
Aplikasi *Bacterial Cellulose* Sebagai Bahan Alternatif Pada Pembuatan Kertas Tisu

Edwin K. Sijabat^{#1}, Leo Nardo^{#2}, Tri Prijadi Basuki^{#3}

Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas, ITSB
Jl. Ganesha Boulevard, Lot-A1 CBD Kota Deltamas,
Cikarang Pusat, Bekasi
¹edwinsijabat@hotmail.com,
²nleo2505@gmail.com

ABSTRAK Penelitian ini merupakan pengaplikasian *bacterial cellulose* sebagai bahan baku alternatif pada pembuatan kertas tisu. *Bacterial cellulose* dijadikan bahan baku campuran dalam pembuatan kertas tisu. *Bacterial cellulose* dicampurkan dengan *pulp* LBKP, dan *broke* dibuat menjadi *handsheet* yang akan diuji sifat *properties*nya. Lalu dibandingkan dengan bahan baku *headbox* yang sudah dibuat *handsheet* juga. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan dengan penambahan *bacterial cellulose*. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengurangi pemakaian *pulp* NBKP. Variasi *bacterial cellulose* yang digunakan yaitu 0%, 3 %, 5%, 10%, 15% terhadap berat kering *handsheet*. *Bacterial cellulose* yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari limbah kulit pisang. Selain dari limbah kulit pisang ada juga *bacterial cellulose* dari limbah cair tahu, air kelapa, limbah industri nanas, dan masih banyak lagi. Penulis memilih *bacterial cellulose* dari limbah kulit pisang dikarenakan di Indonesia tanaman pisang tumbuh subur, dan pastinya mudah didapat untuk bahan kulit pisang. Pada penelitian ini didapat dosis optimum yaitu dengan penggunaan *bacterial cellulose* 3% dan penambahan bahan kimia *softener* 1,4 kg/ton. Mampu meningkatkan nilai *tearing*, *tensile*, *water absorbent*, dan *softness*. Namun, menurunkan nilai *brightness*. Akan tetapi, jika dibandingkan dengan *standard customer* nilai *brightness*nya sudah mencapai *standard*.

Kata Kunci : *bacterial cellulose*, limbah kulit pisang, tisu.

ABSTRACT This research is the application of *bacterial cellulose* as an alternative raw material in tissue paper making. *Bacterial cellulose* were mixed with LBKP pulp, and broke made into a handsheet to be tested for their properties. Then compared with the headbox raw material that has also been made of a handsheet. This research aims to determine the advantages and disadvantages with the addition of *bacterial cellulose*. This research also aims to reduce the use of NBKP pulp. *Bacterial cellulose* variations used are 0%, 3%, 5%, 10%, 15% of the dry weight of the handsheet. *Bacterial cellulose* used in this research was derived from banana peel waste. Apart from banana peel waste, there are also *bacterial cellulose* from tofu liquid waste, coconut water, pineapple industrial waste, and many more. The author chose *bacterial cellulose* from banana peel waste because it is a banana plant in Indonesia flourishing, and certainly easy to obtain for banana peel material. In this research, the optimum dosage was obtained with the use of *bacterial cellulose* 3% and the addition of 1.4 kg/ton softener chemicals. Able to increase the value of *tearing*, *tensile*, *water absorbent*, and *softness*. However, decrease the value of *brightness*. However, when compared to customer standards the *brightness* value has reached the standard.

Keywords: *bacterial cellulose*, banana peel waste, tissue.

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan tisu semakin hari semakin bertambah dan kualitas produk tisu juga perlu ditingkatkan seiring dengan permintaan konsumen yang semakin tinggi. Dengan demikian, perusahaan harus bisa mengembangkan kualitas produknya untuk mempertahankan kepercayaan konsumen. Kebutuhan tisu yang meningkat dapat berdampak negatif terhadap bumi ini karena menggunakan kayu sebagai sumber selulosa. Pemanasan global merupakan dampak dari penebangan pohon di hutan. Ini disebabkan karena pohon yang memiliki fungsi menyerap gas karbondioksida dan menghasilkan oksigen semakin berkurang, berkurangnya pepohonan di hutan juga dapat mengakibatkan banyak bencana alam yang terjadi. Pohon-pohon tersebut banyak ditebang dan dijadikan bahan utama dalam pembuatan tisu. Tingginya kebutuhan tisu harus diimbangi dengan kesediaan bahan baku. Hal ini dapat diatasi, dengan mencari alternatif pengganti bahan baku tisu (Wastek Media, 2019).

Selama ini kertas dan turunannya diperoleh dari hasil komposisi serat selulosa dan hemiselulosa yang berasal dari tumbuhan. Namun, serat selulosa yang berasal dari bakteri (*bacterial cellulose*) belum dimanfaatkan secara maksimal untuk pembuatan kertas terkhususnya tisu, sehingga hal ini menjadi alternatif baru yang harus dikembangkan. Pembentukan *bacterial cellulose* memanfaatkan bakteri *Acetobacter xylinum*. Asam asetat dan pupuk ZA berfungsi untuk media hidup bakteri *Acetobacter xylinum*. Bakteri ini membutuhkan nitrogen, pupuk ZA, dan keasaman dari cuka. Dalam media cair tersebut bakteri *Acetobacter xylinum* akan tumbuh dan menghasilkan lapisan yang dikenal dengan "nata".

Nata yang dihasilkan pada penelitian ini yaitu berasal dari limbah kulit pisang. Berdasarkan hasil pengamatan, *nata* dari limbah kulit pisang masih memiliki peluang

pasar yang baik, karena di pasaran masih jarang dijumpai *nata* yang berbahan dasar limbah kulit pisang. Pembuatan produk *nata* berbahan limbah kulit pisang ini tidak memerlukan biaya yang terlalu besar, karena bahan dasar yang digunakan mudah untuk didapat dan harga juga tidak terlalu mahal. Selain berbahan dari limbah kulit pisang, ada juga *nata* yang berbahan dari limbah cair tahu, limbah industri nanas, dan masih banyak lagi.

Indonesia yang merupakan bagian dari kawasan Asia Tenggara yang memiliki kekayaan alam yang bagus. Di antara kekayaan alam tersebut adalah tanaman pisang. Tanaman pisang tumbuh subur di Indonesia yang memiliki iklim tropis. Akan tetapi, masyarakat Indonesia pada umumnya belum tahu manfaat tanaman pisang selain sebagai buah untuk dikonsumsi secara maksimal dan ternyata mempunyai potensi nilai ekonomis yang tinggi. Belum banyak yang tahu akan manfaat kulit pisang yang dibuang begitu saja. Untuk memanfaatkan kulit pisang menjadi bernilai guna, maka dibutuhkan keahlian dan strategi untuk mensosialisasikan produk yang akan dihasilkan agar di terima dimasyarakat. Hal inilah yang menjadi alasan penulis memilih limbah kulit pisang untuk dijadikan *bacterial cellulose*.

