

PENINGKATAN KHARAKTERISTIK MEKANIK PLASTIK BIODEGRADABEL BERBASIS PATI UMBI UWI (*Deoscorea alata*) DENGAN PENGISI PULP SELULOSA LIMBAH JERAMI PADI (*Oryza sativa*)

Zulmanwardi¹⁾, Irwan Sofia²⁾

^{1,2)}Dosen Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Ujung Pandang

ABSTRACT

The utilization of yam tubers and rice straw waste as raw materials for biodegradable plastics is expected to improve the welfare of farmers. The research method, phase I: manufacture of cellulose pulp from rice straw, and phase II, manufacture of biodegradable plastic. Research conclusion: The optimum composition of cellulose pulp as a biodegradable plastic reinforcement is 5%. The optimum stirring speed is 750rpm. At the optimum conditions the tensile strength value is 5.442 (N/mm)², the decomposition period is 8 days, the heat resistance is up to 70 °C (shrink), and 240 0C (scorched), and the water resistance is 55.15%. Based on the results of the research that has been carried out, it was found that the optimum composition of cellulose pulp as a biodegradable plastic reinforcement is 5%. The optimum stirring speed in the process of preparing biodegradable plastic raw materials is 750 rpm. The results of data analysis under these optimum conditions, obtained a tensile strength value of 5.442(N/mm)², a decomposition period (biodegradability) for 8 days, heat resistance up to 70 °C (shrink), and 240 0C (scorched), and water resistance. worth 55.15% .

Keywords: biodegradable plastic, rice straw, sweet potato tuber, decomposition period, tensile strength.

1. PENDAHULUAN

Plastik biodegradabel akan hancur terurai oleh aktifitas mikroorganisme menjadi air dan karbon dioksida setelah terpakai dan dibuang ke lingkungan [1]. Salah satu sumber pati untuk membuat palastik biodegradabel adalah umbi uwi (*Deoscorea alata*). Pemanfaatan pati umbi uwi tersebut diharapkan akan meningkatkan nilai ekonomis umbi uwi. Bioplastik dari pati masih memiliki kekurangan sehingga dibutuhkan zat aditif untuk memperbaiki sifatnya, seperti pemlastis (*plasticizer*) karena dapat meningkatkan elastisitas pada suatu material, zat aditif tersebut antara lain gliserol dan sorbitol [2]. Sedangkan untuk meningkatkan karakteristik mekanik (*kekuatan tarik, dan ketahanan panas*) dengan cara menambah bahan pengisi (*fillers*) biopolimer. Salah satu biopolimer yang dapat dimanfaatkan adalah *pulp* selulosa dari jerami padi (*Oryza sativa*) ke dalam campuran bahan baku plastik. Keunggulan selulosa diantaranya *edibility, biocompatibility*, tidak beracun, *non polluting*, dan murah [3]. Selulosa adalah polimer yang tersusun dari unit-unit glukosa melalui ikatan β -1,4-glikosida [4]. Limbah jerami padi merupakan bahan *lignoselulosa* yang tersedia dalam jumlah besar dan belum dimanfaatkan secara optimal di Indonesia. Jerami padi adalah bagian batang dan tangkai tanaman padi setelah dipanen butir-butir buahnya. Jerami padi mengandung 37,71% selulosa, 21,99% hemiselulosa, 16,62% lignin [5].

Secara khusus penelitian ini bertujuan: 1). Mencari kondisi optimum rasio *pulp selulosa* jerami padi – pati umbi uwi dan pelarut, dengan rasio pati-pelarut bersifat tetap. 2). Mencari kondisi optimum kecepatan pengaduk penyiapan bahan baku plastik biodegradabel. 3). Menguji daya tahan panas; kekuatan tarik; dan menguji masa urai atau biodegradabilitas plastic biodegradabel.

Penelitian penggunaan pati sebagai bahan plastik biodegradabel sudah banyak dilakukan, diantaranya Pratiwi, R, dkk (2016) [5]. Pengisi/penguat yang digunakan sebelumnya bila ditinjau dari sisi ekonomis, bahan pengisi/penguat tersebut relatif lebih mahal, maka perlu dicari bahan alternatif yang lebih ekonomis sebagai pengisi (*fillers*) dan penguat bioplastik.

Bertitik tolak dari penelitian sebelumnya, disimpulkan bahwa penelitian pembuatan plastik biodegradabel menggunakan bahan yang umum digunakan untuk pangan, yaitu jagung, tapioka (singkong), sagu, kentang, dan talas, sehingga dapat mengancam ketahanan pangan Nasional apabila digunakan sebagai bahan baku plastik. Namun demikian hasil-hasil penelitian tersebut menjadi dasar penelitian ini.

Penelitian ini menggunakan biopolimer *pulp* selulosa dari jerami padi sebagai pengisi untuk meningkatkan karakteristik fisik mekanik plastik biodegradabel dengan bahan baku utama umbi uwi. Umbi uwi dan sumber biopolimer *pulp* selulosa dari limbah jerami padi (*Oryza sativa*) banyak tersedia di Sulawesi

¹ Korespondensi penulis: Zulmanwardi, 081243924542, zulward62@poliupg.ac.id

2. METODE PENELITIAN

2.1. Penyiapan peralatan

Peralatan yang dipakai adalah alat pencacah dan crusher yang berfungsi untuk menghancurkan dan menghaluskan bahan baku, ayakan mesh no. 50, oven, timbangan analitis, stirrer, pemanas air yang dilengkapi stirrer, gelas kimia (*beaker glass*) yang berfungsi sebagai reaktor, lalu dicelupkan ke dalam bak minyak (*oil bath*). Untuk mendapatkan suhu reaksi yang konstan (90 °C), *oil bath* dipanaskan menggunakan koil pemanas yang dihubungkan dengan sistem peralatan pengatur suhu (*temperature regulator*). Pengadukan di dalam reaktor dilakukan dengan menggunakan motor pengaduk yang dihubungkan dengan batang pengaduk. Selain itu juga digunakan peralatan untuk analisis sampel yang diuji.

2.2. Penyediaan Bahan Baku, Bahan Kimia, dan Bahan Pendegradasi

Bahan baku yang digunakan untuk percobaan adalah tepung umbi uwi dari Bantaeng Sulawesi Selatan. Limbah jerami padi dari Kabupaten Maros atau daerah persawahan yang sudah dipanen. Untuk mendapatkan pati umbi uwi yang bersih, maka dilakukan perlakuan awal, yaitu umbi uwi diproses menjadi tepung, lalu dibersihkan dengan cara mencuci kembali, lalu diendapkan, dan selanjutnya endapan (pati umbi uwi) dikeringkan hingga kadar air kurang dari 15 %. Bahan kimia yang digunakan adalah: NaOH 3%, H₂SO₄ 0,2 M, Aquadest, HCl, NaOCl 12%, Gliserol, Sorbitol, Aseton, asam asetat, dan bahan-bahan kimia untuk analisis.

2.3 Tahap I: Pembuatan Pulp Selulosa Dari Jerami Padi sebagai bahan pengisi.

2.3.1 Preparasi Serbuk Jerami Padi

Bahan baku jerami padi ± 200 gram terlebih dahulu dicuci dan dikeringkan di bawah sinar matahari untuk menghilangkan kandungan airnya. Setelah kering, jerami padi digiling menggunakan alat penggiling (*crusher*) sampai berbentuk serbuk yang halus. Kemudian serbuk jerami padi diayak dengan ayakan ukuran 50 mesh.

