

# PENGGUNAAN *BITTERN* SEBAGAI *RETENTION AGENT* PADA PEMBUATAN KERTAS KEMASAN

Penulis Mochamad nuryahya

Program studi teknologi pengolahan pulp dan kertas, Fakultas vokasi, Institut teknologi sains bandung  
kota deltamara

## ABSTRAK

Dalam pembuatan kertas diperlukan beberapa bahan tambahan selain dari bahan utama untuk menghasilkan kertas dengan kualitas sesuai yang diharapkan, Salah satunya yaitu bahan *retention agent*, yang berfungsi untuk menahan *filler* dan *fine* agar tertahan pada permukaan kertas pada proses pembentukan kertas. *Bittern* yang merupakan hasil samping dari industri garam yang mengandung mineral seperti *Magnesium* (Mg), *Natrium* (Na), *Kalium* (K), dan *Calcium* (Ca) yang mengandung ion-ion positif. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penggunaan *bittern* sebagai *retention agent* pada pembuatan kertas kemasan. Dimana data yang dikontrol adalah dosis *bittern* 8kg/T dan berfokus pada efektifitas *bittern* terhadap *filler*. Dan dari penelitian didapatkan hasil optimum *filler* 20% karena sesuai dengan standart kertas yang di inginkan, dari hasil pengukuran sifat fisik kertas.

Kata kunci : *Bittern*, *filler*, kemasan

## I. PENDAHULUAN

Kertas berdasarkan definisinya menurut Herbert Holik (2006) adalah lapisan tipis yang terdiri dari serat selulosa tanaman dan diperoleh dengan cara mengeluarkan air dari suspense serat dengan penyaringan. *Retention agent* merupakan bahan tambahan yang dapat mengikat *filler* agar tertahan atau teretensi pada kertas dan tidak terbawa *white water* saat bubur serat didistribusikan ke permukaan *wire*. *Retention agent* sendiri memiliki banyak variasi dan jenis baik bahan kimia atau organik, salah satu alternatif yang dapat digunakan sebagai *retention agent* yaitu *Bittern*, produk samping pembuatan garam yang berpotensi dapat dijadikan sebagai bahan alternatif.

*Bittern* merupakan suatu bahan organik produk samping pembuatan garam yang kuantitasnya sangat banyak karena di Indonesia

sendiri khususnya terdapat banyak sekali tambak garam dan kapasitas produksinya relative besar yaitu 2-2,7 juta ton/tahun. Hal ini dirasa menjadi sesuatu yang sangat potensial untuk digunakan dalam industri pulp kertas yang mana sebagai bahan koagulasi dalam hal ini sebagai bahan *retention*

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### Kertas Kemasan

Kertas adalah bahan yang tipis dan rata, yang dihasilkan dengan kompresi serat, ada berbagai macam jenis kertas yang beredar dipasaran, tidak hanya sebagai media tulis cetak, kertas memiliki banyak jenis dan berbagai macam fungsi, salah satunya adalah kertas kemasan.

Menurut kegunaannya kertas kemasan secara umum dibagi menjadi 3 jenis yaitu :

1. *Regular sizing*, kertas kemasan yang digunakan secara umum
2. *Hard sizing*, kertas kemasan yang dapat digunakan dalam kondisi dingin atau beku, dan dalam keadaan panas, kertas ini tahan terhadap kelembaban tinggi dan derajat panas yang cukup tinggi
3. *Grease resistance*, kertas kemasan yang dapat menahan penetrasi minyak

### Filler

Kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) atau Batu kapur ialah jenis bantuan sedimen yang mengandung senyawa karbonat. Pada umumnya batu kapur yang banyak terdapat adalah batu kapur yang mengandung kalsit. Batu kapur memiliki warna putih, putih kekuningan, abu-abu hingga hitam. Pembentukan warna ini tergantung dari campuran yang ada dalam batu kapur tersebut, misalnya : lampung, kwarts, oksida besi, mangan dan unsur organik. Batu kapur terbentuk dari sisa kerang di laut maupun dari proses presipitasi kimia. Berat jenis batu kapur berkisar 2,6 – 2,8  $\text{gr/cm}^3$ , dalam keadaan murni dengan bentuk kristal kalsit ( $\text{CaCO}_3$ ), sedangkan berat volumenya berkisar 172,6  $\text{gr/cm}^3$ . Jenis bantuan karbonat dapat dibagi menjadi 2 bagian utama yaitu batu kapur (limestone) dan dolomit (dolostone).