Keunggulan *bacterial cellulose* yang dihasilkan oleh *Acetobacter xylinum* memiliki kemurnian lebih tinggi jika dibandingkan dengan selulosa tumbuhan. Selain itu, *bacterial cellulose* memiliki kandungan air yang tinggi sehingga mudah terdegradasi oleh lingkungan atau dengan kata lain memiliki sifat yang ramah lingkungan. Di samping itu, *bacterial cellulose* juga memiliki kekuatan tarik yang relatif besar. Porositas diduga sangat rendah yang mana akan menimbulkan masalah dalam proses *dewatering* kertas. Air akan sulit keluar dari kertas. Oleh sebab itu penulis membatasi komposisi *bacterial cellulose* pada *handsheet* tisu yang akan dibuat. Dengan demikian *bacterial cellulose*

diharapkan dapat menjadi alternatif baru pada pembuatan kertas, terkhususnya kertas tisu (Staiger et al. 2007).

Harga pengapalan NBKP bulan Oktober yang digunakan untuk membuat kertas lebih kuat seperti kertas karton dan kertas rumah tangga, bertahan pada 860 *dollar* sampai 880 *dollar* dan kini naik 24% dari awal tahun ini (Kementerian Perindustrian Republik Indonesia, 2019). Oleh sebab itu dengan jadikannya *bacterial cellulose* sebagai bahan alternatif pada pembuatan kertas tisu diharapkan dapat mengurangi penggunaan *pulp* NBKP.

Produk yang diharapkan nantinya dapat memberikan manfaat bagi industri *pulp* dan kertas di Indonesia untuk memperoleh bahan baku alternatif selain dari tumbuhan, serta untuk mengurangi ketergantungan penggunaan *virgin pulp*. Penelitian ini juga diharapkan dapat menurunkan pemakaian *pulp* NBKP.

Penggunaan selulosa yang berasal dari bakteri ini diharapkan dapat memberikan kekuatan serat yang tinggi. Selain itu, selulosa yang berasal dari proses biologi dengan sintesis bakteri lebih murni jika dibandingkan dengan selulosa yang berasal dari tumbuhan, sehingga tidak perlu adanya proses delignifikasi.

Dilihat dari struktur seratnya sangat kecil, *bacterial cellulose* tidak dapat menjadi bahan baku tunggal dalam pembuatan kertas karena ukuran serat yang sangat kecil menyebabkan kerapatan yang sangat tinggi sehingga akan sulit dilalui oleh air dan mengganggu proses *dewatering*. Selain itu juga sifat hidrofilik membuat air tertahan dan sulit dikeringkan. Sehingga penulis akan mencoba untuk mengombinasikan *bacterial cellulose* dengan *pulp* LBKP, dan *broke*.

Bacterial cellulose memiliki karakteristik yang lebih menguntungkan dibanding selulosa dari tanaman. Karakteristik tersebut antara lain kemurniannya tinggi, dapat terurai, seratnya halus, kekuatan tarik mekaniknya

bagus, kapasitas pengikatan airnya yang tinggi (Ross, 1991). Penulis menduga *bacterial cellulose* dapat menjadi bahan alternatif dalam pembuatan kertas karena *bacterial cellulose* merupakan selulosa murni dan memiliki kekutan tarik yang baik.

2. BAHAN DAN METODE

2.1 BAHAN DAN ALAT

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain *pulp* LBKP, *pulp broke*, *bacterial cellulose*, dan *chemical softener*. Sedangkan alat-alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain pH meter, ember, *beater*, *desikator*, gelas ukur, kertas saring, pompa vakum, *oven*, *disintegrator*, *handsheet maker + dryer*, *blotting paper*, *tearing tester*, *tensile tester*, *stopwatch*, *water absorbent tester*, dan *softnes tester*.

2.2 METODE

Tahap awal pada penelitian ini adalah penyiapan alat dan bahan percobaan yaitu proses *beating bacterial cellulose* dan pengambilan *pulp* LBKP pada tangki LBKP *intermediate* serta *pulp broke* pada tangki *broke deflaker*. Kemudian di cek pH, *consistency*, dan *freeness*. Pengambilan kimia tambahan berupa *chemical softener* lalu diuji *solid contentnya*. Kemudian bahan baku *pulp* dan bahan kimia tambahan dicampurkan berdasarkan komposisi yang telah ditentukan yaitu 0%, 3%, 5%, dan 10%, serta komposisi bahan kimia tambahan 1,1 kg/ton, 1,4 kg/ton, 1,7 kg/ton, dan 2,0 kg/ton.

Kemudian dengan komposisi yang sama dibuat menjadi *handsheet* dengan gramatur 17,3 gsm. Masing-masing *handsheet* kemudian diuji kekuatan tarik (*tensile*), kekuatan sobek (*tearing*), daya serap (*water absorbent*), kelembutan (*softness*), dan kecerahan (*brightness*).

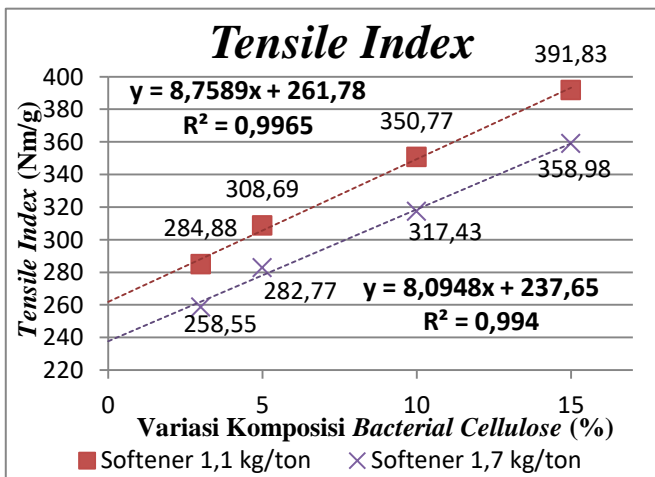
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari pengujian terhadap bahan baku sebelum dibuat *handsheet* dapat dilihat pada table berikut :

