

**EB234908    PENGOLAHAN CITRA MEDIKA**  
**INDIVIDUAL FINAL PROJECT REPORT**  
**CORPUS CALLOSUM MRI IMAGE DETECTION**



**Name : Leony Purba**

**Student ID No. : 5023211013**

**Group :C Medical Imaging and Medical Image Processing**

**Lecturer :**

**Nada Fitriyatul Hikmah, S.T., M.T.**

**BIOMEDICAL ENGINEERING DEPARTMENT**  
**INSITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**SURABAYA**

**2024**

## **BAB 1. PENDAHULUAN**

Otak terdiri dari beberapa bagian-bagian yang memiliki peran penting dalam koordinasi dan pemrosesan di otak. Salah satunya adalah Corpus Callosum. Corpus Callosum adalah bagian otak yang terdiri dari serabut putih yang menghubungkan hemisfer kiri dan kanan, memungkinkan dan komunikasi antarahemisfer yang esensial bagi fungsi neurologis. Berbagai gangguan seperti autisme, skizofrenia dan Alzheimer diketahui memiliki keterkaitan dengan corpus callosum dari citra MRI menjadi penting dalam diagnosis dini dalam penelitian penyakit yang melibatkan gangguan fungsi otak. Dalam menganalisis penyakit terdapat berbagai teknik pencitraan yang biasa dipakai, diantaranya yaitu *Magnetic Resonance Imaging*. *Magnetic Resonance Imaging (MRI)* adalah teknik pencitraan non-invasif yang banyak digunakan dalam kedokteran untuk memperoleh gambaran detail dari jaringan lunak, termasuk otak. MRI memungkinkan visualisasi yang jelas dari struktur otak sehingga mendukung analisis lebih lanjut pada area spesifik seperti corpus callosum. Proses deteksi corpus callosum dari citra yang canggih untuk memastikan bagian tersebut dapat diidentifikasi dengan tepat, meskipun bentuk dan ukuran corpus callosum dapat bervariasi pada tiap individu.

Pada proyek ini, digunakan berbagai metode segmentasi seperti thresholding, model berbasis deteksi tepi, filtering, dan morphology filter. Laporan ini bertujuan untuk mendeskripsikan proses dan metode yang diterapkan dalam mendeteksi corpus callosum dari citra MRI menggunakan program berbasis Python.

## **BAB II**

### **LITERATURE REVIEW**

#### **2.1 Corpus callosum**

Corpus callosum adalah struktur penting dalam otak manusia yang terdiri dari serat myelinated yang menghubungkan dua belahan otak, yaitu belahan kiri dan kanan. Struktur ini berbentuk busur dengan konveksitas ke atas dan berfungsi sebagai jalur komunikasi utama antara kedua hemisfer, memungkinkan pertukaran informasi yang diperlukan untuk fungsi kognitif dan motorik yang terkoordinasi. Corpus callosum terdiri dari beberapa bagian, termasuk splenium, trunk (badan), genu, dan rostrum, yang masing-masing memiliki peran spesifik dalam menghubungkan area-area tertentu di otak, seperti area yang terkait dengan bahasa dan motorik.

Dysfungsi pada corpus callosum dapat menyebabkan berbagai gangguan neurologis, seperti agenesis corpus callosum, di mana terdapat ketidakberadaan sebagian atau seluruh struktur ini sejak lahir. Gangguan ini dapat mempengaruhi kemampuan komunikasi antara hemisfer, yang berpotensi mengakibatkan masalah dalam memori, pengolahan informasi, dan kontrol motorik. Penelitian menunjukkan bahwa perubahan struktural pada corpus callosum juga terkait dengan kondisi seperti autisme, gangguan obsesif-kompulsif, dan skizofrenia, menyoroti pentingnya struktur ini dalam kesehatan mental dan neurologis.

