

Pembuatan dan Karakterisasi Kelarutan dalam Air dan Biodegradabilitas Bioplastik dari Campuran Dedak Padi-Jagung

Suci Rahmawati Dewi¹, Nabila Nur Chairunisa², Ratri Ariatmi Nugrahani^{3,*}, Tita Diana Ningsih⁴, Nurul Hidayati Fithriyah⁵, Mohammad Kosasih⁶

^{1,2,3,4,5,6} Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta, 10510

*E-mail : ratri.ariatmi@umj.ac.id

ABSTRAK

Bioplastik adalah plastik yang dapat terurai oleh aktivitas mikroorganisme di dalam tanah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui proses pembuatan bioplastic dari campuran pati dedak padi dan jagung, mempelajari pengaruh perbandingan waktu pengadukan dan konsentrasi campuran pati dedak padi dan jagung terhadap karakteristik bioplastik yaitu kelarutan dalam air dan biodegradabilitas bioplastik. Penelitian dilakukan dengan mencampurkan bahan baku Pati Jagung, Pati Dedak Padi, *plasticizer* gliserol dengan variasi rasio pati dedak padi dan pati jagung sebesar 1:7, 1:4, 1:3, 1:2.5, dan 1:2.2 (b/b) pada waktu pengadukan selama 22 menit. Variabel bebas yang lain adalah waktu pengadukan, yaitu 10, 13, 16, 19, dan 22 menit, pada rasio pati dedak padi dan pati jagung 1:2.2. Produk Bioplastik dikarakterisasi dengan menggunakan uji Kelarutan dalam Air dan uji Biodegradasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelarutan dalam air dan biodegradabilitas sangat dipengaruhi oleh waktu pengadukan dan rasio (b/b) pati dedak padi dan pati jagung. Pada hari ke enam hampir 65-90% bioplastik terurai pada waktu pengadukan 22 menit.

Kata kunci: biodegradabilitas, bioplastik, kelarutan dalam air, pati dedak padi, pati jagung

ABSTRACT

Bioplastic are plastics that can be decomposed by the activity of microorganisms in the soil. The purpose of this study is to find out the process of making bioplastics of rice and corn bran starch mixtures, studying the effect of stirring time comparison and concentration of rice and corn bran starch mixtures on bioplastic characteristics namely solubility in water and bioplastic biodegradability. The research was conducted by mixing raw materials of Corn Starch, Rice Bran Starch, glycerol plasticizer with variations in the ratio of rice bran starch and corn starch of 1:7, 1:4, 1:3, 1:2.5, and 1:2.2 (b/b) at stirring time for 22 minutes. Another free variable is the stirring time, which is 10, 13, 16, 19, and 22 minutes, at the ratio of rice bran starch and corn starch 1:2.2. Bioplastic products are characterised using Solubility in Water test and Biodegradation test. The results showed that solubility in water and biodegradability was strongly influenced by stirring time and ratio (b/b) of rice bran starch and corn starch. On the sixth day almost 65-90% of bioplastics decompose at a stirring time of 22 minutes.

Keywords: *biodegradable, bioplastic, solubility in water, rice starch, corn starch*