Bahan pengisi kalsium karbonat dalam industri kertas secara umum terbagi menjadi 2 yaitu :

1. GCC (*Ground Calcium Carbonat*)
2. PCC (*Precipitate Calcium Carbonat*)

Untuk pembuatan kertas tulis cetak dan kertas kemasan yang tidak terlalu memiliki tingkat kecerahan yang tinggi dan nilai komersil yang rendah, bahan pengisi yang digunakan berjenis GCC dengan harga yang relatif lebih murah dan nilai *brighness* yang tidak terlalu tinggi.

Industri kertas mengenal  $\text{CaCO}_3$  sebagai bahan pengisi (*filler*) dalam proses pembuatan

kertas bertujuan untuk mengurangi biaya produksi dan memperoleh sifat kertas yang diperlukan. Namun, penggunaan filler ini juga memberikan pengaruh negatif, yaitu dapat menurunkan kekuatan kertas dan menurunkan efektivitas penggunaan sizing (Gill, 2005). Ukuran *filler* yang relatif lebih kecil dari pada serat, kualitas *filler* mempengaruhi sifat kertas seperti kecerahan kertas.

### Retention Agent

*Retention agent* merupakan suatu bahan kimia yang digunakan untuk menahan bahan – bahan yang berukuran kecil yang memungkinkan lolos dari wire dan terbawa oleh *white water* (WW) seperti serat, filler, fine, dan bahan kimia lainnya.

Penggunaan *retention agent* sangat penting dalam pembuatan kertas, *retention agent* yang tidak efektif mengakibatkan banyak komponen yang terbuang dan mempengaruhi sifat kertas terutama berat dasar kertas. Apabila berat dasar tidak sesuai dengan standart maka kertas tidak dapat digunakan sesuai kegunaannya (*out of spect*), selain itu penggunaannya mempengaruhi *drainase*, yang mempengaruhi distribusi serat dan kadar air pada proses pembentukan kertas.

Bahan retensi dapat diklasifikasikan menjadi 3 yaitu :

1. *Inorganic retention*, merupakan bahan retensi yang berasal dari senyawa turunan yang bukan karbon, contoh : *aluminium sulfat*, dan *polyaluminium chloride*
2. *Natural polymer*, merupakan bahan retensi yang sering dimodifikasi dan diberi muatan, contoh : *starch*, asam silika, dan *bentonite* (*montmorillonite clay*)
3. *Synthetic polymers*, merupakan bahan retensi yang terbuat dari hasil rekayasa atau buatan manusia (sintesis), contoh : *polyacrylamide*

Retention agent juga mempengaruhi beberapa hal pada proses pembuatan kertas, menurut Robert (1996) ada beberapa faktor yaitu :

1. Meningkatkan kecepatan mesin
2. Meningkatkan penggunaan bahan pengisi
3. Meningkatkan penggunaan kertas daur ulang

*Retention agent* dapat digunakan secara tunggal maupun menggunakan kombinasi antara *cationic*, *anionic*, dan *netral retention agent* maupun dari jenis bahan retensi yang berbeda, hal ini menyesuaikan kondisi dan kebutuhan kertas yang akan dibuat, namun harus memperhatikan agar tidak terjadi dosis yang berlebih,

Permasalahan yang terjadi apabila dosis bahan retensi yang berlebih yaitu buburan kertas akan mengalami flokulasi sehingga distribusi serat tidak merata dan menimbulkan dampak pada sifat fisik kertas seperti penurunan kekuatan kertas dan formasi yang tidak baik (tidak merata).

