

PROSES PEMBUATAN *PULP SELULOSA* DARI LIMBAH JERAMI PADI (*Oryza Satifa*)

Zulmanwardi¹⁾, Vilia Darma Paramita²⁾

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

ABSTRAK

Pemanfaatan jerami padi (*Oryza satifa*) untuk keperluan industri, mempunyai beberapa kendala, salah satunya perlu mengubah beberapa komponen penyusun jerami padi. Selulosa jarang ditemui dalam bentuk murni karena masih berbentuk *lignoselulosa*. *Lignoselulosa* merupakan gabungan antara *selulosa*, *hemiselulosa*, dan *lignin*. Komponen jerami padi terdiri atas *selulosa*, *hemiselulosa*, dan *lignin*. Jerami padi yang mengandung *selulosa* dapat dijadikan sebagai bahan pembuat *pulp*, karena selain persediaannya yang banyak di Indonesia, dan juga dapat menggantikan bahan baku kayu di hutan sebagai bahan baku pembuatan *pulp*. *Pulp* adalah hasil pemisahan lignin untuk memperoleh *selulosa* dari bahan berserat melalui berbagai proses pembuatannya. *Pulp* terdiri dari serat-serat (*selulosa dan hemiselulosa*). Prinsip dasar pembuatan *pulp* adalah mengambil sebanyak-banyaknya serat selulosa (*fiber*) yang ada dalam jerami padi dan menghilangkan kandungan *lignin*. Tujuan penelitian ini mencari kondisi optimum konsentrasi NaOH, dan kondisi optimum konsentrasi H₂SO₄ pada proses pembuatan pulp dari jerami padi, dengan indikator kadar *selulosa* tertinggi dalam produk *pulp*. Rancangan/metode penelitian ini dilakukan proses pembuatan *pulp* dengan proses *basa* dengan memvariasi konsentrasi pelarut NaOH masing-masing 2%, 3%; 4%; dan 5%, serta variasi H₂SO₄ dengan konsentrasi 0,1 M; 0,2 M; 0,3 M; dan 0,4 M, dengan suhu pemanasan 90 °C, waktu pemanasan 1 jam, serta menguji kadar *selulosa*, *lignin*, dan *hemiselulosa*. Hasil penelitian didapat kondisi optimum konsentrasi NaOH adalah 3 %, dan konsentrasi H₂SO₄ adalah 0,2 %, karena dapat meningkatkan kadar selulosa tertinggi yaitu 87,97 % (dari kadar selulosa bahan baku 28,74 %), kadar hemiselulosa menurun menjadi 4,26 % (dari 16,69 % dalam bahan baku), kadar lignin 5,31 % (dari 18,5 % dalam bahan baku), dan *yield* selulosa yang didapat adalah 29,63%. Hasil penelitian ini diharapkan limbah jerami padi dapat dimanfaatkan untuk bahan baku industri *pulp selulosa* yang meningkatkan nilai ekonomis, sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan petani. *Pulp selulosa* dapat dimanfaatkan sebagai *biopolimer* untuk industri bioplastik dan bahan baku industri kertas.

Kata kunci: *pulp, selulosa, jerami padi, lignin, hemiselulosa*

1. PENDAHULUAN

Limbah jerami padi (*Oryza sativa*) merupakan bahan lignoselulosa yang tersedia dalam jumlah besar dan belum dimanfaatkan secara optimal di Indonesia. Biasanya jerami padi digunakan untuk pakan ternak dan sisanya dibiarkan membusuk atau dibakar. Hal ini akan menghasilkan polutan (CO₂, NO_x, dan SO_x) yang dapat merusak lingkungan. Jerami padi adalah bagian batang dan tangkai tanaman padi setelah dipanen butir-butir buahnya. Jerami padi mengandung 37,71% selulosa, 21,99% hemiselulosa, dan 16, 62% lignin [1]. Kandungan selulosa yang cukup tinggi ini dapat dimanfaatkan dalam berbagai hal antara lain sebagai bahan biopolymer untuk meningkatkan kuat tarik bioplastik.

