
Aplikasi *Cationic Starch* Sebagai *Dry Strength Agent* Untuk Meningkatkan *Strength Properties* Kertas Tisu

Berliana Nurul Faizah^{#1}, Edwin K. Sijabat^{#2}

Teknologi Pengolahan Pulp Dan Kertas, Institut Teknologi Sains Bandung

Jl. Ganesha Boulevard, Lot-A1 CBD Kota Deltamas, Cikarang Pusat, Bekasi, Jawa Barat, Indonesia

¹berliananf99@gmail.com

²edwinsijabat@hotmail.com

Abstrak— *Cationic starch* merupakan bahan kimia yang dapat digunakan sebagai *dry strength agent*. Molekul *cationic starch* akan berikatan dengan serat membentuk ikatan elektrostatis dan ikatan *hydrogen* sehingga akan meningkatkan kekuatan *physical properties* lembaran kertas tisu yang dihasilkan. Pada penelitian ini digunakan 2 jenis *cationic starch* untuk diaplikasikan dalam larutan *pulp machine chest* pada proses pembuatan kertas tisu wajah untuk melihat proses yang lebih optimal. Untuk variasi perlakuan ditambahkan *cationic starch* dengan variasi konsentrasi 1%, 2%, 3% dan dosis sebanyak 3 Kg/TT, 5 Kg/TT, 7 Kg/TT, 10 Kg/TT, dan 15 Kg/TT. Hasil yang diharapkan pada penelitian ini dapat ditemukan kondisi yang tepat dan optimal sehingga diharapkan dapat diaplikasikan pada pembuatan kertas tisu.

Kata kunci : *Cationic starch, dry strength agent, physical properties.*

Abstract— *Cationic starch* is a chemical that can be used as a *dry strength agent*. The starch molecules will bind to fibers forming electrostatic bonds and hydrogen bonds so as to increase the physical properties of the resulting sheets of tissue paper. In this study, 2 types of *cationic starch* were used to be applied in the *pulp machine chest* solution in the process of making facial tissue paper to see the more optimal process. For the variation of treatment added *cationic starch* with variations in concentration 1%, 2%, 3% and doses as much as 3 Kg /TT, 5 Kg/TT, 7 Kg/TT, 10 Kg/TT, and 15 Kg/TT. The expected results in this study can be found the right and optimal conditions so that it is expected to be applied to the manufacture of tissue paper.

Keywords : *Cationic starch, dry strength agent, physical properties.*

I. PENDAHULUAN

Kertas tisu merupakan bahan yang tipis dan rata, yang dihasilkan dengan kompresi serat yang berasal dari *pulp*. Serat yang digunakan biasanya adalah alami, dan mengandung selulosa dan hemiselulosa. *Pulp* merupakan hasil pemisahan serat dari bahan baku berserat seperti kayu yang telah melalui berbagai proses *pulping* (pembuburan). Pada proses produksinya, *pulp* merupakan bahan baku utama dalam proses pembuatan kertas, begitu pula untuk kertas tisu.

Keberadaan *pulp* yang semakin menipis terutama *pulp* NBKP dengan nilai jual yang lebih tinggi akan memberi dampak pada perusahaan. Sedangkan disisi lain seperti yang kita ketahui bahwa permintaan terhadap produksi kertas tisu tentunya juga akan selalu menuntut hasil dengan kualitas terbaik.

Penelitian ini diaplikasikan pada kertas tisu wajah. Dimana pada dasarnya kertas tisu wajah ini lebih membutuhkan kekuatan fisik kertas tisu yang dihasilkan dari pada kertas tisu toilet. Sehingga akan dapat menghilangkan kotoran seperti air, minyak dan lainnya. Dalam hal ini *cationic starch* sebagai *dry strength agent* merupakan bahan kimia yang dapat digunakan untuk meningkatkan kekuatan fisik kertas tisu, seperti *tensile strength, tearing strength, bursting strength*, dan lain-lain.

Pada penggunaannya dengan penambahan *cationic starch* ini yang akhirnya diharapkan menjadi solusi dalam peningkatan kualitas kertas tisu, terutama pada sifat fisik yang dihasilkan.

Cationic starch merupakan hasil modifikasi pati anionik secara kimia maupun secara enzimasi dimana muatan pati yang awalnya negatif diubah menjadi positif. *Cationic starch* memiliki kelarutan yang baik dan dapat teretensi dengan baik pada serat. Lebih tingginya tingkat retensi *cationic starch* dibandingkan dengan pati alam menghasilkan nilai ekonomis tersendiri. Selain itu, *cationic starch* lebih ramah lingkungan karena dapat mengurangi pencemar air.

Cationic starch digunakan secara ekstensif sebagai pengikat internal dalam industri kertas dimana pada *cationic starch* ditahan pada *stock* sebelum lembaran kertas terbentuk. *Cationic starch* dapat berfungsi sebagai *dry strength agent*, bahan alternatif pembantu retensi dan pembantu *drainase*. *Cationic starch* efektif untuk meningkatkan sifat fisik lembaran kertas seperti daya ikat kertas (*internal bonding*), ketahanan tarik (*tensile strength*), ketahanan sobek kertas (*tearing strength*). Karena keberadaan proses pembuatan kertas tisu yang hampir sama dengan kertas, maka *cationic starch* semestinya dapat diaplikasikan pada kertas tisu.