Menurut Knut E (2001), akan timbul permasalahan juga apabila retensi pada wire terlalu rendah seperti :

1. *Two-sidedness*, merupakan perbedaan antara 2 permukaan kertas, seperti *brightness*, *roughness*, *surface strength*, *dusting*, dan *sizing*.
2. Kemampuan mengikat bahan kimia tambahan yang rendah, dari hal ini akan timbul dampak seperti :
  - a. Sulit mencapai karakteristik kertas yang diinginkan
  - b. Munculnya deposit
  - c. Munculnya *spots* atau *deffect* pada kertas
  - d. Penggunaan bahan kimia yang lebih banyak
3. Permasalahan *runability*

Menurut Knut E (2001), pada dasarnya cara kerja bahan retensi dibagi menjadi 3 yaitu :

1. Menetralkan Muatan pada permukaan kertas, yaitu menambahkan muatan positif sebanyak muatan negatif atau sebaliknya sehingga muatan sistem menjadi nol, sehingga gaya tolak menolak akan hilang dan material dapat berikatan dengan baik.
2. Menutup permukaan partikel dengan muatan yang berbeda, ketika pada suatu bahan atau buburan kertas memiliki muatan negatif maka akan tertutup dengan bahan retensi yang bermuatan positif, idealnya semakin tinggi massa jenis muatan dan rantai molekul yang rapat dan panjang maka semakin baik.
3. Menyambungkan permukaan antarpartikel, yaitu dengan cara menetralkan sebagian muatan dan menghubungkan partikel dalam buburan kertas.

### **Koagulan**

Proses koagulasi, yaitu mengumpulkan atau menggumpalkan bahan yang berukuran kecil menjadi ukuran yang lebih besar. Menurut winarno (2006), Koagulasi berawal dari perlakuan fisik yang dapat mengakibatkan pemutusan ikatan hidrogen yang menopang struktur sekunder dan tersier suatu protein, hal ini mengakibatkan sisi hidrofobik dari gugus samping polypeptida akan terbuka. Sehingga protein mengendap dan menggumpal akibat kelarutan protein yang semakin menurun.

Jenis-jenis koagulan antara lain :

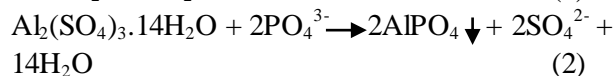
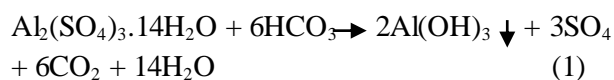
#### 1. *Lime coagulation*

Merupakan koagulan yang berdasar dari kapur, mempunyai tingkat alkalinitas tinggi dan mengandung kalsium, magnesium, dan oksigen. Koagulan jenis ini selain sebagai koagulan juga dapat digunakan sebagai bahan alkalinitas dan penyesuaian pH yaitu antara 9-10. Mekanisme prosesnya yaitu mulai dari kapur dilarutkan dalam air sehingga membentuk larutan kapur, dan larutan

kapur dicampurkan pada media yang di koagulasikan

#### 2. Alum coagulation

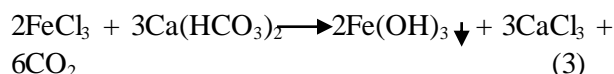
Merupakan koagulan berjenis aluminium sulfat ( $Al_2(SO_4)_3 \cdot 14H_2O$ ) termasuk kedalam asam kuat namun tidak bersifat korosif, dan membentuk flok berwarna putih, pada pH 6,5 – 7,5. Dengan reaksi :



Umunya digunakan sebagai perubah netralisasi dan koagulasi besar, mekanisme prosesnya yaitu ketika alum dicampurkan kedalam media akan terjadi reaksi mengikat unsur karbonat dan unsur pospor.

#### 3. Ferric chloride coagulation

Merupakan koagulan berjenis  $FeCl_3$  yang mempunyai sifat keasaman tinggi, bersifat korosif, dan membentuk flok berwarna merah. Optimum pada kondisi Ph antara 5-8, digunakan sebagai perubahan netralisasi dan koagulasi besar, reaksi yang berlangsung :



Mekanisme prosesnya sama halnya dengan alum yaitu dengan mengikat unsur pospor dan unsur karbonat, namun memiliki ukuran flok yang lebih besar.

