

## KAJIAN KETAHANAN BIOPLASTIK PATI JAGUNG DENGAN VARIASI BERAT DAN SUHU PELARUTAN POLIVINIL ALKOHOL

Sari Purnavita, Viviana Chintya Dewi

Program Studi Teknik Kimia Politeknik Katolik Mangunwijaya,

Jl. Sriwijaya (Kusumanegara) no 104 Semarang

E-mail: [saripurnavita@yahoo.com](mailto:saripurnavita@yahoo.com)

### Abstract

Bioplastics is a packaging technology that is continuously being developed to replace synthetic plastics that are non-biodegradable. Polyvinyl alcohol (PVA) is one of the raw materials commonly used in the manufacture of bioplastics, because PVA has the properties of being able to form a film that is good, non-toxic, biodegradable, and biocompatible. However, PVA has the disadvantage of being hydrophilic so that its resistance to water is low. Therefore in this study studied the use of PVA in the manufacture of corn starch bioplastics against water resistance, biodegradation and bioplastic morphology of corn starch. This study used a completely randomized design with added PVA weight variables (0; 1; 1.5; 2; 2.5; 3 grams) and the dissolution temperature of PVA (60°C; 70°C; 80°C). From the research results, it was found that the amount of PVA added and the temperature of the PVA dissolution affected the resistance of the bioplastic. Based on the results of the research, the best water resistance was obtained, namely 50% in the addition of 2 grams of PVA and a dissolving temperature of 70°C, the best biodegradation for 5 days was the addition of  $\leq 2$  grams of PVA with a dissolving temperature of 70°C and the best morphology was in the addition of  $\geq 2.5$  grams of PVA with a dissolving temperature. 70°C. So from this study it can be suggested to use PVA in the manufacture of bioplastics that have a high amylopectin content of a maximum of 2 grams with a dissolving temperature of 70°C.

**Keywords:** Biodegradation; Bioplastics; Corn starch; Polyvinyl alcohol; water resistance

### Abstrak

Bioplastik merupakan teknologi kemasan yang terus dikembangkan untuk mengganti plastik sintesis yang bersifat non – biodegradable. Polivinil alkohol (PVA) adalah salah satu bahan baku yang biasa digunakan dalam pembuatan bioplastik, sebab PVA memiliki sifat dapat membentuk film yang baik, tidak beracun, biodegradable, dan biokompatibel. Akan tetapi PVA memiliki kelemahan bersifat hidrofilik sehingga ketahanan terhadap air rendah. Oleh karena itu pada penelitian ini dikaji penggunaan PVA dalam pembuatan bioplastik pati jagung terhadap ketahanan air, biodegradasi serta morfologi bioplastik pati jagung. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan variabel berat PVA yang ditambahkan (0; 1; 1,5; 2; 2,5; 3 gram) dan suhu pelarutan PVA (60°C; 70°C; 80°C). Dari hasil penelitian didapatkan bahwa jumlah penambahan PVA dan suhu pelarutan PVA mempengaruhi ketahanan bioplastik. Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh ketahanan air terbaik yaitu 50% pada penambahan 2

gram PVA dan suhu pelarutan 70°C, biodegradasi terbaik selama 5 hari pada penambahan  $\leq 2$  gram PVA dengan suhu pelarutan 70°C dan morfologi terbaik pada penambahan  $\geq 2,5$  gram PVA dengan suhu pelarutan 70°C. Sehingga dari penelitian ini dapat disarankan untuk penggunaan PVA dalam pembuatan bioplastik yang memiliki kandungan amilopektin tinggi maksimal 2 gram dengan suhu pelarutan 70°C

**Kata kunci :** Biodegradasi; Bioplastik; Ketahanan air; Pati jagung; Polivinil alkohol

## 1. Pendahuluan

Saat ini, penelitian mengenai teknologi kemasan menggunakan bioplastik gencar dikembangkan sebagai salah satu upaya manusia untuk mengganti plastik kemasan sintesis yang memiliki kelemahan tidak dapat dihancurkan secara alami (*non-biodegradable*) yang menimbulkan pencemaran lingkungan [1]

