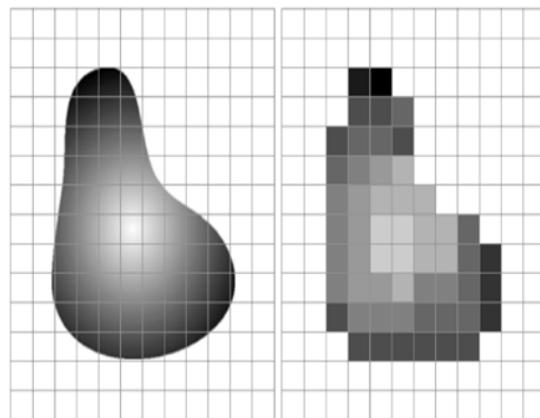
Jaringan adiposa coklat pada berat tubuh bayi yang baru lahir sebesar 2% - 5%, terletak terutama pada punggung, leher, dan bahu. Tetapi jumlah tersebut akan berkurang setelah seorang bayi memasuki masa anak-anak dan remaja. Pada orang dewasa hanya ditemukan di bagian tubuh tertentu yang tersebar seperti ginjal, kelenjar *adrenal* (dua kelenjar terpisah terletak di permukaan ginjal), *aorta* adalah salah satu bagian jantung yang merupakan arteri terbesar dalam tubuh dan *mediastinum* (bagian dada yang terletak di antara tulang dada dan tulang belakang serta di antara paru-paru)^[10]. Tetesan lemak kecil, berlimpahnya mitokondria dan kaya akan pembuluh darah, semua hal tersebut membantu menengahi fungsi utama jaringan adiposa coklat yaitu produksi panas dan menghangatkan darah^[10].

Fungsi jaringan adiposa coklat terutama sebagai pembuangan energi^[11]. Pada jaringan adiposa coklat terkandung tetesan lipid multilokular dengan mitokondria padat dan menggunakan lipid serta glukosa sebagai bahan bakar untuk menghasilkan panas melalui *Uncoupling Protein 1* (UCP1), yang terletak di membran dalam mitokondria. UCP1 merupakan protein yang penting dalam mekanisme produksi panas (*thermogenesis non shivering*)^[11].

2.5. Pengertian Kuantisasi Citra

Komputer tidak dapat menangani gambar yang kontinu tetapi hanya deretan angka digital (*arrays of digital number*). Karena hal tersebut diperlukan representasi gambar sebagai dua dimensi deretan angka digital^[5].

Pada suatu citra agar dapat diproses menggunakan komputer, citra memiliki koordinat $f(x,y)$ yang perlu dikonversi ke dalam bentuk digital melalui spasial dan amplitudo. Digitalisasi koordinat spasial (x,y) dapat disebut dengan citra atau *image*^[2]. Digitalisasi amplitudo disebut dengan kuantisasi tingkat keabuan. Pada komputer sebuah piksel memiliki nilai yang sesuai dengan *channel*, umumnya direpresentasikan sebagai nilai *integer* atau bilangan bulat antara (0-255) atau nilai *floating point* antara (0-1). Citra disimpan menjadi sebuah data, dan ada banyak jenis format data yang berbeda. Setiap data umumnya memiliki metadata yang merupakan informasi pada suatu data yang terdiri penjelasan singkat terkait suatu data.



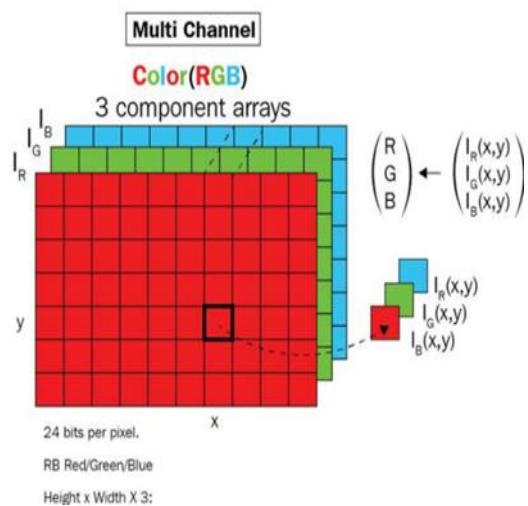
Gambar II- 4. Ilustrasi Citra Kuantisasi[4]

Data pada suatu citra disimpan sebagai matriks. Pada citra skala abu-abu memiliki dua komponen matriks yang dapat menyimpan data dengan dimensi (*lebar x tinggi*), sedangkan citra RGB membutuhkan tiga komponen matriks dengan dimensi (*lebar x tinggi x 3*)^[2]. Ilustrasi citra kuantisasi dapat dilihat melalui gambar III-4, pada gambar tersebut hasil kuantisasi menghasilkan citra digital, dengan merepresentasikan citra kontinu yang diproyeksikan dari *array* pada citra setelah *sampling* dan kuantisasi. Kualitas citra ditentukan oleh jumlah *sampling* dan tingkat keabuan diskrit (*discrete gray level*) yang digunakan dalam pengambilan

sample citra dan kuantisasi. Hasil dari *sampling* dan kuantisasi adalah matriks bilangan *real*. Dapat diasumsikan bahwa sebuah citra $f(x,y)$ dijadikan *sample* sehingga citra *digital* yang dihasilkan memiliki baris M dan N kolom^[4]. Nilai koordinat (x,y) menjadi besaran diskrit^[4].

2.6. Pengertian Citra RGB

Sebuah citra dapat memiliki beberapa *channels* pada citra berwarna, yang mana citra dapat direpresentasikan menggunakan tiga *layer* warna yaitu merah (*red*), hijau (*green*) dan biru (*blue*)^[2].

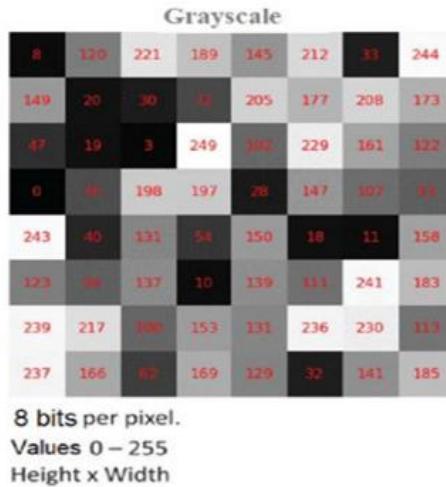


Gambar II- 5. Citra RGB [2]

Untuk citra berwarna (R, G, B) setiap piksel pada koordinat (x,y) dapat diwakili oleh tiga *tuple* atau urutan yaitu (Rx, y, Gx, y, Bx, y) . Setiap warna memiliki intensitas yang berbeda dengan jumlah 8-bit (0-255), sehingga dari ketiga *layer* tersebut memiliki jumlah 24-bit^[2].

2.7. Pengertian Citra *Grayscale*

Citra *grayscale* atau citra yang terdiri dari warna abu-abu, masing-masing memiliki nilai intensitas yang berbeda pada setiap piksel. Nilai intensitas tersebut terdapat variasi yang bergantung pada warna yang ditampilkan pada citra abu-abu, variasi tersebut terdiri dari beragam nilai dari 0 hingga 255.

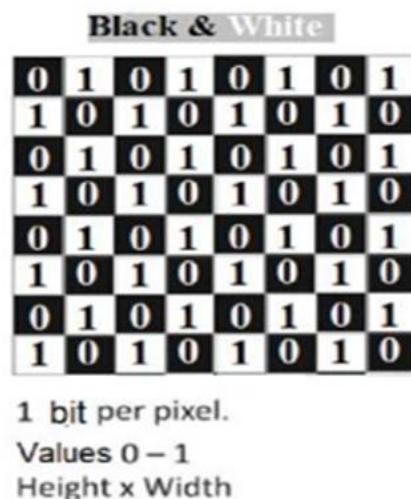


Gambar II- 6. Citra Grayscale [2]

Jika nilai intensitas mendekati ke angka 0 warna yang ditampilkan akan terlihat hitam yang merepresentasikan tidak adanya cahaya tertentu, jika nilai intensitas mendekati angka 255 tampilan akan terlihat warna putih yang mewakili jumlah maksimum cahaya. Diantara nilai 0 hingga 255 warna yang akan ditampilkan terlihat abu-abu. Pada setiap ruang piksel yang terdapat pada citra *grayscale* disimpan dalam 8-bit^[12].

2.8. Pengertian Citra *Binary*

Citra *binary* atau citra biner hitam dan putih merupakan citra yang hanya memiliki dua kemungkinan nilai intensitas yaitu (0-1). Pada nilai intensitas 0 akan memiliki warna hitam dan 1 untuk warna putih^[2].



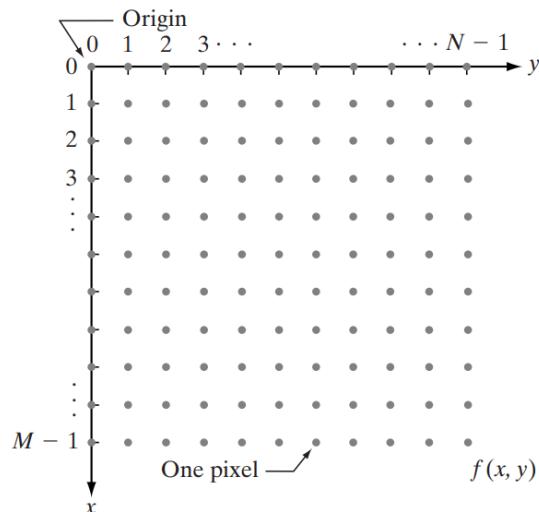
Gambar II- 7. Citra Binary [2]

Citra biner sangat berguna dalam proses pengolahan citra dengan tujuan untuk memungkinkan adanya pemisahan suatu objek dengan latar belakang dengan memberikan *label* pada setiap piksel. Dengan mengklasifikasi piksel yang akan menjadi sebagai latar belakang, atau piksel sebagai objek dengan menggunakan warna hitam bernilai 0 dan putih bernilai 1.

2.9. Piksel

Piksel merupakan konsep utama dalam pengolahan citra digital. Pada sebuah citra digital, terdiri dari sekumpulan piksel yang terbatas dan tersusun dalam bentuk dua dimensi. Komputer hanya dapat menangani deretan angka digital, pada gambar dua dimensi memiliki titik yang disebut piksel atau pel. Kedua kata tersebut merupakan singkatan dari kata *picture element*.

Piksel adalah suatu elemen yang terdapat pada citra. Sebuah piksel mewakili suatu area kecil dalam citra, area tersebut berbentuk persegi^[12]. Dalam suatu citra, saat ukuran piksel semakin kecil efeknya akan menjadi terlihat kurang jelas^[5].



Gambar II- 8. Representasi Koordinat pada Piksel [4]

Pada gambar II-8 representasi koordinat pada piksel memiliki notasi matriks yaitu sumbu *vertikal* atau sumbu *x* mengarah dari atas ke bawah, sedangkan sumbu *horizontal* atau sumbu *y* mengarah dari kiri ke kanan^[4].

Hasil dari kuantisasi adalah matriks bilangan real. Sebuah citra digital $f(x,y)$ memiliki indeks M sebagai kolom (*vertikal*), dan N sebagai baris (*horizontal*)^[4]. Representasi sebuah citra matriks dapat diketahui pada matriks dibawah ini yaitu:

$$f(x,y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,N-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,N-1) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ f(M-1,0) & f(M-1,1) & \dots & f(M-1,N-1) \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

Setiap elemen dari *array* matriks ini disebut elemen gambar, piksel atau pel. Istilah tersebut digunakan untuk menunjukan citra *digital* serta elemen yang terdapat pada citra. Nilai koordinat dititik asal yaitu $(x,y) = (0,0)$ dan nilai koordinat berikutnya disepanjang baris pertama pada citra direpresentasikan sebagai $(x,y) = (0,1)$ ^[4].

2.10. Segmentasi Citra

Segmentasi citra merupakan operasi yang bertujuan untuk memeriksa setiap masing-masing piksel yang ada pada suatu objek yang ingin dideteksi atau dihiraukan. Pada operasi ini menghasilkan citra biner, sebuah piksel memeliki nilai satu jika itu objek (*foreground*). Jika piksel tersebut bernilai nol maka bukan objek (*background*). Segmentasi merupakan operasi pada ambang batas (*threshold*) diantara hasil proses gambar tingkat rendah dan analisa gambar. Setelah proses segmentasi dilakukan maka dapat diketahui area batas antar wilayah piksel yang menjadi objek dan bukan objek (*background*)^[2].

2.10.1. Metode *Threshold Otsu*

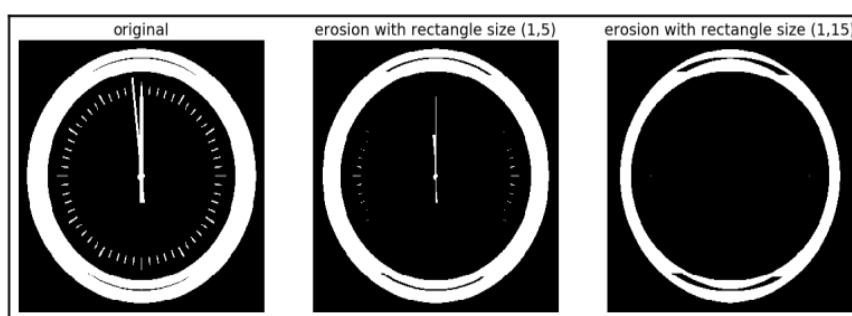
Threshold Otsu (Otsu, 1979) merupakan salah satu metode *thresholding* dasar pada operasi segmentasi citra yang berfungsi untuk menemukan nilai batas ambang dan memisahkan *foreground* dari *background*^[12]. Dengan cara merubah citra abu-abu menjadi citra biner lalu membatasi intensitas citra keabuan yang akan diuji dalam kuantisasi citra jaringan adiposa dibagi menjadi intensitas piksel (0-1)^[2].

2.11. Morfologi

Morfologi merupakan proses untuk menganalisa bentuk dari suatu objek pada citra^[2]. Operasi morfologi mengolah suatu piksel pada citra untuk mengetahui bentuk objek, nama morfologi berasal dari bidang penelitian morfologi yang dapat menggambarkan bentuk objek dan bidang ilmu biologi dan *geosciences*^[5]. Operasi morfologi merupakan pengolahan data pada setiap intensitas piksel yang didefinisikan berupa matriks^[5].

2.11.1. Metode Morfologi Erosi

Erosi adalah dasar pengoperasian morfologi pada citra yang berguna dapat mengecilkan ukuran objek pada latar depan (*foreground*), menghaluskan tampilan batasan objek suatu citra biner dan menghiraukan objek kecil dengan cara menghilangkan objek kecil tersebut^[2].

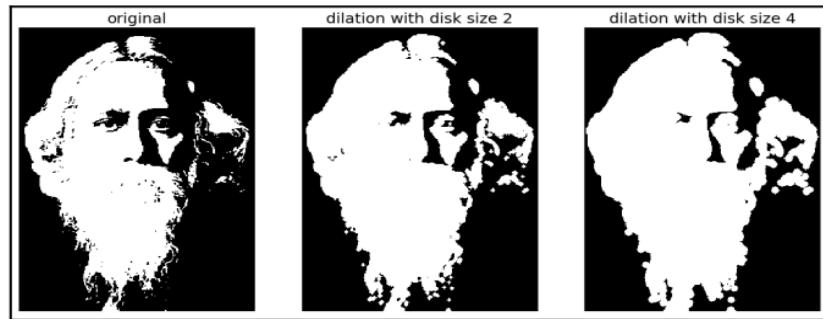


Gambar II- 9. Ilustrasi Citra dengan Erosi [2]

Pada gambar II-9 ilustrasi citra dengan morfologi erosi berguna untuk menghilangkan objek kecil. Tetapi pada morfologi erosi memiliki kelemahan, bahwa elemen kecil yang ingin dihilangkan dapat mempengaruhi ukuran objek yang ingin dideteksi, hal tersebut dapat dihindari dengan melebarkan objek yang dideteksi menggunakan kombinasi operasi morfologi *opening* dan *closing*.