#### 4. Polymer coagulation

Merupakan jenis koagulan yang memiliki rantai panjang dan optimum pada pH 5-9, jenis koagulan ini dibuat dengan sintesis monomer menjadi polimer rantai panjang yang dapat mengikat padatan menjadi flok-flok.

### **Bittern**

*Bittern* merupakan cairan pekat diperoleh dari sisa kristalisasi garam (Nadia dkk, 2015).. *Bittern* merupakan bahan yang membantu proses koagulasi bahan makanan berbasis koagulasi, di

jebang biasa disebut *nigari* yang berarti pahit (Curtis, 2013). Jumlah produksi *bittern* sangat besar yaitu 1,9 m<sup>3</sup> per ton garam.

*Bittern* tersusun atas magnesium klorida sebesar 92,3 % dan bahan residu laut lainnya meliputi magnesium sulfat sebesar 3,8%, sodium klorida sebesar 1,7% dan kalsium sulfat sebesar 1 % (Hui, 2012). Beberapa mineral yang mempunyai konsentrasi tinggi pada *bittern* antara lain magnesium (Mg), natrium (Na), Kalium (K), dan kalsium (Ca), unsur mineral inilah yang berfungsi sebagai koagulan (Lewis, 2001).

*Bittern* mempunyai pH berkisar 6-8, memiliki warna kuning kecoklatan, merupakan larutan yang mempunyai nilai alkali yang tinggi karena kandungan mineral-mineral didalamnya, dalam beberapa industri *bittern* sering kali digunakan sebagai koagulan seperti industri makanan dan sintesis magnesium klorida.

Kandungan  $MgCl_2$ ,  $CaCl_2$  dan mineral lainnya\ berperan aktif pada proses koagulasi, seperti pada proses sitiesis presipitasi kalsium karbonat penambahan senyawa tersebut berpengaruh pada fasa, morfologi dan ukuran kristal produk, dan ion  $Mg^{2+}$  yang berinteraksi dengan struktur kristal kalsit akan menyebabkan perpanjangan pada struktur tersebut ( Apriliani NF, 2012). Selain itu *bittern* juga dapat berkerja dengan prinsip *salting out* (Scopes, 2013).

### **III. METODELOGI PENELITIAN**

Metode pengumpulan data yang digunakan adalah dengan melakukan percobaan di Laboratorium kertas dan melakukan observasi. dengan membuat beberapa *handsheet*. Sebelum membuat *handsheet* dilakukan uji pada bubur kertas kemudian dilanjutkan dengan pembuatan *handsheet* dari berbagai variasi komposisi, *Handsheets* yang telah dibuat kemudian diuji sifat yang terdiri dari beberapa parameter pengujian sesuai tabel 1. Kemudian dilakukan analisis untuk membandingkan hasil pengujian sampel *blank* dan penggunaan *retention agent* yang umum

digunakan yaitu *cationic polyacrylamide (CPAM)*. Adapun bahan baku yang digunakan adalah Pulp *LBKP (Leaf Bleached Kraft Pulp)*, *Deinking pulp*, *Filler*, *Cationic starch*, *Bittern*

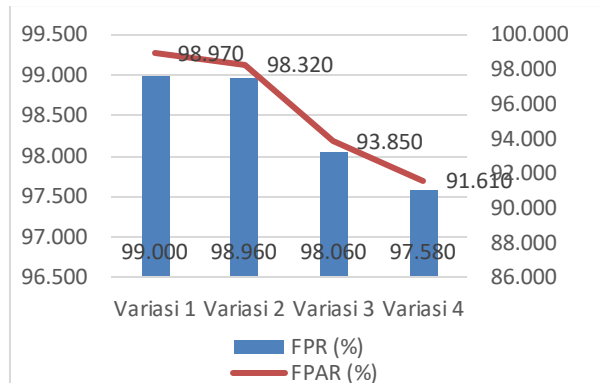
Varisai pada percobaan ini antara lain :

