



PENINGKATAN SIFAT CETAK KERTAS SALUT DENGAN PIGMEN PRESIPITASI KALSIMUM KARBONAT BERUKURAN SUBMIKRON

Evi Oktavia*, Sonny Kurnia Wirawan, Nina Elyani

Balai Besar Pulp dan Kertas, Jl. Raya Dayeuhkolot No 132, Bandung

Diterima : 31 Mei 2016, Revisi akhir : 29 November 2016, Disetujui terbit : 30 Desember 2016

DEVELOPMENT OF PRINTING PROPERTIES ON COATED PAPER USING SUBMICRON PIGMENT PRECIPITATED CALCIUM CARBONATE

ABSTRACT

This research has been conducted to maximize the calcium carbonate usage without optical brightening agent additional. The improvement on printing properties and a high degree of white paper was addressed the problem of meta-stable materials coated on the submicron of crystalline vaterite precipitated calcium carbonate (PCC) by composite it with latex. This study characterized the coating pigment, preparation of coating color, applied to paper sheets and compared with previous research and Indonesia National Standard specification of coated printing paper (SNI 0154:2010). The use of mixed submicron PCC (SPCC) and regular PCC (RPCC) as a white-coated paper produces a high brightness, low roughness, low oil penetration, high picking strength, high gloss, and low water absorption. Mostly those testing parameters meet the requirement of the Indonesia Standard National of printing coated-paper SNI 0154: 2010. Improvement also achieved on composite of submicron PCC-binder latex. A significant improvement of gloss value of the laboratory-scale processes was equal with supercalender using the paper machine and 23.6-28.9% of increasing of brightness prior to previous study.

Keywords: coating color, printing coated-paper, high gloss, SNI 0154:2010

ABSTRAK

Penelitian ini bermaksud untuk memaksimalkan penggunaan pigmen kalsium karbonat tanpa menggunakan tambahan *optical brightening agent*. Sifat cetak dan derajat cerah kertas ditingkatkan dengan cara mengatasi masalah meta-stabil pada bahan salut presipitat kalsium karbonat (PCC) submikron bentuk kristal vaterit melalui pembentukan komposit dengan lateks. Penelitian ini meliputi tahap karakterisasi bahan salut, pembuatan bahan salut, dan aplikasinya pada kertas, serta analisis sifat fisik, cetak dan optis pada kertas cetak salut, lalu membandingkannya dengan penelitian sebelumnya dan SNI spesifikasi kertas cetak salut SNI 0154:2010. Penggunaan campuran PCC submikron (SPCC) dengan PCC reguler (PCC) sebagai bahan salut menghasilkan derajat cerah kertas tinggi, kekasaran rendah, penetrasi minyak rendah, ketahanan cabut tinggi, kilap tinggi, dan daya serap air rendah. Sebagian besar parameter tersebut memenuhi standar SNI spesifikasi kertas cetak salut (SNI 0154 : 2010). Peningkatan juga terjadi pada komposit PCC submikron (SPCC) dengan binder lateks. Peningkatan signifikan terjadi pada analisa kilap kertas cetak salut skala laboratorium yang menunjukkan hasil sama dengan supercalender pada mesin kertas, dan terjadi peningkatan derajat cerah yaitu sekitar 23,6 – 28,9% terhadap penelitian sebelumnya.

Kata kunci: bahan salut, kertas cetak salut, kilap tinggi, SNI 0154:2010

* Alamat korespondensi :
E-mail: evi_oktavia@yahoo.com

PENDAHULUAN

Salah satu tantangan yang dihadapi oleh industri kertas cetak salut yaitu permintaan pelanggan akan derajat cerah kertas salut yang tinggi dan harga yang bersaing. Namun umumnya makin tinggi kualitas produk, maka harga akan semakin tinggi. Untuk mengatasinya, derajat cerah yang tinggi diperoleh dari penggunaan bahan aditif sintetik yaitu *optical brightening agent* (OBA) (Lehtinen, 2000). Penelitian ini bermaksud untuk memaksimalkan penggunaan pigmen kalsium karbonat tanpa menggunakan tambahan OBA. Penggunaan pigmen kalsium karbonat sebesar 40% dari gramatur kertas cetak salut, sehingga bahan penelitian peningkatan nilai tambah dari bahan ini diharapkan dapat memberikan dampak yang signifikan bagi industri kertas.

Selama ini industri kertas salut di Indonesia masih menggunakan bahan salut pigmen GCC (*Grounded Calcium Carbonate*) dengan ukuran partikel di atas 5 μm . Penelitian sebelumnya mengembangkan teknik hibrid antara silika dengan GCC dalam bahan pengisi kertas, namun opasitas dan hamburan cahaya belum menunjukkan hasil yang memuaskan (Lourenço *et al.*, 2015). Struktur berongga dari PCC (*Precipitated Calcium Carbonate*) dapat menghamburkan sinar lebih banyak dibandingkan GCC, sehingga dihasilkan opasitas dan derajat cerah tinggi. PCC umumnya berukuran partikel lebih kecil daripada GCC yaitu 2–4 μm . PCC mempunyai derajat cerah yang tinggi (>93%) bersaing dengan pigmen TiO_2 (>95%). Bahan *coating color* lainnya seperti TiO_2 anatase mempunyai indeks refraksi tertinggi yaitu 2,55 dibandingkan dengan kaolin (1,55) dan CaCO_3 (1,56), sehingga TiO_2 mempunyai derajat cerah tertinggi (Lehtinen, 2000). Namun kaolin dan CaCO_3 lebih disukai oleh produsen kertas karena mudah diperoleh dan murah walaupun mempunyai sifat fisik di bawah TiO_2 .

