

PEMANFAATAN LIMBAH KULIT NENAS DAN AMPAS TEBU SEBAGAI BAHAN DASAR DALAM PEMBUATAN KERTAS MENGGUNAKAN BAHAN PENGIKAT PATI LIMBAH KULIT PISANG KEPOK

Barita Aritonang¹, Ahmad Hafizullah Ritonga¹, Eka Margareth Sinaga

¹*Program Studi Kimia, Universitas Sari Mutiara Indonesia, Medan, Indonesia*

²*Program Studi Analis Kesehatan, Universitas Sari Mutiara Indonesia, Medan, Indonesia*

email : ¹baritaaritonang11@gmail.com

Abstract : *This article explains about utilization pineapple leather waste and sugarcane bagasse as a basic material in manufacturing of paper using binder of starch kepok banana leather waste. The research objective is to determine the optimal composition manufacturing of paper from pineapple leather waste and sugarcane bagasse with a variation of 80:20% and 70:30% using the alkalization separation method. Based on the results of research that has been carried out, the optimal composition between pineapple leather waste and sugarcane bagasse is 80:20%. The temperature and heating time, and the optimum NaOH concentration is 110 °C for 80 min with sodium hydroxide solution concentration of 2.5%, a pulp content of 74.26%, cellulose content of 84.18%, lignin content of 15.82% and a moisture content of 2.2%. All levels obtained have met the requirements of SNI 14-0444-1989 test for cellulose content, SNI 14-0492-1989 test for lignin content, and SNI 287: 2010 test for moisture content. Based on FT-IR spectrum analysis, pineapple leather waste and sugarcane bagasse are can be used as raw material for manufacturing of paper because of cellulose. This is indicated by the appearance of hydroxyl groups, pineapple leather and sugarcane bagasse which were observed at wave number 3320 cm⁻¹. which shows the presence of cellulose. Based on SEM analysis, it shows that the surface structure of the morphology is getting tighter, it proves that the diameter of the resulting fiber is very small, because the smaller the diameter of the fiber, the better the mechanical properties. Based on the results of grammatical tests, the effect of sodium hydroxide solution concentration and starch binder can improve the mechanical properties, such as tensile index, crack resistance, and tear index. Pineapple leather waste and sugarcane bagasse can be used as an alternative raw material to replace wood in manufacturing of paper.*

Keywords : *Pineapple leather waste, sugarcane bagasse, kepok banana leather waste, paper, cellulosa.*

Abstrak : Artikel ini menjelaskan tentang pemanfaatan limbah kulit nenas dan ampas tebu sebagai material dasar dalam pembuatan kertas menggunakan binder pati limbah kulit pisang kapok. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui komposisi yang optimum pembuatan kertas dari limbah kulit nenas dan ampas tebu dengan variasi 80:20% dan 70:30% (b/b) melalui metode pemisahan alkalisasi.. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, komposisi optimum dalam pembuatan kertas dari kulit nenas dan ampas tebu adalah variasi 80:20%. Suhu dan waktu pemanasan serta konsentrasi larutan natrium hidroksida optimum adalah 110 °C selama 80 menit dengan konsentrasi larutan natrium hidroksida 2,5%, diperoleh kadar pulp sebesar 74,26%, kadar selulosa 84,18%, kadar lignin 15,82% dan kadar air 2,2%. Semua kadar yang diperoleh sudah memenuhi syarat SNI 14-0444-1989 uji kadar selulosa, SNI 14-0492-1989 uji kadar lignin, dan SNI 287:2010 uji kadar air.. Berdasarkan analisis spektrum FT-IR, kulit nenas dan ampas tebu

layak digunakan sebagai bahan baku pembuatan kertas karena mengandung selulosa. Hal ini ditandai dengan munculnya gugus hidroksil O-H, limbah kulit nenas dan ampas tebu yang muncul pada bilangan gelombang 3320 cm^{-1} yang menunjukkan adanya 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. Berdasarkan hasil uji gramatur, pengaruh konsentrasi larutan natrium hidroksida dan bahan pengikat pati dapat meningkatkan sifat mekanik, seperti indeks tarik, ketahanan retak dan indeks sobek kertas semakin kuat. Limbah kulit nenas dan ampas tebu layak dijadikan sebagai bahan baku alternatif pengganti kayu dalam pembuatan kertas.

Kata Kunci : Limbah kulit nenas, Ampas tebu, Limbah kulit pisang kepok, Kertas, Selulosa.

1. PENDAHULUAN

Kertas merupakan salah satu kebutuhan pokok yang sangat penting bagi sebagian besar masyarakat, disamping kebutuhan akan sandang, pangan dan papan, hal ini dapat dilihat hampir seluruh aktivitas sehari-hari membutuhkan kertas, salah satu penggunaannya adalah kertas untuk menulis, melukis, pembungkus kado, pembungkus makanan, kertas amplop, kertas karton, kertas surat kabar, dan sebagainya (Masyitah et al., 2019; Särkkä et al., 2018).

Bahan baku utama dalam pembuatan bubur kertas adalah serat selulosa yang diperoleh dari tumbuhan kayu maupun non kayu. Proses pembuatan bubur kertas selama ini banyak menggunakan pohon kayu sebagai bahan dasar utamanya, dikarenakan senyawa kimia dari dinding sel kayu mengandung selulosa berkisar 41%. Meningkatnya kebutuhan kayu sebagai bahan dasar pembuatan bubur kertas, mengakibatkan sering terjadi penebangan kayu secara ilegal dengan mengeksploitasi hutan alam. Penebangan kayu yang semakin marak melalui praktek ilegal dapat menimbulkan dampak yang buruk bagi ekosistem lingkungan di hutan dan makhluk hidup lainnya di bumi seperti tanah longsor, banjir, pencemaran udara, pencemaran air dan pemanasan global (Kruger et al., 1981; Zou et al., 1994; Pereira et al., 2011; Saijonkari et al., 2001; Khiari et al., 2010; Andrade et al., 2014).

Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka diperlukan adanya bahan baku alternatif pengganti kayu, yang ekonomis dan tidak menimbulkan dampak yang buruk bagi lingkungan sehingga dapat meminimalisir penebangan pohon kayu di hutan secara ilegal. Salah satu bahan baku alternatif pengganti kayu, dalam pembuatan bubur kertas adalah limbah kulit nenas dan ampas tebu.

Limbah kulit nenas dan ampas tebu selama ini dibuang begitu saja, tidak dimanfaatkan dengan baik, hal ini dikarenakan kedua limbah tersebut sukar terurai sehingga berpotensi menjadi timbunan sampah. Timbunan sampah ini jika tidak dikelola dengan baik dapat mengganggu estetika lingkungan dan menimbulkan berbagai penyakit seperti gangguan pernafasan, penyakit kulit dan lain sebagainya.

Untuk mengurangi pencemaran lingkungan akibat timbunan sampah kulit nenas dan ampas tebu tersebut maka diambil suatu solusi dengan cara memanfaatkan limbah kulit nenas dan ampas tebu tersebut sebagai bahan dasar pembuatan bubur kertas. Limbah kulit nenas dan ampas tebu dapat digunakan sebagai bahan baku alternatif pengganti kayu untuk pembuatan bubur kertas didasarkan pada kandungan serat selulosa yang terkandung didalamnya.

Kulit nenas memiliki kandungan selulosa sebesar 66% sedangkan ampas tebu memiliki kandungan selulosa sebesar 53% (Wahyuni et al., 2015; Syaichu et al., 2010; Ristianingsih et al., 2017). Sementara itu kayu yang sering digunakan sebagai bahan baku pembuatan kertas konvensional hanya mengandung selulosa sebesar 45%. Hal inilah yang menjadikan limbah kulit nenas dan ampas tebu sangat baik digunakan sebagai bahan baku alternatif pembuatan bubur kertas pengganti kayu, sehingga dapat meminimalisir kerusakan ekosistem hutan, juga mengurangi limbah kulit nenas dan ampas tebu yang tidak terpakai menjadi bahan bernilai produksi.

Penelitian pendahuluan yang memanfaatkan limbah hasil perkebunan dan pertanian sebagai bahan dasar pembuatan kertas yakni Kaur et al (2017) pembuatan kertas dari jerami padi. Rainey et al (2016) pembuatan kertas dari ampas tebu. Asrofi et al (2017) pembuatan kertas dari enceng gondok. Laftah et al (2016) pembuatan kertas dari batang pisang. Untuk menghasilkan bubur kertas yang baik, maka kandungan selulosa yang terdapat pada limbah kulit nenas dan ampas tebu harus bersih dari lignin supaya kualitas kertas yang dihasilkan lebih baik, tidak mudah sobek, tidak pudar atau tidak berubah warna selama pemakaian. Proses yang digunakan untuk memisahkan selulosa dari lignin yang terdapat pada kulit nenas dan ampas tebu dilakukan dengan metode pemisahan alkalisasi.

Untuk menghasilkan bubur kertas yang tidak mudah sobek, tidak mudah pudar maka kedalam bubur kertas ditambahkan bahan pengikat (*binder*). Fungsi *binder* adalah sebagai pembawa pigmen untuk mengikat komponen-komponen penyusun kertas, mengikat partikel pigmen menjadi satu. Salah satu bahan pengikat (*binder*) yang sering digunakan adalah Pati.

Pati mampu mengikat bahan-bahan penyusun kertas untuk meningkatkan kualitas kertas. Pati akan meningkatkan jumlah kertas yang dihasilkan serta keelastisan kertas yang diproduksi. Pati mengisi pori kertas, menghaluskan permukaan kertas. Dalam penelitian ini pati yang digunakan sebagai binder adalah limbah kulit pisang.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi yang optimum pembuatan kertas dari limbah kulit nenas dan ampas tebu dengan mempelajari waktu hidrolisis dan pengaruh suhu pemasakan dan penambahan larutan dengan konsentrasi yang berbeda terhadap kadar alfa selulosa, *yield* pulp, dan kadar lignin yang terdegradasi dengan metode pemisahan alkalisasi. Selain itu, juga mempelajari karakteristik bubur kertas hasil pemasakan dari limbah kulit dan ampas tebu berdasarkan acuan bubur kertas komersial (Flory et al., 2013; Agarwal et al., 2018; Bajpai et al., 2018; ; Beltramino et al, 2018; Liu et al., 2018; Neelagar el al., 2018).

2. METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan limbah kulit nenas, ampas tebu, kulit pisang kepok, NaOH 1,5; 2,0 dan 2,5%, etanol 96%, H₂SO₄ 30%, Natrium hipoklorit. Alat yang digunakan autoklaf, saringan, beaker gelas, labu ukur, erlenmeyer, corong, waterbath, hotplate, *oven*, neraca analitik, magnetik stirrer, blender, panci, kertas saring, loyang, tanur, pH meter, SEM, XRD, FT-IR, Uji Gramatur.

Preparasi Sampel

Bahan baku kulit nenas dan ampas tebu terlebih dahulu dicuci bersih dan dikeringkan dengan sinar matahari. Serat limbah kulit nenas dan ampas tebu dipotong kecil-kecil dengan alat pemotong. Setelah itu, serat dimasukkan ke dalam *oven dryer* dengan suhu 110 °C selama 30 menit untuk menghilangkan kadar air.

Pembuatan Bubur Kertas (Pulp)

Kulit nenas dan ampas tebu yang telah dikeringkan dalam oven selanjutnya dimasak dengan larutan pemasak natrium hidroksida (NaOH). Sebanyak 50 g sampel kulit nenas dan ampas tebu dimasukkan ke dalam beaker glass dan ditambahkan larutan NaOH 1,5; 2,0 dan 2,5,% dengan perbandingan 2:1 b/v kemudian ditambahkan kedalamnya pati sebagai bahan pengikat dari kulit pisang kepok sebanyak 10 g. Setelah itu sampel dimasak di dalam *autoklaf* dengan temperatur pemasakan 110 °C dan waktu pemasakan 20, 40 dan 80 menit sampai menghasilkan bubur kertas.

