

KARAKTERISTIK DAYA SERAP AIR DAN BIODEGRADABILITAS PADA BIOPLASTIK BERBASIS PATI SINGKONG DENGAN PENAMBAHAN *POLYVINYL ALCOHOL*

Thofanda Muharam¹, Desti Fitriani², Devia Fataya Miftahul Jannah³, Muhammad Zidan Al Ghifari⁴,
Rony Pasonang Sihombing⁵

^{1,2,3}Politeknik Negeri Bandung

e-mail : ¹thofanda123@gmail.com, ²desti.fitriani.tki21@polban.ac.id, ³devia.fataya.anki21@polban.ac.id,
⁴Zidanalgh17@gmail.com, ⁵rony.pasonang.sihombing@polban.ac.id

ABSTRACT

The increasing of conventional plastics has become a major concern because it is the largest supplier of waste problems. In addition, conventional plastics also produce petroleum which is a non-renewable material. Bioplastics are substitutes for conventional plastics with renewable materials and easily decomposed by microorganisms into water and carbon dioxide. Starch-based bioplastics have weaknesses such as low mechanical characteristics compared to conventional plastics, but these problems can be overcome by adding fillers such as ZnO, plasticizers, and additives such as PVOH to improve the characteristics of bioplastics. This type of bioplastic is made by mixing cassava starch with 15% w/w, glycerol, ZnO filler, and PVOH BP-05 with a concentration of 7% w/w into water with continuous heating and stirring. The results showed that bioplastics with ZnO filler had good water absorption but had lower biodegradability. The addition of PVOH increases the biodegradability of bioplastics with ZnO filler. Bioplastic with the addition of ZnO filler and PVOH BP-05 with a concentration of 7% w/w resulted in good water absorption with a water absorption value of 73.47%, while biodegradability produced the best value with a value of 73.03%. Decomposition of bioplastics in general will decompose for six months compared to conventional plastics which can decompose for hundreds of years. Therefore, bioplastics can be a major highlight in replacing conventional plastics.

Keywords : *Bioplastics, Biodegradable, Cassava starch, Good water absorption*

INTISARI

Penggunaan plastik konvensional yang semakin meningkat telah menjadi perhatian utama karena menjadi pemasok terbesar masalah sampah. Selain itu, plastik konvensional juga diproduksi dari minyak bumi yang merupakan bahan tidak terbarukan. Bioplastik menjadi substitusi plastik konvensional dengan bahan yang terbarukan dan mudah terurai oleh mikroorganisme menjadi air dan karbondioksida. Bioplastik berbasis pati memiliki kelemahan seperti rendahnya karakteristik mekanik dibandingkan dengan plastik konvensional, tetapi masalah tersebut dapat diatasi dengan melakukan penambahan filler seperti ZnO, plasticizer, serta bahan aditif seperti PVOH untuk memperbaiki karakteristik dari bioplastik. Bioplastik jenis ini dibuat dengan mencampurkan pati singkong dengan 15% b/b, gliserol, filler ZnO, dan PVOH BP-05 konsentrasi 7% b/b ke dalam air dengan pemanasan dan pengadukan kontinyu. Hasil penelitian menunjukkan bioplastik dengan filler ZnO memiliki daya serap air yang baik namun sifat biodegradabilitasnya lebih rendah. Penambahan PVOH meningkatkan biodegradabilitas bioplastik dengan filler ZnO. Bioplastik dengan penambahan filler ZnO dan PVOH BP-05 konsentrasi 7% b/b menghasilkan daya serap air dengan nilai daya serap air 73,47%, sedangkan biodegradabilitas menghasilkan nilai sebesar 73,03% bioplastik yang terurai oleh bakteri. Penguraian pada bioplastik pada umumnya akan terurai selama enam bulan dibandingkan dengan plastik konvensional yang dapat terurai selama ratusan tahun. Oleh karena itu bioplastik dapat menjadi sorotan utama dalam menggantikan plastik konvensional.

Kata-kata kunci : *Bioplastik, Biodegradabilitas, Daya serap air, Pati singkong*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Plastik merupakan polimer sintetik yang berbahan dasar minyak bumi yang memiliki ikatan yang

kompleks, sehingga sulitnya terdegradasi secara biologis oleh mikroba dan bakteri di dalam tanah. Karena sulitnya plastik sintetik untuk mengurai sehingga menyebabkan penumpukan sampah plastik sintetik pada lingkungan yang mengakibatkan lingkungan menjadi tercemar. Pencemaran yang terjadi oleh penumpukan sampah sintetik cukup serius, seperti pencemaran udara, kerusakan ekosistem tanah dan air. Masyarakat sering mengatasi sampah plastik sintetik dengan cara membakar plastik tersebut namun asap yang ditimbulkan dari sampah sintetik yang dibakar akan menghasilkan asap yang bersifat karsinogenik yang dapat memicu terjadinya kanker.

Penggunaan plastik konvensional yang semakin meningkat merupakan salah satu hal yang menjadi perhatian dunia. Hal tersebut disebabkan oleh karakteristik dari plastik konvensional yang sulit untuk diuraikan sehingga penumpukan sampah plastik dapat menimbulkan berbagai permasalahan di lingkungan. Berdasarkan Badan Pusat Statistik (BPS) dan data Asosiasi Industri Plastik Indonesia (Inaplas), Indonesia tercatat dapat menghasilkan 64 juta ton sampah per tahun. Dari jumlah besar tersebut, 5 persen atau sekitar 3,2 juta ton di antaranya adalah sampah plastik konvensional. Selain itu, plastik konvensional juga diproduksi dari minyak bumi yang merupakan bahan tidak terbarukan. Sebanyak 4% minyak bumi yang dihasilkan digunakan sebagai bahan baku pembuatan plastik (*British Plastic Federation 2019*). Kebutuhan dan permintaan konsumen terhadap plastik akan terus meningkat sehingga pada tahun 2050 diperkirakan konsumsi minyak bumi untuk bahan baku produksi plastik akan meningkat menjadi 20% (Lebreton & Andrady, 2019). Produksi plastik berbahan dasar minyak bumi dapat berhenti di masa depan jika cadangan minyak bumi habis.

Salah satu cara mengatasi masalah tersebut yaitu dengan mengganti plastik berbahan dasar minyak bumi dengan bahan lain yang memiliki karakteristik serupa tetapi terbuat dari bahan yang terbarukan dan memiliki sifat *biodegradable* sehingga dapat terurai secara alami dengan waktu yang relatif lebih cepat. Alternatif yang bisa dijadikan solusi dan memenuhi kriteria tersebut adalah bioplastik.