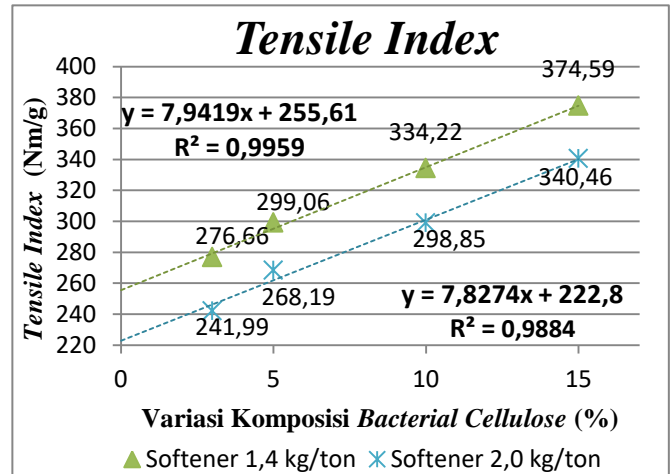
Pengecekan	BC	LBKP	Broke
pH	4,5	6,87	6,24
Consistency (%)	8,96	4,63	3,037
Freeness (csf)	0	552	513

Setelah didapat data di atas, pH *bacterial cellulose* (BC) yang semula 4,5 kemudian dinetralkan dengan cara penginjektan *chemical* NaOH 1% sehingga pH *bacterial cellulose* (BC) menjadi 7,23 dan untuk *consistency bacterial cellulose* (BC), *pulp* LBKP, serta *broke* diencerkan menjadi 0,7% dengan tujuan agar mempermudah pencampuran bahan baku pada saat pembuatan *handsheet*. Penelitian ini menggunakan bahan kimia tambahan berupa *softener* dan didapat nilai *Solid Content* 24,23%.

3.1 Hasil Uji *Tensile Index*



Gambar 1. Grafik pengaruh penggunaan *bacterial cellulose* terhadap nilai *tensile index* (*softener* 1,1 kg/ton & 1,7 kg/ton)

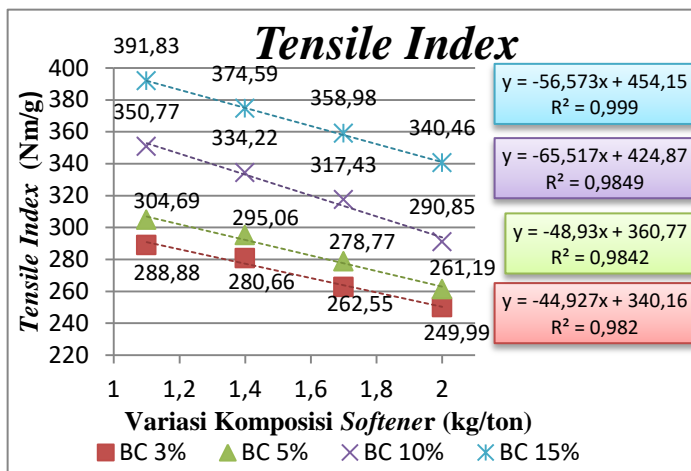


Gambar 2. Grafik pengaruh penggunaan *bacterial cellulose* terhadap nilai *tensile index* (*softener* 1,4 kg/ton & 2,0 kg/ton)

Berdasarkan grafik 1 dan 2, dapat dilihat bahwa nilai *tensile index* semakin meningkat seiring bertambahnya dosis *bacterial cellulose*. Angka tertinggi pada peningkatan nilai *tensile index* yaitu 391,83 Nm/g. Faktor utama yang mempengaruhi kekuatan tarik adalah jalinan serat dan panjang serat. *Bacterial cellulose* memiliki jalinan serat yang rapat dan sangat kuat. Oleh karena itulah, kekuatan tarik menjadi meningkat (Brandon, 1980). *Bacterial cellulose* merupakan selulosa murni (tanpa lignin, dan hemiselulosa), derajat polimerisasinya 4000-6000, derajat kristalinitasnya tinggi yaitu 91,99%, diameter pori (porositas) rendah, kekuatan mekanik yang tinggi. Dengan keunggulan *bacterial cellulose* dapat meningkatkan kekuatan internal antara lapisan serat, sehingga nilai kekuatan tarik semakin meningkat (Windarti dan Saihan, 2017).

Jika hasil penelitian dibandingkan dengan hasil pabrik (*blank*) maka dapat dikatakan nilai *tensile index*nya meningkat. Peningkatan nilai *tensile index* dari 270,22 Nm/g menjadi 276,66 Nm/g - 391,83 Nm/g. Namun, pada variasi *bacterial cellulose* 3% (grafik 4.1 dan 4.2) serta variasi *bacterial cellulose* 5% (grafik 4.2) nilai *tensile index* menurun. Hal ini disebabkan oleh pemakaian *softener* yang terlalu banyak dan membuat

kekuatan tariknya menurun. Jika hasil penelitian dan *blank* dibandingkan dengan *standard customer* maka dapat dikatakan bahwa hasil penelitian lebih baik dari pada *blank*. Nilai *standard customer* ialah 271,84 Nm/g, sedangkan nilai *blank* 270,22 Nm/g (tidak masuk *standard*). Nilai hasil penelitian yaitu 276,66 Nm/g - 391,83 Nm/g (masuk *standard*). Dapat ditarik kesimpulan bahwa dengan penambahan *bacterial cellulose* dapat meningkatkan nilai *tensile* dan masuk dalam *standard customer*.



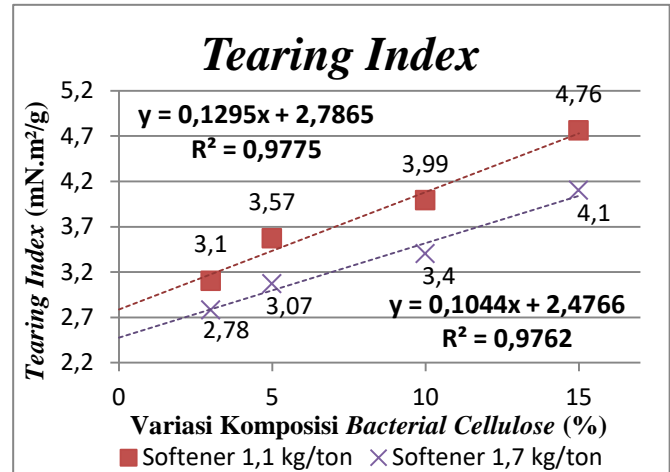
Gambar 3. Grafik pengaruh penggunaan *softener* terhadap nilai *tensile index*

Gambar 3 menunjukkan bahwa seiring bertambahnya dosis *softener* maka nilai *tensile* semakin menurun.. Penurunan nilai *tensile* ini disebabkan oleh sifat fisik *softener* yang membentuk lapisan di atas serat sehingga mengurangi gesekan serat-serat yang bersamaan. Karena peningkatan mobilitas, serat kehilangan kekakuan serat (Gupta, 2013).