Permintaan pelanggan akan kualitas yang semakin tinggi dan harga yang cukup murah ini yang belum dapat dipenuhi oleh industri kertas. Umumnya tantangan tersebut dijawab dengan cara cepat yaitu melalui impor teknologi bahan baku. Sementara itu, Indonesia sendiri diharapkan dapat menjawabnya dimana terdapat sumber kalsium karbonat yang sangat besar, yaitu di Sumatera Barat (8,43 juta ton), Jawa Barat dan Jawa Tengah (42.000 ton/tahun) (Aziz, 2010). Adapun PCC komersial yang telah dihasilkan oleh

Specialty Minerals, Inc. berukuran sekitar 2 μm (Schyvinck and William Haskins, 2009).

Trend percetakan digital saat ini menunjukkan pertumbuhan tertinggi *ink jet* kontinyu dengan kualitas yang sama dengan cetak *offset*. Metode cetak *Web ink jet* akan menggantikan *sheet-fed* dan *web offset*. Maka dari itu, akan dibutuhkan jenis kertas cetak salut dengan fungsionalitas kationik permukaan yang baru. Maka muncul tantangan lain, yaitu belum optimalnya penggunaan PCC submikron (SPCC) di industri kertas yang lalu menjadi dasar dilakukannya penelitian ini, yaitu untuk memperoleh PCC vaterit yang stabil sebagai bahan salut kualitas tinggi yang bernilai ekonomis. Harapannya, SPCC dapat memberikan fungsional yang baru terhadap bahan *coating color*. Penelitian ini mengkompositkan SPCC vaterit dengan binder lateks untuk digunakan sebagai bahan salut secara *cast roll* di atas permukaan kertas duplikator.

Beberapa peneliti telah melakukan riset mengenai potensi aplikasi nano dan submikron partikel PCC untuk bahan salut pada kertas. PCC berukuran 40–60 nm menunjukkan stabilitas bahan salut yang lebih baik, kekasaran yang rendah, dan sifat kebasahan yang lebih rendah (Wu, Queiroz and Mohallem, 2016). Penelitian lain yang menggunakan nanopartikel PCC menunjukkan sifat hidrofobik kertas yang meningkat hingga mencapai sudut kontak 125° (Nypelö, Österberg and Laine, 2011). Nano dan submikron-partikel di industri Indonesia masih sulit untuk diaplikasikan yaitu membutuhkan biaya produksi tinggi, namun ini dapat dijadikan tantangan baru agar dapat meningkatkan kualitas produknya di pasar internasional. Selain itu, terdapat permasalahan struktur nanopartikel mudah beraglomerasi yang akan menyulitkan dalam proses kontrol. Aglomerasi terjadi karena ukuran partikel kecil mempunyai luas permukaan permukaan besar sehingga gaya Van der Waals menjadi dominan (Shen *et al.*, 2010). Aglomerasi nanopartikel lalu membentuk submikron ini biasanya dihindari, namun justru menguntungkan produk kertas dikarenakan ukuran bahan salut sesuai dengan void pada jalinan serat selulosa yang berukuran besar. SPCCS ini bermuatan positif dan dapat berinteraksi dengan muatan anionik dari serat selulosa.

Terdapat tiga bentuk kristal kalsium karbonat yaitu vaterit, kalsit, dan aragonit (Enomae and Tsujino, 2004; Gopi, Subramanian and Palanisamy, 2013). Tipe yang umum digunakan adalah kalsit.

Tipe vaterit berbentuk bulat *spherical* cocok sebagai bahan salut, namun bersifat metastabil dan mempunyai *sphere* sekunder yang terdiri dari partikel primer berukuran 100 nm. Maka dari itu vaterit lebih bersifat hidrofilik dibandingkan kalsit dan aragonit, sehingga vaterit dapat digunakan sebagai pigmen *coating color* kertas *ink-jet* kualitas tinggi (Mori, Enomae and Isogai, 2009). Penelitian Mori ini menghasilkan *sphere* vaterit namun sulit ditransportasi mengingat sifat kristalnya yang metastabil. Penelitian terdahulu (Oktavia, 2009) dengan menggunakan SPCC berukuran 500-1.000 nm masih belum menunjukkan derajat cerah yang tinggi yaitu 72 %. Maka dari itu, penelitian ini juga bertujuan untuk membuat komposit SPCC sintetis-binder lateks yang stabil. Lateks dipilih sebagai material pengkomposit karena digunakan sebagai *binder* kertas salut, dimana pada umumnya lateks dicampurkan secara mekanik dalam stok *coating color*.

BAHAN DAN METODA

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan terdiri dari bahan baku kertas dasar duplikator, bahan kimia zat darih berupa pati kationik, aqua dm, K_2CO_3 , dan $CaCl_2$, serta bahan *coating color*. Komposisi *coating color* yaitu kaolin, GCC, PCC, SPCC (PCC Submikron) yaitu PCC yang dihasilkan pada penelitian sebelumnya (Oktavia, 2009) dan SPCCS (PCC submikron sintetis) yaitu PCC hasil penelitian ini, *binder* berupa lateks dan pati oksidasi, dan aditif berupa dispersan stearat, organik fosfat sebagai anti busa, dan urea-glioksal sebagai *insolubilizer*.

Peralatan yang digunakan terdiri dari peralatan gelas, homogenizer hingga 24.000 rpm untuk sintesa SPCC, viskometer *Brookfield RVT* untuk pengujian viskositas, *proofer coater* untuk *cast roll* bahan salut, pelat pengering dan *drum dryer* untuk mengeringkan kertas, *Photo volt 557/ Gloss meter*, *Bendsten*, SEM-EDAX, dan *particle size analyzer*.

Metoda

Tahapan penelitian yang dilakukan adalah karakterisasi bahan salut, penyiapan bahan salut, pembuatan *coating color*, dan aplikasinya pada kertas,serta analisa keta cetak salut berupa sifat

fisik, cetak, dan optisnya lalu membandingkan dengan penelitian sebelumnya dan SNI spesifikasi kertas cetak salut SNI 0154:2010.

