

PEMBUATAN KERTAS RAMAH LINGKUNGAN KOMBINASI LIMBAH AMPAS TAHU DAN LIMBAH KULIT PISANG KEPOK DENGAN METODE PEMISAHAN ALKALISASI

MANUFACTURING PAPER FROM THE COMBINATION OF TOFU DREGS AND BANANA KEPOK SKIN WASTE WITH ALKALIZATION SEPARATION METHOD

^{3*}Barita Aritonang, ¹Eka M Sinaga, ¹Supartiningsih, ²Elly Sitorus

¹Program Studi D3 ANAFARMA, Universitas Sari Mutiara Indonesia

²Badan Pengawasan Obat dan Makanan

³Program Studi S1 Kimia, Universitas Sari Mutiara Indonesia

Korespondensi penulis: Universitas Sari Mutiara Indonesia

Email: baritaaritonang11@gmail.com

Abstrak. Limbah ampas tahu mengandung kadar selulosa 30,4%, sedangkan kulit pisang kepok memiliki kandungan selulosa yang tinggi (60-65%), hemiselulosa 6-8%, dan lignin 5-10%. Tujuan penelitian ini adalah Untuk mengetahui proses pembuatan kertas alami dari limbah ampas tahu dan limbah kulit pisang kepok sebagai bahan baku alternatif pengganti kayu dan mengetahui karakteristik kertas alami yang dihasilkan dari serat limbah ampas tahu dan limbah kulit pisang kepok berdasarkan SNI 287:2010 (meliputi uji kadar air) dan SNI 6588-1:2010 (meliputi uji derajat keasaman pH). Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, komposisi optimum dalam pembuatan kertas dari ampas tahu dan kulit pisang kepok adalah variasi 50:50%. Suhu dan waktu pemanasan serta konsentrasi larutan natrium hidroksida optimum adalah 120 °C selama 90 menit dengan konsentrasi larutan natrium hidroksida 10,0%, kadar pulp sebesar 46,45%, kadar selulosa 53,3%, dan kadar lignin 46,67%. Semua kadar yang diperoleh sudah memenuhi syarat SNI. Berdasarkan analisis spektrum FT-IR, ampas tahu dan kulit pisang kepok layak digunakan sebagai bahan baku pembuatan kertas karena mengandung selulosa. Berdasarkan analisis SEM, struktur permukaan morfologi yang semakin rapat ikatan seratnya, hal ini membuktikan bahwa ukuran diameter serat yang dihasilkan sangat kecil, sebab semakin kecil diameter seratnya maka semakin baik sifat mekaniknya

Kata Kunci: Ampas Tahu, Kulit Pisang Kepok, Kertas, Selulosa, SEM, FT-IR

Abstract. Tofu dregs waste contains 30.4% cellulose content, while kepok banana peel has high cellulose content (60-65%), hemicellulose 6-8%, and lignin 5-10%. The purpose of this study was to determine the process of making natural paper from tofu dregs waste and kepok banana peel waste as an alternative raw material for wood substitutes and to find out the characteristics of natural paper produced from tofu waste fiber and kepok banana peel waste based on SNI 287:2010 (including test water content) and SNI 6588-1:2010 (including pH acidity test). Based on the results of research that has been carried out, the optimum composition in making paper from tofu dregs and kepok banana peels is 50:50% variation. The temperature and time of heating and the optimum concentration of sodium hydroxide solution was 120 oC for 90 minutes with sodium hydroxide solution concentration of 10.0%, pulp content of 46.45%, cellulose content of 53.3%, and lignin content of 46.67%. All levels obtained have met the requirements of SNI. Based on the FT-IR spectrum analysis, tofu dregs and kepok banana peels are suitable for use as raw materials for making paper because they contain cellulose. Based on the SEM analysis, the morphological surface structure, the tighter the fiber bonds, this proves that the diameter of the resulting fiber is very small, because the smaller the fiber diameter, the better the mechanical properties.

Keywords : Tofu Dregs, Kepok Banana Peel, Paper, Cellulose, SEM, FT-IR

PENDAHULUAN

Kertas merupakan salah satu kebutuhan pokok yang sangat penting bagi manusia[5]. Jumlah kebutuhan kertas setiap tahun terus mengalami peningkatan. Hal ini mengakibatkan jumlah bahan baku utama dalam pembuatan kertas pun semakin meningkat. Jumlah bahan baku utama dalam pembuatan kertas dalam satu dekade ini sudah semakin menipis. Kayu menjadi target utama dalam pembuatan kertas karena banyak mengandung selulosa, sebab selulosa ini akan digunakan sebagai

bahan dasar bubur kayu (pulp) untuk diolah menjadi kerta [1]. Namun, seiring dengan banyaknya praktik illegal logging dapat berdampak buruk bagi kelestarian lingkungan atau sumber daya alam di bumi ini [2][3]. Untuk mengatasi masalah tersebut maka diperlukan adanya bahan pengganti kayu, yang efisien dan tidak menimbulkan dampak yang buruk bagi lingkungan sehingga dapat mengatasi proses penebangan pohon kayu di hutan secara ilegal. Salah satu bahan baku alternatif pengganti kayu, dalam pembuatan kertas adalah limbah ampas tahu dan limbah kulit pisang kepok. Limbah ampas tahu dan limbah kulit pisang kepok merupakan limbah yang cukup banyak ada di Indonesia. Ampas tahu mengandung kadar selulosa 30,4% [4], sedangkan kulit pisang kepok memiliki kandungan selulosa yang tinggi (60-65%), hemiselulosa 6-8%, dan lignin 5-10%. Sementara itu kayu yang sering digunakan sebagai bahan baku pembuatan kertas konvensional hanya mengandung selulosa sebesar 45%. Melihat perbandingan di atas hal ini mendasari proses pembuatan kertas dari limbah ampas tahu dan limbah kulit pisang kepok sebagai bahan baku alternatif. Menurut penelitian terdahulu bahan pengganti kayu yang mengandung kadar selulosa tinggi yang dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan kertas antara lain: Barita dkk, (2019) melakukan penelitian tentang pemanfaatan limbah kulit nenas dan ampas tebu sebagai dasar pembuatan kertas menggunakan bahan pengikat pati limbah kulit pisang kepok. Hendry [3] meneliti tentang pemanfaatan kulit buah matoa sebagai kertas serat campuran melalui proses pretreatment dengan bantuan gelombang mikro dan ultrasonik. Untuk menghasilkan sebuah kertas memerlukan proses pembuatan pulp. Proses kimia terdiri dari tiga macam yaitu proses soda, proses sulfat, dan proses sulfat. Bahan kimia yang digunakan pada proses sulfat yaitu NaOH, Na₂S, CaO, Na₂SO₄. Keunggulan proses sulfat yaitu cocok untuk semua jenis bahan serat, kekuatan lembaran pulp relatif tinggi, delignifikasi berlangsung cepat dengan degradasi selulosa relatif kecil, daur ulang bahan kimia relatif mudah. Pada proses pembuatan kertas perlu dilakukan pemutihan (*bleaching*). Bleaching merupakan proses yang bertujuan untuk menghilangkan kandungan lignin (delignifikasi) di dalam pulp atau serat sehingga diperoleh tingkat kecerahan warna yang tinggi dan stabil [5]. Proses pemutihan serat harus menggunakan bahan kimia yang reaktif seperti H₂O₂ untuk melarutkan kandungan lignin yang ada di dalam serat agar diperoleh derajat kecerahan yang tinggi [2].