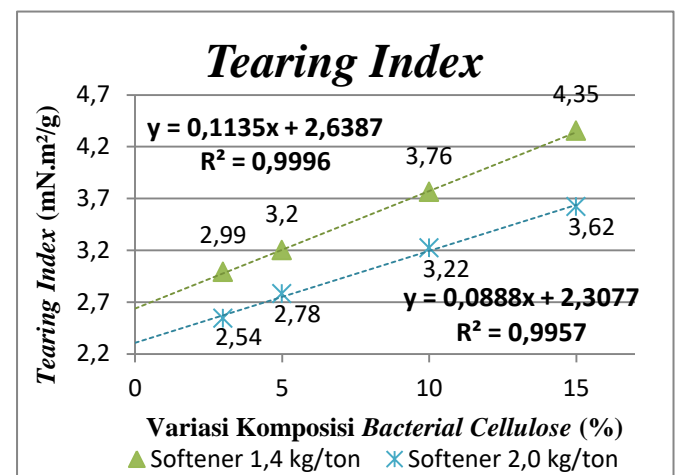
Seiring bertambah dosis *softener* membuat nilai *tensile index* menurun, jika dibandingkan dengan hasil pabrik (*blank*) maka nilai penelitian lebih baik yaitu dari 270,22 Nm/g menjadi 276,66 Nm/g - 391,83 Nm/g. Jika nilai *blank* dan nilai penelitian dibandingkan dengan *standard customer* maka nilai penelitian juga lebih baik yaitu dari 271,66 Nm/g menjadi 276,66 Nm/g - 391,83 Nm/g. Dapat ditarik kesimpulan

bahwa semakin banyak pemakaian *softener* dapat menurunkan nilai *tensile index*.

3.2 Hasil Uji Tearing Index



Gambar 4. Grafik pengaruh penggunaan *bacterial cellulose* terhadap nilai *tearing index* (*softener* 1,1 kg/ton & 1,7 kg/ton)



Gambar 5. Grafik pengaruh penggunaan *bacterial cellulose* terhadap nilai *tearing index* (*softener* 1,4 kg/ton & 2,0 kg/ton)

Berdasarkan grafik 4 dan 5, dapat dilihat bahwa nilai *tearing* semakin meningkat seiring bertambahnya dosis *bacterial cellulose* maka dapat meningkatkan nilai *tearing*. Angka tertinggi pada peningkatan nilai *tearing* yaitu 4,76 mN.m²/g. *Bacterial cellulose* mempunyai keunggulan yaitu kerapatan yang tinggi. Keunggulan inilah yang menyebabkan nilai *tearing*

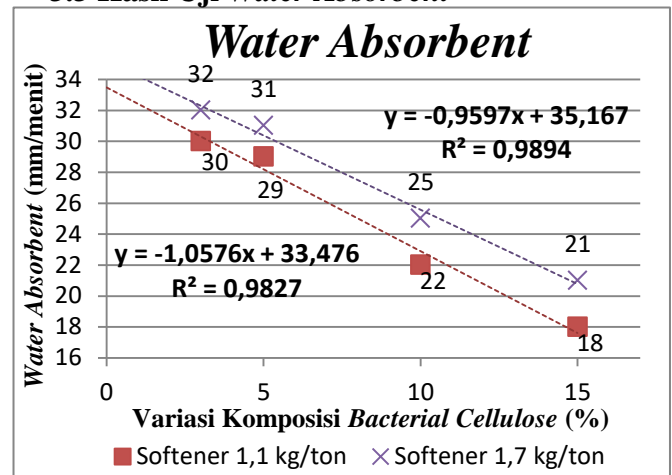
meningkat dibanding dengan selulosa tumbuhan (Krstynowsch dan Blelecki, 2015). Karena ukuran serat yang dimiliki pendek sehingga ikatan antar serat semakin kuat dan kekuatan sobeknya ikut meningkat. Hal inilah yang menjadikan nilai *tensile* (kekuatan sobek) meningkat seiring bertambahnya dosis *bacterial cellulose* (Khaswar Syamsu dkk., 2012).

Jika hasil penelitian dibandingkan dengan hasil pabrik (*blank*) maka dapat dikatakan nilai *tearing* lebih meningkat. Peningkatan nilai *tearing* dari 2,99 mN.m²/g menjadi 2,99 – 4,76 mN.m²/g. Namun, pada variasi *bacterial cellulose* 3% (grafik 4 dan 5) serta variasi *bacterial cellulose* 5% (grafik 5) nilai *tearing* menurun. Hal ini disebabkan oleh pemakaian *softener* yang terlalu banyak dan membuat kekuatan tariknya menurun. Dapat ditarik kesimpulan bahwa dengan penambahan *bacterial cellulose* dapat meningkatkan nilai *tearing* (ketahanan sobek).

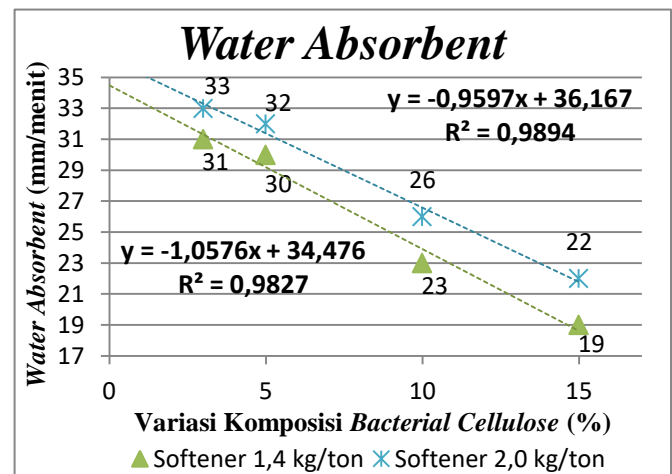
mobilitas, serat kehilangan kekakuan serat (Gupta, 2013).

Seiring bertambah dosis *softener* membuat nilai *tearing* menurun, jika dibandingkan dengan hasil pabrik (*blank*) maka nilai penelitian lebih baik yaitu dari 2,99 mN/g/m² menjadi 2,99 – 4,76 mN/g/m². Dapat ditarik kesimpulan bahwa semakin banyak pemakaian *softener* maka dapat menurunkan nilai *tearing*.

