

## Perbandingan Penggunaan Natrium Perkarbonat, Hidrogen Peroksida, Hipoklorit, dan Xilanase terhadap Sifat Optik *Deinked Pulp*

Muhammad Ridho dan Edwin K. Sijabat

Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas ITSB

Jl. Ganesha Boulevard, Lot-A 1 CBD Kota Deltamas, Cikarang Pusat, Bekasi

Diterima : 12 Agustus 2019, Revisi akhir : 10 Desember 2019, Disetujui terbit : 30 Desember 2019

### *The Comparison of Sodium Percarbonate, Hydrogen Peroxide, Hypochlorite, and Xylanase on Optical Properties of Deinked Pulp*

#### *Abstract*

*The use of raw materials from SWL (sorted white ledger) paper originating from mechanical processes as well as used paper types that contain a lot of ink has a negative impact because it causes no optimal value for the optical properties of deinked pulp. The cause of these problems is the high content of metals and lignin. To overcome this problem, it is necessary to add DTPA (Diethylene Triamine Pentaacetic Acid) as a remover for metals and bleaching agents to remove lignin. The bleaching agents used in this study were sodium percarbonate, hydrogen peroxide, hypochlorite, and xylanase. Variation of bleach dose (1%, 1.5%, and 2%) and temperature (50°C, 70°C, and 90°C) is performed to determine the optimal point. The results showed that the bleaching agents used was able to increase the brightness and whiteness of deinked pulp. The most optimal optical properties values obtained in the bleaching process using 2% sodium percarbonate at 70°C, with a brightness of 85.30% ISO and a whiteness of 112.27% ISO.*

*Keywords: SWL, waste paper, sodium percarbonate, hydrogen peroxide, hypochlorite, xylanase*

#### **Abstrak**

Penggunaan bahan baku dari jenis kertas SWL (*sorted white ledger*) yang berasal dari proses mekanikal dan jenis kertas bekas yang mengandung banyak tinta memiliki dampak negatif karena menyebabkan sifat optik dari *deinked pulp* yang dihasilkan tidak optimal. Penyebab dari masalah tersebut adalah tingginya kandungan logam dan lignin pada SWL dan kertas bekas. Untuk mengatasi masalah tersebut, pada penelitian ini dilakukan penambahan DTPA (*Diethylene Triamine Pentaacetic Acid*) sebagai penghilang kandungan logam dan bahan pemutih untuk menghilangkan lignin. Bahan pemutih yang digunakan adalah natrium perkarbonat, hidrogen peroksida, hipoklorit, dan xilanase. Dilakukan variasi dosis (1%; 1,5%; dan 2%) dan suhu pemutih (50°C, 70°C, dan 90°C) untuk menentukan titik optimal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bahan pemutih yang digunakan mampu meningkatkan derajat cerah dan derajat putih dari *deinked pulp*. Nilai sifat optik yang paling optimal didapat pada proses pemutihan menggunakan 2% natrium perkarbonat pada suhu 70°C, dengan nilai derajat cerah sebesar 85,30% ISO dan derajat putih sebesar 112,27% ISO.

Kata kunci: SWL, kertas bekas, natrium perkarbonat, hidrogen peroksida, hipoklorit, xilanase

## **Pendahuluan**

Pembuatan kertas tulis cetak dari kertas bekas perlu memperhatikan sifat optiknya, khususnya derajat cerah dan derajat putih. Kertas bekas yang digunakan pada penambahan komposisi *stock*, sebagian terdapat tinta yang masih menempel pada serat. Oleh karena itu, diperlukan beberapa tahap proses untuk menghilangkan tinta dan juga kandungan lignin pada serat serta meningkatkan sifat optik derajat cerah dan derajat putih. Sifat optik derajat cerah dan derajat putih yang rendah disebabkan oleh jenis kertas bekas yang masih mengandung tinta, pewarna, lignin, kandungan logam, dan lainnya. Logam yang terkandung pada *stock* kertas bekas bersumber dari tinta yang bahannya mengandung logam.

Menurut Bajpai (2014), kertas bekas merupakan bahan baku yang mudah didapat dengan kapasitas yang banyak dan dapat digunakan secara berkelanjutan untuk produksi kertas. Bahan dasar kertas bekas adalah kayu maupun non-kayu yang mengandung selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Selain itu juga terdapat bahan kimia kertas. Serat sekunder didefinisikan sebagai material serat yang telah digunakan pada suatu proses manufaktur yang telah didaur-ulang dan digunakan sebagai bahan baku untuk proses manufaktur produk lainnya.

Salah satu alternatif untuk mengatasi kelangkaan dan semakin mahalnya bahan baku kertas dari pulp asli (*virgin pulp*) adalah pemakaian kembali kertas bekas sebagai bahan baku kertas. Untuk membuat kertas putih tulis cetak dengan memperoleh serat dari jenis kertas bekas SWL (*sorted white ledger*) yang sebagian merupakan kertas proses mekanis dan mengandung tinta biasanya dilakukan melalui proses *deinking* yaitu proses penghilangan tinta dari serat dan kemudian dilakukan proses pemutihan. Proses *deinking* pada dasarnya adalah proses penghilangan tinta. Efektivitas proses *deinking* tergantung dari bahan baku kertas bekas, jenis kontaminan terutama tinta, tahapan proses yang dilakukan, dan jenis peralatan yang digunakan. Tahapan proses *deinking* konvensional umumnya meliputi tahap penguraian, pembersihan dan penyaringan, penghilangan tinta, serta tahap pencucian dan pengentalan (Rismijana, Elyani and Cucu, 2006).