Komposisi plastik *biodegradable* biasanya didominasi oleh polisakarida seperti pati atau selulosa. Kedua bahan ini dipilih karena kemampuan membentuk matriks secara alami [2]. Selain itu, keberadaan pati dan selulosa yang melimpah, mudah diperbaharui dan bersifat *biodegradable* menjadi nilai tambah produk cocok digunakan sebagai bahan baku pembuatan bioplastik [3]

Salah satu jenis pati yang dapat digunakan sebagai bahan baku bioplastik adalah pati jagung. Pati jagung secara umum terdiri atas amilosa 25-30% dan amilopektin 70-75% dari total berat pati [4]. Sifat yang demikian akan mempengaruhi sifat bioplastik yang dihasilkan, menurut penelitian [1] pati dengan kandungan amilopektin tinggi menghasilkan bioplastik yang bersifat lebih mudah menyerap air, lebih basah, dan lebih lengket. Karena adanya kelemahan ini, menjadikan bioplastik dari pati jagung mudah untuk rusak, sobek, dan tidak tahan air. Oleh karena itu pada penelitian ini ditambahkan polivinil alkohol.

Selama ini, polivinil alkohol sering digunakan dalam pembuatan bioplastik sebagai bahan *filler* untuk *reinforcement* sifat mekanis bioplastik. Polivinil alkohol memiliki sifat dapat membentuk film dengan baik, tidak beracun, biokompatibel dan *biodegradable* [5]. Biasanya Polivinil alkohol difungsikan sebagai *plasticizer* guna meningkatkan kekuatan elongasi bioplastik sehingga menjadikan bioplastik lebih elastis dan tidak mudah sobek [6];[7]. Polivinil alkohol memiliki sifat larut air panas dengan batas konsentrasi <20%. PVA terhidrolisis sebagian memiliki titik leleh suhu 150 - 190°C dan terhidrolisis penuh pada suhu 228 - 256°C [8]. Polivinil Alkohol terdegradasi secara lambat pada suhu 110°C dan terdegradasi cepat pada suhu 200°C [9]

Faktor yang selama ini jarang diperhatikan adalah polivinil alkohol memiliki sifat hidrofilik sehingga dapat larut ataupun dapat mengembang jika berinteraksi dengan air karena gugus aktif yang dimiliki adalah -OH [10]. Polivinil alkohol sebagai hidrogel memiliki rasio *swelling* yaitu kemampuan untuk menyerap air.

Oleh karena itu pada penelitian ini, dilakukan penambahan polivinil alkohol ke dalam bioplastik pati jagung dengan fokus penelitian pada kajian ketahanan air dan biodegradasi bioplastik pati jagung dengan memperhatikan suhu pelarutan dan jumlah penambahan polivinil alkohol. Kedua faktor ini penting karena suhu pelarutan

akan mempengaruhi kelarutan PVA dan rasio *swelling* yang dihasilkan, dan jumlah penambahan PVA akan mempengaruhi ketahanan air terutama bagi bioplastik yang kandungan amilopektin yang tinggi.

Pada penelitian [11] pelarutan PVA pada suhu 10 - 40°C akan meningkatkan rasio *swelling* PVA, sedangkan suhu pelarutan >40°C akan menurunkan rasio *swelling* PVA, sehingga pada penelitian ini dilakukan variasi suhu pelarutan PVA pada suhu 60°C, 70°C, dan 80°C.

Tujuan selanjutnya dengan adanya kajian penambahan polivinil alkohol pada bioplastik pati jagung, dapat menjadi acuan bagi peneliti lain yang ingin menggunakan PVA pada teknologi pembuatan bioplastik dengan memperhatikan suhu pelarutan dan jumlah yang ditambahkan, sehingga diharapkan penambahan PVA tidak lantas kemudian menurunkan nilai ketahanan air suatu bioplastik secara drastis dengan tetap mempertahankan fungsi awal penambahan PVA untuk meningkatkan sifat mekanis bioplastik.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap dua variabel dengan dua kali pengulangan. Variabel bebas yang digunakan adalah berat PVA (0; 1; 1,5; 2; 2,5; 3 gram) dan suhu pelarutan (60°C, 70°C, dan 80°C).