2.11.2. Metode Morfologi Dilasi

Dilasi atau *Dilation* merupakan operasi morfologi yang dapat memperluas dan melebarkan ukuran objek pada latar depan (*foreground*), menghaluskan batas objek suatu citra dan menutup lubang atau mengisi suatu celah yang terdapat pada citra biner^[2].



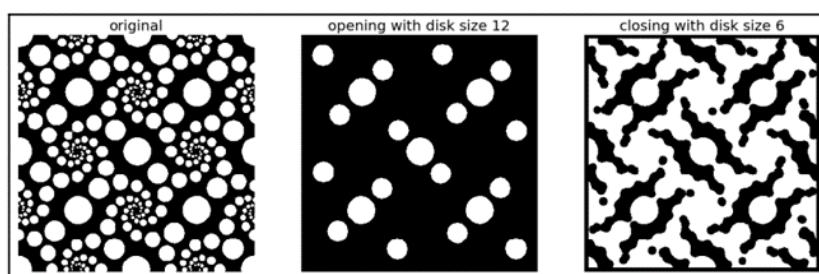
Gambar II- 10. Ilustrasi Citra dengan Dilasi [2]

Pada gambar II-10 operasi metode morfologi dilasi dapat memperbesar objek (*foreground*) dan menutup *background* yaitu celah kecil atau lubang kecil dan retakan, yang mana hal tersebut dapat mempertajam kualitas objek pada citra yang ditampilkan.

2.12.3. Metode Morfologi *Opening* dan *Closing*

Opening adalah operasi morfologi yang berfungsi sebagai perpaduan kombinasi erosi dan dilasi. Yang pertama dengan melakukan erosi, setelah itu proses dilasi. Dengan cara menghapus objek kecil yang ingin dihiraukan pada suatu citra biner^[2].

Sedangkan, *closing* adalah kebalikan dari *opening*, yaitu proses yang pertama dengan mengkombinasikan operasi dilasi, setelah itu proses erosi. Proses *closing* bertujuan untuk menghilangkan lubang kecil yang ingin dihiraukan atau tidak ingin ikut terdeteksi dari suatu citra biner^[2].



Gambar II- 11. Ilustrasi Citra dengan Opening dan Closing [2].

Pada gambar II-11 merupakan proses dari ilustrasi citra dengan morfologi *opening* dan *closing*. Dapat dilihat pada citra *orginal* yang merupakan citra biner,

terdapat beberapa objek berupa lingkaran berwarna putih yang memiliki ukuran yang berbeda.

Pada proses morfologi *opening* berguna untuk menutup lingkaran berukuran kecil karena lingkaran kecil tersebut dikategorikan sebagai *non object* atau latar belakang, dengan memperkecil area intensitas piksel yang dikategorikan sebagai latar belakang atau bukan objek maka warna yang dihasilkan sebagai latar belakang memiliki intensitas yang gelap atau berwarna hitam. Morfologi *opening* merupakan sebuah operasi citra yang ideal untuk menghilangkan garis dengan ketebalan lebih kecil, supaya batas objek terlihat lebih halus.

Sedangkan pada morfologi *closing* yang terdapat pada gambar II-11 memperluas intensitas piksel pada objek atau lingkaran sehingga dapat menampilkan pola yang baru seperti yang ada pada gambar II-11 bagian *closing*.

BAB III

PERANCANGAN SISTEM

Pada Tugas Akhir ini, pembahasan perancangan sistem yang digunakan yaitu desain sistem perangkat lunak. Pada bagian ini terdiri dari diagram blok, diagram alir dan spesifikasi sistem. Bab ini akan menjelaskan bagaimana proses pengolahan citra jaringan adiposa yang dikuantisasi. Desain perangkat lunak menggunakan bahasa pemrograman *python* serta pembahasan metode yang digunakan pada proses kuantisasi citra jaringan adiposa.

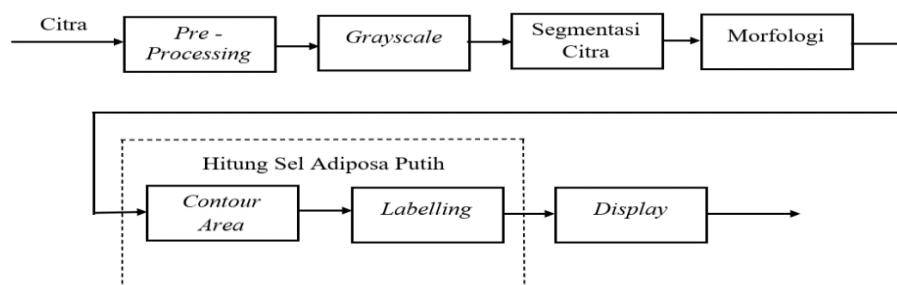
Prinsip kerja dari sistem ini adalah mengkuantisasi citra histologi jaringan adiposa dengan mendeteksi warna dari sel adiposa putih, menghitung jumlah sel adiposa putih dan memberikan *label* lingkaran dan *label* angka pada tiap sel adiposa putih yang terdeteksi.

3.1. Desain Sistem

Pada Tugas akhir ini yaitu dilakukan kuantisasi citra histologi jaringan adiposa untuk dapat menghitung sel adiposa putih dengan menggunakan metode pada pengolahan citra.

3.1.1. Diagram Blok

Pada tugas akhir ini terdapat diagram blok, pengolahan citra untuk melakukan kuantisasi citra jaringan adiposa. Diagram blok kuantisasi citra jaringan adiposa dapat dilihat pada gambar III-1.



Gambar III- 1 Diagram Blok Kuantisasi Citra Jaringan Adiposa.

Citra histologi jaringan adiposa menjadi input proses kuantisasi, tahap yang pertama dengan citra *pre-processing* jika diperlukan, citra dapat dipotong dengan ukuran tertentu menggunakan *Region of Interest* dengan memberikan *bounding box* yang dapat menentukan area mana yang akan dideteksi. Proses selanjutnya, yaitu dengan mengubah citra warna (*R,G,B*) menjadi citra grayscale. Jika objek sel adiposa pada citra memiliki intensitas mendekati angka 255 yaitu berwarna putih. Apabila intensitas piksel mendekati angka 0 akan terlihat hitam, dan diantara intensitas piksel (0-255) memiliki warna yang cenderung abu-abu.

Pada proses selanjutnya dapat dilakukan segmentasi pada citra yaitu dengan memberikan *thresholding*, pada tahap ini mengkonversi informasi nilai piksel pada citra dari range 0 hingga 255 mengubahnya menjadi citra biner. Citra biner memiliki dua kemungkinan intensitas yaitu hitam bernilai 0 dan putih bernilai 1, yang bertujuan untuk memisahkan antara objek sel adiposa putih dengan intensitas piksel bernilai satu (*foreground*) dan nilai nol yaitu bukan objek (*background*).

Setelah citra diubah kedalam citra biner, akan dilakukan proses morfologi yang berfungsi untuk menganalisa objek pada citra berdasarkan intensitas piksel yang terdapat pada objek. Metode erosi digunakan untuk memperkecil area yang bukan termasuk sel adiposa putih sehingga memperjelas objek sel adiposa putih dan menghiraukan partikel kecil yang bukan objek sel adiposa putih dengan menghilangkan partikel kecil tersebut. Setelah itu implementasi metode morfologi dilasi, yaitu dengan memperluas dan memperjelas area objek yang bernilai putih dan menutup celah kecil yang tidak termasuk sel adiposa putih. Metode morfologi yang diterapkan selanjutnya agar mendapatkan hasil deteksi sel adiposa putih yang maksimal yaitu menggunakan dua metode pada morfologi yaitu *opening* dan *closing*.

Hasil citra yang sudah melalui proses morfologi, setelah itu ditentukan objek yang akan dihitung dengan memberikan *contour area* pada sel adiposa putih. Berfungsi untuk memberikan batasan tepi pada intensitas piksel yang bernilai satu atau berwarna putih untuk memudahkan ke tahap selanjutnya, dengan memberikan *label* lingkaran dan *label* angka pada setiap sel adiposa putih yang terdeteksi. Setelah setiap sel adiposa putih dapat terdeteksi dan diberikan *label* pada masing-

masing sel, maka hasil tersebut akan ditampilkan jumlah total keseluruhan sel adiposa putih pada citra jaringan adiposa yang diuji.

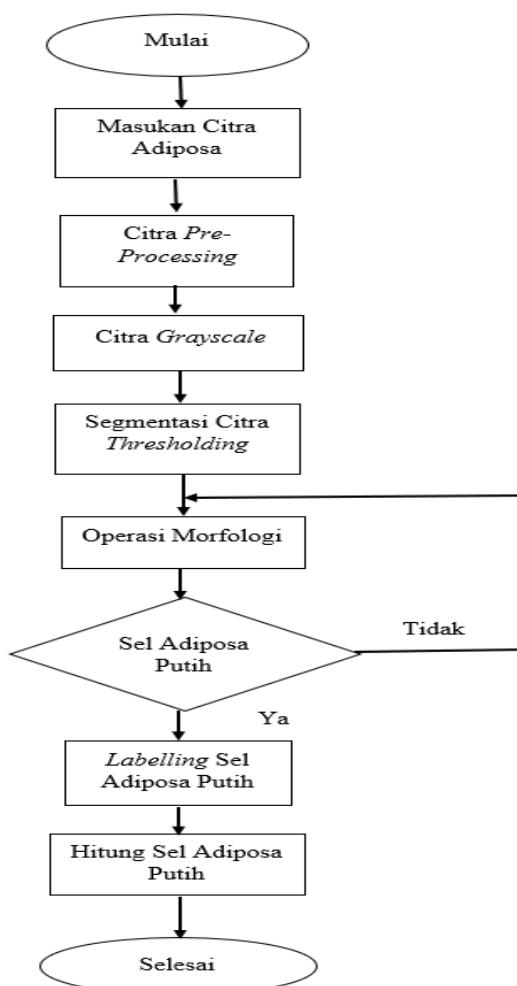
3.2. Kebutuhan Sistem

Program yang digunakan dalam pembuatan perancangan sistem pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

Sistem Operasi : Intel®Core™ i5-10300H CPU @ 2.50Ghz

Software : Menggunakan bahasa pemrograman *Python* dan *Integrated Development Environment Pycharm*.

3.3. Spesifikasi Sub Sistem



Gambar III- 2 Diagram Alir Kuantisasi Citra Jaringan Adiposa.

Pada gambar III-2 adalah Diagram Alir Kuantisasi Citra untuk mendapatkan hasil hitung sel adiposa putih.

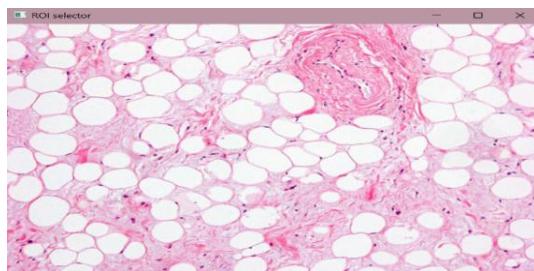
3.4. Perancangan Sistem

Perancangan sistem untuk kuantisasi citra jaringan adiposa dengan menggunakan bahasa pemrograman *python*. Terdapat beberapa metode dalam pengolahan citra yang digunakan untuk kuantisasi citra agar dapat mendeteksi sel adiposa putih, menghitung jumlah sel adiposa putih serta memberikan *label* angka dan *label* lingkaran tiap sel adiposa putih yang terdeteksi.

3.4.1. Deskripsi Program

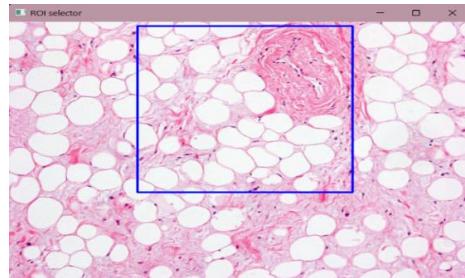
Kuantisasi citra jaringan adiposa menggunakan bahasa pemrograman *python*, dan menggunakan *library OpenCV* yang berguna untuk mendeteksi karakter warna pada citra jaringan adiposa.

Proses yang pertama dengan menggunakan citra histologi jaringan adiposa sebagai *input* yang akan diidentifikasi. Jika diperlukan, citra tersebut dapat di *crop* dapat disesuaikan dengan ukuran tertentu.



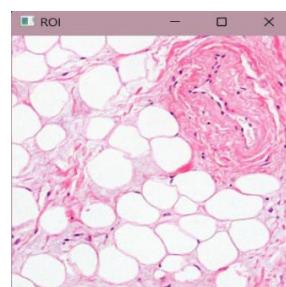
Gambar III- 3. *ROI Selector*.

Pada *pre-processing* kuantisasi citra jaringan adiposa, dapat dilakukan memilih area mana yang ingin dikuantisasi dengan memotong atau *crop* area yang diinginkan, serta ukuran dapat disesuaikan dengan keinginan menggunakan *Region of Interest* (ROI). Saat memotong area yang diinginkan digunakan *bounding box* agar dapat memilih area tertentu yang ingin dideteksi.



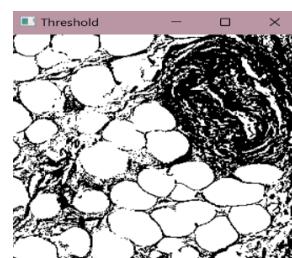
Gambar III- 4. *ROI Selector* dengan *Bounding Box*.

Pada citra original yang ingin di *crop* diberikan *bounding box* untuk mengetahui area mana yang ingin dipotong.



Gambar III- 5. Hasil dari *ROI Selector*.

Dilakukan proses konversi citra histologi yang berwarna *original* dengan pewarnaan *Hematoxylin & Eosin*, menjadi citra keabuan atau *grayscale image* dengan *pixel value* hitam bernilai 0 hingga warna putih dengan nilai 255 dan diantaranya, terdapat berbagai warna corak abu-abu yang berbeda setiap jumlah nilainya. Bergantung dari representasi kecerahan piksel dengan tujuan agar dapat dideteksi oleh proses selanjutnya yaitu *Thresholding*.

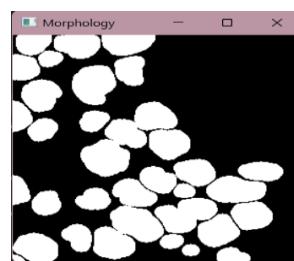


Gambar III- 6. Hasil dari *Thresholding*.

Proses *Thresholding* dilakukan untuk mengubah data pada citra keabuan (*grayscale image*) menjadi citra biner. Sehingga setiap warna yang ditampilkan pada suatu citra memiliki *pixel value* hitam bernilai 0 dan putih bernilai 1. Pada

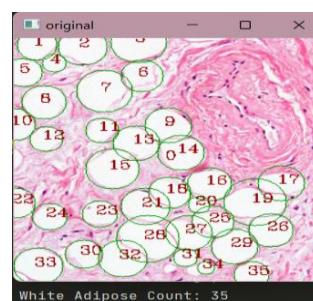
penelitian tugas akhir ini setelah citra menjadi *grayscale image* dilakukan konversi dengan menggunakan metode *Thresholding Otsu*.

Hasil dari citra biner dengan *thresholding otsu* akan diperjelas intensitasnya agar dapat mendeteksi warna sel yang bernilai satu atau berwarna putih menggunakan beberapa metode pada operasi morfologi. Dengan mengkombinasikan morfologi erosi, dilasi, *opening* dan *closing* untuk mendapatkan hasil citra dengan tampilan smooth dan jelas berfungsi mempermudah proses memberi batasan tepi untuk *label* lingkaran dan *label* angka setiap sel adiposa putih. Hasil morfologi citra dapat dilihat pada gambar III-7.



Gambar III- 7. Hasil dari Morfologi.

Setelah mendapatkan hasil dari morfologi citra, objek akan diklasifikasi berdasarkan intensitas piksel yang dimiliki. Yang akan dijadikan objek (*foreground*) harus memiliki intensitas warna yang kuat atau cerah bernilai satu, dan jika memiliki kecenderungan intensitas warna yang lemah atau bernilai nol akan dikategorikan sebagai bukan objek atau latar belakang (*background*).



Gambar III- 8. Hasil dari Hitung Sel Adiposa Putih.