Proses *deinking* terdiri dari beberapa tahapan antara lain; *repulping*, *screening*, *cleaning*, *flotation*, dan pemutih (Emerson, 2015).

*Repulping* adalah proses penghancuran kertas menjadi bubur pulp dengan konsistensi rendah 4%-6% atau konsistensi tinggi 12%-15%, sehingga diperlukan beberapa tahapan proses selanjutnya. Proses *screening* berfungsi untuk memisahkan dan menyaring partikel-partikel kotoran berdasarkan ukurannya. Proses *cleaning* berfungsi untuk memisahkan bahan pengotor berdasarkan berat jenis.

Mekanisme flotasi merupakan proses penghilangan partikel-partikel tinta dengan cara membuat gelembung yang kemudian tinta akan menempel pada gelembung tersebut dan terangkat ke udara sehingga mudah untuk dibuang. Penggumpalan tinta ini selanjutnya membentuk partikel yang lebih besar sehingga tinta mudah menempel pada gelembung udara yang naik ke permukaan suspensi (Johnson and Thompson, 1994).

Komponen utama kertas bekas pada umumnya adalah serat dan tinta serta sedikit ion-ion logam, seperti Fe, Mn, Cu, Ca, Mg, dan lainnya yang bersumber dari kandungan tinta. Keberadaan ion-ion logam dalam pulp dapat menurunkan keefektifan bahan pemutih untuk memutihkan pulp. Sumber utama pencemaran ion-ion logam di dalam sistem pemutihan adalah pulp itu sendiri. Secara umum, tumbuhan memperoleh ion-ion logam dan makanan dari tanah dimana tumbuhan tersebut tumbuh. Sehingga jumlah dan jenis ion-ion logam yang ada di dalam pulp tergantung dari jenis dan lokasi tumbuh. Sumber pencemaran oleh ion-ion logam dari luar pulp adalah air dan peralatan untuk proses. Kandungan ion-ion logam Mn, Cu, dan Fe dapat mempercepat kerusakan selulosa sehingga menurunkan selektivitas pada proses pemutihan (Nakamata, Motoe and Ohi, 2004). Maka dari itu, perlu dilakukan penambahan *chelating agent* untuk menghilangkan logam.

Lignin dalam pulp dapat diperkirakan menggunakan Bilangan Kappa (Kopra, Lahdeniemi and Dahl, 2019). Lignin merupakan polimer dari unit-unit fenilpropana (Ponnusamy *et al.*, 2019). Berat molekul lignin diperkirakan sangat tinggi, karena proses pemisahan selulosa tidak seutuhnya menyebabkan terikat dalam pulp. Untuk menyatakan sampai tingkat berapa tingginya adalah hal yang tidak mungkin. Karena lignin mengandung sejumlah besar cincin-cincin benzena aktif, lignin yang terdegradasi cepat bereaksi dengan formaldehida, yang telah menyebabkan pengembangan

komersial terbatas dalam bidang bahan-bahan perekat kayu lapis. Kandungan lignin yang tinggi dalam pulp tidak diinginkan, karena adanya lignin dapat menimbulkan warna coklat pada kertas (Bahri, 2015).

Pemutihan (*bleaching*) merupakan proses yang bertujuan untuk menghilangkan kandungan lignin (delignifikasi) di dalam pulp atau serat sehingga diperoleh tingkat kecerahan warna yang tinggi dan stabil (Greschik, 2008). Proses pemutihan serat harus menggunakan bahan kimia yang reaktif untuk melarutkan kandungan lignin yang ada di dalam serat agar diperoleh derajat kecerahan yang tinggi (Tutus, 2004). Ada beberapa faktor pada saat proses *bleaching* yang dominan mempengaruhi antara lain suhu, dosis, dan pH. Adapun *bleaching agent* yang dapat digunakan yaitu natrium perkarbonat ( $C_2H_6Na_4O_{12}$ ), hipoklorit ( $ClO^-$ ), hidrogen peroksida ( $H_2O_2$ ) serta xilanase yang merupakan *bleaching agent* organik dan ramah lingkungan. Natrium perkarbonat adalah senyawa tambahan hidrogen peroksida dan natrium karbonat. Berdasarkan rumus molekuler, natrium perkarbonat murni mengandung 32,5% hidrogen peroksida dan 67,5% natrium karbonat (berdasarkan berat), natrium perkarbonat memiliki bentuk berupa bubuk kristal putih (HERA, 2002). Hidrogen peroksida berbentuk cairan tidak berwarna, sedikit lebih kental dari air dan dapat bercampur dengan air dalam berbagai komposisi (Jones, 1999). Hidrogen peroksida bersifat asam yang sangat lemah dan mempunyai kemampuan sifat oksidator yang sangat kuat. Hidrogen peroksida merupakan bahan pemutih yang bisa digunakan untuk proses pemutihan dengan konsep *Totally Chlorine Free* (TCF) (Liu *et al.*, 2018). Hipoklorit merupakan bahan kimia yang digunakan untuk pemutih produk (Sójka-Ledakowicz *et al.*, 2000). Hipoklorit ini terdiri dari klor dan oksigen dengan rumus kimia  $ClO^-$ . Senyawa ini merupakan klorin aktif yang paling aktif dan banyak digunakan untuk pemutihan, secara kimiawi hipoklorit bersifat kurang stabil. Penggunaan enzim dalam pemutihan pulp dikenal sebagai *biobleaching*. Penggunaan xilanase menghasilkan pulp dengan kecerahan tinggi dan menghemat bahan kimia pemutihan (Bajpai, 2018).