II. BAHAN DAN METODA

A. Bahan

Larutan *pulp* yang digunakan untuk penelitian adalah *pulp* yang diperoleh dari *machine chest* dan sebagai pembandingan penelitian menggunakan *pulp* yang diperoleh dari *headbox* pada proses produksi pembuatan kertas tisu wajah di PT. OKI *Pulp and Paper Mills*. Menggunakan 2 jenis *cationic starch*, yaitu sampel *cationic-1* dan sampel *cationic-2*. Untuk proses pengenceran menggunakan *aquadest*.

B. Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian antara lain *beaker glass*, *analytical balance*, *spatula*, *measuring pipette*, *oven*, *hot plate*, *thermometer*, *magnetic stirrer*, *agitator*, *siringe*, *stopwatch*, *handsheet maker*, *press handsheet*, dan *bloter paper*. Selain itu, digunakan beberapa alat untuk melakukan pengujian terhadap *handsheet* yang telah dihasilkan.

C. Metoda

Metoda tahapan proses penelitian ini dibagi menjadi tiga tahap, yaitu tahap persiapan, tahap pelaksanaan, dan tahap pengujian.

1) Tahap Persiapan

Tahap persiapan awal penelitian meliputi penyiapan sampel *pulp machine chest* kertas tisu *facial* dengan komposisi perbandingan *pulp NBKP* : *LBKP* : *Broke* yaitu 25% : 75% : 5% yang kemudian dijadikan beberapa sampel *handsheet*. Disiapkan sampel *pulp headbox* yang selanjutnya dibuat *handsheet* sebahai sampel *existing*. Kemudian persiapan bahan-bahan penelitian yaitu *cationic starch* sebagai *dry strength agent*.

Selanjutnya persiapan dan pengecekan alat-alat percobaan dan pengujian. Alat bantu percobaan diantaranya adalah *beaker glass*, kertas saring, *magnetic stirrer*, pengaduk, neraca analitik, gelas ukur, *stopwatch*, *hot plate*, *agitator*, oven, serta *handsheet maker*. Sedangkan untuk alat pengujian sampel *handsheet* diantaranya adalah *thickness tester (micrometer)*, *tensile tester*, *tearing tester*, *bursting tester*, dan *analytical balance*.

2) Tahap Pelaksanaan

Tahap pelaksanaan menjelaskan langkah pembuatan *wet end* (larutan *stock*) dan *handsheet*. Langkah awal yang dilakukan adalah mencampurkan bubuk *pulp* dan bahan kimia *cationic starch* berdasarkan dosis yang telah dihitung. Setelah diperoleh larutan *stock* yang homogen, dilakukan pengujian konsistensi larutan *stock*. Setelah itu bahan-bahan kimia dimasukkan sesuai dengan urutannya dan dengan dosis yang telah ditentukan serta rentang waktu yang sama pada *dispermat* dengan kecepatan yang konstan. *Stock* yang telah homogen ditimbang sesuai dengan kebutuhan pada variabel yang telah ditentukan untuk membuat *handsheet*, kemudian dilakukan pembuatan *handsheet*. Pembuatan *handsheet* dilakukan dengan menggunakan alat *handsheet maker* yang berbentuk lingkaran dengan luas permukaan 0,0314 cm² dengan *grammature* 30 gsm.

3) Tahap Pengujian

Pada tahap pengujian hasil penelitian ini dilakukan dalam 2 kategori pengujian, yaitu meliputi pengujian *wet end properties* dan pengujian *dry end properties* kertas tisu. Pada pengujian *wet end properties* dilakukan pengujian *consistency* menggunakan alat pompa *vacuum*, pengujian pH dengan alat *pH meter*, dan pengujian *freeness* dengan alat *freeness tester*. Sedangkan pada pengujian *dry end properties* dilakukan pengujian *grammature* menggunakan bantuan alat *analytical balance*, pengujian *thickness* dengan menggunakan alat *thickness tester*, pengujian *tensile strength* dengan alat *tensile tester*, pengujian *tearing strength* dengan alat *L&W tearing strength*, pengujian *softness* dengan alat *Handle O Meter*, dan pengujian *water absorbent* dengan alat *water absorbent (klemm)*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Karakteristik Cationic Starch

Hasil pengujian ini digunakan sebagai acuan dan data tambahan untuk mengetahui perbedaan dari masing-masing sampel *cationic starch* yang dihasilkan.