2.3.2 Pembuatan Pulp dari Jerami Padi

Pembuatan *pulp* dari jerami padi mengacu pada metode yang digunakan oleh Norashikin, M.Z. dan M.Z. Ibrahim [6], dengan modifikasi, yaitu: serbuk jerami padi sebanyak 10 gram direndam pada suhu 90°C selama 2 jam dalam 200 mL larutan Natrium Hidroksida (NaOH) konsentrasi 3%, kemudian disaring dan dikeringkan. Serbuk jerami padi tersebut kemudian diambil sebanyak 2 gram kemudian dilakukan pemanasan pada suhu 90°C selama 2 jam dengan 36 mL larutan Asam Sulfat (H₂SO₄) konsentrasi 0.2 M, setelah itu disaring dan dikeringkan. Setelah kering, residu ditambahkan larutan NaClO 12% dan dimasukkan ke dalam oven suhu 105°C selama 20 menit. Residu kemudian dicuci dengan *aquadest* dan dikeringkan kembali. Residu yang telah kering, kemudian ditimbang sebanyak 2 gram dan ditambahkan 100 mL *aquadest*, setelah itu dipanaskan hingga terbentuk *pulp* selulosa. [6].

2.4 Tahap II: Pembuatan Plastik Biodegradabel dari Pati Umbi Uwi dan pengisi Pulp Selulosa

2.4.1 Pembuatan Film Plastik Biodegradabel

Menimbang pati umbi uwi 5 gram, lalu masukkan ke dalam gelas kimia 100 mL, selanjutnya menambahkan larutan aseton 10% sebanyak 60 mL, sorbitol 3 mL dan biopolimer *pulp* selulosa jerami padi dengan variasi yang telah ditentukan (0%, 5%, 10%, 15%, 20% dan 25%). Kemudian campuran dipanaskan sambil diaduk (450 rpm, 550 rpm, 650 rpm, 750 rpm dan 850 rpm) selama 20 menit dalam *oil bath* yang sudah disiapkan pada suhu 90°C, campuran diangkat dan menuangkannya ke dalam talang atau alat cetak (*casting*) dalam keadaan panas. Selanjutnya diamkan pada suhu dan tekanan ruang sampai terbentuk film plastik. Film plastik yang terbentuk dilepas dari *castingnya*, untuk selanjutnya dianalisis.

2.4.2. Metode Analisis

Analisis dilakukan untuk: 1). Pengukuran masa urai (*biodegradabilitas*); 2). Pengukuran kekuatan tarik; 3). Pengukuran ketahanan panas (alat pemanas oven); 4). Pengukuran ketahanan terhadap air.

Pengukuran masa urai menggunakan metode standar pengujian sifat biodegradabilitas bahan plastik, yaitu **ISO 14853**. Untuk mengukur kekuatan tarik maksimum beban yang dapat ditahan oleh film plastik selama uji pembebanan berlangsung, maka metode yang digunakan adalah **ASTM Methode D-882**. Kemudian untuk pengukuran ketahanan panas, prinsip pengukuran dilakukan dalam alat pemanas oven, dengan cara film plastik dimasukkan ke dalam oven pada suhu 30°C, lalu menaikkan suhu oven dengan interval 10°C selama 5 menit, lalu mencatat perubahan yang terjadi pada film plastik hingga film tersebut hangus. Yang terakhir untuk mengukur daya tahan terhadap air, menggunakan metode dengan film plastik dipotong dengan ukuran 1 cm x 1 cm, kemudian ditimbang berat awal (W_0) dan dimasukkan ke dalam cawan

petri berisi 15 mL *aquadest* selama 10 menit. Sampel yang telah direndam kemudian dikeringkan dengan tisu kertas untuk menghilangkan air pada permukaan plastik, setelah itu dilakukan penimbangan dengan berat akhir sampel (W). langkah tersebut dilakukan hingga diperoleh bobot konstan. Persentase air yang diserap dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Penyerapan air (\%)} = \frac{W - W_0}{W_0} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan : W₀ = berat sampel kering, W= berat sampel setelah direndam air

$$\text{Ketahanan air} = 100\% - \text{persen air diserap} \quad \dots\dots\dots (2)$$

2.5 Indikator keberhasilan

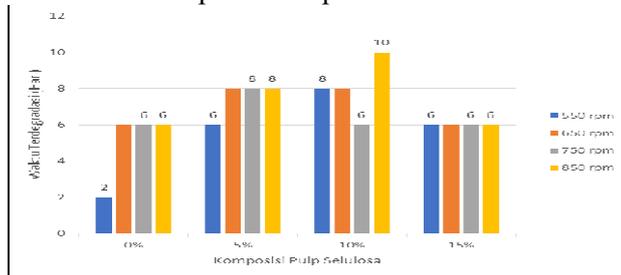
Keberhasilan penelitian dapat diukur dari indikator capaian pada setiap tahapan penelitian. Diakhir tahap penelitian, mencari rasio terbaik pencampuran pati umbi uwi-pulp jerami padi, dan mencari optimasi kecepatan pengaduk, dengan indikator capaian yaitu nilai kekuatan tarik dan ketahanan panas tertinggi, serta masa urai (biodegradabilitas) film plastik biodegradabel terendah.

2. HASIL DAN PEMBAHASAN

2.1 Pengukuran Masa Urai (Biodegradabilitas)

Pengujian degradasi plastik biodegradabel dilakukan dengan pengamatan secara visual setiap 2 hari sekali hingga plastik biodegradabel terdegradasi sempurna di lingkungan. Pada pengujian masa urai ini, sampel yang digunakan berjumlah 16 sampel dengan ukuran 2x2 cm. Sampel plastik biodegradabel di tanam di dalam tanah humus yang kaya akan unsur hara pada kedalaman 6-7 cm dan diameter lubang 7 cm per sampel, serta menggunakan plastik sebagai alas dan penanda tempat plastik biodegradabel tersebut.

Hasil pengamatan hari ke-2, semua sampel plastik biodegradabel dengan variasi komposisi *pulp* dan kecepatan pengadukan telah mengalami dekomposisi dengan perubahan beragam, tetapi pada sampel plastik biodegradabel dengan komposisi *pulp* 0% pada kecepatan pengadukan 550 rpm, telah terdekomposisi sempurna. Namun rata-rata sampel plastik biodegradabel terdekomposisi sempurna pada hari ke-8, hanya sampel plastik biodegradabel dengan komposisi pulp 10% dengan kecepatan pengadukan 850 rpm yang membutuhkan waktu 10 hari untuk terdekomposisi sempurna.



Gambar 1. Grafik Waktu Degradasi Plastik Biodegradabel

Berdasarkan gambar 1 yang memperlihatkan grafik dari waktu degradasi plastik biodegradabel diatas dapat dilihat bahwa sampel plastik biodegradabel dengan komposisi pulp 0% merupakan sampel yang paling cepat mengalami degradasi di lingkungan. Sampel plastik biodegradabel tanpa penguat pulp selulosa akan lebih mudah terdegradasi karena campuran bahan organik yang bersifat hidrofilik dan memiliki ikatan hidrogen yang lemah, sehingga lebih mudah berinteraksi dengan mikroorganismenya. Sementara itu, komposisi pulp selulosa yang tinggi pada plastik biodegradabel, akan menyebabkan ikatan hidrogen pada plastik biodegradabel semakin kuat sehingga mikroorganismenya dan air akan lebih sulit masuk ke dalam matriks plastik biodegradabel. Hal ini sesuai dengan hasil pengamatan, di mana sampel plastik biodegradabel dengan komposisi pulp selulosa 10% adalah yang paling lama terdegradasi. Sedangkan untuk sampel plastik biodegradabel dengan komposisi pulp selulosa 15% yang cukup cepat terdegradasi kemungkinan disebabkan karena kondisi tanah yang berbeda. Kondisi tanah juga mempengaruhi kecepatan biodegradasi dari sampel plastik biodegradabel, diantaranya kelembaban, pH tanah dan kandungan nitrogen di dalam tanah.