Bubur kertas yang sudah terbentuk kemudian 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 110 °C selama 60 menit. Padatan yang telah kering ditimbang (sebagai berat pulp kering), selanjutnya dilakukan analisa perolehan pulp, kadar selulosa dan lignin.

Analisa Kadar Air Pulp

Sampel ditimbang sebanyak 5 g, kemudian dipanaskan dalam oven pada suhu 110 °C selama 60 menit. Setelah itu dimasukkan ke dalam *deksikator* dan ditimbang sampai bobotnya tetap.

Analisa Kadar Selulosa

Sebanya 3 g pulp kering dimasukkan ke dalam beaker glass lalu tambahkan kedalamnya 15 ml NaOH 10% diaduk selama 30 menit dalam keadaan tertutup. Ditambahkan 100 ml aquadest dibiarkan selama 60 menit. Campuran kemudian disaring endapannya diambil, kemudian dicuci dengan 50 ml aquadest sebanyak 5 kali. Ditambahkan 10 ml asam asetat 2N diaduk selama 5 menit. Kemudian dicuci dengan aquadest sampai bebas asam, uji dengan kertas lakmus.

Endapan dikeringkan dalam oven pada suhu 110 °C selama 60 menit, didinginkan dalam desikator dan ditimbang sampai beratnya konstan.

Analisa Kadar Lignin

1 g pulp kering dilarutkan dengan etanol 96% selama 4 jam, kemudian dicuci dengan air panas. Sampel dimasukan kedalam gelas piala ukuran 100 ml, tambahkan 25 ml H₂SO₄ 30% secara perlahan-lahan dan dibiarkan selama 5 menit. Setelah dispersi sempurna, ditutup dengan kaca arloji dan dibiarkan selama 1 jam, lalu dipindahkan kedalam gelas piala 500 ml dan diencerkan dengan air sampai tanda garis. Larutan dipanaskan sampai mendidih dan dibiarkan selama 2 jam. Endapan dibiarkan mengendap sempurna dan disaring dengan kertas saring, endapan lignin dicuci dengan air panas sampai airnya jernih. Kertas saring (berikut endapan) dikeringkan dalam oven pada suhu 110 °C selama 30 menit dan ditimbang sampai beratnya konstan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pembuatan bubur kertas limbah kulit nenas dan ampas tebu dilakukan melalui dua tahap, yakni tahap pertama persiapan dan tahap kedua pelaksanaan. Tahap pertama persiapan terdiri dari penyediaan cetakan kertas, pemilihan bahan baku, pembuatan larutan NaOH 1,5%, 2,0%, 2,5% yang digunakan untuk proses pemasakan, dan pembuatan binder pati 1%. Tahap kedua proses pembuatan bubur kertas terdiri dari proses pemasakan *pulp* dengan larutan konsentrasi NaOH, kemudian proses pemutihan (*bleaching*) dengan Natrium hipoklorit selanjutnya proses pencetakan menjadi kertas.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan produk kertas yang terbentuk dikarakterisasi berdasarkan Standar Nasional Indonesia. Hasil karakterisasi kertas kulit nenas dan ampas bebu berdasarkan SNI meliputi kadar air, kadar pulp, kadar selulosa, kadar lignin.

Pengaruh Konsentrasi Larutan NaOH Terhadap Kadar Air, Kadar Pulp, Kadar Selulosa, dan Kadar Lignin

Hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh kadar air, pulp, selulosa, dan lignin yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Berdasarkan hasil uji kadar air (Tabel 1) dapat dilihat kadar air yang maksimum diperoleh pada konsentrasi NaOH 1,5% sebesar 4,5%, kemudian pada konsentrasi NaOH 2,0% kadar air menurun menjadi 3,4 %. Pada konsentrasi NaOH 2,5% diperoleh kadar air yang minimum sebesar 2,2%. Kadar air kertas kulit nenas dan ampas tebu semakin menurun seiring dengan bertambahnya konsentrasi NaOH.

Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi larutan pembersih NaOH mempengaruhi kadar air kertas kulit nenas dan ampas tebu. Semakin tinggi konsentrasi NaOH yang digunakan, maka semakin banyak kontak yang terjadi antara larutan NaOH dengan *pulp*, sehingga kadar air kertas kulit nenas dan ampas tebu yang dihasilkan semakin menurun.

Kadar air yang tinggi tidak baik untuk pulp karena dapat mempengaruhi viskositas pulp yang akan mengakibatkan kualitas pulp tidak bagus sementara itu kadar air yang rendah akan meningkatkan kualitas kertas yang dihasilkan.

Tabel 1. Pengaruh Konsentrasi Larutan NaOH Terhadap Kadar Air, Pulp, Selulosa, Lignin Pada Kertas Kulit Nenas dan Ampas Tebu

Konsentrasi NaOH (%)	Waktu (Menit)	Suhu (°C)	Kadar Air (%)	Kadar Pulp (%)	Kadar Selulosa (%)	Kadar Lignin (%)
1,5	80	110	4,5	65,35	75,17	24,83
2,0			3,4	69,48	79,15	20,85
2,5			2,2	74,26	84,18	15,82

Pada penelitian ini komposisi yang optimum pembuatan kertas dari limbah kulit nenas dan ampas tebu adalah variasi 80:20 (b/b). Suhu dan waktu pemanasan yang optimum adalah 110 °C selama 80 menit dengan konsentrasi larutan natrium hidroksida 2,5%.