3.3 Hasil Uji Water Absorbent

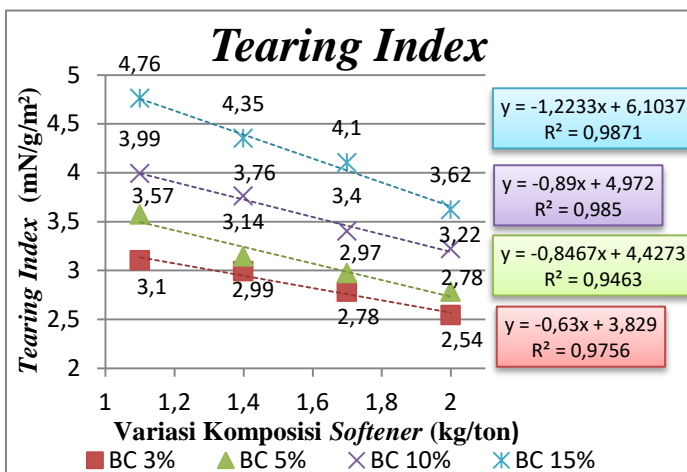


Gambar 7. Grafik pengaruh penggunaan *bacterial cellulose* terhadap nilai *water absorbent* (*softener* 1,1 kg/ton & 1,7 kg/ton)



Gambar 8. Grafik pengaruh penggunaan *bacterial cellulose* terhadap nilai *water absorbent* (*softener* 1,4 kg/ton & 2,0 kg/ton)

Gambar 7 & 8 menunjukkan bahwa nilai *water absorbent* semakin menurun seiring

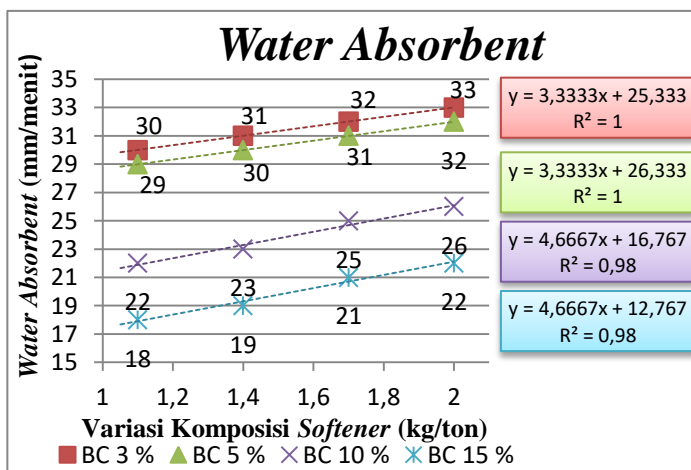


Gambar 6. Grafik pengaruh penggunaan *softener* terhadap nilai *tearing index*

Grafik 6 menunjukkan bahwa seiring bertambahnya dosis *softener* maka nilai *tearing* semakin menurun. Penurunan nilai *tearing* ini disebabkan oleh sifat fisik *softener* yang membentuk lapisan di atas serat sehingga mengurangi gesekan serat-serat yang bersamaan. Karena peningkatan

bertambahnya dosis *bacterial cellulose*. Penurunan nilai *water absorbent* terendah pada nilai 18 mm/menit dengan komposisi *bacterial cellulose* 15% dan *softener* 1,1 kg/ton. Hal ini disebabkan karena *pulp nata* memiliki rongga antar serat yang rapat sehingga jumlah gugus OH yang aktif semakin sedikit akibatnya kadar air kertas atau daya serap menjadi rendah (Syamsu dkk., 2012). Rongga serat yang rapat menyebabkan gugus OH yang aktif sedikit karena kerapatan antar serat menyebabkan gugus OH sulit melewati lapisan yang rapat (Fitriani dkk., 2016).

Nilai *water absorbent* menurun seiring bertambah dosis *bacterial cellulose*, namun pada dosis *bacterial cellulose* 3% dengan komposisi *softener* 1,1 kg/ton, 1,4 kg/ton, 1,7 kg/ton, dan 2,0 kg/ton dan dosis *bacterial cellulose* 5% dengan komposisi *softener* 1,1 kg/ton, 1,4 kg/ton, 1,7 kg/ton, dan 2,0 kg/ton nilai *water absorbent* lebih baik dan meningkat dibandingkan dengan *blank* yaitu dari nilai 29 mm/menit (*blank*) menjadi 29 – 33 mm/menit (hasil pengujian). Dapat ditarik kesimpulan bahwa dengan penambahan *bacterial cellulose* dapat meningkatkan nilai *water absorbent* tetapi pada dosis tertentu nilai penelitian lebih meningkat dibandingkan nilai *blank*.

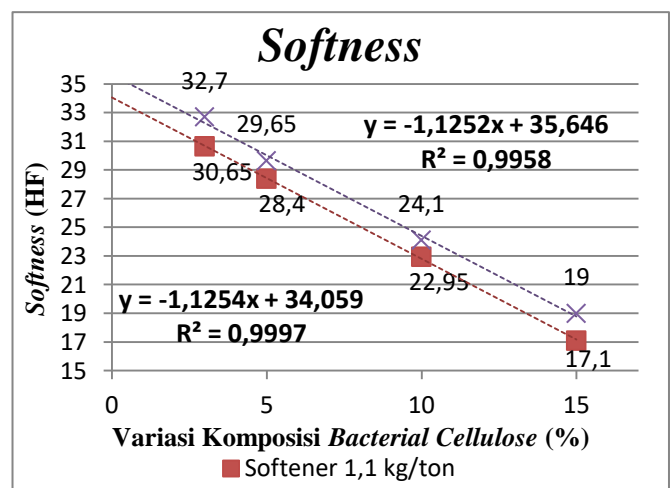


Gambar 9. Grafik pengaruh penggunaan *softener* terhadap nilai *water absorbent*

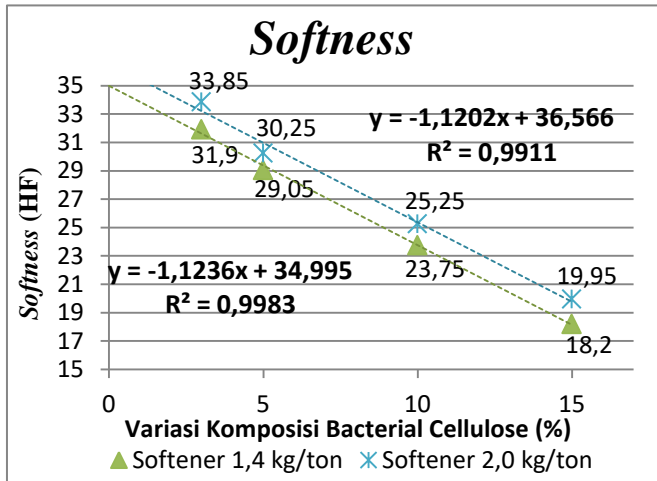
Gambar 9 menunjukkan bahwa seiring bertambahnya dosis *softener* maka nilai *water absorbent* semakin meningkat. Peningkatan nilai *water absorbent* ini disebabkan oleh cara kerja *softener* yang mengorientasikan diri dengan ujung bermuatan negatif yang diusir dari permukaan serat sehingga membuat hidrofilitas lebih tinggi (W.D.Schindler, dan P.J.Hauser. 2004).

Jika nilai *water absorbent* penelitian dibandingkan dengan *blank* maka sebagian nilai meningkat dan sebagian nilai menurun. Peningkatan nilai *water absorbent* pada dosis 3% dan 5% *bacterial cellulose* dengan komposisi *softener* 1,1 kg/ton, 1,4 kg/ton, 1,7 kg/ton, dan 2,0 kg/ton dengan nilai 29 mm/menit (*blank*) menjadi 29 – 33 mm/menit. Sedangkan penurunan nilai *water absorbent* pada dosis 10% dan 15% *bacterial cellulose* dengan komposisi *softener* 1,1 kg/ton, 1,4 kg/ton, 1,7 kg/ton, dan 2,0 kg/ton dengan nilai 29 mm/menit (*blank*) menjadi 18 – 26 mm/menit. Dapat ditarik kesimpulan, seiring bertambahnya dosis *softener* dapat meningkatkan nilai *water absorbent*.

3.4 Hasil Uji Nilai Softness



Gambar 10. Grafik pengaruh penggunaan *bacterial cellulose* terhadap nilai *softness* (*softener* 1,1 kg/ton & 1,7 kg/ton)

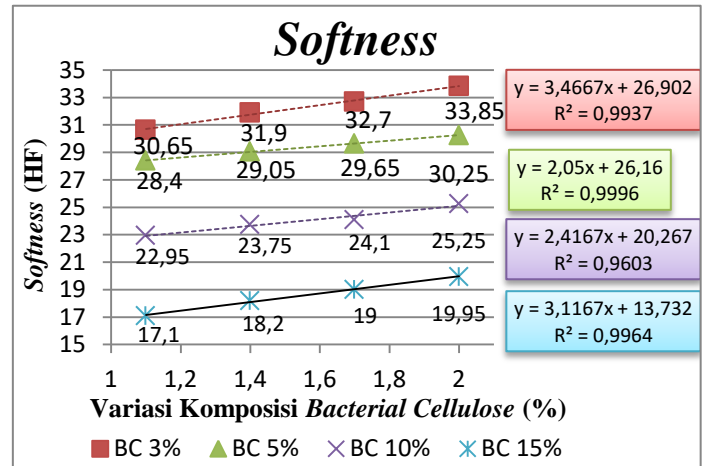


Gambar 11. Grafik pengaruh penggunaan *bacterial cellulose* terhadap nilai *softness* (*softener* 1,4 kg/ton & 2,0 kg/ton)

Berdasarkan gambar 10 dan 11, dapat dilihat bahwa nilai *softness* semakin menurun seiring bertambahnya dosis *bacterial cellulose*. Penurunan *softness* terendah pada nilai 17,1 HF dengan komposisi *bacterial cellulose* 15% dan *Softener* 1,1 kg/ton. Hal ini dikarenakan *bacterial cellulose* memiliki kekuatan yang sangat tinggi, yang mana dapat menyebabkan nilai kelembutan menjadi berkurang. Ada hubungan terbalik antara kekuatan dan kelembutan. Ketika kelembutan meningkat, kekuatan menurun, atau dengan cara yang berbeda ketika kekuatan meningkat, kelembutan menurun (Furman dkk., 2018).

Seiring bertambahnya dosis *bacterial cellulose* dapat menurunkan nilai *softness*. Jika nilai penelitian dibandingkan dengan *blank*, nilai hasil penelitian lebih tinggi. Yaitu pada dosis *bacterial cellulose* 3% dengan komposisi *softener* 1,4 kg/ton, 1,7 kg/ton, dan 2,0 kg/ton diperoleh nilai 31,9 HF, 32,7 HF, dan 33,85 HF. Sedangkan *blank* adalah 31,7 HF. Dan jika nilai penelitian dibandingkan dengan *standard customer* maka pada dosis *bacterial cellulose* 3% dengan komposisi *softener* 1,1 kg/ton, 1,4 kg/ton, 1,7 kg/ton, dan 2,0 kg/ton. Serta pada dosis *bacterial cellulose* 5% dengan komposisi 2,0 kg/ton nilai penelitian sudah masuk dalam *standard*. Nilai yang diperoleh itu 30,25 HF sampai

33,85 HF sedangkan *standard customer* adalah 30 HF. Dapat ditarik kesimpulan, pada dosis 3% *bacterial cellulose* dapat meningkatkan nilai *softener* dan sering bertambahnya dosis *bacterial cellulose* maka nilai *softness* menurun.



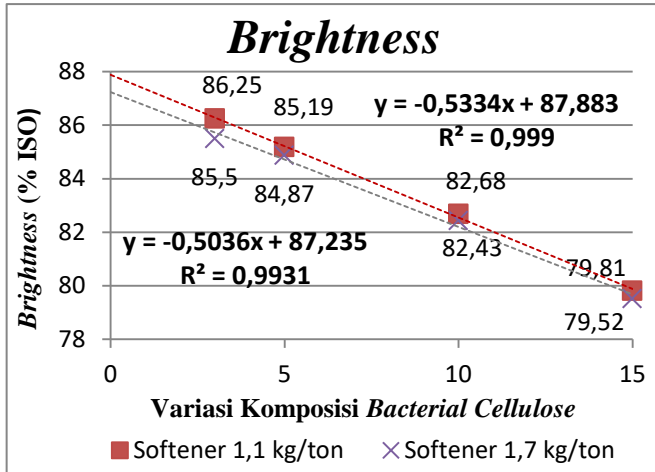
Gambar 12. Grafik pengaruh penggunaan *softener* terhadap nilai *softness*

Gambar 12 Menunjukkan semakin bertambahnya dosis *bacterial cellulose* maka semakin tinggi nilai *softness*. Hal ini disebabkan karena *softener* berfungsi untuk memberikan karakteristik lembut yang dilakukan dengan cara menguraikan ikatan hidrogen antar serat, dan untuk memberikan kelembutan pada permukaan kertas dengan menggunakan gugus alkil lemak (Kusuma, 2018).