Pada gambar III-8 diberikan *contour area* berguna untuk sel adiposa putih dapat dihitung dan diberikan *label* berupa angka dan label lingkaran pada setiap sel adiposa putih yang sudah terdeteksi.

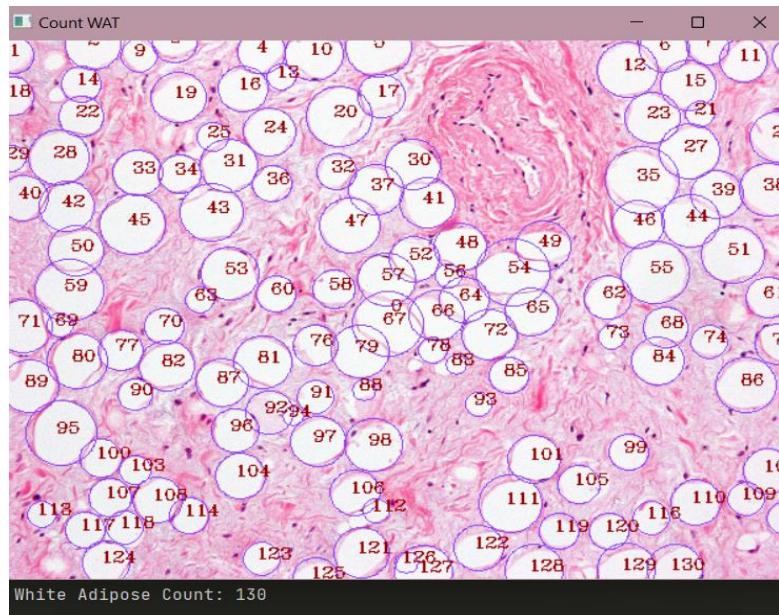
BAB IV

PENGUJIAN DAN ANALISA HASIL PENELITIAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai pengujian dan analisis kuantisasi citra yang telah dibuat. Pengujian yang dibahas pada bab ini adalah tahapan proses yang dilakukan untuk menghitung sel adiposa putih menggunakan metode pada pengolahan citra.

4.1. Hasil Perancangan Kuantisasi Citra Sel Jaringan Adiposa Putih.

Pada Tugas Akhir ini didapatkan hasil dari perancangan kuantisasi citra jaringan histologi adiposa untuk menghitung jumlah sel adiposa putih.



Gambar IV- 1. Hasil Hitung Sel Adiposa Putih.

Sel adiposa putih yang telah dihitung akan diberikan label berupa nomor pada masing-masing sel adiposa putih yang terdeteksi.

4.2. Data Pengujian

Data pengujian menggunakan citra dari didapat melalui *open source* yang dapat diakses untuk dilakukannya suatu penelitian, tidak ada penejelasan spesifikasi penggunaan jenis mikroskop, tinggi atau rendahnya kualitas citra serta ukuran yang

diuji berbeda-beda karena menyesuaikan data citra yang didapat dari akses secara terbuka.

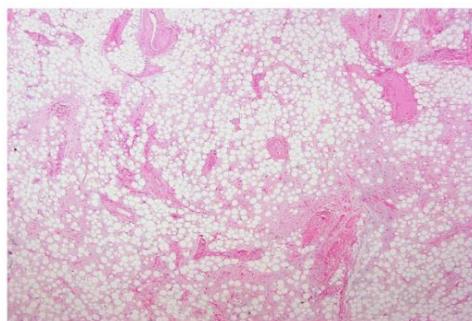


Figure 9
Panoramic view ($\times 4$) depicting mature adipose and proliferated vascular tissue.

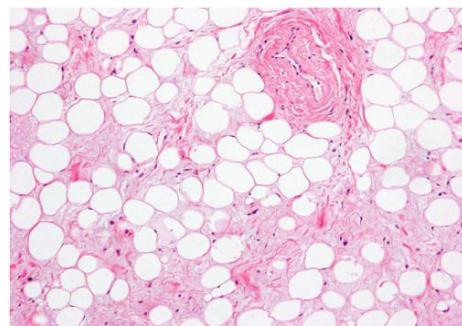


Figure 13
($\times 10$) Degenerative lesions of the adipose tissue.

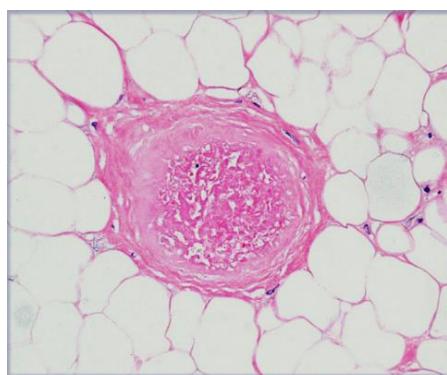


Figure 12
($\times 20$) Very few capillaries demonstrated fibrin thrombi.

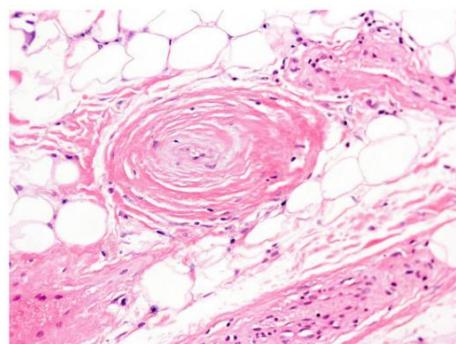


Figure 11
($\times 20$) Thick-walled vessel with collagen deposition and obstruction of the lumen.

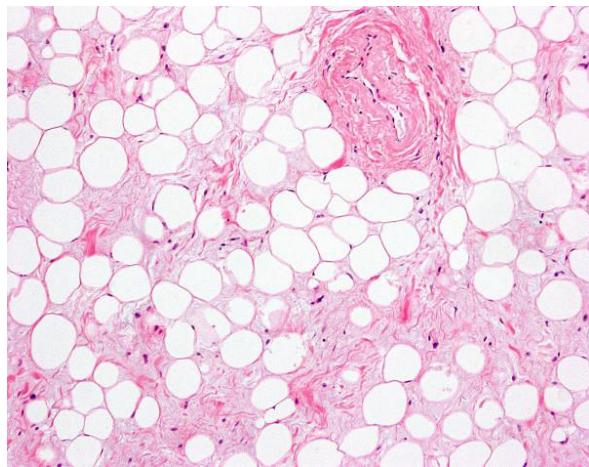
Gambar IV- 2. Salah Satu Sumber Data Citra Jaringan Adiposa Putih[3].

Berikut ini merupakan salah satu sumber data citra yang digunakan untuk kuantisasi citra jaringan adiposa dapat dilihat pada Gambar IV-2 merupakan gambar *forefoot angiolipoma*

4.3. Teknik Proses pada Citra

Pengujian teknik proses pada citra yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini yaitu mendeteksi jaringan adiposa dan menghitung sel adiposa putih.

Tahap pertama yaitu dengan menggunakan citra histologi jaringan adiposa sebagai *input* yang akan diidentifikasi. Jika diperlukan, citra tersebut dapat di *crop* dapat disesuaikan dengan ukuran tertentu.

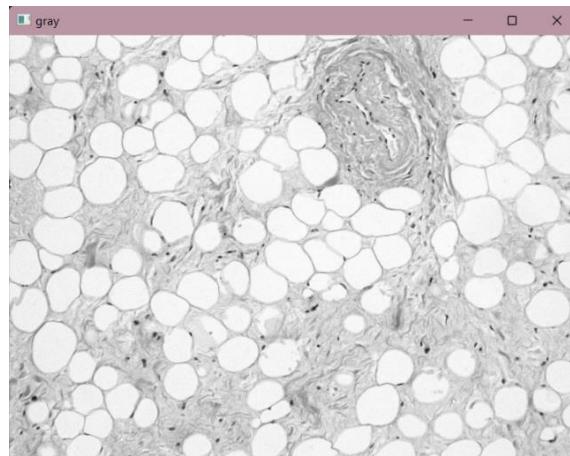


Gambar IV- 3. Citra *Original* Jaringan Adiposa Putih[3].

Pada gambar IV-1 merupakan citra warna *original* menampilkan kombinasi warna *Red* (merah), *Green* (hijau), *Blue* (biru). Setiap piksel memiliki tiga nilai intensitas atau kecerahan yang terpisah, maka ketiga nilai tersebut (*R,G,B*) dapat digabungkan menjadi satu nilai dalam proses konversi dari citra warna menjadi citra abu-abu (*grayscale*).

Setiap piksel pada suatu citra memiliki nilai intensitas warna yang berbeda. Dengan merubah nilai intensitas warna atau kecerahan menjadi citra abu-abu, dapat diketahui melalui rentang nilai 0 berwarna hitam hingga 255 berwarna putih, dan diantara rentang nilai (0-255) menghasilkan warna abu-abu.

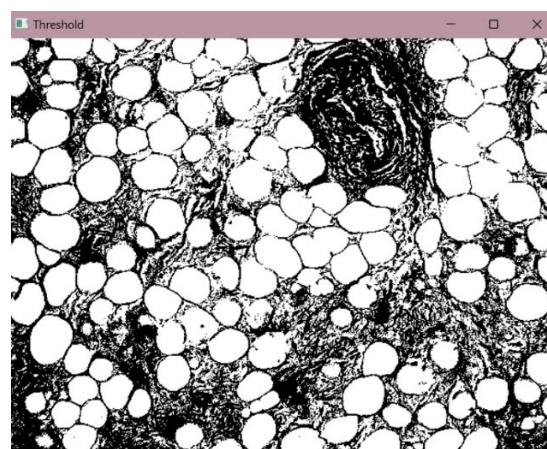
Semakin nilai mendekati nol akan semakin kecil tingkat intensitas warna atau kecerahan yang ditampilkan. Dan sebaliknya, jika rentang nilai mendekati 255 akan semakin kuat intensitas atau kecerahan warna yang ditampilkan hingga menjadi warna putih. Hasil perancangan kuantisasi citra abu-abu dapat dilihat pada gambar IV-4.



Gambar IV- 4. Hasil Citra *Grayscale*.

Proses selanjutnya setelah menjadi citra abu-abu akan dikonversi menggunakan *threshold* (ambang batas) bertujuan untuk dapat menghasilkan citra biner yang bernilai nol dan satu yang ditentukan dari setiap piksel berdasarkan nilai grayscale.

Nilai 0 memiliki warna hitam dan 1 warna putih berdasarkan area piksel yang terdapat pada citra, yang dimana jika suatu piksel mendekati intensitas warna yang tinggi akan diklasifikasi menjadi objek sel adiposa putih, jika intensitas memiliki nilai piksel yang kecil akan diklasifikasi menjadi *background*. Pada tugas akhir ini menggunakan metode *Threshold Otsu* yang berfungsi mengubah citra abu-abu menjadi citra biner. Hasil citra *thersholding* dapat dilihat pada gambar IV- 5.



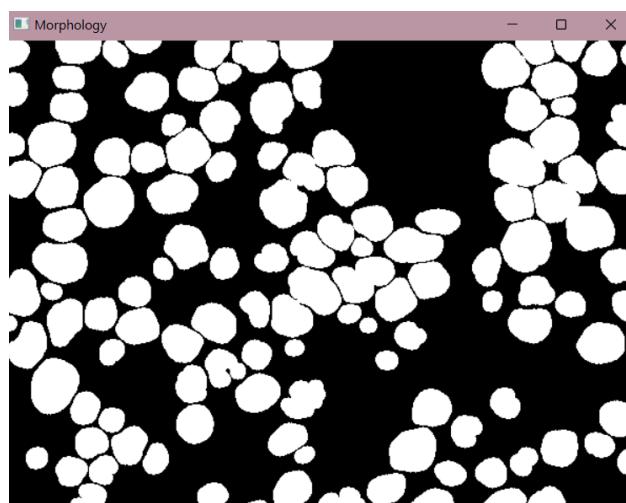
Gambar IV- 5. Hasil Citra *Thresholding*.

Citra *thresholding* dipertajam menggunakan operasi morfologi, proses yang pertama akan dilakukan dengan perpaduan metode morfologi *closing* dan *opening*.

Dimana pada proses kuantisasi citra jaringan adiposa akan dilakukan proses *closing* terlebih dahulu, setelah itu metode morfologi *opening*.

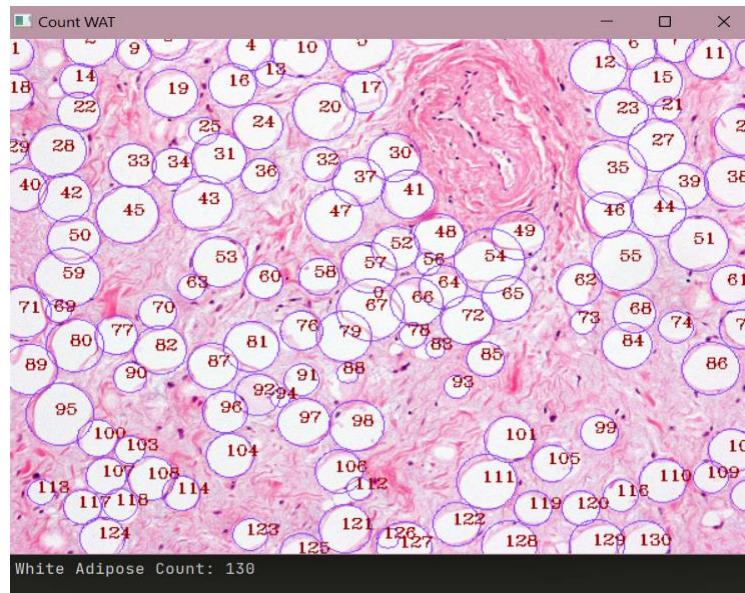
Perbedaan *opening* dan *closing* yaitu pada tahapan prosesnya, dimana saat *opening* mendahuluikan proses erosi lalu proses dilasi. Sedangkan pada *closing* mendahuluikan proses dilasi setelah itu, proses erosi.

Metode morfologi *opening* dan *closing* memiliki tujuan yang sama, yaitu menghilangkan area celah kecil yang bukan objek sel adiposa putih pada citra biner atau citra *thresholding* pada Gambar IV-5. Dimana celah tersebut memang tidak ingin ikut terdeteksi sebagai objek melainkan menjadi bukan objek atau latar belakang (*background*). Hasil citra morfologi dapat dilihat pada Gambar IV-6.



Gambar IV- 6 Hasil Citra Morfologi.

Dilakukan pendekstrian citra sel berwarna putih untuk menghitung dan diberikan label pada setiap sel adiposa putih, hanya pada piksel yang bernilai satu atau berwarna putih. Pada gambar IV-6 merupakan hasil analisa dari bentuk objek pada citra jaringan adiposa menggunakan metode morfologi bertujuan untuk memisahkan objek (*foreground*) dan bukan objek (*background*) berdasarkan intensitas nilai piksel. Jika suatu wilayah piksel yang membentuk objek (*foreground*) sel adiposa putih akan memiliki intensitas piksel bernilai 1 atau putih. Jika wilayah piksel bernilai 0 maka akan dikategorikan sebagai (*background*).

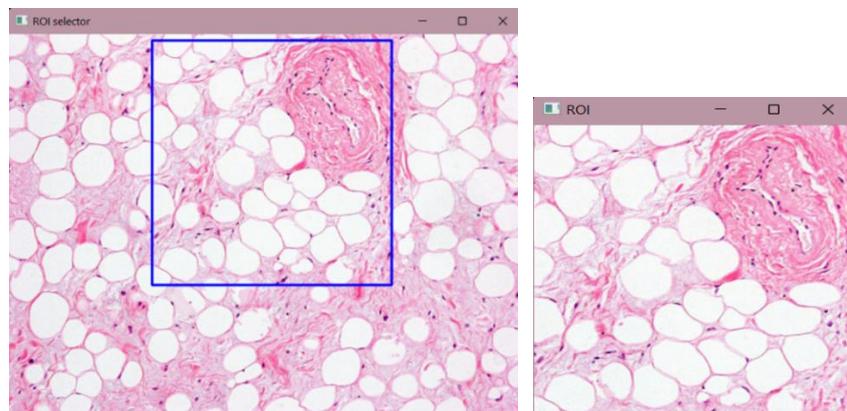


Gambar IV- 7. Hasil Hitung Sel Adiposa Putih.