Berdasarkan Tabel 1 diperoleh kadar pulp yang minimum pada konsentrasi NaOH 1,5% sebesar 65,35%, sedangkan pada konsentrasi NaOH 2,0% kadar pulp meningkat menjadi 69,48%. Kadar pulp yang maksimum diperoleh pada konsentrasi NaOH 2,5% sebesar 74,26%. Kadar pulp mengalami peningkatan seiring bertambahnya konsentrasi NaOH. Hal ini dikarenakan semakin tinggi konsentrasi NaOH yang digunakan dan semakin lama waktu proses hidrolisis maka semakin banyak lignin yang terhidrolisis, semakin banyak lignin yang terhidrolisis, maka semakin banyak pula selulosa yang terlepas dari ikatan lignin, sehingga kadar selulosa dalam *pulp* akan meningkat (Ariyanto dkk., 2019).

Menurut SNI 287:2010 adapun kadar pulp yang layak digunakan adalah 35%-63 %.

Pengaruh konsentrasi larutan NaOH terhadap kadar selulosa dapat dilihat pada Tabel 1. Kadar selulosa yang minimum diperoleh pada konsentrasi NaOH 1,5% sebesar 75,17%, pada konsentrasi NaOH 2,0% kadar selulosa meningkat menjadi 79,15%, kadar selulosa yang maksimum diperoleh pada konsentrasi NaOH 2,5% sebesar 84,18%. Kadar selulosa semakin meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi NaOH yang digunakan. Semakin banyak konsentrasi NaOH yang digunakan maka semakin banyak lignin yang terikat dan semakin banyak kadar selulosa yang murni terlepas. Menurut Aprilyanti dkk., (2018) dan Ramadhani dkk (2019) menjelaskan bahwa semakin meningkatkan konsentrasi NaOH yang digunakan dan semakin lama waktu proses hidrolisis maka semakin banyak lignin yang terhidrolisis dalam pulp

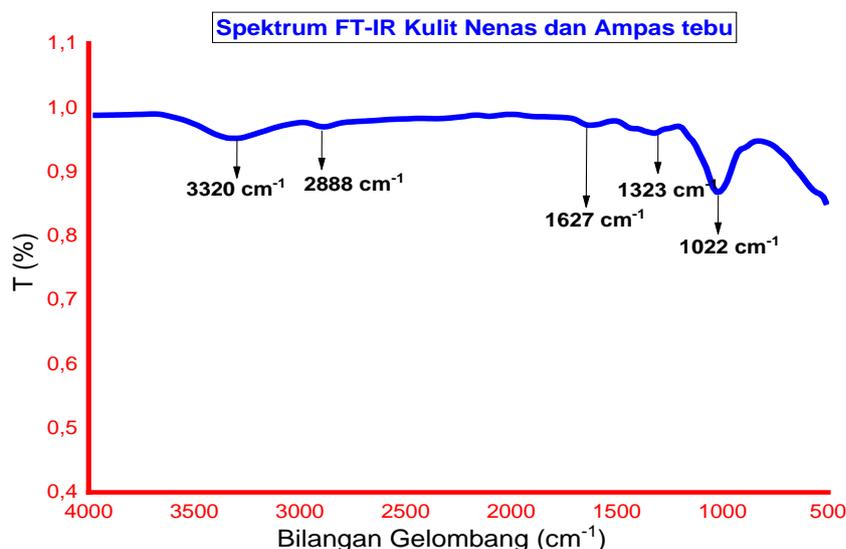
sehingga kandungan lignin semakin berkurang dan kadar selulosa dalam *pulp* akan meningkat. Berdasarkan SNI 14-0444-1989 adapun kadar selulosa yang layak digunakan lebih besar dari 80%.

Dari hasil uji kadar lignin (Tabel 1) pada konsentrasi NaOH 1,5% diperoleh kadar lignin maksimum sebesar 24,83%, pada konsentrasi NaOH 2,0% kadar lignin menurun menjadi 20,85%, sedangkan pada konsentrasi NaOH 2,5% diperoleh kadar lignin minimum sebesar 15,82%. Kadar lignin semakin menurun seiring dengan meningkatnya konsentrasi NaOH. Terlihat pada Tabel 1 konsentrasi NaOH yang tinggi menyebabkan kadar lignin yang dihasilkan mengalami penurunan. 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 mengakibatkan kandungan lignin menjadi berkurang. Semakin berkurang kadar lignin yang terkandung di dalam *pulp*, maka proses pemutihan *pulp* semakin cepat dan kualitas *pulp* yang dihasilkan semakin baik (Izzaty dkk., 2019).

Uji Gugus Fungsi FT-IR Kertas Kulit Nenas dan Ampas Tebu

Untuk mengetahui karakteristik gugus fungsi kertas kombinasi kulit nenas dan ampas tebu dilakukan pengujian dengan analisis FT-IR. Hasil spektrum gelombang FT-IR kertas kulit nenas dan ampas tebu dapat dilihat pada Gambar 1.

Pada Gambar 1 diperoleh puncak bilangan gelombang 3320 cm^{-1} mengindikasikan adanya gugus O-H hidroksil merupakan selulosa yang berasal dari kulit nenas dan ampas tebu. Puncak bilangan gelombang 2888 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus hidrokarbon (C-H). Puncak bilangan gelombang 1627 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus karboksil dan puncak bilangan gelombang 1323 cm^{-1} menunjukkan adanya ikatan $-\text{CH}_3$, sementara itu bilangan gelombang 1022 cm^{-1} menunjukkan adanya eter yang terbentuk yaitu gugus C-O-C. Berdasarkan spektrum FT-IR pada bilangan gelombang tertentu menunjukkan bahwa kulit nenas dan ampas tebu layak digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan kertas karena mengandung selulosa. Hal ini ditandai dengan terdapatnya vibrasi OH, ikatan -C-H, gugus karboksil (COO-), ikatan $-\text{CH}_2$, dan gugus eter (-O-).