Karakterisasi Bahan Salut

Karakterisasi bahan salut kalsium karbonat meliputi pengujian derajat cerah, indeks refraksi, koefisien hamburan, luas permukaan spesifik, dan indeks polidispersitas dengan menggunakan *Particle Size Analyzer* Delsa Nano.

Penyiapan Bahan Salut Kertas

Penelitian ini menggunakan 3 macam metoda pembuatan SPCCS secara homogenisasi dengan menggunakan dasar reaksi kimia yang sama, yaitu :



Metoda pertama pembuatan komposit SPCC dilakukan secara sistem emulsi, yaitu mencampurkan 1 M K_2CO_3 dalam fasa minyak dengan surfaktan polisorbate dalam fasa air dengan komposisi 3 : 7 berdasarkan penelitian Mori di tahun 2009. Kemudian campuran emulsi tersebut dihomogenasi pada 15.000 rpm selama 10 menit, lalu direaksikan dengan 1M $CaCl_2$ sesuai metode yang dilakukan pada penelitian sebelumnya (Enomae and Tsujino, 2004), kemudian dilakukan homogenasi kembali pada 2000 rpm selama 5 menit. SPCC yang dihasilkan kemudian disentrifugasi pada 3500 rpm selama 15 menit. Selanjutnya sampel yang dihasilkan dari metoda ini disebut sebagai sampel T1. Perbedaan penelitian ini dengan metoda Enomae yaitu penelitian ini tidak menggunakan ultrasonik, melainkan homogenizer mekanik. Dasar pertimbangannya yaitu ultrasonik tidak digunakan di industri kertas, maka penggunaan homogenizer mekanik ini lebih sesuai untuk dapat digunakan secara komersil.

Metoda kedua untuk menghasilkan komposit bahan pigmen dengan binder yaitu komposit SPCCS-lateks dengan menggunakan homogenizer mekanik mengacu pada penelitian sebelumnya (Gaudreault *et al.*, 2015). Selanjutnya sampel yang dihasilkan diberi kode sampel T2. Adapun T2 ini meningkatkan konsentrasi salah satu reaktan pada T1 yaitu $CaCl_2$, sedangkan lateks ditentukan sebagai variabel tetap. Dasar pertimbangannya yaitu untuk menggeser kesetimbangan reaksi

ke kanan agar dihasilkan produk SPCCS yang lebih banyak. Reaktan 1M K_2CO_3 ditambahkan perlahan dalam campuran 1,2M $CaCl_2$ dan lateks, kemudian dihomogenisasi 5000 rpm selama 5 menit. SPCC yang dihasilkan kemudian disentrifugasi pada 3500 rpm selama 15 menit. Metoda komposit ini merupakan metoda yang belum umum digunakan. Keterbaruan metoda ini yaitu terletak pada pembuatan *coating color*, dimana teknik konvensional umumnya binder lateks telah dicampur terlebih dahulu pada proses *wet end* bersama bahan aditif lainnya, sedangkan metoda ini mengecualikan binder lateks terhadap campuran bahan aditif lainnya, untuk kemudian lateks tersebut dikompositkan secara langsung dengan pigmen kalsium karbonat saat reaksi kimia terjadi antara K_2CO_3 dengan $CaCl_2$. Tujuan penggunaan cara komposit ini diharapkan terjadi peningkatan sifat optis, cetak dan fisik pada produk akhir kertas salut.

Metoda ketiga untuk menghasilkan SPCCS, yaitu tahapan metoda dan komposisi yang sama dengan metoda T2 namun tanpa menggunakan surfaktan. Selanjutnya sampel yang dihasilkan dari metoda ketiga ini diberi kode sampel T3. Kemudian ketiga sampel T1, T2, dan T3 ini dilakukan pengujian luas permukaan spesifik, pengukuran citra menggunakan SEM, derajat cerah, dan kandungan padatan pada SPCCS yang dihasilkan.

Pembuatan *Coating Color*

Dalam penelitian ini dibuat sembilan *coating color* dengan komposisi pada Tabel 1. Kemudian masing-masing variasi komposisi pigmen tersebut dicampur dengan 40 bagian kaolin hingga 100 bagian pigmen. Bahan *coating color*

yang digunakan sebagai variabel tetap mengacu pada hasil penelitian optimum yang dilakukan sebelumnya (Elyani *et al.*, 2016) yaitu 10 bagian binder lateks, 0,4 bagian dispersan, dan 0,01 bagian anti busa. Formula *coating color* ini digunakan untuk sampel T1, sedangkan untuk sampel T2 dan T3 sudah tidak menggunakan binder lateks karena telah digunakan pada proses komposit di atas.