Penelitian ini dilakukan untuk mempelajari perbandingan penggunaan aditif natrium perkarbonat, hidrogen peroksida, hipoklorit, dan xilanase terhadap sifat optik dari *deinked pulp*.

## Bahan dan Metode

Bahan penelitian yang digunakan adalah kertas SWL (*Sorted White Ledger*), kertas NCR (*No-Carbon Required*), kertas avalan CVT (*Converting*), NaOH, dispersan, surfaktan, natrium perkarbonat, hidrogen peroksida, hipoklorit, xilanase, DTPA (*Diethylene Triamine Pentaacetic Acid*), *fresh water*, HCl (asam klorida), KCN (kalium sianida),  $NH_2OH$ . HCl (hidroksilamin hidroklorida), indikator magnesium. EDTA 0,005 N, KOH (kalium hidroksida) 8 N, dan *calcium* indikator. Variabel bebas pada penelitian ini yaitu bahan pemutih, suhu (50°C, 70°C, dan 90°C), dan variasi dosis bahan pemutih (1%; 1,5%; dan 2%) terhadap pulp sedangkan variabel terikat pada penelitian ini yaitu derajat cerah dan derajat putih. Variabel kontrol penelitian ini yaitu waktu reaksi, tekanan udara (bar), dosis surfaktan, dosis dispersan, dosis NaOH, komposisi *stock*, dosis DTPA, pH, dan bilangan Kappa.

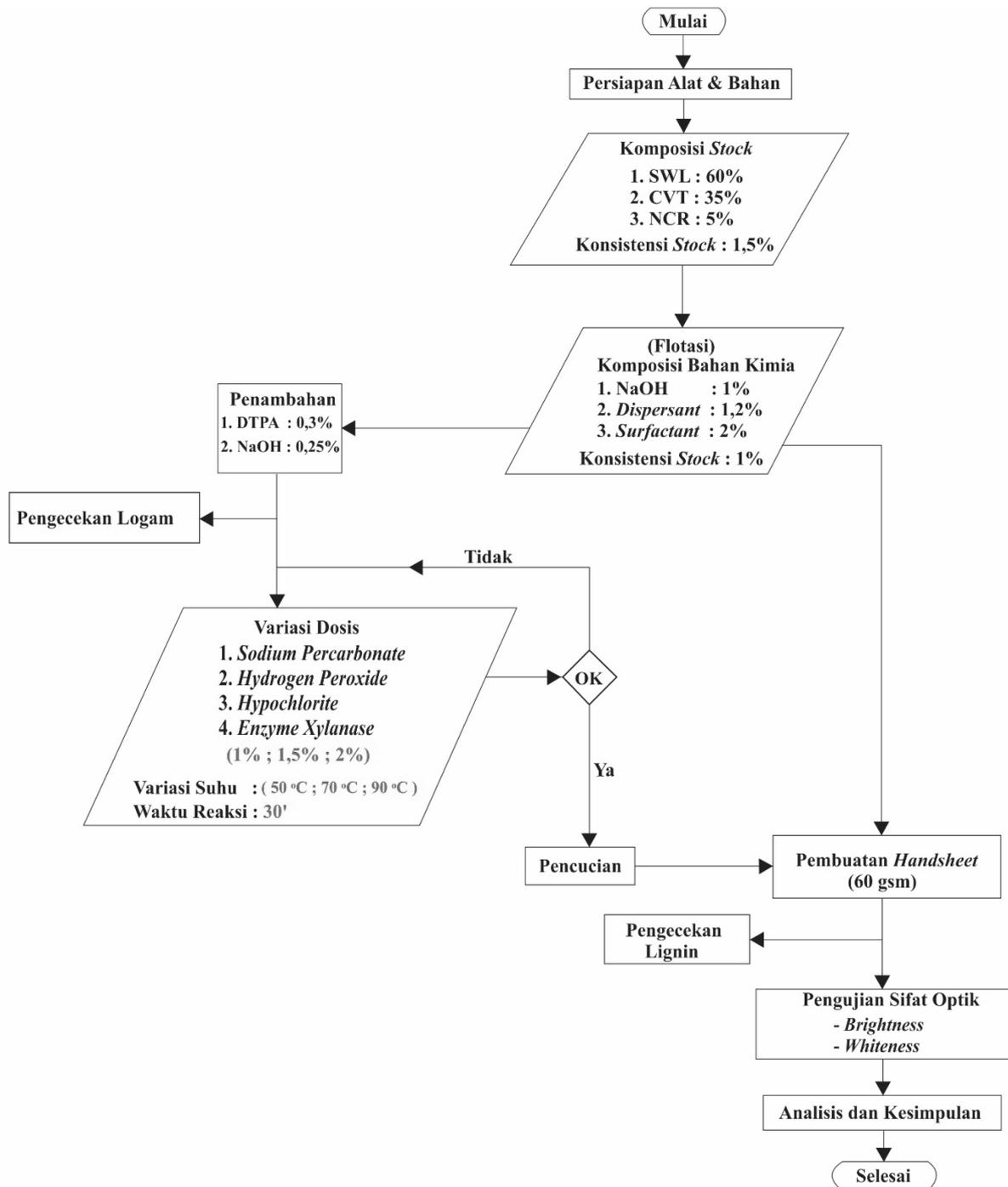
Pada pemeriksaan kadar logam terdapat sampel blank *stock*, sampel *stock* I, sampel *stock* II, sampel *stock* III dan sampel *stock* IV. Setiap sampel *stock* merupakan perlakuan yang berbeda untuk dilakukan pemeriksaan kandungan logam. Sampel *stock blank* adalah parameter awal sebagai acuan terhadap hasil uji sampel lainnya. Sampel *stock* I merupakan sampel yang diuji kandungan logamnya untuk proses pemutihan menggunakan natrium perkarbonat, Sampel *stock* II menggunakan hidrogen peroksida, Sampel *stock* III menggunakan hipoklorit dan sampel *stock* IV menggunakan xilanase.