Gambar 1. Spektrum FT-IR Kertas Kulit Dan Ampas Tebu

Analisis Morfologi SEM Pada Kertas Kulit Nenas dan Ampas

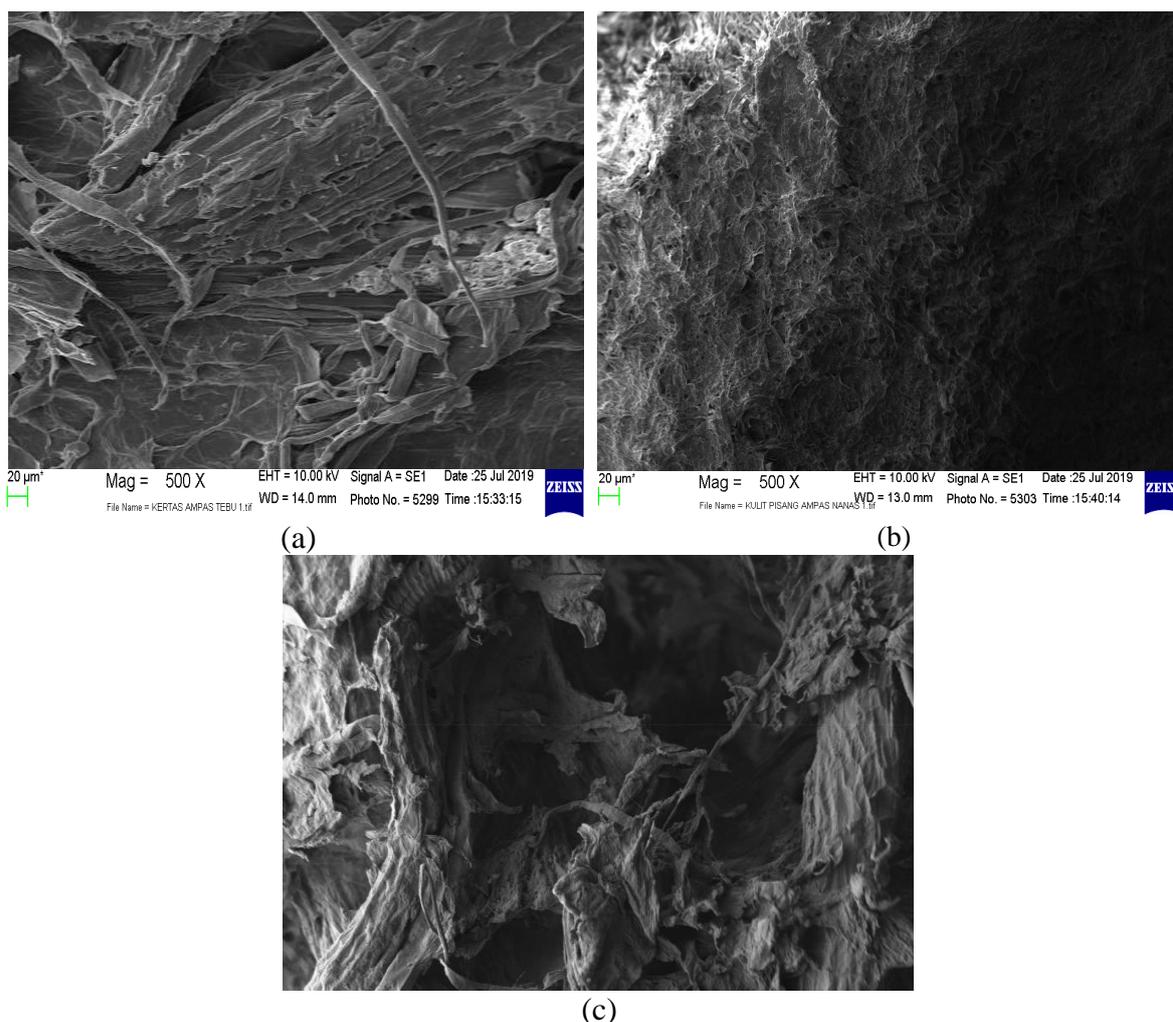
Untuk mengetahui struktur morfologi bubur kertas kulit nenas dan ampas tebu dilakukan analisis menggunakan SEM yang ditunjukkan pada Gambar 2(a-c).

Gambar 2a menunjukkan morfologi kertas ampas tebu dengan konsentrasi NaOH 1,5% pembesaran 500 kali memiliki serat selulosa berdiameter 25 μm dan memiliki kandungan lignin yang tinggi, terlihat warnanya agak buram dan permukaannya kasar.

Gambar 2b menunjukkan morfologi kertas kulit nenas dengan konsentrasi NaOH 2,0%, pembesaran 500 kali memiliki serat selulosa berdiameter 20 μm dan memiliki kandungan lignin yang rendah dibanding dengan kertas ampas

tebu. Kertas kulit nenas terlihat warnanya agak terang dan permukaannya lebih halus dibanding dengan kertas ampas tebu. Hal ini disebabkan konsentrasi NaOH yang digunakan mampu mengikat kadar lignin yang terdapat pada pulp ampas tebu, semakin meningkat konsentrasi NaOH yang digunakan maka kandungan lignin semakin berkurang, semakin berkurang kandungan lignin maka warna kertas yang dihasilkan semakin terang dan permukaan kertas yang dihasilkan semakin halus.