Aplikasi Pada Kertas

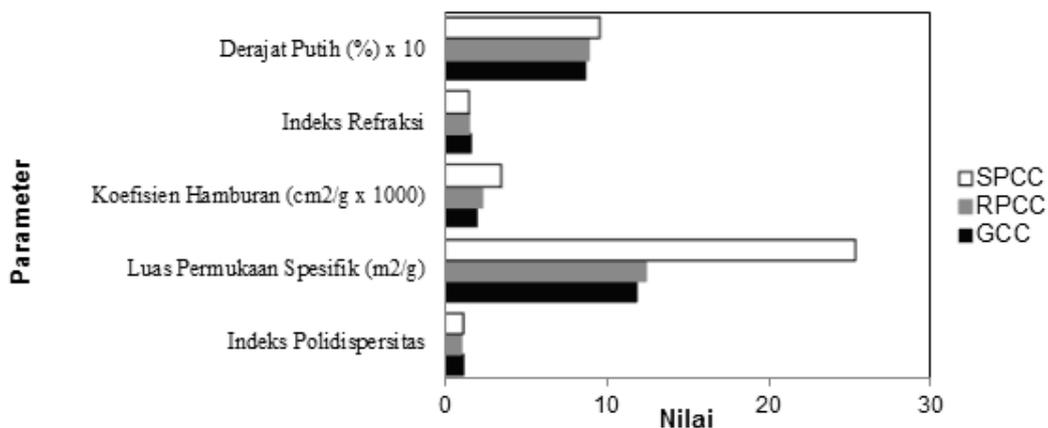
Setelah ketiga formula *coating color* selesai dibuat, dilakukan proses penyalutan kertas dengan cara menyalutkan *coating color* pada lapisan atas kertas duplikator dengan gramatur 70 g/m². Pada penelitian ini kertas dasar disalut pada satu sisi dengan volume *coating color* sebesar 10 mL secara casting di atas *proofing coater*. Lembaran yang telah disalut kemudian dikeringkan pada suhu kamar selama 24 jam, dilanjutkan dengan pengeringan menggunakan oven pada suhu 90°C selama 5 menit, lalu pengeringan menggunakan *drum dryer* pada suhu 90°C selama 3 siklus. selanjutnya dipindahkan ke ruang kondisi untuk dilakukan pengujian.

Pengumpulan Data dan Analisa

Lembaran kertas dasar yang telah disalut dikondisikan selama 24 jam dalam suhu $23 \pm 1^\circ C$ dan RH $50 \pm 2\%$. Parameter yang diuji, meliputi gramatur (SNI 536 : 2010), kekasaran *Benstend* (SNI 0585.2 : 2009), derajat cerah (SNI 14-4733-1998), daya serap air atau *Cobb 60* (SNI 0499 : 2008), penetrasi minyak IGT – *Instituut voor Grafische Techniek* (SNI 14-0584-1989), kilap (SNI 2238 : 2008), indeks tarik (SNI 1924-2

Tabel 1. Variasi komposisi bahan salut

Komposisi (bagian/100 bagian pigmen)	Kode sampel											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	T1	T2	T3
GCC	60	-	-	40	20	-	-	40	20	-	-	-
PCC	-	60	-	20	40	40	20	-	-	-	-	-
SPCC	-	-	60	-	-	20	40	20	40	-	-	-
SPCCS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60	60	60



Gambar 1. Hasil karakterisasi bahan pigmen

: 2010), indeks sobek (SNI 0436 : 2009). Data diperoleh dari rata-rata nilai dengan pengulangan sepuluh kali untuk masing-masing sepuluh lembar kertas per contoh. Hasil analisa parameter uji tersebut kemudian dibandingkan dengan spesifikasi kertas cetak salut SNI 0154:2010.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi Awal Bahan Salut

Ukuran partikel bahan pigmen pengisi menjadi salah satu parameter penting dalam karakterisasi awal. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa GCC komersial mempunyai ukuran partikel yang paling besar yaitu berkisar 20.000 – 40.000 nm dibandingkan PCC 1.000 – 2.000 nm dan SPCC50 – 800 nm. Gambar 1 di atas menunjukkan bahwa makin kecil ukuran partikel maka derajat cerah makin tinggi, koefisien hamburan makin tinggi, luas permukaan spesifik makin tinggi, serta indeks polidispersitas semakin rendah. Semua parameter tersebut saling berhubungan, dimana makin kecil ukuran partikel maka luas permukaannya akan semakin besar. Kalsium karbonat sendiri bersifat sedikit kationik yang diperoleh dari ion Ca^{2+} , sehingga makin besar luas permukaannya maka makin banyak permukaan yang dapat kontak dengan gugus fungsi $-\text{OH}$ yang bersifat anionik pada serat selulosa.

Citra Partikel Pigmen

Gambar 2 hingga Gambar 7 berikut merupakan citra partikel pigmen sebagai bahan salut. Gambar 2 menunjukkan rata-rata ukuran

partikel GCC sekitar 5000 nm. Gambar 3. menunjukkan rata-rata ukuran partikel RPCC sekitar 23.000 – 20.000 nm. PCC ini mempunyai distribusi ukuran partikel yang sempit atau indeks polidispersitas yang rendah. Keseragaman distribusi ukuran partikel ini mempunyai peran untuk meningkatkan kualitas bahan pengisi dan kertas salut. Hasil foto SEM-EDAX menunjukkan kandungan kalsium RPCC berstruktur kalsit.

Citra Komposit SPCCS

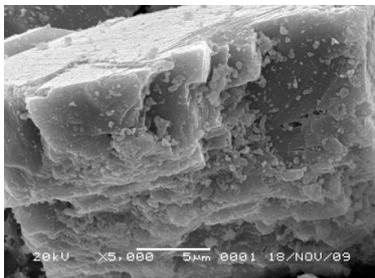
Pada Gambar 5. terlihat bahwa lateks belum sempurna melingkupi partikel SPCC. Maka dari itu perlu dilakukan variasi komposit SPCC-lateks (T2) yang ditunjukkan pada Gambar 6. Sebagai kontrol pembanding, dilakukan variasi SPCC tanpa menggunakan lateks pada Gambar 7.