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan, seluruh sampel plastik biodegradabel yang ditanam telah mengalami proses biodeteriorasi dan biofragmentasi pada hari ke-4 yang ditandai dengan sampel plastik biodegradabel yang telah hancur sebagian.

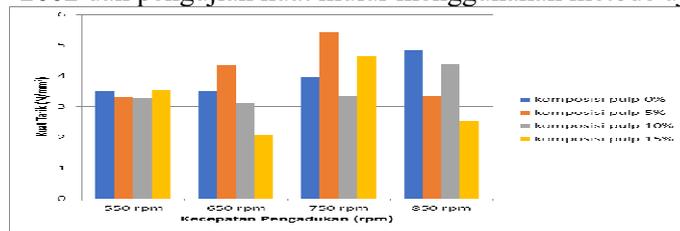
Sedangkan pada pengamatan hari ke-8, rata-rata sampel plastik biodegradabel seluruhnya telah terdegradasi sempurna. Menurut penelitian oleh Polman [7] menyebutkan bahwa plastik biodegradabel berbahan dasar pati akan terdegradasi sempurna di dalam tanah dalam waktu 5 minggu, 7 minggu, 3 sampai 6 bulan tergantung pada bahan penguat yang digunakan. Sampel plastik biodegradabel pada penelitian ini dengan penambahan pulp selulosa jerami padi maupun tanpa penambahan pulp selulosa jerami padi memiliki waktu degradasi kurang dari 20 hari sehingga memenuhi standar waktu degradasi plastik biodegradabel.

Plastik biodegradabel berbahan dasar pati tanpa penambahan pulp selulosa jerami padi memiliki tingkat biodegradasi lebih tinggi dibandingkan plastik biodegradabel pati dengan tambahan pulp selulosa jerami padi. Hal ini disebabkan karena plastik biodegradabel pati memiliki sifat hidrofilik yang lebih tinggi karena berbahan dasar pati dan menggunakan pemlastis sorbitol yang memiliki gugus hidroksil (OH) dan karbonil (CO).

2.2 Pengukuran Kuat Tarik dan Panjang Mulur

Pengujian sifat mekanik plastik biodegradabel yang dilakukan meliputi uji kuat tarik (*tensile strength*) dan uji kuat mulur (*elongation at break*). Uji kuat tarik bertujuan untuk mengetahui nilai ketahanan tarik suatu bahan terhadap beban yang diberikan pada titik lentur [8]. Sifat mekanik plastik biodegradabel bergantung pada jumlah komposisi bahan penyusunnya, diantaranya pati, pulp selulosa jerami padi dan sorbitol sebagai *plasticizer*. Pulp selulosa sebagai biopolimer ditambahkan untuk mengurangi sifat hidrofilik pati dan plastikizer sorbitol, sehingga memiliki ketahanan air yang baik. Selain itu, pulp selulosa dapat mengisi ruang kosong pada matriks plastik biodegradabel sehingga meningkatkan kuat tariknya. Penambahan *plasticizer* sorbitol pada plastik biodegradabel akan mengganggu kekompakan pati sehingga menurunkan intensitas antar molekul dan meningkatkan mobilitas sifat elastis pada plastik biodegradabel [9].

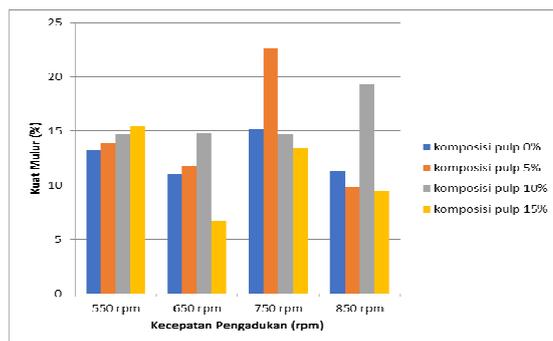
Pengujian sifat mekanik umumnya digunakan sebagai parameter utama keberhasilan proses pembuatan plastik biodegradabel. Pengujian kuat tarik dilakukan dengan alat *Force Tester Machine* dengan metode uji ASTM-02a - 2002 dan pengujian kuat mulur menggunakan metode uji IK-MT-30.71.