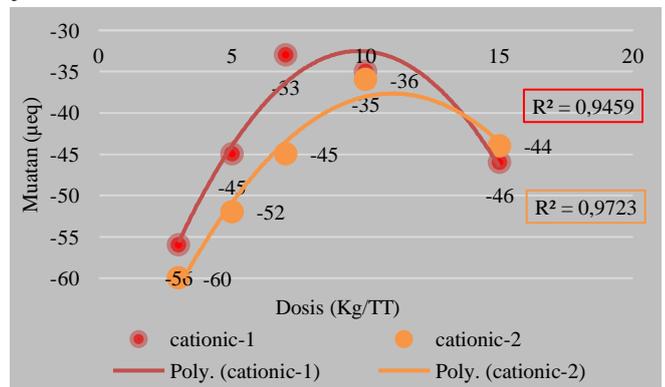
Tabel 1. Hasil Pengujian Karakteristik *Cationic Starch*

Properties	Unit	Cationic-1	Cationic-2
Muatan	µeq/L	4.996	9.153
Solid Content	%	76,84	89,73
pH	-	8,02	9,61

Berdasarkan pada tabel 1 dapat diketahui bahwa nilai muatan, *solid content* dan pH pada masing-masing sampel *cationic starch* menghasilkan nilai dengan perbedaan yang cukup signifikan, sehingga akan berpengaruh terhadap *runnability* dan kualitas kertas tisu yang dihasilkan.

B. Pengujian Muatan

Pengujian muatan dilakukan untuk mengetahui bagaimana kondisi pada larutan *stock* sebelum menjadi lembaran kertas tisu. Semakin rendah nilai muatan, maka akan semakin baik larutan *stock*. Karena hampir seluruh bahan kimia teretensi dengan baik dan tidak ikut terbawa jatuh bersama *white water*.



Grafik 1. Hasil muatan terhadap dosis penambahan pada perbandingan *cationic starch 1 & 2*

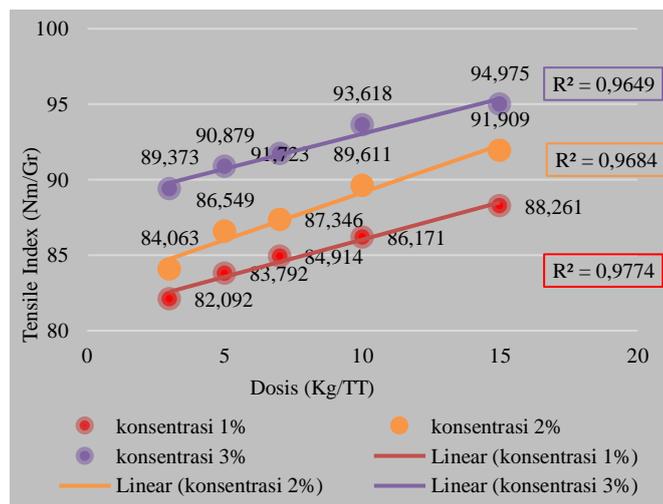
Pada grafik 1 dapat disimpulkan bahwa penambahan dosis penggunaan mengalami perubahan nilai pada muatan kearah yang netral, sehingga ini mengindikasikan *cationic starch* bekerja dengan baik. Sampel *cationic starch-1*

menghasilkan nilai muatan yang mendekati netral atau positif sebesar -33 pada pada dosis 7 Kg/TT. Sementara pada penambahan sampel *cationic starch-2* menghasilkan nilai yang paling mendekati netral sebesar -36 pada dosis 10 Kg/TT. Sedangkan nilai muatan terendah atau masih mendekati nilai *blank* dihasilkan oleh sampel *cationic starch-2* sebesar -60 pada dosis 3 Kg/TT. Penggunaan *cationic starch* yang berlebih akan berpengaruh pada sistem *runnability* dan menyebabkan *furnish* baik bahan kimia yang digunakan maupun *finer* tidak menempel dengan baik pada serat. Hal ini akan menyebabkan *furnish* jatuh terbawa *white water* pada proses *wire*, sehingga *white water* akan banyak mengandung beban bahan yang bermuatan negatif.

C. Pengujian Tensile Strength

Ketahanan tarik (*tensile strength*) merupakan salah satu parameter utama untuk melihat bagaimana pengaruh penambahan *cationic starch* terhadap serat, kekuatan ikatan antar serat dengan bahan kimia yang menentukan ketahanan tarik kertas tisu. Oleh karena itu, ketika ketahanan tarik kertas tisu meningkat bisa menjadi acuan dan tolak ukur bagaimana reaksi yang terjadi antara *fiber* dan serat.

Tensile Index menyatakan ketahanan tarik lembaran kertas tisu yang dinyatakan dalam satuan Nm/g, dimana ketahanan tarik merupakan gaya yang dibutuhkan dari kertas tisu untuk menahan tarikan dari kedua ujung kertas tisu tersebut. Semakin tinggi nilai *tensile index*, maka semakin kuat suatu lembaran kertas tisu dalam menahan tarikan dari kedua ujung lembaran kertas tisu tersebut, begitu juga sebaliknya. Ketahanan tarik dipengaruhi oleh panjang serat dan jumlah ikatan antar serat.