Bioplastik merupakan plastik yang terbuat dari sumber biologis atau bahan alam yang dapat diperbaharui, memiliki sifat kedap udara dan kedap air serta mudah didegradasi oleh mikroorganisme ketika dibuang ke lingkungan (Temitope & Stephen, 2018). Bioplastik atau plastik *biodegradable* diproduksi dari bahan nabati yang merupakan produk pertanian yang bersifat ramah lingkungan. Di Indonesia, produk pertanian berlimpah ruah sehingga tidak sulit mendapatkan bahan dasar untuk produksi bioplastik. Pati dapat diperoleh dari tumbuhan seperti singkong yang merupakan salah satu komoditas utama pertanian Indonesia. Pati merupakan salah satu polimer alami dari ekstraksi tanaman yang dapat digunakan untuk memproduksi material *biodegradable* karena sifatnya yang ramah lingkungan, mudah terdegradasi, ketersediaan yang besar dan terjangkau (Yihu Song, 2008; Gonzarrez, 2010; Sandra Domenek, 2004).

1.2 Tujuan Khusus Riset

1. Mempelajari karakteristik bioplastik dengan penambahan filler ZnO dan konsentrasi *Polyvinyl Alcohol*.
2. Mengetahui nilai biodegradabilitas dan daya serap air berdasarkan analisa pengujian.
3. Memberi informasi dan referensi bagi penelitian selanjutnya mengenai pengaruh jenis *Polyvinyl Alcohol* BP-05 konsentrasi 7% terhadap daya serap air dan biodegradabilitas bioplastik.

1.3 Tinjauan Pustaka

1.3.1 Bioplastik

Bioplastik merupakan plastik yang terbuat dari sumber biologis atau bahan alam yang dapat diperbaharui, memiliki sifat kedap udara dan kedap air serta mudah didegradasi oleh mikroorganisme ketika dibuang ke lingkungan (Temitope & Stephen, 2018). Bioplastik berbasis pati merupakan komposit dengan dua komponen utama yaitu matriks dan *filler*. Pati terplastisasi akan berperan sebagai matriks yang berfungsi sebagai tempat dan pelindung bagi *filler*. Matriks juga berfungsi untuk mendistribusikan beban dan gaya ke seluruh *filler* secara merata. Sementara itu, *filler* merupakan komponen yang lebih kuat akan mengisi matriks dan memperkuatnya.

Bioplastik merupakan plastik yang dapat digunakan seperti layaknya plastik konvensional namun perbedaannya ada beberapa aspek seperti pada tabel 1.3.1.1

tabel 1.3.1. 1 Perbandingan antara plastik konvensional dan plastik biodegradable pada beberapa aspek

Aspek	Plastik konvensional	Plastik <i>biodegradable</i>
Bahan baku	Sebagian besar dibuat dari bahan yang tidak dapat diperbaharui (minyak bumi)	Dibuat dari bahan yang dapat diperbaharui (bahan nabati)
Teknologi	Sudah mapan	Sudah ada produsen yang mengembangkan, namun masih banyak yang dalam tahap penelitian
Sosial	Sudah banyak dikenal dan digunakan masyarakat	Belum banyak dikenal masyarakat
Ekonomi	Harga lebih murah	Harga sedikit lebih mahal
Lingkungan	Tidak ramah lingkungan (perlu ratusan tahun untuk dapat terdegradasi oleh alam) menghasilkan emisi karbon yang tinggi	Ramah lingkungan (dapat terdegradasi oleh alam dalam waktu yang singkat (sekitar 3-6 bulan) emisi karbon yang lebih rendah

(sumber: jurnal litbang,2017)

Bioplastik perlu memiliki beberapa karakteristik agar bisa bersaing dan menggantikan plastik konvensional secara keseluruhan. Karakteristik tersebut diantaranya adalah ketahanan terhadap air, biodegradabilitas, kuat tarik, dan elongasi. Karakteristik bioplastik yang akan diujikan dalam penelitian ini adalah:

1. Biodegradabilitas

Biodegradabilitas merupakan suatu proses alami yang dapat menguraikan suatu bahan kimia organik di lingkungan menjadi senyawa yang lebih sederhana, terimineralisasi dan didistribusikan kembali melalui siklus unsur seperti karbon, nitrogen, dan belerang.

Bahan dasar untuk membuat bioplastik berasal dari pati dan selulosa. Pati merupakan polimer yang banyak terdapat pada tumbuhan. Terutama pada kentang, jagung, beras, dan singkong. Dari semua tanaman

berikut, pati dapat didapatkan dalam bentuk serbuk atau butiran. Pati banyak digunakan sebagai bahan baku dalam produksi film karena kenaikan dan penurunan ketersediaan resin pembentukan film konvensional. Dalam plastik biodegradabilitas, plastik dapat diuraikan oleh bakteri dalam waktu yang singkat oleh bakteri atau oleh alam itu sendiri

Biodegradabilitas menunjukkan kemampuan bioplastik untuk bisa terdegradasi ketika terkena paparan mikroorganisme. Pengujian biodegradabilitas dilakukan menggunakan EM4. Bioplastik akan mengalami setelah direndam oleh EM4 selama 7 hari (Rony P, dkk), dan dapat dihitung jumlah bioplastik yang terdegradasi dengan persamaan berikut:

$$\% \text{Terdegradasi} = \frac{W_0 - W_1}{W_1} \times 100\%$$

W_0 adalah berat awal

W_1 adalah berat akhir

2. Daya serap air

Daya serap air merupakan suatu pengujian untuk mengetahui kemampuan bahan yang di uji dalam menyerap air. Bioplastik dengan daya serap air yang tinggi akan memiliki ketahanan yang lebih rendah. Bioplastik yang telah direndam oleh air selama waktu tertentu dapat ditentukan daya serap bioplastik dengan persamaan berikut:

$$\text{Daya Serap Air (\%)} = \frac{W_1 - W_0}{W_0} \times 100\%$$

W_1 adalah berat akhir

W_0 adalah berat awal

Besar kecilnya daya serap air dapat ditentukan dari banyaknya gliserol sebagai *plasticizer* dimana gliserol mudah larut dalam air sehingga semakin banyak air yang ditambahkan maka akan semakin banyak air yang akan diserap oleh gliserol dan akan mengakibatkan ketahanan pada bioplastik akan semakin rendah.

