

Aplikasi *Bacterial Cellulose* dari Limbah Kulit Pisang untuk Mengurangi Penggunaan NBKP sebagai Bahan Baku *Base Paper Baking Paper*

Rachmatika Nurfaridza¹, Edwin K. Sijabat², Tri Prijadi Basuki³

Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas, ITSB
Jl. Ganesha Boulevard, Lot-A1 CBD Kota Deltamas,
Cikarang Pusat, Bekasi
Email : nurfaridzarachmatika@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini melaporkan hasil pengaplikasian *Bacterial Cellulose* sebagai bahan baku pembuatan *base paper baking paper* dengan tujuan dapat mengurangi penggunaan *Needle Bleached Kraft Pulp* (NBKP) tanpa menurunkan *properties* kertas yang akan dicapai. *Bacterial Cellulose* diperoleh dari hasil fermentasi ekstrak kulit pisang dengan menggunakan bakteri *Gluconacetobacter xylinus* yang diperoleh dari *starter* pembuatan *nata de coco*. Alasan memanfaatkan limbah kulit pisang yaitu jumlah yang banyak dan tersebar di Indonesia. *Bacterial Cellulose* dicampurkan dengan *primary fiber* sebagai bahan baku pembuatan kertas *baking*. Berdasarkan hasil *handsheet* percobaan dilakukan pengujian *properties* yang sesuai dengan kondisi di lapangan. *Handsheets* *base paper baking paper* berhasil di buat dengan 4 variasi komposisi penggunaan *Bacterial cellulose* yaitu 0% (*blank*), 5%, 15%, 25%, terhadap berat kering *handsheet*. Hasil penelitian ini diperoleh bahwa *Bacterial cellulose* dapat digunakan sebagai bahan baku alternatif dalam upaya pengurangan NBKP, karena pada pengaplikasian tersebut dapat meningkatkan *strength properties* kertas *baking*, serta dapat mengurangi penggunaan *chemical surface baking paper*. Peningkatan *strength properties* kertas *baking* paling tinggi diperoleh pada komposisi *Bacterial cellulose* 25%, yaitu pada nilai *tensile index* yaitu 124.79 kNm/g, *tearing index* yaitu 5.80 mNm²/g, *bursting index* yaitu 4.86 kPa.m²/g, *bulky* yaitu 2.09 g/cm³, *thickness* yaitu 87,62 µm, dan *wet tensile strength index* yaitu 20,35 kNm/g. Namun untuk nilai *drainage* pada buburan kertas mengalami penurunan yaitu 160 ml/sec. Sifat absorpsi *handsheet* menurun sebagaimana nilai *moisture handsheet*. Hasil *cobb size* paling rendah diperoleh pada komposisi *Bacterial cellulose* 25%, yaitu 41 g/m² dan nilai *moisture* yaitu 6% tanpa menggunakan *surface sizing*. Nilai porositas dan opasitas paling rendah diperoleh pada komposisi *Bacterial cellulose* 25%, yaitu 14.60 ml/min dan 70,51% tanpa menggunakan *surface sizing*. Hasil paling bagus *surface properties* dengan *total solid* 9%, viskositas 5 cps untuk *baking paper* parameter utama adalah *kit* dan *release force* yaitu kit 8 dan 0,024 *newton* pada komposisi *Bacterial cellulose* 25%. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi penelitian selanjutnya di bidang *Bacterial cellulose*, sebagai penggunaan bahan baku alternatif selain kayu dalam pembuatan kertas.

Kata Kunci: *Bacterial Cellulose*, Limbah Kulit Pisang, Bahan Baku Alternatif Kertas, *Base Paper Baking Paper*

Abstract

This study reports the results of the application of Bacterial cellulose as a raw material for making base paper baking paper to reduce the use of Needle Bleached Kraft Pulp (NBKP) without reducing the paper properties to be achieved. Bacterial cellulose was obtained from the fermentation of banana peel extract using Gluconacetobacter xylinus bacteria obtained from the starter making nata de coco. The reason to use banana peel waste is a large amount and is spread in Indonesia. Bacterial cellulose is mixed with primary fiber as the raw material for making baking paper. Based on the results of the experiment handsheet, the properties were tested by following per under the conditions in the field. The baking paper base paper was successfully made with 4 variations of the composition of the use of Bacterial cellulose namely 0% (blank), 5%, 15%, 25%, of the dry weight of the handsheet. The results of this study were obtained that Bacterial cellulose can be used as an alternative raw material to reduce NBKP, because this application can improve the strength of baking paper properties, and can reduce the use of chemical surface baking paper. The highest increase in baking paper strength properties was obtained in the composition of Bacterial cellulose 25%, namely in the tensile index value of 124.79 kNm / g, tearing index was 5.80 mNm² / g, bursting index was 4.86 kPa.m² / g, bulky was 2.09 g / cm³, thickness is 87.62 µm, and wet tensile strength index is 20.35 kNm / g. However, the