#### **2.2 Mri imaging**

Magnetic Resonance Imaging (MRI) adalah teknik pencitraan non-invasif yang sangat canggih dan banyak digunakan dalam diagnostik medis untuk menghasilkan gambar tiga dimensi yang detail dari struktur anatomi tubuh. MRI sangat efektif untuk pencitraan jaringan lunak, seperti otak, sumsum tulang belakang, otot, dan sendi, serta sangat berguna dalam mengidentifikasi, mendiagnosis, dan memantau berbagai penyakit dan kondisi. MRI bekerja berdasarkan prinsip penyelarasan proton dalam jaringan tubuh, yang secara alami mengandung air dan karenanya atom hidrogen, dengan medan magnet kuat yang dihasilkan oleh mesin MRI. Setelah proton-proton ini selaras, pulsa frekuensi radio diterapkan untuk mengganggu penyelarasan tersebut sementara, menstimulasi proton dan menyebabkan mereka berputar keluar dari keseimbangan. Saat pulsa dihentikan, proton-proton tersebut perlahan-lahan kembali selaras dengan medan magnet, melepaskan energi dalam prosesnya. Sensor MRI mendeteksi energi yang dilepaskan ini, dan karena berbagai jenis jaringan dalam tubuh selaras kembali dengan laju yang berbeda dan melepaskan jumlah energi yang berbeda, sistem MRI dapat membedakan berbagai jenis jaringan, sehingga menghasilkan gambar yang menunjukkan perbedaan halus dalam komposisi jaringan.

MRI juga unik karena, tidak seperti sinar-x atau computed tomography (CT), MRI tidak mengandalkan radiasi pengion, sehingga lebih aman untuk digunakan berulang kali, terutama di area sensitif seperti otak. Sebaliknya, MRI menggunakan medan magnet dan gelombang radio untuk menghasilkan gambar, menjadikannya pilihan utama untuk kebutuhan pencitraan jangka panjang dalam pemantauan pasien, terutama dalam penilaian neurologis, muskuloskeletal, dan kardiovaskular. Untuk lebih meningkatkan kejelasan gambar, terutama dalam kasus di mana detail halus sangat penting, agen kontras yang mengandung gadolinium dapat disuntikkan ke dalam aliran

darah. Agen ini mempercepat laju penyalarsan kembali proton dengan medan magnet, meningkatkan kecerahan gambar di area tertentu dan memperlihatkan struktur atau kelainan dengan lebih jelas. Dalam aplikasi neurologis, MRI memungkinkan para klinisi membedakan materi putih dari materi abu-abu, yang membantu dalam diagnosis gangguan otak seperti tumor, aneurisma, dan multiple sclerosis. Salah satu bentuk MRI khusus, yaitu functional Magnetic Resonance Imaging (fMRI), mengukur aktivitas otak dengan memantau tingkat oksigen dalam darah sebagai respons terhadap tugas-tugas kognitif. Teknik ini menyoroti area aktif di otak, sehingga mendukung penelitian fungsi otak dan membantu perencanaan bedah saraf dengan mengidentifikasi area penting yang terlibat dalam fungsi seperti bicara atau gerakan. Ketepatan MRI dalam memvisualisasikan jaringan lunak menjadikannya sangat berharga dalam mendiagnosis cedera sendi dan otot, kondisi sumsum tulang belakang, dan masalah organ dalam, sehingga menetapkan sebagai alat penting dalam pencitraan medis modern.

### **2.3 Image filtering**

*Image Filtering* adalah proses dasar dalam pemrosesan citra yang melibatkan perubahan intensitas piksel untuk menonjolkan atau mengurangi fitur tertentu dalam gambar. Filter, atau kernel, berupa matriks kecil yang diaplikasikan ke berbagai wilayah citra melalui operasi matematis. Filter ini dibagi menjadi dua kategori utama, yaitu filter linier dan non-linier. Filter linier, seperti Gaussian untuk perataan dan Laplacian untuk penajaman, menggunakan operasi linier dan menghasilkan nilai output dari penjumlahan terboboti piksel di sekitar. Filter ini berguna dalam pengurangan noise, pemburaman, penajaman, dan deteksi tepi, membuatnya sangat efektif dalam pra-pemrosesan citra. Filter non-linier, seperti filter median dan bilateral, menerapkan operasi non-linier yang memperhitungkan hubungan piksel lokal, sehingga cocok untuk mengurangi noise sambil mempertahankan detail. Filter median, misalnya, sangat baik untuk menghilangkan noise salt-and-pepper, sedangkan filter bilateral menjaga tepi tetap tajam saat mereduksi noise. Sifat non-linier dari filter ini menjadikannya pilihan unggul dalam aplikasi di berbagai bidang, termasuk pencitraan medis, visi komputer, dan fotografi, terutama dalam situasi yang tidak dapat diatasi oleh filter linier.