1.3.2 Singkong

Singkong (*Manihot esculenta*) merupakan jenis tumbuhan umbi-umbian yang menyimpan cadangan makanan berbentuk pati dalam umbinya. Pati merupakan polimer monosakarida *biodegradable* hasil produksi tumbuhan berpembuluh sebagai cadangan makanan yang tersusun atas dua komponen utama yaitu amilum dan amilopektin. Setiap butiran pati terbentuk oleh dua jenis padatan yaitu padatan amorf dan padatan kristalin dan tersusun secara bergantian dalam bentuk cincin. Kadar pati dalam singkong terdapat didalam tabel 1.3.2.1

tabel 1.3.2. 2 komponen zat yang terkandung dalam 100 gram singkong

Komponen Kimia	Kadar
Protein	1,2 gr
Phosphor	40 mg
Kalori	146 kal

Vitamin C	33 mg
Karbohidrat	34 gr
Besi	0,7 mg
Air	62,5 gr
Vitamin B1	0,06 mg

(sumber: BPTTG Puslitbag Fisika Terapan-LIPI, 1990)

Pati perlu digelatinisasi untuk bisa dijadikan sebagai bioplastik. Proses gelatinisasi pati berlangsung bantuan *plasticizer* gliserol dan energi panas. Pati tergelatinisasi akan berperan sebagai matriks dari komposit bioplastik yang akan dibuat dalam penelitian ini. Kekentalan suatu gelatinisasi dapat diatur dari suhu operasi yang dipertahankan, gelatin.

1.3.3 *Plasticizer*

Plasticizer merupakan bahan yang ditambahkan kedalam campuran bioplastik berbasis pati dan berperan dalam mempengaruhi karakteristik plastik yang dihasilkan (Farida Unggul Situmorang et al. 2019). Salah satu bahan yang biasa digunakan sebagai *plasticizer* dalam pembuatan bioplastik adalah gliserol. Gliserol merupakan komponen utama dari lemak dan minyak dengan rumus kimia $C_3H_8O_3$. Senyawa ini merupakan senyawa polar yang netral, tidak berwarna, berwujud cairan kental (*viscous*) dan mudah larut didalam air. Penambahan gliserol pada campuran bioplastik dapat menurunkan kekuatan intermolekuler dan meningkatkan fleksibilitas serta ekstensibilitas film sehingga menghasilkan bioplastik dengan kualitas mekanik yang baik (Tavares et al., 2019). Sehingga penambahan gliserol harus diatur agar mendapatkan komposisi yang baik dengan karakteristik bioplastik yang memiliki kualitas mekanik yang baik dan memiliki daya serap air yang tidak terlalu banyak.

1.3.4 *Filler*

Filler merupakan material yang ditambahkan kedalam suatu bahan untuk meningkatkan kekuatan mekanik pada pati sehingga didapatkan karakteristik terbaik (Nur Indah Sari et al.2022). *Filler* biasanya bersifat *inert* dan berbentuk serbuk dengan ukuran yang beragam, mulai dari 10 nm hingga ukuran makroskopik sesuai dengan aplikasi dan penggunaannya. Salah satu jenis *filler* yang dapat digunakan dalam bioplastik adalah ZnO.

ZnO (*zink oksida*) atau seng oksida merupakan senyawa anorganik berwujud serbuk putih yang bersifat hidrofobik (tidak larut dalam air). ZnO memiliki pengaplikasian yang luas di industri karena memiliki harga yang murah, tidak beracun, antibakteri, struktur kimia yang stabil, dan ketersediaan di alam cukup melimpah. Dalam pembuatan bioplastik, ZnO sering ditambahkan sebagai *filler* (zat pengisi) pada bahan campuran berbasis pati karena dapat memperbaiki sifat mekanik bioplastik. Penambahan ZnO dapat meningkatkan kuat tarik sehingga bioplastik memiliki kekuatan tariknya relatif lebih baik dibandingkan bioplastik tanpa ZnO (Sinambela & Maulida, 2018).

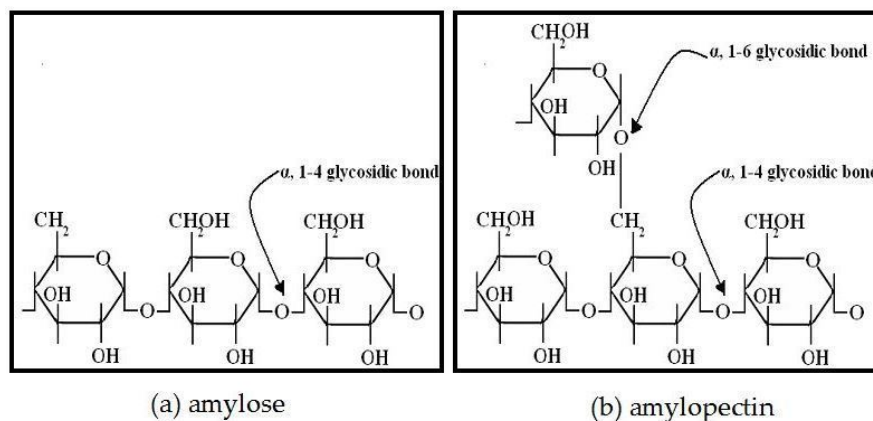
1.3.5 Polyvinyl Alcohol

Polyvinyl Alcohol merupakan salah satu bahan polimer yang banyak digunakan untuk pembuatan bioplastik yang memiliki keunggulan antara lain tidak mudah teroksidasi, kekuatan tarik tinggi, kemampuan tinggi dalam pembentukan bioplastik serta kelarutan dalam air yang baik (Tian et al. 2017). *Polyvinyl Alcohol* adalah salah satu dari beberapa polimer sintetik yang memiliki warna putih seperti serbuk, rasa hambar, tembus cahaya, tidak berbau dan larut dalam air. *Polyvinyl Alcohol* salah satu polimer yang mempunyai sifat hidrofobik dan sebagai perekat. *Polyvinyl Alcohol* memiliki sifat tidak berwarna, padatan termoplastik yang tidak larut pada Sebagian besar pelarut organik dan minyak namun dapat larut didalam air. Karakteristik polivinil alkohol memiliki densitas 1,18-1,31 kg/m³, titik leleh 120-140 °C, titik didih 228 °C dan temperature penguraian dalam air 80 °C (Shaftel,2000).

Jenis-jenis dari *Polyvinyl Alcohol* ada banyak salah satunya seperti *Polyvinyl Alcohol* BP-05, BP-17, dan BP-24. Semakin tinggi angka BPnya maka akan semakin panjang rantai karbonnya sehingga mengakibatkan sifat dari *Polyvinyl Alcohol* semakin tinggi rantai karbon maka akan semakin tinggi viskositasnya sehingga akan semakin mengental dan menjadi padat. Hal yang menyebabkan PVOH banyak digunakan sebagai bahan kemasan alternatif yang menjanjikan karena sifatnya yang sangat baik dalam pembentukan kemasan, tahan terhadap minyak dan lemak, memiliki kekuatan tarik dan fleksibilitas tinggi (Maryam et al., 2019).