drainage value in the pulp has decreased by 160 ml / sec. The absorption properties of the handsheet are decreasing as the moisture handsheet value. The lowest cobb size results were obtained in the composition of Bacterial cellulose 25%, which is 41 g / m² and the moisture value is 6% without using surface sizing. The lowest porosity and opacity values were obtained in the Bacterial cellulose composition of 25%, ie 14.60 ml / min and 70.51% without using surface sizing. The best results are surface properties with a total solid of 9%, viscosity of 5 cps for baking paper, the main parameters are the kit and release force, which are kit 8 and 0.024 newtons at the composition of Bacterial cellulose 25%. This research is expected to be a reference for further research in the field of Bacterial cellulose, as the use of alternative raw materials besides wood in paper making.

Keywords: *Bacterial Cellulose, Banana Peel Waste, Alternative Raw Material in Paper Making, Base Paper Baking Paper*

1. Pendahuluan

Kertas merupakan media tulis cetak yang berasal dari pemanfaatan serat alami berupa selulosa dan hemiselulosa sebagai bahan baku. Meluasnya fungsi kertas menjadikan kertas terus mengalami peningkatan kapasitas produksi seiring dengan kebutuhan manusia saat ini. Sejak 2006 hingga 2016 secara rata-rata konsumsi kertas cetak dunia turun atau -4,6% , konsumsi kertas untuk kebutuhan tulis-menulis turun atau -1,3% dan untuk konsumsi tisu memperlihatkan kenaikan rata-rata 2,8% serta konsumsi kertas kemasan tumbuh rata-rata 2,3% (Organisasi Pangan dan Pertanian Dunia, 2016). Indonesia menduduki peringkat pertama ekspor kertas kemasan selama 2011-2017 yakni sebesar US\$3,6 miliar (Kementerian Perindustrian, 2017).

Meningkatnya permintaan konsumen untuk kertas tisu dan kemasan mengakibatkan kebutuhan kayu sebagai bahan baku utama pembuatan kertas juga bertambah. Ada dua jenis kayu yang di gunakan memproduksi kertas, yaitu *Leaf Bleached Kraft Pulp* (LBKP) dan *Needle Bleached Kraft Pulp* (NBKP). Ketersediaan LBKP masih dapat dipenuhi hutan tanam industri yang ada di Indonesia, sedangkan NBKP harus di import. Bukan pekar teknologi yang menghalangi produksi *pulp*, melainkan keterbatasan bahan baku. Selain biaya import mahal, ketersediaan NBKP sangat sulit didapatkan. Produk ini bersumber dari pohon yang jangka waktu panennya sekitar 5 hingga 6 tahun seperti pinus (Kementerian Perindustrian, 2014). Kebutuhan NBKP akan terus bertambah seiring meningkatnya kebutuhan kertas kemasan. Sehingga perlu adanya sumber selulosa lain yang memiliki karakteristik yang lebih baik atau minimal sama dengan NBKP.

Selulosa merupakan komponen penting dalam pembuatan kertas. Selain dari tumbuhan, selulosa dapat dihasilkan oleh bakteri seperti *Bacterial cellulose*. Selulosa juga dapat dikembangkan jadi nanoselulosa yang ramah lingkungan dan dapat menjadi alternatif bahan baku produksi kertas. Nanoselulosa

dapat diperoleh dari limbah tanaman yang memiliki kandungan selulosa kemudian melalui proses yang relatif murah dan sederhana yaitu dengan fermentasi bakteri *Gluconacetobacter xylinus* (Effendi dkk., 2015).

Bacterial cellulose lebih murni daripada serat selulosa yang berasal dari tumbuhan karena tidak terdapat kandungan *hemiselulosa*, lignin, dan zat ekstraktif sehingga ramah lingkungan. Selulosa mikrobial dapat dipanen setelah kultivasi selama 1 minggu lebih potensial dibanding dengan selulosa kayu yang baru bisa dipanen 4-6 tahun (Sijabat dkk., 2017). Penggunaan selulosa mikrobial sebagai bahan baku pembuatan *pulp* dan kertas dapat menghemat jumlah kayu dan kerusakan lingkungan dengan indikator CO₂ dapat dikurangi. Karakteristik yang dimiliki *Bacterial cellulose* adalah luas permukaan yang tinggi, kecenderungan untuk membentuk jaringan terjerat yang kuat, memiliki kerapatan yang rendah dan menghadirkan sifat tarik serta penghalang yang baik (Azeredo *et al*, 2017).