Gambar 2c menunjukkan morfologi kertas kombinasi kulit nenas dan ampas tebu menggunakan konsentrasi NaOH 2,5% pembesaran 500 kali memiliki ukuran serat selulosa sangat kecil dibanding dengan kertas ampas tebu maupun kertas kulit nenas yaitu berdiameter 10 μm



Gambar 2. SEM Kertas Perbesaran 500 KX : (a) Ampas Tebu, (b) Kulit Nenas, (c) Kombinasi Campuran Kulit Nenas dan Ampas Tebu

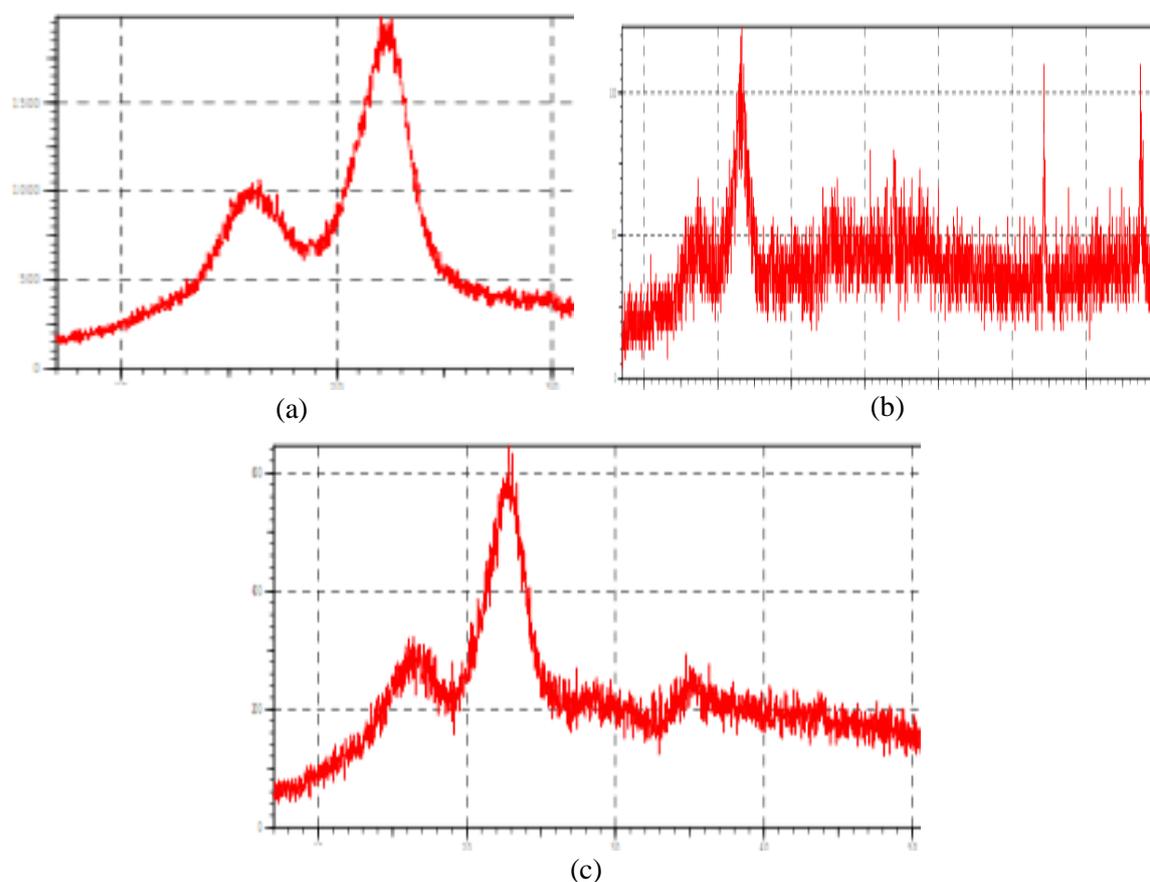
Pada Gambar 2c dapat dilihat struktur permukaan morfologi yang dihasilkan semakin rapat ikatan seratnya, hal ini membuktikan bahwa ukuran diameter serat selulosa semakin kecil diameternya maka semakin baik sifat mekaniknya. Kertas kombinasi kulit nenas dan ampas tebu memiliki kandungan lignin yang sangat rendah dibanding dengan kertas ampas tebu maupun kertas kulit nenas, hal ini dapat dibuktikan dari warna kertas yang dihasilkan lebih terang dan permukaannya lebih halus dibanding dengan kertas ampas tebu maupun kertas kulit nenas. Hal ini disebabkan konsentrasi NaOH yang digunakan mampu mengikat kadar lignin yang terdapat pada pulp ampas tebu, semakin meningkat konsentrasi NaOH yang digunakan maka kandungan lignin semakin berkurang, semakin berkurang kandungan lignin maka warna kertas yang dihasilkan semakin terang dan permukaan kertas yang dihasilkan semakin halus.

Analisis XRD Pada Kertas Kulit Nenas dan Ampas Tebu

Semua bahan yang mengandung kristal tertentu ketika dianalisa dengan XRD akan menunjukkan puncak-puncak yang spesifik.

Pada Gambar 3a dan Tabel 2 kertas ampas tebu setelah mengalami proses digester dengan NaOH 2,5% mempunyai karakteristik peak struktur kristalin pada $2\theta = 23,35^\circ$ menghasilkan intensitas 410, kemudian peak $2\theta = 17,18^\circ$ menghasilkan intensitas 109 dan peak $2\theta = 15,38^\circ$ menghasilkan intensitas 53

Pada Gambar 3b dan Tabel 2 kertas kulit nenas setelah mengalami proses digester dengan NaOH 2,5% memiliki karakteristik peak struktur kristalin pada $2\theta = 23,72^\circ$ menghasilkan intensitas 495, kemudian pada peak $2\theta = 17,58^\circ$ menghasilkan intensitas 189 dan pada peak $2\theta = 16,42^\circ$ menghasilkan intensitas 75.