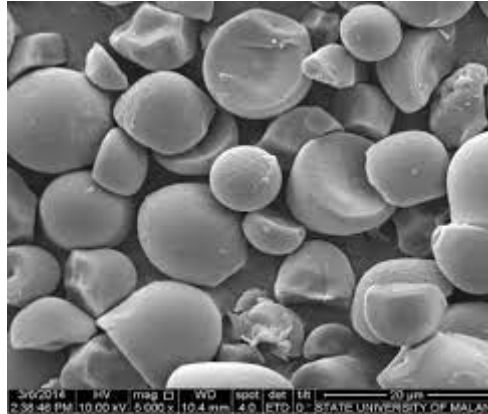
1.3.5 Pati

Pati merupakan karbohidrat yang terkandung dalam tanaman terutama tanaman berklorofil. Pati merupakan cadangan makanan yang terdapat pada biji, batang dan pada bagian umbi tanaman. Pati telah lama digunakan sebagai bahan makanan maupun bahan tambahan dalam sediaan farmasi (Ben,2007). Secara alamiah pati merupakan campuran dari amilosa dan amilopektin. Komposisi amilosa dan amilopektin berbeda-beda pada tiap tumbuhan. Adanya perbedaan kadar amilosa dan amilopektin menyebabkan sifat pati dari berbagai tumbuhan berbeda-beda. Amilosa memberikan sifat keras (pera) dan memberikan warna biru tua pada tes iodin, sedangkan amilopektin menyebabkan sifat lengket dan tidak menimbulkan reaksi pada tes iodin. Amilosa terdiri dari D-glukosa yang Sebagian besar mempunyai ikatan α -1,4 glikosidik dan Sebagian lagi ikatan α -1,6 glikosidik. Adanya ikatan α -1,6 glikosidik menyebabkan molekul amilopektin memiliki cabang dan Sebagian lagi ikatan α -1,6 glikosidik. Adanya ikatan α -1,6 glikosidik menyebabkan molekul amilopektin memiliki cabang (Wahyu,2009)



gambar 1.3.2. 1 struktur amilosa dan amilopektin

Pati singkong mengandung amilopektin yang mengakibatkan pasta yang terbentuk menjadi bening dan kecil kemungkinan untuk terjadi retrogradasi (Friedman, dalam Chan,1983). Menurut Murphy (2000) dalam Phillips dan Williams (2000), ukuran granula pati singkong 4-35 μm , berbentuk oval, kerucut dengan bagian atas terpotong dan seperti *kettledrum*. Suhu gelatinisasi pada 62 – 73°C, sedangkan suhu pembentukan pasta pada 63°C. Bentuk granula pati singkong dapat dilihat pada Gambar 1.3.5.1



gambar 1.3.2. 2 granula pati pada singkong

1.3.6 Gliserol

Gliserol adalah komponen utama dari semua lemak dan minyak dalam bentuk ester yang disebut gliserida. Molekul trigliserida terdiri dari satu molekul gliserol yang dikombinasikan dengan tiga molekul asam lemak. *Plasticizer* didefinisikan sebagai zat non volatil, bertitik didih tinggi, yang pada saat ditambahkan pada material lain mengubah sifat fisik dari material tersebut. *Plasticizer* bahan yang tidak mudah menguap, dapat merubah struktur dimensi objek, menurunkan ikatan rantai antar protein dan mengisi ruang-ruang yang kosong pada produk (Banker,1968 dan Toshida dan Antunes, 2003 dalam Murni, et al. 2013). Pelapisan *edible film* harus memiliki elastisitas dan fleksibilitas yang baik, daya kerapuhan rendah, ketangguhan tinggi, untuk mencegah retak selama penanganan dan penyimpanan. Oleh karena itu, *plasticizer* dengan berat molekul kecil (*non-volatile*) biasanya ditambahkan kedalam pembentukan film hidrokoloid sebagai solusi untuk memodifikasi fleksibilitas *edible film* tersebut seperti pati, pektin, gel dan protein. *Plasticizer* berfungsi untuk meningkatkan elastisitas dengan mengurangi derajat ikatan *hydrogen* dan meningkatkan jarak antar molekul dari polimer. Syarat *plasticizer* yang digunakan sebagai zat pelembut adalah stabil (*inert*), yaitu tidak terdegradasi oleh panas dan cahaya, tidak merubah warna polimer dan tidak menyebabkan korosi. Salah satu jenis *plasticizer* yang banyak digunakan selama ini adalah gliserol. Gliserol cukup efektif digunakan untuk meningkatkan sifat plastik *film* karena memiliki berat molekul yang kecil (Huri dan Fitri, 2014).

Gliserol adalah alkohol terhidrik. Nama lain gliserol adalah gliserin atau *1,2,3-propanetriol*. Sifat gliserol tidak berwarna, tidak berbau, rasanya manis, bentuknya *liquid* sirup, meleleh pada suhu 17,8 °C, mendidih pada suhu 290 °C dan larut dalam air dan etanol. Gliserol bersifat higroskopis, seperti menyerap air dari udara, sifat ini yang membuat gliserol digunakan sebagai pelembab pada kosmetik. Gliserol terdapat dalam bentuk ester (gliserida) pada semua hewan, lemak nabati dan minyak (Ningsih, 2015). Gliserol termasuk jenis *plasticizer* yang bersifat hidrofilik, menambah sifat polat dan mudah larut dalam air (huri dan nisa, 2015)

Pemanfaatan gliserol sebagai *plasticizer* telah banyak digunakan oleh para peneliti, menurut Coniwanti (2014) penambahan gliserol pada *edible film* sangat berpengaruh terhadap bahan baku yang digunakan seperti pati. Dibandingkan dari pelarut seperti sorbitol, gliserol lebih menguntungkan karena mudah tercampur dalam larutan *film* dan terlarut dalam air hidrofilik). Sedangkan sorbitol sulit bercampur dan mudah mengkristal pada suhu ruang. Kelebihan lainnya pada gliserol adalah bahan organik dengan berat molekul rendah sehingga pada penambahan bahan baku dapat menurunkan kekakuan dari polimer sekaligus meningkatkan fleksibilitas pada *edible film*

2. METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian karakteristik daya serap air dan biodegradabilitas pada Bioplastik berbasis pati singkong dengan penambahan *Polyvinyl Alcohol* dilakukan pada rentang bulan September – Oktober 2022. Seluruh Proses dilakukan di Laboratorium Satuan Proses, Teknik Kimia, Politeknik Negeri Bandung. Bioplastik berbasis pati merupakan komposit dengan dua komponen utama yaitu matriks dan *filler*. Pati terplastisasi akan berperan sebagai matriks yang berfungsi sebagai tempat dan pelindung bagi *filler*. Setelah bioplastik didapatkan maka dilakukan uji biodegradabilitas dan daya serap airnya agar bisa bersaing dengan plastik konvensional.