Tahap pertama dalam pembuatan bioplastik adalah melarutkan PVA sesuai variasi berat dan variasi suhu yang sudah ditentukan. Selanjutnya pati jagung ditimbang sebanyak 4 gram dan dilarutkan dalam air panas. Kemudian kedua larutan tersebut dicampurkan dan ditambahkan gliserin sebanyak 2,5 ml disertai pengadukan menggunakan *magnetic stirrer* selama 10 menit.

Selanjutnya melakukan *degassing* campuran bioplastik selama 10 menit dan menuangkan campuran bioplastik pada nampan. Bioplastik dimasukkan dalam oven dengan suhu 70° C hingga kering dan plastik dapat dilepas dari nampan.

Tahapan pengujian meliputi uji ketahanan air (rasio *swelling*) bioplastik, uji degradasi bioplastik pati jagung, dan morfologi bioplastik.

Pengukuran rasio pengembangan (*swelling*) dengan cara memotong bioplastik 2 cm x 2 cm kemudian direndam dalam aquades selama 30 menit. Berat bioplastik sebelum dan sesudah ditimbang (metode gravimetri), guna menentukan rasio *swelling*. Persentase rasio *swelling* ditentukan dengan:

$$\text{Rasio } swelling (\%) = \frac{W_1 - W_0}{W_0} \times 100\%$$

Keterangan :

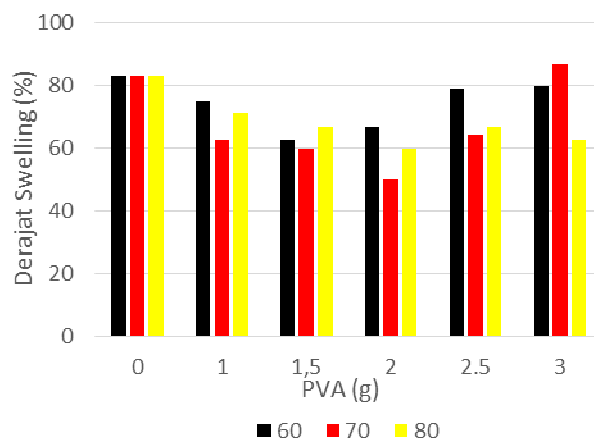
$W_1$  = berat hidrogel saat mengembang (*swollen*)

$W_0$  = berat hidrogel kering (*dry*) sebelum *swelling*

Pengujian ketahanan biodegradasi bioplastik menggunakan bakteri EM4 dan pengujian morfologi menggunakan mikroskop cahaya perbesaran 100x

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### Ketahanan air (Uji *Swelling*) Bioplastik



**Gambar 1.** Pengaruh suhu dan berat PVA terhadap rasio *swelling* bioplastik

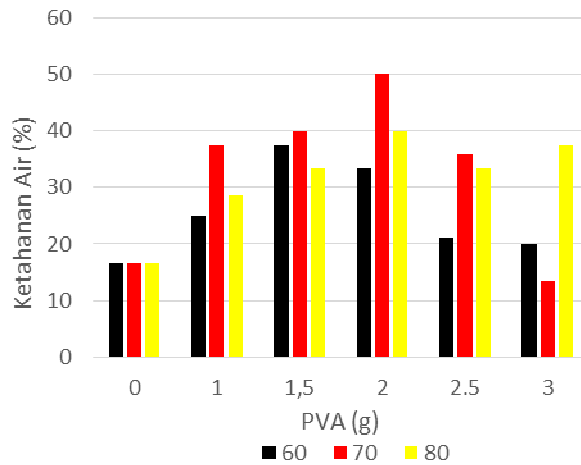
Berdasarkan grafik pada gambar 1, adanya variasi berat PVA dan suhu pelarutan berpengaruh nyata terhadap rasio *swelling* bioplastik. Bioplastik dengan penambahan 0 gram PVA pada masing masing suhu pelarutan ditetapkan sebagai sampel kontrol.

Dari gambar 1, adanya penambahan 1 - 2 gram PVA menurunkan nilai *swelling* bioplastik bila dibandingkan dengan nilai *swelling* bioplastik kontrol. Hal ini menandakan bahwa pada presentase penambahan ini PVA berikatan baik dengan pati jagung, adanya PVA memperbaiki sifat lengket, basah, dan kemudahan menyerap air bioplastik pati jagung sebab PVA memiliki kemampuan untuk membentuk film yang baik.