Pemanfaatan jerami padi untuk keperluan industri, mempunyai beberapa kendala salah satunya perlu mengubah beberapa komponen penyusun jerami padi. Selulosa jarang ditemui dalam bentuk murni karena masih berbentuk lignoselulosa. Lignoselulosa merupakan gabungan antara selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Komponen jerami padi terdiri atas selulosa (35-50 %), hemiselulosa (20-35 %) dan lignin (10-25 %). Jerami padi yang mengandung selulosa dapat dijadikan sebagai bahan pembuat pulp, karena selain persediaannya yang banyak di Indonesia, dan juga dapat menggantikan bahan baku kayu di hutan sebagai bahan baku pembuatan pulp. Selulosa, hemiselulosa, dan lignin merupakan komponen penyusun tumbuhan yang berfungsi membentuk bagian struktural dan sel tumbuhan. Selulosa adalah senyawa yang tidak larut di dalam air dan ditemukan pada dinding sel tumbuhan terutama pada tangkai, batang, dahan, dan semua bagian berkayu dari jaringan tumbuhan. Selulosa adalah polimer yang tersusun atas unit-unit glukosa melalui ikatan β-1,4-glikosida. Bentuk polimer ini memungkinkan selulosa saling menumpuk atau terikat menjadi bentuk serat yang sangat kuat. Selulosa dapat dihidrolisis menjadi glukosa dengan menggunakan asam atau enzim. Proses hidrolisis sangat penting karena selulosa yang terkandung pada tumbuhan berasosiasi dengan hemiselulosa di dalam lignoselulosa sehingga hidrolisis yang tidak optimal akan menurunkan kualitas selulosa yang dihasilkan {2}.

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

Hemiselulosa mirip dengan selulosa, namun tersusun dari bermacam-macam jenis gula. Monomer gula penyusun hemiselulosa terdiri dari monomer gula berkarbon 5 (C-5) dan 6 (C-6), seperti; xylosa, mannose, glukosa, galaktosa, arabinosa, dan sejumlah kecil rhamnosa, asam glukoroat, asam metal glukoroat, dan asam galaturonat. Sedangkan lignin adalah molekul kompleks yang tersusun dari unit phenylpropane yang terikat di dalam struktur tiga dimensi. Lignin merupakan salah satu bagian yang berbentuk kayu dari tanaman seperti jaggel, kulit keras, biji, bagian serabut kasar, akar, batang dan daun. Lignin mengandung substansi yang kompleks dan merupakan suatu gabungan beberapa senyawa yaitu karbon, hidrogen dan oksigen. Pulp adalah hasil pemisahan lignin untuk memperoleh selulosa dari bahan berserat melalui berbagai proses pembuatannya. Pulp terdiri dari serat-serat (selulosa dan hemiselulosa). Untuk proses pembuatan pulp tersebut ada tiga metode yang dapat digunakan, yaitu secara mekanis, semikimia, dan kimia. Pada penelitian ini proses pembuatan pulp dari jerami padi menggunakan metode semikimia, yaitu pemisahan serat-serat dari bahan pencampur memakai alat penghancur dan bahan natrium hidroksida (NaOH) dan asam sulfat (H_2SO_4). Jerami padi merupakan bahan baku yang mengandung banyak serat pendek. Proses basa merupakan proses yang paling cocok untuk memperoleh pulp dari jerami dengan sifat kekuatan yang paling tinggi. Proses basa adalah salah satu proses pembuatan pulp dengan menggunakan natrium hidroksida (NaOH) sebagai bahan kimia pemasak. Pemakaian natrium hidroksida (NaOH) ini bertujuan untuk meluruhkan lignin (proses delignifikasi). Delignifikasi dilakukan karena lignin dapat meningkatkan kekakuan suatu bahan, sedangkan pemakaian asam sulfat (H_2SO_4) untuk meluruhkan hemiselulosa sehingga hanya selulosa yang terkandung dalam pulp. Hemiselulosa perlu dihilangkan karena dapat meningkatkan kerapuhan bahan. Prinsip dasar pembuatan pulp adalah mengambil sebanyak-banyaknya serat selulosa (*fiber*) yang ada dalam jerami padi dan menghilangkan kandungan lignin dan ekstraktif {2}.