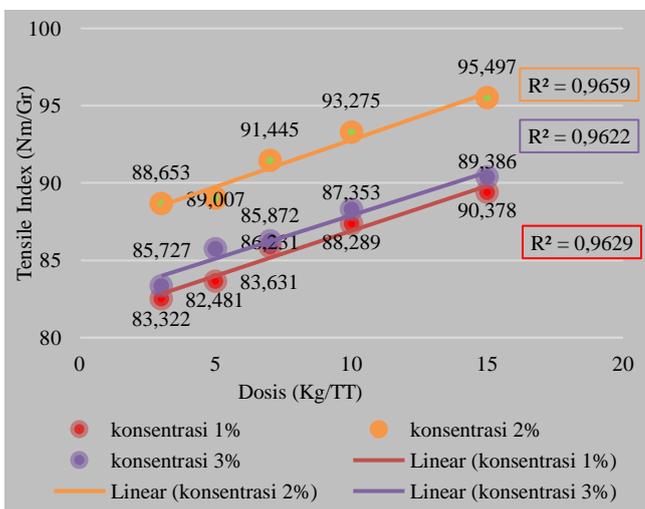
Grafik 2.2 Hasil *tensile index* terhadap dosis penambahan pada perbandingan konsentrasi *cationic starch-2*

Pada grafik 2.1 dan 2.2 diperoleh nilai hasil pengaruh penambahan sampel *cationic starch* terhadap nilai *tensile index*. Dimana sampel *blank* yang digunakan sebagai acuan memiliki nilai *tensile index* sebesar 66,772 Nm/gr, sehingga pada penambahan sampel *cationic starch* pada *stock* menghasilkan nilai yang lebih tinggi daripada nilai *blank*. Hal ini disebabkan karena *blank* tidak mengandung bahan peretensi yang akan merekatkan serat atau bahan kimia yang bermuatan negatif lainnya. Sehingga serat tidak memberi ikatan yang akan menyebabkan lolos bersama *white water* pada proses di *wire*. Sementara komposisi *cationic starch* sebagai *dry strenght agent* yang diberikan dapat bekerja dengan baik dan mengikat kuat terhadap serat yang memiliki muatan berlawanan. *Cationic starch* yang ditambahkan pada komposisi *handsheet* memberikan pengaruh pada pengikatan *fiber* dan bahan kimia yang bermuatan negatif lainnya karena sampel *cationic starch* memiliki muatan positif.

Nilai *tensile index* tertinggi dihasilkan oleh sampel *cationic starch-1* pada konsentrasi 2% dengan dosis 15 Kg/TT sebesar 95,497 Nm/gr yang telah melebihi nilai *tensile index* pada *blank*. Sedangkan *cationic starch-2* menghasilkan nilai *tensile index* tertinggi sebesar 94,975 Nm/gr pada konsentrasi 3% dengan dosis 15 Kg/TT. Sementara pada sampel *cationic starch-1* nilai *tensile index* terendah dihasilkan oleh konsentrasi 1% sebesar 82,481 Nm/gr pada dosis 3 Kg/TT dan 82,092 Nm/gr pada sampel *cationic starch-2* oleh konsentrasi 1% dengan dosis 3 Kg/TT. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin besar dosis penambahan *cationic starch*, maka semakin besar *strength* pada ketahanan tarik kertas tisu yang dihasilkan.

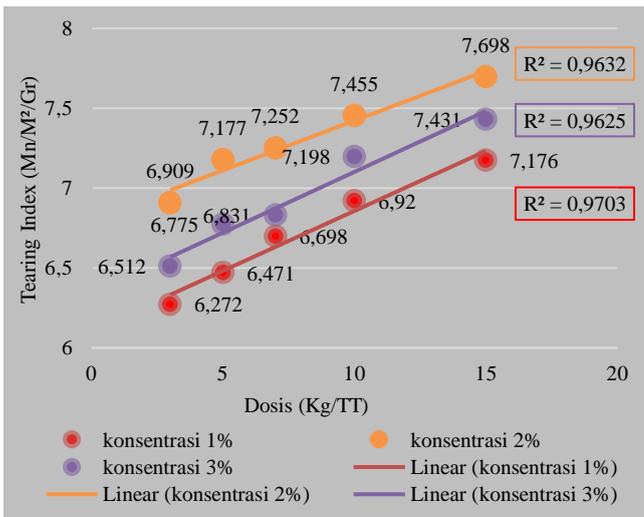
D. Pengujian Tearing Strength

Ketahanan sobek (*tearing strength*) merupakan parameter pendukung utama untuk melihat bagaimana pengaruh penambahan *cationic starch* terhadap serat. Pada dasarnya, kekuatan ikatan antar serat dengan bahan kimia, dalam hal ini yaitu aplikasi *cationic starch* juga dapat menentukan ketahanan sobek kertas tisu. *Tearing Index* menyatakan ketahanan sobek lembaran kertas tisu yang dinyatakan dalam satuan mN/m²/gr, dimana ketahanan