METODE PENELITIAN

Alat

Alat-alat yang digunakan adalah kertas saring No.1, Beker glass, autoclave, blender, baskom, screen berbingkai, pisau, talenan, batang pengaduk, magnetic stirrer, pH meter, neraca, Aluminium foil, mixer, toples, corong pemisah, gunting, kurs porselen.

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan adalah limbah ampas tahu, limbah kulit pisang kepok, larutan NaOH, aquadest, Hidrogenperoksida.

Prosedur Penelitian

1. Proses Pengeringan

Pada tahap ini limbah ampas tahu dan limbah kulit pisang kepok sebagai bahan baku pembuatan kertas. Kulit pisang kepok dicuci terlebih dahulu hingga bersih dan dipotong kecil-kecil dan dicuci kembali, kemudian sebelum diblender bagian ampas tahu dan kulit pisang kepok dianginkan terlebih dulu selama 30 menit. Lalu bagian kulit pisang kepok yang telah dipotong di blender sampai halus. Proses penggilingan menggunakan blender bertujuan agar serat yang dihasilkan dari ampas tahu dan kulit pisang kepok dapat memberikan kualitas pulp yang baik sehingga bentuk dari pulp tidak terlalu kasar, tahap berikutnya ampas tahu dan kulit pisang kepok yang telah halus diperas menggunakan kain kasa, hingga sari dari kulit pisang kepok dan ampas tahu terperas habis. Kemudian ampas tahu dan ampas kulit pisang kepok yang didapat dikeringkan didalam oven dengan suhu 90°C selama 180 menit.

2. Proses pulping

Setelah bahan baku pembuatan kertas dikeringkan dengan oven, akan dilakukan pemasakan menggunakan larutan dengan alat pemasakan yaitu autoclave. Proses pemasakan bahan baku menggunakan larutan NaOH 5% dengan suhu pemasakan 100°C. Pada proses pembuatan pulping Peneliti menyediakan 5 perbandingan bahan baku (ampas tahu dan kulit pisang kepek) dengan presentasi yang berbeda untuk dilakukan pemasakan dengan persenan larutan NaOH berbeda yaitu NaOH 5% dan perbandingan bahan baku yaitu: 100%:0% ; 70%:30% ; 50%:50% ; 40%: 60% ; 20%: 80%. Perbandingan ini dipilih berdasarkan pertimbangan dari jurnal atau penelitian sebelumnya sehingga kertas yang dihasilkan menjadi lebih baik. Konsentrasi NaOH yang digunakan sebanyak 5% dengan kurun waktu pemasakan sekitar 120 menit dan suhu pemasakan 100°C.

3. Proses pembilasan

Setelah dilakukan pemasakan masing-masing wadah yang telah berisi pulp dengan perbandingan tertentu dibilas menggunakan aquadest dan dilakukan pengecekan pH. Pembilasan bertujuan agar pulp yang dihasilkan bersih dari senyawa NaOH akibat pemanasan yang telah dilakukan sebelumnya. Kemudian pengecekan juga dibutuhkan agar peneliti dapat mengontrol pH pulp sehingga pH yang dihasilkan tetap stabil dan terkontrol.

4. Proses bleaching

Proses selanjutnya yaitu proses pemutihan (bleaching). Setelah dilakukan pemasakan pada bahan baku nenas berbanding bahan baku kulit pisang kepek dan menghasilkan pulp, pulp akan disaring dan masing-masing pulp akan dimasukkan kedalam beker glass beserta larutan Hidrogen Peroksida (H₂O₂) 30% sebanyak 500ml dan dipanaskan kembali selama 60 menit dengan suhu 60°C. Bubur pulp putih yang sudah terbentuk kemudian dicuci dan disaring kembali hingga Hidrogen peroksida yang ada dalam beker glass hilang. Kemudian dilakukan pengecekan pH untuk mengontrol pH setelah proses pemutihan.

5. Proses pencetakan

Proses ini merupakan tahap finishing, dimana pulp yang telah terbentuk dicetak menjadi kertas. Langkah awal yaitu dengan menumpahkan pulp ke dalam cetakan yang sudah dilapisi kain saring. Dalam proses ini, usahakan pulp memenuhi bagian cetakan dengan rata agar kertas yang dihasilkan memiliki permukaan yang rata. Kemudian dilakukan pengeringan dengan mengeringkan pulp di dalam lemari pengering.