1. PENDAHULUAN

Indonesia adalah salah satu negara yang memiliki berbagai komoditi agro dan industry berbasis agro. Beberapa limbah agroindustri masih banyak yang bisa dimanfaatkan. Salah satunya yaitu hasil samping pengolahan padi, yaitu dedak padi. Selama ini pemanfaatan dedak padi belum optimal. Salah satu potensinya adalah digunakan sebagai sumber pati pada pembuatan bioplastik (Fabian *et al.*, 2011). Film pati dapat dibuat dari pati yang diekstraksi dari singkong, jagung, kentang dan ubi (Omotoso, *et al.*, 2015). Hasil penelitian Marichelvam, *et.al.*, 2019 menunjukkan bahwa bioplastik dari campuran pati jagung dan beras memiliki solubilitas dalam air 11.9% dan biodegradabilitas 48.7% selama 15 hari. Oleh karena itu bioplastik ini dapat digunakan sebagai bahan alternatif untuk kemasan atau tas LDPE (Low-density polyethylene) dan HDPE (High-density polyethylene). Jagung (*Zea Mays*) adalah salah satu tanaman yang murah dan mudah didapat karena dibudidayakan di banyak wilayah di Indonesia. Komponen pati penyusun jagung terdiri dari 25-30% amilosa dan 70- 75% amilopektin (Bayandori dkk, 2009). Berdasarkan kandungan pati dan produktivitas yang cukup tinggi, tanaman jagung memiliki potensi untuk dijadikan sebagai bahan baku pembuatan bioplastik. Sekitar 50% dari bioplastik yang digunakan secara komersial dibuat dari pati. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui proses pembuatan bioplastik dari campuran pati dedak padi dan jagung, mempelajari pengaruh perbandingan waktu pengadukan dan rasio pati dedak padi dan jagung terhadap karakteristik bioplastik yang dihasilkan.

2. METODE PENELITIAN

Bahan Penelitian ialah Pati Dedak Padi, Pati Jagung, Aquades, Glicerol dan Asam Asetat. Alat Penelitian ialah Oven, Gelas beker, Batang Pengaduk, Ayakan, Cetakan Bioplastik dan Timbangan analitik.

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan memasukan semua bahan sesuai dengan komposisinya ke dalam gelas beker dengan variasi rasio berat pati dedak padi dan pati jagung 1:7, 1:4, 1: 3, 1: 2.5, dan 1: 2.2 dan dengan variasi waktu pengadukan 10, 13, 16, 19, dan 22 menit. Selama pemanasan suhu air terus dikontrol 70 - 80°C sambil dilakukan pengadukan. Tuangkan campuran diatas cetakan logam yang telah dibersihkan dengan alkcohol 70%. Pencetakan diletakkan dibawah sinar matahari selama 2 jam. Bioplastik dilepaskan dari pencetak secara perlahan.

Metode Analisis

a. Analisis Kelarutan dalam air

Sampel bioplastik dipotong menjadi bagian-bagian persegi 2,0 cm², dan berat bioplastik kering ditimbang. Sampel tetap direndam dalam 100 ml air dan tetap dilakukan pengadukan selama 6 jam pada 25°C. Bagian bioplastik yang masih utuh disaring, dikeringkan dalam oven pada suhu 110°C sampai berat tetap.

Persentase total zat terlarut (% kelarutan) dihitung dengan persamaan 1) :

$$WS (\%) = [(W_o - W_f) / W_o] \times 100 \quad (1)$$

WS adalah kelarutan dalam air

W_o adalah berat pada awal bioplastik

W_f adalah berat akhir bioplastik. (Marichelvam *et.al.*, 2019.)

b. Analisis Biodegradabilitas

Spesimen itu dipotong-potong 4,0 cm² ditanam di dekat akar tanaman yang kaya bakteri nitrogen, 500 g tanah (memiliki kadar air sedikit) dikumpulkan dan disimpan dalam wadah. Lima sampel dikubur di dalam tanah pada kedalaman 2 cm selama 7 hari di bawah kondisi ruangan. Berat spesimen diukur sebelum dan sesudah pengujian. Uji biodegradabilitas diukur dengan Persamaan :

Penghilangan bobot sampel

$$(\%) = [(W_o - W) / W_o] \times 100 \quad (2)$$

Wo dan W adalah bobot sampel sebelum dan sesudah pengujian (Marichelvam *et al*, 2019.).