Penelitian pendahuluan pembuatan pulp yang sudah pernah dilakukan, antara lain: Mucklin (2009), pembuatan *pulp* secara semi kimia yaitu kombinasi antara mekanis dan kimia, mekanis yakni dengan pengikisan dengan menggunakan alat seperti gerinda. Proses semi kimia termasuk ke dalam proses ini diantaranya CTMP (*Chemi Thermo Mechanical Pulping*) dengan memanfaatkan suhu untuk mendegradasi lignin sehingga diperoleh pulp yang memiliki rendemen yang lebih rendah dengan kualitas yang lebih baik daripada pulp dengan proses mekanis {3}. Sun dan Cheng (2012), menggunakan proses delignifikasi atau *pretreatment* lignoselulosa yaitu proses pemecahan ikatan lignin. Lignin merupakan komponen makro molekul kayu yang berikatan secara kovalen dengan selulosa dan hemiselulosa. Proses delignifikasi bertujuan untuk mendegradasi lignin secara selektif dan menguraikan ikatan kimianya baik ikatan kovalen, ikatan hidrogen maupun ikatan van der Waals, dengan komponen kimia lain pada bahan berlignoselulosa (selulosa dan hemiselulosa), diusahakan komponen lain tersebut tetap utuh. Dengan demikian, substrat selulosa dan hemiselulosa yang tersisa akan lebih mudah diakses oleh enzim pengurai termasuk enzim hidrolisis {3}. Sedangkan Retnowati (2017), proses pembuatan *pulp* atau *pulping* adalah dengan proses pemisahan serat dari bahan yang mengandung lignoselulosa seperti kayu, bambu, kapas, atau sisa bahan hasil pertanian (tandan kosong kelapa sawit, ampas tebu, jerami dan serat nenas). Ada beberapa macam proses pulping yaitu proses pembuatan *pulp* konvensional, dan proses pembuatan pulp non-konvensional (*pulp organosolve*) [4].. Sedangkan pembuatan pulp dari jerami pada penelitian ini menggunakan metode *proses basa*. Namun demikian hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan menjadi dasar penelitian ini.

Secara umum penelitian ini bertujuan membuat pulp selulosa dengan memanfaatkan jerami padi. Secara khusus penelitian ini bertujuan: 1). Mencari kondisi optimum konsentrasi NaOH. 2). Mencari kondisi optimum konsentrasi H_2SO_4 . 3). Menguji kadar selulosa, hemiselulosa, dan kadar lignin pulp jerami padi.

Hasil penelitian ini ditargetkan untuk mendapat kondisi proses produksi pulp selulosa dari jerami padi yang optimum dan memungkinkan industri dapat memproduksi dengan biaya yang lebih murah tanpa mengurangi mutu produk.

METODE PENELITIAN

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*). Oil bath, dan alat refluks.

Bahan baku yang digunakan untuk percobaan adalah. Limbah jerami padi dari Kabupaten Maros atau daerah persawahan yang sudah dipanen.

Bahan kimia yang digunakan adalah: NaOH, H_2SO_4 , Aquadest, asam asetat (CH_3COOH), dan natrium hipoklorit (NaOCl), dan bahan-bahan kimia untuk analisis.

Kondisi Operasi: 1). Konsentrasi NaOH: 2%; 3%; 4%; dan 5%. 2). Konsentrasi H₂SO₄: 0,1 M; 0,2 M; 0,3 M; dan 0,4 M. 3). Suhu pemanasan 90 °C. 4). Waktu pemanasan 1 jam.

Metode Analisis dilakukan untuk: 1). Analisis kadar selulosa. 2). Analisis kadar Hemiselulosa. 3). Analisis kadar lignin.