Ada berbagai jenis kertas kemasan, salah satunya *baking paper*. Sebagai jenis kertas makanan, kertas *baking* harus diperhatikan betul bahan penyusunnya. Berdasarkan peraturan lembaga pemerintahan *food safety*, kertas kemasan makanan harus bersertifikasi halal dari MUI dan dinyatakan layak oleh BPOM. Kelayakan itu seperti bahan ramah lingkungan (*biodegradable*), *food grade* yang bebas dari bahan kimia berbahaya, tidak tembus minyak dan tahan panas serta tidak lengket. Pemilihan bahan baku termasuk salah satu parameter utama dalam meningkatkan ketahanan kertas terhadap minyak. Apabila bahan baku yang digunakan memiliki basis *oil barrier*, maka penambahan bahan kimia untuk menahan minyak dapat dikurangi jumlahnya.

Pada penelitian ini, penulis akan meneliti aplikasi *nata de banana* dari limbah kulit pisang untuk mengurangi penggunaan NBKP sebagai bahan baku *base paper baking paper*. Penulis akan mendeskripsikan pengaruh pemanfaatan *bacterial cellulose* dari limbah kulit pisang sebagai bahan baku alternatif pada proses

pembuatan *base paper* *baking paper*. Diharapkan dapat diperoleh kertas dengan mutu dan produktivitas yang lebih baik serta ramah terhadap lingkungan.

2. Bahan dan Metode

2.1 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi *leaf bleached kraft* (LBKP), *needle bleached kraft* (NBKP), *bacterial cellulose*, *cationic starch*, *wet strength*, *water*, *wheat starch*, *polyvinyl alcohol*, *greaseproff agent* dan *chemical baking paper*. Alat yang digunakan antara lain *beater*, *disintegrator*, *beaker glass*, neraca analitik, *vacuum*, kertas saring, *hot plate*, *dispermat*, *handsheet maker*, *freness tester*, *blotting paper*, *laboratory dryer*, *wire*, *mini coater*, dan *syringe*. Sedangkan alat pengujian meliputi pH meter, PCD, *porosity tester*, *thickness*, *tensile tester*, *tearing tester*, *moisture tester*, *cobb*, *elrepho*, *release force tester*, *kit level tester*, *stopwatch*, dan mikroskop.

2.2 Metode

Penelitian ini terbagi menjadi tiga tahap. Pertama adalah tahap persiapan. Pada tahap ini dilakukan persiapan mulai dari penyiapan bahan baku. *Pulp* LBKP dan NBKP *dibeater* hingga mencapai nilai *freness* 120 ± 5 csf masing-masing waktu yang diperlukan kurang lebih 1,5-2 jam dan 2,5-3 jam. Sedangkan *pulp bacterial cellulose* dihancurkan dengan disintegrator kurang lebih 33.000 rpm kemudian *dibeater* selama 1,5 jam dan diuji karakteristik sifat *pulp*-nya sehingga *pulp* bisa digunakan untuk pembuatan *handsheet*. Setelah persiapan bahan baku, dilanjutkan dengan persiapan bahan kimia tambahan pada *wet end* untuk pembuatan *handsheet* dan bahan kimia untuk larutan *surface sizing*.

Tahap kedua adalah tahap pelaksanaan dimana akan dilakukan pengujian sifat buburan kertas (*stock*) sampai pembuatan sampel pada *handsheet* dengan variasi dosis penambahan *bacterial cellulose* sebagai bahan baku serta persiapan proses *surface sizing*. Kemudian dilakukan pengecekan karakteristik bahan kimia. Tahap terakhir adalah pengujian, yaitu melakukan pengujian terhadap sampel *handsheet* yang telah dibuat menggunakan alat uji. Tahap pengujian ini meliputi uji parameter sifat fisik, permukaan kertas dan ketahanan diatas permukaannya (*resistance properties*).

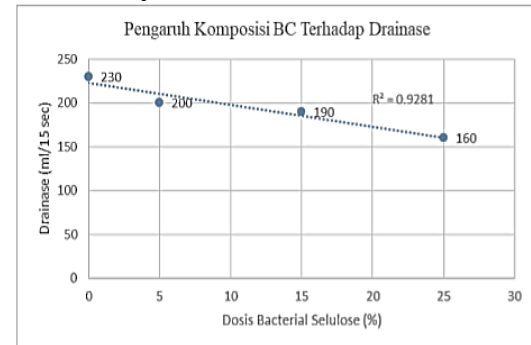
3. Hasil dan Pembahasan

Pembuatan *handsheet* terdiri dari 1 *Blank* dibuat tanpa menggunakan *Bacterial cellulose* (*Bacterial cellulose* 0%) dengan komposisi 65% : 35% (LBKP : NBKP) dan 3

variasi bahan baku dan *Bacterial cellulose* yaitu variasi 1 menggunakan 65% : 30% : 5% (LBKP : NBKP : *bacterial cellulose*), variasi 2 menggunakan 65% : 20% : 15% (LBKP : NBKP : *Bacterial cellulose*), dan variasi 3 menggunakan 65% : 10% : 25% (LBKP : NBKP : *Bacterial cellulose*).

