

**PRESERVASI ARSIP KERTAS:
EVALUASI PENGGUNAAN MAGNESIUM KARBONAT DAN
METIL SELULOSA**

***PRESERVATION OF PAPER-BASED ARCHIVES:
EVALUATING THE USE OF MAGNESIUM CARBONATE AND
METHYL CELLULOSE***

Yanah Suryanah¹, Sari Hasanah², Fitra Yeni³

¹Arsip Nasional Republik Indonesia

Jl. Ampera Raya No. 7, Cilandak, Jakarta Selatan 12560

Email: yanahsuryanah@yahoo.com

²Arsip Nasional Republik Indonesia

Jl. Ampera Raya No. 7, Cilandak, Jakarta Selatan 12560

Email: hasanah_sari@yahoo.com

³Arsip Nasional Republik Indonesia

Jl. Ampera Raya No. 7, Cilandak, Jakarta Selatan 12560

Email: fitrayenissiapt@yahoo.com

Abstract

Damage to archives stored for a long time threatens to reduce the shelf life of archives and their existence in the future. Efforts to conserve the archive are done to reduce the damage that occurs. This study aims to study the effect of the use of Magnesium Carbonate and the effect of the use of Methyl Cellulose in the improvement of the paper-based archives. Acidic archive papers are treated by using Magnesium Carbonate and Bookkeeper solution. The acidity of the paper is tested before and after treatment. In the restoration of the archive using Methyl Cellulose, Japanese tissue was applied using Methyl Cellulose glue on archive paper. The effect of the use of glue was observed from changes in the characteristics of the paper before and after treatment. The parameters tested include grammage, thickness, tear resistance, folding resistance, internal bonding, water absorption, ash content, and acidity. The result showed that Magnesium Carbonate can significantly increase pH but this chemical cannot be used in spraying. Other results show that the improvement of the archive using Methyl Cellulose can increase the strength of the paper but further research is needed to determine its effect after being stored for a long time.

Keywords: Deacidification, Tissue Process, Magnesium Carbonate, Methyl Cellulose

Abstrak

Kerusakan arsip yang disimpan dalam jangka waktu lama mengancam penurunan daya tahan simpan arsip dan keberadaannya di masa depan. Usaha konservasi arsip dilakukan untuk mengurangi kerusakan yang terjadi. Penelitian ini bertujuan mempelajari pengaruh penggunaan magnesium karbonat dan pengaruh penggunaan metil selulosa dalam konservasi arsip kertas. Arsip kertas dihilangkan asamnya menggunakan magnesium karbonat dan larutan bookkeeper.

Keasaman kertas diuji sebelum dan sesudah perlakuan. Dalam perbaikan arsip menggunakan metil selulosa, tissue Jepang ditempelkan menggunakan lem metil selulosa pada kertas arsip. Pengaruh penggunaan lem diamati dari perubahan karakteristik kertas sebelum dan sesudah perlakuan. Parameter yang diuji meliputi gramatur, ketebalan, ketahanan sobek, ketahanan lipat, internal bonding, daya serap air, kadar abu dan keasaman. Hasil penelitian menunjukkan magnesium karbonat dapat menaikkan pH secara signifikan tetapi bahan kimia ini tidak bisa digunakan dalam cara spraying. Hasil lainnya menunjukkan, perbaikan arsip menggunakan metil selulosa dapat meningkatkan kekuatan kertas tetapi perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui pengaruhnya setelah disimpan dalam waktu lama.

Kata Kunci: Deasidifikasi, Proses *Tissue*, Magnesium Karbonat, Metil Selulosa

PENDAHULUAN

Arsip kertas dapat mengalami kerusakan dikarenakan bahan penyusun arsip. Penggunaan pulp kayu dalam proses pembuatan kertas dapat berdampak terhadap degradasi selulosa. Penggunaan pulp kayu mendorong kerusakan kertas akibat peningkatan reaksi-reaksi kimia seperti oksidasi dan hidrolisis. Selulosa merupakan komponen utama dari serat kertas dan pemutusan ikatan kimia pada selulosa berdampak pada kertas. Selain pulp, bahan-bahan yang bersifat asam yang digunakan dalam proses pembuatan kertas turut mendorong percepatan degradasi pada kertas. Bahkan asam disebut-sebut sebagai salah satu faktor yang paling berperan dalam proses kerusakan kertas (Ali&Mohamed, 2015).

Selain dari bahan penyusun arsip, kerusakan kertas juga disebabkan karena faktor dari luar. Patkus (2003) menggolongkan faktor perusak arsip menjadi dua bagian yaitu faktor intern dan faktor ekstern. Faktor intern ini berasal dari penggunaan bahan kimia seperti alum rosin serta penggunaan tinta yang bersifat asam. Faktor ekstern berasal dari lingkungan

polutan, suhu, kelembaban, cahaya, jamur/kapang, serangga, binatang pengerat, serta faktor manusia terkait ketidakpedulian ketika menangani arsip dan juga tindakan pencurian.