6. Analisa Kadar Pulp

Lima gram limbah ampas tahu dan lima gram limbah kulit pisang kepek dimasukkan dalam beaker glass ditambahkan larutan NaOH (0,5; 1; 1,5; 2 dan 2,5 %) dengan perbandingan 6:1 lalu dimasukkan ke dalam autoklaf. Autoklaf dioperasikan pada temperatur dan tekanan yang telah ditetapkan yaitu 130°C dan kemudian autoklaf dimatikan setelah operasi berlangsung sesuai dengan waktu yang divariasikan (30, 60, 90, 120 dan 150 menit). Ampas tahu dan kulit pisang kapok yang telah dimasak dikeluarkan dari autoklaf lalu didinginkan hingga suhu kamar. Residu dan filtrat dipisahkan dengan menggunakan kertas saring. Residu yang didapat kemudian dicuci dengan etanol dan dilanjutkan pencucian dengan air panas lalu dikeringkan dalam oven pada temperatur 105°C selama 60 menit. Padatan yang telah kering ditimbang (sebagai berat pulp kering).

$$\text{Perolehan pulp} = \frac{\text{beratpulpkering}}{\text{beratampastahu} + \text{beratkulitpisang}} \times 100\%$$

7. Analisa Kadar Selulosa

Kertas saring dipanaskan dalam oven dengan temperatur 105° C, kemudian ditimbang hingga beratnya tetap. Pulp kering ditimbang seberat 3 gram dan dipindahkan ke beker gelas 250 ml. Pulp dibasahkan dengan 15 ml NaOH 17,5 % dan maserasi dengan pengaduk selama 1 menit lalu ditambahkan 10 ml NaOH 17,5 % dan diaduk 15 detik dan dibiarkan selama 3 menit. Kemudian ditambahkan kembali 3x10 ml NaOH 17,5 % setiap 2,5 : 5 dan 7,5 menit dan dibiarkan pada 30 menit. Setelah itu ditambah 100 ml aquadest dan dibiarkan selama 30 menit. Campuran dituangkan ke dalam corong yang dilengkapi dengan kertas saring. Endapan dicuci dengan 5x50 ml air suling. Kertas saring yang berisi endapan dipindahkan ke beker gelas yang lain dan endapan dicuci lagi dengan 400 ml aquadest, ditambahkan asam asetat 2N dan diaduk selama 5 menit. Endapan dikeringkan dengan oven 105° C, kemudian didinginkan dalam eksikator dan ditimbang hingga berat tetap.

$$\% \text{ kadar selulosa} = \frac{\text{berat kering}}{\text{berat awal}} \times 100\%$$

8. Analisa Kadar Lignin

Pulp kering diimbang sebanyak 2 gram. Pulp kering dimasukkan ke dalam beker gelas dan ditambahkan sedikit demi sedikit dengan 40 ml asam sulfat 72 % sambil diaduk sampai semua contoh terendam dan terdispersi. Setelah terdispersi, beker gelas ditutup dan temperatur dijaga pada 20° C selama 2 jam kemudian ditambahkan 400 ml air ke dalam beker gelas. Larutan dididihkan selama 4 jam dalam beker. Kemudian didiamkan sampai endapan lignin mengendap kemudian disaring untuk mendapatkan lignin. Lignin dicuci dengan air panas lalu dikeringkan di dalam oven pada 105° C, tiap 15 menit didinginkan di dalam eksikator dan ditimbang sampai berat lignin tetap.

$$\% \text{ kadar lignin} = \frac{\text{berat kering}}{\text{berat awal}} \times 100\%$$

9. Analisa pH

Lakukan kalibrasi alat pH-meter. Kemudian Celupkan elektroda kedalam pulp sampai pH meter menunjukkan pembacaan yang tetap. Catat hasil pembacaan skala atau angka pada tampilan dari pH meter.

10. Analisa Kadar Air

Pulp ditimbang sebanyak 5 gram. Sampel kemudian dipanaskan dalam oven pada suhu 105° C selama 1 jam. Kemudian dimasukkan ke dalam eksikator dan ditimbang sampai bobotnya tetap.

$$\% \text{ kadar air} = \frac{\text{berat awal} - \text{berat akhi}}{\text{berat awal}} \times 100\%$$

11. Uji Morfologi Menggunakan Spektrofotometri Infra-Red (FT-IR)

Pada analisis FT-IR sampel yang diperoleh di ambil kemudian dibuat pelet. Bagian pellet di ambil dan ditambahkan kalium bromide, kemudian pellet dikeringkan dengan fress drying, dan dilakukan analisis FT-IR. Dari FTIR dihasilkan puncak –puncak serapan yang dapat diketahui jenis situs asam. Pada penggunaan basa piridin sebagai basa teradsorpsi, situs asam basa Bronsted Lowry akan ditandai dengan puncak serapan pada bilangan bilangan gelombang $1485\text{--}1500\text{ cm}^{-1}$, $\sim 1620\text{ cm}^{-1}$, dan $\sim 1640\text{ cm}^{-1}$. Sedangkan untuk situs asam Lewis ditandai dengan puncak-puncak serapan pada bilangan-bilangan gelombang $1447\text{--}1460\text{ cm}^{-1}$, $1488\text{--}1503\text{ cm}^{-1}$, $\sim 1580\text{ cm}^{-1}$ dan $1600\text{--}1633\text{ cm}^{-1}$.

12. Uji Morfologi Menggunakan Scanning Electron Microscopy (SEM)

Penggunaan SEM diawali dengan merekatkan sampel dengan stab yang terbuat dari logam spesimen palladium. Kemudian sampel dibersihkan dengan alat peniup, sampel di lapisi dengan emas dan palladium dalam mesin dionspater yang bertekanan 1492×10^{-2} atm. Sampel selanjutnya dimasukkan ke dalam ruangan yang khusus dan kemudian disinari dengan pancaran electron bertenaga 10 kV sehingga sampel mengeluarkan elektron sekunder dan elektron terpental yang dapat di deteksi dan detectorscientor yang kemudian diperkuat dengan suatu rangkaian listrik yang menyebabkan timbulnya gambar CRT (Chatode Ray Tube). Pemotretan dilakukan setelah memilih bagian tertentu dari objek (sampel) dan perbesaran yang diinginkan sehingga diperoleh foto yang baik dan jelas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Data Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pengaruh konsentrasi NaOH dan waktu pemasakan diperoleh kadar air, pulp, lignin dan selulosa yang dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel1. Pengaruh Konsentrasi Larutan NaOH Terhadap Kadar Air dan PH

Konsentrasi NaOH (%)	Waktu (Menit)	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Kadar Air (%)
2,5	120	120 $^{\circ}\text{C}$	2,7
5.0			3,3
7,5			3,6
10,0			4,0

Tabel 2. Pengaruh Konsentrasi Larutan NaOH Terhadap Kadar Pulp

Konsentrasi NaOH (%)	Waktu (Menit)	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Kadar pulp (%)
2,5	120	120 $^{\circ}\text{C}$	35,90
5.0			38,42
7,5			43,75
10,0			46,45

