

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian eksperimental laboratorium dengan rancangan eksperimen faktorial yang bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh variasi formulasi bahan baku terhadap karakteristik sedotan *biodegradable* yang dihasilkan (Hastarina *et al.*, 2021.) Penelitian ini dilakukan secara sistematis mulai dari tahap penyiapan bahan, pembuatan sedotan dengan komposisi tertentu, hingga tahap pengujian produk yang mencakup uji fisik, uji mekanik, dan uji biodegradabilitas.

Secara keseluruhan, desain penelitian ini bersifat kuantitatif eksperimental, yang bertujuan untuk menemukan hubungan sebab-akibat antara variabel bebas (perbandingan bubur rumput laut dan tepung tapioka) dengan variabel terikat (karakteristik sedotan) (Hasibuan, 2021). Hasil pengujian selanjutnya dianalisis secara statistik maka metode yang paling umum digunakan adalah ANOVA (*Analysis of Variance*), yang berfungsi untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan antar kelompok formulasi. Apabila hasil ANOVA menunjukkan adanya perbedaan nyata, analisis dilanjutkan dengan uji lanjut (*post-hoc test*). Namun, apabila data yang diperoleh tidak berdistribusi normal atau tidak memenuhi asumsi homogenitas varians, maka digunakan uji non-parametrik, yaitu *Kruskal-Wallis*. Pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk menguji hipotesis dan memperoleh hasil yang dapat digeneralisasi, serta mendukung kesimpulan yang lebih akurat dan dapat diandalkan. Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian adalah rancangan RAL (Rancangan Acak Lengkap) terdiri dari 6 perlakuan dan 3 pengulangan (Rahmawati *et al.*, 2020).

3.2 Jadwal Penelitian

3.2.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Sumberdaya Kelautan dan Perikanan (SKP) dan Laboratorium Pengolahan Hasil Perikanan, Universitas

Pendidikan Indonesia (UPI) Kampus Serang yang terletak di Jalan Ciracas No 38, Kecamatan Serang, Kota Serang, Provinsi Banten.

3.2.2 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dalam kurun waktu yang telah direncanakan guna mendukung kelenacaran proses pengumpulan data serta pencapaian tujuan penelitian. Adapun pelaksanaan penelitian dilakukan mulai dari tahap persiapan, trail eror, pengumpula data, hingga analisis, yang berlangsung pada bulan januari hingga Agustus tahun 2025.

Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan

Kegiatan	Bulan 2025							
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags
Menyusun Proposal Skripsi	■	■						
Membuat surat perizinan laboratorium			■					
Tahap Trial dan Error			■	■	■			
Tahap Produksi				■	■	■		
Pengujian Hasil							■	
Sidang Skripsi								■

3.3 Objek

Objek penelitian pada skripsi ini adalah sedotan minum yang diformulasikan menggunakan bahan dasar alami berupa rumput laut *Eucheuma cottonii* sebagai sumber karagenan dan pati tapioka sebagai bahan pengikat utama. Penelitian ini berfokus pada pengembangan beberapa variasi formulasi dari kedua bahan tersebut, dengan tujuan memperoleh komposisi optimal yang menghasilkan sedotan *biodegradable* yang kuat secara mekanik, tahan saat digunakan, namun tetap mudah terurai di lingkungan.

3.4 Alat dan Bahan

3.4.1 Alat

Alat – alat yang digunakan sangat penting karena setiap peralatan memiliki fungsi dan peran tertentu dalam memastikan kualitas serta keberlanjutan produk yang dihasilkan. Alat yang digunakan sebagai berikut:

Tabel 3.2 Alat Penelitian dan Kegunannya

No	Nama	Kegunaan
1.	Gelas Beaker 500 ml	Pengukur air dan pemanas adonan
2.	Gelas Ukur 25 ml	Mengukur volume gliserin
3.	Timbangan Digital	Menimbang bahan – bahan padat
4.	Blender	Menghancurkan dan menghaluskan bahan
5.	Spatula Besi	Mengambil, dan memindahkan bahan
6.	Spatula Silikon	Memindahkan dan meratakan adonan
7.	Spatula Kaca	Pengaduk adonan
8.	<i>Hot Plate</i>	Alat pemanas
9.	Silikon Mat	Alas anti – lengket adonan.
10.	<i>Food Dehydrator</i>	Mengeringkan adonan
11.	Gunting	Memotong sedotan <i>biodegradable</i>
12.	Pisau	Memotong bahan atau adonan sedotan <i>biodegradable</i> .
13.	Penggaris	Mengukur dan menandai panjang sedotan
14.	<i>Tissue</i>	Membersihkan alat – alat kerja
15.	Lap	Membersihkan dan mengeringkan peralatan
16.	Tinwall	Wadah untuk menyimpan sisa adonan
17.	Plastik <i>Wrap</i>	Membungkus sedotan sebelum dan sesudah proses pengeringan
18.	Plastik Wayang	Alas saat proses pembentukan adonan
19.	Sedotan <i>Stainless</i>	Alat bantu cetakan
20.	Cawan Petri	Alas untuk menimbang bahan kering
21.	Talenan	Alas untuk memotong rumput laut

No	Nama	Kegunaan
22.	Ember	Wadah penampung untuk mencuci dan merendam rumput laut
23.	<i>Heat Resistant Gloves</i>	Melindungi tangan dari panas
24.	Cawan Kursibel	Wadah sampel
25.	Desikator	Penyerap kadar air
26.	Jeruji 3mm	Untuk pengujian kerusakan
27.	Oven	Pengeringan
28.	Jangka Sorong	Pengukur pada uji ISO
29.	Gelas agar plastik	Wadah cairan
30.	Pinset	Pemindah sampel
31.	Galon uk 15 L	Wadah media cocopeat
32.	Label	Penanda
33.	Semprotan	Penyemprot cairan

3.4.2 Bahan

Bahan – bahan yang digunakan dalam pembuatan sedotan *biodegradable* terdiri dari berbagai komponen alami dan ramah lingkungan yang dapat terurai secara biologis, dapat dilihat pada tabel di bawah :

Tabel 3.3 Bahan Penelitian dan Kegunannya

Nama	Kegunaan
<i>Eucheuma cottonii</i>	Sebagai sumber bahan alami.
Pati Tapioka	Sebagai bahan utama pembentuk matriks.
<i>Glycerin</i>	Sebagai bahan pelunak.
Sodium Alginat	Bahan pengental dan pembentuk gel.
Kalsium Laktat	Bahan pengikat.
Vit	Sebagai pelarut utama.
Aquades	Cairan steril.
EM 4	Pengurai bahan organik

Nama	Kegunaan
Cocopeat	Media tanah
Molase	Sumber energi mikroorganismen
Pewarna makanan	Pewarna adonan
Silika gel	Menyerap kelembapan air

3.5 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dilakukan secara bertahap, dimulai dari persiapan bahan dan alat yang digunakan sesuai dengan rancangan penelitian. Selanjutnya, dilakukan tahap pertama perancangan formulasi dan penentuan variabel yang akan diuji. Tahap kedua adalah pelaksanaan penelitian dengan membuat sampel sesuai variasi yang telah ditetapkan, kemudian tahap ketiga dilakukan pengujian untuk memperoleh data sesuai parameter yang diteliti. Data yang diperoleh dicatat secara sistematis dan dianalisis menggunakan metode statistik atau perbandingan dengan standar yang berlaku. Hasil analisis kemudian digunakan untuk menarik kesimpulan serta memberikan rekomendasi bagi pengembangan penelitian selanjutnya.

3.5.1 Persiapan awal rumput laut

Proses pembersihan rumput laut merupakan tahap awal yang sangat penting sebelum digunakan sebagai bahan baku sedotan *biodegradable*. Rumput laut yang digunakan yaitu *Eucheuma cottonii*, pertama dicuci menggunakan air mengalir sebanyak 3 hingga 4 kali. Tujuan dari pencucian ini adalah untuk menghilangkan kotoran seperti pasir, garam laut, dan sisa – sisa organisme laut lainnya yang masih menempel pada permukaan rumput laut. Pencucian berulang dilakukan agar bahan benar – benar bersih mengikuti prosedur Orilda *et al* (2021).

Rumput laut yang telah dibersihkan kemudian direndam dalam larutan NaOH (natrium hidroksida) dengan konsentrasi 4,4%. Proses perendaman ini dilakukan dengan mencampurkan NaOH mengikuti prosedur Setyoprato *et al.* (2022) yaitu sebanyak 22 gram NaOH ke dalam 500 ml air untuk setiap baskom rumput laut, sehingga menghasilkan perbandingan antara air dan NaOH sebesar 500:22.