Menghadapi ancaman kerusakan ini, dilakukan kegiatan konservasi untuk meminimalisir kerusakan yang terjadi. Menurut Zervos&Alexopoulou (2015), metode konservasi diklasifikasikan ke dalam beberapa kategori yaitu persiapan, sterilisasi, pembersihan kering dan basah, stabilisasi kimia, *paper repairs*, konsolidasi.

Arsip Nasional RI (ANRI) sebagai lembaga kearsipan yang memiliki khazanah arsip kertas juga melakukan kegiatan konservasi. Kegiatan yang biasa dilakukan di unit restorasi arsip adalah dengan melakukan deasidifikasi arsip dan selanjutnya dilakukan *tissue process*. Berdasarkan metode konservasi yang diklasifikasikan oleh Zervos&Alexopoulou (2015), deasidifikasi masuk ke dalam kategori stabilisasi kimia sedangkan *tissue process* masuk ke dalam kategori konsolidasi.

Deasidifikasi arsip dilakukan untuk menghilangkan kandungan asam yang ada di

dalam arsip kertas. Metode yang dilakukan dalam melakukan deasidifikasi arsip adalah menggunakan metode perendaman dan spraying. Bahan kimia yang biasa digunakan adalah magnesium karbonat dan bookkeeper. Magnesium karbonat digunakan dalam metode perendaman sedangkan bookkeeper digunakan dalam metode spraying. Kelemahan penggunaan bookkeeper adalah harganya yang mahal dan sulit diperoleh tetapi penggunaannya mudah dan praktis sedangkan magnesium karbonat harganya murah tetapi penggunaannya memerlukan waktu untuk dibuat dalam bentuk larutan dengan konsentrasi tertentu. Permasalahan yang ada saat ini adalah lembaga kearsipan ingin menggunakan magnesium karbonat dalam metode spraying, dan cara ini belum diketahui pengaruhnya terhadap keasaman arsip.

Tissue process dilakukan untuk menguatkan kertas. *Tissue process* dilakukan dengan menempelkan tissue dengan serat tinggi menggunakan lem pada lembaran arsip (Hummel&Barrow, 1956). Berbagai jenis lem/perekat digunakan sebagai perekat tisu adalah starch, carboxy methyl cellulose, tylose, dan metil selulosa. Diantara lem yang banyak digunakan baik di ANRI maupun di Lembaga Kearsipan negara maju seperti Korea adalah metil selulosa. Namun, keberadaan bahan kimia perekat ini di pasaran beragam kualitasnya sehingga diperlukan penelitian untuk mengetahui bahan kimia metil selulosa yang bisa digunakan dalam *tissue process*.

Berdasarkan latar belakang tersebut di atas, penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh penggunaan magnesium karbonat dan pengaruh penggunaan metil selulosa dalam perbaikan arsip kertas.

METODE PENELITIAN

Bahan

1. Deasidifikasi

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah arsip kertas kosong yang memiliki pH asam (berwarna coklat, tanpa keterangan tahun, diduga telah berusia ratusan tahun), *bookkeeper*, magnesium karbonat, gas karbondioksida, aquadest/air suling.

Peralatan yang digunakan adalah pH meter, tabung gas, peralatan gelas, bak perendam, kipas angin, rak pengering.

2. *Tissue Process*

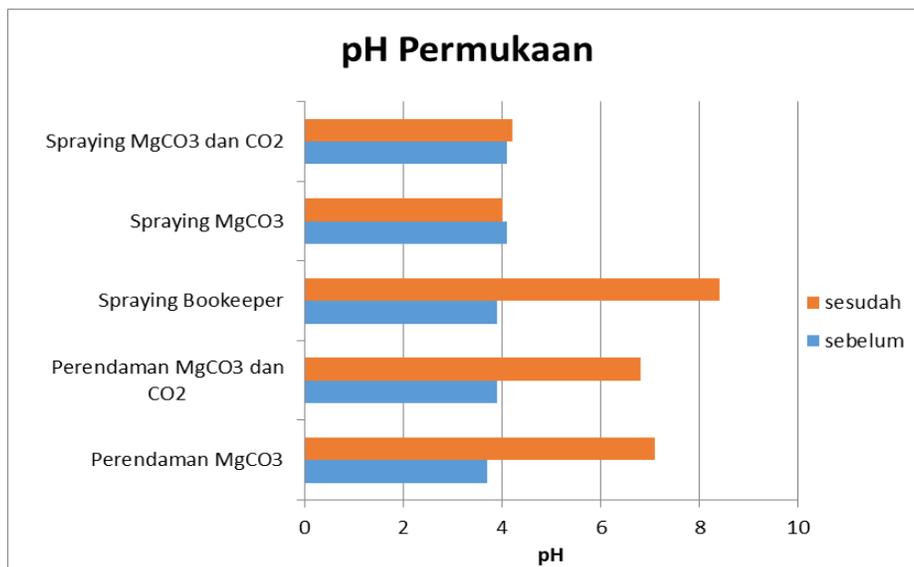
Bahan yang digunakan adalah kertas yang biasa digunakan dalam tata naskah dinas yaitu kertas conqueror, kertas HVS, tissue Jepang (ketebalan 0,0425 mm dan gramatur 7,1 g/m²), aquadest, metil selulosa teknis. Metil selulosa yang digunakan untuk penelitian ini dibatasi hanya satu jenis yang diperoleh dari pasaran.