Tabel 3. Pengaruh Konsentrasi Larutan NaOH Terhadap Kadar Selulosa

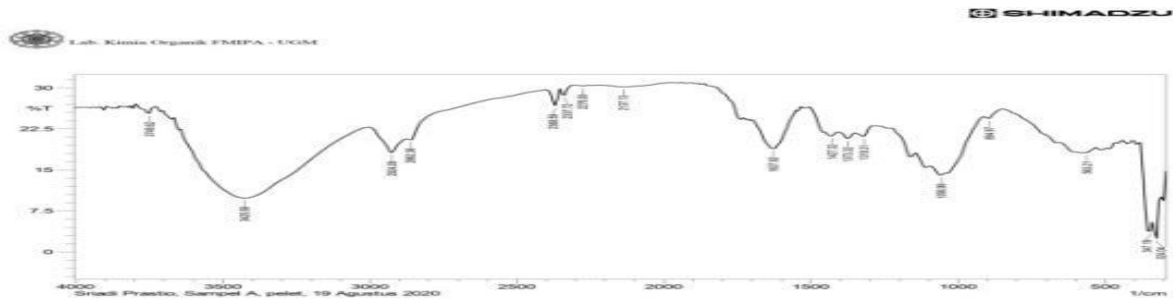
Konsentrasi NaOH (%)	Waktu (Menit)	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Kadar Selulosa (%)
2,5	120	120 $^{\circ}\text{C}$	48,3
5.0			49,7
7,5			51,2
10,0			53,3

Tabel 4. Pengaruh Konsentrasi Larutan NaOH Terhadap Kadar Lignin

Konsentrasi NaOH (%)	Waktu (Menit)	Suhu (°C)	Kadar Lignin (%)
2,5	120	120 °C	32,19
5.0			39,40
7,5			43,45
10,0			46,67

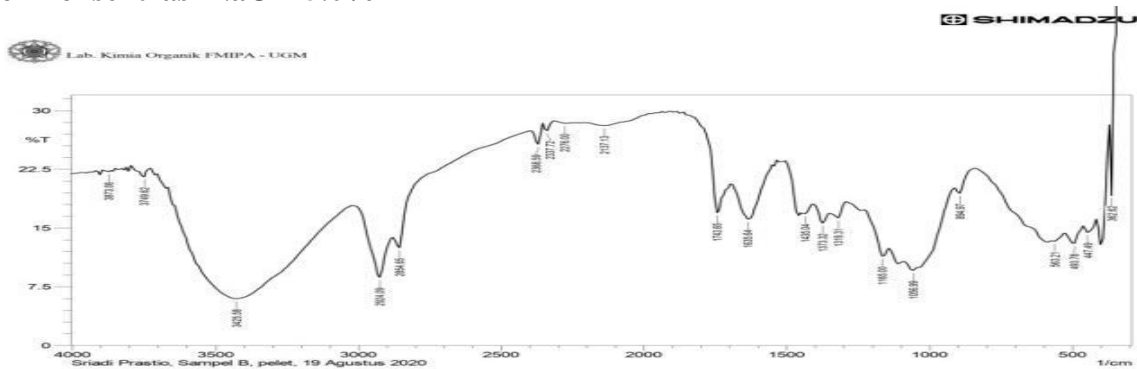
Uji Karakterisasi Gugus Fungsi Dengan FT-IR

Berdasarkan hasil Karakterisasi Fourier Transform Infrared Spectrophotometri (FT-IR) dari sampel ampas tahu dan kulit pisang pisang kepek dapat di lihat dibawah ini.

**Gambar 1.** Uji Karakterisasi Gugus Fungsi Dengan FT-IR**Table 5** Gugus Fungsi selulosa ampas Tahu dan Kulit Pisang Kepok konsentrasi NaOH 2,5%

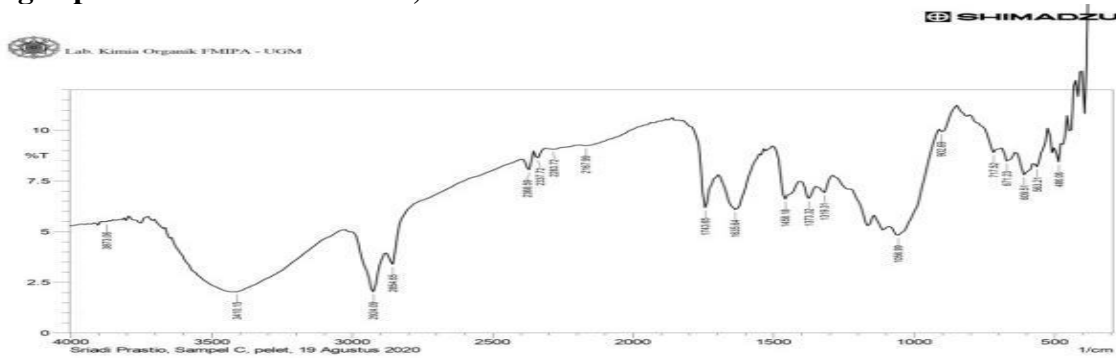
No	Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang Selulosa (cm ⁻¹)
1	O-H	3425,58
2	C-H	2924,09
3	C=C	1627,58
4	CH ₃	1373,32
5	C-O-C	1056,99

Uji Karakterisasi Gugus Fungsi Dengan FT-IR Kombinasi Ampas Tahu dan Kulit Pisang Kepok konsentrasi NaOH 5.0%

**Gambar 2** Gambar spektrum FT-IR Sampel Ampas Tahu dan Kulit Pisang kepek Konsentrasi NaOH 5.0%**Tabel 6.** Gugus Fungsi selulosa ampas Tahu dan Kulit Pisang Kepok konsentrasi NaOH 5%

No	Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang Selulosa (cm ⁻¹)
1	O-H	3425,58
2	C-H	2924,09
3	C=C	1635,64
4	CH ₃	1373,32
5	C-O-C	1056,99

Uji Karakterisasi Gugus Fungsi Dengan FT-IR Kombinasi Ampas Tahu dan Kulit PisangKepok konsentrasi NaOH 7,5%