Variasi	Variabel Bebas	Variabel Terkontrol	Variabel Terikat
Variasi I	- Dosis Filler 18%	- Dosis <i>Bittern</i> 8kg/T - Dosis starch 7,5 kg/T - Bahan baku	- <i>Wet end properties</i> ( <i>FPR, FPAR, Drainasse, Charge</i> ) - <i>Dry end Properties</i> ( <i>Gramature, thickness, strength, ash content, porosity, formasi</i> )
Variasi II	- Dosis Filler 20%		
Variasi III	- Dosis Filler 22%		
Variasi IV	- Dosis Filler 24%		

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari percobaan yang telah dilakukan diperoleh hasil antara lain :

##### FPR dan FPAR



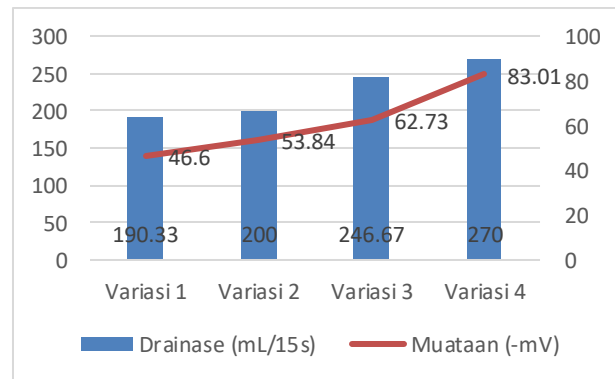
Grafik 1 FPR dan FPAR

Nilai FPR menunjukkan efisiensi jumlah padatan tertahan pada permukaan kertas, dari variasi 1 sampai 4 mengalami

penurunan hal ini terjadi karena jumlah semakin banyak padatan yang lolos dan terbawa oleh WW yaitu dari variasi 1 99% menjadi 97.58% pada variasi 4. *Filler* yang tertahan juga semakin berkurang prosentase tiap variasinya dari masing-masing dosis yang ditambahkan yaitu 18%, 20%, 22%, dan 22% sedangkan *retention agent* atau *bittern* yang ditambahkan tetap, sehingga tidak dapat menahan dengan sempurna partikel-partikel kecil yang ada dalam buburan kertas hal ini FPAR juga mengalami penurunan dari variasi 1 98.97 % ke variasi 4 91.61 % , nilai ini menyatakan prosentase jumlah *filler* yang tertahan dari masing-masing variasi.

Nilai FPR dan FPAR sangat tinggi, namun jika dilakukan perhitungan terhadap nilai gramature maka akan mendapatkan kesesuaian antara berat kering kertas dan berat banyaknya fiber dan *filler* yang hilang.

##### Drainase dan Muatan



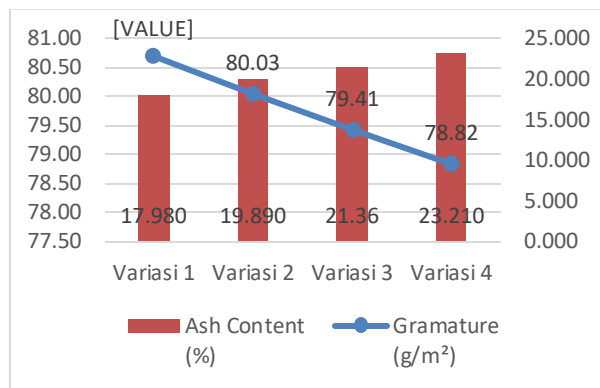
Grafik 2 Drainase dan Muatan

Nilai *drainase* menyatakan banyaknya air yang keluar tiap satuan waktu, semakin banyak air yang keluar maka semakin cepat kertas akan terbentuk karena pada proses pembentukan lembaran kertas jumlah air sangat banyak sekitar 99% yang harus dibuang dari proses. Dapat dilihat pada variasi 1 nilai *drainase* sebesar 190.33 mL/15s ini menunjukkan selama 15 detik sebanyak 190.33 mL air yang terbuang, kemudian nilai ini berangsur-angsur naik dari variasi 2 dan 3

yaitu 200 mL/15s dan 246.67 mL/15s sampai ke variasi 4 yaitu 270 mL/15s.