Gambar 3. Hasil XRD Kertas Pada : (a) Ampas Tebu; (b) Kulit Nenas; (c) Kombinasi Kulit Nenas dan Ampas Tebu

Tabel 2. Intensitas Peak Hasil XRD Pada Kertas Ampas Tebu, Kulit Nenas, Kombinasi Kulit Nenas dan Ampas Tebu

Sampel	Karakterisasi Peak Kertas	
	2 θ	Intensitas
Kertas Ampas Tebu	23,35	410
	17,18	109
	15,38	53
Kertas Kulit Nenas	23,72	495
	17,58	189
	16,42	75
Kertas Kulit Nenas dan Ampas Tebu	23,96	540
	18,02	144
	17,10	42

Pada Gambar 3c dan Tabel 2 kertas dari kulit nenas dan ampas tebu setelah proses digester dengan konsentrasi NaOH 2,5% mempunyai karakteristik peak struktur kristalin pada $2\theta = 23,96^\circ$ menghasilkan intensitas 540, kemudian peak $2\theta = 18,02^\circ$ menghasilkan intensitas 144 dan peak $2\theta = 17,10^\circ$ menghasilkan intensitas 42.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada Tabel 2 menunjukkan nilai intensitas mengalami peningkatan setelah dilakukan proses digester dengan larutan NaOH 2,5%. Meningkatnya nilai intensitas disebabkan oleh larutan NaOH 2,5% mampu mengikat lignin dan hemiselulosa yang terdapat pada bubur kertas, sehingga kadar lignin semakin berkurang, sementara itu kadar selulosa meningkat, hal ini disebabkan karena proses digester dengan larutan NaOH dapat menrestrukturisasi sifat amorphous selulosa menjadi crystalline selulosa. Struktur kristalin dari selulosa pada dinding sel dapat mempengaruhi properti produk yang dihasilkan (Rismijana dkk., 2003; Maeda et al., 2011; Kim dkk., 2006; Zhou et.al, 2009).

Nilai intensitas tertinggi diperoleh pada kertas kulit nenas dan ampas tebu pada peak $2\theta = 23,96^\circ$ menghasilkan intensitas 540.

Uji Gramatur Kertas Kulit Nenas Dan Ampas Tebu

Gramatur kertas didefinisikan sebagai massa lembaran kertas dibagi luasnya (m^2) dinyatakan dalam g/m^2 . Lembaran kertas ditentukan gramatur berdasarkan SNI ISO 536:1995 yakni penentuan nilai ketahanan retak mengacu pada metode SNI ISO 2758-2010. Nilai indeks tarik mengacu pada metode SNI ISO 1924-2-2010. Nilai indeks sobek mengacu pada metode SNI ISO 0436-2009. Berikut karakteristik sifat fisik pulp kulit nenas dan ampas tebu sebagai parameter untuk dijadikan kertas sesuai dengan standart.

Berdasarkan SNI ISO 1924-2-2010 nilai indeks tarik minimum adalah 30 Nm/g. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa nilai indeks tarik kertas kulit nenas dan ampas tebu sudah memenuhi syarat SNI ISO 1924-2-2010.

Tabel 3. Uji Gramatur Kertas Kulit Nenas Dan Ampas Tebu

Konsentrasi NaOH	Parameter Uji			Metode
	Indeks Tarik (Nm/kg)	Ketahanan retak (Kpa)	Indeks sobek mNm^2/g	
NaOH 1,5%	25,4	20,1	18,2	SNI ISO 1924-2-2010
NaOH 2,0 %	76,2	104,4	120,3	SNI ISO 2758-2010
NaOH 2,5%	6,4	7,2	8,2	SNI 0436-2009

Uji gramatur untuk nilai ketahanan retak kertas kulit nenas dan ampas tebu pada konsentrasi NaOH 1,5% diperoleh nilai ketahanan retak sebesar 76,2 Kpa, pada konsentrasi NaOH 2,0% diperoleh nilai ketahanan retak sebesar 104,4 Kpa dan pada konsentrasi NaOH 2,5% diperoleh nilai ketahanan retak sebesar 120,3 Kpa.

Berdasarkan SNI ISO 2758-2010 nilai keketahanan retak minimum adalah 2 Kpa. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa nilai ketahanan retak kertas kulit nenas dan ampas tebu sudah memenuhi syarat SNI ISO 1924-2-2010. Uji gramatur untuk nilai indeks sobek kertas kulit nenas dan ampas tebu pada konsentrasi NaOH 1,5% diperoleh nilai indeks sobek 6,4 mNm²/g, pada konsentrasi NaOH 2,0% diperoleh nilai indeks sobek 7,2 mNm²/g dan pada konsentrasi NaOH 2,5% diperoleh nilai indeks sobek 8,2 mNm²/g. Berdasarkan SNI 0436-2009 nilai indeks sobek minimum 5 mNm²/g. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa nilai indeks sobek kertas kulit nenas dan ampas tebu sudah memenuhi syarat SNI 0436-2009. Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa konsentrasi NaOH dan binder pati kulit pisang kepok berpengaruh pada indeks tarik, ketahanan retak dan indeks sobek yang dihasilkan. Apabila konsentrasi NaOH dan binder pati kulit pisang kepok meningkat maka indeks tarik, ketahanan retak dan indeks sobek pulp yang dihasilkan akan meningkat dan sebaliknya apabila konsentrasi NaOH dan binder pati kulit pisang kepok menurun maka indeks tarik, ketahanan retak dan indeks sobek pulp yang dihasilkan akan menurun pula.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut kondisi optimum 80:20 % (b/b) diperoleh kadar air 2,2%, kadar pulp sebesar 74,26%,

kadar selulosa 84,18%, kadar lignin 15,82% semua kadar yang diperoleh memenuhi syarat SNI 287:2010 uji kadar air, SNI 14-0444-1989 uji kadar selulosa, SNI 14-0492-1989 uji kadar lignin. Berdasarkan analisis spektrum FT-IR, kulit nenas dan ampas tebu layak digunakan sebagai bahan baku pembuatan kertas karena mengandung selulosa. Hal ini ditandai dengan munculnya gugus hidroksil O-H pada bilangan gelombang 3320 cm⁻¹, yang merupakan selulosa berasal dari limbah kulit nenas dan ampas tebu. Analisis morfologi SEM kertas kulit nenas dan ampas tebu memiliki ukuran serat selulosa sangat kecil berdiameter 10 µm, semakin kecil diameter serat selulosa maka struktur permukaan morfologi yang dihasilkan semakin rapat ikatan seratnya dan sifat mekaniknya baik. Berdasarkan hasil uji gramatur, pengaruh konsentrasi larutan natrium hidroksida dan bahan pengikat pati dapat meningkatkan sifat mekanik, seperti indeks tarik, ketahanan retak dan indeks sobek kertas semakin kuat. Limbah kulit nenas dan ampas tebu layak dijadikan sebagai bahan baku alternatif pengganti kayu dalam pembuatan kertas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. Masyitah and B. Aritonang, "The Preparation and Characterization of Paper from Durian Rind and Bagasse Using Alkalization Separation Method," *Int. J. Respir. Med.*, vol. 1, no. 1, pp. 32–38, 2019.
- [2] T. Särkkä, M. Gutiérrez-Poch, and M. Kuhlberg, "Technological Transformation in the Global Pulp and Paper Industry: Introduction," in *Technological Transformation in the Global Pulp and Paper Industry 1800–2018*, Springer, 2018, pp. 1–10.