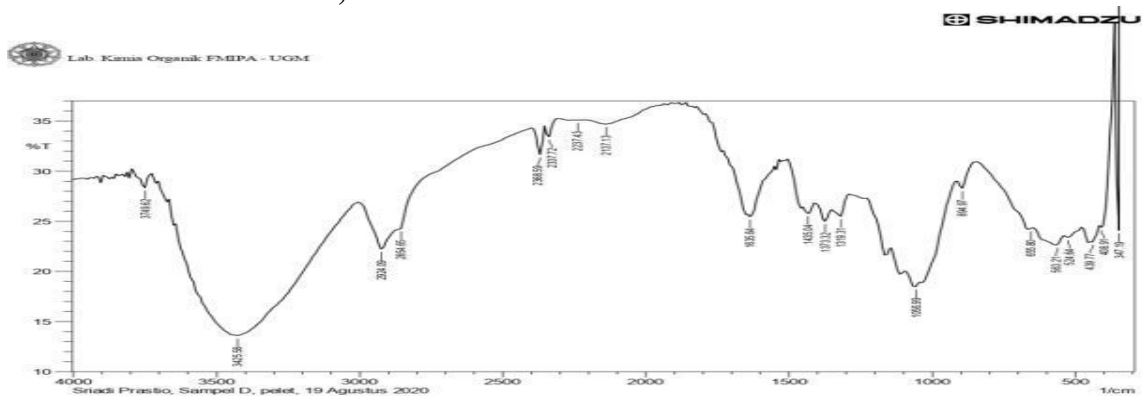


Gambar 3 Gambar spektrumFT-IR Sampel Ampas Tahu dan Kulit Pisang kepok Konsentrasi NaOH 7,5%

Tabel 7. Gugus Fungsi selulosa ampas Tahu dan Kulit Pisang Kepok Konsentrasi NaOH 7,5%

No	Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang Selulosa (cm ⁻¹)
1	O-H	3410,15
2	C-H	2924,09
3	C=C	1635,64
4	CH ₃	1373,32
5	C-O-C	1056,99

Uji Karakterisasi Gugus Fungsi Dengan FT-IR Kombinasi Ampas Tahu dan Kulit Pisang Kepok konsentrasi NaOH 10,0%



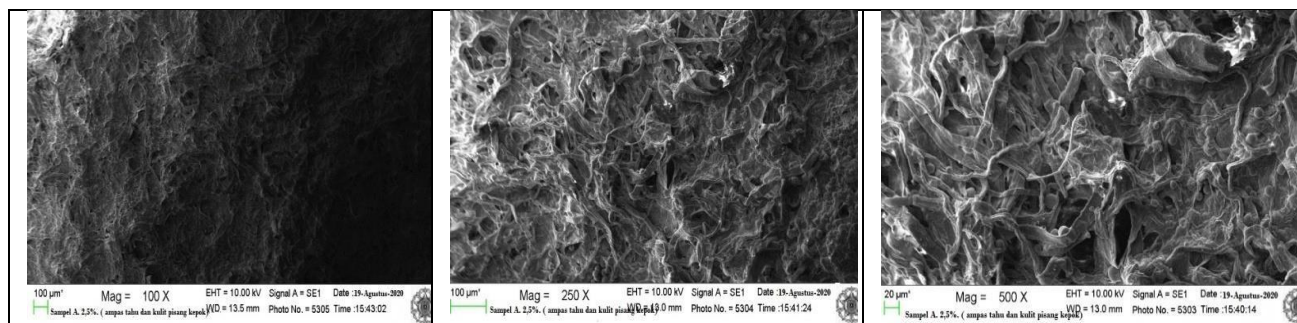
Gambar 4. Gambar spektrumFT-IR Sampel Ampas Tahu dan Kulit Pisangkepok Konsentrasi NaOH 10.0%

Tabel 8. Gugus Fungsi selulosa ampas Tahu dan Kulit Pisang Kepok konsentrasi NaOH 10.0%

No	Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang Selulosa (cm ⁻¹)
1	O-H	3425,58
2	C-H	2924,09
3	C=C	1635,64
4	CH ₃	1373,32
5	C-O-C	1056,99

Uji Karakterisasi Morfologi Dengan SEM

Berdasarkan hasil Karakterisasi Scanning Electron Microscope (SEM) dari kombinasi ampas tahu dan kulit pisang kapok menghasilkan morfologi



Gambar 5. Hasil SEM Perbesaran 500X

Pembahasan Tabel Kadar Air dan PH

Pada hasil penelitian ini kadar air yang dihasilkan tidak terlalu berpengaruh dari konsentrasi NaOH dan waktu pemasakan yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan kadar air tidak berinteraksi dengan NaOH yang menyebabkan kemungkinan air cepat berkurang atau tidak. Akan tetapi pada pengujian lain seperti PH sangat berpengaruh pada pulp yang dihasilkan karena senyawa NaOH bersifat basa sehingga menyebabkan pulp juga bersifat basa. Maka pada proses pembilasan dengan aquadest setelah pemasakan pulp harus kita perhatikan berapa range PH yang didapat, karena PH berhubungan dengan kualitas kertas yang akan dibentuk. Apabila kertas bersifat basa akan berujung mudahnya bakteri atau jamur pada kertas yang dibentuk, dan apabila kertas bersifat asam akan mengakibatkan kondisi buruk bagi kesehatan seperti iritasi pada kulit bila kertas digunakan pada kulit. Hal ini menunjukkan bahwa PH netral sangat dibutuhkan agar kertas yang digunakan tidak berdampak buruk bagi kesehatan manusia.

Pembahasan Tabel Kadar Pulp

Pada penelitian ini untuk mengetahui sifat kimia kertas ampas tahu dan kulit pisang kepok maka dilakukan diuji kadar pulp dengan mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI). Hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh kadar air yang ditunjukkan pada Tabel 2. Dari hasil uji kadar pulp (**Tabel 2**) yang minimum diperoleh pada konsentrasi NaOH 2,5% sebesar 35,90%, kemudian pada konsentrasi NaOH 5,0% kadar pulp meningkat menjadi 38,42%, kemudian pada konsentrasi NaOH 7,5% kadar pulp meningkat menjadi 43,75% selanjutnya kadar pulp yang maksimum diperoleh pada konsentrasi NaOH 10,0% sebesar 46,45%. Kadar pulp mengalami peningkatan dengan meningkatnya konsentrasi NaOH dan lamanya waktu hidrolisis khususnya untuk konsentrasi NaOH 10,0% dengan waktu pemasakan 90 menit dan suhu pemasakan 120 °C diperoleh kadar pulp tertinggi 46,45%. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi konsentrasi NaOH dan semakin lama waktu hidrolisis, maka semakin banyak lignin yang terhidrolisis. Lignin mempunyai sifat mengikat selulosa, sehingga semakin banyak lignin yang terhidrolisis, maka semakin banyak pula selulosa yang terlepas dari ikatan lignin. Oleh karena itu kadar alfa selulosa dalam pulp akan meningkat. Menurut SNI 287:2010 adapun kadar pulp yang layak digunakan adalah 35%-63 %.