Peralatan yang digunakan adalah timbangan, alat uji ketebalan, alat uji ketahanan lipat MIT, alat uji ketahanan sobek Elmendorf, alat uji *internal bonding*, *Cobb tester*, pH meter, kipas angin, rak pengering, tanur.

Tabel 1. Perubahan Keasaman (pH)

NO	PERLAKUAN	PERMUKAAN			EKTRAKSI DINGIN		
		pH SEBELUM	pH SETELAH	SELISIH	pH SEBELUM	pH SETELAH	SELISIH
1	Perendaman MgCO ₃	3.7	7.1	3.4	4.3	7.0	2.7
2	Perendaman MgCO ₃ dan CO ₂	3.9	6.8	2.9	4.3	7.1	2.8
3	Spraying Bookeeper	3.9	8.4	4.5	4.3	6.8	2.5
4	Spraying MgCO ₃	4.1	4.0	0.1	4.2	4.4	0.2
5	Spraying MgCO ₃ dan CO ₂	4.1	4.2	0.1	4.2	4.4	0.2

Sumber: Data diolah oleh Penulis

**Gambar 1.** Grafik Pengukuran pH Permukaan

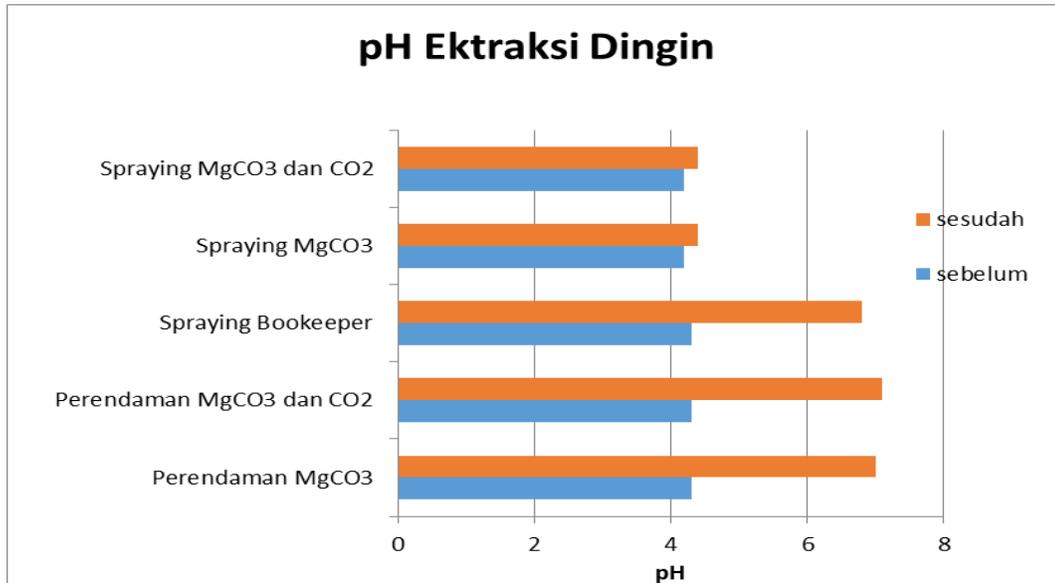
Metode

1. Deasidifikasi

Deasidifikasi dilakukan dengan dua metode yaitu perendaman dan *spraying*. Metode perendaman dilakukan dengan merendam kertas arsip dengan larutan MgCO₃ dan perendaman dengan MgCO₃ yang dialiri gas karbondioksida (CO₂). Setelah dilakukan perendaman masing-masing selama 1 jam, dilakukan pengukuran pH dengan indikator pH

strip. Sedangkan untuk metode *spraying*, dilakukan penyemprotan terhadap permukaan kertas arsip dengan menggunakan larutan MgCO₃, MgCO₃ + CO₂ dan *bookeeper*. Setelah dilakukan deasidifikasi, kertas dikeringanginkan dan diuji kandungan asamnya.