- [3] R. Khiari, M. F. Mhenni, M. N. Belgacem, and E. Mauret, "Chemical composition and pulping of date palm rachis and *Posidonia oceanica*—A comparison with other wood and non-wood fibre sources," *Bioresour. Technol.*, vol. 101, no. 2, pp. 775–780, 2010.
- [4] M. F. Andrade and J. L. Colodette, "Dissolving pulp production from sugar cane bagasse," *Ind. Crops Prod.*, vol. 52, pp. 58–64, 2014.
- [5] S. Wahyuni, "Pemanfaatan kulit nanas (*Ananas Comosus*) sebagai bahan baku pembuatan cuka dengan penambahan *Acetobacter Aceti*." Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2015.
- [6] A. Syaichu, "Pemanfaatan Kertas Koran Bekas (KOMPAS) dan Daun Nanas (*Ananas comosus* L. Merr) sebagai Bahan Baku Pembuatan Kertas Seni Skala Industri Kecil." Universitas Brawijaya, 2010.
- [7] Y. Ristianingsih, N. Angraeni, and A. Fitriani, "Proses Pembuatan Kertas Dari Kombinasi Limbah Ampas Tebu Dan Sekam Padi Dengan Proses Soda," *CHEMPUBLISH J.*, vol. 2, no. 2, pp. 21–32, 2017.
- [8] D. Kaur, N. K. Bhardwaj, and R. K. Lohchab, "Prospects of rice straw as a raw material for paper making," *Waste Manag.*, vol. 60, pp. 127–139, 2017.
- [9] T. J. Rainey and G. Covey, "Pulp and paper production from sugarcane bagasse," *Sugarcane-Based Biofuels Bioprod.*, pp. 1–25, 2016.
- [10] M. Asrofi, H. Abral, A. Kasim, and A. Pratoto, "Characterization of the microfibrillated cellulose from water hyacinth pulp after alkali treatment and wet blending," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2017, vol. 204, no. 1, p. 12018.
- [11] W. A. Laftah and W. A. Wan Abdul Rahman, "Pulping process and the potential of using non-wood pineapple leaves fiber for pulp and paper production: A review," *J. Nat. fibers*, vol. 13, no. 1, pp. 85–102, 2016.
- [12] A. R. Flory, D. V. Requesens, S. P. Devaiah, K. T. Teoh, S. D. Mansfield, and E. E. Hood, "Development of a green binder system for paper products," *BMC Biotechnol.*, vol. 13, no. 1, p. 28, 2013.
- [13] P. H. F. Pereira, H. C. J. Voorwald, M. O. H. Cioffi, D. R. Mullinari, S. M. Da Luz, and M. L. C. P. Da Silva, "Sugarcane bagasse pulping and bleaching: Thermal and chemical characterization," *BioResources*, vol. 6, no. 3, pp. 2471–2482, 2011.
- [14] P. Bajpai, "Brief Description of the Pulp and Papermaking Process," in *Biotechnology for pulp and paper processing*, Springer, 2018, pp. 9–26.
- [15] R. Neelagar, R. Yathish, S. Srinivasa, and R. K. Vasappa, "Characterization of paper and pulp properties from weed species," *J. Appl. Biol. Biotechnol. Vol.*, vol. 6, no. 06, pp. 61–63, 2018.
- [16] T. N. Ariyanto, "Pengaruh Konsentrasi NaOH, Lama Perendaman dan Waktu Pemasakan terhadap Bilangan Kappa pada Pembuatan Pulp dari Kulit Kacang Tanah." Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2019.

- [17] S. Aprilyanti, "Pengaruh konsentrasi NaOH dan waktu hidrolisis terhadap kadar selulosa pada daun nanas," *J. Tek. Kim.*, vol. 24, no. 1, pp. 28–31, 2018.
- [18] R. P. Ramadhani, "Pengaruh Waktu Pemasakan dan Konsentrasi Sodium Hidroksida Terhadap Penurunan Kadar Lignin Pulp dari Kulit Jagung dengan Proses Kraft." Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2019.
- [19] N. Izzaty, "Pengaruh Waktu Pemasakan Dan Konsentrasi Sodium Hidroksida Terhadap Penurunan Kadar Lignin Pulp Dari Sekam Padi (*Oryza Sativa*) Dengan Proses Kraft." Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2019.
- [20] J. Rismijana, I. N. Indriani, and T. Pitriyani, "Penggunaan Enzim Selulase-Hemiselulase pada Proses Deinking Kertas Koran Bekas," *J. Mat. dan Sains*, vol. 8, no. 2, pp. 67–71, 2003.
- [21] R. N. Maeda *et al.*, "Enzymatic hydrolysis of pretreated sugar cane bagasse using *Penicillium funiculosum* and *Trichoderma harzianum* cellulases," *Process Biochem.*, vol. 46, no. 5, pp. 1196–1201, 2011.
- [22] S. Kim and M. T. Holtzapple, "Effect of structural features on enzyme digestibility of corn stover," *Bioresour. Technol.*, vol. 97, no. 4, pp. 583–591, 2006.