Pembahasan Tabel Kadar Selulosa

Pada penelitian ini untuk mengetahui sifat kimia kertas ampas tahu dan kulit pisang kepok maka dilakukan diuji kadar selulosa dengan mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI). Hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh kadar air yang ditunjukkan pada **Tabel 3**. Dari hasil uji kadar selulosa (**Tabel 3**) kadar selulosa yang minimum diperoleh pada konsentrasi NaOH 2,5 % sebesar 48,3%, kemudian pada konsentrasi NaOH 5,0% kadar selulosa meningkat menjadi 49,7%,

kemudian pada konsentrasi NaOH 7,5% kadar selulosa meningkat menjadi 51,2% sedangkan pada konsentrasi NaOH 10,0% diperoleh kadar selulosa yang maksimum sebesar 53,3%. Kadar selulosa terlihat semakin meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi NaOH yang digunakan sebagai larutan pemasak. Semakin banyak konsentrasi NaOH yang digunakan maka kadar selulosa semakin meningkat pula. Hal ini disebabkan karena dengan semakin tingginya konsentrasi NaOH yang digunakan, menyebabkan lebih banyak NaOH yang dapat mengikat lignin. Suatu proses pemasakan dengan NaOH telah menurunkan kandungan lignin dalam pulp, menemukan bahwa semakin lama waktu reaksi maka semakin banyak lignin yang tersisihkan, sehingga kandungan lignin dalam pulp semakin berkurang, kadar selulosa dalam pulp akan meningkat. Berdasarkan SNI 14-0444-1989 adapun kadar selulosa yang layak digunakan lebih besar dari 40%.

Pembahasan Tabel Kadar Lignin

Pada penelitian ini untuk mengetahui sifat kimia kertas ampas tahu dan kulit pisang kepok maka dilakukan uji kadar lignin dengan mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI). Hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh kadar air yang ditunjukkan pada **Tabel 4**. Dari hasil uji kadar lignin (**Tabel 4**) pada konsentrasi NaOH 2,5% diperoleh kadar lignin minimum sebesar 32,19%, kemudian pada konsentrasi NaOH 5,0% kadar lignin meningkat menjadi 39,40%, kemudian pada konsentrasi NaOH 7,5% kadar lignin meningkat menjadi 43,45%, sedangkan pada konsentrasi NaOH 10,0% diperoleh kadar lignin maksimum sebesar 46,67%. Pada hasil analisa lignin yang diperoleh, konsentrasi NaOH yang tinggi menyebabkan kadar lignin yang dihasilkan semakin tinggi. Begitu pula dengan adanya waktu pemasakan yang semakin lama. Hal ini disebabkan karena lignin yang tadinya sudah terpisah dari raw pulp dengan bantuan NaOH akan kembali larut dan menyatu dengan pulp akibat adanya pemasakan yang cukup lama dan temperatur yang tinggi. Kandungan lignin yang tinggi pada suatu pulp akan mempengaruhi proses pemutihan pulp. Semakin tinggi lignin yang terkandung di dalam pulp, maka proses pemutihan pulp semakin sulit dan kualitas pulp yang dihasilkan kurang baik.

Pembahasan Uji Karakterisasi Dengan FT-IR Kombinasi Ampas Tahu dan Kulit Pisang Kepok Konsentrasi NaOH 2,5%

Pada penelitian ini pemeriksaan gugus FT-IR menggunakan sampel ampas tahu dan kulit pisang kepok dengan pemasakan NaOH konsentrasi 2,5%. Gugus fungsional selulosa ($C_6H_{10}O_5$)_n dari rantai selulosa adalah gugus hidroksil (-OH) yang dapat berinteraksi dengan gugus -O, -N dan -S membentuk ikatan hydrogen. Selain itu rantai selulosa memiliki gugus -H di kedua ujungnya. Adapun spectrum FT-IR serat bamboo disajikan pada gambar 4.1. Dari hasil evaluasi spectrum tersebut terhadap spectrum FT-IR serat selulosa (absorpsi bilangan gelombang selulosa), diketahui bahwa serat tersebut merupakan selulosa yang antara lain ditunjukkan dengan adanya peak pada bilangan gelombang $3425,58\text{cm}^{-1}$ dan $2924,09\text{cm}^{-1}$ yang menunjukkan bahwa pada peak tersebut terdapat gugus -OH dan -CH. Saputra dkk (2014) pada panjang gelombang $3700-3100\text{cm}^{-1}$ merupakan gugus OH yang menunjukkan terbentuknya kelompok ikatan hydrogen antara atom hydrogen dalam satu kelompok gugus hidroksil lain monomer glukosa pada rantai polimer selulosa. Sedangkan pada puncak $2924,09\text{cm}^{-1}$ menunjukkan adanya gugus hidrokarbon (-CH). Pada peak $1627,58\text{cm}^{-1}$ menunjukkan adanya gugus karboksil dan peak bilangan gelombang $1373,32\text{cm}^{-1}$ menunjukkan adanya ikatan -CH₃ (gugus metil). Sementara itu bilangan gelombang $1056,99\text{cm}^{-1}$ menunjukkan adanya eter yang terbentuk yaitu gugus C-O-C. Berdasarkan hasil spectrum FT-IR di atas setiap serapan pada masing masing daerah puncak gelombang menunjukkan bahwa kulit pisang kepok dan ampas nenas dapat dijadikan sebagai bahan pembuatan kertas karena mengandung selulosa yang dibuktikan dari gugus vibrasi OH (ikatan hydrogen), ikatan -CH (hidrokarbon), ikatan -CH₃ (metil), dan gugus eter (-O-).