### **2.4 Image Thresholding**

Thresholding citra adalah teknik dasar dalam pemrosesan citra yang dirancang untuk membagi citra menjadi beberapa wilayah berdasarkan intensitas piksel. Proses ini melibatkan penentuan nilai threshold tertentu, di mana piksel yang berada di atas nilai tersebut diklasifikasikan ke dalam satu kategori, sedangkan piksel yang berada di bawahnya dikategorikan ke dalam kategori lain. Terdapat dua jenis thresholding utama yang sering digunakan: thresholding global dan thresholding lokal (adaptif). Thresholding global adalah pendekatan sederhana yang menerapkan satu nilai threshold untuk seluruh citra, yang efektif jika terdapat perbedaan yang jelas antara intensitas latar depan dan latar belakang. Sebaliknya, thresholding lokal atau adaptif menerapkan nilai threshold yang berbeda pada berbagai wilayah dalam citra, sehingga dapat menyesuaikan perbedaan pencahayaan dan kontras di area yang bervariasi. Pemilihan metode thresholding yang tepat bergantung pada karakteristik citra, termasuk distribusi intensitas, variasi lokal, dan hasil segmentasi yang diinginkan. Metode thresholding otomatis sangat berharga ketika penentuan threshold optimal secara manual tidak praktis, karena dapat menyesuaikan diri dengan kondisi citra yang

beragam. Secara keseluruhan, metode thresholding ini menyediakan perangkat yang beragam untuk segmentasi citra, di mana masing-masing metode memiliki kekuatan dan kesesuaian tersendiri untuk jenis atau skenario citra tertentu. Pilihan metode sangat mempengaruhi efektivitas segmentasi citra dan analisis selanjutnya.

## **2.5 Morphological Filters**

Filter morfologi, yang berlandaskan pada morfologi matematika, merupakan alat penting dalam pemrosesan citra yang memanfaatkan operasi seperti dilasi dan erosi untuk memanipulasi karakteristik struktural objek dalam citra. Dilasi adalah operasi yang memperlebar atau menebalkan batas objek dengan menggeser elemen struktur di seluruh citra, berguna untuk menggabungkan bagian-bagian objek yang terfragmentasi, mengisi celah, dan memperbesar ukuran objek tanpa mengubah bentuk aslinya. Sementara itu, erosi berfungsi untuk menipiskan atau mengikis batas objek dengan cara yang sistematis, membantu mengurangi noise, memisahkan objek yang berdekatan, dan mengecilkan ukuran objek, sambil tetap menjaga bentuk aslinya.

Selain dilasi dan erosi, operasi morfologi seperti opening dan closing menawarkan pendekatan lebih halus dalam pemrosesan citra. Opening, yang merupakan kombinasi dari erosi diikuti oleh dilasi, berguna untuk menghilangkan objek kecil dan detail halus, serta menghaluskan batas objek. Sebaliknya, closing, yang menggabungkan dilasi diikuti oleh erosi, membantu menyambungkan bagian-bagian yang terputus dan mengisi celah, sehingga menciptakan objek yang lebih solid. Filter morfologi ini memiliki aplikasi yang luas dalam pengurangan noise, segmentasi objek, dan analisis bentuk, berkontribusi signifikan pada deteksi tepi dan memperjelas batas objek, menjadikannya alat yang berharga dalam berbagai domain pemrosesan citra.

### BAB III RESULT AND DISCUSSION

Merealisasikan sebuah program untuk mendeteksi Corpus Callosum dalam gambar MRI dengan menggunakan beberapa metode, disimpulkan bahwa Corpus Callosum dapat dideteksi dan fitur-fitur dapat diekstraksi untuk analisis lebih lanjut. Berikut adalah library yang digunakan pada program. Library yang digunakan termasuk image processing dan ekstraksi fitur.