c. Analisis Korelasi

Menentukan koefisien korelasi (r) yaitu suatu cara untuk membuktikan keterkaitan antara dua variabel x dan y , dimana koefisien mempunyai nilai antara $-1 < r < 1$ dan dapat ditentukan dengan menggunakan rumus, yaitu:

$$r = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \sqrt{n \sum y^2 - (\sum y)^2}} \quad (3)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian dengan Variasi Waktu Pengadukan

a. Hasil Analisis Uji Kelarutan dalam Air

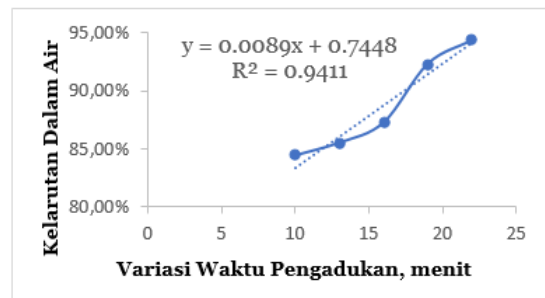
Hasil pembuatan bioplastik dengan bahan baku Pati Jagung dan Pati Dedak Padi dengan *plasticizer* gliserol dengan pengaruh waktu pengadukan dengan rasio konsentrasi tetap sebesar 1 : 2.2 atau konsentrasi pati dedak padi 6,25% dan pati jagung 13,75%. Uji Kelarutan dalam Air ditunjukkan pada Tabel 1

Tabel 1. Pengaruh Waktu Pengadukan terhadap hasil Uji Kelarutan dalam Air Bioplastik

Waktu Pengadukan (menit)	% kelarutan dalam air
10	84.77
13	85.92
16	87.26
19	92.34
22	94.4
10	84.77

Uji kelarutan terhadap air dilakukan untuk mengetahui terjadinya ikatan dalam polimer serta tingkatan atau keteraturan ikatan dalam polimer dan memperkirakan kestabilan bioplastic terhadap pengaruh air. Proses terdifusinya molekul pelarut kedalam polimer akan menghasilkan gel yang mengembang. Sifat kelarutan bioplastik terhadap air ditentukan dengan uji kelarutan dalam air, yaitu persentase pengembangan film oleh adanya air (Ummah, 2013). Berdasarkan Tabel 1 dapat

diketahui grafik hubungan antara waktu pengadukan dan kelarutan dalam air atau % *Swelling*, seperti terdapat pada Gambar 1.

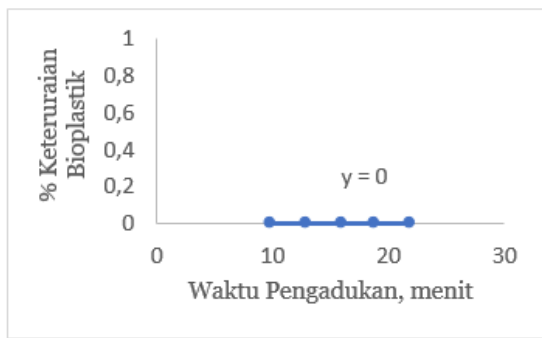


Gambar 1. Pengaruh Waktu Pengadukan terhadap hasil Uji Kelarutan dalam Air Bioplastik

Berdasarkan pada Tabel 1 dan Kurva korelasi antara x (waktu pengadukan) dan y (% kelarutan dalam air) seperti terdapat pada Gambar 1 dapat diketahui bahwa, berupa persamaan $Y = 0,0089x$ Dengan nilai $R^2 = 0,9411$ ini berarti ada korelasi kuat antara X (waktu pengadukan) dan Y (% kelarutan dalam air). Kelarutan dalam air sangat dipengaruhi oleh waktu pengadukan, dengan % kelarutan dalam air persamaan linier. Waktu pengadukan bioplastic memberi pengaruh bahwa semakin tinggi waktu pengadukan maka kelarutan dalam air yang meningkat dengan nilai terbaik pada 22 menit. Hasil penelitian Darni, dkk., 2013 juga menunjukkan bahwa semakin tinggi waktu pengadukan maka % kelarutan dalam air semakin tinggi.