Pembahasan Uji Karakterisasi Dengan FT-IR Kombinasi Ampas Tahu dan Kulit Pisang Kepok Konsentrasi NaOH 5,0%

Pada penelitian ini pemeriksaan gugus FT-IR menggunakan sampel ampas tahu dan kulit pisang kepok dengan pemasakan NaOH konsentrasi 5%. Gugus fungsional selulosa ($C_6H_{10}O_5$)_n dari rantai selulosa adalah gugus hidroksil (-OH) yang dapat berinteraksi dengan gugus -O, -N dan -S membentuk ikatan hydrogen. Selain itu rantai selulosa memiliki gugus -H dikedua ujungnya. Adapun spectrum FT-IR serat bambu disajikan pada gambar 4.1. Dari hasil evaluasi spectrum tersebut terhadap spectrum FT-IR serat selulosa (absorpsi bilangan gelombang selulosa), diketahui bahwa serat tersebut merupakan selulosa yang antara lain ditunjukkan dengan adanya peak pada bilangan gelombang $3425,58\text{cm}^{-1}$ dan $2924,09\text{cm}^{-1}$ yang menunjukkan bahwa pada peak tersebut terdapat gugus -OH dan -CH. Pada panjang gelombang $3700-3100\text{ cm}^{-1}$ merupakan gugus OH yang menunjukkan terbentuknya kelompok ikatan hydrogen antara atom hydrogen dalam satu kelompok gugus hidroksil lain monomer glukosa pada rantai polimer selulosa. Sedangkan pada puncak $2924,09\text{cm}^{-1}$ menunjukkan adanya gugus hidrokarbon (-CH). Pada peak $1635,64\text{cm}^{-1}$ menunjukkan adanya gugus karboksil dan peak bilangan gelombang $1373,32\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya ikatan -CH₃(gugus metil). Sementara itu bilangan gelombang $1056,99\text{cm}^{-1}$ menunjukkan adanya eter yang terbentuk yaitu gugus C-O-C. Berdasarkan hasil spectrum FT-IR diatas setiap serapan pada masing masing daerah puncak gelombang menunjukkan bahwa kulit pisang kepok dan ampas nenas dapat dijadikan sebagai bahan pembuatan kertas karena mengandung selulosa yang dibuktikan dari gugus vibrasi OH (ikatan hydrogen), ikatan -CH (hidrokarbon), ikatan -CH₃ (metil), dan gugus eter (-O-).

Pembahasan Uji Karakterisasi Dengan FT-IR Kombinasi Ampas Tahu dan Kulit Pisang Kepok Konsentrasi NaOH 7,5%

Pada penelitian ini pemeriksaan gugus FT-IR menggunakan sampel ampas tahu dan kulit pisang kepok dengan pemasakan NaOH konsentrasi 7,5%. Gugus fungsional selulosa ($C_6H_{10}O_5$)_n dari rantai selulosa adalah gugus hidroksil (-OH) yang dapat berinteraksi dengan gugus -O, -N dan -S membentuk ikatan hydrogen. Selain itu rantai selulosa memiliki gugus -H dikedua ujungnya. Adapun spectrum FT-IR serat bambu disajikan pada gambar 4.1. Dari hasil evaluasi spectrum tersebut terhadap spectrum FT-IR serat selulosa (absorpsi bilangan gelombang selulosa), diketahui bahwa serat tersebut merupakan selulosa yang antara lain ditunjukkan dengan adanya peak pada bilangan gelombang $3425,58\text{cm}^{-1}$ dan $2924,09\text{cm}^{-1}$ yang menunjukkan bahwa pada peak tersebut terdapat gugus -OH dan -CH. Saputra dkk (2014) pada panjang gelombang $3700-3100\text{ cm}^{-1}$ merupakan gugus OH yang menunjukkan terbentuknya kelompok ikatan hydrogen antara atom hydrogen dalam satu kelompok gugus hidroksil lain monomer glukosa pada rantai polimer selulosa. Sedangkan pada puncak $2924,09\text{cm}^{-1}$ menunjukkan adanya gugus hidrokarbon (-CH). Pada peak $1635,64\text{cm}^{-1}$ menunjukkan adanya gugus karboksil dan peak bilangan gelombang $1373,32\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya ikatan -CH₃(gugus metil). Sementara itu bilangan gelombang $1056,99\text{cm}^{-1}$ menunjukkan adanya eter yang terbentuk yaitu gugus C-O-C. Berdasarkan hasil spectrum FT-IR diatas setiap serapan pada masing masing daerah puncak gelombang menunjukkan bahwa kulit pisang kepok dan ampas nenas dapat dijadikan sebagai bahan pembuatan kertas karena mengandung selulosa yang dibuktikan dari gugus vibrasi OH (ikatan hydrogen), ikatan -CH (hidrokarbon), ikatan -CH₃ (metil), dan gugus eter (-O-).

Pembahasan Uji Karakterisasi Dengan FT-IR Kombinasi Ampas Tahu dan Kulit Pisang Kepok Konsentrasi NaOH 10,0%

Pada penelitian ini pemeriksaan gugus FT-IR menggunakan sampel ampas tahu dan kulit pisang kepok dengan pemasakan NaOH konsentrasi 10%. Gugus fungsional selulosa ($C_6H_{10}O_5$)_n dari rantai selulosa adalah gugus hidroksil (-OH) yang dapat berinteraksi dengan gugus -O, -N dan -S membentuk ikatan hydrogen. Selain itu rantai selulosa memiliki gugus -H dikedua ujungnya. Adapun spectrum FT-IR serat bambu disajikan pada gambar 4.1. Dari hasil evaluasi spectrum