Larutan MgCO₃ dibuat dengan melarutkan 1 gram MgCO₃ dalam 1 liter aquadest. Pengukuran pH dilakukan terhadap kertas arsip sebelum dan setelah



Gambar 2. Grafik Pengukuran pH Ekstraksi Dingin

dilakukan deasidifikasi. Metode pengukuran pH yang digunakan adalah metode permukaan dan metode ekstraksi dingin.

2. Tissue Process

Kertas diberikan perekat metil selulosa kemudian dilapisi tissue Jepang hanya pada permukaan atas. Perekat metil selulosa dibuat dengan melarutkannya dalam air dengan perbandingan 1:10 dan 1:15. Kemudian kertas dikering-anginkan dan diuji gramatur, ketebalan, ketahanan sobek, ketahanan lipat, daya serap air, internal bonding, pH, kadar abu. Pengukuran dilakukan sebelum dan sesudah perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deasidifikasi

Perubahan pH sebelum dan sesudah deasidifikasi ditampilkan pada Tabel 1, Gambar 1, dan Gambar 2.

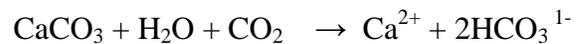
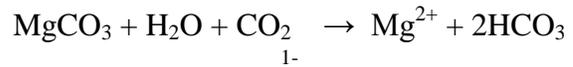
Dari tabel dan gambar dapat dilihat bahwa metode dan bahan kimia yang digunakan berpengaruh terhadap pH yang dihasilkan. Dari ketiga metode yaitu perendaman menggunakan magnesium karbonat yang dialiri karbondioksida, metode perendaman menggunakan magnesium karbonat dan metode *spraying* menggunakan *bookkeeper*, ketiganya menunjukkan kenaikan pH yang tidak terlalu jauh yaitu di kisaran tiga skala.

Adapun metode *spraying* menggunakan magnesium karbonat maupun kombinasi dengan karbondioksida tidak menunjukkan kenaikan pH yang signifikan karena kenaikan pH di bawah 0,5. Kedua

cara ini menghasilkan peningkatan satu skala pH yang sama yaitu dari 6 menjadi 7. Dari hasil ini menunjukkan bahwa formula bahan kimia yang digunakan dalam metode *spraying* dan perendaman berbeda. Bahan kimia yang biasa digunakan untuk metode perendaman tidak bisa otomatis secara langsung digunakan untuk metode *spraying*.

Berdasarkan literatur, magnesium karbonat, campuran magnesium karbonat dan karbon dioksida serta *bookkeeper* telah lama digunakan oleh para konservator sebagai bahan deasidifikasi. Baty dkk. (2010) membahas penggunaan bahan kimia dalam deasidifikasi. Kalsium karbonat dan magnesium karbonat merupakan kandidat utama deasidifikasi dalam hal kesederhanaan kimianya, bahan yang murah, brightness yang tinggi dan kesesuaian untuk bahan pengisi kertas. Magnesium karbonat memberikan pH yang lebih tinggi dibandingkan dengan kalsium karbonat. Namun, penggunaan karbonat sederhana terbatas dalam kertas karena sifat karbonat yang tidak larut dalam air dan pelarut organik. Hal ini diatasi oleh penggunaan larutan bikarbonat. Magnesium karbonat tidak larut dalam air (106 mg/l pada suhu kamar) dan meningkat kelarutannya dengan adanya tekanan parsial karbon dioksida (350-590 mg/l dengan tekanan parsial 2-10 atm CO₂). Demikian pula kalsium karbonat tidak larut dalam air (15 mg/L dalam suhu kamar) tetapi larut dalam kehadiran karbon dioksida dengan pembentukan bikarbonat. Kelarutan Ca (HCO₃)₂ sepuluh kali lebih sedikit larut daripada Mg(HCO₃)₂. Reaksi yang terjadi pada deasidifikasi

menggunakan larutan magnesium karbonat dan kalsium karbonat adalah sebagai berikut:



Metode *spraying* menggunakan formula kimia yang berbeda dengan metode perendaman. Menurut Potthast&Ahn (2017), agen deasidifikasi dibuat dalam dua bentuk yaitu dalam bentuk larutan dan suspensi/*disperse* (dalam larutan non-air, pada umumnya menggunakan pelarut yang inert). Metode dispersi (termasuk *bookkeeper*) telah menguasai pasar di luar Eropa.