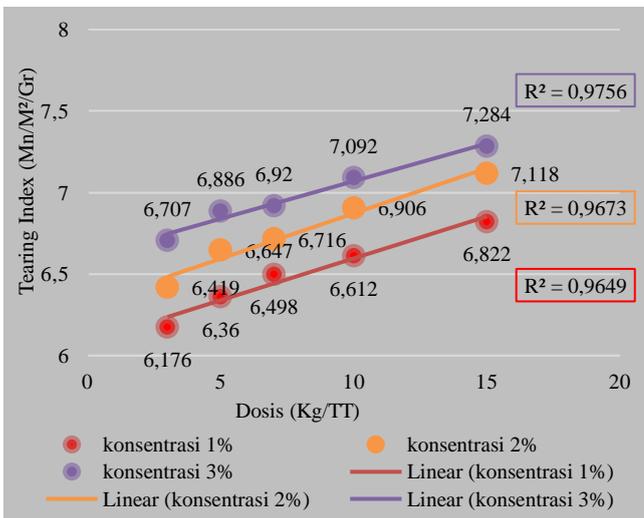


Grafik 2.1 Hasil *tensile index* terhadap dosis penambahan pada perbandingan konsentrasi *cationic starch-1*

sobek merupakan gaya yang dibutuhkan untuk menahan terhadap sobekan yang diberikan dari kedua ujung kertas tisu tersebut.



Grafik 3.1 Hasil *tearing index* terhadap dosis penambahan pada perbandingan konsentrasi *cationic starch-1*

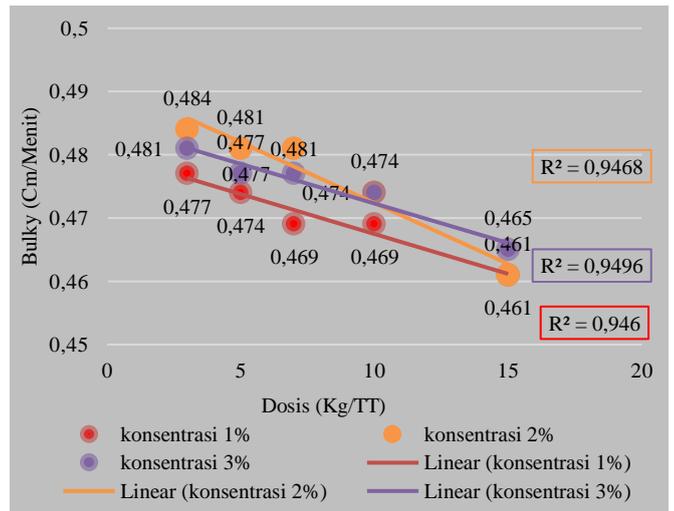


Grafik 3.2 Hasil *tearing index* terhadap dosis penambahan pada perbandingan konsentrasi *cationic starch-2*

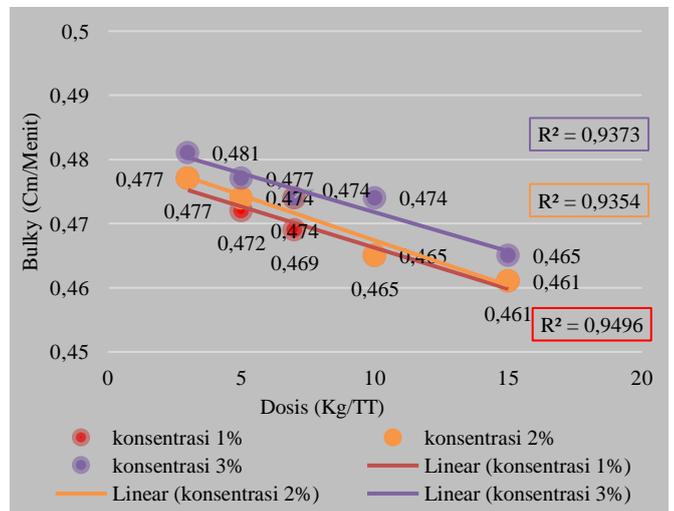
Pada grafik 3.1 dan 3.2 diperoleh nilai hasil pengaruh penambahan sampel *cationic starch* terhadap nilai *tearing index*. Dimana sampel *blank* dari *headbox* yang digunakan sebagai acuan dan pembandingan memiliki nilai *tearing index* sebesar 4,787 mN/m²/gr, sehingga pada aplikasi penambahan *cationic starch* pada *stock* menghasilkan nilai yang lebih tinggi daripada nilai *blank*. Hal ini dapat disebabkan karena keunggulan dari *cationic starch* sebagai *dry strength agent* pada dasarnya memiliki kerapatan yang tinggi, oleh karena itu dapat mengisi rongga atau ruang kosong antar serat sehingga ikatan antar serat semakin kuat dan ketahanan sobek kertas tisu ikut meningkat. Hal inilah yang menjadikan nilai *tearing index* (ketahanan sobek) meningkat seiring bertambahnya dosis *cationic starch*. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin besar dosis penambahan *cationic starch*, maka akan semakin besar *strength* pada ketahanan sobek kertas tisu yang dihasilkan.

E. Pengujian Bulky

Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi *bulky* adalah bahan pengisi pada kertas tisu. Dalam hal ini dapat diketahui bahwa *cationic starch* merupakan bahan kimia yang dapat juga dimanfaatkan sebagai bahan pengisi. Semakin meningkat ketebalan (*bulky*) kertas tisu lembaran kertas menjadi kurang padat dan rapat pada jalinan antar serat masih terdapat rongga sehingga akan semakin menurun *strength* yang dihasilkan. Selain bahan pengisi, ketebalan kertas juga dipengaruhi oleh proses mekanis yang diberikan pada proses pembuatan kertas. proses mekanis yang dimaksud seperti pada saat *pressing* maupun *drying*.