Penelitian dilakukan dengan pembuatan dan pengujian *handsheet*. Pada percobaan ini, dilakukan proses flotasi untuk menghilangkan tinta. Adapun proses pemutihan yang merupakan tujuan utama dalam penelitian ini dengan memvariasikan dosis, suhu, dan bahan kimia pemutih sebagai *variable control* penelitian. Setelah proses *deinking* dan pemutihan dilakukan, *stock* dibuat *handsheet*, kemudian diuji sifat optik dengan parameter pengujian seperti diagram alir percobaan pada **Gambar 1**.

## Hasil dan Pembahasan

### pH *Stock*

Derajat keasaman (pH) pada proses pemutihan harus dijaga pada kondisi alkali agar bahan



**Gambar 1.** Diagram Alir Percobaan

pemutih dapat bereaksi dengan lignin dan serat. **Tabel 1** menunjukkan bahwa kondisi awal pH *stock* setelah dilakukan *repulping* menunjukkan sudah dalam kondisi basa dengan nilai 7,52 - 7,65. Namun, nilai pH pada proses flotasi adalah 8,61 - 8,76 karena ditambahkan NaOH. Adapun nilai pH setelah dilakukan pencucian adalah 7,62 - 7,73.

Dari hasil percobaan yang telah dilakukan, didapatkan nilai pH proses pemutihan seperti pada **Tabel 2**, **Tabel 3** dan **Tabel 4**.

Pemeriksaan nilai pH pada saat pemutihan merupakan pengukuran reaksi bahan kimia pemutih terhadap serat. Hasil pemeriksaan pH sebelum dan setelah ditambahkan NaOH terlihat pada **Tabel 2**, **Tabel 3** dan **Tabel 4**. Pemeriksaan

**Tabel 1.** Nilai pH sebelum Pemutihan

Proses Pembuatan Stock Pulp	pH Setelah Repulping	pH Flotasi (+ NaOH 1%)	pH Stock Setelah Pencucian dari Proses Flotasi
Proses 1	7,54	8,68	7,62
Proses 2	7,62	8,75	7,70
Proses 3	7,52	8,76	7,72
Proses 4	7,63	8,63	7,64
Proses 5	7,60	8,67	7,66
Proses 6	7,58	8,74	7,69
Proses 7	7,65	8,61	7,73
Proses 8	7,58	8,65	7,63

**Tabel 2.** Nilai pH Pemutih pada Dosis 1%

Bahan pemutih	Suhu 50°C	Suhu 70°C	Suhu 90°C
Natrium perkarbonat	9,3	9,2	9,4
Hipoklorit	9,2	9,3	9,3
Hidrogen peroksida	9,4	9,3	9,2
Xilanase	9,3	9,3	9,4

**Tabel 3.** Nilai pH Pemutih pada Dosis 1,5%

Bahan pemutih	Suhu 50°C	Suhu 70°C	Suhu 90°C
Natrium perkarbonat	9,5	9,5	9,4
Hipoklorit	9,3	9,2	9,3
Hidrogen peroksida	9,4	9,4	9,5
Xilanase	9,4	9,3	9,3

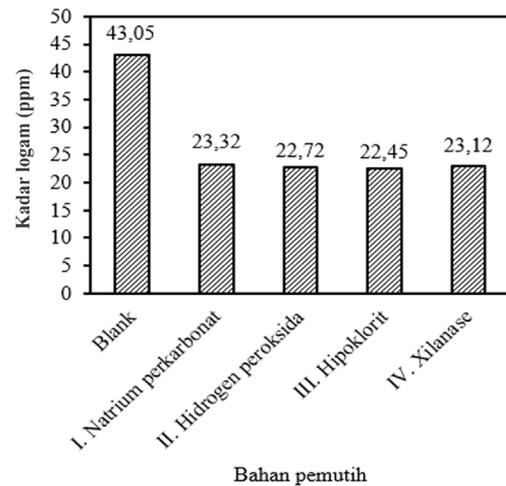
**Tabel 4.** Nilai pH Pemutih pada Dosis 2%

Bahan pemutih	Suhu 50°C	Suhu 70°C	Suhu 90°C
Natrium perkarbonat	9,5	9,3	9,4
Hipoklorit	9,3	9,3	9,3
Hidrogen peroksida	9,5	9,3	9,4
Xilanase	9,4	9,3	9,3