Pada gambar IV-7 masing-masing objek citra sel adiposa putih akan diberi *label* setelah itu dilakukan menghitung total sel adiposa putih yang dapat terdeteksi. Sel adiposa putih yang telah dihitung akan diberikan *label* berupa angka dan *label* lingkaran pada masing-masing sel yang terdeteksi.

4.3.1. Citra Pre-processing

Jika diperlukan, citra dapat di crop dengan ukuran tertentu menggunakan *Region Of Interest* (ROI) bertujuan untuk memotong frame citra yang akan dikuantisasi.

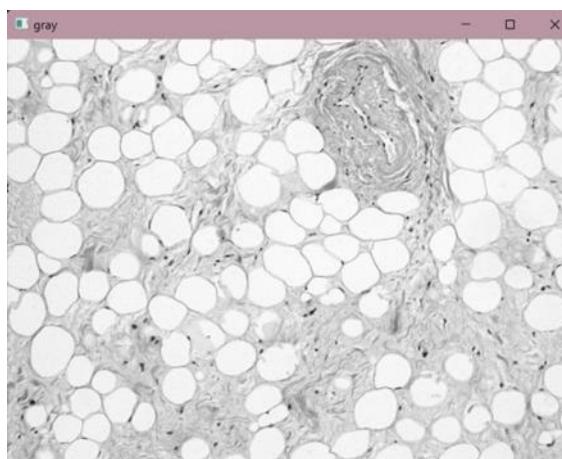


Gambar IV- 8. Crop Citra Jaringan Adiposa ROI Bounding Box.

Citra jaringan adiposa akan di *crop* dapat ditandai dengan diberikan *bounding box*. Ukuran citra yang di *crop* dapat sesuaikan dengan ukuran tertentu disesuaikan dengan keinginan area mana yang ingin di *crop*. Citra jaringan adiposa yang akan diuji menggunakan *crop* dengan ukuran citra sebesar 400 x 400 dengan *dots per inch (dpi)* sebesar 1200 *dpi*.

4.3.2. Citra *Grayscale*

Citra jaringan adiposa original diekstraksi menjadi citra abu-abu. Setiap piksel pada suatu citra memiliki nilai intensitas warna yang berbeda.

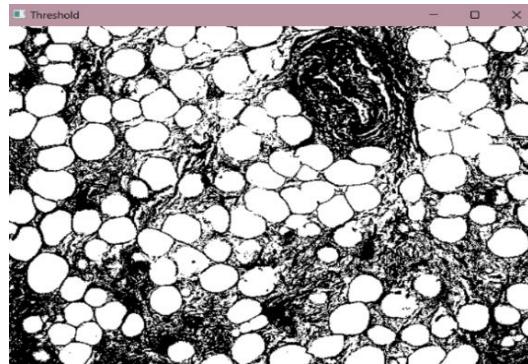


Gambar IV- 9. Citra Jaringan Adiposa *Grayscale*.

Dengan merubah nilai intensitas warna atau kecerahan menjadi citra abu-abu, dapat diketahui melalui rentang nilai 0 berwarna hitam hingga 255 berwarna putih, dan diantara rentang nilai (0-255) menghasilkan warna abu-abu.

4.3.3. *Thresholding Otsu*

Segmentasi citra jaringan adiposa menggunakan metode *thresholding* untuk dapat mengidentifikasi area piksel yang merupakan objek dan bukan objek (*background*).



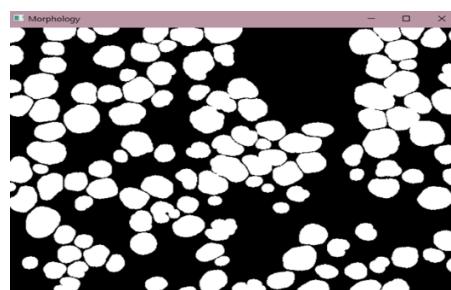
Gambar IV- 10. Citra Jaringan Adiposa *Thresholding*.

Pada kuantisasi citra jaringan adiposa setelah proses citra *grayscale* yaitu dengan *thresholding otsu* dapat dilihat pada gambar IV-9. Konversi dari citra *grayscale* dengan menghasilkan citra biner menggunakan *thresholding otsu*, nilai piksel nol untuk warna hitam dan satu berwarna putih.

Objek yang dideteksi merupakan sel adiposa putih, dengan mengkonversi citra *grayscale* menjadi *binary image* (0-1). Intensitas piksel 0 berwarna hitam dan intensitas nilai piksel 1 berwarna putih. Hasil dari *thresholding* dapat dideteksi diproses selanjutnya yaitu morfologi dengan memberi batasan tepi pada objek sel adiposa putih, sehingga dapat diketahui bentuk objek sel adiposa putih.

4.3.4. Morfologi

Morfologi yang akan digunakan yaitu dengan metode erosi dan dilasi. Dibutuhkan juga *opening* dan *closing* pada morfologi citra jaringan yang sudah diubah menjadi citra biner melalui proses *thresholding*. Bertujuan untuk memisahkan objek (*foreground*) dan latar belakang yang merupakan bukan objek (*background*).



Gambar IV- 11. Citra Jaringan Adiposa dengan Metode Morfologi.

Pada proses kuantisasi citra jaringan adiposa, untuk dapat menghitung jumlah sel adiposa putih dilakukan dengan menggunakan metode morfologi erosi, dilasi, dan kombinasi operasi pada metode morfologi yaitu *opening* dan *closing*.

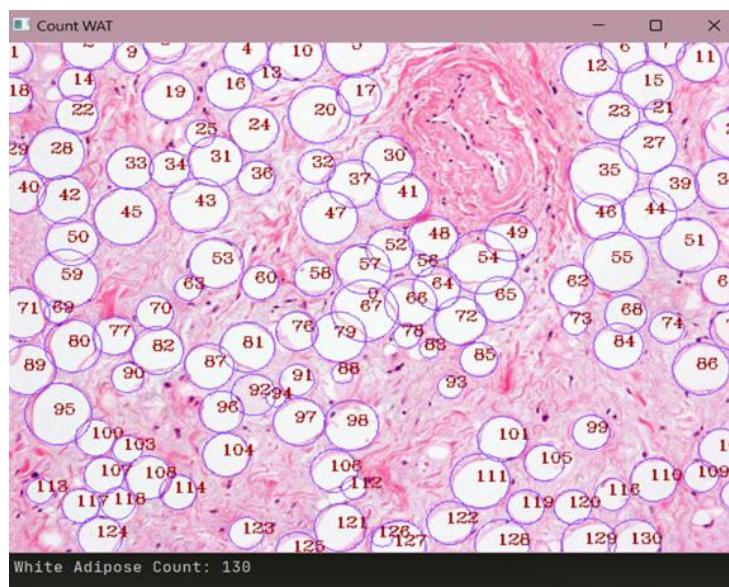
Pada morfologi erosi, berguna untuk menghilangkan objek kecil. Tetapi pada morfologi erosi memiliki kelemahan, yaitu terdapat elemen kecil yang ingin dihilangkan dapat mempengaruhi ukuran objek yang ingin dideteksi yaitu sel yang berwarna putih, hal tersebut dapat dihindari dengan melebarkan objek yang dideteksi menggunakan kombinasi operasi morfologi *opening* dan *closing*.

Pada penelitian tugas akhir ini menggunakan kombinasi *opening* dan *closing*. Morfologi *closing*, bertujuan untuk memperluas intensitas piksel pada objek sel adiposa putih sehingga dapat menampilkan bentuk objek yang lebih jelas. Sehingga dapat mempermudah saat memberikan *contour area* untuk memberikan *label* lingkaran dan *label* angka pada tiap sel adiposa putih, serta menghitung total keseluruhan sel adiposa putih yang terdeteksi selama proses kuantisasi citra jaringan adiposa.

Pada proses morfologi *opening* berguna untuk menutup celah kecil yang dikategorikan sebagai *non object* atau latar belakang. Karena pada proses sebelumnya yaitu *thresholding otsu* masih ada wilayah pada citra jaringan adiposa yang belum terdeteksi dengan akurat. Dengan menggunakan kombinasi morfologi *opening* dan *closing*, pada proses *opening* dapat memperkecil area intensitas piksel yang dikategorikan sebagai *background* atau bukan objek maka warna yang dihasilkan sebagai latar belakang memiliki intensitas yang gelap atau berwarna hitam, dengan intensitas *pixel value* 0. Dan memberi fokus pada objek sel adiposa putih dengan intensitas piksel sebesar 1 atau berwarna putih. Morfologi *opening* merupakan sebuah operasi citra yang ideal untuk menghilangkan garis dengan ketebalan lebih kecil, supaya batas objek terlihat lebih *smooth* dan objek sel adiposa putih yang akan dideteksi dapat dipertajam atau diperjelas wilayah intensitas pikselnya.

4.3.5. Teknik Kuantisasi Menghitung Sel Adiposa Putih

Setelah melalui beberapa proses kuantisasi citra untuk mendeteksi sel adiposa putih, selanjutnya menghitung ada berapa jumlah sel adiposa putih yang terdapat pada citra dengan memberikan *contour area* menggunakan hasil proses morfologi yang berfungsi untuk menentukan pola objek sel adiposa putih yang dapat terdeteksi.



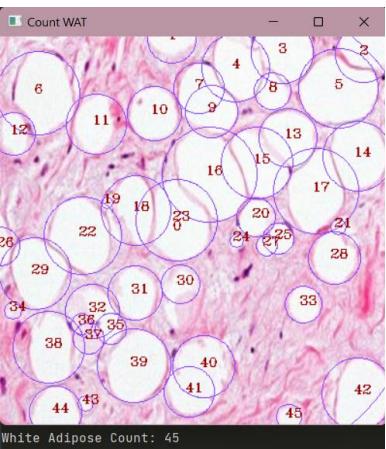
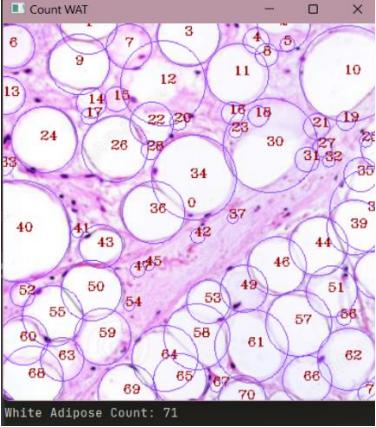
Gambar IV- 12. Teknik Menghitung Sel Adiposa Putih.

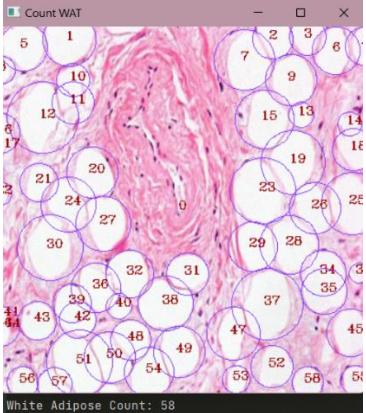
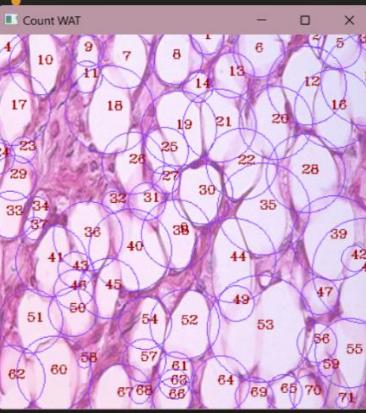
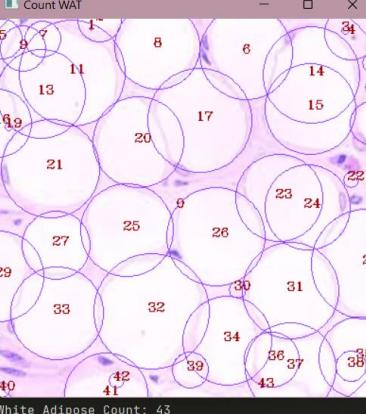
Pada gambar IV-12 dapat dihitung jumlah sel adiposa putih dan dapat memberikan *label* angka dan *label* lingkaran pada masing-masing sel adiposa putih. Serta dapat memberikan total keseluruhan jumlah sel adiposa putih.

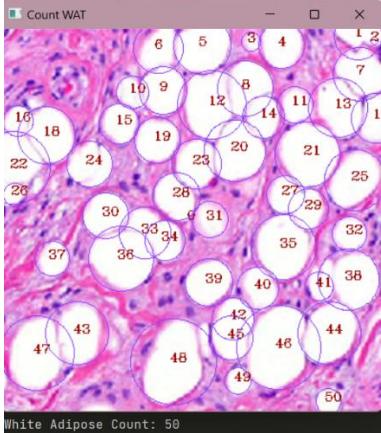
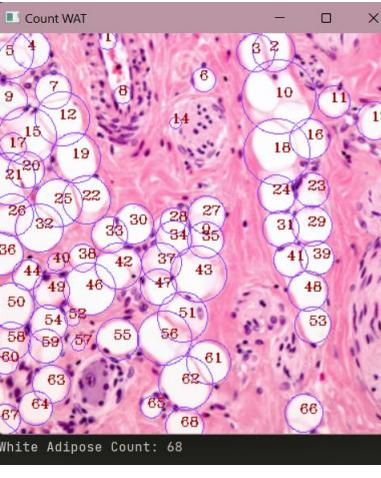
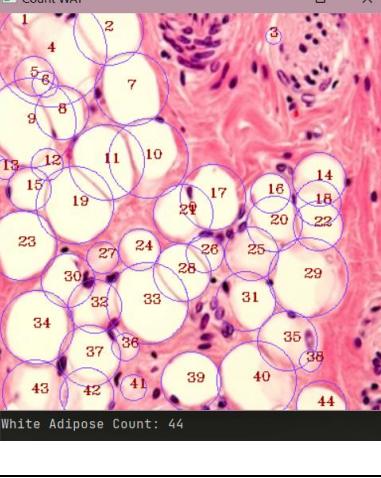
4.4. Hasil Pengujian

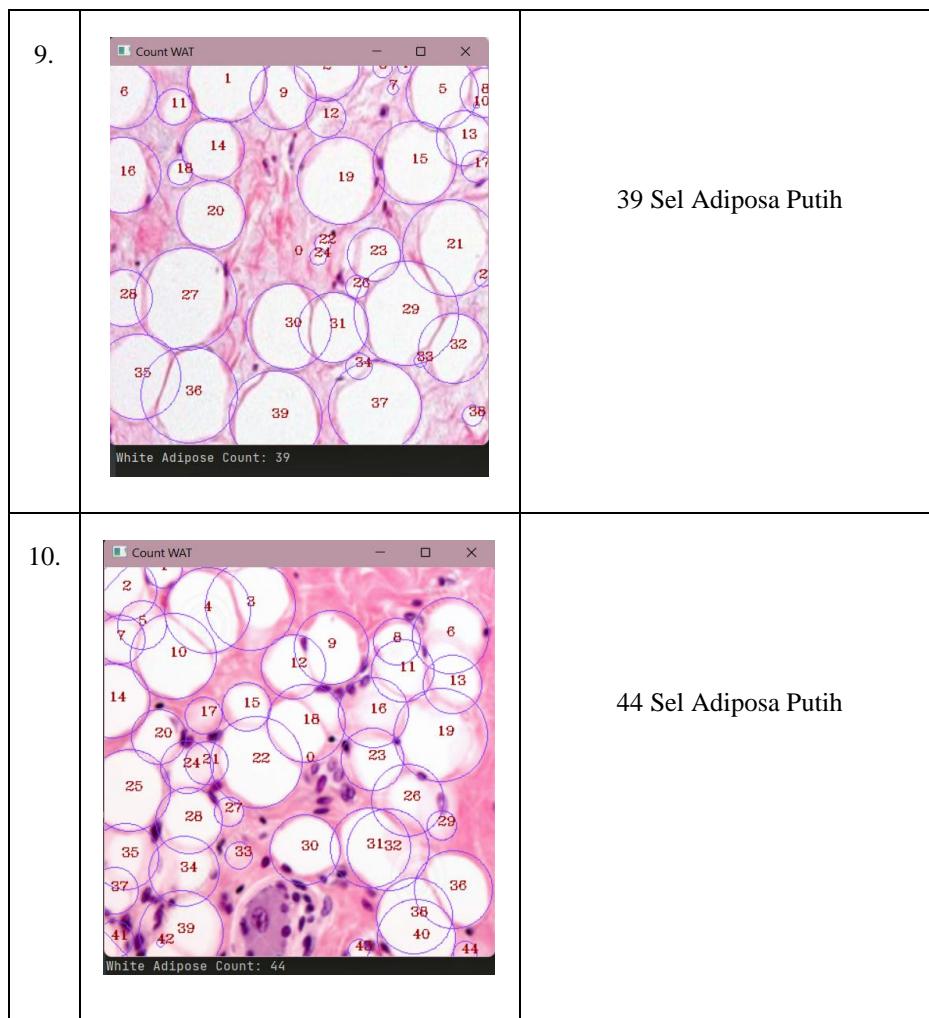
Pengujian kuantisasi citra jaringan adiposa yang digunakan untuk menghitung jumlah sel adiposa putih dan setiap sel adiposa putih yang terdeteksi akan diberi *label* berupa angka dan *label* lingkaran pada setiap sel adiposa putih. Hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel IV- 1. Hasil Pengujian Sel Adiposa Putih