Bookkeeper Deacidification Spray menggunakan bahan kimia magnesium oksida. Penggunaan oksida logam dalam deasidifikasi bertujuan agar oksida logam ini berubah menjadi bentuk hidroksida atau karbonat melalui interaksinya dengan air atau karbondioksida. Contohnya kalsium (II) oksida (CaO) dengan adanya air membentuk Ca(OH)₂ dan selanjutnya bereaksi dengan karbondioksida membentuk CaCO₃. Kalsium karbonat ini yang akan menjadi agen alkali dalam deasidifikasi (Baty dkk., 2010).

Penggunaan *bookkeeper* ini termasuk deasidifikasi yang tidak menggunakan air (*non-aqueous deacidification*). Hubbe dkk (2017) mengatakan bahwa dalam metode *disperse*, cairan yang digunakan biasanya memiliki energi rendah (difluorinasi atau senyawa

silicon) untuk mendistribusikan MgO atau partikel alkali lainnya di lembaran kertas (Hubbe dkk., 2017). Cairan pembawa kemudian kering atau menguap, meninggalkan partikel-partikel yang terdistribusi diantara serat-serat kertas.

Wojciak (2015) telah melakukan penelitian deasidifikasi menggunakan Nanopartikel Magnesium Hidroksida dengan metode washing, spraying dan brushing. Dari ketiga cara ini menunjukkan bahwa metode *washing* merupakan cara yang terbaik dibandingkan dengan dua cara lainnya. Teknik *spraying* membutuhkan tindakan minimal tiga kali pengulangan untuk mendapatkan hasil yang setara dengan teknik *washing*. Adapun teknik *brushing* pada deasidifikasi magnesium hidroksida menunjukkan hasil yang kurang efektif.

Penelitian lainnya menunjukkan bahwa tata cara *spraying* akan mempengaruhi hasil. Stauderman dkk. (1995) mengatakan endapan dari magnesium oksida akan mudah terbentuk ketika menggunakan *hand held sprayer*. Endapan yang merata akan sulit terbentuk. Jika dilakukan semprotan hanya dilakukan pada satu sisi akan mempengaruhi keseragaman pH, pH yang terkena semprotan akan lebih tinggi pH nya dari pada yang tidak terkena semprotan.

Metode *non-aqueous* digunakan ketika kertas sensitif terhadap air atau mengandung tinta yang larut dalam air. Metode *non aqueous* yang paling penting adalah Wei'to dan bookkeeper (Georgi dkk.(2005) dalam Kwiatkowska (2014). *Bookkeeper* bisa digunakan sebagai teknik

item tunggal dan untuk deasidifikasi massa. Metode *Bookkeeper* (MgO dalam pembawa inert) diterapkan dalam semprotan memiliki beberapa kelemahan. Kwiatkoska (2014) merangkum kelemahan tersebut dari beberapa referensi yaitu perubahan warna setelah penyimpanan lama dan pemutihan kertas. Masalah lain adalah ukuran partikel MgO yang menghalangi mereka penetrasi di dalam struktur kertas, dan dengan demikian membatasi efektivitas deasidifikasi. Hubbe (2017) juga mengatakan bahwa deasidifikasi dengan menggunakan larutan yang homogen lebih baik dari metode dispersi dilihat dari faktor kestabilan.

Dari hasil pengukuran, perendaman menggunakan magnesium karbonat dengan dan tanpa karbondioksida tidak berbeda dalam meningkatkan pH. Namun berdasarkan literatur, penggunaan magnesium karbonat saja dinilai sudah usang karena tidak cukup dalam membuat cadangan alkali (Zervos dan Alexopoulou, 2015). Dalam penelitian ini, cadangan alkali tidak diukur.

Lebih lanjut Zervos dan Alexopoulou (2015) mengatakan idealnya deasidifikasi yang dilakukan akan menyebabkan hilangnya asam di dalam kertas, menetralkan secara sempurna sisa asam, menghilangkan sebanyak mungkin hasil samping netralisasi, mengandung cadangan alkali, tidak menyebabkan efek merusak terhadap kertas, tinta, pewarna dan lain sebagainya. Zervos dan Alexopoulou (2015) juga merangkum bahan kimia yang direkomendasikan dalam deasidifikasi yaitu kalsium hidroksida Ca(OH)_2 , magnesium

Tabel 2. Perubahan Gramatur Kertas

NO	SAMPLER	KONSENTRASI METIL SELULOSA	GRAMATUR		
			SEBELUM	SESUDAH	% KENAIKAN
1	HVS	1:10	84.7	100.5	15.72
2	HVS	1:15	84.7	94.2	10.09
3	Conqueror	1:10	98.4	118.2	16.75
4	Conqueror	1:15	98.4	113.2	13.07

Sumber: Data diolah oleh Penulis

Tabel 3. Perubahan Ketebalan Kertas

NO	SAMPLER	KONSENTRASI METIL SELULOSA	KETEBALAN		
			SEBELUM	SESUDAH	% KENAIKAN
1	HVS	1:10	0.1100	0.1412	22.09
2	HVS	1:15	0.110	0.1378	20.17
3	Conqueror	1:10	0.1408	0.1696	16.98
4	Conqueror	1:15	0.1408	0.1670	15.68

Sumber: Data diolah oleh Penulis

bikarbonat $Mg(HCO_3)_2$, kalsium bikarbonat $Ca(HCO_3)_2$, campuran magnesium bikarbonat $Mg(HCO_3)_2$ + kalsium bikarbonat $Ca(HCO_3)_2$.