Gambar 5., Gambar 6., dan Gambar 7. menunjukkan struktur kristal vaterit dari partikel SPCC. Vaterit bersifat meta stabil dan mudah berubah menjadi kalsit, maka dari itu teknik komposit T2 ini diharapkan dapat menstabilkan struktur kristal vaterit. Struktur kristal vaterit yang sempurna terletak pada sampel T2. Komposit lateks dengan reaktan CaCl_2 yang berlebih (1,2M) pada T2 menyebabkan terjadi reaksi sempurna atau pergeseran kesetimbangan reaksi ke arah produk. Kesetimbangan ini memberikan waktu bagi lateks untuk berkomposit melingkupi permukaan SPCC sehingga struktur vaterit dari SPCC dapat dipertahankan. Sampel T3 sebagai kontrol juga menghasilkan vaterit, namun tanpa berkomposit dengan lateks, sehingga tidak terjadi penstabilan struktur. Hal ini menyebabkan distribusi partikel menjadi bimodal (Tabel 2). Pola

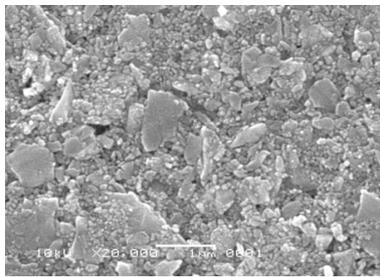
distribusi Tabel 2. menunjukkan T1 mempunyai dua ukuran partikel monodispersif atau puncak bimodal. Data ini menunjang foto SEM sampel T1 (Gambar 5). Puncak bimodal tersebut menunjukkan bahwa SPCCS-lateks tidak saling berkomposit. Kemungkinan hal ini disebabkan karena metoda yang digunakan kurang sesuai. T1 mengadopsi metoda Enomae dkk (2009) yaitu pada pencampuran emulsi kecepatan tinggi dengan rentang waktu homogenisasi yang cukup lama dan perbandingan mol pereaksi sesuai stoikiometri reaksi yaitu 1 : 1. Maka dari itu, metoda kedua pada pembuatan sampel T2

dilakukan untuk memperbaiki metoda pertama, yaitu pencampuran emulsi kecepatan sedang, rentang waktu homogenisasi yang singkat, dan menaikkan salah satu mol pereaksi agar terjadi pergeseran reaksi ke kanan atau ke produk. Puncak monomodal dan monodispersif pada sampel T2 di Tabel 2 menunjang foto SEM sampel T2 (Gambar 6) dimana seluruh permukaan SPCCS terlindungi atau terkompositkan dengan baik oleh partikel lateks sehingga menghasilkan satu kurva distribusi yang monodispersif.

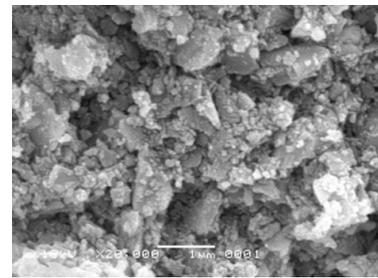
Selanjutnya untuk aplikasi pada kertas cetak salut digunakan sampel T2 sebagai bahan SPCCS



Gambar 2. Foto SEM GCC perbesaran 5.000x

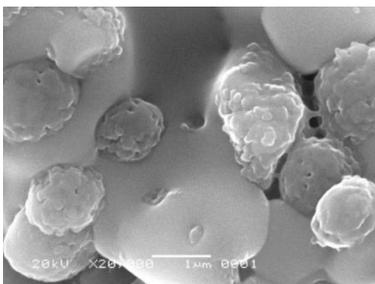


Gambar 3. Foto SEM PCC perbesaran 20.000x

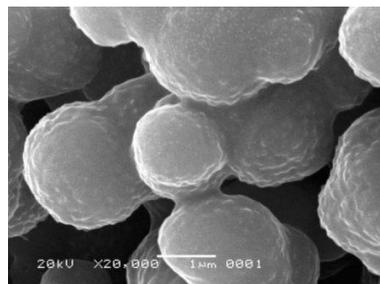


Gambar 4. Foto SEM SPCC perbesaran 20.000x

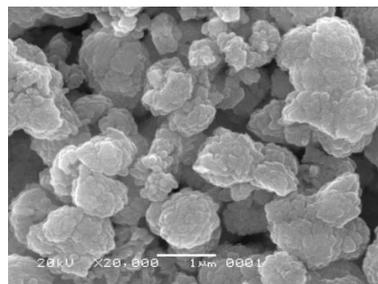
Gambar 4. Menunjukkan rata-rata ukuran partikel NPCC sekitar 200 – 800 nm. Hasil foto SEM-EDAX menunjukkan kandungan SPCC berstruktur kalsit *semi-clustered*



Gambar 5. Foto SEM komposit SPCCS-lateks (T1)



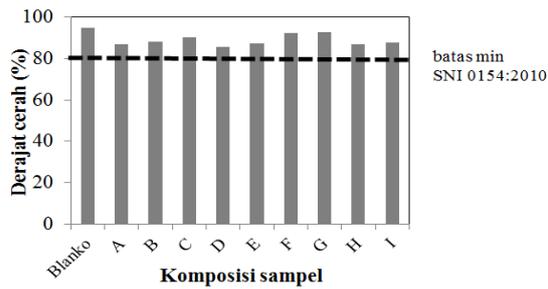
Gambar 6. Foto SEM komposit SPCCS-lateks (T2)



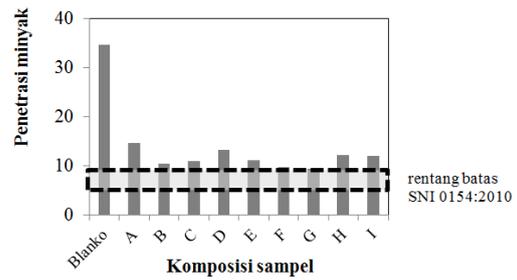
Gambar 7. Foto SEM komposit SPCCS tanpa lateks (T3 atau kontrol)

Tabel 2. Distribusi ukuran partikel komposit PCC submikron

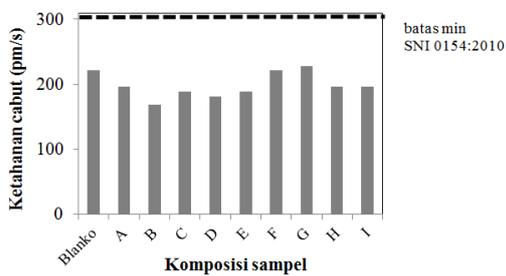
Sifat	T1	T2	T3 (kontrol)
Struktur kristal	Kalsit	Vaterit	Vaterit
Ukuran partikel (nm)	4.182,5	182,1	2.516,0
Indeks polidispersitas	1,171	0,115	0,887
Pola distribusi	bimodal	monomodal	bimodal