Sebelum digunakan untuk merendam rumput laut, larutan NaOH terlebih dahulu didiamkan selama kurang lebih 3 jam agar NaOH benar-benar larut sempurna dan suhu larutan turun hingga tidak panas, mengingat NaOH dapat menimbulkan reaksi eksoterm saat dicampurkan dengan air. Setelah larutan siap, rumput laut direndam dalam larutan tersebut selama 24 jam penuh. Tujuan perendaman ini adalah untuk membantu proses pemurnian serat rumput laut serta menghilangkan komponen pengganggu seperti pigmen, lemak, atau senyawa pengotor lainnya. Setelah proses perendaman selesai, rumput laut kemudian dibilas dengan air mengalir hingga bersih untuk menghilangkan sisa-sisa NaOH.

Pada tahap pembilasan terakhir, digunakan air mineral sebagai pengganti air suling (aquades). Hal ini karena air mineral memiliki tingkat kemurnian yang tinggi dan bebas dari kontaminan mikroorganisme atau mineral berat yang bisa merusak kualitas rumput laut. Kandungan mineral ini setara dengan aquades membuatnya cocok digunakan dalam proses pembersihan bahan pangan atau bahan penelitian yang memerlukan perlakuan steril (Polman *et al.*, 2020).

Langkah terakhir dalam proses ini adalah penyimpanan rumput laut di dalam lemari pendingin (kulkas). Rumput laut yang telah dibilas dimasukkan ke dalam wadah bersih dan direndam kembali dalam untuk menjaga kesegarannya. Penyimpanan dalam kondisi dingin ini penting untuk mempertahankan kualitas dan mencegah pertumbuhan mikroba selama masa penyimpanan. Rumput laut bisa disimpan dalam kondisi ini selama beberapa minggu sebelum diolah menjadi bubur atau produk turunan lainnya (Snethlage *et al.*, 2023).

3.5.2 Pembuatan Adonan Sedotan

Langkah awal proses yaitu menimbang seluruh bahan sesuai dengan komposisi setiap formulasi. Selanjutnya, semua bahan dicampurkan dan diblender selama ± 10 menit pada kecepatan 4 hingga membentuk adonan homogen dan tidak menggumpal. Setelah itu, adonan dipindahkan ke dalam *beaker glass* dan dipanaskan di atas *Hot Plate* dengan pengatur suhu level 4 ± 15 menit. Pemanasan dilakukan sambil diaduk agar tidak menggumpal atau gosong dibagian dasar. Proses ini bertujuan untuk mengentalkan campuran sehingga siap dicetak menjadi lembaran (Adisurya, 2023).

Citra Tertera Annisa Sigit, 2025

PENGEMBANGAN SEDOTAN MINUM BIODEGRADABLE BERBAHAN *Eucheuma cottonii* DAN PATI TAPIOKA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Setelah adonan cukup mengental, adonan dituangkan keatas silikon mat dalam kondisi rata. Ketebalan harus diperhatikan agar tidak terlalu tipis maupun terlalu tebal, untuk menjaga kualitas dan kekuatan produk akhir. Lembaran adonan tersebut kemudian dimasukkan ke dalam *Food Dehydrator* pada suhu 55°C dan dikeringkan selama kurang lebih 4 jam. Selama pengeringan, lembaran diperiksa secara berkala untuk memastikan tidak terjadi kebocoran atau lubang. Jika terdapat bagian yang berlubang, segera ditambal dengan sisa adonan. Setelah kering sempurna, lembaran siap digunakan untuk tahap pencetakan sedotan.

3.5.3 Proses Pencetakan Sedotan

Lembaran sedotan yang telah kering dipotong dengan ukuran panjang 30-35 cm dan lebar sekitar 1 inci ($\pm 2,54$ cm). Pemotongan dilakukan secara hati-hati agar hasil potongan rapi dan seragam. Setiap potongan kemudian diberi taburan tepung pada bagian luar secara merata dan tipis. Fungsi tepung ini adalah untuk mencegah lembaran menempel pada permukaan cetakan saat proses penggulungan. Pada bagian ujung lembaran, diberi lem alami dari sisa adonan untuk merekatkan hasil gulungan agar tidak terlepas atau bocor.

Lembaran digulung menggunakan metode *Stick and Roll*, yaitu dengan melilitkannya pada cetakan berbentuk silinder (biasanya dari *stainless steel*). Penggulungan dilakukan secara rapat dan merata membentuk silinder menyerupai sedotan atau seperti gulungan astor. Ujung lembaran dieka ringan agar lem merekat sempurna. Hasil gulungan dibiarkan tetap menempel pada cetakan untuk menjaga bentuk selama proses selanjutnya (Budi *et al.* , 2025).

Cetakan berisi gulungan dimasukkan ke dalam *freezer* bersuhu -18°C selama 24 jam. Proses pembekuan ini bertujuan memadatkan dan mestabilkan bentuk sedotan, serta memudahkan pelepasan dari cetakan. Sedotan yang telah beku dilepaskan secara hati – hati dari cetakan, lalu dikeringkan kembali menggunakan *Food Dehydrator* pada suhu 80°C selama 2-4 jam. Pengeringan akhir ini berfungsi mengurangi kadar air, mengerasakan struktur sedotan, dan memastikan produk akhir memiliki daya tahan yang baik (Yu *et al.* , 2023) .

Setelah proses pengeringan dalam *Food Dehydrator* selesai, sedotan yang benar – benar kering dan mengeras dibungkus sesuai komposisi menggunakan plastik

wrap. Pembungkusan ini bertujuan menjaga kebersihan, mencegah kontaminasi dari udara luar, serta mempertahankan kelembapan dan bentuk sedotan. Sedotan yang telah dibungkus kemudian disimpan di dalam kulkas pada suhu dingin stabil untuk menjaga kualitas fisik dan mikrobiologisnya (Dudeja *et al.* , 2023).

Penyimpanan dikulkas dilakukan hingga seluruh sampel dari berbagai komposisi (K1, F1, F2, F3, F4 dan F7) selesai diproses dan siap untuk tahap pengujian selanjutnya. Dengan metode ini, semua sedotan dapat disimpan dalam kondisi yang sama, sehingga hasil akhir lebih konsisten dan dapat dibandingkan secara objektif selama proses analisis.

3.5.4 Variasi Formulasi

Dalam penelitian ini, pembuatan adonan sedotan *biodegradable* dilakukan dengan delapan variasi formulasi, yaitu K1, F1, F2, F3, F4, F5, F6 dan F7. Variasi formulasi ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh perbandingan antara bubuk *Eucheuma cottonii* dan tepung tapioka terhadap karakteristik fisik, mekanik, serta biodegradabilitas sedotan yang dihasilkan (Surya *et al.* , 2021). Formulasi K1 digunakan sebagai kontrol, yang menggunakan 65 gram tepung tapioka dan 5 gram penambahan bubuk rumput laut. Sementara itu, formulasi F1 hingga F7 memadukan bubuk rumput laut dan tepung tapioka dalam jumlah yang bervariasi: F1 menggunakan 60 gram bubuk rumput laut dan 5 gram tepung tapioka, F2 menggunakan 50 gram bubuk rumput laut dan 15 gram tepung tapioka, F3 dengan 40 gram bubuk rumput laut dan 25 gram tepung tapioka, F4 dengan 30 gram bubuk rumput laut dan 35 gram tepung tapioka, serta F7 yang mengandung 5 gram bubuk rumput laut dan 60 gram tepung tapioka .

Selain formulasi tersebut, juga dilakukan percobaan formulasi K0 yang hanya menggunakan 65 gram bubuk rumput laut tanpa penambahan tepung tapioka sama sekali. Namun, pada percobaan K0, F5, dan F6, adonan yang dihasilkan tidak berhasil membentuk struktur polimer yang solid dan stabil. Kegagalan pembentukan polimer ini disebabkan oleh rasio bahan pembentuk matriks yang tidak seimbang, sehingga adonan tidak memiliki kekuatan ikat yang cukup untuk membentuk produk sedotan *biodegradable* (Irmukhametova *et al.* , 2025) .

Setiap formulasi juga ditambahkan dengan komponen pendukung berupa 25 ml gliserin sebagai *plasticizer* untuk meningkatkan fleksibilitas, 5 gram kalsium laktat sebagai agen pengikat (*crosslinking agent*) untuk memperkuat struktur sedotan, 5 gram sodium alginat yang membantu membentuk tekstur gel yang seragam, serta 500 ml air mineral sebagai pelarut utama. Rancangan variasi formulasi ini disusun secara sistematis agar dapat dianalisis secara komprehensif, sehingga diperoleh data mengenai pengaruh kadar bubuk rumput laut dan tepung tapioka terhadap mutu akhir sedotan yang meliputi tekstur, kekuatan, daya tahan terhadap air, serta tingkat biodegradabilitas di lingkungan.

Tabel 3.4 Formulasi Sedotan *Biodegradable*

Komposisi	Formulasi /Perlakuan								
	K0	K1	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Bubur E.Cottonii (g)	65	0	60	50	40	30	20	15	5
Pati Tapioka (g)	0	65	5	15	25	35	45	50	60
Glycerin (mL)	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Sodium Alginat (g)	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Kalsium Laktat (g)	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Total (g)	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Air mineral (mL)	500	500	500	500	500	500	500	500	500

3.6 Analisis Data Statistik Deskriptif

3.6.1 Uji ISO

Uji ISO 5424:2022 tentang *Plastics Industrial compostable plastic drinking straws* adalah standar internasional yang mengatur tentang sedotan minum plastik yang dapat terurai secara kompos industri, dalam konteks ini dilakukan untuk mengukur ketebalan, panjang, diameter, bobot, uji tekan dan tingkat kerusakan, dengan menggunakan jangka sorong, timbangan digital, penggaris dan stopwatch. Bertujuan untuk memastikan kesesuaian ukuran dengan standar fisik sedotan yang layak pakai. Standar ini menekankan pentingnya dimensi yang konsisten agar sedotan dapat digunakan secara efektif dan nyaman.

Tabel 3.5 Ketentuan Karakteristik Fisik Sedotan Berdasarkan ISO 5424:2022

Parameter	Ketentuan
Standar deviasi panjang	$\leq \pm 2\%$
Standar deviasi diameter luar	$\leq \pm 3\%$
Rasio antara maksimum dan minimum ketebalan dinding	$\leq \pm 1,2$
Tingkat kerusakan setelah dimasukan batang pelurus	$\leq \pm 2\%$
Standar deviasi bobot dari 100 sampel	$\leq \pm 5\%$

Rumus densitas yang di terapkan pada perhitungan Uji ISO mengacu pada (Irawansyah & Samsul Kamal, 2017) sebagai berikut :

$$\text{Densitas}(\rho) = m/V$$

Keterangan :

- ρ = densitas (g/cm³ atau kg/m³)
- m = massa sampel (gram)
- V = volume sampel (cm³)

3.6.2 Uji Daya Serap Air

Uji water stability (Berat) dilakuka dengan mengacu pada (Zakaria *et al.* , 2017) :

$$\text{Air yang diserap (\%)} = \frac{W2-W0}{W0} \times 100\%$$

$$\text{Swelling (\%)} = \frac{K2-K0}{K2} \times 100\%$$

Keterangan :

- W0 = Berat awal
- W2 = Berat setelah perendaman
- K0 = Ketebalan awal
- K2 = Ketebalan setelah perendaman

3.6.3 Uji *Biodegradable*

Menggunakan metode soil burial test, biofilm dipotong kemudian di timbang massanya sebagai massa awal pada hari ke-0. Siapkan tanah dengan ditambahkan EM4 dan molase. Melakukan pengamatan kenampakan fisik dan penurunan massa dengan menimbang massa sampel setiap 2 hari sekali selama 10 hari (Wardani *et al.*, 2017). Penghitungan hasil uji *biodegradable* mengikuti cara penelitian Alam *et al.* , 2018, dengan rumus :

$$\text{Kehilangan berat (\%)} = \frac{(W0 - Wt)}{W0} \times 100\%$$

$$\text{Laju degradasi} = \frac{\text{Kehilangan (\%)}}{\text{Waktu uji}}$$

Keterangan :

- BD = Presentase degradasi
- W0 = Berat awal sebelum dikubur
- Wt = Berat setelah dikubur

3.7 Analisis Data Statistik Inferensial

3.7.1 Uji Kadar Air

Pengukuran kadar air dilakukan menggunakan timbangan analitik dengan ketelitian tinggi. Prosedur dimulai dengan menimbang berat awal sampel sedotan (W_0) menggunakan timbangan analitik. Sampel kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu $\pm 105^\circ\text{C}$ selama 1 jam atau hingga beratnya konstan. Setelah pengeringan, sedotan ditimbang kembali untuk memperoleh berat akhir (W_1). Selisih berat mencerminkan jumlah air yang menguap selama proses pengeringan.

Citra Tertera Annisa Sigit, 2025

PENGEMBANGAN SEDOTAN MINUM BIODEGRADABLE BERBAHAN *Eucheuma cottonii* DAN PATI TAPIOKA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Kadar air sampel dapat dihitung dan diperoleh menggunakan persamaan di bawah ini : (AOAC,2005)

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{W1-W2}{W0} \times 100\%$$

Keterangan :

- W0 = Berat sampel (gram)
- W1 = Berat (berat +cawan kursibel)sebelum dikeringkan (gram)
- W2 = Berat (berat +cawan kursibel)setelah dikeringkan (gram)

3.7.2 Uji Hedonik

Uji hedonik dilakukan dengan menguji tingkat kesukaan panelis terhadap sampel yang di uji. Data hasil pengujian dianalisis menggunakan aplikasi SPSS dengan data hasil uji hedonik dianalisis dengan *Kruskal – Wallis* menggunakan taraf signifikansi 5% dan apa bila hasil nya signifikan di lanjutkan pada pengujian lanjutan *Post hoc* (Lestari M *et al.*, 2018)

3.7.3 Uji Normalitas

Uji normalitas digunakan untuk menguji serangkaian data pada sampel dengan distribusi normal serangkaian nilai dengan mean dan standar deviasi yang sama (Usmadi, 2020) .

$$D_{hitung} = \text{maks } |F_0(x) - S_n(x)|$$

Keterangan :

- $F_0(x)$ = distribusi frekuensi kumulatif teoritis
- $S_n(x)$ = distribusi frekuensi kumulatif skor observasi

3.7.4 Uji *Kruskal – Wallis*

Adapun perumusan hipotesis dalam pengujian *Kruskal-Wallis* adalah sebagai berikut:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_n$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2 \neq \dots \neq \mu_n \text{ atau } H_1 : \exists! \mu_i \text{ tidak sama, dimana } i = 1, 2, \dots, n$$

Dengan rumus umum *Kruskal-Wallis*

Citra Tertera Annisa Sigit, 2025

PENGEMBANGAN SEDOTAN MINUM BIODEGRADABLE BERBAHAN *Eucheuma cottonii* DAN PATI TAPIOKA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{n_i} - 3(N+1)$$

Keterangan :

- H: nilai *Kruskal-Wallis* dari hasil penghitungan
- R_i : jumlah rank dari kelompok/kategori ke- i
- n_i : banyaknya kasus dalam sampel pada kelompok /kategori ke- i
- k : banyaknya kelompok/kategori
- N : jumlah seluruh observasi ($N = n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_k$)

3.7.5 Uji ANOVA

$$F = \frac{MS_{\text{antara}}}{MS_{\text{dalam}}}$$

Keterangan :

- F = nilai statistik uji ANOVA
- MS_{antara} = Mean Square antar kelompok (Between Groups)
- MS_{dalam} = Mean Square dalam kelompok (Within Groups/Error)

3.7.6 Uji *Post hoc*

Uji *Post hoc* digunakan untuk membandingkan seluruh pasangan rata-rata perlakuan setelah uji analisis varian dilakukan. Prinsip uji adalah membandingkan selisih masing-masing rata-rata dengan sebuah nilai kritis (ω) (Prabowo *et al* ., 2021).

$$\omega = q_{\alpha}(p, q) \sqrt{\frac{KTG}{r}}$$

Keterangan :