Preparasi Serbuk Jerami padi

- Bahan baku jerami padi ± 200 gram terlebih dahulu dicuci dan dikeringkan dibawah sinar matahari untuk menghilangkan kandungan airnya. Setelah kering bambu digiling menggunakan alat penggiling sampai berbentuk serbuk yang halus. Kemudian sampel diayak dengan ayakan ukuran 50 mesh.
- Serbuk Jerami padi kemudian dilakukan pengujian kadar hemiselulosa, kadar selulosa, dan kadar lignin.

Pembuatan *Pulp* dari Jerami Padi

Pembuatan *pulp* dari jerami padi mengacu metode yang digunakan oleh Norashikin, M.Z. dan M.Z. Ibrahim dengan modifikasi [5], yaitu :

- Sebanyak 10 gram serbuk jerami padi direndam pada suhu 90°C selama 1 jam dalam 200 ml larutan natrium hidroksida (NaOH) dengan variasi 2%, 3%, 4%, dan 5% kemudian disaring dan dikeringkan.
- Setiap 2 gram dari hasil tersebut, dilakukan pemanasan selama 2 jam dengan 36 ml larutan asam sulfat (H₂SO₄) variasi 1 M, 2 M, 3 M, dan 4 M kemudian disaring dan dikeringkan .
- Residu ditambahkan dengan NaClO 12% dan dimasukkan dalam oven suhu 105°C selama 20 menit.
- Residu dicuci dengan aquades dan dikeringkan kembali.
- Setiap 2 gram dari hasil tersebut ditambahkan dengan aquades sebanyak 100 mL dipanaskan hingga terbentuk pulp.
- Dilakukan pengujian kadar hemiselulosa, kadar selulosa, dan kadar lignin pulp dari jerami padi.

Uji Kadar Hemiselulosa, Kadar Selulosa, dan Kadar Lignin Pulp

Pengujian kadar hemiselulosa, kadar selulosa, dan kadar lignin pada pulp jerami padi menggunakan metode *Chesson-Datta* yang dimodifikasi,yaitu :

- Sebanyak 1 gram sampel (A) ditambahkan 100 mL aquades kemudian direfluks pada suhu 100°C dalam *waterbath* selama 1 jam.
- Hasil refluks tersebut kemudian disaring dan residunya dicuci dengan air panas ± 300 mL.
- Residu yang diperoleh dikeringkan dengan oven hingga beratnya konstan kemudian ditimbang (B).
- Residu ditambahkan 150 mL H₂SO₄ 1 N kemudian direfluks dalam *water bath* selama 1 jam pada suhu 100°C.
- Hasilnya disaring dan dicuci dengan aquades ± 300 mL lalu dikeringkan dan ditimbang (C).
- Residu kering direndam dalam 10 mL H₂SO₄ 72% pada suhu kamar selama 4 jam kemudian ditambahkan 150 mL H₂SO₄ 1 N dan direfluks dalam *water bath* selama 1 jam pada suhu 100°C.
- Residu yang diperoleh disaring dan dicuci dengan aquades sampai netral kemudian dikeringkan dalam oven dengan suhu 105°C dan hasilnya ditimbang (D), selanjutnya residu diabukan dengan furnace pada suhu 575±25°C dan ditimbang (E).
- Perhitungan kadar hemiselulosa, kadar selulosa, dan kadar lignin pulp jerami padi dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Kadar hemiselulosa} = (B-C)/A \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{Kadar selulosa} = (C-D)/A \times 100\% \quad (2)$$

$$\text{Kadar lignin} = (D-E)/A \times 100\% \quad (3)$$

Data yang diperoleh dari percobaan ini adalah kadar hemiselulosa, kadar selulosa, dan kadar lignin. Dari data tersebut dapat dilakukan evaluasi untuk menentukan kondisi optimum dari parameter yang diuji. Indikator evaluasi adalah: **nilai kadar selulosa tertinggi, nilai kadar hemiselulosa dan lignin terendah.**

2. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Pembuatan Pulp dari Jerami Padi

Pulp yang dihasilkan dibuat menggunakan bahan baku jerami padi (*Oryza satifa*), yang menggunakan proses semikimia yaitu kombinasi proses mekanis (pengecilan ukuran bahan baku) dan bahan kimia dengan berbagai variabel proses yaitu variasi konsentrasi larutan natrium hidroksida (NaOH), dan variasi konsentrasi larutan asam sulfat (H₂SO₄).