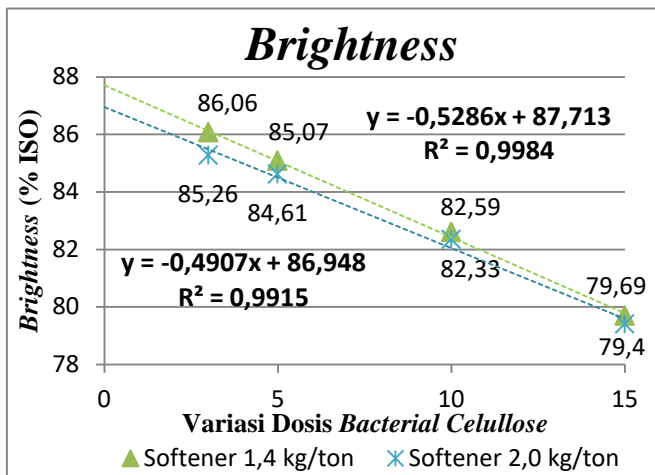
Semakin bertambahnya dosis *softener* dapat meningkatkan nilai *softness*, nilai yang didapat masih di bawah *standard customer* dan di bawah nilai *blank*. Yaitu 30 HF (*standard customer*), 31,7 HF (*blank*), dan didapat nilai *softness* pada penambahan *softener* yaitu 17,1 HF – 29,65 HF. Di sisi lainnya, pada dosis tertentu nilai *softness* sudah dikategorikan baik karena sudah diatas *standard customer* yaitu pada dosis *bacterial cellulose* 3% dengan penambahan 1,1 kg/ton, 1,4 kg/ton, 1,7 kg/ton, dan 2,0 kg/ton semuanya meningkat (pada garis biru) dengan hasil 30,65 HF, 31 HF, 32,7 HF, dan 33,85 HF. Serta pada dosis *bacterial cellulose* 3%

dengan penambahan 2,0 kg/ton diperoleh nilai 30,35 HF. Dapat ditarik kesimpulan bahwa semakin bertambahnya dosis *softener* maka nilai *softness* (kelembutan) meningkat.

3.5 Hasil Uji Brightness



Gambar 13. Grafik pengaruh penggunaan *bacterial cellulose* terhadap nilai *brightness* (*softener* 1,1 kg/ton & 1,7 kg/ton)

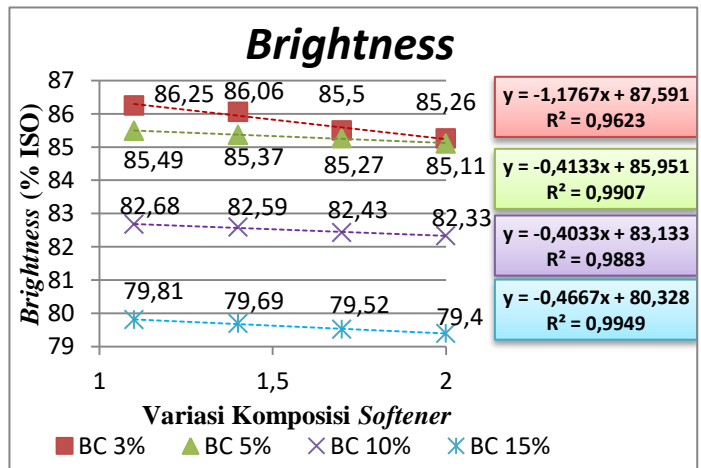


Gambar 14. Grafik pengaruh penggunaan *bacterial cellulose* terhadap nilai *brightness* (*softener* 1,4 kg/ton & 2,0 kg/ton)

Gambar 13 dan 14, menunjukkan bahwa nilai *brightness* semakin menurun seiring bertambahnya dosis *bacterial cellulose*. Penurunan nilai *brightness* terendah pada nilai 17,4 %ISO dengan komposisi *bacterial cellulose* 15% dengan *softener* 2,0 kg/ton. Penurunan nilai *brightness* ini disebabkan oleh warna awal yang dimiliki

bacterial cellulose yaitu kuning cerah. Sehingga, pada pencampuran bahan baku warna dari *bacterial cellulose* mempengaruhi warna *pulp* LBKP. Hal ini juga terjadi karena *pulp* LBKP telah melalui proses *bleaching* sehingga diperoleh nilai *brightness* yang baik, sedangkan *bacterial cellulose* merupakan selulosa murni tanpa mengalami proses *bleaching* (Sijabat, E. dkk., 2017)

Nilai penelitian jika dibandingkan dengan *blank* maka dapat dikatakan nilai *blank* lebih tinggi. Walaupun demikian, jika nilai penelitian dan *blank* dibandingkan dengan *standard customer* maka kedua nilai ini sudah masuk ke dalam *standard*. Angka yang diperoleh yaitu 86,72 %ISO (*blank*), 86,06 %ISO (hasil penelitian dengan komposisi *bacterial cellulose* 3% dan *softener* 1,1 kg/ton), 86,25 %ISO (hasil penelitian dengan komposisi *bacterial cellulose* 3% dan *softener* 1,4 kg/ton), dan *standard customer* yaitu 86,0 %ISO. Dapat ditarik kesimpulan, bahwa semakin bertambahnya dosis *bacterial cellulose* maka dapat menurunkan nilai *brightness*, tetapi pada dosis tertentu nilai *brightness* sudah mencapai *standard customer*.



Gambar 15. Grafik pengaruh penggunaan *softener* terhadap nilai *brightness*

Gambar 15 menunjukkan bahwa seiring bertambahnya dosis *softener* maka nilai *brightness* semakin menurun. Penurunan nilai *brightness* terendah pada 79,4 % ISO

dengan komposisi *bacterial cellulose* 15% dan *softener* 2,0 kg/ton. Penurunan nilai *brightness* disebabkan oleh warna dari *softener* agak kekuningan (tidak putih). Sehingga dapat mempengaruhi kecerahan pada kertas tisu yang dihasilkan. Terlebih jika pemakaian *softener* terlalu banyak.

Produk akhir dari penelitian ini adalah tisu toilet, maka nilai *brightness* dirasa tidak terlalu diperhatikan betul karena fungsi dari tisu toilet itu sendiri adalah untuk pembersihan setelah pembuang air besar maupun pembuang air kecil. Dapat ditarik kesimpulan bahwa nilai *brightness* pada *handsheet* menjadi menurun sering bertambahnya dosis *softener*. Tetapi, pada dosis 3% *bacterial cellulose* dengan penambahan *softener* 1,1 kg/ton dan 1,4 kg/ton nilai *brightness* sudah mencapai *standard customer*.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan data dan analisa di atas penulis dapat menarik kesimpulan sebagian berikut :

1. Semakin bertambahnya dosis *bacterial cellulose* maka dapat meningkatkan nilai *strength* yaitu *tearing index* dan *tensile index*. Namun menurunkan nilai *water absorbent*, *softness* dan *brightness*.
2. Semakin bertambahnya dosis *softener* maka dapat meningkatkan nilai *softness* dan *water absorbent*. Namun menurunkan nilai *tearing index*, *tensile index* dan *brightness*.
3. Dosis optimum pada penelitian ini ialah pada komposisi BC 3% , LBKP 77%, NBKP 0%, dan *Broke* 20% dengan penambahan bahan kimia *softener* 1,4 kg/ton. Yakni dapat meningkatkan nilai *tensile index* dari *blank* yaitu 270,22 menjadi 283,66 Nm/g, lalu nilai *tearing index* dari *blank* 2,99 menjadi 2,99 mN.m²/g (tidak menurun). Selanjutnya nilai *water absorbent* meningkat dari *blank* 29 menjadi 31 mm/menit.