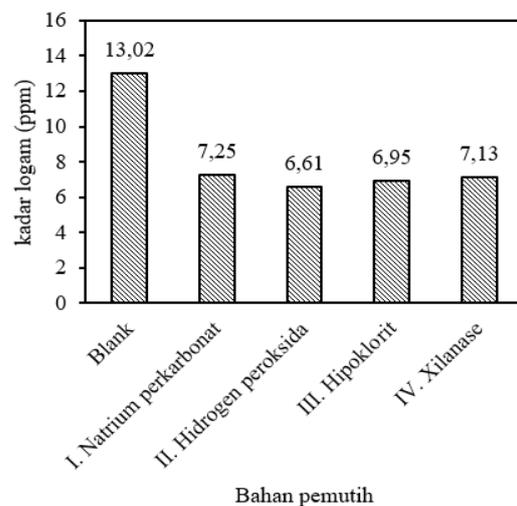
tersebut bertujuan untuk menjaga kestabilan proses pemutihan, karena proses pemutihan efektif bekerja pada pH 8,5 - 11. Jika pH pada suasana asam maka bahan pemutih tidak efektif. Pada penggunaan bahan pemutihan dengan dosis 1% di suhu 50°C, 70°C, dan 90°C nilai pH-nya adalah 9,2-9,4. Sedangkan dosis pemutih 1,5% di suhu 50°C, 70°C, dan 90°C nilai pH-nya adalah 9,2-9,5. Adapun penggunaan bahan pemutih dengan dosis 2% di suhu 50°C, 70°C, dan 90°C nilai pH-nya adalah 9,3-9,5.

### Pengujian Logam pada Stock

Hasil pengujian kadar logam  $Ca^{++}$  dan  $Mg^{++}$  dengan menggunakan proses titrasi dapat dilihat pada **Gambar 2** dan **Gambar 3**. Terlihat bahwa



**Gambar 2.** Nilai Logam  $Ca^{++}$



**Gambar 3.** Nilai Logam  $Mg^{++}$

kandungan logam  $\text{Ca}^{++}$  lebih tinggi dari  $\text{Mg}^{++}$ . Nilai logam  $\text{Ca}^{++}$  yang didapat dari hasil pengujian terhadap sampel *stock* adalah 22,45–43,05 ppm dan nilai logam  $\text{Mg}^{++}$  adalah 6,61–13,02 ppm. Dari pemeriksaan kadar logam  $\text{Ca}^{++}$  dan  $\text{Mg}^{++}$  dengan DTPA didapatkan rasio antara sampel *blank* dengan sampel I, II, III, dan IV.

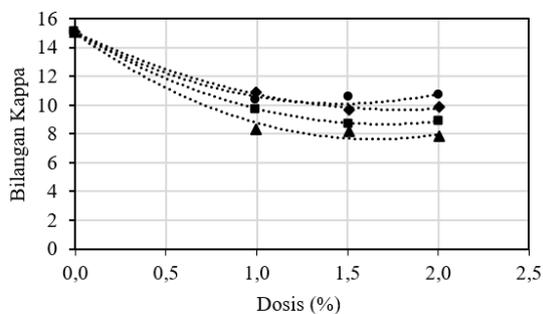
Dari data tersebut menunjukkan bahwa kandungan logam sampel *stock* I, II, III, dan IV lebih rendah dari kandungan logam sampel *stock blank* karena ke-empat sampel tersebut ditambahkan bahan kimia penghilang logam dengan dosis 0,3%. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa penambahan DTPA (*Diethylene Triamine Pentaacetic Acid*) dapat menurunkan kandungan logam dalam stok.

### Bilangan Kappa

Percobaan proses pemutihan *pulp* dengan menggunakan bahan pemutih perlu diketahui kadar lignin atau bilangan Kappa. Pengujian bilangan Kappa disajikan pada **Gambar 4**, **Gambar 5**, dan **Gambar 6**.

Penggunaan bahan pemutih dapat menurunkan kadar lignin sehingga dapat meningkatkan kecerahan pemutihan *pulp*. **Gambar 4** menunjukkan pengujian bilangan Kappa dari sampel *stock* dengan menggunakan bahan pemutih pada suhu 50°C. Diketahui nilai kadar lignin dengan dosis 0% adalah 15,06 yang merupakan acuan dari sampel pengujian kadar lignin lainnya.

Sampel dengan dosis 0% tersebut merupakan bahan pengujian kadar lignin yang tidak terdapat bahan pemutih sehingga nilai kadar ligninnya lebih rendah dari sampel pemutih yang lain.

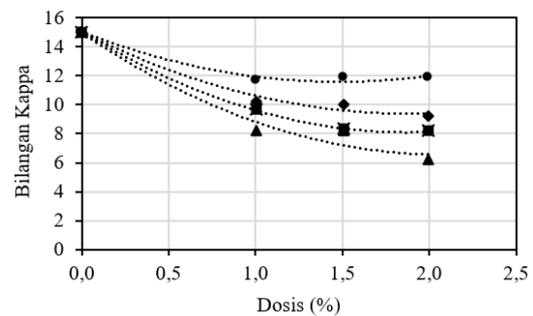


**Gambar 4.** Pengaruh dosis terhadap Bilangan Kappa pada suhu 50°C (▲: Natrium perkarbonat, ■: Hidrogen peroksida, ◆: Hipoklorit, ●: Xilanase)

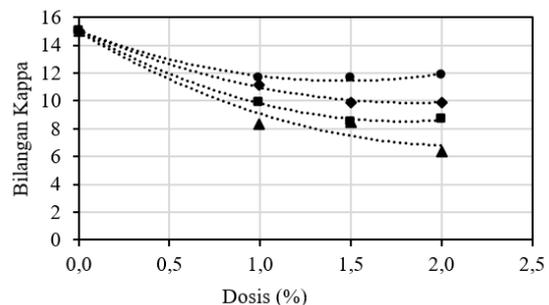
Pemeriksaan bilangan Kappa dari sampel yang menggunakan bahan pemutih didapatkan yang paling optimal adalah natrium perkarbonat dengan nilai 7,79 pada dosis 2%. Sedangkan nilai paling optimal dari pembandingan bilangan Kappa yang terdapat bahan pemutih lainnya yaitu hidrogen peroksida sebesar 8,76 pada dosis 1,5%, hipoklorit sebesar 9,76 pada dosis 1,5%, dan xilanase sebesar 10,32 pada dosis 1%.