Grafik 4.1 Hasil *bulky* terhadap dosis penambahan pada perbandingan konsentrasi *cationic starch-1*



Grafik 4.2 Hasil *bulky* terhadap dosis penambahan pada perbandingan konsentrasi *cationic starch-2*

Berdasarkan grafik 4.1 dan 4.2 diatas pada sampel *cationic starch-1* dan *cationic starch-2* dengan dosis optimal yang diperoleh dari masing-masing sampel yaitu pada konsentrasi 2% dengan dosis penambahan *cationic starch* sebanyak 7 Kg/TT menghasilkan nilai *bulky* sebesar 0,481 cm/menit dan 0,474 cm/menit pada konsentrasi 3% dengan dosis 10 Kg/TT. Pada hasil tersebut menghasilkan nilai *bulky* yang melebihi standar pada *blank* yaitu 0,469

cm/menit, namun dengan tetap menghasilkan nilai yang meningkat pada *strength* kertas tisu yang dihasilkan. Menurunnya nilai *bulky* setiap jenis sampel pada optimasi dosis juga dapat disebabkan karena perlakuan sikap mekanis yang berbeda, terutama pada proses *pressing* dalam pembuatan kertas tisu.

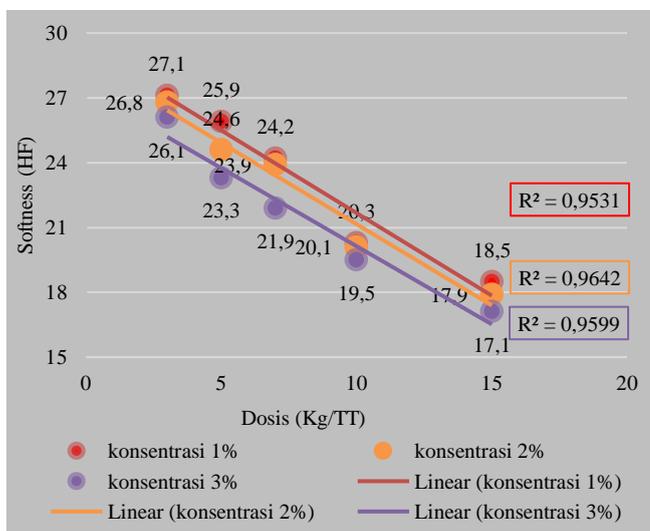
F. Pengujian Softness

Softness merupakan faktor yang sangat penting terutama pada kertas tisu, dimana konsumen tentunya sangat sensitif dan mengharapkan kualitas yang baik terhadap kelembutan kertas tisu. Hal ini dapat terjadi karena melihat fungsi dan kegunaan dari kertas tisu itu sendiri untuk membersihkan sehingga mengharuskan standar nilai *softness* yang baik. *Softness* dapat didefinisikan sebagai respons sensorik manusia terhadap keberadaan tekstur yang menyenangkan dan memberikan rasa nyaman untuk disentuh yang akan memberikan perasaan tekstur halus tanpa kekakuan.

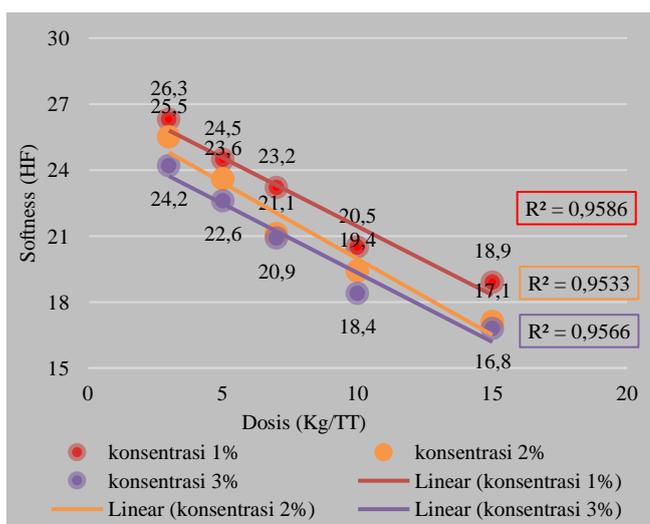
berasal dari *headbox* dengan hasil *softness* sebesar 17,9 HF. Dapat diketahui bahwa hasil pengujian *softness* mengalami penurunan seiring bertambahnya dosis yang digunakan. Hal ini dapat disebabkan karena *cationic starch* memiliki gugus molekul yang rapat sehingga kekuatan yang dimiliki yang tinggi sebagai *dry strength agent*, dimana hal ini dapat menyebabkan nilai *softness* menjadi berkurang. Terdapat hubungan berbanding terbalik antara *strength* dan *softness*. Ketika *softness* meningkat maka *strength* akan menurun, atau begitu pun sebaliknya ketika *strength* meningkat maka nilai *softness* akan mengalami penurunan. Meskipun nilai *softness* mengalami penurunan, namun apabila dibandingkan dengan nilai *blank* yaitu 17,9 HF maka dapat diketahui nilai optimal pada sampel *cationic starch-1* yaitu pada konsentrasi 2% dengan dosis 7 Kg/TT menghasilkan *softness* sebesar 23,9 HF dan 18,4 HF dihasilkan oleh komposisi konsentrasi 3% dengan dosis penggunaan *cationic starch* sebanyak 10 Kg/TT.

G. Pengujian Water Absorbent

Pengujian *water absorbent* merupakan pengujian daya serap air pada kertas tisu. Daya serap air (*water absorbent*) pada kertas tisu adalah faktor yang penting dan dibutuhkan terlebih pada tisu wajah yang dilihat dari segi fungsi dan kegunaannya membutuhkan daya serap air yang sangat tinggi untuk dapat membersihkan kotoran, keringat, dan lainnya. Pengujian daya serap air pada kertas tisu dengan metode *klemm* dilakukan dengan cara mengukur jarak rambat air secara vertikal (tegak lurus) pada selembur kertas tisu dengan lebar yang telah ditentukan dan dinyatakan dalam satuan cm/menit.

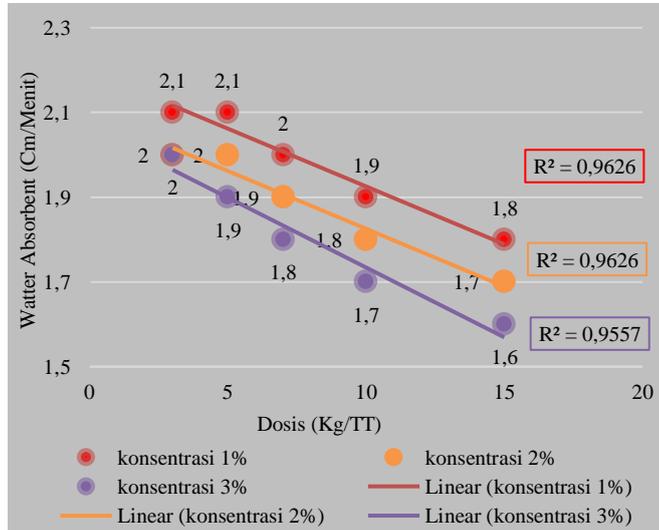


Grafik 5.1 Hasil *softness* terhadap dosis penambahan pada perbandingan konsentrasi *cationic starch-1*

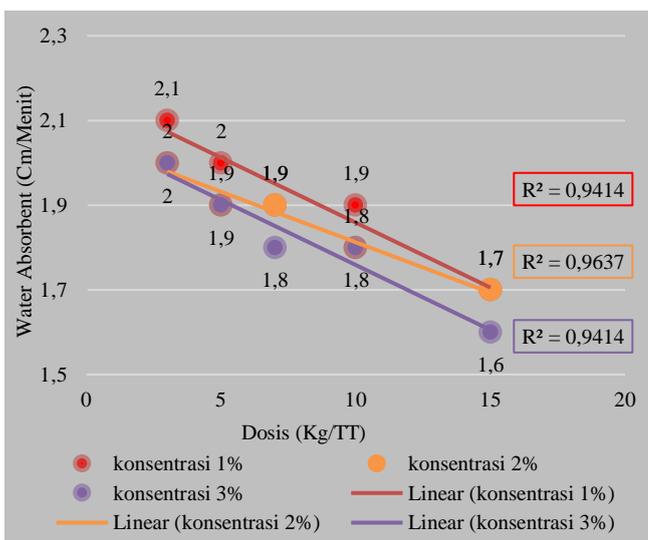


Grafik 5.2 Hasil *softness* terhadap dosis penambahan pada perbandingan konsentrasi *cationic starch-2*

Hasil uji *softness* berdasarkan pada grafik 5.1 dan 5.2. *Blank* dari masing-masing grafik di atas adalah sama, yaitu



Grafik 6.1 Hasil *water absorbent* terhadap dosis penambahan pada perbandingan konsentrasi *cationic starch-1*



Grafik 6.2 Hasil *water absorbent* terhadap dosis penambahan pada perbandingan konsentrasi *cationic starch-1*

Hasil pengujian *water absorbent* dapat dilihat pada grafik 6.1 dan 6.2 di atas. *Blank* dari masing-masing grafik di atas adalah sama yaitu, berasal dari *headbox* dengan hasil pengujian *water absorbent* sebesar 1,8 cm/menit. Pada percobaan ini dapat tarik kesimpulan bahwasannya nilai *water absorbent* semakin menurun seiring bertambahnya penggunaan dosis *cationic starch*. Penurunan nilai *water absorbent* terendah ini disebabkan karena, *cationic starch* memiliki keunggulan terhadap kerapatan gugus molekul yang akan mengisi rongga antar serat pada lembaran kertas tisu sehingga jumlah gugus OH yang aktif akan semakin sedikit dan karena kerapatan antar serat menyebabkan gugus OH sulit melewati lapisan yang rapat oleh *cationic starch*, akibatnya kadar air kertas tisu atau nilai daya serap menjadi rendah.