Kemudian meningkatkan nilai *softness* dari *blank* 31,2 menjadi 31,9 HF. Nilai *brightness* terjadi penurunan, walaupun menurun akan tetapi sudah masuk dalam *standard customer* yaitu dari 86 menjadi 86,06 %ISO.

4. *Bacterial cellulose* dapat dijadikan bahan alternatif pada pembuatan kertas tisu toilet terbukti dengan didapatnya dosis optimum pada penelitian ini. Serta dapat meningkatkan penggunaan *broke* dari 15% menjadi 20% dan menurunkan penggunaan *pulp* NBKP dari 9% menjadi 0%.

DAFTAR PUSTAKA

1. Alaban, CA. 1962. *Studies on The Optimum Conditions for 'nata de coco' Bacterium or 'nata' Formation in Coconut Water*. Philippine Agriculture. 45 : 490 – 515.
2. Brandon, C. E. 1980. "Dimensional stability," In: *Pulp and Paper Chemistry and Chemical Technology*, Vol 3, Wiley, New York, pp. 1766-1774.
3. Czaja, WK, Young DJ, and Kawec M. 2007. *Reviews: The Future Prospects of Microbial Cellulose in Biomedical Applications. J. Biomacromolecules* Vol.8, No.1.
4. Ciechanska, D. 2004. *Multifunctional Bacterial Cellulose / Chitosan Composite Material For Medical Applications. Jurnal Of Fiber & Textiles In Eastern Europe*. Vol. 12. No. 4,48.
5. EN ISO 12625-7, "Determination Of Optical Properties".
6. Evi Rossi. 2008. Optimalisasi Pemberian Ammonium Sulfat Terhadap Produksi *Nata de Banana Skin*. *Jurnal Teknologi Pertanian*. Vol.7 (2):30-36.
7. Fan, L.T., Young-Hyun Lee, and M.M. Gharpuray. 1982. *The Nature Of Lignocellulosics And Their Pretreatment For Enzymatic Hydrolysis. Adv. Biochem. Eng.* 23: 157-187.

-
8. Fengel, G., dan Wegener, G. 1984. *Wood : Chemistry, Ultrastructure, Reactions*. Berlin : Walter de Gruyter.
 9. Fitriani, Mahidin, S.D. Said, dan M. Busthan. 2016. Kajian Penambahan Selulosa Mikrobial *Nata De Coco* dan Zat Aditif Terhadap Sifat Fisik Kertas Batang Pisang Abaka. *Jurnal Hasil Pertanian Industri*: 53-39.
 10. Furman, G.F. 2018. *The Global Knowledge Center for Tissue Paper Products*.
<https://www.tissuestory.com/2017/08/31/tissue-sheet-softness-theory-measurement-and-chemical-applications-which-can-improve-it/>. 07 Juli 2020.
 11. Gupta, D. 2013. *Advances In The Dyeing And Finishing Of Technical Textiles*.
<https://www.sciencedirect.com/book/9780857094339/advances-in-the-dyeing-and-finishing-of-technical-textiles>. 08 Juli 2020.
 12. Gustini, Hayati. 2014. Indeks Kepuasan Konsumen Terhadap Kualitas Produk dan Harga Pada *Tissue* Paseo.
<http://eprints.polsri.ac.id/717/>. 14 April 2020.
 13. Jonas, R., dan Farah. 1998. *Production and Application of microbial Cellulose*. Polym. DEgrad. Srabil.
 14. Mahmudah, L., Nursyamsu Bahar, Chandra Apriana Purwita, dan Yoveni Yanimar Fitri. 2014. Aplikasi Suspensi *Bacterial Cellulose* Sebagai Bahan Penguat Pada Pembuatan Kertas. *Berita Litbang Industri (BLI)*. Jawa Timur.
 15. Nardo, L. 2020. Aplikasi *Bacterial Cellulose* Sebagai Bahan Alternatif Pada Pembuatan Kertas Tisu [Laporan Kerja Praktik]. Bekasi: Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas, Fakultas Program Diploma, Institut Teknologi dan Sains Bandung.
 16. Sijabat, E., Yassi NA, dan Agnesia P. 2017. Studi Awal Penggunaan Nanoselulosa Sebagai Bahan Baku Pembuatan Kertas. *Majalah Teknologi Argo Industri (Tegi)* 9(2): 21-29.
 17. Sijabat, E., Daysi AS, dan Tri PB. 2019. Aplikasi *Bacterial Nanocellulose* Sebagai Bahan Penguat Pada Kertas Test Liner. Bekasi: Teknologi Pengolahan *Pulp* dan Kertas, Fakultas Program Diploma, Institut Teknologi dan Sains Bandung.
 18. Pardosi, Demse. 2008. Pembuatan Material Selulosa Bakteri dalam Medium Air Kelapa melalui Penambahan Sukrosa, Kitosan dan Gliserol menggunakan *Acetobacter Xylinum*. Medan: USU e-repository.
 19. Surma-Slusarska B., Sebastian Presler, dan Dariusz Danielewicz. 2008. *Characteristics of bacterial cellulose obtained in Acetobacter xylinum culture for application in papermaking, Fibres & Textiles in Eastern Europe*. *Fiber and Textiles in Eastern Europe* 16(4): 108-111.
 20. Syamsu, K., Renny P, dan Han R. 2012. Penggunaan Selulosa Microbal Dari *Nata De Cassava* dan Sabut Kelapa Sebagai Pensubstitusi Selulosa Kayu dalam Pembuatan Kertas. *E-Jurnal Agroindustri Indonesia* 1(2): 118-124.
 21. TAPPI T240.2002. *Cara Uji Consistency*.
 22. TAPPI T227.1999. *Cara Uji Freeness (Canadian Standard Method)*.
 23. TAPPI T252.2002. *Cara Uji pH*.
 24. TAPPI T414.1998. *Cara Uji Ketahanan Sobek Pada Tisu*.
 25. Takayasu, T. dan Fumihiro, F. 1997. *Production Of Bacterial Cellulose By Agitation Culture System*. *Pure & Appl. Chem*. Vol 69, No.11, 2453-2458.
 26. Windarti, T., dan Siahaan. 2017. Kajian Struktur dan Morfologi Selulosa *Bacterial* Sebagai Bahan Dasar Material Artifisial. Semarang: Jurusan Kimia FMIPA, Universitas Diponegoro.
 27. W.D.Schindler, dan P.J.Hauser. 2004. *Chemical Finishing Of Textiles*.
<https://www.sciencedirect.com/book/9781855739055/chemical-finishing-of-textiles>. 08 Juli 2020.