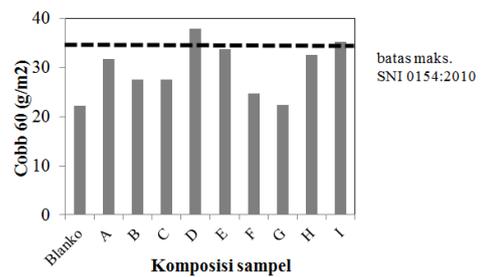
Gambar 8 a) Hasil analisa derajat cerah



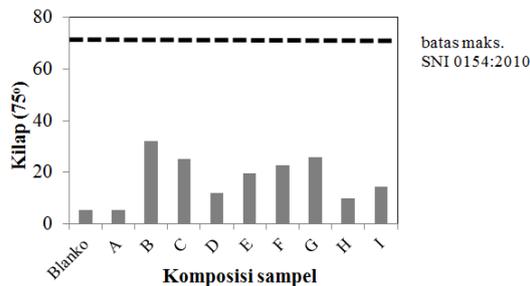
Gambar 8 b) Hasil analisa penetrasi minyak



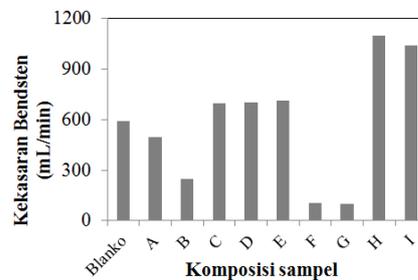
Gambar 8 c) Hasil analisa ketahanan cabut



Gambar 8 d) Hasil analisa daya serap air



Gambar 8 e) Hasil analisa derajat kilap



Gambar 8 f) Hasil analisa kekasaran bendsten

sesuai dengan komposisi pada Tabel 2 untuk membentuk lembaran kertas dengan kode A hingga I dan kertas duplikator sebagai blanko.

Analisa Sifat-sifat Kertas Salut

Gambar 8 a) hingga e) menunjukkan sifat cetak kertas salut hasil penelitian dengan menggunakan campuran komposisi GCC, RPCC, dan SPCC dibandingkan dengan spesifikasi kertas cetak salut SNI 0154 : 2010. Secara keseluruhan data pada Gambar 8 a) hingga 8 e) menunjukkan peningkatan sifat

cetak kertas salut yang optimum yaitu pada komposisi G (40 SPCC-20 RPCC). Terkecuali untuk analisa ketahanan cabut pada Gambar 8 c) menunjukkan nilai di bawah batas minimum yang ditetapkan oleh SNI spesifikasi kertas cetak salut SNI 0154:2010. Hal ini dikarenakan struktur pigmen yang sebagian besar merupakan PCC vaterit tidak cukup kuat menempel pada serat selulosa di permukaan kertas. Ini dapat diperbaiki dengan menambahkan *dry pick improvement* seperti emulsi wax atau asam lemak ester (Theisen *et al.*, 2013). Secara keseluruhan, terjadi peningkatan sifat cetak pada komposisi

G ini dikarenakan efek sinergi dalam pengisian ruang antar serat di permukaan kertas.

Salah satu parameter penting dalam analisa kualitas kertas cetak salut adalah kekasaran. Penelitian ini dilakukan tanpa melalui proses kalender atau superkalender, sedangkan kertas cetak salut komersil yang menjadi dasar penentuan SNI 0154:2010 merupakan kertas cetak salut yang telah melalui proses kalender atau superkalender. Pada SNI 0154:2010 parameter kekasaran yang digunakan adalah metode *print-surf*, sedangkan penelitian ini menggunakan metode Bendsten. Hal yang mendasari penggunaan metoda Bendsten adalah kertas cetak salut yang dihasilkan dari penelitian ini masih kasar, sehingga metoda Bendsten lebih tepat digunakan dibandingkan metoda *print-surf*.

Gambar 9 a) hingga 9 f) menunjukkan analisa kertas cetak salut kondisi optimum dari rangkaian formula GCC, RPCC, dan SPCC (kode sampel A hingga I) yaitu sampel G (20 PCC : 40 SPCC) dibandingkan dengan sampel T2 (komposit SPCCS-lateks) dan sampel T3(SPCCS tanpa lateks atau kontrol). Sebagai catatan, SPCCS sampel T1 tidak dapat diaplikasikan ke permukaan kertas karena komposit SPCCS-lateks tidak stabil dan tidak terjadi pencampuran yang homogen antara SPCCS dan lateks.

Gambar 9 a) menunjukkan tidak ada perbedaan derajat cerah yang signifikan antara sampel G (20 PCC : 40 SPCC), komposit SPCCS-lateks dan SPCCS kontrol. Hasil ini menunjukkan tidak terjadi perbaikan yang nyata pada parameter derajat cerah. Semua sampel memenuhi kriteria spesifikasi SNI 0154:2010. Namun, nilai ini menunjukkan peningkatan derajat cerah yang signifikan yaitu sekitar 23,6 – 28,9% terhadap penelitian sebelumnya (Oktavia, 2009).

Terjadi kenaikan penetrasi minyak sampel T2 (komposit SPCCS-lateks) dan sampel T3(SPCCS tanpa lateks atau kontrol) dibandingkan sampel G (20 PCC : 40 SPCC) pada Gambar 9 b). Ini disebabkan oleh struktur vaterit sferikal tidak cukup untuk menghalangi minyak berpenetrasi lebih dalam ke kertas. Penelitian sebelumnya (Oktavia, 2009) menunjukkan nilai penetrasi minyak yang kurang baik atau sangat tinggi yaitu 42,1. Sampel G yang berstruktur kalsit berbentuk lempeng pipih sehingga mempunyai nilai penetrasi minyak yang baik sesuai dengan spesifikasi SNI 0154:2010.