Hasil Uji *Wet End Properties*

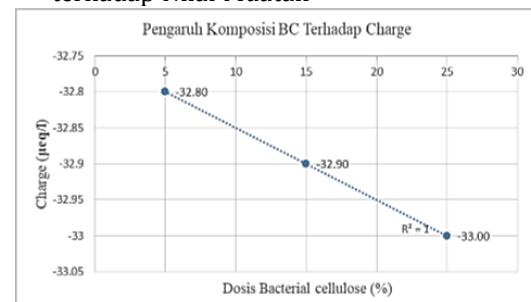
a. Pengaruh Penambahan *Bacterial Cellulose* terhadap Nilai Drainase



Gambar 1. Grafik Pengaruh Komposisi *Bacterial Cellulose* terhadap Nilai Drainase

Terdapat hubungan yang sangat kuat antara penambahan *Bacterial cellulose* dengan nilai drainase yang dihasilkan. Nilai drainase semakin menurun karena *Bacterial cellulose* memiliki struktur serat yang berukuran sangat kecil dengan diameter 2-20 nm dan panjang 10040.000 nm dan tingginya jumlah gugus hidroksil bebas menghasilkan ikatan hidrogen intra dan intermolekul yang luas. Ini mengakibatkan *Bacterial cellulose* membentuk jalinan antar serat yang kuat dan rapat hingga air sulit keluar (Sijabat dkk., 2017).

b. Pengaruh Penambahan *Bacterial Cellulose* terhadap Nilai Muatan

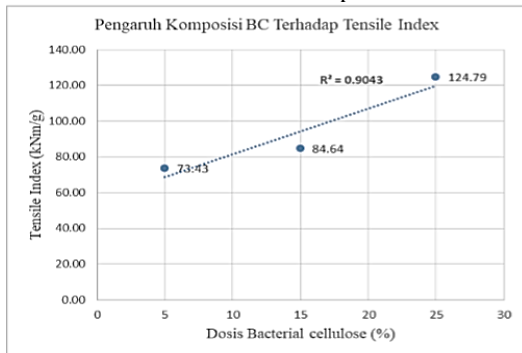


Gambar 2. Grafik Pengaruh Komposisi *Bacterial Cellulose* terhadap Nilai Charge

Nilai rata-rata *charge* akan mengalami kenaikan sampai dosis *Bacterial cellulose* 25% atau $-33 \mu\text{eq/l}$ karena *Bacterial cellulose* ialah selulosa murni bermuatan negatif, ini dapat membuat muatan buburan stok lebih negatif (Sumaiyah, 2015). Oleh sebab itu, bahan kimia yang di tambahkan harus bermuatan positif agar dapat menempel pada serat.

Hasil Uji *Strength Properties*

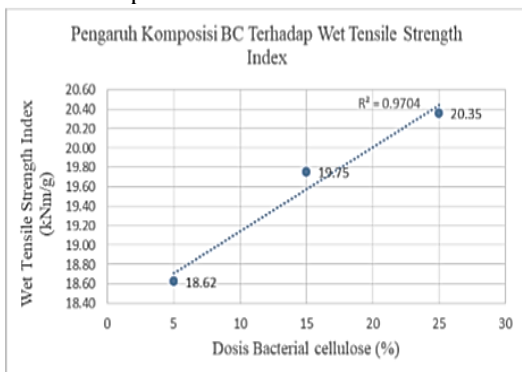
a. Pengaruh Penambahan Komposisi *Bacterial cellulose* terhadap *Tensile Index*



Gambar 3. Grafik Pengaruh Komposisi *Bacterial Cellulose* terhadap Nilai *Tensile Index*

Nilai rata-rata *tensile index* akan mengalami kenaikan sampai dosis *Bacterial cellulose* sebesar 25% yaitu 124,79 kNm/g. Ini dikarenakan *Bacterial cellulose* adalah serat selulosa murni yang berukuran sangat kecil dan memiliki luas permukaan yang tinggi dan gugus OH reaktif yang banyak sehingga dapat berikatan dengan mudah dan menjalin ikatan antar serat yang kuat (Gao et al., 2011).