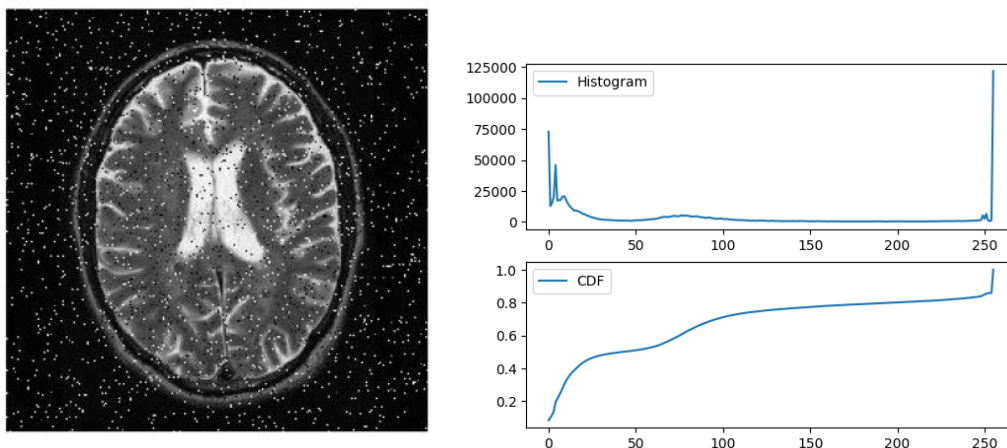
```
import numpy as np
import scipy.ndimage as ndi
from skimage import io, img_as_ubyte, color, exposure, filters, feature,
morphology
import matplotlib.pyplot as plt
import skimage.exposure as ex
import matplotlib.pyplot as plt
from skimage.measure import regionprops, label
import math
```

Kemudian citra yang akan dipakai dipanggil menggunakan kode berikut :

```
im = io.imread('mri.jpg')
print('Data type:', im.dtype)
print('Min. value:', im.min())
print('Max value:', im.max())
print('shape:', im.shape)

plt.imshow(im)
plt.axis('off')
plt.show()
```

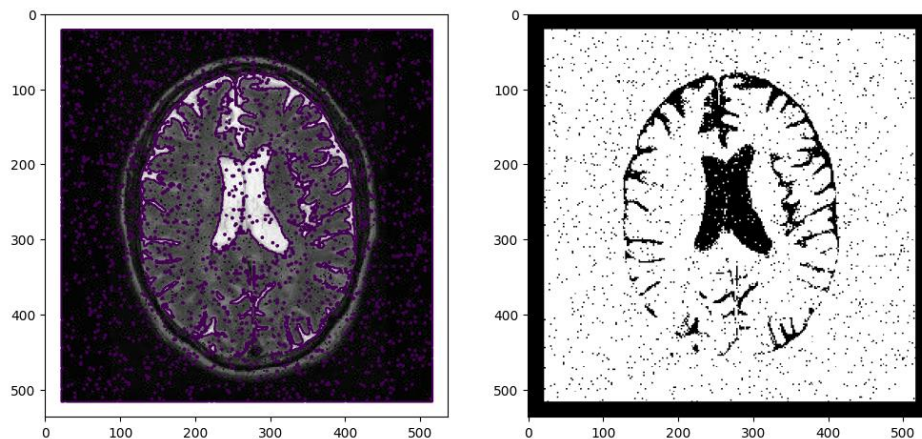
Sehingga didapatkan hasil gambar original gambar MRI yang akan digunakan dan di plot histogramnya.



Gambar kemudian diubah menjadi Grayscale dan dikonversi tipe datanya menjadi uint8. Selanjutnya dilakukan tahap thresholding, yaitu otsu thresholding. Pada program ini, digunakan nilai yang secara otomatis terdeteksi menggunakan kode berikut:

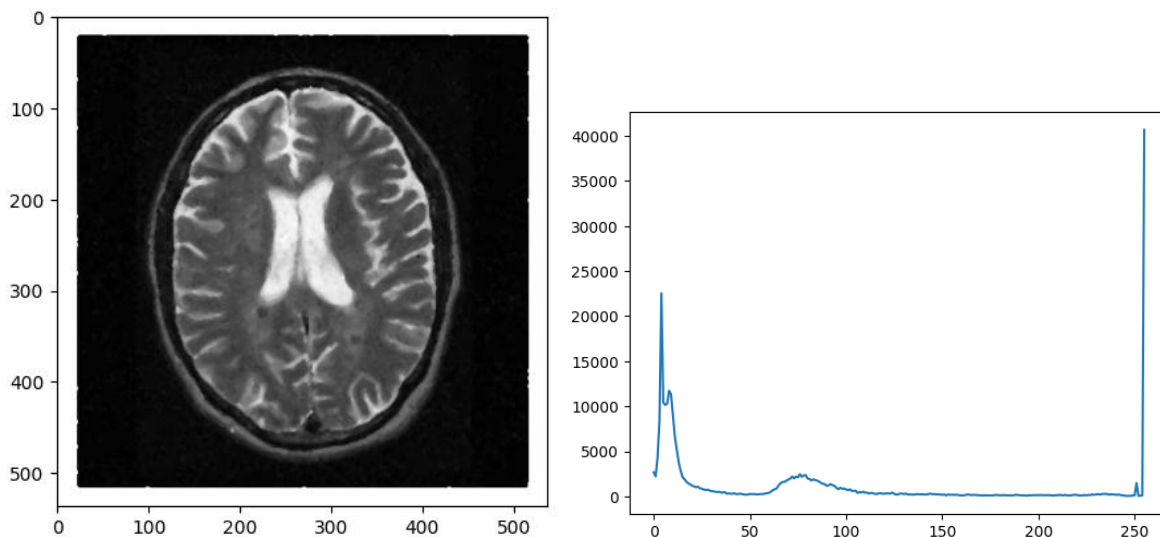
```
threshold = filters.threshold_otsu(img) #deteksi otomatis nilai threshold yg
pas
threshold
# Squeeze the dimensions of img
img = np.squeeze(img)
```

Sehingga didapatkan output gambar yang sudah terdeteksi objeknya, namun gambar terlihat masih banyak noise, sehingga noisenya ikut terdeteksi thresholding. Berikut citra yang sudah di threshold.



Oleh karena gambar yang diberikan threshold masih mendeteksi noise, maka gambar di *filtering* menggunakan median filter dengan *size* 5x5. Angka tersebut didapatkan berdasarkan penugasan sebelumnya yang membandingkan hasil *filtering* citra dengan ukuran 1, 5, dan 10. Gambar yang paling bersih ialah 5 karena pada ukuran 10x10 hasil citra sangat blur. Berikut kode yang digunakan dan output yang dihasilkan dan histogramnya.

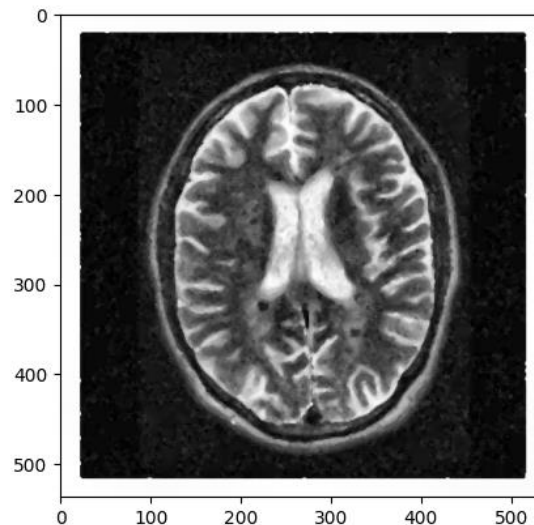
```
median_filtered_image = filters.median(img, np.ones((5, 5)))
plt.imshow(median_filtered_image, cmap='gray')
```



Kemudian, citra tersebut ditajamkan dengan menggunakan *Adaptive Histogram Equalization* supaya kontrasnya lebih tinggi dan gambar tidak blur. Berikut kode dan gambar yang sudah di-AHE.

```
img_hieq = exposure.equalize_adapthist(median_filtered_image,
clip_limit=0.01)*255 # Biasanya 0.01
img_hieq = img_hieq.astype('uint8')

plt.imshow(img_hieq, cmap='gray')
```