IV. KESIMPULAN

- Variasi komposisi dosis penambahan *cationic starch* dapat berpengaruh terhadap hasil pengujian *physical properties* kertas tisu. Dimana nilai *strength* berbanding terbalik dengan nilai *bulky*, *water absorbent*, dan *softness*, sehingga semakin tinggi nilai *strength* maka akan semakin kecil nilai *bulky*, *water absorbent*, dan *softness* kertas tisu yang dihasilkan.
- Penggunaan variasi konsentrasi *cationic starch* dapat mengalami kondisi titik optimal, sehingga akan berpengaruh pada kualitas *physical properties* kertas tisu. Pada penggunaan berlebih akan menghasilkan kualitas kertas tisu yang menurun. Pada sampel *cationic-1* kondisi optimal diperoleh pada konsentrasi 2% dan konsentrasi 3% pada sampel *cationic-2*.
- Nilai *physical properties* kertas tisu menunjukkan hasil yang optimal dengan konsentrasi 2% dan dosis sebanyak 7Kg/TT pada sampel *cationic-1*. Diperoleh nilai hasil pengujian *tensile index* sebesar 91,445 Nm/gr, *tearing index* sebesar 7,252 mN/m²/gr, *bulky* sebesar 0,481 cm³/gr, *water absorbent* sebesar 1,9 cm/menit, dan *softness* sebesar 23,9 HF. Pada sampel

cationic-2 kondisi optimal diperoleh pada konsentrasi 3% dengan dosis sebanyak 10 Kg/TT. Pada percobaan tersebut *strength* meningkat dengan hasil pengujian *tensile index* sebesar 93,618 Nm/gr dan 7,092 mN/m²/gr pada hasil pengujian *tearing index*, dengan tetap menghasilkan nilai yang baik terhadap *bulky* sebesar 0,474 cm³/gr, *water absorbent* sebesar 1,8 cm/menit dan *softness* sebesar 18,4 HF.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Andani, Erlita Kusuma. 2019. Upaya Peningkatan Kualitas Kationisasi Pati Tapioka Sebagai *Retention Aid* Pada Proses Pembuatan Kertas Tulis Cetak [Tugas Akhir]. Bekasi: Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sains Bandung.
- [2]. Casey, James P. 1981. *Pulp and Paper Chemistry and Technology (Third Edition Volume III)*. United States: John Wiley & Sons, Inc.
- [3]. Hakim, Andi Lukman. 2016. Peningkatan Kekuatan Kertas Melalui Pemakaian *Guar Gum* Sebagai *Dry Strength* Alami Pada Pembuatan Kertas Tulis Cetak [Tugas Akhir]. Kota Deltamas: Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sains Bandung.
- [4]. Herawati, Heny. 2010. Potensi Pengembangan Produk Pati Tahan Cerna Sebagai Pangan Fungsional. Jurnal Litbang Pertanian. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah. Bukit Tegalepek.
- [5]. Holik, Herbert. 2013. *Handbook of Paper and Board (Second, Revised and Enlarged Edition)*. Germany: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.
- [6]. Koswara, Sutrisno. 2009. Teknologi Modifikasi *Starch*. Ebook Pangan.
- [7]. Nangin, Debora., Sutrisno Aji. 2015. *Enzim Amilase Pemecah Pati Mentah dari Mikroba: Kajian Pustaka*. Jurnal Pangan dan Agroindustri Vol.3 No. 3.
- [8]. Nardo, L., Prabowo, D. 2019. Analisis Efisiensi Waktu *Test Consistency* dan *Freeness* Serta Pengaruhnya Terhadap Kualitas *Tissue* di PT. OKI *Pulp & Paper* [Laporan Kerja Praktik]. Bekasi: Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas, Fakultas Program Diploma, Institut Teknologi Sains Bandung.
- [9]. Robert, James C. 1996. *The Chemistry of Paper*. Cambridge: The Royal Society of Chemistry.
- [10]. Smook, Gary A. 2002. *Handbook for Pulp and Paper Technologists (Third Edition)*. Vancouver: Angus Wilde Publication Inc.
- [11]. Syaeful, Gilang. 2018. Pengaruh *Poly (vynil amine)* Sebagai *Retention Aid* pada Kertas Tulis Cetak [Tugas Akhir]. Bekasi: Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sains Bandung.
- [12]. Thorn. Ian, dkk. 2009. *Applications of Wet End Paper Chemistry (Second Eddition)*. New York: Springer Dordrecht Heidelberg.
- [13]. Whistler, R. L., BeMiller, J. N. 2009. *Starch: Chemsitry and Technology (Third Edition)*. Academic Press, Inc.
- [14]. W. M. Rizki, F. Nuarisma, N. Kurniawati, and W. Bagariang, "Laporan akhir pkm-p program kreativitas mahasiswa *biowet wipe*, inovasi tisu basah dengan formulasi kitosan sebagai antibakteri alami pengganti alkohol," 2014.
- [15]. Zamutussolihah. 2018. Pengaruh Variasi *Enzim a-Amilase* Pada Komposisi *Starch* Terhadap Sifat Permukaan Kertas [Tugas Akhir]. Bekasi: Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sains Bandung.