Tissue Process

Pengaruh penggunaan metil selulosa sebagai bahan restorasi arsip kertas dapat dilihat sebagai berikut:

a. Gramatur

Berdasarkan Tabel 2, gramatur baik sebelum dan sesudah perlakuan mengalami peningkatan. Hal ini terjadi pada kedua jenis kertas uji yaitu baik conqueror maupun HVS. Kenaikan ketebalan Conqueror pada konsentrasi 1:10 sebesar 16.75% , pada konsentrasi 1:15 sebesar 13.07%, sedangkan untuk kertas HVS kenaikan pada konsentrasi 1:10 sebesar 15.72%, konsentrasi 1:15

sebesar 10.09%. Gramatur kertas dengan konsentrasi 1:10 lebih besar dibandingkan konsentrasi 1:15. Hal ini menunjukkan semakin kental perekat, maka semakin tinggi gramatur. Menurut Razak (1992), perbaikan arsip harus memenuhi syarat diantaranya mempunyai berat sesuai dengan maksud tujuannya. Hal ini berarti tidak banyak menambah gramatur sehingga konsentrasi 1:15 lebih disarankan untuk dipergunakan dalam perbaikan arsip dibandingkan konsentrasi 1:10.

Peningkatan gramatur juga dikarenakan adanya penambahan lapisan kertas tissue. Diketahui bahwa dari hasil pengujian terhadap tissue Jepang yang telah dilakukan menunjukkan ketebalan tissue Jepang sebesar 0,0425 mm dan gramatur 7,1 g/m².

Tabel 4. Perubahan Ketahanan Sobek

NO	SAMPSEL	KONSENTRASI METIL SELULOSA	% KENAIKAN	
			AM	SM
1	HVS	1:10	14.39	20,00
2	HVS	1:15	15.98	13.92
3	Conqueror	1:10	17.68	19.23
4	Conqueror	1:15	12.93	11.39

Sumber: Data diolah oleh Penulis

Namun, belum diketahui apakah dengan adanya pemeraman/aging, gramatur akan tetap berubah.

b. Ketebalan

Berdasarkan Tabel 3, ketebalan baik sebelum dan sesudah perlakuan mengalami peningkatan. Hal ini terjadi pada kedua jenis kertas uji yaitu baik conqueror maupun HVS. Kenaikan ketebalan Conqueror pada konsentrasi 1:10 sebesar 16.98%, pada konsentrasi 1:15 sebesar 15.68%, sedangkan untuk kertas HVS kenaikan pada konsentrasi 1:10 sebesar 22.09%, konsentrasi 1:15 sebesar 20.17%. Perbedaan kenaikan ketebalan pada konsentrasi 1:10 dan konsentrasi 1:15 baik pada kertas Conqueror dan HVS tidak terlalu jauh. Peningkatan ketebalan dikarenakan adanya penambahan lapisan lem dan kertas tissue.

c. Ketahanan Sobek

Berdasarkan Tabel 4, ketahanan sobek pada sisi Arah Mesin (AM) dan Silang Mesin (SM) sebelum dan sesudah perlakuan mengalami peningkatan. Hal ini terjadi pada kedua jenis kertas uji yaitu baik conqueror maupun HVS.

Kenaikan ketahanan sobek Conqueror sisi AM dan SM pada konsentrasi 1:10 dalam kisaran 17-19 %, pada konsentrasi 1:15 dalam kisaran 11-12%, sedangkan untuk kertas HVS kenaikan pada konsentrasi 1:10 dalam kisaran 14-20 , konsentrasi 1:15 dalam kisaran 13-15%. Perbedaan kenaikan ketahanan sobek pada konsentrasi 1:10 dan konsentrasi 1:15 baik pada kertas Conqueror dan HVS tidak terlalu jauh tetapi ketahanan sobek konsentrasi 1:10 pada umumnya lebih besar dibandingkan dengan konsentrasi 1:15. Hal ini menunjukkan bahwa semakin kental lem akan meningkatkan ketahanan sobek.