Pada penambahan PVA lebih dari 2 gram menunjukkan grafik rasio *swelling* bioplastik mulai meningkat, hal ini menunjukkan bahwa keberadaan PVA yang berlebih menjadikan bioplastik bersifat lebih hidrofilik (menyerap air) karena PVA memiliki gugus  $-OH$ , hal ini sesuai dengan penelitian [12] dengan penambahan 3 gram PVA menghasilkan nilai penyerapan air bioplastik 33,8 - 89,5%, dan penelitian [13] dengan penambahan 8 gram PVA memberikan nilai penyerapan air bioplastik 42 - 70%.

Faktor lain yang perlu diperhatikan adalah suhu pelarutan PVA sebelum dicampurkan dengan pati jagung. Dari grafik pada gambar 1, kelarutan PVA secara maksimal pada suhu  $>60^{\circ}C$  dengan kondisi terbaik pada suhu  $70^{\circ}C$ , pada kondisi yang demikian PVA telah larut secara sempurna dan masih dapat dengan mudah dicampurkan dengan larutan pati jagung, hal ini berbeda dengan kondisi pencampuran pada suhu  $80^{\circ}C$ , PVA menjadi larutan yang kental karena daya adhesi PVA - air besar sehingga lebih sulit untuk bercampur dengan larutan pati jagung. Dari grafik pada gambar 1, nilai rasio *swelling* bioplastik menurun dengan adanya perlakuan suhu. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian [11] bahwa rasio *swelling* PVA akan mulai menurun pada suhu  $>40$ , dan semakin kecil dengan

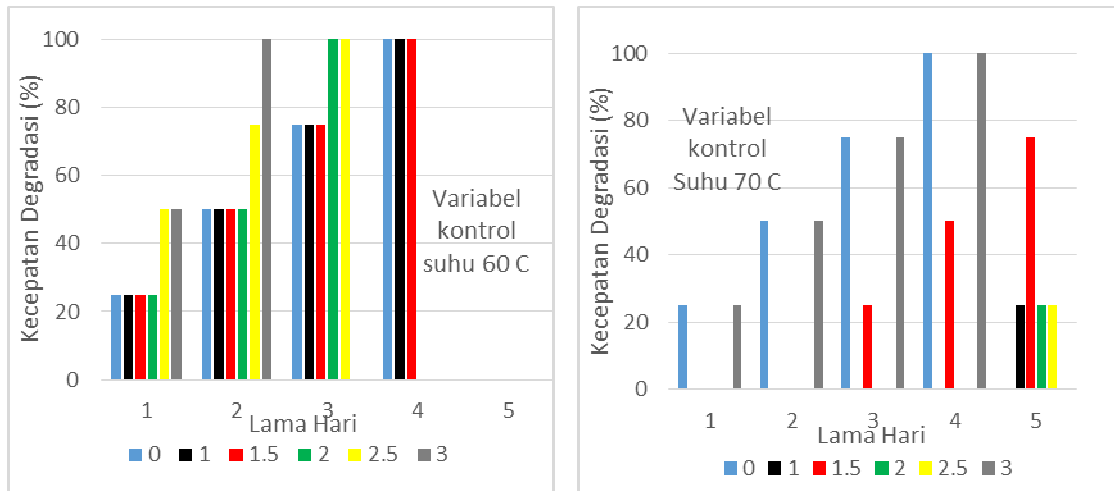
adanya perlakuan panas suhu dikarenakan kekuatan intramolekul PVA (ikatan PVA - air) lebih tinggi menyebabkan diameter hidrogel menyusut