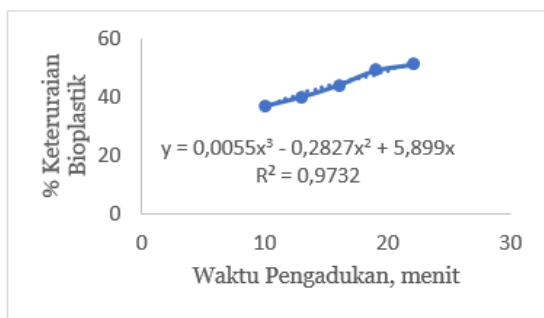
b. Hasil Analisis Biodegradabilitas

Metode yang digunakan dalam mengamati karakteristik biodegradabilitas adalah metode soil burial test (Subowo, 2003) yaitu dengan metode penanaman sampel dalam tanah. Sampel berupa bioplastik ditanamkan pada tanah yang ditempatkan dalam pot dan diamati per-hari sampai terdegradasi secara sempurna. Proses degradasi bioplastik dalam tanah diamati secara visual berdasarkan % perubahan bobot sampel. Hasil keteruraian Bioplastik selama 0,3, dan 6 hari dengan variasi waktu pengadukan dapat dilihat pada Gambar 2.



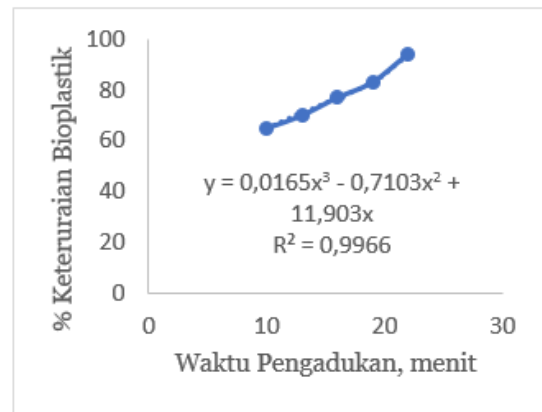
Gambar 2. Persentase Keteruraian Bioplastik Hari ke-0

Pada gambar 2 dapat diketahui korelasi antara waktu pengadukan pada sumbu X dengan % Keteruraian bioplastik pada sumbu Y, mengikuti persamaan $Y=0$. Hal ini berarti bahwa pada hari pertama belum ada bioplastik yang terurai.



Gambar 3. Persentase Keteruraian Bioplastik Hari ke-3

Pada gambar 3 dapat dilihat korelasi yang menghubungkan antara waktu pengadukan pada sumbu X dengan % Keteruraian bioplastic pada sumbu Y mengikuti persamaan berikut $Y=0,0055x^3 - 0,2827x^2 + 5,899x$ dengan $R^2 = 0,9732$. Hal ini berarti ada korelasi kuat antara X (waktu pengadukan) dan Y (% kelarutan dalam air) dengan korelasi positif, semakin lama waktu pengadukan maka % kelarutan bioplastic dalam air semakin tinggi. Maka, dapat disimpulkan bahwa pada hari ketiga bioplastik telah terurai sekitar 30-55%.



Gambar 4 Persentase Keteruraian Bioplastik Hari ke-6

Berdasarkan pada gambar 4 dapat diketahui korelasi antara waktu pengadukan pada sumbu X dan % Keteruraian bioplastik pada sumbu Y mengikuti persamaan berikut $Y=0,0165x^3 - 0,7103x^2 + 11,903x$ dengan nilai $R^2 = 0,9966$. Hal ini berarti ada korelasi kuat antara X (waktu pengadukan) dan Y (% kelarutan dalam air) dengan korelasi positif, dimana semakin lama waktu pengadukan % kelarutan dalam air semakin tinggi. Maka, dapat disimpulkan bahwa pada hari ke enam hampir 65-90% bioplastic terurai. Hal ini disebabkan karena bahan digunakan sebagian besar adalah dari bahan alami, sehingga menyebabkan bioplastic mudah terurai, selain itu disebabkan karena kadar air tanah yang tinggi, tanah juga merupakan sumber mikroorganisme pengurai. Biodegradasi tidak berarti bahwa bahan biodegradable akan selalu seluruhnya terdegradasi, berdasarkan pada standar European Union, plastik biodegradable harus terdekomposisi menjadi karbondioksida, air, dan substansi humus dalam waktu maksimal 6 sampai 9 bulan (Sarka, dkk., 2011). Sarka., dkk 2011) menyatakan bahwa dengan menggunakan pati dari gandum, menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan pati maka semakin mudah bagi plastik tersebut untuk terdegradasi. Komposisi bioplastik dari tepung tapioka dan tepung beras ketan putih berpengaruh terhadap tekstur permukaan dan berpengaruh terhadap kecepatan degradasi. Permukaan