Nilai drainase ini sangat berpengaruh pada proses pembuatan kertas selain dari sifat kertas yang dihasilkan nanti juga berpengaruh terhadap partikel yang tertahan, semakin banyak air yang turun sangat cepat di khawairkan banyak zat atau partikel penting lain yang berpotensi terbawa *WW* dalam percobaan seperti *fine* dan *filler* karena kedua bahan ini ukurannya lebih kecil dari pada *wire* dan apabila tidak tertahan dengan baik oleh *retention agent* dalam hal ini *bittern*, maka permukaan pori-pori kertas tidak tertutup, ditinjau dari nilai muatan buburan kertas menunjukkan elektron potensial yang semakin menurun, sejatinya bubur kertas bermuatan negatif dan bahan perentensi bersifat positif semakin kearah negatif menunjukkan kurangnya ikatan antar partikel dalam buburan kertas seperti pada variasi 1 yaitu -46,6 mV terus menurun sampai variasi 4 -83.01 mV, sehingga dapat dilihat semakin tidak adanya ikatan dalam stock sejalan dengan nilai drainase yang semakin tinggi.

### Gramature dan Ash Content



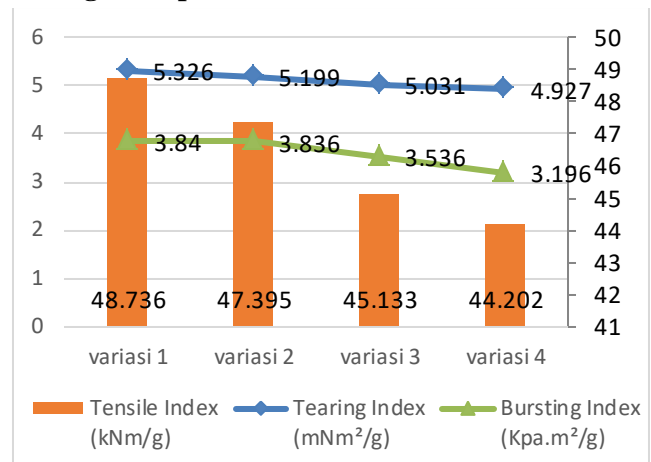
Grafik 3 Gramature dan Ash Content

Data yang di peroleh nilai gramature semuanya masih dalam range toleransi target yaitu 80GSM  $\pm 2$ , namun cenderung mengalami penurunan dari variasi 1 80.72 GSM sampai variasi 4 78.82 GSM hal ini dikarenakan jumlah *filler* yang tertahan pada stock semakin sedikit jumlahnya, dapat dilihat juga dari ratio kadar abu terhadap jumlah *filler*

Data tersebut dapat dilihat bahwa semakin bertambahnya jumlah *filler* setiap variasi dengan dosis *bittern* yang sama maka ratio *filler* yang terbangun semakin banyak dilihat dari nilai  $\Delta$  Ash yang menunjukkan presentase dari *filler* yang terbangun yang mana pada variasi 4 merupakan nilai tertinggi yaitu 0,790 % *filler* yang hilang, tentu saja nilai ini mempengaruhi nilai gramatur dan sifat

fisik kertas lainnya, dilihat dari parameter kadar abu variasi 1, 2 dan 3 cenderung menunjukkan kestabilan sedangkan variasi 4 menunjukkan nilai yang masih dalam standart namun nilainya sangat minim sehingga kemungkinan kesalahan *gramature* tidak tercapai sangat besar, karena *gramature* merupakan faktor awal dan utama untuk menentukan kualitas dan parameter jenis kertas yang dibuat.