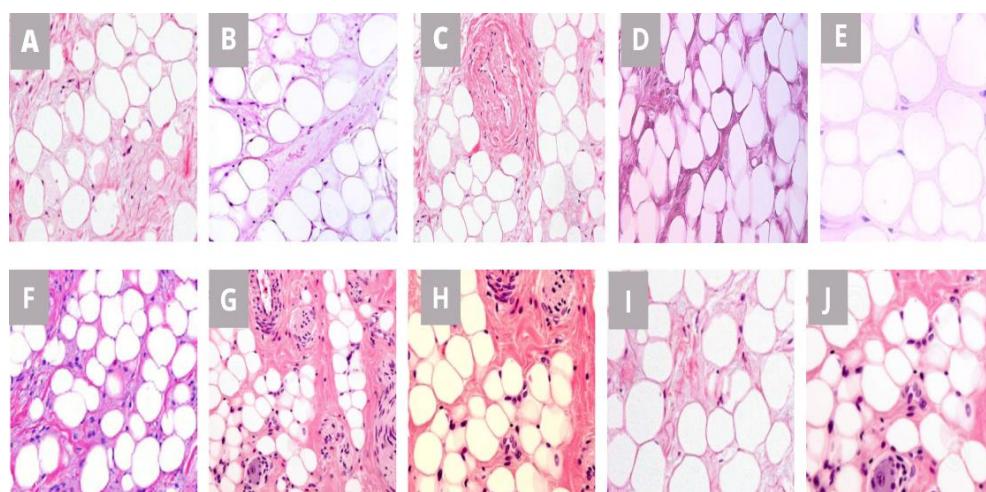
No.	Hasil Pengujian Sel Adiposa Putih	Jumlah Hitung Sel Adiposa Putih
1.	 A microscopic image showing a cluster of white adipose tissue cells. Each cell is outlined with a purple circle and contains a red number from 1 to 45. A legend in the top left corner says "Count WAT". At the bottom, it says "White Adipose Count: 45".	45 Sel Adiposa Putih
2.	 A microscopic image showing a larger cluster of white adipose tissue cells. Each cell is outlined with a purple circle and contains a red number from 1 to 71. A legend in the top left corner says "Count WAT". At the bottom, it says "White Adipose Count: 71".	71 Sel Adiposa Putih

3.	 <p>Count WAT</p> <p>White Adipose Count: 58</p>	58 Sel Adiposa Putih
4.	 <p>Count WAT</p> <p>White Adipose Count: 71</p>	71 Sel Adiposa Putih
5.	 <p>Count WAT</p> <p>White Adipose Count: 43</p>	43 Sel Adiposa Putih

6.	 <p>Count WAT</p> <p>White Adipose Count: 50</p>	50 Sel Adiposa Putih
7.	 <p>Count WAT</p> <p>White Adipose Count: 68</p>	68 Sel Adiposa Putih
8.	 <p>Count WAT</p> <p>White Adipose Count: 44</p>	44 Sel Adiposa Putih



Pada tabel IV-1 merupakan hasil pengujian citra jaringan adiposa yang dapat mendekripsi total jumlah sel adiposa putih pada citra histologi jaringan adiposa.



Gambar IV- 13. Citra yang digunakan untuk Pengujian Hitung Sel Adiposa Putih.

Pada gambar IV- 13 merupakan kumpulan citra yang digunakan untuk pengujian menggunakan citra jaringan adiposa dengan teknik pewarnaan *Hematoxylin & Eosin*. Ukuran citra sebesar 400 x 400 piksel, dengan *dot per inch* sebesar 1200 *dpi*. Masing-masing citra yang digunakan diberi huruf A, B, C, D, E, F, G, H, I, J pada citra yang diuji. Hasil setiap pengujian dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

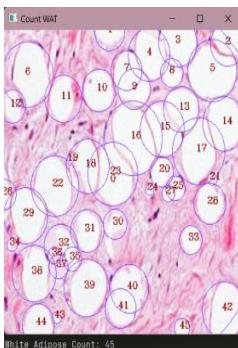
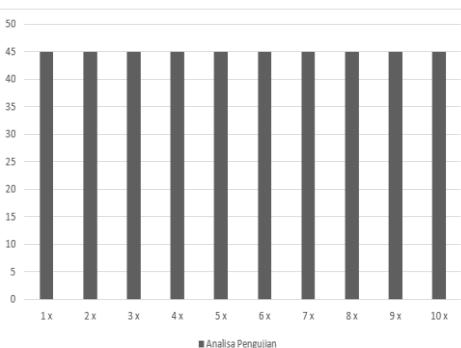
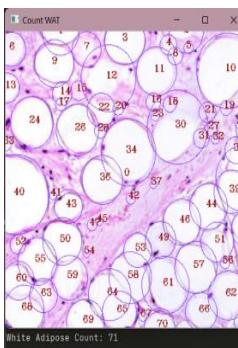
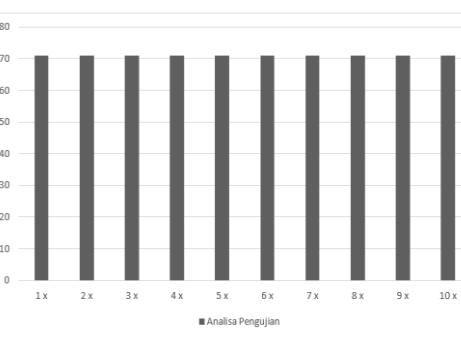
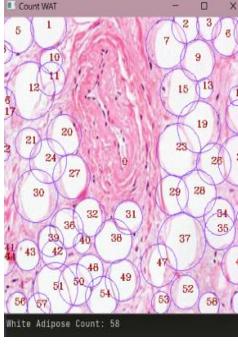
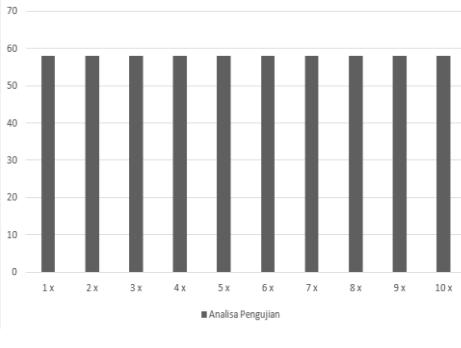
Tabel IV- 2. Perbandingan Hasil Pengujian Sel Adiposa Putih.

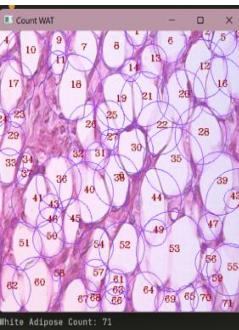
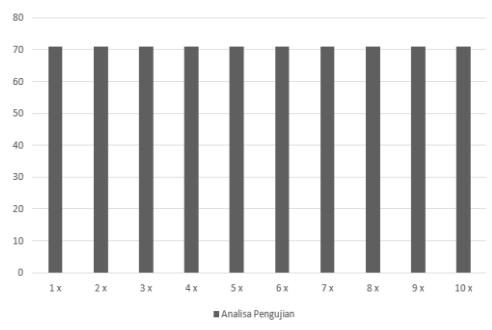
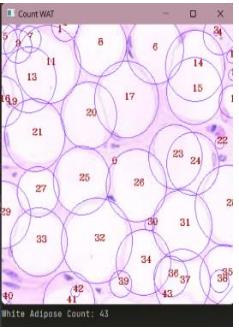
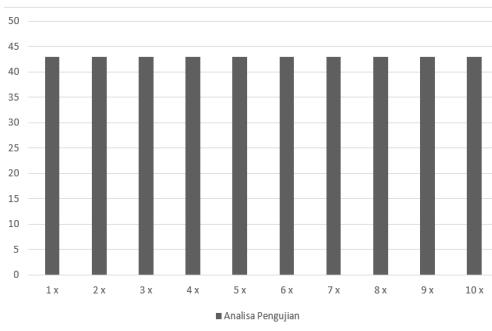
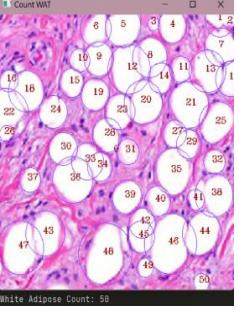
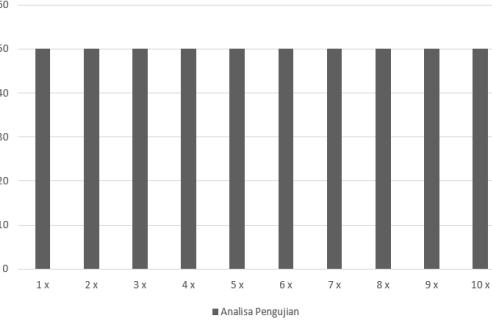
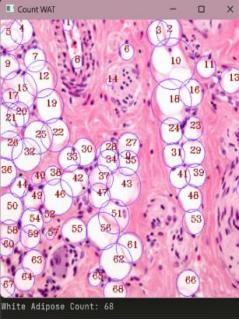
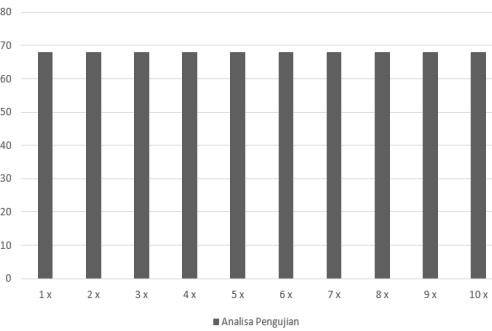
Citra Uji	Jumlah Sel yang Terdeteksi	Jumlah Sel Sebenarnya
A	50	45
B	80	71
C	65	58
D	78	71
E	44	43
F	58	50
G	72	68
H	47	44
I	45	39
J	47	44

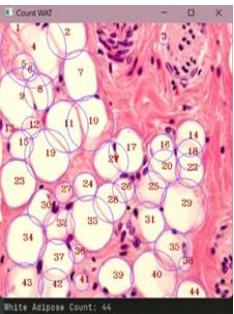
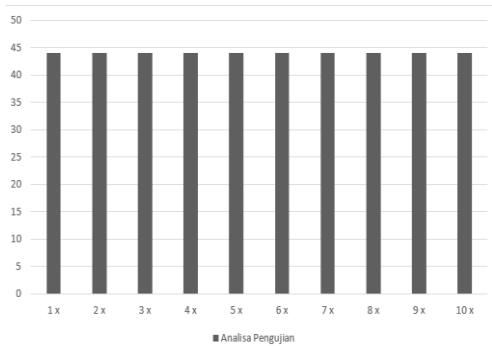
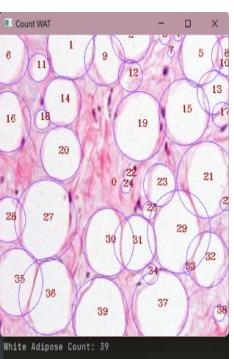
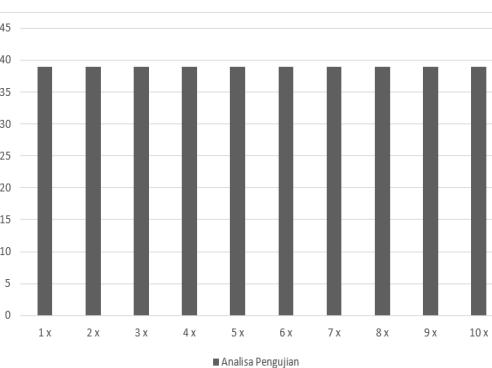
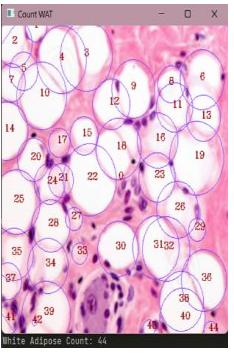
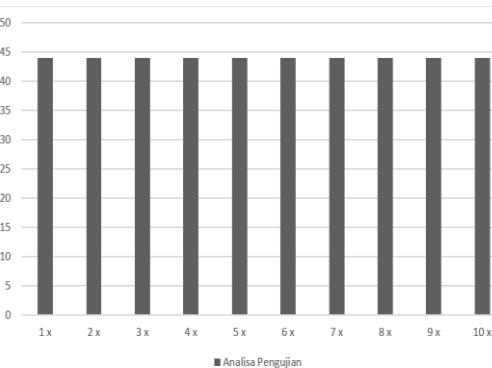
Pada tabel IV-2 merupakan perbandingan hasil pengujian antara hasil uji pada implementasi sistem untuk menghitung sel adiposa putih dan perhitungan yang dilakukan secara manual.

Analisa hasil pengujian hitung sel adiposa putih dapat dilakukan sebanyak 10 kali pengujian pada masing-masing citra sel adiposa putih. Hasil pengujian tersebut dapat diperoleh pada tabel dibawah ini.

Tabel IV- 3. Analisa Hasil Pengujian Sebanyak 10 kali.

No.	Citra Pengujian Hitung Sel	Scale Bar	Keterangan
1.			Terdapat 45 Sel Adiposa Putih dilakukan sebanyak 10 kali pengujian.
2.			Terdapat 71 Sel Adiposa Putih dilakukan sebanyak 10 kali pengujian.
3.			Terdapat 58 Sel Adiposa Putih dilakukan sebanyak 10 kali pengujian.