bioplastik yang lebih rata mempengaruhi interaksi permukaan bioplastic dengan mikroba dalam tanah, sehingga menyebabkan laju degradasi bioplastic dengan kecil. Jadi bioplastic dengan tingkat tinggi degradasi yang tinggi baik untuk mencegah pencemaran lingkungan (Haryanto dan Ardriani 2016).

Hasil Penelitian dengan Variasi Rasio Pati Dedak padi dan Pati Jagung

a. Hasil Analisis Uji Kelarutan dalam Air

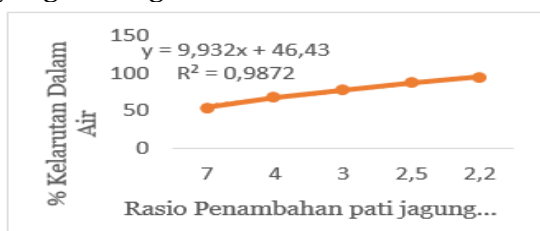
Hasil pembuatan bioplastik dengan bahan baku Pati Jagung dan Pati Dedak Padi dengan plasticizer gliserol dengan Variasi Rasio Pati Dedak Padi dan Pati Jagung dengan rasio konsentrasi tetap sebesar (1: 7, 1:4, 1: 3, 1: 2.5, dan 1: 2.2). Hasil Uji Kelarutan dalam air ditunjukkan pada Tabel 2

Tabel 2. Pengaruh Konsentrasi Pati terhadap hasil Uji Kelarutan dalam Air Bioplastik pada waktu pengadukan tetap 22 menit

Rasio Penambahan pati jagung pada 1 bagian pati dedak padi	% Kelarutan Dalam Air
7	54.27
4	67.69
3	78.02
2.5	86.75
2.2	94.4

Tabel 2 menunjukkan bahwa sampel variasi 5 memiliki kelarutan air yang paling banyak dengan konsentrasi pati dedak padi dan pati jagung lebih tinggi dibanding dengan variasi lainnya.

Hubungan antara konsentrasi pati dan kelarutan dalam air dapat dilihat pada Gambar 5, semakin tinggi waktu pengadukan maka kelarutan dalam air yang meningkat.



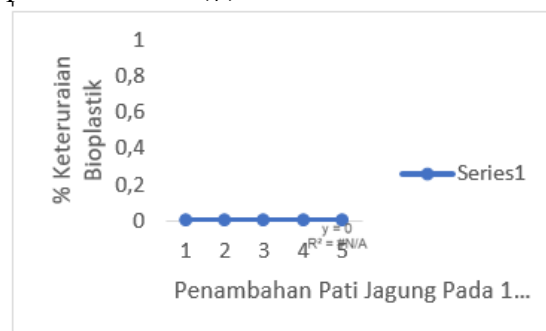
Gambar 5. Pengaruh Rasio Penambahan Pati Jagung pada 1 bagian Pati Dedak padi terhadap Kelarutan dalam Air

Pada Gambar 5 dapat dilihat korelasi yang menghubungkan antara variasi rasio pati pada sumbu X dengan % kelarutan dalam air pada sumbu Y, mengikuti persamaan berikut $y = 9.932x + 46.43$ dengan $R^2 = 0.9872$. Hal ini dapat disimpulkan bahwa kelarutan dalam air sangat dipengaruhi oleh variasi konsentrasi pati, dengan % kelarutan dalam air dengan korelasi positif.

b. Hasil Analisis Uji Biodegradabilitas

Pengujian biodegradabilitas ditunjukkan pada Tabel 3 yang bertujuan untuk mengetahui laju degradasi bioplastik sehingga dapat diperkirakan berapa lama waktu yang dibutuhkan bioplastik hingga terurai. Sampel bioplastik dikubur didalam tanah dengan menjaga kestabilan suhu dan kelembaban tanah. Kemudian, bioplastik yang dikubur di dalam tanah dilihat secara visual dengan variasi waktu (1 minggu) dengan pengecekan tiga kali.