Hasil uji kadar selulosa bahan baku (jerami padi) adalah 28,74 %, hemiselulosa 16,69 %, dan lignin 18,5 %. Pulp adalah hasil pemisahan lignin untuk memperoleh selulosa dari bahan berserat (jerami padi) melalui berbagai proses pembuatannya. *Pulp* terdiri dari serat-serat (selulosa dan hemiselulosa). Prinsip dasar pembuatan pulp adalah mengambil sebanyak-banyaknya serat selulosa (*fiber*) yang ada dalam jerami padi dan mengurangi kandungan lignin dan ekstraktif [2].

b. Pengaruh konsentrasi NaOH terhadap kadar lignoselulosa (selulosa, hemiselulosa, dan lignin).

Pelarut yang digunakan adalah NaOH dengan variasi konsentrasi 2%, 3%, 4%, dan 5%. Pemakaian natrium hidroksida (NaOH) sebagai bahan kimia pemasak bertujuan untuk meluruhkan lignin (proses delignifikasi). Delignifikasi dilakukan karena lignin dapat meningkatkan kekakuan suatu bahan. [2].

Hasil percobaan menunjukkan kadar selulosa meningkat signifikan pada proses pemasakan dengan pelarut NaOH untuk konsentrasi 3 % yaitu 87,97 % dari kadar selulosa 28,74 % dalam bahan baku jerami padi. Hal ini disebabkan ketika proses delignifikasi berlangsung, NaOH yang digunakan mampu melarutkan lignin dan merusak struktur selulosa yang mengakibatkan serat-serat selulosa semakin longgar sehingga mudah dihidrolisis. Konsentrasi NaOH 4 % dan 5 % , kadar selulosa lebih rendah, yaitu 75 %, dan 78 %.

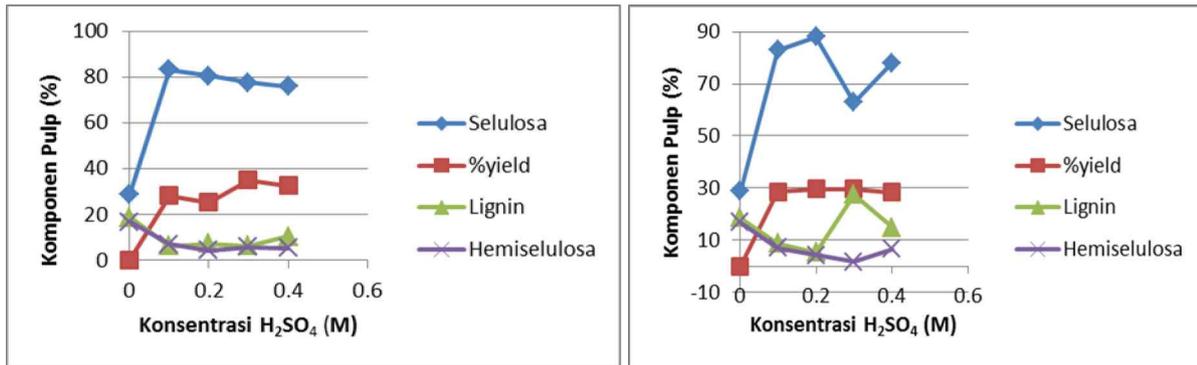
Konsentrasi pelarut semakin tinggi, maka konsentrasi larutan pemasak yang bereaksi dengan lignin semakin banyak. Akan tetapi, pemakaian larutan pemasak yang berlebihan tidak terlalu baik karena akan menyebabkan selulosa terdegradasi.