Menurut Razak (1992), perbaikan arsip harus memenuhi syarat diantaranya mempunyai ketebalan sesuai dengan maksud tujuannya. Hal ini berarti tidak banyak menambah ketebalan sehingga konsentrasi 1:15 lebih disarankan untuk dipergunakan dalam perbaikan arsip dibandingkan konsentrasi 1:10.

d. Ketahanan Lipat

Tabel 5. Perubahan Ketahanan Lipat

NO	SAMPLER	KONSENTRASI METIL SELULOSA	% KENAIKAN	
			AM	SM
1	HVS	1:10	63.81	86.54
2	HVS	1:15	76.10	79.41
3	Conqueror	1:10	63.23	57.6
4	Conqueror	1:15	55.12	30.26

Sumber: Data diolah oleh Penulis

Tabel 6. Perubahan *Internal Bonding*

NO	SAMPLER	KONSENTRASI METIL SELULOSA	% KENAIKAN	
			AM	SM
1	HVS	1:10	-0.164	-1.823
2	HVS	1:15	33.79	37.25
3	Conqueror	1:10	14.50	16.05
4	Conqueror	1:15	18.75	15.34

Sumber: Data diolah oleh Penulis

Berdasarkan Tabel 5, ketahanan lipat pada sisi Arah Mesin (AM) dan Silang Mesin (SM) sebelum dan sesudah perlakuan mengalami peningkatan. Hal ini terjadi pada kedua jenis kertas uji yaitu baik conqueror maupun HVS. Kenaikan ketahanan lipat Conqueror pada konsentrasi 1:10 pada rentang 57-63%, pada konsentrasi 1:15 sebesar 30-55%, sedangkan untuk kertas HVS kenaikan pada konsentrasi 1:10 pada rentang 63-86 %, konsentrasi 1:15 pada rentang 76-79 %. Perbedaan kenaikan ketahanan lipat pada konsentrasi 1:10 dan konsentrasi 1:15 baik pada kertas Conqueror dan HVS tidak terlalu jauh. Untuk kertas conqueror dan HVS baik pada sisi SM dan AM, ketahanan lipat konsentrasi 1:10 lebih besar dibandingkan dengan konsentrasi 1:15. Hal ini menunjukkan bahwa semakin

kental lem akan meningkatkan ketahanan lipat. Pengecualian terjadi pada sisi AM HVS dimana ketahanan lipat konsentrasi 1:15 lebih besar dibanding konsentrasi 1:10. Seharusnya semakin gramatur bertambah akibat penambahan lem 1:10 dan tisu, maka ketahanan lipat dan sobek akan naik.

e. *Internal Bonding*

Berdasarkan Tabel 6, pada umumnya internal bonding baik sebelum dan sesudah perbaikan mengalami peningkatan. Pengecualian terjadi pada kertas HVS yang sedikit mengalami penurunan. Kenaikan internal bonding kertas Conqueror pada konsentrasi 1:10 berkisar 14-16 %, pada konsentrasi 1:15 berkisar 15-18 %. Untuk kertas HVS, kenaikan internal bonding pada konsentrasi 1:15 berkisar 33-37%. Perbedaan kenaikan internal bonding

pada konsentrasi 1:10 dan konsentrasi 1:15 baik pada kertas Conqueror dan HVS tidak terlalu jauh. Untuk kertas conqueror dan HVS, mayoritas internal bonding konsentrasi 1:15 lebih besar dibandingkan dengan konsentrasi 1:10. Pengecualian terjadi pada internal bonding pada sisi SM kertas conqueror dimana internal bonding konsentrasi 1:10 lebih besar dibandingkan dengan konsentrasi 1:15.

Berdasarkan hasil pengujian, pada umumnya internal bonding pada konsentrasi 1:15 lebih besar dari pada konsentrasi 1:10, sehingga disarankan menggunakan lem dengan konsentrasi 1:15 dalam perbaikan arsip. Hal ini dikarenakan semakin tinggi internal bonding maka akan semakin kuat ikatan seratnya. Menurut Razak (1992), syarat-syarat penggunaan zat perekat, setelah kering zat tersebut harus cukup kelenturannya, tidak rapuh dan tidak kaku.

Pengujian internal bonding pada kertas dilakukan untuk mengetahui seberapa kuat ikatan serat pada kertas sehingga diketahui kehomogenannya (Saragih dan Maulana, 2015).