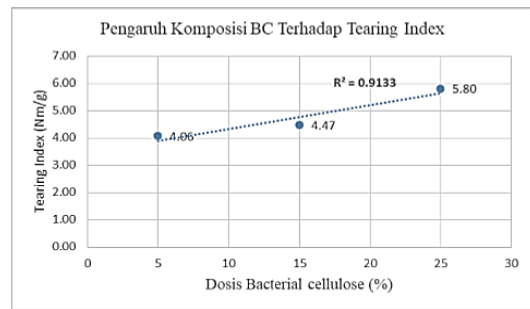
b. Pengaruh Penambahan *Bacterial cellulose* terhadap *Wet Tensile Index*



Gambar 4. Grafik Pengaruh Komposisi *Bacterial Cellulose* terhadap Nilai *Wet Tensile Index*

Nilai rata-rata *wet tensile index* akan mengalami kenaikan sampai dosis *Bacterial cellulose* sebesar 25% yaitu 20,35 kNm/g. Kenaikan ini karena faktor utama dari pengaruh kenaikan nilai *wet tensile index* adalah penambahan bahan kimia *wet strength* pada proses *wet end*. Sedangkan pada penelitian kali ini, *wet strength* menjadi variable tetap, sehingga perlakuan untuk komposisi *Bacterial cellulose* ditambahkan dosis *wet strength* sama yaitu sebesar 1,1% terhadap berat kering *handsheet*.

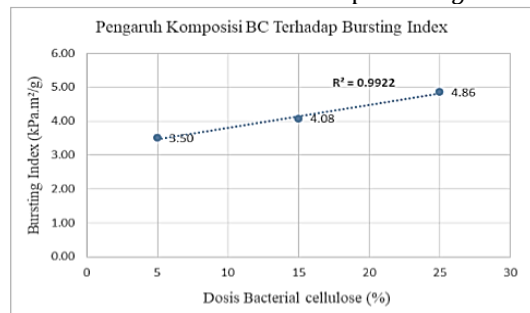
c. Pengaruh Penambahan Komposisi *Bacterial Cellulose* terhadap *Tearing Index*



Gambar 5. Grafik Pengaruh Komposisi *Bacterial Cellulose* terhadap Nilai *Tearing Index*

Nilai rata-rata *tearing index* akan mengalami kenaikan sampai dosis *Bacterial cellulose* sebesar 25% yaitu 5,80 Nm/g. Kenaikan ini disebabkan karena *Bacterial cellulose* memiliki derajat kristalinitas yang tinggi, mempunyai kerapatan antara 300 dan 900 kg/m³ dan elastis (Osong et al., 2014). Sehingga menjadikan lebih sulit di sobek.

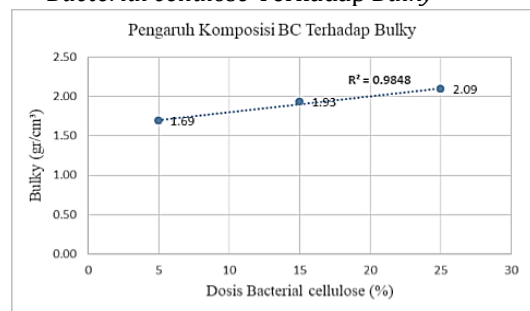
d. Pengaruh Penambahan Komposisi *Bacterial cellulose* Terhadap *Bursting Index*



Gambar 6. Grafik Pengaruh Komposisi *Bacterial Cellulose* terhadap Nilai *Bursting Index*

Nilai rata-rata *bursting index* akan mengalami kenaikan sampai dosis *Bacterial cellulose* sebesar 25% yaitu 4,86 kPa.m²/g karena *Bacterial cellulose* memiliki membran selulosa kuat dan dapat mengikat air 100 kali berat sendiri sehingga membentuk hidrogel dan mampu membentuk ikatan hidrogen baru (Azeredo et al., 2017). Sehingga kekuatan internal antar lapisan serat dapat meningkat sehingga nilai *bursting index* juga meningkat.

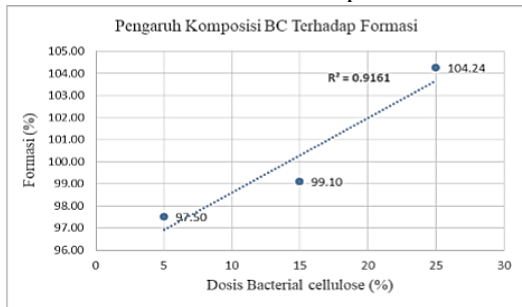
e. Pengaruh Penambahan Komposisi *Bacterial cellulose* Terhadap *Bulky*



Gambar 7. Grafik Pengaruh Komposisi *Bacterial Cellulose* terhadap Nilai *Bulky*

Nilai rata-rata *bulky* akan mengalami kenaikan sampai dosis *Bacterial cellulose* sebesar 25% yaitu 2,09 g/cm³. Ini karena ketebalan lembaran kertas dipengaruhi jenis serat, bahan lain selain serat, gramatur, tingkat penekanan dan *calendring*. Disini, jenis serat yang digunakan adalah selulosa *Bacterial cellulose* yang berbentuk hydrogel dan mudah *terswelling* ketika terkena air.