4.	 White Adipose Count: 71	 <p>Analisa Pengujian</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Kali Pengujian</th> <th>White Adipose Count</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1 x</td><td>71</td></tr> <tr><td>2 x</td><td>71</td></tr> <tr><td>3 x</td><td>71</td></tr> <tr><td>4 x</td><td>71</td></tr> <tr><td>5 x</td><td>71</td></tr> <tr><td>6 x</td><td>71</td></tr> <tr><td>7 x</td><td>71</td></tr> <tr><td>8 x</td><td>71</td></tr> <tr><td>9 x</td><td>71</td></tr> <tr><td>10 x</td><td>71</td></tr> </tbody> </table>	Kali Pengujian	White Adipose Count	1 x	71	2 x	71	3 x	71	4 x	71	5 x	71	6 x	71	7 x	71	8 x	71	9 x	71	10 x	71	Terdapat 71 Sel Adiposa Putih dilakukan sebanyak 10 kali pengujian.
Kali Pengujian	White Adipose Count																								
1 x	71																								
2 x	71																								
3 x	71																								
4 x	71																								
5 x	71																								
6 x	71																								
7 x	71																								
8 x	71																								
9 x	71																								
10 x	71																								
5.	 White Adipose Count: 43	 <p>Analisa Pengujian</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Kali Pengujian</th> <th>White Adipose Count</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1 x</td><td>43</td></tr> <tr><td>2 x</td><td>43</td></tr> <tr><td>3 x</td><td>43</td></tr> <tr><td>4 x</td><td>43</td></tr> <tr><td>5 x</td><td>43</td></tr> <tr><td>6 x</td><td>43</td></tr> <tr><td>7 x</td><td>43</td></tr> <tr><td>8 x</td><td>43</td></tr> <tr><td>9 x</td><td>43</td></tr> <tr><td>10 x</td><td>43</td></tr> </tbody> </table>	Kali Pengujian	White Adipose Count	1 x	43	2 x	43	3 x	43	4 x	43	5 x	43	6 x	43	7 x	43	8 x	43	9 x	43	10 x	43	Terdapat 43 Sel Adiposa Putih dilakukan sebanyak 10 kali pengujian.
Kali Pengujian	White Adipose Count																								
1 x	43																								
2 x	43																								
3 x	43																								
4 x	43																								
5 x	43																								
6 x	43																								
7 x	43																								
8 x	43																								
9 x	43																								
10 x	43																								
6.	 White Adipose Count: 59	 <p>Analisa Pengujian</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Kali Pengujian</th> <th>White Adipose Count</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1 x</td><td>59</td></tr> <tr><td>2 x</td><td>59</td></tr> <tr><td>3 x</td><td>59</td></tr> <tr><td>4 x</td><td>59</td></tr> <tr><td>5 x</td><td>59</td></tr> <tr><td>6 x</td><td>59</td></tr> <tr><td>7 x</td><td>59</td></tr> <tr><td>8 x</td><td>59</td></tr> <tr><td>9 x</td><td>59</td></tr> <tr><td>10 x</td><td>59</td></tr> </tbody> </table>	Kali Pengujian	White Adipose Count	1 x	59	2 x	59	3 x	59	4 x	59	5 x	59	6 x	59	7 x	59	8 x	59	9 x	59	10 x	59	Terdapat 50 Sel Adiposa Putih dilakukan sebanyak 10 kali pengujian.
Kali Pengujian	White Adipose Count																								
1 x	59																								
2 x	59																								
3 x	59																								
4 x	59																								
5 x	59																								
6 x	59																								
7 x	59																								
8 x	59																								
9 x	59																								
10 x	59																								
7.	 White Adipose Count: 68	 <p>Analisa Pengujian</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Kali Pengujian</th> <th>White Adipose Count</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1 x</td><td>68</td></tr> <tr><td>2 x</td><td>68</td></tr> <tr><td>3 x</td><td>68</td></tr> <tr><td>4 x</td><td>68</td></tr> <tr><td>5 x</td><td>68</td></tr> <tr><td>6 x</td><td>68</td></tr> <tr><td>7 x</td><td>68</td></tr> <tr><td>8 x</td><td>68</td></tr> <tr><td>9 x</td><td>68</td></tr> <tr><td>10 x</td><td>68</td></tr> </tbody> </table>	Kali Pengujian	White Adipose Count	1 x	68	2 x	68	3 x	68	4 x	68	5 x	68	6 x	68	7 x	68	8 x	68	9 x	68	10 x	68	Terdapat 68 Sel Adiposa Putih dilakukan sebanyak 10 kali pengujian.
Kali Pengujian	White Adipose Count																								
1 x	68																								
2 x	68																								
3 x	68																								
4 x	68																								
5 x	68																								
6 x	68																								
7 x	68																								
8 x	68																								
9 x	68																								
10 x	68																								

8.	 <p>White Adipose Count: 44</p>	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Magnification</th> <th>Count</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1x</td><td>44</td></tr> <tr><td>2x</td><td>44</td></tr> <tr><td>3x</td><td>44</td></tr> <tr><td>4x</td><td>44</td></tr> <tr><td>5x</td><td>44</td></tr> <tr><td>6x</td><td>44</td></tr> <tr><td>7x</td><td>44</td></tr> <tr><td>8x</td><td>44</td></tr> <tr><td>9x</td><td>44</td></tr> <tr><td>10x</td><td>44</td></tr> </tbody> </table> <p>Analisa Pengujian</p>	Magnification	Count	1x	44	2x	44	3x	44	4x	44	5x	44	6x	44	7x	44	8x	44	9x	44	10x	44	Terdapat 44 Sel Adiposa Putih dilakukan sebanyak 10 kali pengujian.
Magnification	Count																								
1x	44																								
2x	44																								
3x	44																								
4x	44																								
5x	44																								
6x	44																								
7x	44																								
8x	44																								
9x	44																								
10x	44																								
9.	 <p>White Adipose Count: 39</p>	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Magnification</th> <th>Count</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1x</td><td>39</td></tr> <tr><td>2x</td><td>39</td></tr> <tr><td>3x</td><td>39</td></tr> <tr><td>4x</td><td>39</td></tr> <tr><td>5x</td><td>39</td></tr> <tr><td>6x</td><td>39</td></tr> <tr><td>7x</td><td>39</td></tr> <tr><td>8x</td><td>39</td></tr> <tr><td>9x</td><td>39</td></tr> <tr><td>10x</td><td>39</td></tr> </tbody> </table> <p>Analisa Pengujian</p>	Magnification	Count	1x	39	2x	39	3x	39	4x	39	5x	39	6x	39	7x	39	8x	39	9x	39	10x	39	Terdapat 39 Sel Adiposa Putih dilakukan sebanyak 10 kali pengujian.
Magnification	Count																								
1x	39																								
2x	39																								
3x	39																								
4x	39																								
5x	39																								
6x	39																								
7x	39																								
8x	39																								
9x	39																								
10x	39																								
10.	 <p>White Adipose Count: 44</p>	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Magnification</th> <th>Count</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1x</td><td>44</td></tr> <tr><td>2x</td><td>44</td></tr> <tr><td>3x</td><td>44</td></tr> <tr><td>4x</td><td>44</td></tr> <tr><td>5x</td><td>44</td></tr> <tr><td>6x</td><td>44</td></tr> <tr><td>7x</td><td>44</td></tr> <tr><td>8x</td><td>44</td></tr> <tr><td>9x</td><td>44</td></tr> <tr><td>10x</td><td>44</td></tr> </tbody> </table> <p>Analisa Pengujian</p>	Magnification	Count	1x	44	2x	44	3x	44	4x	44	5x	44	6x	44	7x	44	8x	44	9x	44	10x	44	Terdapat 44 Sel Adiposa Putih dilakukan sebanyak 10 kali pengujian.
Magnification	Count																								
1x	44																								
2x	44																								
3x	44																								
4x	44																								
5x	44																								
6x	44																								
7x	44																								
8x	44																								
9x	44																								
10x	44																								

Pada tabel analisa pengujian dilakukan sebanyak 10 kali pada masing-masing citra sel adiposa putih yang diuji, analisa yang didapatkan bahwa setiap pengujian untuk hitung sel adiposa putih dapat terdeteksi, sesuai dari pengujian yang pertama hingga ke-10 hasilnya sama.

4.5. Kesalahan Relatif Pengujian Jumlah Sel Adiposa Putih

Definisi kesalahan dapat diklasifikasikan sebagai menentukan perbedaan antara nilai uji dan nilai sebenarnya^[13]. Kesalahan relatif atau *relative error* merupakan rentang akurasi dengan perbandingan seberapa besar kisaran kesalahan

pada hasil data yang diuji, terhadap hasil data yang sebenarnya^[13]. Dapat dijabarkan untuk mengetahui kesalahan relatif pengujian jumlah sel adiposa putih sebagai berikut:

$$KSR = \left| \frac{(A-B)}{A} \right| \times 100\% \quad (4.1)$$

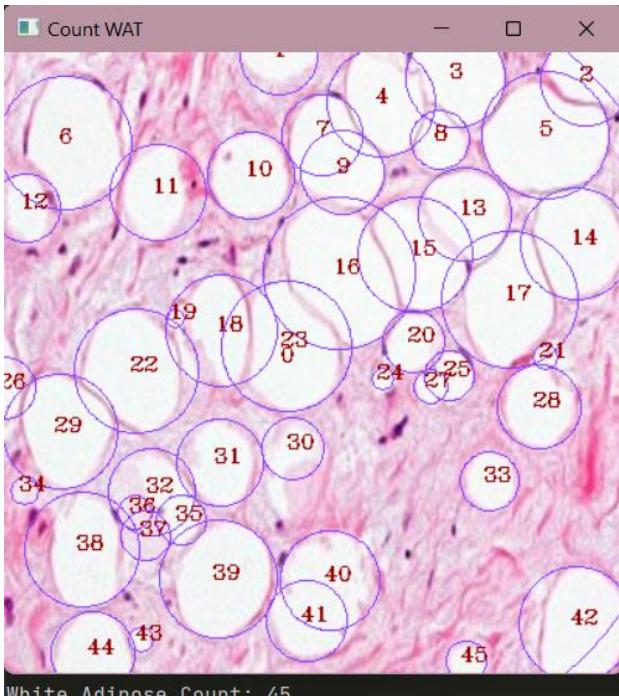
Keterangan :

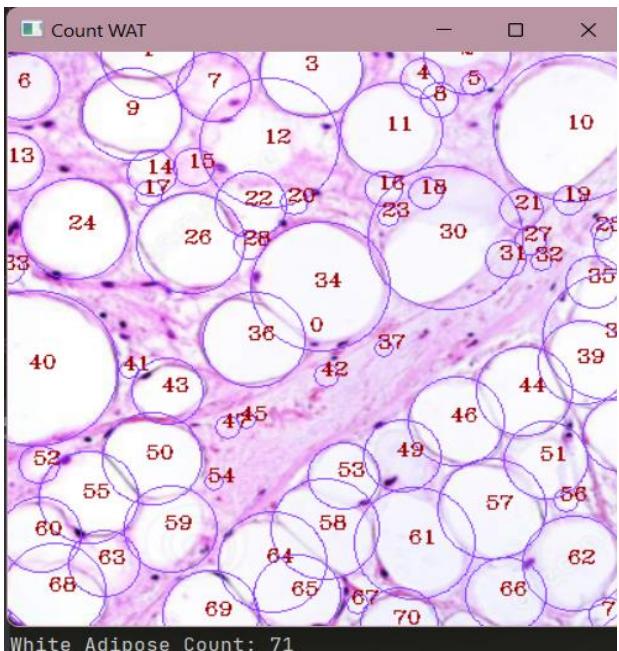
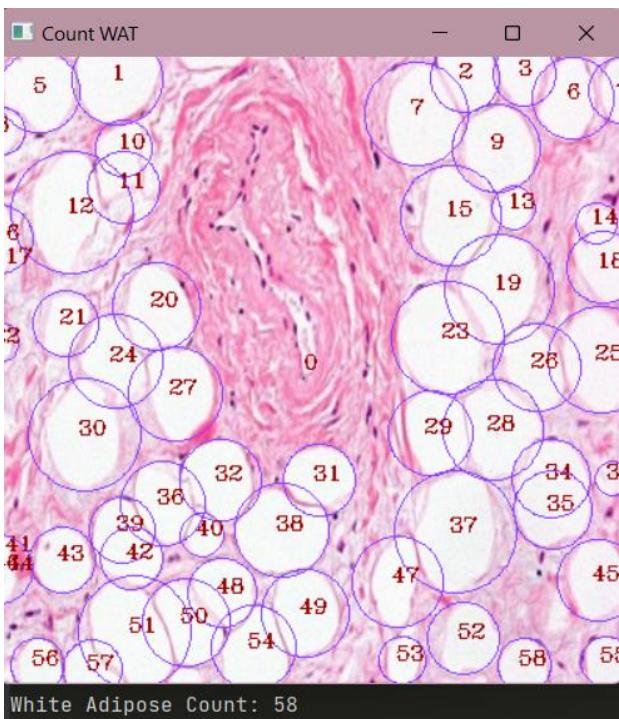
A = Jumlah Sel Adiposa Putih Sebenarnya

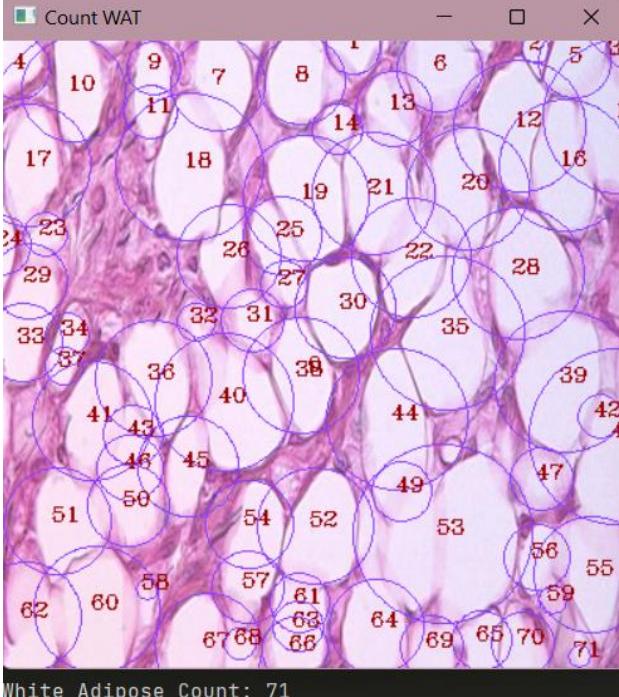
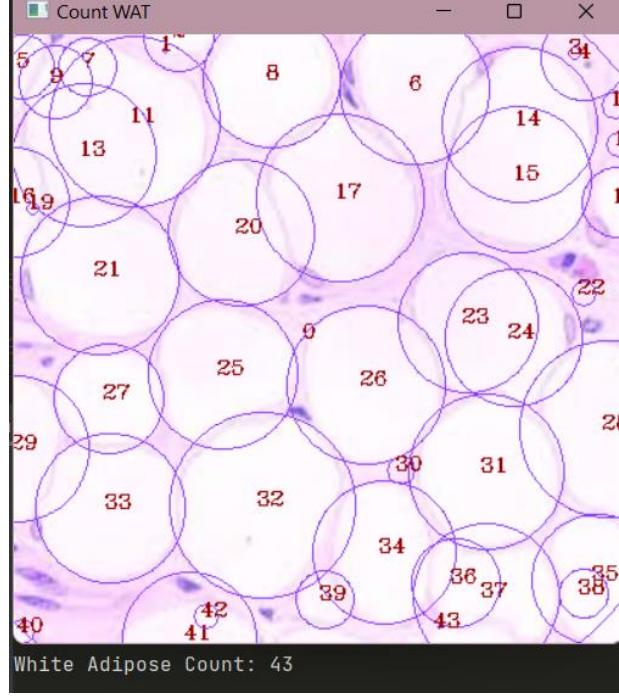
B = Jumlah Sel Adiposa Putih Hasil Uji

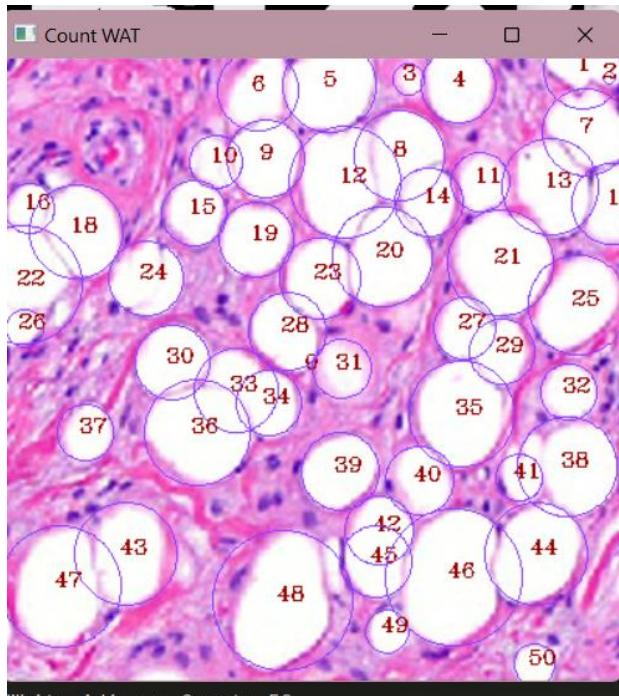
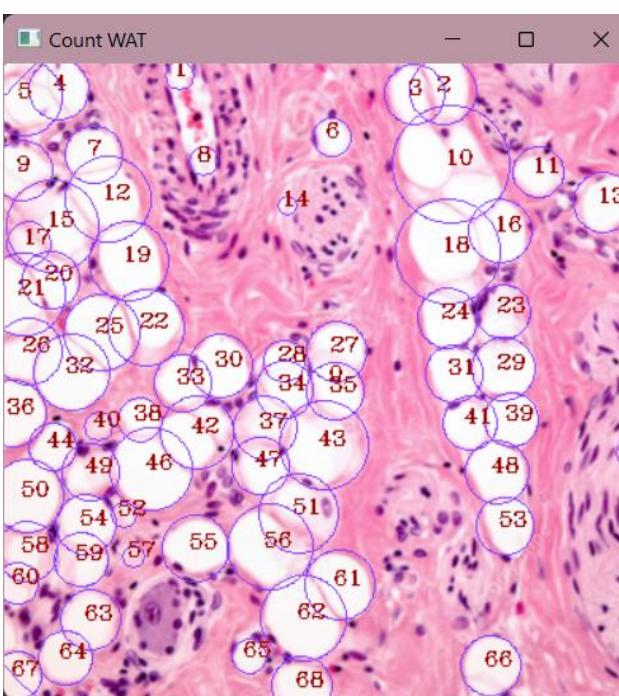
KSR = Kesalahan Relatif