tersebut terhadap spectrum FT-IR serat selulosa (absorpsi bilangan gelombang selulosa), diketahui bahwa serat tersebut merupakan selulosa yang antara lain ditunjukkan dengan adanya peak pada bilangan gelombang $3425,58\text{cm}^{-1}$ dan $2924,09\text{cm}^{-1}$ yang menunjukkan bahwa pada peak tersebut terdapat gugus $-\text{OH}$ dan $-\text{CH}$. Saputra dkk (2014) pada panjang gelombang $3700\text{-}3100\text{ cm}^{-1}$ merupakan gugus OH yang menunjukkan terbentuknya kelompok ikatan hidrogen antara atom hidrogen dalam satu kelompok gugus hidroksil lain monomer glukosa pada rantai polimer selulosa. Sedangkan pada puncak $2924,09\text{cm}^{-1}$ menunjukkan adanya gugus hidrokarbon ($-\text{CH}$). Pada peak $1635,64\text{cm}^{-1}$ menunjukkan adanya gugus karboksil dan peak bilangan gelombang $1373,32\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya ikatan $-\text{CH}_3$ (gugus metil). Sementara itu bilangan gelombang $1056,99\text{cm}^{-1}$ menunjukkan adanya eter yang terbentuk yaitu gugus C-O-C. Berdasarkan hasil spectrum FT-IR diatas setiap serapan pada masing masing daerah puncak gelombang menunjukkan bahwa kulit pisang kepok dan ampas nenas dapat dijadikan sebagai bahan pembuatan kertas karena mengandung selulosa yang dibuktikan dari gugus vibrasi OH (ikatan hydrogen), ikatan $-\text{CH}$ (hidrokarbon), ikatan $-\text{CH}_3$ (metil), dan gugus eter ($-\text{O}-$).

Pembahasan Uji Karakterisasi Dengan SEM

Dari **Gambar 4** terlihat struktur mikro dari specimen material sampel yaitu pulp kering ampas tahu dan kulit pisang kepok sudah memiliki ukuran yang kecil dan bergaris halus. Pengujian SEM ini menggunakan sampel pulp kering kombinasi ampas tahu dan kulit pisang kepok dengan konsentrasi NaOH 2,5%. Pemilihan sampel dengan konsentrasi NaOH 2,5% didasarkan dari kondisi pengujian kadar air, PH, kadar pulp, kadar selulosa dan kadar lignin. Pada material penyusun specimen pulp masih terlihat adanya rongga udara, hal ini disebabkan karena kurangnya fasilitas dari proses pencetakan pulp sehingga membuat pulp masih memiliki rongga. Namun dari segi derajat kehalusan hasil dari uji karakteristik SEM ini tidak jauh berbeda dengan jurnal lain.

KESIMPULAN

Pulp dari sampel ampas tahu dan kulit pisang kepok dengan pemasakan dengan NaOH 2,5% dapat dijadikan bahan dasar pembuatan kertas karena mengandung selulosa dan memiliki kadar lignin terendah. Kadar lignin berpengaruh pada konsentrasi NaOH, pada konsentrasi 2,5 % sebanyak 32,19%. Hasil lignin yang terendah dipengaruhi oleh konsentrasi NaOH, suhu dan lama pemasakan, apabila waktu pemasakan berkisar 30-90 menit dan suhu 120°C .

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Shere B. Noris. 1959. Making Pulp From Hycanth : Chemical Process, Open University. England
- [2] Saputro, T. 2015. Manajemen Pemeliharaan. <http://www.ilmuternak.com/2015/02/pendugaan-bobot-badan-ternak-dengan-rumus.html> diakses 26 januari 2016.
- [3] Hendry Mulyawan dkk. Evaluasi Pelaksanaan Kebijakan Bantuan Operasional Kesehatan di Dinas Kesehatan (studi kasus Dinas Kesehatan Kabupaten Bantul dan Dinas Kesehatan Kabupaten Lebong tahun 2011). Jurnal Kebijakan Kesehatan Indonesia. 2012; 1: 144-153
- [4] Quitain, A.T., Ora, K., Katoh, S., and Moriyoshi, T. (2004). Environmentally Benign Pressurized Fluid Technologies for Recovery of Useful Compounds from Okara. Research Institute for Solvothermal Technology, 247, 1-8.
- [5] Greschik, T., dkk. (2008). Environmental aspects of wheat straw bleaching, 2nd International Papermaking and Environment Conference. Tianjing, China
- [6] Amiruddin. 2013. Perubahan Sifat Fisik Talas (*Colocasia Esculenta* L. Schoot) selama Pengerangan Lapis Tipis. Skripsi. Program Studi Teknik Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Hasanudin. Makassar.
- [7] Badan Standarisasi Nasional. 1989. SNI 14-0444-1989 Analisa Selulosa. (online), http://thediokecenter.files.wordpress.com/2010/06/9127_sni-0444-2009-pulp-selulosa-ala-beta-gama.pdf/, diakses pada 15 Maret 2017

-
- [8] Dewi, Tri Kurnia, Dkk. 2010. Pengaruh Konsentrasi NaOH, Temperature Pemasakan, dan Lama Pemasakan pada Pembuatan Pulp dari Batang Rami dengan Proses Soda. *Jurnal Teknik Kimia*, Vol.17, No.2
- [9] Elfira, Anisa. 2014. Pengaruh Kompensasi Bonus dan Leverage Terhadap Manajemen Laba (Studi Empiris Pada Perusahaan Manufaktur yang terdaftar di Bursa Efek Indonesia Tahun 2009-2012. *Jurnal Akuntansi* 2.2.
- [10] Fengel, D dan G. Wegener. 1995. *Kayu : Kimia, Ultrastruktur dan Reaksi*. GadjahMadaPressUniversity. Yogyakarta.
- [11] Gao, Yuan and Wang, Hsien-yu. 2006. Casein Kinase 2 Is Activated and Essential for Wnt/ b-Catenin Signaling. *J. Biol. Chem.* 2006, 281:18394-18400.
- [12] Harsini, T., Susilowati, (2010), Pemanfaatan Kulit Buah Kakao Dari Limbah Perkebunan Kakao Sebagai Bahan Baku Pulp Dengan Proses Organosolv, *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan* Vol.2 No. 2: 80-89.
- [13] Koswara, Sutrisno dan Andarwulan, Nuri. 2012. Pengembangan Dodol Talas Produksi Desa Lingkar Kampus IPB sebagai Produk dan Oleh-Oleh Khas Bogor. *Prosiding Seminar Hasil-Hasil Penelitian IPB 2012*.
- [14] M.Hatta .2011. *Karakteristik Kertas Berbahan Baku Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Sampah Kertas*. Universitas Sumatera Utara. Medan
- [15] Martawijaya A etal. 1989. *Atlas Kayu Indonesia Jilid II*. Bogor: Departemen Kehutanan Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan.