

PATI TERMODIFIKASI ENZIM SEBAGAI ADITIF PROSES PEMBUATAN KERTAS

Jenni Rismijana*, Nina Elyani, Sari Farah Dina,

* Peneliti Kelompok Kertas, Balai Besar Pulp dan Kertas

ENZYME MODIFIED STARCH FOR PAPERMAKING ADDITIVE

Abstract

Modified starch is got by reaction of tapioca starch and local α -amylase enzyme, for 20 minutes at $65^{\circ}\text{C} - 80^{\circ}\text{C}$ temperature. α -amylase enzyme is varied 0,04 % - 0,1 % based on dry weight tapioca. The next step, the best enzyme modified-starch is applied into the acid and alkaline papermaking as additive along with tapioca starch and cationic starch as references.

The results showed the optimum condition is achieved at 0,04 % enzyme and 70°C temperature. The addition of 1 % modified starch to alkaline process increase tearing strength more than the references. At the same time the FPR value and tensile strength higher than tapioca starch but lower than cationic starch. The other properties such as drainage aid and water penetration is better in alkaline process, but optical properties better in conventional process.

Key words : Paper additive, enzyme, modified starch, papermaking.

Intisari

Pati modifikasi diperoleh dengan mereaksikan pati tapioka dan enzim lokal α -amilase selama 20 menit pada variasi temperatur $65^{\circ}\text{C} - 80^{\circ}\text{C}$. Variasi penambahan enzim 0,04 % - 0,1 % terhadap berat kering tapioka. Selanjutnya pati enzim yang diperoleh pada kondisi optimum diaplikasikan sebagai aditif pada proses pembuatan kertas secara asam dan alkali dengan pembandingan pati tapioka dan pati kationik.

Hasil percobaan modifikasi pati diperoleh pati enzim yang optimum pada kondisi enzim 0,04 % dan temperatur 70°C . Hasil aplikasi menunjukkan bahwa penambahan 1 % pati modifikasi pada proses alkali mampu meningkatkan ketahanan sobek melebihi ke dua pembandingan tersebut. Sementara itu nilai retensi awal (FPR) dan ketahanan tariknya lebih tinggi dari pati tapioka tetapi lebih rendah dari pati kationik. Sifat-sifat lainnya seperti laju drainase dan penetrasi cairan (Cobb₆₀) lebih baik pada proses alkali, sedangkan sifat optiknya lebih baik pada proses asam.

Kata kunci : Aditif kertas, enzim, pati modifikasi, pembuatan kertas.

Pendahuluan

Pati telah lama dipakai sebagai bahan penolong dalam proses pembuatan kertas. Penambahan pati ke dalam stok kertas selain bertujuan untuk meningkatkan kekuatan kering kertas juga untuk meretensi bahan-bahan seperti serat dan bahan kimia. Peningkatan retensi serat dan bahan kimia terutama pada saat proses pembentukan lembaran di atas *wire* sangat diperlukan, karena retensi bahan yang tinggi

dapat menurunkan beban pencemaran ke lingkungan, menekan biaya pengolahan air buangan pabrik, serta menghemat biaya pengadaan serat dan bahan kimia.

Berbagai sistem retensi yang digunakan umumnya berbasis polimer, mulai sistem polimer tunggal, sistem polimer ganda sampai pengembangan sistem campuran polimer dengan mikro partikel, agar keseimbangan antara retensi, drainase dan formasi lembaran yang dihasilkan terjaga. Salah satu jenis polimer alam yang banyak

digunakan dan banyak dijumpai adalah pati, berasal dari umbi-umbian seperti tapioka dan kentang. Penambahan pati dalam proses pembuatan kertas selain sebagai peretensi juga dapat berfungsi sebagai bahan penguat kertas. Untuk meningkatkan kinerja polimer alam ini dalam meretensi bahan perlu dilakukan modifikasi terhadap pati.

Modifikasi pati dapat dilakukan dengan berbagai cara antara lain secara fisika atau secara kimia. Salah satu cara modifikasi secara kimia adalah konversi dengan enzim. Cara konversi dengan enzim untuk modifikasi pati dengan viskositas yang rendah dapat dilakukan sendiri di pabrik kertas. Keuntungannya biaya bahan baku dan proses yang digunakan cukup rendah, khususnya kondisi dapat disesuaikan dengan kondisi pabrik, dan prosesnya relatif mudah dilaksanakan dengan bantuan peralatan yang dapat dikendalikan. Modifikasi pati dengan enzim telah banyak dilakukan oleh produsen kertas di beberapa negara, termasuk di Indonesia khususnya untuk surface sizing dan binder dalam proses coating.

Tinjauan Pustaka

Pati

Pati merupakan polimer alam yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan mulai dari bahan pangan sampai bahan industri. Pati sebagai butiran yang terdiri dari unit polimer glukosa, mempunyai persamaan dan perbedaan dengan selulosa. Unit glukosa pada selulosa berikatan 1-4 yang menghasilkan struktur yang kuat untuk membentuk ikatan yang baik. Pada pati, unit glukosa berikatan pada 1-4 sehingga struktur molekulnya lebih fleksibel^(1,2).

Pati berasal dari jagung, kentang, tapioka, gandum, padi dan lain-lain. Karakteristik fisik pati berupa butiran putih. Dispersinya dalam air dapat dipisahkan ke dalam dua fraksi dengan menambahkan pelarut polar atau alkohol, sehingga menghasilkan fraksi kecil yang kompleks dan tidak larut yang disebut amilosa dengan rantai lurus, dan fraksi besar yang dapat larut disebut amilopektin dengan rantai bercabang⁽³⁾.

Jumlah kandungan amilosa dan amilopektin dalam pati bervariasi tergantung jenis tanaman

yang menghasilkan pati tersebut. Pati yang berasal dari tanaman kentang, jagung dan gandum mempunyai kandungan amilosa yang lebih besar (25%) dari pada pati yang berasal dari tanaman padi dan tapioka (17%)⁽⁴⁾. Semakin tinggi kandungan amilosa dalam pati maka kelarutan pati semakin rendah, dan ketika diaplikasikan ke dalam kertas dapat memberikan efek pendispersian yang kurang baik.

Pati mempunyai sifat dapat larut dalam pelarut polar dan cenderung membentuk ikatan hidrogen. Terbentuknya ikatan hidrogen ini karena adanya gugus hidroksil yang terdapat pada pati dan serat saling tarik menarik sehingga membantu pembentukan ikatan serat-pati-serat. Ikatan hidrogen yang terbentuk sangat dipengaruhi oleh kandungan amilopektin dalam pati. Ikatan hidrogen yang berasal dari amilopektin mempunyai kekuatan lebih tinggi dibandingkan yang berasal dari amilosa. Selain itu jumlah ikatan serat-pati-serat dipengaruhi oleh baik tidaknya pati didispersikan. Makin baik pendispersiannya makin banyak pula jumlah ikatan yang terbentuk. Salah satu parameter yang digunakan untuk mengontrol tingkat pendispersian ini adalah dengan mengendalikan viskositas pati⁽³⁾. Untuk itu modifikasi terhadap pati alam perlu dilakukan.

Pati Modifikasi Sebagai Aditif Kertas

Pati telah digunakan sebagai bahan penolong pada proses pembuatan kertas baik secara asam maupun secara alkali. Penambahan pati ke dalam stok kertas selain bertujuan untuk meningkatkan kekuatan kering kertas, juga untuk meretensi bahan-bahan seperti serat dan bahan kimia kertas⁽⁴⁾. Efektifitas pati sebagai aditif akan meningkat dengan meningkatnya dispersi. Pada pati alam, tingkat dispersi ini sulit dicapai karena dipengaruhi oleh kadar amilosa dalam pati tersebut. Oleh karena itu biasanya dilakukan modifikasi terhadap pati secara kimia melalui beberapa cara diantaranya oksidasi, kationisasi dan enzimisasi. Pati hasil oksidasi dan pati enzim umumnya digunakan pada size pres dan formula coating pigmen, sedangkan pati kationik sebagai bahan penguat kering dan peretensi⁽²⁾. Pada modifikasi pati dengan enzim, enzim yang ditambahkan pada prinsipnya bertindak sebagai biokatalis yang mempercepat terjadinya suatu reaksi. -amilase merupakan suatu enzim yang mencairkan dan

mendekstrinasi pati alam dengan tingkat sakarifikasi minimal. -amilase dapat diperoleh dari sejenis tumbuhan atau biji-bijian untuk membuat bir (*barley atau malt*), dari sejenis jamur, dari pankreas binatang atau dari bakteri. -amilase bakteri yang berasal dari strain selektif *Bacillus subtilis* memiliki derajat kestabilan lebih besar pada temperatur di atas 70 °C dibanding -amilase lainnya. Enzim ini umumnya cocok untuk pati dengan suhu gelatinisasi lebih tinggi. dan pH optimum ini berkisar antara 6,6 – 7,0. Enzim bakteri akan memiliki kestabilan terhadap panas pada nilai pH yang lebih tinggi, sehingga perlu diperhatikan sisa enzim yang sudah dinonaktifkan setelah konversi yang diinginkan tercapai. Tingkat aktivitas suatu enzim sangat ditentukan oleh kemurnian dari enzim itu sendiri dan juga umur serta kondisi penyimpanan. Enzim dapat disimpan pada suhu kamar sampai batas waktu tertentu untuk mencegah terjadinya perubahan pada enzim tersebut ⁽⁵⁾.

Pada saat enzimisasi terhadap pati dilakukan, terjadi dua tahap perubahan. Pertama, tahap pencairan dengan enzim dimana mekanisme kerjanya mirip dengan pemberian gaya geser mekanis yang kuat pada suatu pati yang berbentuk pasta. Granul-granul pati yang telah mengembang ini kemudian diputus. Pada tahap kedua, terbentuk produk hasil pemutusan yang besar dan rantai amilosa diputus secara acak menjadi bagian kecil-kecil dengan berat molekul yang tinggi. Meyer ⁽⁶⁾ menyatakan bahwa pada konsentrasi -amilase yang sedang, laju reaksi berkurang karena terbentuknya gabungan kristal-kristal yang berukuran submikroskopis yang tahan terhadap serangan enzim. Selanjutnya afinitas enzim akan berkurang sejalan dengan berkurangnya berat molekul. Pada amilopektin, -amilase tidak menyerang titik-titik percabangannya tetapi menyerang pada cabang-cabangnya.

Besarnya derajat konversi yang diinginkan dapat dideteksi melalui uji viskositas, uji penurunan kadar gula menggunakan larutan Fehling atau dengan uji pewarnaan dengan Iodium dalam KI. Straton ⁽⁶⁾ menyatakan pemberian Iodium akan menghasilkan warna merah ungu atau coklat sebagai indikator terbentuknya dextrin. Bila terjadi penurunan terhadap viskositas pati hasil

enzimisasi akan berdampak terhadap efek pendispersian yang lebih baik, sehingga memberikan luas kontak yang lebih efektif terhadap serat dan bahan lain yang ditambahkan pada pembuatan kertas.

Viskositas larutan pati dapat diatur sesuai yang diinginkan, tetapi pati hasil enzimisasi masih memiliki kelemahan pada sifat meretensi yang belum maksimal. Hal ini dikarenakan molekul pati dan serat sama-sama memiliki muatan negatif sehingga terjadi gaya tolak-menolak muatan. Untuk mengatasi hal tersebut, maka dikembangkan pati kationik yang bermuatan positif sehingga dengan serat akan memberikan reaksi tarik-menarik. Pati kationik yang secara komersial dijumpai di pasaran diperoleh sebagai hasil kationisasi antara pati dengan pereaksi yang mempunyai fungsi *cation amine* seperti garam *quaternary ammonium* atau *tertiary amine* yang digunakan sebagai grup kationik yang dapat mengikat serat.

Bahan Dan Metoda

Bahan

Bahan baku yang digunakan meliputi NBKP (*Needle Bleached Kraft Pulp*) dan LBKP (*Leaf Bleached Kraft Pulp*). Sedang bahan kimia yang digunakan adalah pati tapioka, pati kationik, enzim -amilase, bahan dari *Alkyl Ketene Dimer* (AKD), *rosin size*, alum, kalsium karbonat, kaolin, flokulan (HMW APAM) dan koagulan (LMW CPAM).

Metoda

Pembuatan pati enzim

Pati enzim dibuat menggunakan enzim -amilase yang belum mengalami purifikasi. Pada suspensi tapioka dengan konsentrasi 30 % ditambahkan enzim 0,04 % - 0,1 % kemudian dipanaskan dengan suhu 65 °C – 80 °C selama 20 menit. Selanjutnya suhu dinaikkan hingga 95 °C – 99 °C selama 10 – 15 menit untuk menonaktifkan enzim. Untuk melihat kinerja pati enzim yang dihasilkan, maka pati enzim tersebut diaplikasikan sebagai bahan penguat pada proses pembuatan kertas. Pati enzim yang diperoleh pada kondisi optimum berdasarkan hasil pengamatan terhadap viskositas, muatan, pH dan sifat lembaran kertasnya, selanjutnya diaplikasikan sebagai aditif untuk pembuatan kertas tulis-cetak.

Tabel 1. Variasi Modifikasi Tapioka dengan Enzim

SUHU, °C	65	70	75	80
DOSIS	0,04	0,04	0,04	0,04
ENZIM	0,06	0,06	0,06	0,06
(%)	0,08	0,08	0,08	0,08
	0,10	0,10	0,10	0,10

Aplikasi Pati Enzim Pada Proses Pembuatan Kertas.

Lembaran kertas dengan berat dasar (gramatur) 70 g/m² dibuat dari campuran pulp NBKP dan LBKP dengan perbandingan 1 : 3 yang masing-masing pulp telah digiling sampai derajat giling sekitar 300 ml CSF. Bahan kimia yang ditambahkan untuk proses asam adalah rosin size 1%, alum 2% dan bahan pengisi berupa kaolin 20%. Untuk proses alkali bahan kimia yang ditambahkan adalah AKD 0,6% dan bahan pengisi berupa kalsium karbonat 20%. Masing-masing penambahan didasarkan pada berat kering serat.

Untuk sistem retensi dilakukan penambahan pati 1%, koagulan 0,08%, dan flokulan 0,04% dengan variasi jenis pati seperti terlihat pada Tabel 2.

Terhadap stok (bubur kertas) dilakukan pengujian : pH, nilai retensi awal (FPR) dan laju pengeluaran air (drainase), sedangkan terhadap lembaran kertas dilakukan pengujian sifat fisik, kekuatan dan optik.

Tabel 2. Variasi Percobaan Sistem Retensi

Variasi	Jenis Pati
1	Pati tapioka
2	Pati enzim
3	Pati Kationik

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Pati Enzim

Hasil proses enzimisasi pati tapioka dengan enzim -amilase tertera pada Tabel 3. Dari tabel tersebut terlihat bahwa pati hasil enzimisasi mempunyai pH sekitar 6,73 – 7,16 yang berarti pH pati enzim yang dihasilkan cenderung netral sedikit alkali. Sedangkan viskositas pati hasil enzimisasi berkisar antara 5 – 7 cP lebih rendah 2 – 3 cP dari pati alam tapioka. Sifat viskositas sangat berpengaruh terhadap pendispersian pati. Pati dengan viskositas rendah lebih mudah terdispersi. Semakin baik pendispersian dari pati maka semakin banyak jumlah ikatan serat-pati-serat yang terbentuk. Pada proses enzimisasi ini selain terjadi penurunan viskositas, muatan dari pati juga berubah kearah lebih positif yaitu dari muatan awal negatif 0,0080 meq/g menjadi negatif 0,0051 meq/g sampai negatif 0,0056 meq/g. Dengan demikian proses enzimisasi terhadap tapioka selain terjadi pemotongan rantai pati yang ditunjukkan dengan turunnya nilai viskositas, juga terjadi perubahan muatan pati kearah yang lebih positif.

Tabel 3. Karakteristik Pati Hasil Enzimisasi

Pati modifikasi enzim		pH	Viskositas (cP)	Muatan (meq/g)
Suhu (°C)	Dosis (%)			
65	0,04	6,83	5,00	- 0,0051
	0,06	6,73	6,25	- 0,0051
	0,08	6,81	6,00	- 0,0051
	0,10	7,04	5,50	- 0,0055
70	0,04	7,14	5,00	- 0,0052
	0,06	7,06	7,00	- 0,0053
	0,08	7,15	5,50	- 0,0054
	0,10	7,13	6,50	- 0,0056
75	0,04	6,95	5,25	- 0,0051
	0,06	7,01	5,00	- 0,0054
	0,08	7,07	5,25	- 0,0053
	0,10	6,89	7,00	- 0,0055
80	0,04	6,82	6,25	- 0,0053
	0,06	7,10	5,25	- 0,0052
	0,08	7,15	6,00	- 0,0054
	0,10	7,16	7,00	- 0,0056
Pati alam tapioka		7,06	9,00	- 0,0080

Aplikasi Pati Enzim

Dilihat dari nilai pH pati enzim yang dihasilkan cenderung netral sedikit alkali, dan untuk melihat kinerjanya maka pati enzim tersebut diaplikasikan sebagai bahan penguat pada proses pembuatan kertas alkali, sifat lembaran yang dihasilkan dapat dilihat dalam Tabel 4. Dari Tabel 4 terlihat bahwa penggunaan pati enzim menghasilkan sifat kekuatan lembaran yang cenderung lebih tinggi dari penggunaan pati tapioka. Indeks tarik berkisar antara 30,77 – 40,43 N.m/g, dengan nilai paling tinggi dicapai dari penambahan enzim 0,06% suhu 75 °C. Kenaikan indeks tarik antara 1,5 % - 28,3 % dari indeks tarik dengan pati tapioka, tetapi masih lebih rendah dari indeks tarik dengan pati kationik (37,14 N.m/g).

Indeks retak lembaran kertas menunjukkan nilai antara 1,43 – 1,96 kPa.m²/g, naik sekitar 4,5 % - 46,3 % dari nilai indeks retak dengan pati tapioka (1,43 kPa.m²/g), tetapi relatif masih rendah dibanding indeks retak dari pati kationik (1,83 kPa.m²/g). Kecuali penggunaan enzim sebanyak 0.04% pada suhu 70 °C menghasilkan indeks retak lebih tinggi dari indeks retak dengan pati kationik.

Nilai indeks sobek lembaran antara 7,43 – 8,83 mN.m²/g atau naik 2,5 % - 21,8 % dari indeks sobek lembaran yang menggunakan pati tapioka (7,25 mN.m²/g). Nilai paling tinggi diperoleh dari penggunaan enzim sebanyak 0,08% dengan suhu 80 °C dan melampaui nilai indeks sobek lembaran dengan pati kationik (7,31 mN.m²/g)

Sedangkan ketahanan lipat hasil uji penggunaan pati enzim antara 6 – 10 kali atau naik 20 % - 120 % dari nilai ketahanan lipat lembaran yang menggunakan pati tapioka (5 kali), namun masih relatif rendah dari ketahanan lipat lembaran menggunakan pati kationik (14 kali).

Kenaikan sifat lembaran yang menggunakan pati enzim dimungkinkan karena pati enzim mempunyai viskositas yang lebih rendah dari pati tapioka. Dengan viskositas yang lebih rendah pati enzim dapat lebih baik terdispersi dengan merata dan ditunjang dengan muatan yang lebih positif, maka pati enzim mampu memberikan ikatan hidrogen antar serat atau ikatan serat-pati-serat lebih banyak. Penambahan ikatan hidrogen ini memperkuat ikatan-ikatan selulosik dan meningkatkan kekuatan lembaran⁽³⁾.

Tabel 4. Sifat Lembaran Kertas

Pati enzim		Indeks Tarik N.m/g	Indeks. Retak kPa.m ² /g	Indeks Sobek N.m ² /kg	Ketah. Lipat kali	Derajat Putih %	Opasitas %	Cobb ₆₀ g/m ²	Kadar. Abu %
Suhu (°C)	Dosis Enzim, %								
65	0,04	40,37	1,75	7,93	6	76,8	88,8	17,67	10
	0,06	38,45	1,54	8,00	7	75,4	88,9	18,19	14
	0,08	32,00	1,43	7,92	7	78,4	88,7	20,44	13
	0,10	34,68	1,49	6,96	10	78,3	88,6	18,43	16
70	0,04	36,05	1,96	7,94	6	79,6	88,5	18,90	15
	0,06	34,23	1,43	8,22	6	76,6	88,4	15,90	12
	0,08	32,23	1,71	8,50	8	76,2	88,3	15,40	14
	0,10	34,19	1,49	8,40	10	79,1	88,2	15,00	15
75	0,04	36,77	1,49	7,95	6	79,2	88,7	23,43	13
	0,06	40,43	1,58	7,76	7	75,5	88,9	18,75	14
	0,08	34,20	1,51	7,15	8	77,4	88,7	21,90	10
	0,10	30,77	1,51	7,05	10	75,9	88,7	20,55	11
80	0,04	28,50	1,50	7,18	6	79,7	88,7	20,60	12
	0,06	38,17	1,50	7,48	7	76,5	88,6	19,15	16
	0,08	36,23	1,51	8,83	7	75,6	88,7	19,55	12
	0,10	35,93	1,48	8,00	8	76,0	88,5	18,50	10
Pati alam tapioka		31,52	1,34	7,25	5	76,0	88,1	16,16	5
Pati kationik		37,14	1,83	7,31	14	79,5	88,8	15,4	18

Hasil uji kadar abu lembaran yang menggunakan pati enzim berkisar antara 10 % – 16 %, lebih tinggi 2 – 3 kali lipat nilai dengan kadar abu lembaran yang menggunakan pati tapioka. Kontributor utama komponen abu dalam lembaran kertas adalah filler. Peningkatan kadar abu menunjukkan terjadinya peningkatan retensi filler dalam lembaran. Pati hasil enzimisasi memberikan keuntungan ganda yaitu berperan pula sebagai peretensi yang dapat meretensi filler lebih banyak pada lembaran.

Secara keseluruhan dari nilai parameter uji yang dihasilkan, kondisi optimum dipilih dari penambahan enzim -amilase 0,04 % dan suhu reaksi 70 °C, karena pati hasil enzimisasinya mempunyai viskositas rendah (5 cP) dengan muatan yang lebih kearah positif (- 0,0052 meq/g) dan pH 7,14. Selain itu lembaran yang dihasilkan mempunyai kadar abu cukup tinggi (15%), indeks retak dan derajat putih tinggi masing-masing 1,96 kPa.m²/g dan 79,6%, serta indeks tarik (36,05 N.m/g), indeks sobek (7,94 Nm²/kg), opasitas (88,5%) yang cukup baik. Selanjutnya pati enzim ini diaplikasikan sebagai aditif dalam proses pembuatan kertas tulis-cetak secara asam dan alkali. Sifat lembaran yang dihasilkan dapat dilihat pada Grafik 1 sampai dengan Grafik 7.

Perlakuan Aplikasi Pati Enzim sebagai Aditif

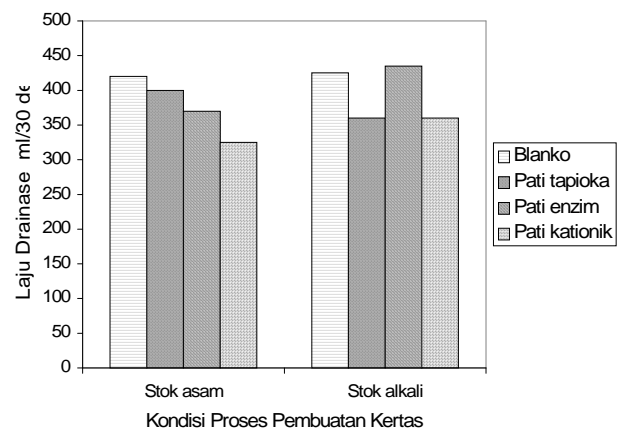
Laju Drainase dan Retensi

Retensi dan drainase merupakan dua kondisi yang saling bertentangan, apabila retensi yang dicapai tinggi maka laju drainase akan menurun begitu pula sebaliknya. Dari Grafik 1 terlihat adanya penurunan laju drainase stok pada stok asam akibat penambahan pati. Penurunan ini disebabkan terjadinya peningkatan retensi bahan seperti terlihat pada Grafik 2. Pada kondisi stok alkali, penggunaan pati enzim menghasilkan laju drainase lebih baik dibanding pati kationik dan pati alam, tetapi retensi bahan yang dihasilkan masih rendah dibanding pati kationik. Tingginya laju drainase yang dihasilkan oleh pati enzim ini disebabkan karena adanya enzim selulase yang aktif kembali pada kondisi pH alkali mengingat tingkat kemurnian dari enzim -amilase yang digunakan rendah, sehingga menghidrolisa selulosa dari fraksi serat halus yang terdapat

didalam stok kertas bekas. Dengan berkurangnya fraksi serat halus ini akan berdampak positif terhadap perbaikan laju drainase, berarti memberikan keuntungan tersendiri bagi industri kertas yang menggunakan kertas bekas. Sebagaimana diketahui tingginya fraksi serat halus pada kertas bekas akan menghambat proses pengeluaran air di mesin kertas sehingga untuk mengantisipasi putusnya lembaran biasanya kecepatan pada mesin kertas diturunkan. Yang berarti produktivitas menurun.

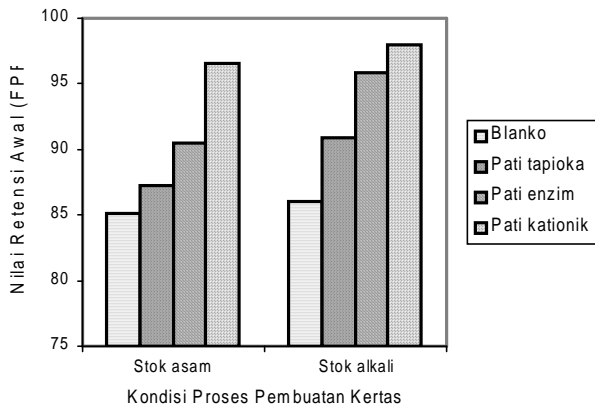
Dari Grafik 2 terlihat bahwa variasi penambahan pati enzim ke dalam stok kertas dibandingkan blanko dan pati alam, dapat meningkatkan nilai retensi. Namun nilai retensinya masih lebih rendah dibanding dengan penambahan pati kationik. Adanya muatan positif dari pati kationik serta dengan penambahan koagulan dan flokulan, memberikan reaksi lebih kuat pada efek koagulasi dan flokulasi terhadap serat yang bermuatan negatif sehingga meretensi bahan lebih banyak.

Jika ditinjau dari sisi proses pembuatan kertas, penambahan pati enzim memberikan retensi bahan dan laju drainase stok pada proses alkali lebih tinggi dibanding proses asam. Hasil dari Grafik 1 terlihat bahwa pati enzim mempunyai keunggulan sebagai *drainage aid* terutama pada stok alkali, sedangkan dari Grafik 2 terlihat potensinya sebagai peretensi yang cukup baik.



Grafik 1. Hasil Uji Laju Drainase Stok

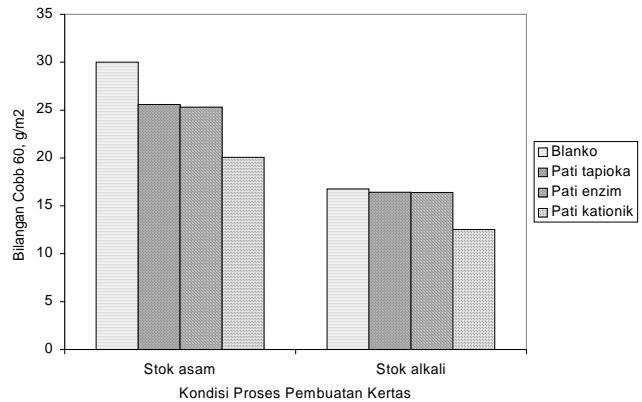
**Pati Termodifikasi Enzim Sebagai Aditif Proses
Pembuatan Kertas (Jenni Rismijana, Nina Elyani, Sari Farah Dina)**



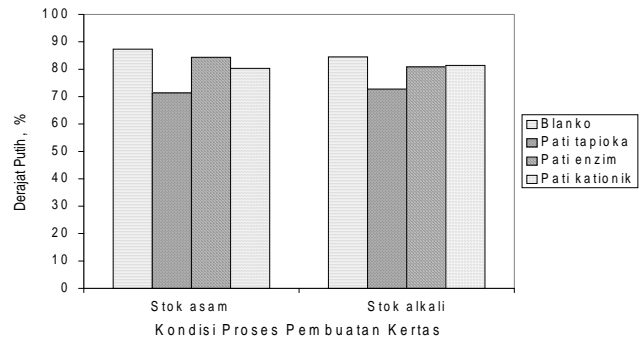
Grafik 2. Hasil Uji Retensi Stok

Penetrasi Cairan (Bilangan Cobb₆₀)

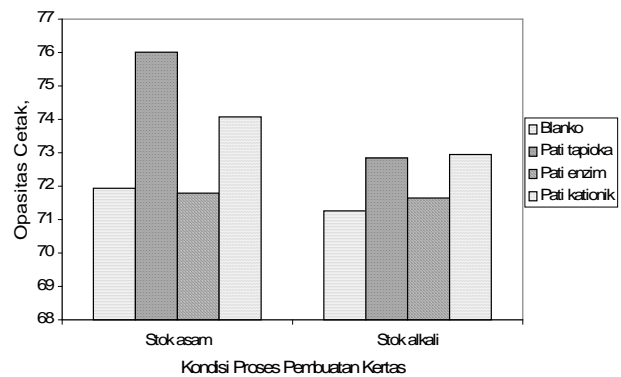
Daya serap air merupakan salah satu faktor penting dalam penggunaan kertas, terutama pada kertas tulis-cetak, untuk itu ditambahkan sejumlah bahan dari jenis tertentu seperti rosin dan alum pada proses asam atau penggunaan Alkyl Ketene Dimer (AKD) atau Alkenyl Succinic Anhydride (ASA) pada proses alkali. Efektifitas pendarihan yang dicapai merupakan indikator keberhasilan proses pendarihan pada sistem yang digunakan. Dari Grafik 3, terlihat bahwa penambahan pati dibanding blanko memberikan dampak terhadap retensi bahan darih yang ditambahkan terutama pada proses alkali. Meskipun ketiga variasi pati menghasilkan bilangan Cobb₆₀ cukup baik seperti dipersyaratkan untuk kertas tulis-cetak yakni maksimal 30 g/m², tetapi proses alkali menghasilkan nilai Cobb₆₀ lebih rendah dibanding proses asam. Hal ini dimungkinkan karena bahan darih AKD terdispersi cukup baik pada suasana alkali dan membentuk lapisan tipis di atas permukaan serat dan bahan pengisi sehingga memberikan daya tahan terhadap penetrasi cairan pada permukaan lembaran. Dengan demikian penggunaan pati enzim pada proses alkali dimungkinkan untuk menurunkan dosis penambahan AKD di bawah 0,6% terhadap berat kering serat.



Grafik 3. Hasil Uji penetrasi Cairan (Bilangan Cobb₆₀)



Grafik 4. Hasil Uji Derajat Putih



Grafik 5. Hasil Uji Opasitas

Sifat Optik

Pada dasarnya pati dapat juga berfungsi sebagai bahan peretensi bagi serat halus dan bahan pengisi, atau sebagai flokulan yang dapat membentuk flok dengan ukuran lebih besar dari fraksi bahan pengisi.

Secara umum jika retensi serat halus dan bahan pengisi meningkat maka akan terjadi kenaikan derajat putih dan opasitas lembaran. Adanya flokulan yang ditambahkan akan membentuk flok dengan ukuran yang setara dengan jumlah penambahan flokulan tersebut. Ukuran flok yang lebih besar dari fraksi bahan pengisi, jika dikenai cahaya akan menyebabkan penurunan koefisien penghamburan cahaya (*light scattering coefficient*). Dengan perkataan lain, jika suatu partikel beraglomerasi membentuk flok berukuran besar maka jumlah permukaan antar muka dari bahan pengisi-udara berkurang, dan dalam keadaan demikian kemampuan untuk menghamburkan cahaya berkurang dengan cepat. Daya penghamburan cahaya yang maksimum terjadi jika ukuran partikel yang menggumpal tersebut dalam rentang satu setengah kali panjang gelombang cahaya yang dihamburkan. Jadi ukuran flok dan formasi sangat mempengaruhi sifat optik suatu lembaran.

Untuk nilai derajat putih seperti terlihat pada Grafik 4, penambahan ketiga jenis pati sebanyak 1% ke dalam campuran stok yang telah mengandung koagulan dan flokulan memberikan efek penurunan derajat putih. Meskipun demikian, pati enzim pada stok asam memberikan penurunan lebih kecil dibanding pati tapioka dan pati kationik, sedangkan pada stok alkali relatif sama dengan pati kationik.

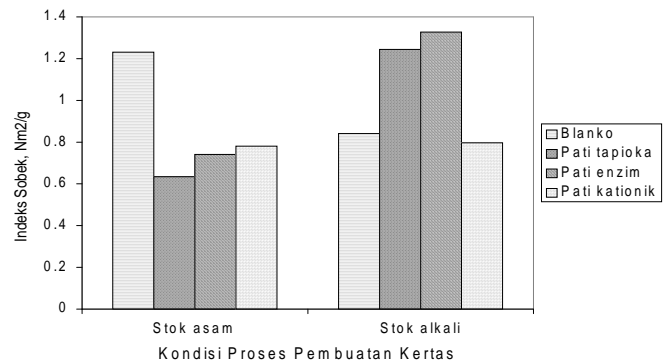
Pada Grafik 5 terlihat bahwa penambahan pati tapioka terutama pada proses asam menghasilkan kenaikan opasitas lebih tinggi dibanding pati kationik dan pati enzim. Tetapi pada variasi pati enzim baik pada proses asam maupun alkali tidak menunjukkan perubahan yang berarti terhadap opasitas.

Sifat Kekuatan

Sifat kekuatan sangat dipengaruhi oleh panjang serat, jumlah serat dan kualitas ikatan antar serat. Kualitas ikatan antar serat dipengaruhi oleh formasi, fibrilasi, jumlah serat halus dan bahan pengisi serta penambahan aditif

penguat. Semakin tinggi retensi bahan pengisi maka ketahanan tarik lembaran akan turun karena adanya bahan pengisi akan menghalangi ikatan antar serat. Retensi serat halus dalam batas-batas tertentu serta formasi lembaran yang baik juga memberikan kontribusi terhadap perbaikan sifat kekuatan lembaran. Selain itu, khususnya terhadap ketahanan sobek, fleksibilitas lembaran juga mempengaruhi nilai ketahanan sobek.

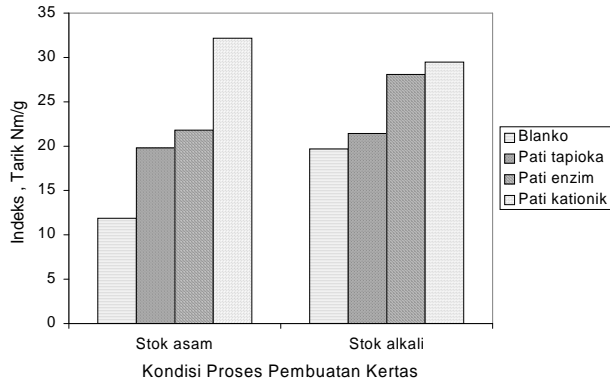
Dari Grafik 6 terlihat bahwa pada proses asam dengan ditambahkan pati menurunkan ketahanan sobek. Sebaliknya pada proses alkali, terutama pada variasi penambahan pati enzim terjadi peningkatan ketahanan sobek.



Grafik 6. Hasil Uji Indeks Sobek

Meningkatnya ketahanan sobek ini dikarenakan penambahan pati enzim dengan viskositas lebih rendah dapat meningkatkan pendispersiannya sekaligus menghasilkan lembaran yang lebih fleksibel.

Terhadap ketahanan tarik, penambahan ketiga jenis pati dapat meningkatkan ketahanan tarik lembaran. Dari Grafik 7 terlihat bahwa sebagai bahan penguat pati kationik memberikan efek interaksi muatan yang besar terhadap serat sehingga menghasilkan kualitas ikatan antar serat lebih baik dibanding pati tapioka dan pati enzim. Namun demikian, pati enzim terlihat memberikan nilai ketahanan tarik lembaran yang lebih baik, terutama pada proses alkali. Dari Grafik 6 dan 7 terlihat bahwa pati enzim mempunyai keunggulan dalam meningkatkan kekuatan lembaran terutama pada stok alkali.



Grafik 7. Hasil Uji Indeks Tarik

KESIMPULAN

Dari percobaan penggunaan pati enzim sebagai aditif kertas, dibandingkan dengan pati tapioka dan pati kationik, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Aplikasi pati enzim secara keseluruhan pada proses alkali menghasilkan sifat stok dan lembaran yang lebih baik dibandingkan yang diperoleh pada proses asam.
2. Dibandingkan blanko, pati tapioka dan pati kationik, pati enzim memberikan laju drainase yang lebih besar.
3. Pati enzim dapat meningkatkan retensi lebih banyak bahan dibandingkan penggunaan pati tapioka, hanya masih lebih rendah bila dibandingkan dari pati kationik.
4. Penggunaan pati enzim pada stok alkali menghasilkan daya tahan terhadap penetrasi air ($Cobb_{60}$) lebih baik dari yang diperoleh pada stok asam.
5. Penggunaan pati sebagai aditif menurunkan derajat putih lembaran. Pati enzim memberikan tingkat penurunan lebih kecil dibanding pati tapioka dan pati kationik untuk proses asam maupun alkali.
6. Pati enzim pada proses alkali memberikan kontribusi peningkatan ketahanan sobek lembaran dibanding pati tapioka dan pati kationik.
7. Pati enzim pada proses alkali dapat meningkatkan ketahanan tarik lembaran dibanding blanko dan pati tapioka, tetapi masih lebih rendah dari pati kationik.

DAFTAR PUSTAKA

1. Eklund, D. and T. Lindstrom:1991, *Paper Chemistry an Introduction*, 1st English edition, DT Paper Science Publications, Grankulla Finland.
2. Erceg, I.J., 1984, *Starch in Paper Industry*, vol. 34, no. 4, APPITA, North Sidney.
3. Casey, J.P.;1990, *Pulp and Paper Chemistry and Chemical Technology*, Vol. 3, 3rd ed., A Wiley Interscience Publication, New York.
4. Scott, W.E., 1992, *Wet End Chemistry an Introduction*, TAPPI Press, Atlanta
5. Schwalbe, H.C. and E.P. Gillan; 1957, *Enzyme Conversion of Starch, Starch and Starch Product in Paper Coating*, TAPPI Monograph Series, no. 17
6. Straton, R.A.; 1989, *Introduction Retention and Drainage Mechanism*, Retention Drainage Short Course, TAPPI Press
7. Laleg, M. and I.I. Pikulik, 1993, *Modified Starches for Increasing Paper Strength*, JPSS. 19:6:J248
8. Halverson, F., *Retention Aids-Drainage Aids and Flocculant*, *Chemical Processing Aids in Papermaking*, Practical Guide.
9. Freeman, W.L., 1996, *Chemical Related Factor Influencing the Balance of Formation-Drainage and Retention*, TAPPI Proceedings-Papermaker Conference, Florida.
10. Crouse, B.W. and D.G. Wimer, 1991, *Alkaline Papermaking and Overview*, vol. 74, TAPPI Journal.
11. Elyani N.,SariFarah Dina, 2000, *Pemanfaatan Pati pada Proses Pembuatan Kertas*, Berita Selulosa, Vol.XXXVI, No. 1-2, 11-18
12. Rismijana J., Yenni Priantini, Sri Indriyanti, 2001, *Modifikasi Pati Secara Enzimatis untuk Aditif pada Proses Pembuatan Kertas*, Prosiding Seminar Teknologi Selulosa, BBS Bandung, 45-51

**Pati Termodifikasi Enzim Sebagai Aditif Proses
Pembuatan Kertas (Jenni Rismijana, Nina Elyani, Sari Farah Dina)**