- p : jumlah perlakuan
- v : derajat bebas gelat
- r : banyaknya ulangan

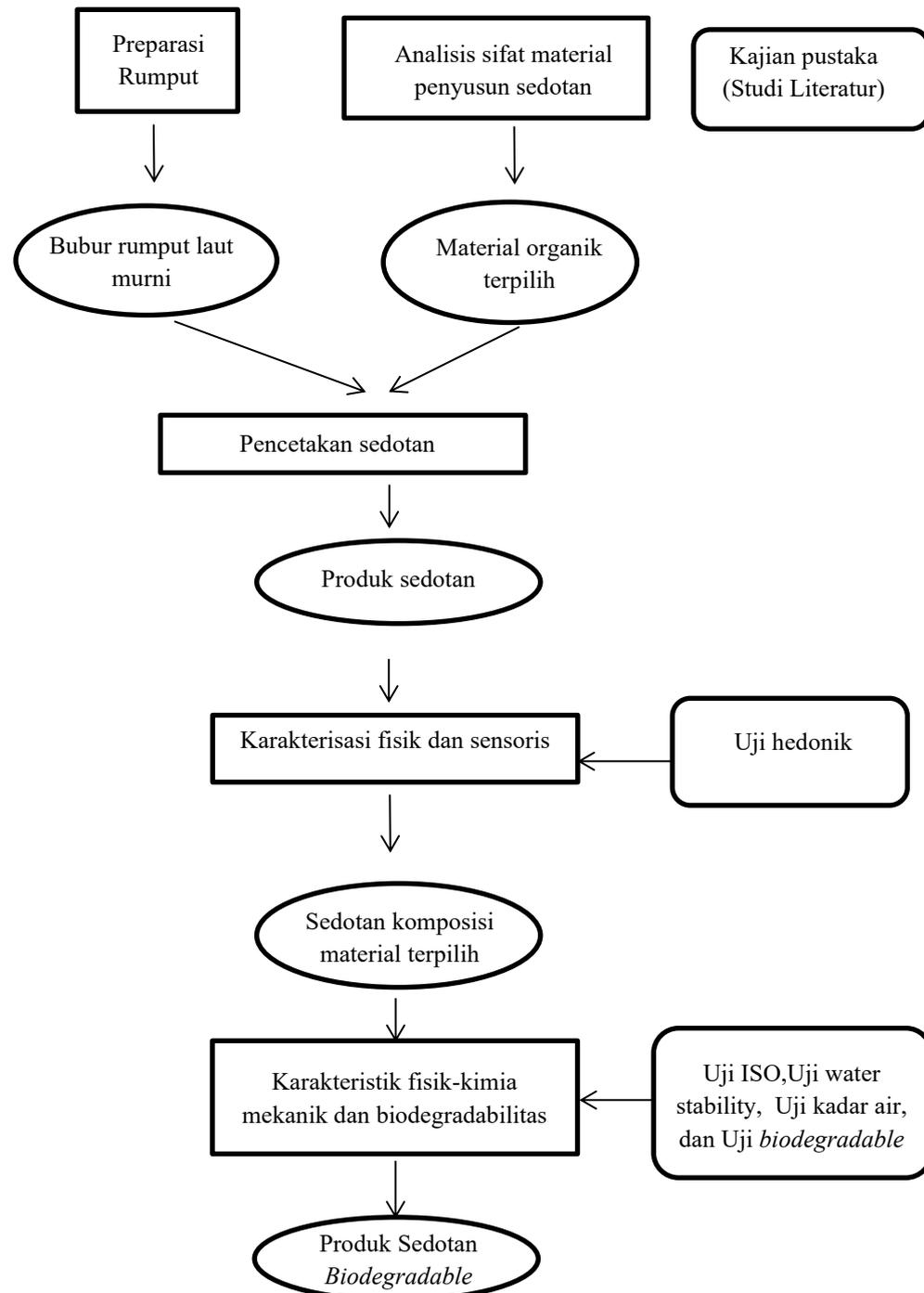
- α : taraf nyata
- $q\alpha(p, v)$: nilai kritis yang diperoleh dari tabel wilayah nyata *student*

Dalam uji HSD, untuk menilai apakah dua nilai rata-rata perlakuan berbeda secara statistik, maka dapat dibandingkan nilai HSD yang telah dihitung dengan selisih nilai mutlak kedua rata-rata tersebut dengan kriteria pengujian sebagai berikut:

Jika nilai $|\mu_i - \mu_j| < HSD = 0,05$ maka H_0 ditolak (tidak berbeda nyata)

Jika nilai $|\mu_i - \mu_j| > HSD = 0,05$ maka H_0 diterima (berbeda nyata)

3.8 Diagram Alur Penelitian



Gambar 3.1 Alur Penelitian