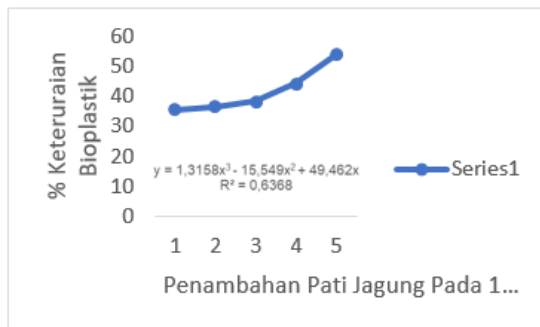
Dari Table 3 diketahui grafik hubungan antara variasi konsentrasi pati dan Uji Biodegradabilitas seperti terdapat pada Gambar 6,7, dan 8.



Gambar 6. Hubungan Penambahan Pati jagung pada 1 bagian Pati Dedak Padi terhadap Persentase Keteruraian Bioplastik Hari Ke-0

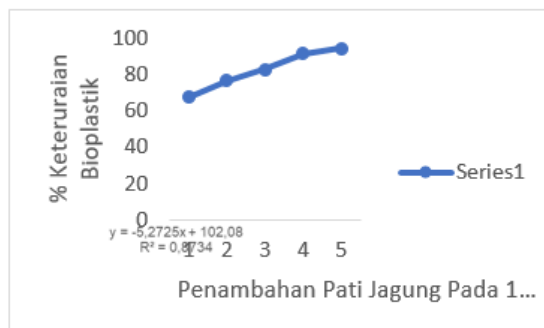
Pada grafik yang terlihat pada gambar 6 dapat dilihat korelasi yang menghubungkan antara variasi konsentrasi pati pada sumbu X dengan % keteruraian bioplastik pada sumbu Y, mengikuti persamaan berikut $y = 0$. Hal ini dapat

disimpulkan bahwa pada hari pertama belum ada film yang terurai.



Gambar 7. Hubungan Penambahan Pati jagung pada 1 bagian Pati Dedak Padi terhadap Persentase Keteruraian Bioplastik Hari Ke-3

Pada gambar 7 dapat diketahui korelasi yang menghubungkan antara variasi konsentrasi pada sumbu X dengan % keteruraian bioplastik pada sumbu Y, mengikuti persamaan berikut $y = 1.3158x^3 - 15.549x^2 + 49.462x$ dengan $R^2 = 0.6368$. Hal ini dapat disimpulkan bahwa pada hari ketiga seluruh bioplastik telah terurai sekitar 30 – 50 % nya.



Gambar 8. Hubungan Penambahan Pati jagung pada 1 bagian Pati Dedak Padi terhadap Persentase Keteruraian Bioplastik Hari Ke-6

Pada Gambar 8 dapat diketahui korelasi yang menghubungkan antara variasi konsentrasi pada sumbu X dengan % keteruraian bioplastik pada sumbu Y, mengikuti persamaan berikut $y = -5.2725x + 102.08$ dengan $R^2 = 0.8734$, menunjukkan ada korelasi atau ada pengaruh penambahan pati jagung terhadap pati dedak padi pada keteruraian plastic. Hal ini dapat disimpulkan bahwa