Gambar 2. Grafik Nilai Kuat Tarik Plastik biodegradabel dengan Variasi Komposisi Pulp dan Kecepatan Pengadukan

Berdasarkan hasil pengujian kuat tarik sampel plastik biodegradabel dari pati umbi uwi dengan penguat pulp selulosa jerami padi dan *plasticizer* sorbitol yang tertera pada gambar 2, diperoleh nilai kuat tarik tertinggi pada sampel plastik biodegradabel komposisi pulp 5% dengan variasi kecepatan pengadukan 750 rpm sebesar $5.433 \text{ N/mm}^2 = 5.433 \text{ MPa}$, sedangkan nilai kuat tarik terendah pada sampel plastik biodegradabel komposisi pulp 15% dengan variasi kecepatan pengadukan $2.065 \text{ N/mm}^2 = 2.065 \text{ MPa}$. Berkurangnya nilai kuat tarik pada sampel plastik biodegradabel dengan komposisi pulp 15% dikarenakan pembentukan interaksi melalui ikatan hidrogen antara pulp selulosa dan sorbitol akan terjadi apabila masih ada gugus OH bebas yang dapat berikatan antara senyawa tersebut [10]. Sehingga pulp selulosa yang ditambahkan berlebih tidak dapat membentuk ikatan hidrogen dengan senyawa lain karena tidak adanya gugus OH yang bebas.

Kuat tarik plastik biodegradabel dapat ditingkatkan dengan menggabungkan 2 bahan penguat dengan komposisi yang tepat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Khalil [11] bahwa kombinasi antara kitosan dan selulosa *nanofiber* dapat menghasilkan karakteristik plastik biodegradabel yang lebih baik [12]. Sedangkan nilai kuat mulur atau elongasi plastik biodegradabel menunjukkan hal yang berlawanan dengan nilai kuat tarik plastik biodegradabel. Nilai elongasi akan bertambah seiring penambahan *plasticizer*. *Plasticizer* mampu mengurangi kerapuhan dan meningkatkan fleksibilitas film polimer dengan cara mengganggu ikatan hidrogen molekul sehingga gaya tarik intermolekul melemah dan mengurangi daya kuat tarik plastik biodegradabel yang menyebabkan plastik biodegradabel tidak terlalu kaku dan cukup elastis [13].



Gambar 3. Grafik Nilai Elongasi Plastik biodegradabel dengan Variasi Komposisi Pulp dan Kecepatan Pengadukan

Nilai elongasi plastik biodegradabel umbi uwi dengan penguat pulp selulosa jerami padi yang terlihat pada gambar 3 diatas, nilai elongasi tertinggi ialah pada sampel plastik biodegradabel dengan komposisi 5% dengan variasi kecepatan pengadukan 750 rpm yaitu 22.66% dan nilai elongasi terendah pada sampel plastik biodegradabel dengan komposisi 15% dengan variasi kecepatan pengadukan 650 rpm yaitu 6.77%. Penambahan pulp selulosa sebagai biopolimer penguat dari plastik biodegradabel akan meningkatkan nilai kuat tarik. Tetapi sebaliknya, akan mengurangi nilai elongasi plastik biodegradabel tersebut.