**Gambar 5** merupakan pengujian bilangan Kappa dari sampel *stock* dengan menggunakan bahan pemutih pada suhu 70°C. Pemeriksaan bilangan Kappa dari sampel yang menggunakan bahan pemutih didapatkan yang paling optimal adalah natrium perkarbonat dengan nilai 6,23 pada dosis 2%. Sedangkan nilai paling optimal dari pembandingan bilangan Kappa yang terdapat bahan pemutih lainnya yaitu hidrogen peroksida sebesar 8,13 pada dosis 2%, hipoklorit sebesar 9,23 pada dosis 2%, dan xilanase sebesar 11,77 pada dosis 1%.

Pada **Gambar 6** dapat dilihat bilangan Kappa dari sampel *stock* dengan menggunakan bahan



**Gambar 5.** Pengaruh Dosis terhadap Bilangan Kappa pada Suhu 70°C (▲: Natrium perkarbonat, ■: Hidrogen peroksida, ◆: Hipoklorit, ●: Xilanase)

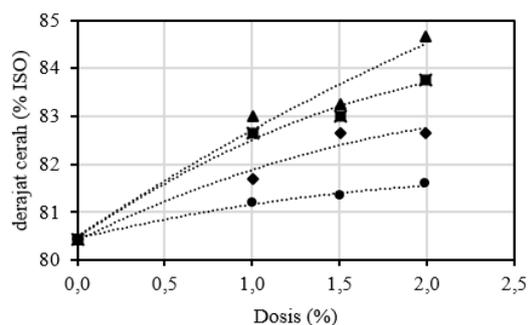


**Gambar 6.** Pengaruh Dosis terhadap Bilangan Kappa pada Suhu 90°C (▲: Natrium perkarbonat, ■: Hidrogen peroksida, ◆: Hipoklorit, ●: Xilanase)

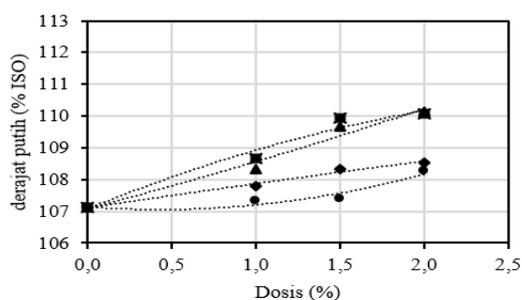
pemutih pada suhu 90°C. Pemeriksaan bilangan Kappa dari sampel yang menggunakan bahan pemutih didapatkan yang paling optimal adalah natrium perkarbonat dengan nilai 6,42 pada dosis 2% sedangkan nilai paling optimal dari pembanding bilangan Kappa yang terdapat bahan pemutih lainnya yaitu hidrogen peroksida sebesar 8,53 pada dosis 1,5%, hipoklorit sebesar 9,92 pada dosis 1,5%, dan xilanase sebesar 11,62 pada dosis 1%.

### Hasil Pengujian Sifat Optik

Pengujian yang dilakukan terhadap sifat optik ini memiliki nilai awal cukup tinggi seperti nilai derajat cerah yaitu sekitar 80,45% ISO. Akan tetapi, pembuatan kertas tulis cetak di setiap industri kertas yang menggunakan pulp dari *deinking* nilai tersebut terlalu rendah. Nilai derajat cerah *pulp deinking* yang ditarget rata-rata di atas 84% ISO, serta menyesuaikan dengan permintaan pelanggan.



**Gambar 7.** Nilai Derajat Cerah pada Suhu 50°C (▲ : Natrium perkarbonat, ■: Hidrogen peroksida, ◆: Hipoklorit, ●: Xilanase)

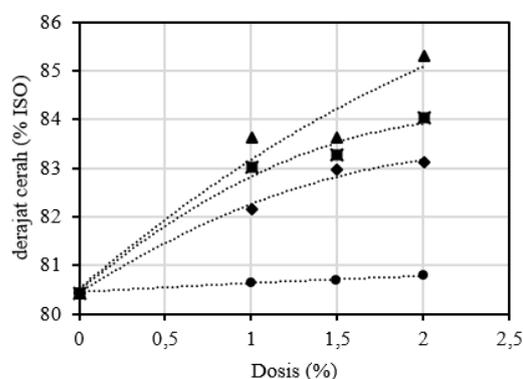


**Gambar 8.** Nilai Derajat Putih pada Suhu 50°C (▲ : Natrium perkarbonat, ■: Hidrogen peroksida, ◆: Hipoklorit, ●: Xilanase)

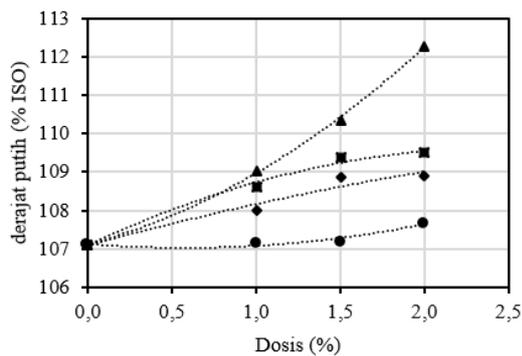
Pengujian terhadap nilai sifat optik berupa derajat cerah dan derajat putih yang disajikan pada **Gambar 7** sampai dengan **Gambar 12**. Nilai awal derajat cerah dan derajat putih sampel masing-masing 80,45% ISO dan 107,12% ISO.