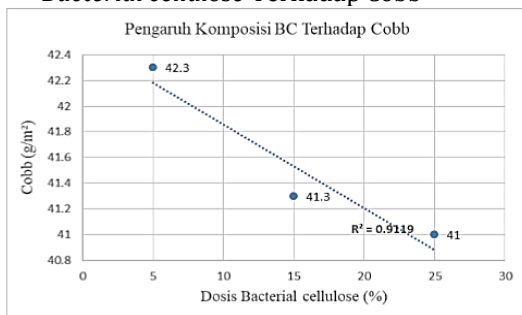
f. Pengaruh Penambahan Komposisi *Bacterial cellulose* Terhadap Formasi



Gambar 8. Grafik Pengaruh Komposisi *Bacterial Cellulose* terhadap Nilai Formasi

Nilai rata-rata formasi akan mengalami kenaikan sampai dosis *Bacterial cellulose* sebesar 25% yaitu 104,24%. Kenaikan ini berhubungan dengan semakin menurunnya nilai drainase pada proses *wet end*. Semakin lama air turun akibat terhalang oleh kerapatan *Bacterial cellulose* yang tinggi mengakibatkan formasi yang di hasilkan juga kurang baik.

g. Pengaruh Penambahan Komposisi *Bacterial cellulose* Terhadap Cobb

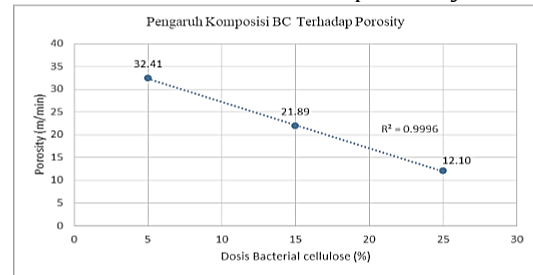


Gambar 9. Grafik Pengaruh Komposisi *Bacterial Cellulose* terhadap Nilai Cobb

Nilai rata-rata *cobb* akan menurun sampai dosis *Bacterial cellulose* sebesar 25% yaitu 41 gr/m². Hal ini karena ketika *Bacterial cellulose* dikeringkan secara isotropik, dan membuat selulosa kehilangan molekul air yang terjebak sehingga terbentuk ikatan hidrogen baru yaitu ikatan hidrogen intermolekul, ikatan hidrogen intramolekul dan ikatan hidrogen antara -OH selulosa dengan air (Azeredo *et al.*, 2017).

Hasil Uji *Surface Properties*

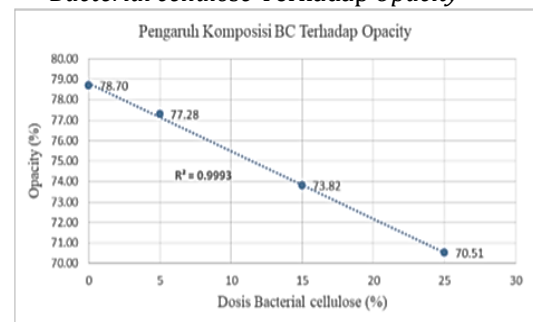
a. Pengaruh Penambahan Komposisi *Bacterial cellulose* Terhadap Porosity



Gambar 10. Grafik Pengaruh Komposisi *Bacterial Cellulose* terhadap Nilai Porosity

Nilai rata-rata *porosity* akan menurun sampai dosis *Bacterial cellulose* sebesar 25% yaitu 12,10 ml/min. Penurunan nilai *porosity* sangat dipengaruhi komposisi penambahan *Bacterial cellulose* karena *Bacterial cellulose* memiliki luas permukaan dan kerapatan yang sangat tinggi (Ferrer *et al.*, 2017). *Bacterial cellulose* dapat memenuhi rongga antar serat yang terjalin dan mengakibatkan nilai *porosity* pada *handsheet* menjadi sangat rendah.

b. Pengaruh Penambahan Komposisi *Bacterial cellulose* Terhadap Opacity

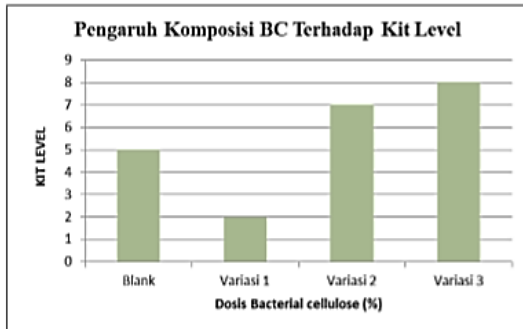


Gambar 11. Grafik Pengaruh Komposisi *Bacterial Cellulose* terhadap Nilai Opacity