### Strength Properties



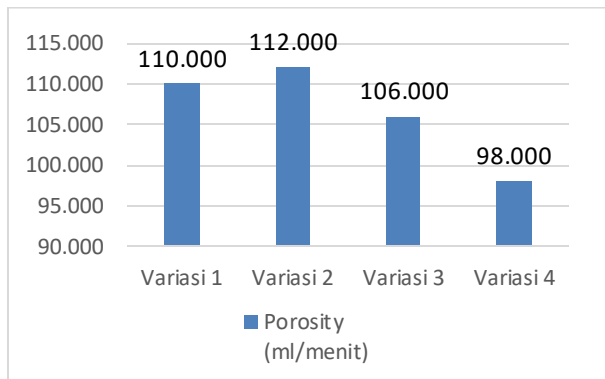
Grafik 4 Strength Properties

Nilai strength properties meliputi tensile, tearing, dan brusting dalam index mengalami penurunan, masing-masing dari tensile index 48.736 kNm/g , tearing index 5,326 mNm<sup>2</sup>/g dan brusting index 3.840 kpa.m<sup>2</sup>/g pada variasi 1 dan berangsur turun sampai variasi V yaitu tensile index 44.202 kNm/g , tearing index 4,927 mNm<sup>2</sup>/g dan brusting index 3.196 kpa.m<sup>2</sup>/g, hal ini sesuai dengan jumlah *filler* yang tertahan semakin banyak sehingga menurunkan kekuatan kertas dan

juga faktor pembanding index yaitu gramatur, sehingga diperoleh nilai index semakin menurun,

Ratio penggunaan filler dan serat yang menjadi faktor yang mempengaruhi kekuatan kertas, semakin banyak jumlah serat yang dipakai maka kekuatan kertas akan meningkat (freness, jenis serat sama) seperti variasi 1 prosetase penggunaan serat lebih banyak yaitu 82% sedangkan variasi 2,3, dan 4 berturut-turut 80%,78%, dan 76%. Faktor lain yang membuat penuruna *stregh properties* adalah perbedaan nilai gramatur, semakin kecil nilai gramatur dengan komposisi kertas yang sama maka semakin rendah pula kekuatan kertanya.

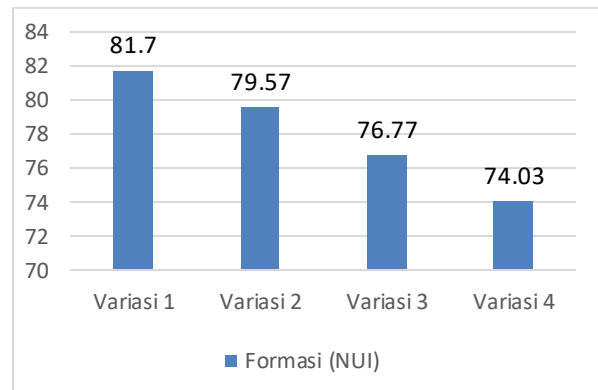
### Porositas



Grafik 5 Porositas

Nilai dari porosity semakin turun dari variasi 1 yaitu 110,4 ml/menit menjadi variasi 4 yaitu 98 ml/menit, hal ini karena semakin banyak jumlah filler yang dipakai tiap percobaan semakin banyak tiap percobaannya sehingga filler yang tertahan maka akan menutupi pori-pori kertas sehingga membuat nilai porositas turun. Pada variasi 1 ke variasi 2 sempat mengalami kenaikan hal ini dapat terjadi apabila jumlah filler yang dipakai relative sedikit sedangkan ratio filler yang tertahan turun. Pada variasi 3 dan 4 cenderung Kembali mengalami penurunan karena jumlah filler yang dipakai lebih banyak.

### Formasi Kertas



Grafik 6 Formasi Kertas

Nilai formasi kertas pada variasi 1 yaitu 81,7 kemudian berangsur turun pada variasi 2, 3, dan 4 yaitu 79.57, 76.77 dan 74.03 nilai formasi semakin kecil menandakan sifat distribusi serat yang semakin buruk sehingga pada nilai formasi pada variasi 1 ialah yang paling baik, hal ini karena nilai formasi yang lebih besar akan tetapi nilai formasi yang tinggi akan mempengaruhi nilai drainase yang semakin kecil karena kondisi persebaran serat yang rata.