Proses delignifikasi atau *pretreatment* lignoselulosa merupakan proses pemecahan ikatan lignin. Lignin merupakan komponen makro molekul dalam bahan yang berikatan secara kovalen dengan selulosa dan hemiselulosa. Proses delignifikasi bertujuan untuk mendegradasi lignin secara selektif dan menguraikan ikatan kimianya baik ikatan kovalen, ikatan hidrogen maupun ikatan *van der waalls*, dengan komponen kimia lain pada bahan berlignoselulosa (selulosa dan hemiselulosa) [3].

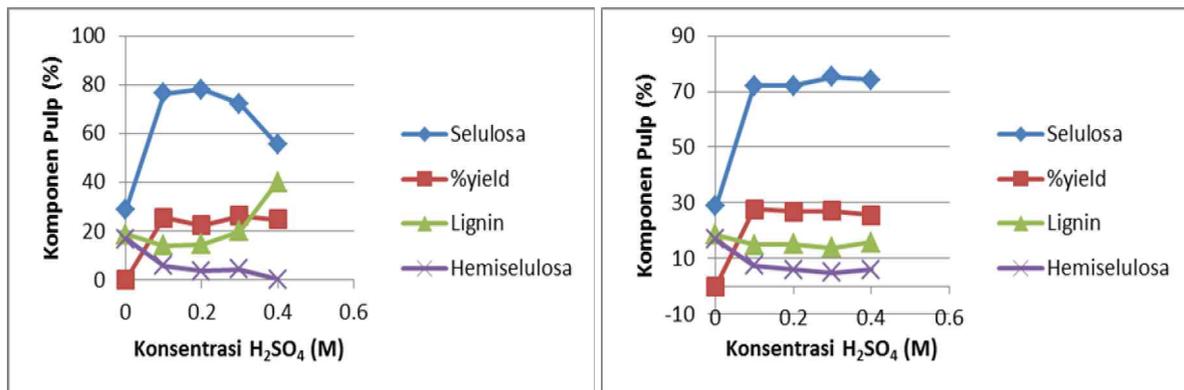
c. Pengaruh konsentrasi asam sulfat (H₂SO₄) terhadap kadar lignoselulosa.

Asam sulfat (H₂SO₄) berfungsi untuk meluruhkan hemiselulosa dalam bahan baku (jerami padi). Variasi konsentrasi asam sulfat adalah 0,1 M; 0,2 M; 0,3 M; dan 0,4 M. Hemiselulosa merupakan kelompok polisakarida heterogen dengan berat molekul rendah. Hemiselulosa relatif lebih mudah dihidrolisis dengan asam menjadi monomer yang mengandung glukosa, monnosa, galaktosa, xilosa, dan arabinosa. Hemiselulosa mengikat lembaran serat selulosa membentuk *mikrofibril* yang meningkatkan stabilitas dinding sel. Hemiselulosa juga berikatan silang dengan lignin membentuk jaringan kompleks dan memberikan struktur yang kuat. Penurunan kadar hemiselulosa tertinggi terjadi pada konsentrasi H₂SO₄ 0,4 M dengan pelarut NaOH 5%, yaitu dari kadar hemiselulosa 16,69% (bahan baku) menjadi 0,06% (pulp selulosa). Namun demikian kadar selulosa yang dihasilkan sangat rendah yaitu 55,42%, hal ini disebabkan pada kondisi ini juga terjadi peningkatan kadar lignin dalam pulp selulosa menjadi 40,12%. Kadar lignin yang tinggi disebabkan oleh NaOH yang memisahkan sebagian besar lignin, tetapi juga melarutkan sejumlah tertentu hemiselulosa dan selulosa sehingga selulosa turun dan lignin meningkat. Suhu dan lama pemasakan menyebabkan lignin yang tadinya terpecah kembali menyatu dalam pulp sehingga kadar selulosa ikut terlarut dan meningkatkan kadar lignin [6]. Surest dan Dodi, menyatakan semakin tinggi konsentrasi NaOH kadar lignin pulp semakin tinggi [7]