Nilai rata-rata *opacity* akan mengalami penurunan sampai dosis *Bacterial cellulose* sebesar 25% yaitu 70,51%. Penurunan ini disebabkan karena *Bacterial cellulose* memiliki luas permukaan dan kerapatan yang sangat tinggi (Ferrer *et al.*, 2017). *Bacterial cellulose* dapat memenuhi rongga-rongga antariiserat yang terjalin. Hal ini yang kemudian mengakibatkan nilai *opacity handsheet* menjadi sangat rendah karena cahaya akan sangat sulit untuk menembus permukaan *Bacterial cellulose*.

Hasil Uji *Resistance Properties*

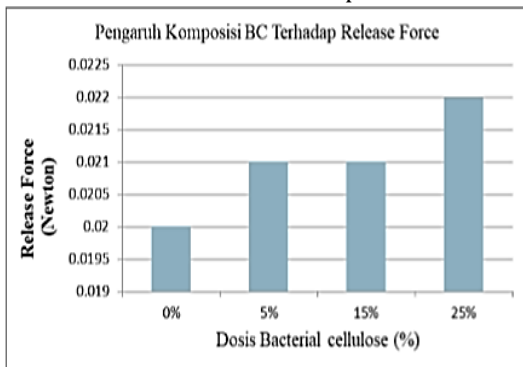
a. Pengaruh Penambahan Komposisi *Bacterial cellulose* Terhadap Kit Level



Gambar 12. Diagram Batang Pengaruh Komposisi *Bacterial Cellulose* terhadap *Kit Level*

Nilai kit level paling tinggi adalah 8 karena pencampuran *Bacterial cellulose* dengan biopolimer (*starch*) meningkatkan ketahanan kertas terhadap penetrasi minyak (Mazhari *et al.*, 2018). *Bacterial cellulose* juga dapat menurunkan konsumsi penggunaan AGE, *wheat starch*, dan PVA karena sifat *oil barrier* dan luas permukaan serta kerapatan yang tinggi, sehingga mengurangi konsumsi bahan larutan *surface sizing* (Rojas *et al.*, 2017). Nilai *kit level* yang dihasilkan untuk 33% BC dan 0% AGE hanya kit 2. Hal ini karena proses dispersi *Bacterial cellulose* untuk larutan *surface sizing* bukan berupa bubuk atau *powder*.

b. Pengaruh Penambahan Komposisi *Bacterial cellulose* Terhadap *Release Force*



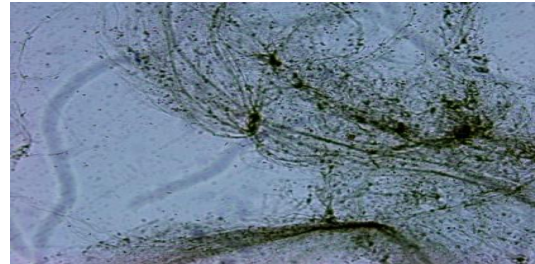
Gambar 13. Diagram Batang Pengaruh Komposisi *Bacterial Cellulose* terhadap *Release Force*

Nilai *release force* pada permukaan *handsheet blank* adalah 0,020 N, kemudian untuk variasi 1 dan variasi 2 adalah 0,021N dan variasi 3 pada komposisi *Bacterial cellulose* 25% adalah 0,022 N. Kenaikan ini disebabkan oleh luas permukaan yang lebih besar pada *handsheet* dengan komposisi 25% *Bacterial cellulose* sehingga dapat menampung lebih banyak *chemical surface baking* dan dapat meningkatkan *properties baking paper*.