2.2 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data pada penelitian karakteristik daya serap air dan biodegradabilitas pada Bioplastik berbasis pati singkong dengan penambahan *Polyvinyl Alcohol* berdasarkan pada hasil penelitian, jurnal, dan buku ilmiah.

2.3 Variabel Riset

Table 2.3.1 Data Variabel

Variabel bebas	Variabel terikat	Variabel terkontrol
<ul style="list-style-type: none">Jenis <i>Polyvinyl Alcohol</i> (PVOH)Konsentrasi <i>Polyvinyl Alcohol</i> (PVOH)	Karakteristik Bioplastik <ul style="list-style-type: none">BiodegradabilitasDaya serap air	<ul style="list-style-type: none"><i>Filler</i> ZnOJumlah pati 15 grJumlah gliserol 3,75 grSuhu operasi 80°CKecepatan putar 650 rpm

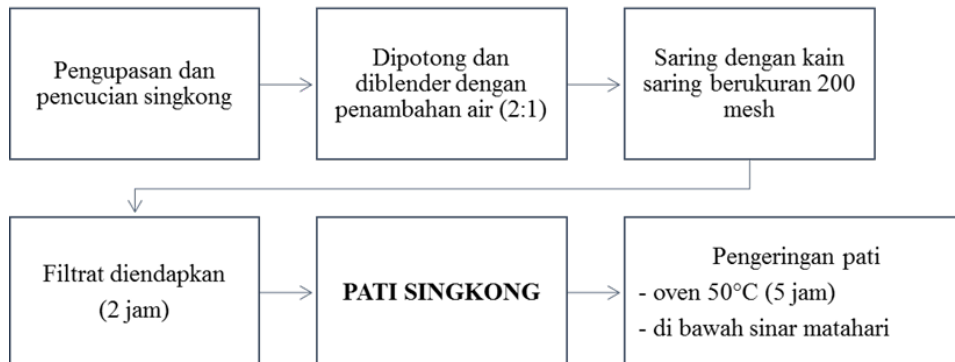
2.4 Prosedur Kerja

2.4.1 Persiapan Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini di antaranya pati singkong (*Manihot esculenta*), seng oksida

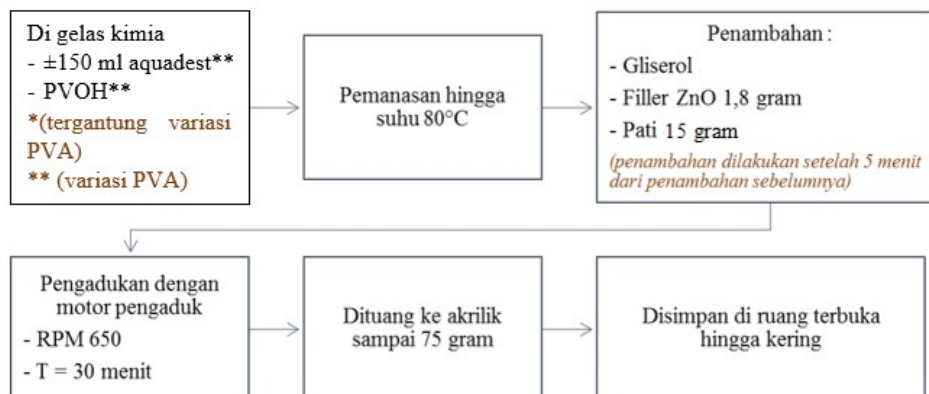
(ZnO), gliserol, *polyvinyl alcohol* (PVOH) BP-05 konsentrasi 7%, dan aquades. Peralatan yang digunakan di antaranya peralatan gelas, *hot plate*, dan motor pengaduk *Haocheng* HM-100S.

2.4.2 Pembuatan Pati dari Singkong



Bahan baku penelitian ini adalah pati singkong yang direaksikan dengan penambahan *filler* ZnO, gliserol, dan *Polyvinyl Alcohol* untuk mendapatkan plastik yang *biodegradable* dan ramah lingkungan. Setelah pati singkong didapatkan dari proses pengeringan, kemudian dilakukan perhitungan *%yield*.

2.4.3 Pembuatan Bioplastik



Bioplastik berbasis pati memiliki kelemahan seperti rendahnya karakteristik mekanik dibandingkan dengan plastik konvensional, tetapi masalah tersebut dapat diatasi dengan melakukan penambahan *filler* seperti ZnO, *plasticizer*, serta bahan aditif seperti PVOH untuk memperbaiki karakteristik dari bioplastik seperti biodegradabilitas dan daya serap air. Penambahan *plasticizer* berfungsi untuk meningkatkan fleksibilitas dan membuat bioplastik menjadi tidak rapuh dengan cara mengurangi interaksi antar rantai polimer dalam bioplastik. Salah satu bahan yang dapat dijadikan sebagai *plasticizer* adalah gliserol.

Penambahan *filler* jenis ZnO berfungsi untuk menguatkan dan mengeraskan material penyusun bioplastik berdasarkan prinsip *adhesi*, yaitu gaya tarik-menarik antara molekul-molekul dari jenis bahan yang berbeda. ZnO memiliki karakteristik mekanik dan sifat *barrier* yang baik serta memiliki sifat antibakterial (A. H. D. Abdullah, 2020 : 1259–1267).

Kualitas bioplastik juga dapat ditingkatkan dengan penambahan aditif lainnya seperti *polyvinyl alcohol*. Penambahan PVOH dapat memperbaiki kekuatan mekanik serta meningkatkan fleksibilitas dari bioplastik (K.

Majdzadeh-Ardakani dan B. Nazari, 2010: 1557–1563). Penelitian kami dilakukan untuk menentukan karakteristik bioplastik dengan penambahan PVOH BP-05 konsentrasi 7% dan menentukan pengaruh keberadaan *filler* ZnO. Karakteristik yang akan ditentukan di antaranya adalah daya serap air dan biodegradabilitas.

2.4.4 Uji Biodegradabilitas

Biodegradabilitas menunjukkan kemampuan bioplastik untuk bisa terdegradasi (teroksidasi senyawa organik atau terurai) ketika terkena paparan mikroorganisme. Pengujian biodegradabilitas dilakukan menggunakan Effective Microorganism 4 (EM4) karena mengandung mikroorganisme hidup yang berguna bagi proses penguraian dan persediaan unsur hara dalam tanah. Sampel berukuran 5 cm x 5 cm ditimbang berat awalnya kemudian direndam dalam 35 ml larutan EM4 selama 7 hari dan diamati perubahan berat setiap harinya. Berat akhir kemudian ditimbang setelah perendaman selesai. Pengujian tersebut menghasilkan data berupa berat awal dan berat akhir yang dapat diolah menjadi biodegradabilitas bioplastik dengan persamaan berikut:

$$\%Terdegradasi = \frac{W_0 - W_1}{W_1} \times 100\%$$

2.4.5 Uji Daya Serap Air

Daya serap air menggambarkan aspek ketahanan air pada bioplastik. Bioplastik dengan daya serap air yang tinggi memiliki ketahanan air yang rendah. Penentuan daya serap air dilakukan dengan standar ASTM D570. Sampel berukuran 60 mm x 60 mm ditimbang berat awalnya dan direndam dalam *aquadest* selama 2 jam. Sampel yang telah direndam dikeringkan dengan lap kering dan langsung ditimbang berat akhirnya. Berat awal dan akhir sampel kemudian digunakan untuk menentukan daya serap air bioplastik dengan persamaan berikut:

$$\text{Daya Serap Air (\%)} = \frac{W_1 - W_0}{W_0} \times 100\%$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

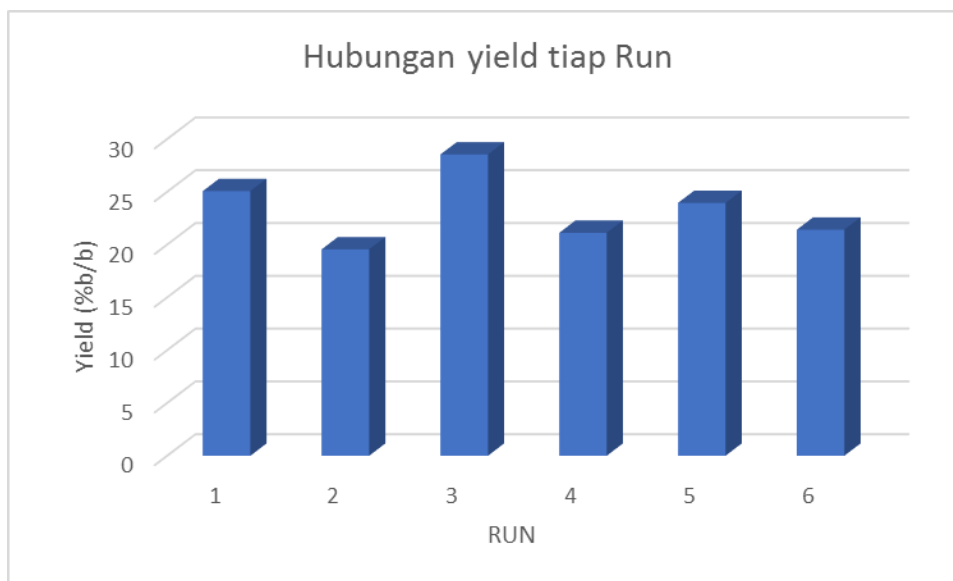
3.1 Pembuatan Pati

Berdasarkan hasil proses ekstraksi dari singkong dengan metoda pelarutan dan pengeringan menggunakan oven, didapat enam kali hasil dengan kondisi operasi yang sama diperoleh jumlah pati yang beragam, hasil pati yang diperoleh dapat disajikan didalam tabel 4.2 kemudian didapatkan perolehan *yield* (%b/b) pati

Tabel 3.1.1 Perolehan hasil pati dari 100 gram singkong

Run	Waktu pemanasan (menit)	Massa sebelum proses (gr)	Massa sesudah proses (gr)	Yield (%b/b)
1	30	99,9033	25,0434	25,07
2	30	100,6534	19,6808	19,55
3	30	101,2276	28,8863	28,54
4	30	101,5859	21,4597	21,12
5	30	100,2908	24,0214	23,95
6	30	99,4176	21,2903	21,42

Berdasarkan tabel diatas, dapat dibuat grafik hubungan *yield* (%b/b) pada setiap *RUN* yang ditunjukkan pada gambar 3.1 dibawah ini



Gambar 3.1 Hubungan persen Yield tiap Run

Pati yang telah dibuat siap untuk dijadikan bahan baku dalam pembuatan bioplastik.

3.2 Pembuatan Bioplastik

Percobaan pertama dilakukan pada PVOH BP-05 konsentrasi 7% b/b, hasil yang didapatkan pada percobaan pertama adalah terdapat bintik putih pada bioplastik. Hal tersebut dikarenakan saat pelarutan pati tidak larut seluruhnya sehingga terdapat serbuk pati didalam dan dipermukaan bioplastik.

Berdasarkan hasil percobaan pertama, percobaan kedua dilakukan dengan penyaringan terlebih dahulu sebelum hasil pelarutan dituangkan ke cetakan. Pada percobaan yang kedua didapatkan hasil yang lebih merata dari sebelumnya. Tidak terdapat bintik putih pati yang tidak larut pada bioplastik. Namun, terlihat ada mikroorganisme jamur di dalam bioplastik yang dihasilkan walaupun bioplastik belum kering sepenuhnya. Hal tersebut dapat dilihat dari adanya bintik hijau dalam bioplastik.

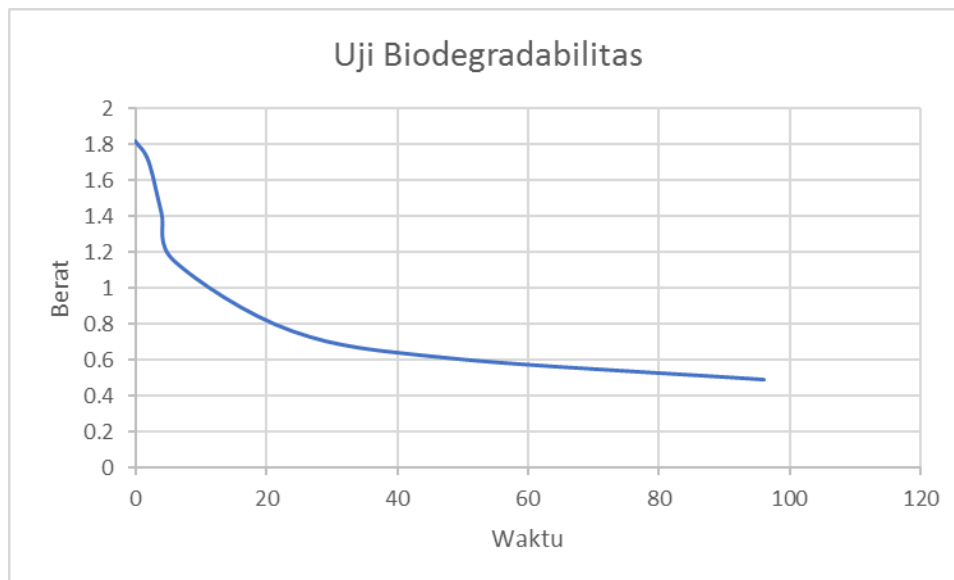
Percobaan ketiga dilakukan lagi atas dasar hasil dari percobaan sebelumnya. Digunakan disinfektan untuk membersihkan semua alat dan cetakan yang digunakan. Hasil yang didapatkan adalah masih terdapat mikroorganisme jamur dalam bioplastik tersebut. Hal ini disebabkan jumlah hasil reaksi bioplastik yang dituangkan terlalu banyak sehingga proses pengeringannya lebih lama dan memberikan waktu untuk mikroorganisme untuk tumbuh dan berkembang. Oleh karena itu pada percobaan keempat penuangan bioplastik dikurangi dari 100 gram menjadi 75 gram dan didapatkan bioplastik tanpa adanya mikroorganisme. Berdasarkan pengamatan secara visual, sampel dengan filler ZnO memiliki permukaan yang lebih halus dan dengan penambahan PVOH BP-05 konsentrasi 7% memiliki gelembung-gelembung kecil pada permukaannya. Terdapat sedikit gelembung pada sampel dengan *filler* ZnO.

3.3 Uji Biodegradabilitas

Dari hasil bioplastik yang didapatkan yaitu PVA BP-05 dengan konsentrasi 7% dilakukan pengujian biodegradabilitas. Di bawah ini merupakan data tabel 3.3.1 yang menunjukkan perkembangan pengujian biodegradabilitas.

Tabel 3.3.1 Data pengujian biodegradabilitas

Uji Biodegradabilitas								
KODE	subject	awal	2 jam	4 jam	6 jam	24 jam	2 hari	4 hari
BP-05 7%	bioplastik	1,82	1,71	1,42	1,15	0,76	0,61	0,49
	tempat + bakteri	52,15	52,15	52,15	52,15	52,15	52,15	52,15
	total	53,98	53,86	53,58	53,30	52,91	52,77	52,65



gambar 3.3 grafik berat terhadap waktu

Gambar 3.3 menunjukkan penurunan dari pengujian biodegradabilitas dengan penambahan PVOH pada sampel dengan hasil berat yang semakin berkurang. Fenomena tersebut diakibatkan oleh penambahan PVOH yang menimbulkan gelembung pada sampel. Gelembung tersebut dalam jangka panjang dapat ditembus oleh mikroorganisme sehingga proses biodegradasi tidak hanya terjadi pada permukaan sampel saja melainkan dari bagian dalam pula. Selain itu, PVOH juga merupakan bahan organik sehingga bisa dijadikan sumber nutrisi oleh mikroorganisme pengurai.

$$\% \text{Terdegradasi} = \frac{1,82 - 0,49}{1,82} \times 100\% = 73,03\%$$

Berdasarkan hasil data pengujian, nilai biodegradabilitas dapat ditinjau dari semakin tinggi yang dapat terurai maka *yield* nya akan semakin baik. Hasil *yield* bioplastik dengan variasi konsentrasi PVOH BP-05 7% yang

diharapkan pada pengujian biodegradabilitas sebesar 73,03% dan nilai tersebut dikategorikan baik dilihat dari pengurangan berat yang signifikan.

3.4 Uji Daya Serap Air

Dari hasil bioplastik yang didapatkan yaitu PVA BP-05 dengan konsentrasi 7% dilakukan pengujian daya serap air. Dibawah ini merupakan data tabel 4.5 yang menunjukkan perkembangan pengujian daya serap air.

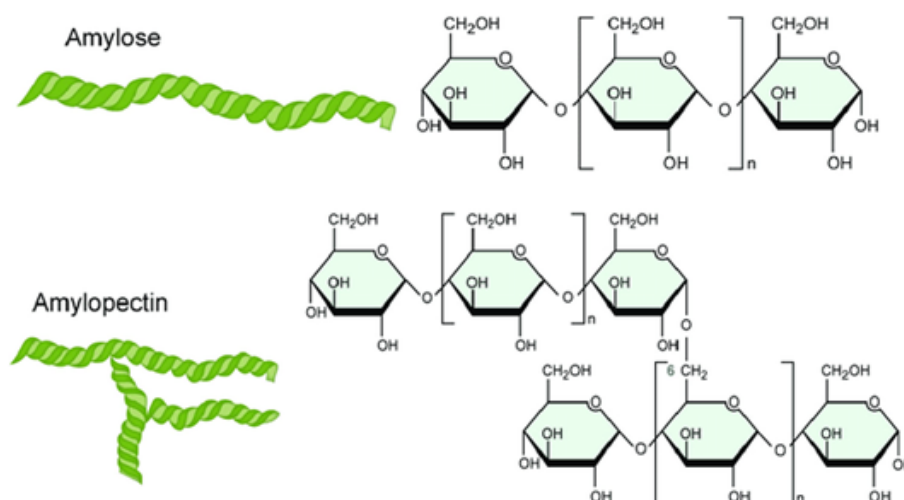
Tabel 3.4.1 Data pengujian daya serap air

uji daya serap air			
Kode	subject	awal	akhir
BP-05 7%	bioplastik	1,9681	7,42
	glas kimia	45,0303	52,4465
	total	46,9984	59,8665

$$\% \text{Daya serap air} = \frac{7,42 - 1,9681}{7,42} \times 100\% = 73,47\%$$

Hasil *yield* yang didapatkan pada pengujian daya serap air konsentrasi PVOH BP-05 7% sebesar 73,47% dan nilai tersebut dikategorikan belum baik karena tidak tahan terhadap air.

Filler yang digunakan yaitu ZnO bersifat hidrofobik. Semakin banyak jumlah *filler* hidrofobik yang ada dalam komposit membuat komposit menjadi semakin hidrofobik pula sehingga daya serap airnya akan semakin menurun. *Filler* ZnO bekerja dengan cara berikatan dengan gugus hidroksil yang berada pada rantai polimer pati. Pati tersusun atas amilum dan amilopektin yang strukturnya ditunjukkan pada Gambar 5.



gambar 3.4 struktur pati

Berdasarkan Gambar 3.4 di atas, komponen penyusun rantai polimer pati memiliki gugus hidroksil yang dapat berinteraksi dengan air sehingga ketahanan airnya rendah. *Filler* ZnO akan berikatan dengan gugus tersebut sehingga mengurangi keberadaan gugus hidroksil. Kondisi tersebut membuat bioplastik menjadi lebih tahan

terhadap air.