Berdasarkan hasil analisis dari data uji kuat tarik dan uji kuat mulur (elongasi) pada penelitian ini, menunjukkan bahwa komposisi pulp selulosa jerami padi terbaik adalah 5% dengan variasi kecepatan pengadukan 750 rpm, dimana pada komposisi tersebut menghasilkan nilai kuat tarik dan nilai elongasi terbaik. Plastik biodegradabel dengan komposisi pulp selulosa jerami padi dibawah 5% menghasilkan nilai kuat tarik dan nilai elongasi yang rendah karena tanpa penguat. Sedangkan plastik biodegradabel dengan komposisi pulp selulosa jerami padi diatas 5% juga menghasilkan nilai kuat tarik yang kurang optimal, hal ini disebabkan karena penambahan pulp selulosa berlebih dapat mengurangi tingkat homogenitas campuran yang ditunjukkan pada permukaan tekstur sampel plastik biodegradabel yang kasar. Hal ini diperkuat dengan penelitian Utami,(2014) [13] yang menyatakan proses pencampuran yang kurang homogen mengakibatkan distribusi molekul komponen penyusun plastik biodegradabel kurang merata, sehingga material yang dihasilkan mengalami penurunan kuat Tarik.

2.3 Pengukuran Ketahanan Panas

Ketahanan panas merupakan salah satu karakteristik mekanik film plastik yang dapat dijelaskan sebagai panas maksimum yang dapat ditahan film plastik selama pengukuran berlangsung. Prinsip pengukuran dilakukan dengan cara film plastik dipanaskan ke dalam oven pada suhu awal 30 °C, lalu menaikkan suhu oven dengan interval 10 °C selama 10 menit, kemudian mencatat perubahan yang terjadi pada film plastik hingga film hangus. Ketebalan sampel plastik dipengaruhi oleh volume pulp yang ditambahkan dalam campuran bahan baku dengan berat pati umbi uwi dan volume pelarut aseton tetap. Jika dicetak pada ukuran cetakan yang sama, maka ketebalan film plastik dipengaruhi oleh volume total campuran bahan baku. Namun demikian penambahan jumlah pemlastis tidak berbanding lurus dengan kualitas campuran plastik, hal ini dikarenakan semakin tinggi jumlah pemlastis maka campuran bahan baku sulit homogen, sehingga penyebaran pati dalam campuran tidak merata.

Hasil pengukuran ketahanan panas, dapat di lihat film plastik yang cepat hangus dan mengkerut yaitu plastik dengan komposisi plastik tanpa pulp. Hal ini di tandai oleh film plastik mengkerut terlebih dahulu yaitu pada film plastik yang memiliki konsentrasi pulp 0%.

Hal ini dikarenakan pada proses pembuatan pulp selulosa digunakan senyawa-senyawa kimia yang mempunyai titik didih yang tinggi yaitu NaOH dan H₂SO₄ yang menyebabkan plastik dengan komposisi pulp lebih lambat hangus dan mengkerut dibandingkan dengan konsentrasi pulp 0% atau tanpa pulp. Selain itu dengan adanya kandungan air didalam film plastik yang mengalami penguapan, yakni dalam proses penguapan air tersebut partikel-partikel bahan akan bergerak ke atas, yang menyebabkan lapisan antar sel menyatu, sehingga film plastik lebih mudah menjadi kering, lalu menjadi kaku dan semakin lama akan menjadi rapuh/hancur pada kondisi suhu tertentu [14]. Jadi, semakin sedikit konsentasi pulp dalam film plastik maka semakin cepat juga rusak oleh panas yang tinggi semakin besar kandungan air dalam film plastik maka semakin cepat pula rusak dan mengkerut.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan dapat diambil kesimpulan bahwa komposisi pulp selulosa optimum sebagai penguat plastik biodegradabel adalah 5%. Kecepatan pengadukan optimum pada proses penyiapan bahan baku plastik biodegradabel adalah 750 rpm. Hasil analisis data pada kondisi optimum tersebut, diperoleh nilai kuat tarik sebesar 5.442(N/mm)², masa urai (biodegradabilitas) selama 8 hari, ketahanan panas hingga 70 °C (mengkerut), dan 240 °C (hangus), dan ketahanan air senilai 55,15% .