pada hari ke enam hampir 60 – 90% telah terurai, karena sebagian besar dari bahan alami, sehingga menyebabkan mudahnya bioplastic terurai.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan data hasil penelitian yang di peroleh, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Bioplastik dapat dibuat dari pati dedak padi dan pati jagung yang telah dikeringkan
2. Konsentrasi terbaik bioplastic dari pati dedak padi dan pati jagung berada pada variasi ke 5 dengan waktu gelatinisasi selama 22 menit dan dikeringkan selama 2 jam dibawah matahari
3. Kemampuan degradasi bioplastik dalam tanah sangat dipengaruhi oleh beberapa hal, yaitu: Konsentrasi pati, permukaan pati, suhu dan waktu pada saat proses gelatinisasi.
4. Semakin banyak penambahan konsentrasi pati dedak dan pati jagung maka kelarutan dalam air akan semakin meningkat,
5. Pada hari ke-0 bioplastik belum ada yang terurai, pada hari ke-3 bioplastic sudah mulai terurai sekitar 30 – 50 %. Kemudian pada hari terakhir ke-6 60 – 90% bioplastic telah terurai.
6. Cepat nya waktu degradasi dikarenakan pada penelitian ini menggunakan bahan dasar pati dedak padi dan pati jagung.
7. Ketahanan air bioplastik akan semakin tinggi seiring dengan meningkatnya konsentrasi pati dedak padi dan pati jagung, sehingga apabila konsentrasi pati dedak padi dan pati jagung semakin rendah maka kelarutan airnya juga akan semakin rendah
8. Pengaruh Waktu pengadukan terhadap % Kelarutan dalam Air sangat mempengaruhi terbentuknya bioplastic. Semakin tinggi waktu pengadukan semakin tinggi kelarutan dalam air.

9. Pengaruh Waktu pengadukan terhadap Biodegradabilitas pada hari ke-0 bioplastik belum ada yang terurai, pada hari ketiga bioplastic sudah mulai terurai sekitar 30-55 %, pada hari ke-6 hampir 65-90% bioplastic telah terurai.

Penelitian Informatika-LIPI, pp. 203-208

Ummah, Nathiqoh Al. 2013. *Uji Ketahanan Biodegradable Plastic Berbasis Tepung Biji Durian (Durio Zibethinus Murr) Terhadap Air dan Pengukuran Densitasnya*. Jurnal, Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang: Semarang

DAFTAR PUSTAKA

- Bayandori, A. M. 2009. Synthesis Of Zno Nanoparticles And Elecrodposition Of Polypyrole/Zno Nanocomposite Film. *Int J Electrochem Sci*, 4, 247-257.
- Fabian.C. Ayucitra, A. Ismadji,S.,Hsu Ju, Y. 2011. *Isolation and Characterization of Strach from Defatted Rice Bran*. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*. Vol 42.1.86-91
- Haryanto, Adriani Eka Saputri.,2016. "Pengembangan Bioplastik dari Tepung Tapioka dan Tepung Beras Ketan Putih" *Techno ISSN 1410-8607 hal. 104-110 VOL.17 No 2*
- Marichelvam, M.K., Jawaid, M and Asim, M., 2019. *Corn and Rice Starch-Based Bio- Plastics as Alternative Packaging Materials M. K.. Fibers*, 7, 32; doi:10.3390/fib7040032
- Omotoso, M.A., Adeyefa, O.S., Animashaun, E.A., Osibanjo, O.O.2015. *Biogradable Starch Film from Cassava, Corn, Potato and Yam. Chemistry and Materials Research www.iiste.org ISSN 2224-3224 (Print) ISSN 2225- 0956 (Online) Vol.7 No.12*.
- Sarka, E., Zdenek. K., Jiri. Kotek., Lubomir. R., Anna. K., Zdenek. B dan Michaela. R. 2011. Application of Wheat B-Starch in Biodegradable Plastic Materials. *Czech. Journal of Food Science*, 29(3):232-242
- Subowo, W.S dan Pujiastuti, S., (2003), Plastik Yang Terdegradasi Secara Alami (Biodegradable) Terbuat Dari LDPE Dan Pati Jagung Terlapis, Prosiding Simposium Nasional Polimer IV, Bandung, Pusat