Nilai derajat cerah yang optimal pada pemutihan dengan suhu 50°C (**Gambar 7**) adalah pada natrium perkarbonat dengan nilai 84,67% ISO dengan dosis 2%. Sedangkan nilai tertinggi untuk bahan pemutih yang lain yaitu hidrogen peroksida sebesar 83,77% ISO dengan dosis 2%, hipoklorit sebesar 82,67% ISO dengan dosis 2%, dan xilanase sebesar 81,57% ISO dengan dosis 2%. **Gambar 8** menunjukkan derajat putih pada proses pemutihan suhu 50°C yang optimal yaitu natrium perkarbonat sebesar 110,12% ISO dengan dosis 2%, hidrogen peroksida sebesar 110,04% ISO dengan dosis 2%, hipoklorit sebesar 108,54% ISO dengan dosis 2%, dan xilanase sebesar 107,23% ISO dengan dosis 2%. Sehingga penggunaan natrium perkarbonat lebih efektif dan dapat meningkatkan nilai derajat cerah dan derajat putih lebih tinggi dari bahan kimia pemutih yang lain.

Nilai derajat cerah yang optimal pada pemutihan dengan suhu 70°C adalah pada natrium perkarbonat dengan nilai 85,3% ISO dengan dosis 2% (**Gambar 9**). Sedangkan nilai tertinggi untuk bahan pemutih yang lain yaitu hidrogen peroksida sebesar 84,01% ISO dengan dosis 2%, hipoklorit sebesar 83,11% ISO dengan dosis 2%, dan xilanase sebesar 80,79% ISO dengan dosis 2%. **Gambar 10** menunjukkan derajat putih pada proses pemutihan suhu 70°C yang optimal yaitu natrium perkarbonat sebesar 112,27% ISO



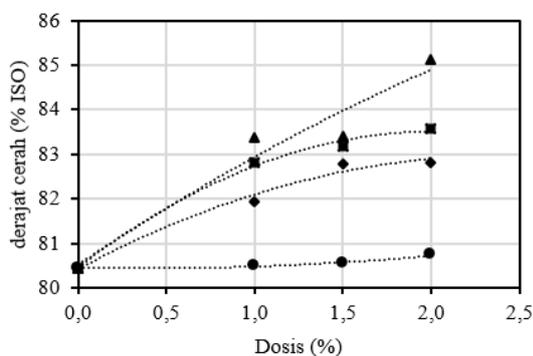
**Gambar 9.** Nilai Derajat Cerah pada Suhu 70°C (▲ : Natrium perkarbonat, ■: Hidrogen peroksida, ◆: Hipoklorit, ●: Xilanase)



**Gambar 10.** Nilai Derajat Putih pada Suhu 70°C (▲ : Natrium perkarbonat, ■ : Hidrogen peroksida, ◆ : Hipoklorit, ● : Xilanase)

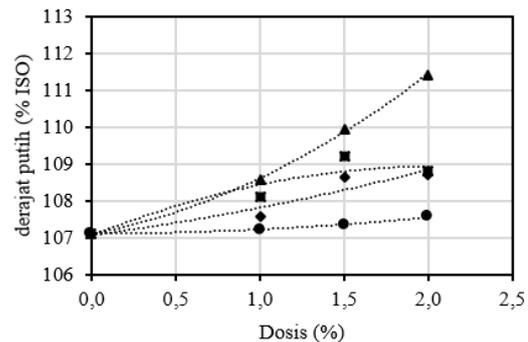
dengan dosis 2%, hidrogen peroksida sebesar 109,49% ISO dengan dosis 2%, hipoklorit sebesar 108,92% ISO dengan dosis 2%, dan xilanase sebesar 107,68% ISO dengan dosis 2%. Sehingga penggunaan natrium perkarbonat lebih efektif untuk meningkatkan nilai *brightness* (derajat cerah) dan *whiteness* (derajat putih) lebih tinggi dari bahan kimia pemutih yang lain.

Nilai derajat cerah yang optimal pada pemutihan dengan suhu 70°C adalah pada natrium perkarbonat dengan nilai 85,11% ISO dengan dosis 2% (**Gambar 11**). Sedangkan nilai tertinggi dari pembanding bahan pemutih yang lain yaitu hidrogen peroksida sebesar 83,56% ISO dengan dosis 2%, hipoklorit sebesar 82,83% ISO dengan dosis 2%, dan xilanase sebesar 80,73% ISO dengan dosis 2%. **Gambar 12** menunjukkan derajat putih pada proses pemutihan suhu 70°C



**Gambar 11.** Nilai Derajat Cerah pada Suhu 90°C (▲ : Natrium perkarbonat, ■ : Hidrogen peroksida, ◆ : Hipoklorit, ● : Xilanase)

yang optimal yaitu natrium perkarbonat sebesar 111,41% ISO dengan dosis 2%, hidrogen peroksida sebesar 109,23% ISO dengan dosis 1,5%, hipoklorit sebesar 108,72% ISO dengan dosis 2%, dan xilanase sebesar 107,56% ISO dengan dosis 2% sehingga penggunaan natrium perkarbonat lebih efektif untuk meningkatkan nilai derajat cerah dan derajat putih lebih tinggi dari bahan kimia pemutih yang lain.