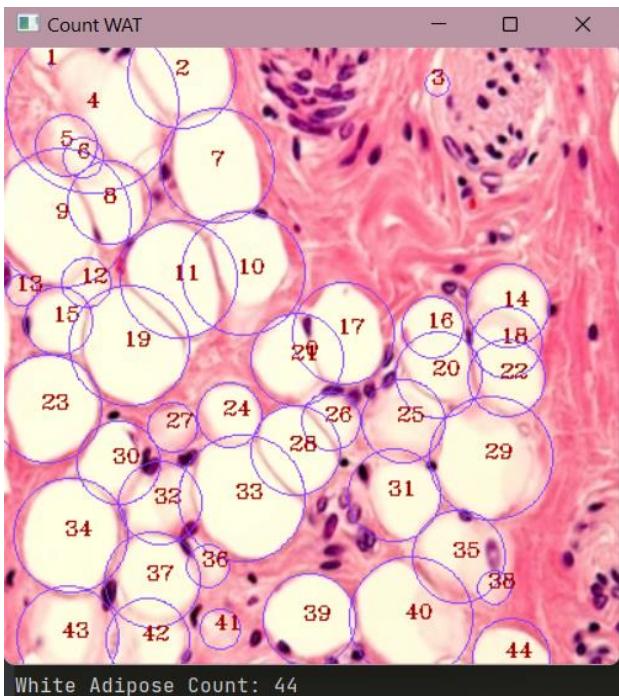
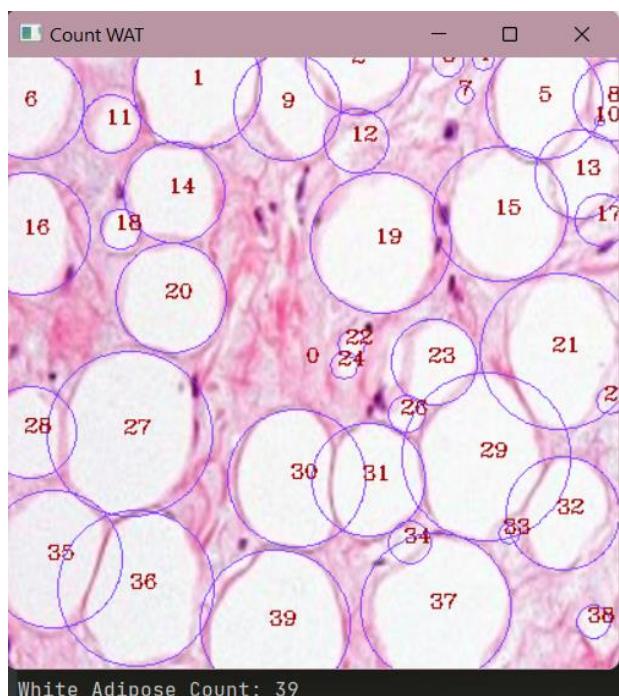
Tabel IV- 4. Kesalahan Relatif Pengujian Jumlah Sel Adiposa Putih.

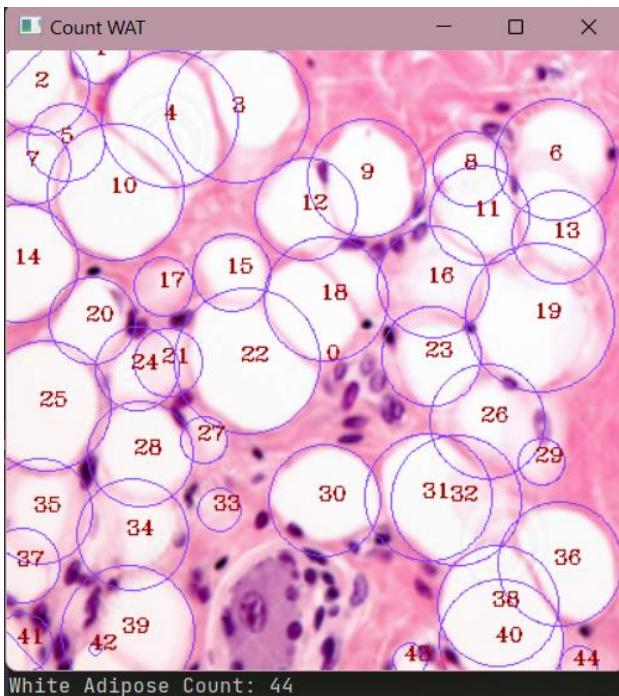
No.	Citra Pengujian Hitung Jumlah Sel	Kesalahan Relatif
1.	 White Adipose Count: 45	$KSR = \left \frac{(50 - 45)}{50} \right \times 100\%$ $KSR = 1,9\%$

2.	 <p>White Adipose Count: 71</p>	$KSR = \left \frac{(80 - 71)}{80} \right \times 100\%$ <p>$KSR = 2,1\%$</p>
3.	 <p>White Adipose Count: 58</p>	$KSR = \left \frac{(65 - 58)}{65} \right \times 100\%$ <p>$KSR = 2\%$</p>

4.	 <p>White Adipose Count: 71</p>	$KSR = \left \frac{(78 - 71)}{78} \right \times 100\%$ <p>$KSR = 1,6\%$</p>
5.	 <p>White Adipose Count: 43</p>	$KSR = \left \frac{(44 - 43)}{44} \right \times 100\%$ <p>$KSR = 0,4\%$</p>

6.	 <p>White Adipose Count: 50</p>	$KSR = \left \frac{(58 - 50)}{58} \right \times 100\%$ $KSR = 2,5\%$
7.	 <p>White Adipose Count: 68</p>	$KSR = \left \frac{(72 - 68)}{72} \right \times 100\%$ $KSR = 1,1\%$

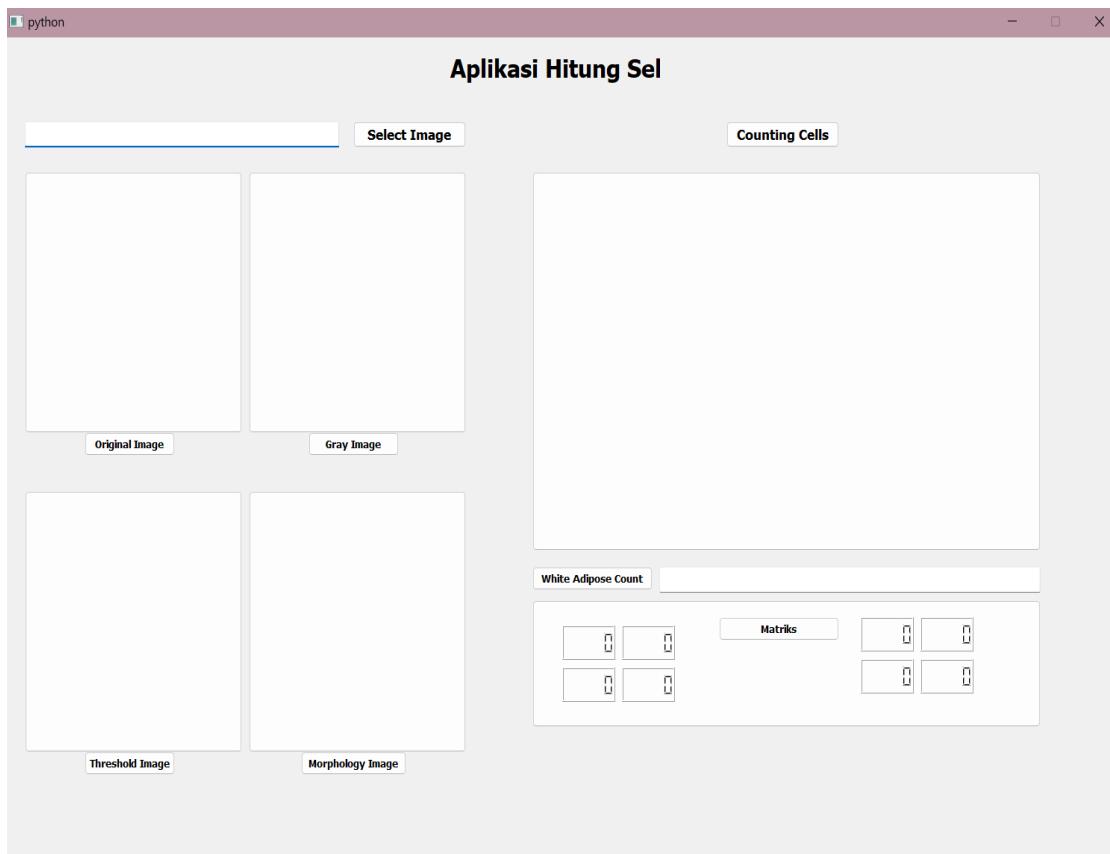
8.	 <p>Count WAT</p> <p>White Adipose Count: 44</p>	$KSR = \left \frac{(47 - 44)}{44} \right \times 100\%$ <p>$KSR = 1,2\%$</p>
9.	 <p>Count WAT</p> <p>White Adipose Count: 39</p>	$KSR = \left \frac{(45 - 39)}{45} \right \times 100\%$ <p>$KSR = 2,4\%$</p>

10.		$KSR = \left \frac{(47 - 44)}{47} \right \times 100\%$ $KSR = 1,2\%$
-----	--	--

Berdasarkan tabel kesalahan relatif pengujian hitung sel adiposa putih, menggunakan citra berukuran 400×400 dengan *dot per inch (dpi)* sebesar 1200dpi . Dengan menggunakan pewarnaan *hematoxylin & eosin*. Diperoleh rentang akurasi atau kisaran *relative error* dari sistem perhitungan sel adiposa putih adalah sekitar 0,4% hingga 2,5%. Dari skala akurasi pengujian sebesar 100%. Kesalahan relatif tersebut dipengaruhi oleh ukuran citra, kualitas citra yang didapat dan banyaknya jumlah sel dari warna objek sel adiposa putih (*foreground*) dan bukan objek atau latar belakang (*background*), bentuk dan ukuran sel pada citra yang diuji.

Perolehan rentang kisaran kesalahan relatif sebesar 0,4% hingga 2,5% merupakan perpaduan hasil hitung secara otomatis pada sistem yang dapat mendeteksi sel adiposa putih berdasarkan intensitas piksel berwarna putih dan proses hitung sel secara manual. Hal tersebut dilakukan karena masih adanya beberapa area piksel, yang dimana area objek tersebut memiliki nilai dominan intensitas piksel yang kurang jelas karena kualitas citra yang digunakan, dan kurangnya informasi spesifikasi mikroskop yang digunakan. Beberapa hal tersebut mempengaruhi proses hitung sel adiposa putih.

4.6. Pengujian Jaringan Adiposa Putih berbasis GUI

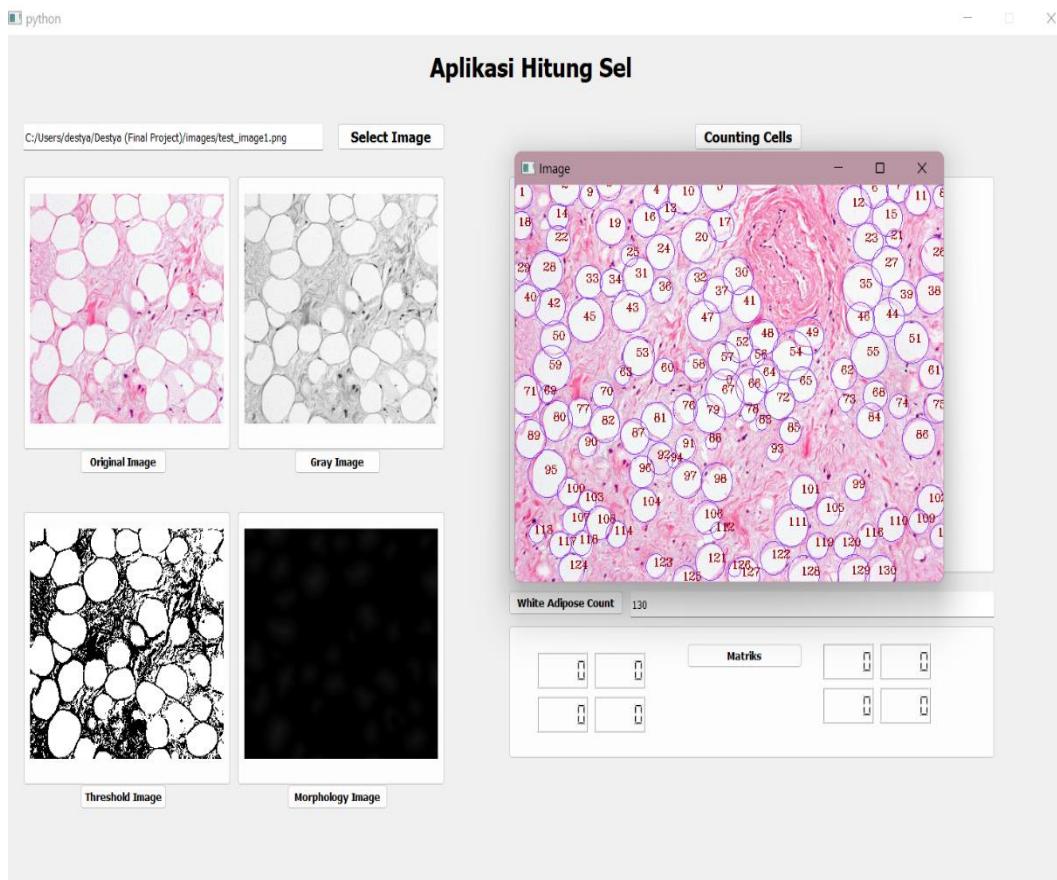


Gambar IV- 14. Antarmuka Aplikasi Hitung Sel.

Desain antarmuka aplikasi hitung sel yang digunakan pada kuantisasi citra jaringan adiposa berguna untuk mempermudah pengguna dalam proses menghitung sel adiposa putih.

Pada tampilan antarmuka, pengguna dapat memilih citra tertentu yang akan dikuantisasi yang terdapat pada media penyimpanan. Setelah itu citra yang sudah dipilih dapat ditampilkan masing-masing proses pengolahan citra yang digunakan, hasil dari proses tersebut dapat berfungsi sebagai *display* hitung jumlah sel dari citra yang telah diuji dengan klik pada tampilan menu *Counting Cells*.

Pada tampilan desain antarmuka menu *White Adipose Count*, citra yang telah diuji dapat memperlihatkan jumlah total sel yang telah dihitung dengan menampilkan jumlah angka dari label tiap sel pada citra yang diuji.



Gambar IV- 15. Aplikasi Hitung Sel Adiposa Putih.

Tampilan antarmuka dengan implementasi pengolahan citra untuk kuantisasi citra jaringan adiposa dengan menampilkan citra yang telah diproses menjadi citra *grayscale* lalu dikonversi menjadi citra segmentasi menggunakan *threshold otsu* agar mengubah nilai intensitas piksel menjadi nilai 0 untuk hitam dan 1 untuk putih. Hasil citra segmentasi digunakan untuk proses selanjutnya yaitu morfologi, berfungsi untuk memberikan batasan area tiap piksel dengan memisahkan objek dan latar belakang.