Pengaruh penggunaan retention selain menahan jumlah filler juga menahan fines, pada variasi 1 jumlah fines juga tertahan lenih banyak daripada variasi lainnya dapat dilihat dari nilai FPR dan FPAR (grafik 2) karena jumlah fines mempengaruhi nilai formasi yaitu semakin banyak fines yang tertahan makan formasi akan lebih baik (NUI rendah).

## V. KESIMPULAN

Dari percobaan penggunaan bittern sebagai *retention agent* yang telah dilakukan diperoleh beberapa kesimpulan antara lain :

1. *Bittern* dapat dijadikan sebagai retention agent berjenis koagulan garam yang dapat diaplikasikan pada pembuatan kertas.
2. *Bittern* efektif pada dosis tinggi yaitu 6-8 kg/T.
3. Penggunaan *bittern* pada percobaan ini optimum pada dosis 8kg/T dan *filler* 20%, hal

ini dilihat dari properti kertas dan juga ratio penggunaan *filler* dan serat.

4. Semakin banyak jumlah *filler* maka akan mengurangi biaya produksi, namun semakin banyak penggunaan *filler* dapat menurunkan kualitas kertas salah satunya kekuatan kertas, sehingga 20%-22% *filler* pada percobaan ini merupakan dosis optimum penggunaan *filler*.
5. Penggunaan *bittern* pada kertas kemasan dapat dimaksimalkan karena *bittern* aman untuk makanan dan tidak berbahaya bagi kesehatan manusia.

#### DAFTAR PUSTAKA

Holik, Herbert. (2006). *Handbook of Paper and Board*. Germany: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co.KGaA.

Robert, James C. (1996). *The Chemistry for Paper*. Cambridge: The Royal Society of Chemistry.

Smook, Garry A. (2002). *Handbook for Pulp and Paper Technologists (Third Edition)*. Vencouver: Angus Wilde Publication Inc.

Smook, Garry A. (1990). *Handbook for Pulp and Paper Technology*. Bellingham: Angus Wilde Publications.

Apriliani, NF. Dkk (2012), *Pengaruh Penambahan Larutan  $MgCl_2$  Pada Sintesis PCC Berbahan Dasar Batu Kapur dengan Metode Karbonasi*. ITS : Surabaya

Hapsari, Nur. (2008), *Pengambilan Mineral Elektrolit Dari Limbah Garam (Bittern) Untuk Suplemen Mineral Ionic Pada Air Minum*. UPN Veteran: Jawa Timur.

Hubbe, Martin A. & Gill, Robert A. (2016), *Filler for Papermaking A Review of their Properties, Usage Practices, and Their Mechanistic Role*. Bioresources.com

Hubbe, Martin A. (2009), *Retention Aid Polymer Interactions With Cellulosic Surfaces and Suspensions*. Bioresources.com

Nugraha, Krisna A. dkk (-), *Pemanfaatan Bittern Sebagai Koagulan Alternatif Pengolahan Limbah Tepung Ikan*. UPN Veteran : Jawa timur

Rostika, Ike. (2017), *Peningkatan Mutu Bahan Pengisi Kertas Ground Calcium Carbonate Melalui Modifikasi Dengan Tamarind Kernel Powder*. Balai Besar Pulp dan Kertas: Bandung

Springer, Allan M. (1987). *Fundamental Strategy For Control of Retention and Drainage on A Modern Paper Machine*. Atlanta : Technical Association of the Pulp and Paper Industry.

Sutiyono. (2006), *Pemanfaatan Bittern Sebagai Koagulan Pada Limbah Cair Industri Kertas*. UPN Veteran: Jawa Timur

Wildayati, Zainul R. (-), *Magnesium Klorida : Karakteristik dan Dinamika Molekuler Pada  $MgCl_2$* . Universitas Negeri Padang : Padang