Kadar selulosa tertinggi diperoleh pada konsentrasi H₂SO₄ 0,2 M, dan NaOH 3% yaitu 87,97%, kadar hemiselulosa 4,26%, dan kadar lignin 5,31%, serta yield tertinggi 29,63%. Perlakuan percobaan pada konsentrasi NaOH dan H₂SO₄ yang rendah menunjukkan kadar hemiselulosa dan lignin masih relatif tinggi, sehingga kadar selulosa dalam pulp menjadi rendah. Hal yang sama ditunjukkan pada peningkatan konsentrasi NaOH dan H₂SO₄. Hal ini dapat disebabkan komposisi tiap komponen yang saling mempengaruhi, di mana kadar hemiselulosa dan lignin yang tinggi maka selulosa menjadi rendah. Kondisi ini disebabkan oleh ikatan-ikatan inti aromatik pada selulosa yang stabil terputus sehingga kadar selulosa menurun [6]. Hasil pengolahan data selengkapnya dapat dilihat pada gambar 1 s.d 4.



Gambar 1. Konsentrasi NaOH 2% Gambar 2. Konsentrasi NaOH 3% dengan H₂SO₄ dengan H₂SO₄



Gambar 3. Konsentrasi NaOH 4% Gambar 4. Konsentrasi NaOH 5% dengan H₂SO₄ dengan H₂SO₄

4. KESIMPULAN DAN SARAN

a. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil beberapa kesimpulan, proses pembuatan pulp selulosa dari jerami padi dapat menggunakan larutan NaOH dan H₂SO₄, dengan kondisi:

1. Kondisi optimum konsentrasi NaOH adalah 3%,
2. Kondisi optimum konsentrasi H₂SO₄ adalah 0,2 M, dan
3. Nilai kadar lignoselulosa pulp selulosa yang didapat pada kondisi optimum tersebut adalah: kadar selulosa 87,97%, kadar hemiselulosa 4,26%, kadar lignin 5,31%, dan yield produk pulp selulosa 29,63%.

b. Saran

Peralatan pemanas (oil batch) sebaiknya menggunakan alat yang dapat dikontrol suhu yang lebih baik, sehingga proses control suhu pemanasan dapat lebih stabil.

DAFTAR PUSTAKA

1. Pratiwi, Rimadan., Dwiyantri Rahayu, dan Melisa I. Barliana. 2016. *Pemanfaatan Selulosa dari Limbah Jerami Padi (Oryza sativa) sebagai Bahan Bioplastik*, Jurnal IJPST, Vol. 3, No. 3, Oktober 2016.
2. 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 (*Melaleuca leucadendron* Linn) dan Kayu Serbuk Industri Mebel, *Jurnal. Penelitian Sains* 15, No. 3 (2012): h. 96-101.
3. Sun and Cheng. 2005. *Review Paper*. Fermentation of Lignocellulosic Hydrolysates, II: Inhibitors and Mechanisms of Inhibition. *Bioresource Technology*. 74: 25-33
4. Retnowati, Dian. 2017. Pengaruh Konsentrasi NaOH pada Proses Isolasi dan Karakterisasi Lignin pada Lindi Hitam Hasil Pulping Formacell dari Tandan Kosong Kelapa Sawit. Skripsi. Bandar Lampung: Fakultas Pertanian, Universitas Lampung
5. Norashikin, M.Z. and M.Z. Ibrahim. Fabrication and Characterization of Sawdust Composite Biodegradable Film. *World Academy of Science, Engineering and Technology* 65. 2010.

6. Saleh. A., M.D, M., Pakpahan dan Angelina, N. 2009. Pengaruh konsentrasi pelarut, temperatur dan waktu pemasakan pada pembuatan pulp dari sabut kelapa muda. *Jurnal Teknik Kimia* 16 (3). (Online) diakses 28 Agustus 2019.
7. Surest, Azhary H dan Dodi Satriawan. 2010. Pembuatan Pulp dari Batang Rosella dengan Proses Soda. *Jurnal Teknik Kimia*, 17 (30).