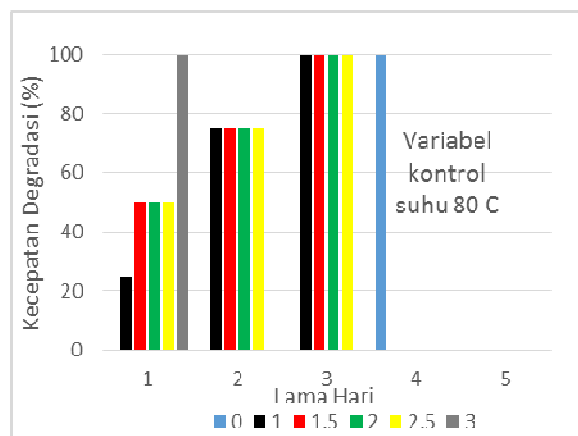


**Gambar 2.** Pengaruh suhu dan berat PVA terhadap ketahanan air bioplastik

Rasio *swelling* bioplastik berhubungan dengan ketahanan air bioplastik, berdasarkan grafik pada gambar 1 dan 2, nilai rasio *swelling* berbanding terbalik dengan ketahanan air bioplastik, hasil ini selaras dengan penelitian [14] semakin tinggi nilai rasio *swelling* bioplastik maka ketahanan bioplastik yang dihasilkan semakin rendah, sebab rasio *swelling* adalah kemampuan hidrogel untuk mengembang dikarenakan menyerap air

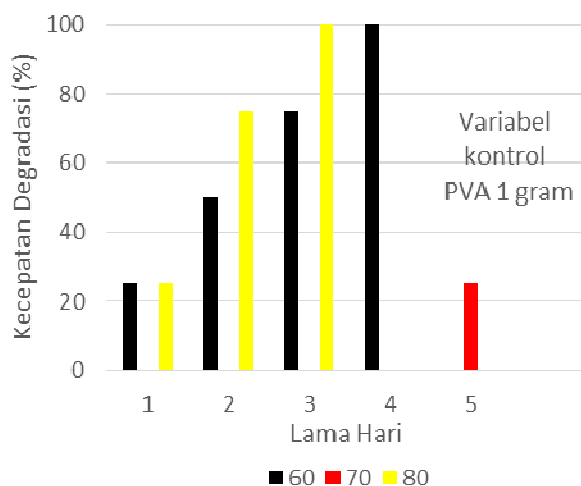
**Uji Biodegradasi Bioplastik**





**Gambar 3.** Pengaruh penambahan berat PVA terhadap biodegradabilitas bioplastik

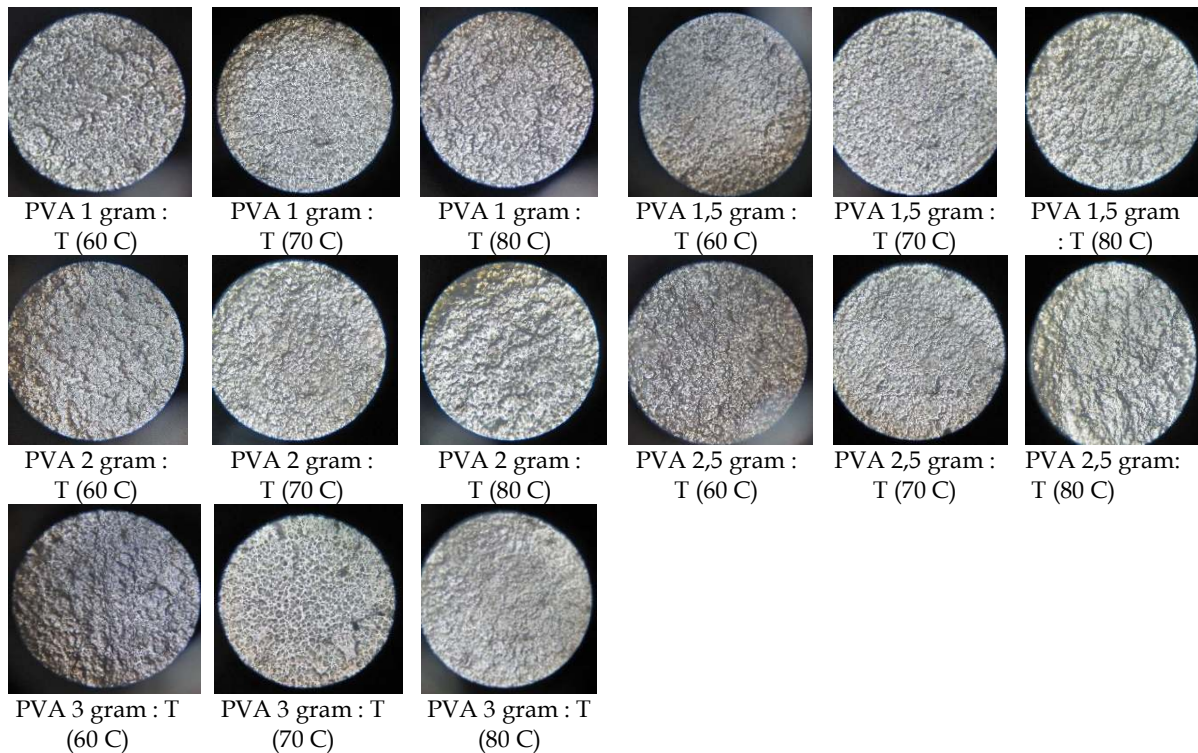
Berdasarkan grafik pada gambar 3, adanya perlakuan masing masing suhu dengan penambahan 0 gram PVA dijadikan sebagai sampel kontrol, dengan waktu degradasi selama 4 hari. Dari ketiga grafik pada gambar 3 menunjukkan bahwa adanya penambahan PVA berpengaruh terhadap nilai biodegradabilitas bioplastik. Dengan semakin bertambahnya jumlah PVA yang dicampurkan, maka semakin meningkat kecepatan biodegradasi bioplastik, dengan rata - rata biodegradasi tercepat pada masing - masing perlakuan suhu yaitu penambahan 3 gram PVA. Hasil penelitian ini sesuai dengan deskripsi sifat PVA yang bersifat biodegradable dan biokompatibel [15]. Selain itu, karena PVA memiliki gugus  $-OH$  yang bersifat hidrofilik kemudian di kontakkan dengan daerah yang lembab (tanah), sehingga semakin memperbesar kecepatan biodegradasi bioplastik. Dari ketiga grafik pada gambar 3, diperoleh rata - rata kecepatan biodegradasi agak lambat (3-5 hari) pada penambahan  $\leq 2$  gram PVA.