Setelah gambar lebih kontras, kemudian gambar dideteksi tepinya dan diberikan kontur untuk menunjukkan perubahan signifikan dalam intensitas piksel dalam citra. Pada tahap ini, gambar juga. Berikut kode dan output gambar yang dihasilkan. Kode tersebut mendeteksi tepi pada gambar yang sudah difilter median menggunakan metode *Canny* dan menghitung ambang batas optimal dengan metode Otsu untuk memisahkan objek dari latar belakang. Hasil deteksi tepi disimpan dalam edges canny, dan nilai ambang batas disimpan dalam threshold2, yang kemudian ditampilkan. Dan secara otomatis juga didapatkan nilai dari otsu threshold yaitu 134.

```
edges_canny = feature.canny(median_filtered_image)

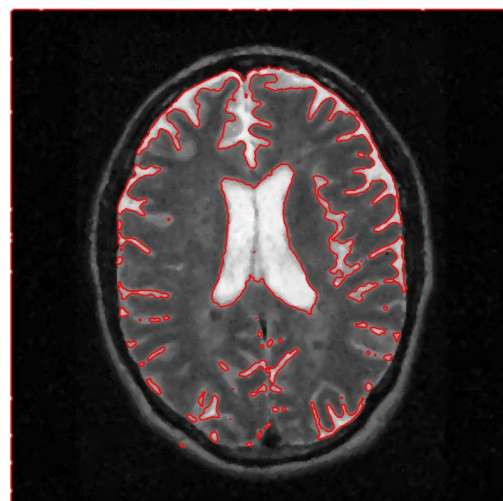
# Apply Otsu's thresholding
threshold2 = filters.threshold_otsu(median_filtered_image)
print("Otsu's threshold value:", threshold2)

fig, axes = plt.subplots(1, 2, figsize=(16, 8))
```

Canny Edge Detection



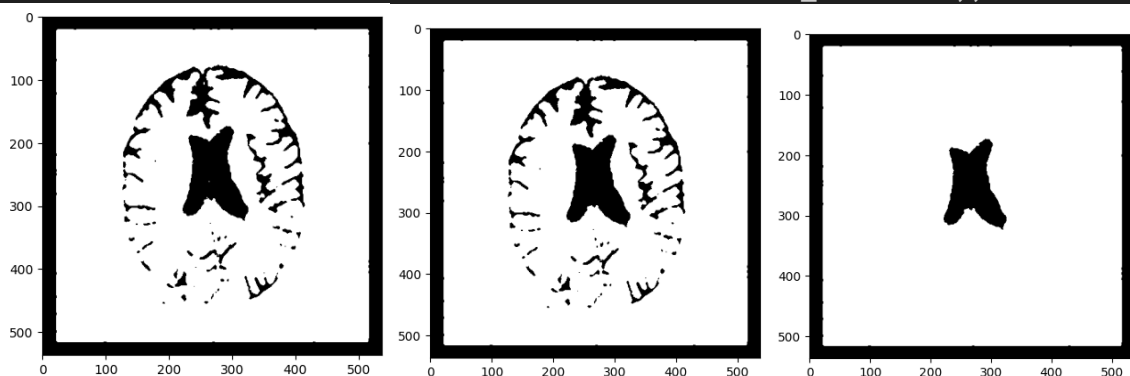
Contours of Median Filtered Image





Selanjutnya menerapkan threshold pada gambar yang sudah di median filter dan disimpan dalam binary image. Putih jika intensitasnya di bawah threshold dan hitam jika intensitas nilai piksel diatasnya. Kemudian gambar diberikan morfologi filter, yaitu untuk menghilangkan objek-objek kecil dari gambar sekitar corpus callosum dan mengisi lubang kecil di dalam objek besar pada gambar. Adapun kode dan urutan gambar dibawah yaitu *Binary Image*, *Remove small Object*, dan *Fill small holes*.

```
#Set to binary image
binary_image = median_filtered_image < threshold2
#Remove small objects
only_large_blobs = morphology.remove_small_objects(binary_image, min_size=300)
plt.imshow(only_large_blobs, cmap='gray')
only_large = np.logical_not(morphology.remove_small_objects(
    np.logical_not(only_large_blobs),
    min_size=8000))
```



Proses terakhir yaitu labelling. Pada labelling, sebelumnya divalidasi seberapa banyak objek yang akan di deteksi. Berikut kode yang digunakan dan output yang dihasilkan. Baru kemudian diukur.

```
labels, nlabels = ndi.label(image_segmented)

label_arrays = []
#for label_num in range(1, nlabels+1):
#    label_mask = np.where(labels == label_num, 1, 0)
#    label_arrays.append(image_segmented)

print('There are {} separate components / objects detected.'.format(nlabels))
```

There are 1 separate components / objects detected.