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Susanti, Jasruddin, Subaer, (2015), *Sintesis Komposit Bioplastik Berbahan Dasar TepungTapioka dengan Penguat Serat Bambu*, Jurnal Sain dan Pendidikan Fisika, Jilid 11, Nomor 2, hal. 179-184.
- [2] Romadloniyah, F, 2012. *Pembuatan dan Karakterisasi Plastik Biodegradabel dari Onggok Singkong dengan Plasticizer Sorbitol*, UIN Sunan Kalijaga, Yogyakarta.
- [3] Moura, M.R, Mattoso, L.H, & Zucolotto, V, (2012), *Development of Cellulose based Bactericidal nanocomposites Containing Silver*. Journal of Food Engineering, 109, 520-524.
- [4] Monariqsa, Dian, Niken Oktora, Andriani Azora, Dormian A,N Haloho, Lestari Simanjuntak, Arison Musri, Adi Saputra, dan Aldes Lesbani, (2012), *Ekstraksi Selulosa dari Kayu Gelam (malaleuca leucalendron Linn) dan Kayu Serbuk Industri Meubel*, Jurnal Penelitian Sains, Vol. 15, No. 3, hal. 96-101.
- [5] Pratiwi, Rimadani; Dwiyantri Rahayu, dan Melisa I. Barliana, 2016, *Pemanfaatan Selulosa dari Limbah Jerami Padi (Oryza sativa) sebagai Bahan Plastik biodegradabel*, Jurnal IJPST, Vol. 3, No. 3, Oktober 2016.
- [6] Norashikin, M.Z. and M.Z. Ibrahim. *Fabrication and Characterization of Sawdust Composite Biodegradable Film*. World Academy of Science, Engineering and Technology 65. 2010.
- [7] Polman, E. M., Gruter, G. J. M., Parsons, J. R., & Tietema, A. (2020). Comparison of the aerobic biodegradation of biopolymers and the corresponding bioplastiks: A review. Science of The Total Environment, 141953.
- [8] Polman, E. M., Gruter, G. J. M., Parsons, J. R., & Tietema, A. (2020). Comparison of the aerobic codegradation of biopolymers and the corresponding bioplastiks: A review. Science of The Total Environment, 141953.
- [9] Rodriguez, M, J, Osés, K, Ziani, and J,I, Mate. 2006. Combined effect of plastikizers and surfactants on the physical properties of starch based edible films. Food Res. Int. 39: 840-846
- [10] Lim, S. Synthesis of a Fiberreactive Chitosan Derivative and Its Application to Cotton Fabric as an Antimicrobial Finish and Dyeingimproving Agent. Tesis. Department of Fiber and Polymer Science, North Caroline State University. 2002.
- [11] Khalil, H. A., Davoudpour, Y., Islam, M. N., Mustapha, A., Sudesh, K., Dungani, R., & Jawaid, M. (2014). Production and modification of nanofibrillated cellulose using various mechanical processes: a review. *Carbohydrate polymers*, 99, 649-665.
- [12] Selpiana, S., Riansya, J. F., & Yordan, K. (2015). PEMBUATAN PLASTIK BIODEGRDABLE DARI TEPUNG NASI AKING. In *Seminar Nasional Added Value of Energy Resources Avoer VII Proceeding* (Vol. 7, pp. 130-138). Unsri Press
- [13] Utami, dkk. "Sintesis Plastik Biodegradable dari Kulit Pisang dengan Penambahan Kitosan dan Plastikizer Gliserol". Indonesian Journal of Chemical Science. Vol 3 No. 2, 2014.
- [14] Setiani, W., Sudiarti, T., & Rahmidar, L. (2013). Preparasi dan karakterisasi edible film dari poliblend pati sukun-kitosan. *Jurnal Kimia Valensi*, 3(2)

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan sebesar-besarnya kepada pihak Politeknik Negeri Ujung Pandang, dalam hal ini Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang dan Ketua P3M Politeknik Negeri Ujung Pandang yang telah memberikan dana penelitian tahun 2021.