Hasil Uji Serat

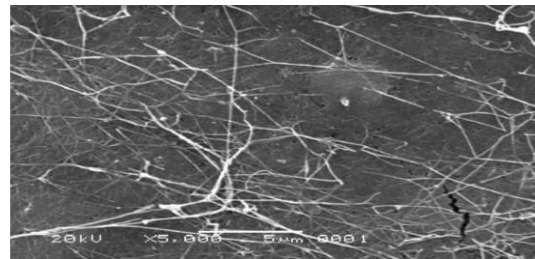


Gambar 14. Hasil Uji Mikroskop BC 600x Perbesaran Sebelum di *Beater*

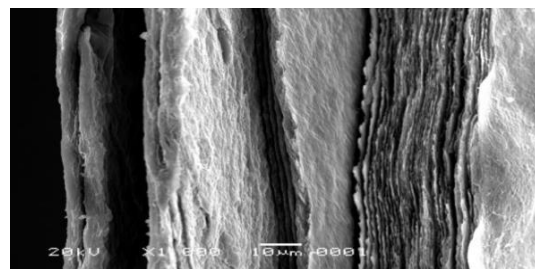


Gambar 15. Hasil Uji Mikroskop BC 600x Perbesaran Sesudah di *Beater*

Bentuk serat *Bacterial cellulose* seperti benang halus yang dapat mengisi celah pori diantara *pulp* (LBKP dan NBKP) sehingga dapat menurunkan nilai porositas *handsheet*. Selain itu, *Bacterial cellulose* berperan sebagai jembatan antara serat *pulp* (LBKP dan NBKP) yang dapat meningkatkan ikatan antar serat sehingga kekuatan kertas meningkat.



Gambar 16. Hasil SEM Permukaan *Bacterial Cellulose* dengan 5000x Perbesaran



Gambar 17. Penampang *Bacterial Cellulose* dengan 1000x Perbesaran

Hasil SEM morfologi, *Bacterial cellulose* tersusun dari fibril-fibril dengan lebar 20 sampai 50 nm yang berada dalam berbagai arah sehingga menghasilkan struktur jejaring. Panjang fibril setidaknya 10 μm . Fibril-fibril nampak tidak sepenuhnya linier tetapi memiliki titik percabangan tiga arah yang

menyebabkan sifat unik. Untuk lembarannya, memiliki diameter pori sekitar 125 nm.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat diambil beberapa kesimpulan bahwa :

1. Semakin banyak penambahan *Bacterial cellulose* pada pembuatan *baking paper* dapat meningkatkan sifat kekuatan dan permukaan kertas, serta dapat mengurangi penggunaan bahan kimia tambahan.
2. Pada variasi penambahan *Bacterial cellulose* sebanyak 25% nilai drainase kertas mengalami penurunan sebesar 160 ml/15 sec dan penambahan *Bacterial cellulose* 25% pada buburan stok LBKP dan NBKP pada variasi 3 memiliki muatan yang paling negatif yaitu -33 µeg/l.
3. Variasi dengan penambahan *Bacterial cellulose* paling banyak yaitu 25% dapat menurunkan penggunaan NBKP tanpa menurunkan nilai sifat kertas.
4. Serat yang dimiliki *Bacterial cellulose* lebih kecil dan telah terfibrilasi sehingga dapat mengikat gugus OH lebih banyak.

Daftar Pustaka

- Azeredo, H. M. C., Rosa, M. F., & Mattoso, L. H. C. (2017). Nanocellulose in bio-based food packaging applications. *Industrial Crops and Products*, Vol 97: 664–671.
- Effendi, D. B., Rosyid, N. H. R., Nandiyanto, A. B. D., & Mudzakir, A. (2015). Review : Sintesis Nanoselulosa. *Jurnal Integrasi Proses*, Vol 5(2): 61–74
- Ferrer, A., Pal, L., & Hubbe, M. (2017). Nanocellulose in Packaging: Advances in Barrier Layer Technologies. *Industrial Crops and Products*, Vol 1(95), 574–582.
- Gao, W. H., Chen, K. F., Yang, R. D., Yang, F., & Han, W. J. (2011). Properties of Bacterial Cellulose & Influence on Physical Properties of Paper. *BioResources*, Vol 6(1): 144–153
- Mazhari Mousavi, S. M., Afra, E., Tajvidi, M., Bousfield, D. W., & DehghaniFirouzabadi, M. (2018). Application of Cellulose Nanofibril (CNF) as Coating on Paperboard at Moderate Solids Content and High Coating Speed Using Blade Coater. *Progress in Organic Coatings*, 122(January): 207–218.
- Osong, S. H., Norgren, S., & Engstrand, P. (2014). Paper Strength Improvement by Inclusion of Nano-ligno-cellulose to Chemi-Thermomechanical Pulp. *Nordic Pulp and Paper Research Journal*, 29(2), 309–316
- Rojas, O. J., Filpponen, I., & Matikainen, L. (2017). Nanocellulose as Barrier Coating

Deposited by a Laboratory Rod coater, 1–77.

Sijabat, E. K., Avelina, Y. N., & Permatasari, A. (2017). Studi Awal Penggunaan Nanoselulosa Sebagai Bahan Baku Pembuatan Kertas, *Teknologi Agro Industri (Tegi)*, Vol 9(2): 21–29.

Sumaiyah. (2015). *Pembuatan dan Karakterisasi Selulosa Mikrokrystal dan Nanokrystal Tandan Aren sebagai Eksipien dalam Tablet Natrium Diklofenak*. Disertasi, Universitas Sumatera Utara, 1–2, 23.