Penambahan PVOH meningkatkan ketahanan air pada sampel dengan *filler* ZnO karena PVOH bersifat hidrofobik. Pada umumnya, penambahan PVOH dapat menurunkan daya serap dari suatu komposit. Hal tersebut terjadi karena pada dasarnya sifat suatu komposit merupakan campuran sifat dari bahan-bahan penyusunnya (H. Judawisastra, 2017).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dapat disimpulkan bahwa pati yang didapatkan dari 100 gr singkong dinyatakan baik karena rata-rata *yield* yang didapatkan melebihi nilai 50% yang mengacu pada penelitian-penelitian sebelumnya. Nilai biodegradabilitas dapat ditinjau dari semakin tinggi yang dapat terurai maka *yield* nya akan semakin baik. Hasil *yield* bioplastik pada pengujian biodegradabilitas sebesar 73,03% dan nilai tersebut dikategorikan baik dilihat dari pengurangan berat yang signifikan. Uji daya serap diukur untuk menguji ketahanan bioplastik terhadap air kandungan air yang diserap oleh bioplastik sedikit maka *yield* nya akan kecil. Hasil *yield* yang didapatkan pada pengujian daya serap air sebesar 73,47% dan nilai tersebut dikategorikan belum baik karena tidak tahan terhadap air. Dapat ditarik kesimpulan bahwa bioplastik dengan PVOH BP-05 konsentrasi 7% terurai dengan baik namun ketahanan terhadap airnya belum sempurna. Dari penelitian yang sudah dilakukan bahwa untuk komposisi yang ada di dalam PVOH BP-05 memiliki tingkat biodegradasi yang baik tetapi ketahanan bioplastik terhadap air sangat rendah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur kami panjatkan kepada tuhan yang Maha Esa, atas nikmatnya kami dapat menyelesaikan karya tulis ini. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari setiap pihak, sulit untuk menyelesaikan karya ini. Oleh sebab itu kami mengucapkan terima kasih kepada:

1. DIPA Politeknik Negeri Bandung yang turut serta membantu dalam penelitian ini secara finansial
2. Rony Pasonang Sihombing S.T., M. Eng selaku dosen pembimbing
3. Dr. Shoerya Shoerlarta, LRSC. MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Bandung
4. Seluruh staf administrasi dan prnata Laboratorium Pendidikan Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Bandung
5. Keluarga juga kerabat yang mendukung kami

Penulis menyadari bahwa karya tulis ini masih terdapat kekurangan, dan diharapkan kritik juga saran yang membangun untuk menyempurnakan karya ini. Akhir kata, penulis ucapkan terimakasih semoga karya ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membaca

DAFTAR PUSTAKA

- A. H. D. Abdullah et al. (2020). Harnessing the Excellent Mechanical, Barrier and Antimicrobial Properties of Zinc Oxide (ZnO) to Improve the Performance of Starch-based Bioplastic, *Polymer-Plastics Technology and Materials*, vol. 59, no. 12, pp. 1259–1267.
- Chandra, R., dkk. Biodegradable Polymers, *Department of polymer technology and applied chemistry*, vol. 23.

1273-1335.

- Darni, Y., dkk. Studi Pembuatan dan Karakteristik Sifat Mekanik dan Hidrofobisitas Bioplastik dari Pati Sorgum. Fakultas Teknik vol.7, No. 4, 1412-5064
- Intandiana, S., dkk. (2019). Pengaruh Karakteristik Bioplastik Pati Singkong dan Selulosa Mikrokristalin terhadap Sifat Mekanik dan Hidrofobisitas, *Universitas Sultan Ageng Tirtayasa*, vol. 4, No. 2, 2502-4787.
- K. Majdzadeh-Ardakani and B. Nazari., (2010). Improving the mechanical properties of thermoplastic starch/poly(vinyl alcohol)/clay nanocomposites. *Composites Science and Technology*, vol. 70, no. 10, pp. 1557–1563, Sep. 2010, doi: 10.1016/j.compscitech.2010.05.022.
- Melani, A., dkk. (2022). Bioplastik Pati Umbi Talas Melalui Proses Melt Intercalation (*Kajian Pengaruh Jenis Filler, Konsentrasi Filler Dan Jenis Plasticiezer*). *Distilasi*, Vol. 2, No. 2, Hal. 53-67, Sept. 2017.
- Nur, R. Atifah, dkk. (2020). Karakteristik Bioplastik dari Pati Biji Durian dan Pati Singkong yang Menggunakan Bahan Pengisi MCC (*Microcrystalline Cellulose*) dari Kulit Kakao. *Fakultas Pertanian* Vol. 25, No. 1, April 2020 2614-6045
- Nuriyah, L., dkk. (2018). Karakteristik Kuat Tarik dan Elongasi Bioplastik Berbahan Pati Ubi Jalar Cilembu dengan Variasi Jenis Pemplastis. *Natural B*, vol. 4, No. 4, Oktober 2018.
- Rozzana, dkk. Pengaruh Massa Pati terhadap Tensil Strength, Elongasi dan Daya Serap Terhadap Air pada Pembuatan Bioplaastik dari Pati Sagu dan Gliserol. *Universitas Syiah Kuala*, Vol.3 No.1.
- Sabella, Amelia. (2019). karakteristik Bioplastik dari Rumput Laut (*euchema cottonii*) dan Pati Singkong dengan Penambahan Pati dari Limbah Biji Durian. *Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*. Vol. 4 Issue 2, Oktober 2019 2502-5643
- Sihombing, P. Rony, dkk. (2022). Pengaruh Konsentrasi Kaolin dan ZnO dengan Penambahan PVOH Terhadap Karakteristik Bioplastik Berbasis Pati. *Prosiding The 13th Industrial Research Workshop and National Seminar*, pp. 801-806, July. 2022.
- T. M. Tamer et al. (2021). Development of Polyvinyl Alcohol/Kaolin Sponges Stimulated by Marjoram as Hemostatic, Antibacterial, and Antioxidant Dressings for Wound Healing Promotion. *International Journal of Molecular Sciences*, vol. 22, no. 23, p. 13050, Dec. 2021, doi: 10.3390/ijms222313050.
- Ruri, S. Rindri. “Pemanfaatan Protein Ampas Tahu Sebagai Bahan Dasar Pembuatan Bioplastik (*plastic biodegradable*)” diunggah tahun 2021.
- Devi, Ni Luh Putu Ardhanaresvari, dkk. “Pengaruh Komposisi Kitosan, Pati Biji Alpukat serta Penambahan Gliserol Terhadap Kemampuan Biodegradasi Bioplastik” *Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”*.
- Ramadhani, M. Yusuf, dkk. “Pengaruh Konsentrasi Larutan Kitosan Sebagai Coating Agent terhadap Daya Serap Air Pada Bioplastik Dari Pati Singkong dan Gluten” *Politeknik Negeri Malang*.