

## BAB 3

### METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada bulan april 2023 sampai Mei 2024. Pembuatan bahan dan uji degradabilitas di laboratorium *Basic Science* IT Telkom Purwokerto. Proses pencetakan 3D Print di laboratorium Egronomi IT Telkom Purwokerto. Proses karakterisasi sampel seperti FTIR di laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro Semarang, dan pengujian tarik dilakukan di laboratorium politeknik ATMI Surakarta.

#### 3.1 ALAT DAN BAHAN PENELITIAN

Pada penelitian ini tentunya memiliki alat dan bahan. Berikut Alat yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

**Tabel 3. 1 Alat dan Bahan Penelitian.**

NO	Alat/Bahan	Spesifikasi/Keterangan
1	<i>Blander, meshmixer, Onshape, dan ultimaker cura.</i>	<i>Software</i> Versi 2022, Versi 3.5, dan Versi 3.6.1
2	<i>Silicone Rtv H-00</i>	Berbentuk cairan gel dan tidak berbau. Bahan utama untuk sintesis sampel, didapat dari <i>online</i> gjshop2016.
3	Katalis /pengeras	Berbentuk cairan, bau agak menyengat, dan aman bila terkena kulit.
4	Methanol PA	Berbentuk cairan, bau agak menyengat, tidak berbahaya bagi tubuh. Digunakan untuk melarutkan TiO <sub>2</sub> . Didapat dari <i>online</i> Beli kimia jogja.

NO	Alat/Bahan	Spesifikasi/Keterangan
5	Serbuk Titanium dioksida	Berbentuk serbuk putih, meninggalkan bekas putih bila terkena kulit, tidak berbahaya. Didapat dari <i>online</i> Rofa Laboratorium Centre.
6	Sunlu 3D PLA + <i>Filament</i>	Berbentuk gulungan berdiameter putih 1,75mm. Didapat dari online Fine today shop.
7	eSun Resin PLA	Berbentuk cairan kental, bau agak menyengat, tidak beracun. Didapat dari <i>online</i> 3D Zaiku Indonesia.
8	Anycubic 4Max	Penggunaan <i>anycubic 4max</i> pada penelitian ini sebagai alat untuk mencetak spesimen.
9	Halot Mage pro	Penggunaan <i>Halot-Mage pro</i> pada penelitian ini sebagai alat untuk mencetak <i> mold</i> telinga.
10	Neraca digital analitik	Penggunaan neraca analitik pada penelitian ini sebagai alat untuk menimbang serbuk dan bahan penelitian.
11	Gelas beaker	Penggunaan <i> gelas beaker</i> pada penelitian ini sebagai tempat untuk aktifitas bahan-bahan kimia.
12	Hot Plate <i>Magnetic Stirrer</i>	Penggunaan <i> hot plate magnetic stirrer</i> pada penelitian ini sebagai alat untuk mengaduk dan menghomogenkan larutan.
13	Pipet tetes	Penggunaan Pipet tetes pada penelitian ini untuk mengambil cairan.
14	Spatula logam	Penggunaan Spatula logam pada penelitian ini untuk mengambil serbuk.
15	<i>Perkin Elmer Spectrum 10.03.06</i>	Alat instrumen karakterisasi yang digunakan untuk merekam dan menganalisis spektrum sampel.

NO	Alat/Bahan	Spesifikasi/Keterangan
16	Alat <i>Tensile Test</i> <i>standart ISO527/</i> ASTM D638	Alat instrumen karakterisasi yang digunakan untuk menentukan sifat mekanik dari sampel pengujian.

Setelah menetapkan alat dan bahan, selanjutnya langkah-langkah dalam proses fabrikasi *auricular prosthesis* akan dijelaskan secara rinci. Tahap ini penting untuk membantu peneliti menyelaraskan desain penelitian dengan tujuan penelitian yang telah ditetapkan. Ini memastikan bahwa semua elemen penelitian berkontribusi secara langsung terhadap mencapai tujuan penelitian yang ditentukan. Dengan demikian, proses ini tidak hanya menjadi sebuah eksperimen, melainkan suatu rangkaian langkah yang terstruktur dan terukur.

### 3.2 VARIABEL PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan beberapa variabel sebagai berikut :

1. Variabel bebas: variasi *Silicone* RTV H-00/Nanopartikel  $TiO_2$  sebesar 2%, 4%, 6 % (presentase Nanopartikel  $TiO_2$  merujuk pada jurnal[31].
2. Variabel kontrol : variasi *silicone* H-00/Nanopartikel  $TiO_2$  0%, durasi *stirring*, *molding*, dan *curing*.
3. Variabel terikat : hasil karakterisasi uji FTIR, uji tarik, dan uji degradabilitas.

Kelompok penelitian pada tahap karakterisasi sampel *silicone /TiO<sub>2</sub> nanoparticle*, diantaranya

1. Kelompok perlakuan (k0): *silicone* RTV H-00 dengan volume *silicone* 10 gram.
2. Kelompok perlakuan 1(k1): *silicone* RTV H-00 /  $TiO_2$  *nanoparticle*, dengan volume *silicone* 10 gram dan  $TiO_2$  *nanoparticle* 0,2 gram.
3. Kelompok perlakuan 2 (k2): *silicone* RTV H-00/  $TiO_2$  *nanoparticle*, dengan volume *silicone* 10 gram dan  $TiO_2$  *nanoparticle* 0,4 gram.

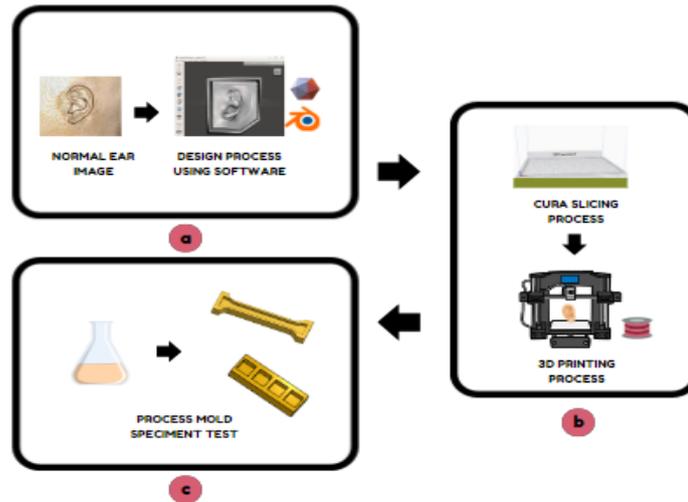
4. Kelompok perlakuan 3 (k3): *silicone* RTV H-00/ *TiO<sub>2</sub> nanoparticle*, dengan volume *silicone* 10 gram dan *TiO<sub>2</sub> nanoparticle* 0,6 gram.

### 3.3 PROSEDUR PENELITIAN

Tahapan dalam pelaksanaan penelitian fabrikasi dan karakterisasi *silicone* RTV H-00/Nanopartikel *TiO<sub>2</sub>* sebagai kandidat untuk *auricular prosthesis* pada kasus *microtia* adalah sebagai berikut.

#### 3.3.1 Fabrikasi *Auricular Prosthesis* menggunakan *3D Printing*

Pembuatan cetakan telinga dilakukan dalam beberapa tahap. Pertama, data tiga dimensi telinga berupa aurikuler diperoleh dari data *CT scan* yang tersedia untuk umum data pasien yang dianonimkan (<https://radiopaedia.org/>) dalam Pencitraan. Kumpulan data yang diperoleh digunakan untuk membuat model digital *prosthesis auricular* tiga dimensi. Pemodelan cetakan menggunakan pemodelan tiga dimensi perangkat lunak seperti *Autodesk Blender* dan *MeshMixer*. Kemudian untuk membuat cetakan spesimen uji dengan menggunakan *OnShape*. Kemudian, *file* model tiga dimensi yang telah dirancang dikonversi ke format *STL* sehingga dapat dibaca oleh *Printer 3D*. Selanjutnya tahap pencetakan mold telinga menggunakan mesin *Halot- Mage pro* dan cetakan spesimen uji menggunakan mesin *Anycubic Printer 4Max* Untuk ‘tinta’ yang digunakan adalah *PLA + (Poly Latic Acid +)*. Prinsip kerja alat ini membentuk benda dengan menambahkan material yang dilelehkan bergerak sesuai dengan perintah dan dengan *temperature* tertentu ,sehingga material yang dilelehkan tersebut akan menumpuk pada *plate* panas hingga tersusun menjadi tumpukan *layer*, kemudian *layer-layer* tersebut akan tersusun membentuk benda 3D sesuai dengan bentuk 3D model yang telah dibuat.

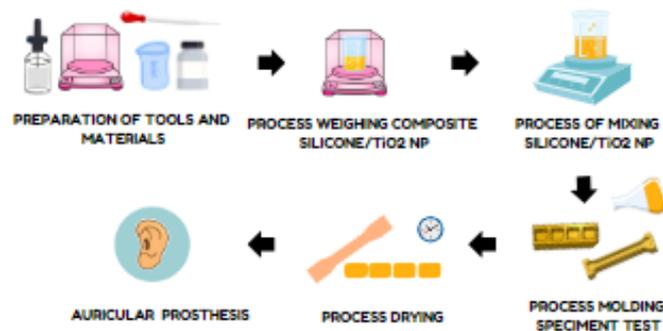


**Gambar 3. 1 Ilustrasi Proses Fabrikasi *Auricular Prosthesis*.**

Gambar 3.1 menampilkan (a) Proses pembuatan *auricular prosthesis* dimulai dengan pemilihan desain awal untuk telinga yang akan dimodelkan. Desain ini berasal dari referensi dataset *CT scan*, Setelah desain awal dipilih, langkah berikutnya adalah membuat model 3D menggunakan perangkat lunak CAD. Ini melibatkan penentuan dimensi tepat dan detail bentuk dan struktur anatomi telinga. Beberapa perangkat lunak CAD yang digunakan *software meshmixer* dan *blender*. (b) Desain 3D kemudian diubah menjadi format yang dapat dibaca oleh *Printer 3D*. Ini melibatkan pemrograman dan persiapan *file* untuk pencetakan. Perangkat lunak *slicing* seperti *Cura* digunakan untuk mempersiapkan *file* tersebut. Proses pencetakan dimulai dengan memasukkan bahan ke dalam *Printer 3D anycubic 4 max. Printer* secara lapisan membangun model secara bertahap sesuai dengan desain yang telah dibuat. Pencetakan dapat memakan waktu berjam-jam tergantung pada kompleksitas dan ukuran model. Setelah pencetakan selesai, model dapat melibatkan tahapan *finishing*. Ini termasuk penghilangan sisa serat di cetakan. (c) proses *molding* pembuatan cetakan yang digunakan untuk menghasilkan salinan atau reproduksi dari suatu objek atau spesimen. Yang sebelumnya telah diolah. Bahan pembuatan *silicone RTV H-00* dan Nanopartikel  $TiO_2$  dengan variasi 0%, 2%, 4%, dan 6% menjadi bahan utama penelitian ini.

### 3.3.2 Pembuatan *Silicone* RTV H-00/Nanopartikel TiO<sub>2</sub>

Proses pembuatan dilakukan di Laboratorium *Basic Science*, Institut Teknologi Telkom Purwokerto. Pembuatan larutan TiO<sub>2</sub> *nanoparticle* dimulai dengan tahap menimbang pelarut methanol sebesar 3 gram dan Nanopartikel TiO<sub>2</sub> 1 gram menggunakan neraca analitik, kemudian dilakukan proses pencampuran menggunakan *magnetic stirrer* selama 6 menit. Selanjutnya proses sintesis *auricular prosthesis* dan spesimen uji dimulai dengan menimbang *silicone* RTV H-00 sebesar 10 gram dan katalis 0,25 gram sebagai part A menggunakan neraca analitik sesuai volume mold yang akan digunakan. Lalu larutan Nanopartikel TiO<sub>2</sub> ditimbang dengan persentase 0%, 2%, 4%, dan 6% terhadap berat total *silicone* sebagai part B. Setelah proses penimbangan bahan selesai, *silicone* part A dicampurkan dengan masing-masing larutan TiO<sub>2</sub> *nanoparticle* sesuai persentase lalu di aduk selama 5 menit. Setelah part A dari *silicone* dan larutan Nanopartikel TiO<sub>2</sub> tercampur, selanjutnya dimasukkan ke dalam *mold* spesimen untuk kemudian dilakukan proses *curing* berlangsung selama 1 hari pada suhu ruang laboratorium 20°C. Selanjutnya sampel masing masing variasi diuji menggunakan pengujian FTIR, uji tarik, dan uji degradabilitas. Data tiap pengujian kemudian dianalisis dan dibandingkan dengan nilai standar pengujian pada penelitian sebelumnya.



**Gambar 3. 2 Ilustrasi Proses Pembuatan Bahan.**

Gambar 3.2 merupakan ilustrasi proses pembuatan bahan *Silicone* RTV H-00 dengan pencampuran bahan aktif nanopartikel TiO<sub>2</sub> dengan variasi 0%, 2%, 4%, dan 6%. Dimulai dari preparasi alat dan bahan penelitian setelah itu menimbang dari masing-masing konsentrasi material yang telah ditentukan lalu

bahan dicampur secara selama 5 menit supaya larutan homogen dan bahan campuran tersebut lalu dituangkan di cetakan spesimen berbahan PLA + sebelum dilakukan penuangan dilakukan pengolesan pada cetakan dengan bio oil dan vaselin sebagai bahan pemisah supaya permukaan spesimen tidak lengket dan memudahkan saat proses pelepasan di cetakan. Pengulangan dengan membuat 12 sampel setelah itu proses pengeringan dan pengerasan tahap ini penting untuk mendapatkan hasil yang kuat dan elastis. Sampel dikeringkan selama 24 jam pada suhu ruang laboratorium 20°C . Bahan sampel yang sudah kering setelah itu di lakukan pengujian seperti uji FTIR, uji tarik, dan uji degradabilitas sehingga mampu untuk dianalisis sebagai kandidat material Nanopartikel TiO<sub>2</sub> pada *silicone* untuk hasil akhir *auricular prosthesis*.

### **3.4 Uji Karakterisasi**

Adapun pengujian karakterisasi yang dilakukan dalam penelitian ini sebagai berikut :

#### **3.4.1 Uji *Fourier Transform Infrared* ( FTIR)**

FTIR menggunakan alat Perkin Elmer Spektrum version 10.03.06 di Laboratorium Terpadu Undip. Metode ATR (*Attenuated Total Reflectance*) dipilih dalam analisis FTIR pada sampel *silicone* karena beberapa keunggulan yang dimilikinya, terutama pada sampel yang tidak transparan. Metode ATR memungkinkan analisis sampel dalam bentuk aslinya tanpa memerlukan persiapan yang rumit atau perubahan signifikan pada sampel. Ini bermanfaat untuk mempertahankan karakteristik fisik dan kimia sampel *silicone*. Uji FTIR dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi yang diuji pada komposit *silicone* RTV H-00 dan Nanopartikel TiO<sub>2</sub> . Uji FTIR dilaksanakan dengan menggunakan spektrofotometer FTIR. Terdapat empat sampel yang akan diuji dengan spektrofotometer FTIR yaitu komposit *silicone* RTV H-00 dan Nanopartikel TiO<sub>2</sub> dengan persentase 0%, 2%, 4%, dan 6% masing masing satu sampel. Karakterisasi menggunakan FTIR dilakukan pada kuvet yang diisi dengan potongan sampel dengan ukuran 2 mm. Hasil dari uji FTIR ialah grafik yang menunjukkan bilangan gelombang dan persentase transmitansi.



**Gambar 3. 3 Alat Perkin Elmer Spektrum versi 10.03.06.**

Gambar 3.3 menampilkan alat uji FTIR menggunakan alat perkin elmer spektrum versi 10.03.06. teknik yang digunakan untuk mendapatkan spektrum *infrared* dari penyerapan atau emisi padatan, cairan, dan gas. Spektrometer FTIR secara bersamaan mengumpulkan data spektral resolusi tinggi rentang spektrum yang luas. Bilangan gelombang pada FTIR menunjukkan panjang gelombang dari radiasi inframerah yang diserap atau dipantulkan oleh sampel. Bilangan gelombang ( $\nu$ , “nu”) diukur dalam satuan *inverse* centimeter ( $\text{cm}^{-1}$ ). Transmittansi dalam FTIR adalah seberapa banyak radiasi inframerah yang diteruskan atau melewati sampel, dan nilainya diukur sebagai fraksi dari intensitas cahaya yang dari sumber. Biasanya, transmittansi diukur sebagai persentase intensitas cahaya yang diteruskan dibandingkan dengan intensitas cahaya yang diterima tanpa adanya sampel.

### **3.4.2 Uji Tarik**

Uji tarik adalah salah satu metode pengujian mekanis yang umum dilakukan untuk mengevaluasi sifat kekuatan dan elastisitas material. Proses uji ini membantu dalam memahami perilaku material saat diberikan beban tarik hingga titik patah. Pengujian tarik dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui sifat mekanik dari *silicone* bila di tambahkan dengan Nanopartikel  $\text{TiO}_2$ . Untuk spesimen menggunakan bentuk *dumbbell-shaped* tipe dua dengan ukuran panjang sekitar 10 cm dan tebal 0,5 cm. Uji tarik dilakukan dengan menggunakan alat uji *tensile strength standart ISO527/ ASTM D638* di laboratorium Pusat Unggulan Teknologi Plastik Politeknik ATMI Surakarta. Sampel mold dengan berdasarkan standart dari bentuk spesimen. Kecepatan *crosshead* diatur pada 100 mm/menit. Sampel diletakan pada setiap ujung dijepit pada posisi atas-bawah mesin.

Kemudian salah satu ujungnya ditarik keatas dengan mesin. Sehingga didapatkan besaran gaya yang diperlukan hingga sampel terputus.



**Gambar 3. 4 Alat *Tensile Test* standart ISO527/ ASTM D638.**

Gambar 3.4 menampilkan Alat *Tensile Test* dengan standart ISO527/ ASTM D638, alat ini digunakan untuk mengukur daya tarikan sampel *silicone* sampai nilai maksimum yang telah ditentukan. Proses pengumpulan data melibatkan pengujian oleh intansi terkait, yang mencangkup data *statistic* dan data *result*. Analisis data perbandingan hasil uji tarik dari berbagai variasi sampel dilakukan menggunakan *Excel* .

### **3.4.3 Uji Degradasi Material**

Untuk mengetahui tingkat degradasi dan mekanisme degradasi sampel *Silicone* RTV H-00 dan Nanopartikel TiO<sub>2</sub> variasi 0, 2%, 4%, dan 6% bila terkena lingkungan yang berbeda dari waktu ke waktu dalam kondisi siklus suhu bergantian, maka dilakukan pengujian *weight loss*. Pengujian dilakukan dengan cara menimbang sampel menggunakan neraca analitik dengan ukuran sampel 1x1 cm selama 7 kali sebanyak 12 sampel. Berikut adalah rumus menghitung rasio rata-rata berat sampel.

$$T = \frac{(S_1 + S_2 + S_3 \dots + S_N)}{N} \quad (3.1)$$

Keterangan :

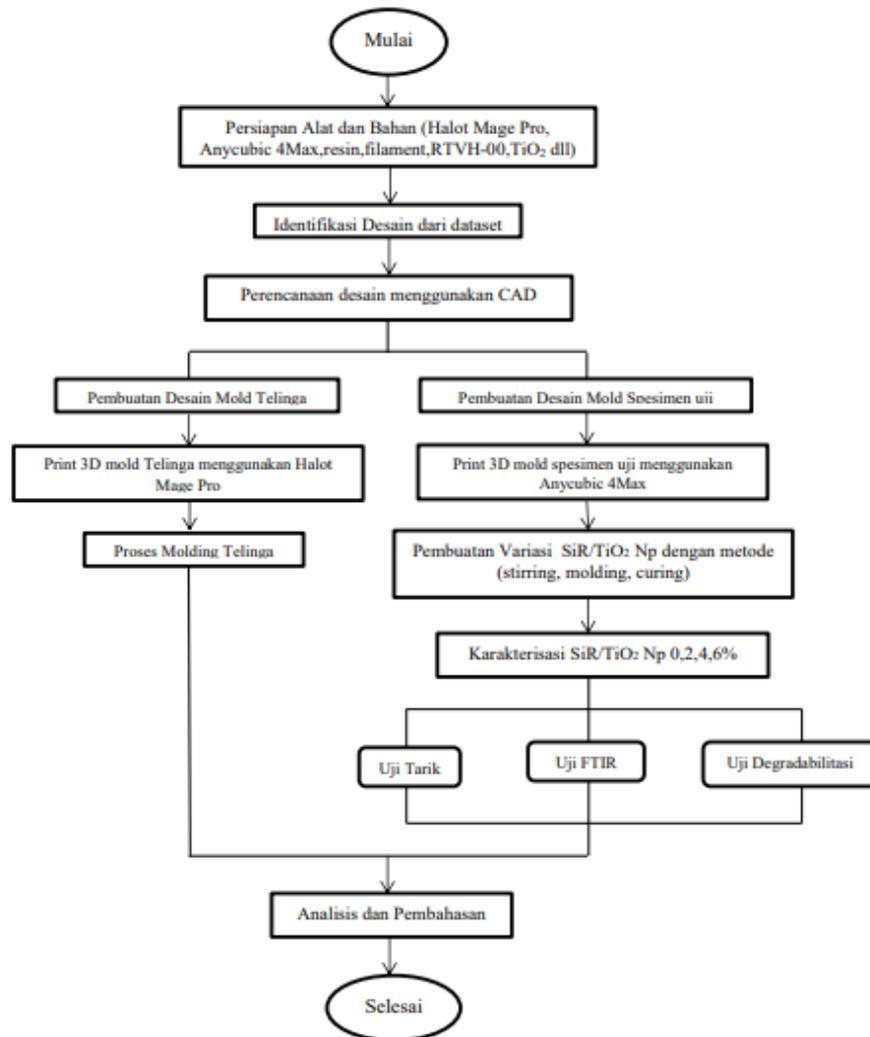
T = Ketebalan Rata-rata

S = Ketebalan Tiap Sampel

N = Jumlah Total Sampel

### 3.5 SKEMA PENELITIAN

Dibawah ini merupakan serangkaian langkah-langkah yang di implementasikan untuk proses penelitian fabrikasi dan karakterisasi *silicone* RTV H-00/ Nanopartikel  $TiO_2$  sebagai kandidat untuk *auricular prosthesis* pada kasus *microtia*. Langkah-langkah berikut ini dirancang untuk memberikan kerangka kerja yang terarah dan sistematis dalam menjalankan penelitian.



Gambar 3. 5 Flowchart Tahapan Penelitian.