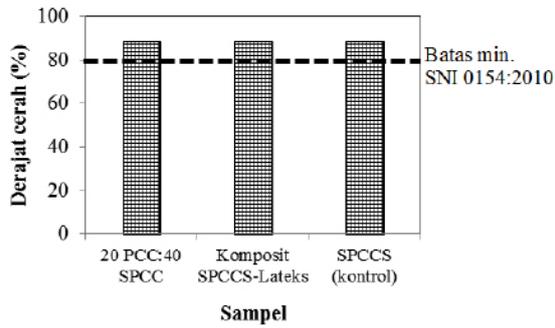
Terjadi peningkatan nilai ketahanan cabut sampel T2 (komposit SPCCS-lateks) dan

sampel T3 (SPCCS tanpa lateks atau kontrol) dibandingkan sampel G (20 PCC : 40 SPCC) pada Gambar 9 c). Ini disebabkan oleh struktur vaterit sferikal dapat menempel dengan baik pada jalinan serat selulosa di permukaan kertas duplikator dibandingkan dengan struktur lempengan kalsit pada sampel G (20 PCC : 40 SPCC).

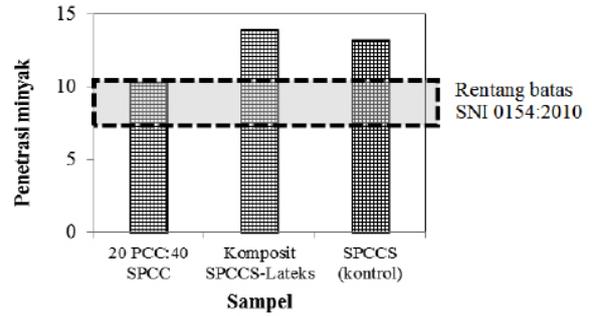
Gambar 9 d) menunjukkan kekasaran yang rendah pada sampel komposit SPCCS-lateks (T2) dan SPCCS kontrol dibandingkan dengan sampel G (20 PCC : 40 SPCC). Ini menunjukkan terjadi peningkatan sifat kertas cetak salut dibandingkan penelitian sebelumnya (Oktavia, 2009) yaitu nilai kekasaran yang kurang baik atau sangat tinggi sebesar 558 mL/min. Struktur vaterit yang dihasilkan pada penelitian ini mempunyai dengan distribusi ukuran partikel monodispersif yang menyebabkan struktur kertas yang lebih berpori. Distribusi ukuran partikel yang melebar akan menghasilkan kertas yang lebih padat dan lebih sedikit pori (Lehtinen, 2000).

Gambar 9 e) menunjukkan daya serap air yang menurun pada sampel komposit SPCCS-lateks (T2) dibandingkan dengan sampel G (20 PCC : 40 SPCC). Parameter ini menunjukkan peningkatan sifat kertas, disebabkan oleh sifat hidrofobisitas yang tinggi pada sampel SPCCS-lateks (T2) dan SPCCS kontrol. Hidrofobisitas yang tinggi ini diperoleh tanpa harus menaikkan jumlah lateks. Proses komposit SPCCS dengan lateks yang dilakukan pada sampel T2 ini efektif untuk meningkatkan hidrofobisitas permukaan kertas cetak salut.

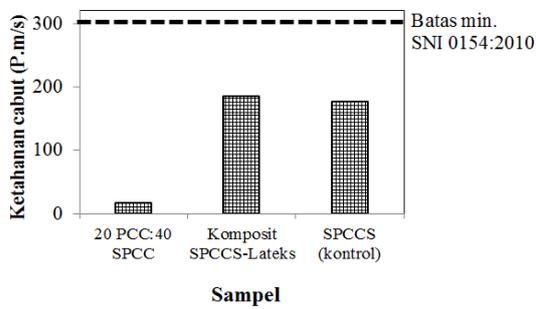
Data pada Gambar 9 f) menunjukkan bahwa komposit SPCCS-lateks (T2) dan SPCCS kontrol (T3) mempunyai kilap yang lebih tinggi daripada G. Ini menunjukkan bahwa proses komposit SPCC – lateks memberikan kontribusi pada parameter optis tersebut. Nilai kilap yang mencapai di atas 30 ini sebanding dengan buku superkalender yang dihasilkan oleh mesin kertas (Gao, Li and Wang, 2007). Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa submikron komposit SPCC-lateks skala laboratorium berpotensi meningkatkan kilap produk kertas yang hampir sama dengan proses superkalender tanpa harus melalui proses superkalender itu sendiri. Gao melaporkan nilai kilap 75° hasil penelitian mereka melalui proses superkalender sebesar 38 dengan menggunakan pigmen kaolin. Penelitian ini juga menghasilkan nilai kilap yang sebanding dengan penelitian yang dilakukan oleh Gao.