**Gambar 12.** Nilai Derajat Putih pada Suhu 90°C (▲ : Natrium perkarbonat, ■ : Hidrogen peroksida, ◆ : Hipoklorit, ● : Xilanase)

### Kesimpulan

Bahan pemutih natrium perkarbonat, hidrogen peroksida, hipoklorit, dan xilanase mampu meningkatkan sifat optik kertas yaitu derajat cerah dan derajat putih. Nilai derajat cerah dan derajat putih terbaik diperoleh dengan menggunakan natrium perkarbonat dengan dosis 2% pada suhu 70°C dengan nilai derajat cerah yang didapat adalah 85,30% ISO dan nilai derajat putih adalah 112,27% ISO. Penambahan DTPA (*Diethylene Triamine Pentaacetic Acid*) dengan dosis 0,3% mampu menurunkan kadar logam yang terkandung dalam *stock*. Nilai rasio yang tertinggi dari sampel *stock* adalah  $Ca^{++}$  sebesar 20,60 ppm dan  $Mg^{++}$  sebesar 6,41 ppm. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa DTPA efektif digunakan sebagai penghilang kadar logam. Penggunaan bahan pemutih natrium perkarbonat, hidrogen peroksida, hipoklorit, dan xilanase mampu menurunkan kadar lignin atau bilangan Kappa. Bahan pemutih terbaik yang mampu menurunkan bilangan Kappa adalah natrium perkarbonat dengan nilai sebesar 6,23 dan pada nilai *blank* sebesar 15,06 dengan dosis 2% pada suhu 70°C.

## Daftar Pustaka

- Bahri, S. (2015) 'Pembuatan Pulp dari Batang Pisang', *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 4(2), p. 36. doi: 10.29103/jtku.v4i2.72.
- Bajpai, P. (2014) *Recycling and Deinking of Recovered Paper*, *Recycling and Deinking of Recovered Paper*. London: Elsevier Inc. doi: 10.1016/C2013-0-00556-7.
- Bajpai, P. (2018) 'Biobleaching', in *Biotechnology for Pulp and Paper Processing*. Singapore: Springer Singapore, pp. 159–213. doi: 10.1007/978-981-10-7853-8\_10.
- Emerson (2015) *pH Measurement in Deinking Mills (Secondary Fiber)*, *Application Note*. Available at: <https://www.pulpandpaperonline.com/doc/ph-measurement-in-deinking-mills-secondary-fiber-0001>.
- Greschik, T. (2008) 'Treatment of Pulp'. United States Patent Application.
- HERA (2002) *Human & Environmental Risk Assessment on ingredients of European household cleaning products: Sodium percarbonate (CAS No. 15630-89-4)*.
- Johnson, D. A. and Thompson, E. V. (1994) 'Fiber/Toner Detachment Studies: Repulping and Flotation of Laser Printed Paper, Part I', in *Pulping Conference Proceedings*.
- Jones, C. W. (1999) *Applications of Hydrogen Peroxide and Derivatives*. Cambridge: Royal Society of Chemistry (RSC Clean Technology Monographs). doi: 10.1039/9781847550132.
- Kopra, R., Lahdeniemi, A. and Dahl, O. (2019) 'Evaluating the lignin content in the fibreline of a birch kraft pulp mill with a TDS sensor', *Appita Journal*, 72(3), pp. 150–162.
- Liu, Y., Ge, S., Li, Y., Li, B. and Li, H. (2018) 'Oxalate formation during hydrogen peroxide-reinforced oxygen delignification', *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 58, pp. 45–50. doi: 10.1016/j.jiec.2017.09.005.
- Nakamata, K., Motoe, Y. and Ohi, H. (2004) 'Evaluation of chloroform formed in process of kraft pulp bleaching mill using chlorine dioxide', *Journal of Wood Science*, 50, pp. 242–247.
- Ponnusamy, V. K., Nguyen, D. D., Dharmaraja, J., Shobana, S., Banu, J. R., Saratale, R. G., Chang, S. W. and Kumar, G. (2019) 'A review on lignin structure, pretreatments, fermentation reactions and biorefinery potential', *Bioresource Technology*, 271, pp. 462–472. doi: 10.1016/j.biortech.2018.09.070.
- Rismijana, J., Elyani, N. and Cucu, C. (2006) 'Efektivitas Biodeinking pada Pengolahan Kertas Bekas Campuran', *Berita Selulosa*, 41(1), pp. 14–20.
- Sójka-Ledakowicz, J., Gajdzicki, B., Lewartowska, J. and Machnowski, W. (2000) 'Procesy enzymatyczne jako alternatywa dla tradycyjnych technologii wykończalniczych', *Przegląd Włókienniczy*, 5, pp. 28–31.
- Tutus, A. (2004) 'Bleaching of Rice Straw Pulps with Hydrogen Peroxide', *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 7(8), pp. 1327–1329. doi: 10.3923/pjbs.2004.1327.1329.

- Halaman ini sengaja dikosongkan -