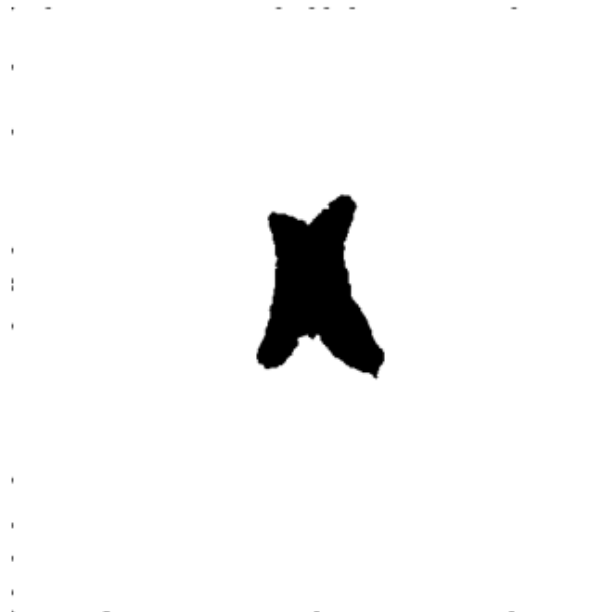
```
# fig, axes = plt.subplots(nrows=1, ncols=1, figsize=(10,6))
fig = plt.figure(figsize=(6, 4))

obj_index = ndi.find_objects(labels)[0] # Change index as needed (e.g., [0]
for the first object)
cell = image_segmented[obj_index]
```

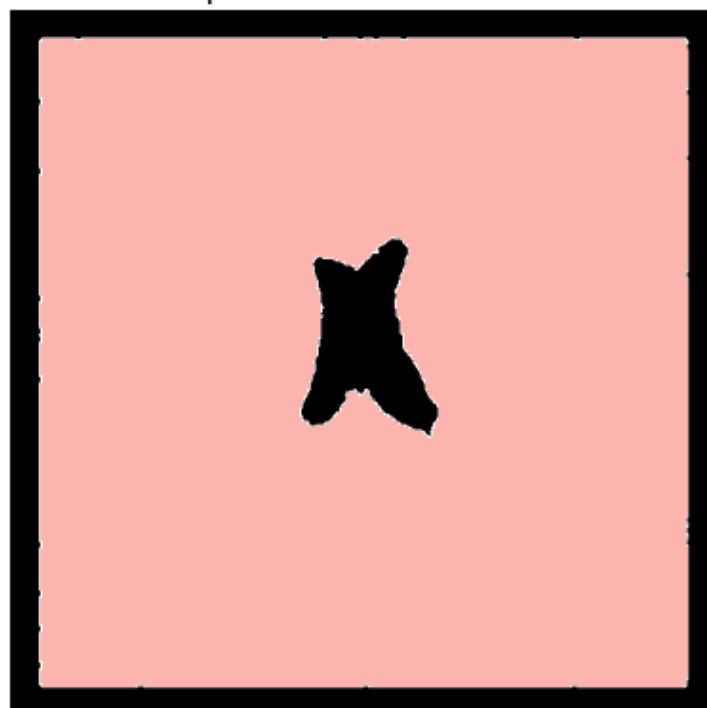
```
plt.imshow(cell, cmap='gray')
plt.axis('off')
plt.title('Label #1\nSize: {}'.format(cell.shape))
    # plt.set_title('Label #{}\nSize: {}'.format(ii+1, cell.shape))

plt.tight_layout()
plt.show()
```

Label #1  
Size: (496, 495)



Corpus Callosum Detected



## **BAB IV**

### **KESIMPULAN**

Kesimpulannya, proses deteksi *corpus callosum* melibatkan penyaringan gambar awal menggunakan filter median, deteksi tepi menggunakan metode Canny, penerapan ambang batas Otsu untuk memisahkan objek dari latar belakang, penghilangan objek kecil agar hanya bagian besar yang tersisa, dan akhirnya pengisian lubang kecil dalam objek besar untuk mendapatkan segmentasi yang bersih dan utuh dari *corpus callosum*.

## **BAB IV**

### **DAFTAR PUSTAKA**

Madan CR, Kensinger EA. Cortical complexity as a measure of aging brain health: *a network analysis of the corpus callosum*. *NeuroImage*. 2017;174:47-57.  
Doi:10.1016/j.neuroimage.2018.02.004.

Chakraborty, Uddalak & Pal, Jyotirmoy. (2019). *Corpus Callosum Anatomy and Dysfunction*.

National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering. Magnetic Resonance Imaging (MRI) [Internet]. Bethesda (MD): U.S. *Department of Health and Human Services*; 2019 [cited 2024 Nov 1].