**Gambar 4.** Pengaruh suhu pelarutan PVA terhadap biodegradabilitas bioplastik

Berdasarkan grafik pada gambar 4, adanya perlakuan suhu pelarutan PVA tidak berpengaruh nyata terhadap kecepatan degradasi bioplastik. Pada penambahan 1 gram PVA, suhu pelarutan 70 C memberikan hasil paling baik diantara lainnya dikarenakan pada suhu ini pelarutan dan ikatan yang terjadi antara pati jagung dan PVA berlangsung baik.

### Morfologi Bioplastik



**Gambar 5.** Pengaruh penambahan berat dan suhu pelarutan PVA terhadap morfologi bioplastik

Berdasarkan pada gambar 5, adanya penambahan PVA berpengaruh terhadap struktur kenampakan bioplastik (morfologi) ketika dilakukan pengujian menggunakan mikroskop cahaya. Dari hasil pengujian, semakin banyak penambahan PVA maka semakin halus permukaan bioplastik yang dihasilkan, dengan penambahan terbaik  $\geq 2,5$  gram. Suhu pelarutan 70 C menunjukkan morfologi bioplastik yang paling halus karena pada suhu pelarutan ini, proses pelarutan dan proses pencampuran dengan pati jagung berlangsung dengan lebih mudah dibandingkan suhu pelarutan lainnya sehingga larutan yang terbentuk homogen

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa adanya penambahan berat dan suhu pelarutan PVA berpengaruh terhadap sifat bioplastik yang dihasilkan meliputi ketahanan air, biodegradasi dan morfologi bioplastik pati jagung. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan PVA  $\leq 2$  gram pada masing masing suhu pelarutan memberikan nilai ketahanan air antara 30- 50%, kecepatan biodegradasi bioplastik 3 - 5 hari, dan morfologi bioplastik yang baik. Dari hasil penelitian, untuk suhu pelarutan PVA disarankan dilakukan pada suhu 70°C.

#### Daftar Pustaka

- [1] Kamsiati, E., Heny H., Endang Y.P, 2017, Potensi Pengembangan Plastik *Biodegradable* Berbasis Pati Sagu Dan Ubi kayu Di Indonesia, *Jurnal Litbang Pertanian* 36(2): 67-76, DOI: 10.21082/jp3.v36n2.2017.p67-76

- [2] Lisdayana, N., Dyah A. L., Eka N. Y, 2019, Review : Teknologi Produksi Plastik Biodegradable Berbasis Pati Dan Pemanfaatannya Sebagai Bahan Kemasan, *Majalah Teknologi Agro Industri* 11(2): 38-43
- [3] Maryam., Anwar K., Novelina., Emriadi., 2018, Review : Teknologi Preparasi Pati Nanopartikel Dan Aplikasinya Dalam Pengembangan Komposit Bioplastik, *Majalah Ilmiah Teknologi Industri (SAINTI)* 15(1) : 36-56
- [4] Suarni, I.U., Firmansyah., M. Aqil, 2013, Keragaman Mutu Pati Beberapa Varietas Jagung, *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 32 (1) : 50-56
- [5] Vega, Yoeseпа Pamela, 2016, Optimasi Formula Film Nanokomposit Berbasis Polivinil Alkohol (PVA) Dengan Penambahan Nanopartikel Seng Oksida (ZnO) Dan Asam Lemak Stearat, *Thesis*, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- [6] Maryam., Dedy R., Yunizurwan, 2019, Sintesis Mikro Selulosa Bakteri Sebagai Penguat (*Reinforcement*) Pada Komposit Bioplastik Dengan Matriks PVA (*Polyvinyl Alcohol*), *Jurnal Kimia dan Kemasan* 41(2): 110-118, <http://dx.doi.org/10.24817/jkk.v41i2.4055>
- [7] Widyaningrum, B. A, Wida B. K., Firda A. S., Dwi A. P., Sukma S.K., Fazhar A., Rahyani E., Agustina A.C., 2020, Karakteristik Sifat Mekanik Bioplastik Pati Singkong/ Pva Dengan Penambahan *Pulp* Tandan Kosong Kelapa Sawit Dan Asam Sitrat Teraktivasi, *Jurnal Kimia dan Kemasan* 42(2):46-56, <http://dx.doi.org/10.24817/jkk.v42i2.6130>
- [8] Simanjuntak, M. J, 2008, Studi Film Polivinil Alkohol (PVA) Di Modifikasi dengan Acrylamide (Aam) Sebagai Material Sensitif Terhadap Kelembaban, *Thesis*, Depok : Universitas Indonesia
- [9] Rowe, R.C. et Al, 2009, *Handbook Of Pharmaceutical Excipients*, 6th Ed, The Pharmaceutical Press, London
- [10] Julian, J., Eko S, 2016, Pengaruh Komposisi PVA/Kitosan terhadap Perilaku Membran Komposit PVA/Kitosan/Grafin Oksida yang Terikat Silang Asam Sulfat, *Jurnal Sains Dan Seni ITS* 5(1) : C37-43, DOI: [10.12962/j23373520.v5i1.15932](https://doi.org/10.12962/j23373520.v5i1.15932)
- [11] Erizal, Rahayu , 2009, Thermo-Responsive Hydrogel Of Poli Vinyl Alcohol (PVA) - Con Isopropyl Acrylamide (Nipaam) Prepared By Radiation As A Matrix Pumping/On-Off System, *Indo. J. Chem* 9 (1) : 19 - 27
- [12] Sundari, R.I, 2014, Pengaruh Penambahan Plasticizer Polyvinyl Alcohol (PVA) Terhadap Karakteristik Bioplastik Pati-Kitosan, *Skripsi*, Universitas Airlangga.
- [13] Akbar, M. F., Amun A, Zultiniar, 2019, Pembuatan Bioplastik Berbasis Pati Ubi Jalar dan Polyvinyl Alkohol (PVA) Menggunakan Graphene Sebagai Filler dan Gliserol Sebagai Plasticizer, *JOM FTEKNIK* 6 (1) : 1- 10



- [14] Illing, I., Satriawan, 2017, Uji Ketahanan Air Bioplastik Dari Limbah Ampas Sagu Dengan Penambahan Variasi Konsentrasi Gelatin, *Prosiding Seminar Nasional 3(1)* : 182 - 189
- [15] Tan, B. K., Yern C., Sin C. P., Luqman C. A., Seng N. G., 2015, A Review of Natural Fiber Reinforced Poly(Vinyl Alcohol) Based Composites: Application and Opportunity, *J. Polymers 7:2205-2222*, DOI:10.3390/polym7111509