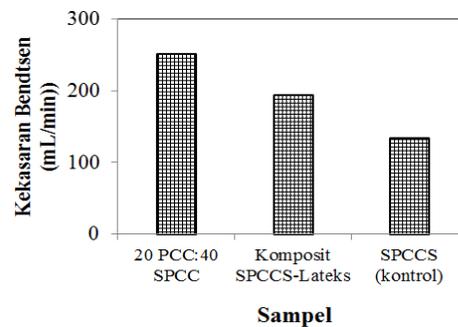
Gambar 9 a) Hasil analisa derajat cerah



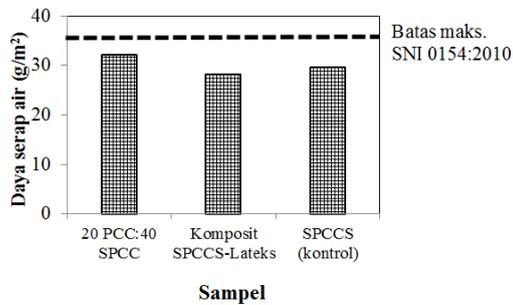
Gambar 9 b) Hasil analisa penetrasi minyak



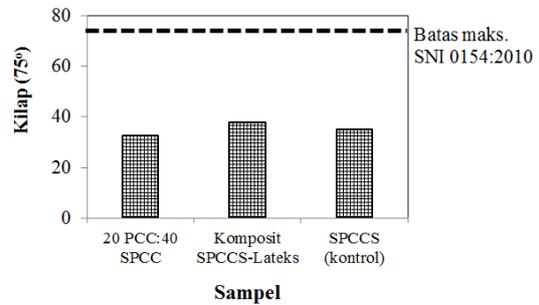
Gambar 9 c) Hasil analisa ketahanan cabut



Gambar 9 d) Hasil analisa kekasaran bendtsen



Gambar 9 e) Hasil analisa daya serap air



Gambar 9 f) Hasil analisa kilap

KESIMPULAN

Campuran komposisi PCC reguler dan PCC submikron menghasilkan kualitas cetak yang baik. Distribusi ukuran partikel monomodal memberikan kontribusi kepada sifat cetak dan optis yang baik. Struktur vaterit pada komposit PCC submikron-lateks berperan penting dalam peningkatan kualitas kertas cetak salut terutama untuk parameter kekasaran yang rendah, ketahanan cabut yang tinggi, daya serap air yang

rendah, dan nilai kilap yang tinggi. Penggunaan vaterit PCC berukuran submikron berpotensi mengurangi tahapan proses superkalender pada pembuatan kertas cetak salut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Balai Besar Pulp dan Kertas yang telah mendanai penelitian ini melalui DIPA tahun anggaran 2011. Terima kasih kepada pak Wikanda di Pusat Penelitian

dan Pengembangan Geologi Kelautan ESDM yang telah membantu pengukuran sampel menggunakan SEM, Sekolah Farmasi ITB yang telah membantu pengukuran menggunakan *Particle Size Analyzer*. Terimakasih kepada Ibu Jenni Rismijana di BBPK yang telah memberikan masukan dan saran selama penelitian ini dilaksanakan, Bapak Dadang S. Asid di BBPK dan Ibu Cucu di BBPK yang telah membantu melakukan pembuatan lembaran kertas dan pengujian kualitas kertas.

DAFTAR PUSTAKA

- Aziz, M. (2010) 'Batu kapur dan peningkatan nilai tambah serta spesifikasi untuk industri', *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara*, 3(6), pp. 116–131.
- Elyani, N., Rismijana, J., Kardiansyah, T. and Cucu (2016) 'Pati termodifikasi enzimatis sebagai komponen perekat bahan salut kertas cetak', *Jurnal Selulosa*, 2(1), pp. 20–27.
- Enomae, T. and Tsujino, K. (2004) 'Application of spherical hollow calcium carbonate particles as filler and coating pigment', *Appita J*, 57, pp. 398–493.
- Gao, Y., Li, K. and Wang, Z. (2007) 'The influence of pulp furnish components on the property of supercalendered paper', *Pulp & Paper Canada*, 108(1), pp. 44–49.
- Gaudreault, R., Di Cesare, N., van de Ven, T. G. M. and Weitz, D. A. (2015) 'Structure and strength of flocs of precipitated calcium carbonate induced by various polymers used in papermaking', *Industrial & Engineering Chemistry Research*. American Chemical Society, 54(24), pp. 6234–6246.
- Gopi, S., Subramanian, V. K. and Palanisamy, K. (2013) 'Aragonite–calcite–vaterite: A temperature influenced sequential polymorphic transformation of CaCO₃ in the presence of DTPA', *Materials Research Bulletin*, 48(5), pp. 1906–1912.
- Lehtinen, E. (ed.) (2000) *Pigment coating and surface sizing of paper*. 1st edn. Jyväskylä: Fapet Oy.
- Lourenço, A. F., Gamelas, J. A. F., Sequeira, J., Ferreira, P. J. and Velho, J. L. (2015) 'Improving paper mechanical properties using silica-modified ground calcium carbonate as filler', *BioResources*, 10(4), pp. 8312–8324.
- Mori, Y., Enomae, T. and Isogai, A. (2009) 'Preparation of pure vaterite by simple mechanical mixing of two aqueous salt solutions', *Materials Science and Engineering: C*, 29(4), pp. 1409–1414.
- Nypelö, T., Österberg, M. and Laine, J. (2011) 'Tailoring surface properties of paper using nanosized precipitated calcium carbonate particles', *ACS Applied Materials & Interfaces*, 3(9), pp. 3725–3731.
- Oktavia, E. (2009) *Aplikasi nanopartikel precipitated calcium carbonate sebagai bahan pengisi kertas*. Jakarta.
- Schvyinck, L. and William Haskins, B. (2009) *Maximize Economics, maintain quality. A series of new PCC filler products that can do both*.
- Shen, J., Song, Z., Qian, X., Yang, F. and Kong, F. (2010) 'Nanofillers for papermaking wet end applications', *BioResources*, 5(3), pp. 1328–1331.
- Theisen, J. A., Unruh, B. C., Langton, D. J., Orlovsky, M. A., Weber, M. J., Blanz, J. J. and Schultz, L. R. (2013) 'Treated paper product, combination food and treated paper product, and methods for manufacturing and using treated paper product'. USPTO.
- Wu, W. S., Queiroz, M. E. and Mohallem, N. D. S. (2016) 'The effect of precipitated calcium carbonate nanoparticles in coatings', *Journal of Coatings Technology and Research*. Springer US, 13(2), pp. 277–286.