Setelah proses tersebut, citra akan diberikan label angka pada sel yang bernilai putih, lalu masing-masing sel adiposa putih yang telah terdeteksi dan diberikan label angka akan dihitung untuk mengetahui berapa jumlah sel adiposa putih pada citra yang diuji. Hasil dari proses tersebut dapat ditampilkan pada *display* antarmuka.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis kuantisasi citra jaringan adiposa ini, didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Tugas akhir ini telah menghasilkan suatu sistem yang dapat mengkuantisasi citra jaringan adiposa dengan implementasi metode pengolahan citra dengan kesalahan relatif sekitar 0,4% hingga 2,5%. Ukuran citra dapat mempengaruhi kesalahan relatif.
2. Dapat menghitung jumlah sel adiposa putih dengan memberikan label angka disetiap sel yang terdeteksi.
3. Desain antarmuka pengguna dari sistem pengolahan citra yang dapat mengidentifikasi sel adiposa.

5.2. Saran

1. Dapat mengembangkan tampilan antarmuka kuantisasi citra sel jaringan adiposa.
2. Dapat dikembangkan dalam mengukur pola sel dalam diameter μm sehingga dapat membantu dalam suatu diagnosa medis secara akurat dan mendetail.
3. Sistem kuantisasi dapat dikembangkan menggunakan metode yang ada pada *machine learning* supaya mendapatkan tingkat akurasi yang lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

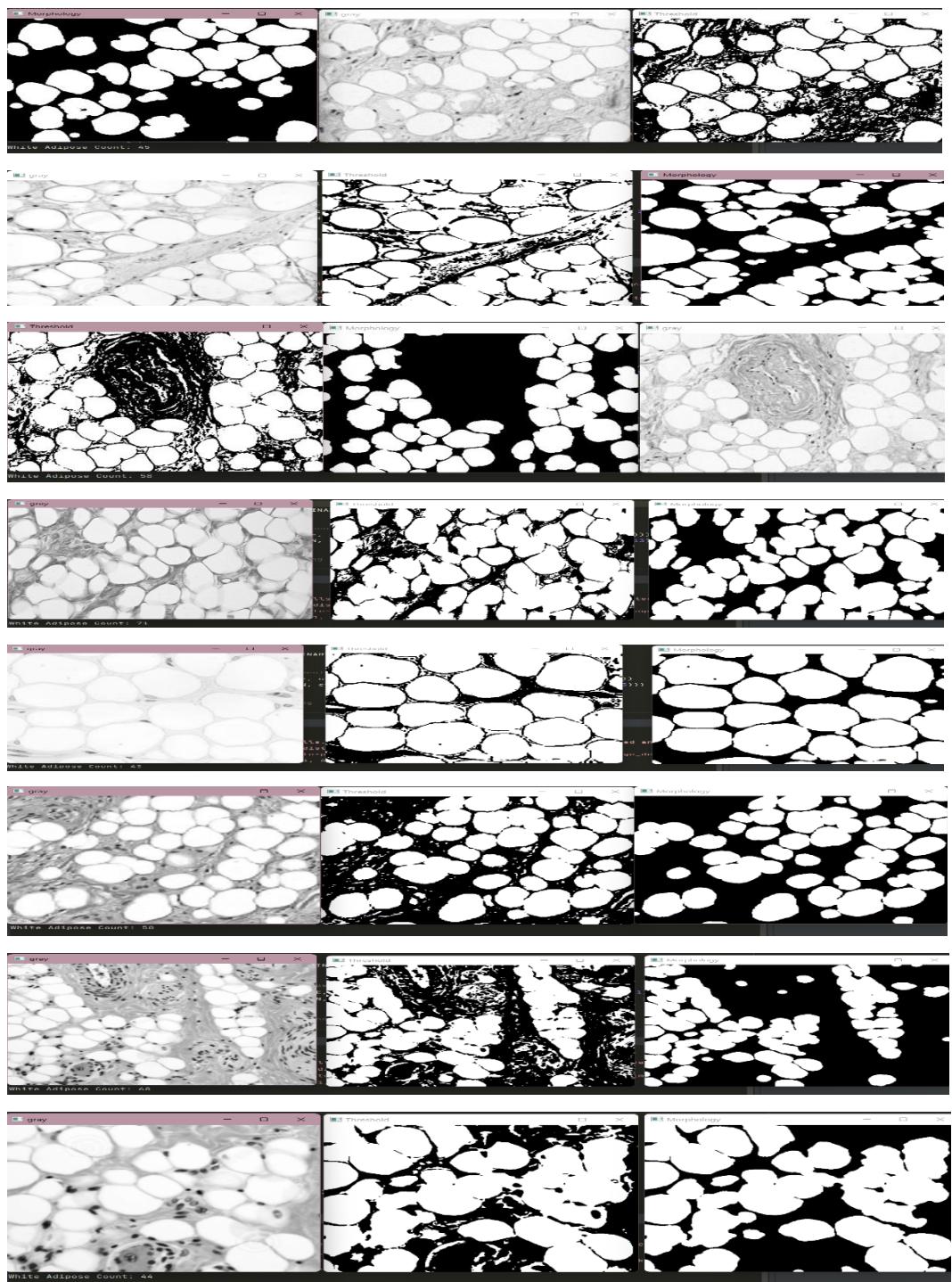
- [1] Chityala, R., & Pudipeddi, S. (2020). Image Processing and Acquisition using Python (2nd ed.).
- [2] Dey, S. Hands-On Image Processing with Python. United Kingdom: Birmingham, 2018.
- [3] Grivas, B. T., Savvidou, O., Psarakis, S. A., Liapi, G., Triantafyllopoulos, G., Kovanis, I., Alexandropoulos, P., Katsiva, V. (2008) Forefoot Plantar Multilobular Noninfiltrating Angiolipoma: A Case Report and Review of the literature. World Journal of Surgical Oncology 2008, 6:1
- [4] Gonzalez, C. R., & Woods, E. R. (2008). *Digital Image Processing, 3rd Ed.* USA: Prentice Hall, New Jersey.
- [5] Jähne, B. Digital Image Processing (Sixth Edition). Berlin: Springer, 2005.
- [6] Karundeng, R., S. Wangko., S.J.R. Kalangi. (2014). Jaringan Lemak Putih dan Jaringan Lemak Coklat : Aspek Histofisiologi. Jurnal Biomedik 6: 8 - 16.
- [7] Kothari, S., Chaudry, Q., and Wang, M. D. (2009). “Automated cell counting and cluster segmentation using concavity detection and ellipse fitting techniques,” in IEEE International Symposium on Biomedical Imaging: From Nano to Macro, 2009. ISBI’09 (Boston, MA), 795–798. doi: 10.1109/ISBI.2009.5193169
- [8] Lokhande, T. P., Salunke, P. B., Shinde, P. T., Chaugule, J. D., Bhong, V. S. (2019). Counting of RBC's and WBC's using Image Processing Technique. India.
- [9] Mehtre, V. V., Sundram, N. (2019) Errors and Their Computation in Numerical Method. India.
- [10] Mescher AL. Adipose tissue. Junqueira’s Basic Histology Text & Atlas (Twelfth Edition). New York: Mc GrawHill, 2010.

- [11] Syamsunarno, M. R. A. A., Alia, F., Anggraeni, N., Sumirat, V. A., Praptama, S., & Atik, N. (2021) *Ethanol Extract from Moringa Oleifera Leaves Modulates Brown Adipose Tissue and Bone Morphogenetic Protein 7 in High-Fat Diet Mice*. *Veterinary World*, 14(5): 1234-1240.
- [12] Tanimoto, S. An Interdisciplinary Introduction to Image Processing. USA: Massachusetts, 2012.
- [13] Zhi, X., Wang, J., Lu, P., Jia, J., Shen, H-B., & Ning, G. (2018). AdipoCount: A New Software for Automatic Adipocyte Counting. China.

LAMPIRAN

LAMPIRAN A

1) Jaringan Adiposa



LAMPIRAN B

SOURCE CODE

1) Source Code Cell Counting

```
import cv2
from skimage.feature import peak_local_max
from skimage.morphology import watershed
from scipy import ndimage
import numpy as np
import imutils
image = cv2.imread('images/test_image1.png')
gray = cv2.cvtColor(image, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
cv2.imshow("gray", gray)
thresh = cv2.threshold(gray, 0, 255, cv2.THRESH_BINARY +
cv2.THRESH_OTSU )[1]
cv2.imshow("Threshold", thresh)

img_mop = cv2.morphologyEx(thresh, cv2.MORPH_CLOSE,
cv2.getStructuringElement(cv2.MORPH_ELLIPSE, (1, 1)))

img_mop = cv2.morphologyEx(img_mop, cv2.MORPH_OPEN,
cv2.getStructuringElement(cv2.MORPH_ELLIPSE, (15, 15)))
D = ndimage.distance_transform_edt(img_mop)
localMax = peak_local_max(D, indices=False, min_distance=10,
labels=img_mop)
cv2.imshow("Morphology", D)
markers = ndimage.label(localMax, structure=np.ones((3, 3)))[0]
labels = watershed(-D, markers, mask=img_mop)
print("White Adipose Count: {} ".format(len(np.unique(labels)) - 1 ))
for label in np.unique(labels):
if label == 255:
continue
mask = np.zeros(D.shape, dtype="uint8")
mask[labels == label] = 255
cnts = cv2.findContours(mask.copy(), cv2.RETR_EXTERNAL,
cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)
cnts = imutils.grab_contours(cnts)
c = max(cnts, key=cv2.contourArea)
((x, y), r) = cv2.minEnclosingCircle(c)
cv2.circle(image, (int(x), int(y)), int(r), (255, 61, 139), 1,5)
cv2.putText(image, "{}".format(label), (int(x) - 4, int(y)),
cv2.FONT_HERSHEY_COMPLEX, 0.45, (0, 0, 155), 1)
cv2.imshow("Count WAT", image)
cv2.waitKey()
```

2) Source Code GUI

```
import sys
import cv2
from skimage.feature import peak_local_max
from skimage.segmentation import watershed
from scipy import ndimage
import numpy as np
import imutils
btn_down = False
from PyQt5 import QtWidgets
from PyQt5.QtWidgets import QDialog, QApplication, QFileDialog, QLCDNumber
from PyQt5.uic import loadUi
from PyQt5.QtGui import QPixmap
class MainWindow(QDialog):
    def __init__(self):
        super(MainWindow,self).__init__()
        loadUi("TA_FinalGUI_3.ui",self)
        self.lcd = QLCDNumber()
        self.browse.clicked.connect(self.browsefiles)
        self.counting.clicked.connect(self.countingfile)
    def browsefiles(self):
        fname=QFileDialog.getOpenFileName(self, 'Open file', 'D:\codefirst.io\PyQt5 tutorials\Browse Files', 'Images (*.png, *.xmp *.jpg *.PNG)')
        self.filename.setText(fname[0])
        imagepath = fname[0]
        image_path = cv2.imread(fname[0])
        gray = cv2.cvtColor(image_path, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
        cv2.imwrite("images/gray.png", gray)
```

```

thresh = cv2.threshold(gray, 0, 255, cv2.THRESH_BINARY
+cv2.THRESH_OTSU )[1]

cv2.imwrite("images/threshold.png", thresh)

img_mop = cv2.morphologyEx(thresh, cv2.MORPH_CLOSE,
cv2.getStructuringElement(cv2.MORPH_ELLIPSE, (1, 1)))

img_mop = cv2.morphologyEx(img_mop,
cv2.MORPH_OPEN, cv2.getStructuringElement(cv2.MORPH_ELLIPSE, (15,
15)))

D = ndimage.distance_transform_edt(img_mop)

localMax = peak_local_max(D, indices=False, min_distance=10,
labels=img_mop)

cv2.imwrite("images/ndimage.png", D)

markers = ndimage.label(localMax, structure=np.ones((3, 3)))[0]

labels = watershed(-D, markers, mask=img_mop)

print("White Adipose Count: {} ".format(len(np.unique(labels)) -1 ))

self.filename_3.setText(format(len(np.unique(labels)) -1 ))

for label in np.unique(labels):

    if label == 255:

        continue

    mask = np.zeros(D.shape, dtype="uint8")

    mask[labels == label] = 255

    cnts = cv2.findContours(mask.copy(), cv2.RETR_EXTERNAL,
cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)

    cnts = imutils.grab_contours(cnts)

    c = max(cnts, key=cv2.contourArea)

    ((x, y), r) = cv2.minEnclosingCircle(c)

    cv2.circle(image_path, (int(x), int(y)), int(r), (255, 61, 139), 1,5)

    cv2.putText(image_path, "{}".format(label), (int(x) - 4,
int(y)), cv2.FONT_HERSHEY_COMPLEX, 0.45, (0, 0, 155), 1)

cv2.imwrite("images/Count_WAT.png", image_path)

Or = imagepath

```

```

gy = 'images/gray.png'

th = 'images/threshold.png'

nd = 'images/ndimage.png'

pixmap = QPixmap(Or)

self.OR_Image.setPixmap(QPixmap(pixmap))

pixmap = QPixmap(gy)

self.GY_Image.setPixmap(QPixmap(pixmap))

pixmap = QPixmap(th)

self.TH_Image.setPixmap(QPixmap(pixmap))

pixmap = QPixmap(nd)

self.ND_Image.setPixmap(QPixmap(pixmap))

def countingfile(self):

    image= cv2.imread("images/Count_WAT.png", 1)

    def get_points(im)

        data = { }

        data['im'] = im.copy()

        data['lines'] = []

        cv2.imshow("Image", im)

        cv2.setMouseCallback("Image", mouse_handler, data)

        cv2.waitKey(0)

        points = np.uint16(data['lines'])

        return points, data['im']

    def mouse_handler(event, x, y, flags, data):

        global btn_down

        if event == cv2.EVENT_LBUTTONUP and btn_down:

            btn_down = False

            data['lines'][0].append((x, y))

            cv2.circle(data['im'], (x, y), 3, (0, 0, 255),5)

```

```

cv2.line(data['im'], data['lines'][0][0], data['lines'][0][1], (0,0,255), 2)

cv2.imshow("Image", data['im'])

elif event == cv2.EVENT_MOUSEMOVE and btn_down:

    image = data['im'].copy()

    cv2.line(image, data['lines'][0][0], (x, y), (0,0,255), 1)

    cv2.imshow("Image", image)

elif event == cv2.EVENT_LBUTTONDOWN and len(data['lines']) < 2:

    btn_down = True

    data['lines'].insert(0,[(x, y)]) #prepend the point

    cv2.circle(data['im'], (x, y), 3, (0, 0, 255), 5, 16)

    cv2.imshow("Image", data['im'])

    pts, final_image = get_points(image)

    data = pts.tolist()

    data1 = data[0]

    data2 = data[1]

    data1_1 = data1[0]

    data1_2 = data1[1]

    data2_1 = data2[0]

    data2_2 = data2[1]

    matriks1_a = data1_1[0]

    matriks1_b = data1_1[1]

    matriks1_c = data1_2[0]

    matriks1_d = data1_2[1]

    matriks2_a = data2_1[0]

    matriks2_b = data2_1[1]

    matriks2_c = data2_2[0]

    matriks2_d = data2_2[1]

    self.lcdNumber.display(matriks1_a)

```

```

self.lcdNumber_2.display(matriks1_b)
self.lcdNumber_3.display(matriks1_c)
self.lcdNumber_4.display(matriks1_d)
self.lcdNumber_7.display(matriks2_a)
self.lcdNumber_6.display(matriks2_b)
self.lcdNumber_5.display(matriks2_c)
self.lcdNumber_8.display(matriks2_d)

a = np.array([[matriks1_a,matriks1_b],[matriks1_c,matriks1_d]])

b = np.array([[matriks2_a,matriks2_b],[matriks2_c,matriks2_d]])

dist = np.linalg.norm(a-b)

self.lcdNumber_9.display(dist)

cv2.imshow('Image', final_image)

cv2.imwrite('images\count.png', final_image)

cv2.waitKey(0)

final_image='images\count.png'

pixmap = QPixmap(final_image)

self.Counting_layer.setPixmap(QPixmap(pixmap))

app=QApplication(sys.argv)

mainwindow=MainWindow()

widget=QtWidgets.QStackedWidget()

widget.addWidget(mainwindow)

widget.setFixedWidth(1500)

widget.setFixedHeight(1000)

widget.show()

sys.exit(app.exec_())

```