Dari parameter ketahanan sobek, ketahanan lipat dan internal bonding mayoritas mengalami peningkatan setelah dilakukan perlakuan. Hal ini menunjukkan pemberian lem metil selulosa dan tissue lebih menguatkan kertas. Borgesa dkk. (2018) telah melakukan penelitian mengenai kestabilan kimia dan penerimaan terhadap jamur (bioreseptivitas) setelah dilakukan pemeraman/aging pada lem yang biasa digunakan dalam kegiatan konservasi. Lem yang diuji adalah pati, ArchibondTM,

karboksimetil selulosa, hidrosipropil selulosa dan metil selulosa. Dari kelima lem yang diteliti, pati merupakan perekat yang paling bioreseptiv terhadap jamur, tapi paling stabil terhadap pemeraman (warna, derajat polimerisasi, pH). Karboksimetil selulosa dan archibond menunjukkan ketidakstabilan kimia setelah proses pemeraman tetapi sedikit bioreseptivitas terhadap jamur. Metil selulosa dan hidrosipropil selulosa menunjukkan kestabilan kimia yang terbaik terhadap pemeraman dan rendahnya bioreseptivitas terhadap jamur.

f. Daya Serap Air

Tabel 7. Perubahan Daya Serap Air

NO	SAMPEL	KONSENTRASI METIL SELULOSA	% KENAIKAN	
			TOP	BOTTOM
1	HVS	1:10	36.36	75.34
2	HVS	1:15	71.04	33.79
3	Conqueror	1:10	69.80	74.66
4	Conqueror	1:15	55.96	65.81

Sumber: Data diolah oleh Penulis

Berdasarkan Tabel 7, daya serap air baik sebelum dan sesudah perbaikan mengalami peningkatan. Hal ini terjadi pada kedua jenis kertas uji yaitu baik conqueror maupun HVS. Kenaikan daya serap air kertas Conqueror pada konsentrasi 1:10 berkisar 69-74%, pada konsentrasi 1:15 berkisar 55-65% , sedangkan untuk kertas HVS kenaikan pada konsentrasi 1:10 kisaran 36-75% , konsentrasi 1:15 sebesar 33-71 % . Perbedaan kenaikan daya serap air pada konsentrasi 1:10 dan konsentrasi 1:15 baik pada kertas Conqueror dan HVS tidak terlalu jauh. Untuk kertas conqueror dan HVS baik pada bottom dan top, daya serap konsentrasi 1:10 lebih besar dibandingkan dengan konsentrasi 1:15. Hal ini menunjukkan bahwa semakin kental lem akan meningkatkan daya serap air.

Borgesa dkk. (2018) melakukan penelitian mengenai daya serap air ini, pada kelembaban 50 % (kelembaban yang ditemui di arsip dan museum) dan pada kelembaban yang tinggi (90%). Penyerapan air metil selulosa sangat tergantung pada ikatan hidrogen yang terbentuk antara atom-atom hydrogen di

dalam air dan keberadaan atom oksigen di struktur kimianya. Kelembaban udara sangat berpengaruh terhadap daya serap air. Penelitian yang dilakukan terhadap metil selulosa juga menunjukkan peningkatan daya serap air setelah dilakukan pemeraman pada kelembaban 90 %. Pada kelembaban 50 persen tidak ada perubahan yang signifikan setelah dilakukan pemeraman.

g. Kadar Abu

Berdasarkan Tabel 8, kadar abu sesudah perbaikan mengalami penurunan. Hal ini terjadi pada kedua jenis kertas uji yaitu baik kertas conqueror maupun HVS. Penurunan kadar abu Conqueror pada konsentrasi 1:10 sebesar 3.30% , pada konsentrasi 1:15 sebesar 2.83% , sedangkan untuk kertas HVS penurunan kadar abu pada konsentrasi 1:10 sebesar 14.16%, konsentrasi 1:15 sebesar 10.49%. Perbedaan penurunan kadar abu pada konsentrasi 1:10 dan konsentrasi 1:15 baik pada kertas Conqueror dan HVS tidak terlalu jauh. Untuk kertas conqueror dan HVS, kadar abu konsentrasi 1:15 lebih besar dibandingkan dengan konsentrasi 1:10.

Tabel 8. Perubahan Kadar Abu

NO	SAMPLER	KONSENTRASI METIL SELULOSA	KADAR ABU		
			SEBELUM	SESUDAH	% PENURUNAN
1	HVS	1:10	10.64	9.32	14.16
2	HVS	1:15	10.64	9.63	10.49
3	Conqueror	1:10	9.07	8.78	3.30
4	Conqueror	1:15	9.07	8.82	2.83

Sumber: Data diolah oleh Penulis

Tabel 9. Perubahan Keasaman (pH) Kertas

NO	JENIS KERTAS & PERLAKUAN	PERMUKAAN			EKTRAKSI DINGIN		
		pH SEBELUM	pH SETELAH	SELISIH	pH SEBELUM	pH SETELAH	SELISIH
1	HVS 1:10	8.0	8.1	0.1	9.3	10.0	0.7
2	HVS 1:15	8.0	7.8	-0.2	9.3	10.0	0.7
3	Conq 1:10	8.0	8.5	0.5	9.6	10.1	0.5
4	Conq 1:15	8.0	8.3	0.3	9.6	10.0	0.4

Sumber: Data diolah oleh Penulis

Pemberian lem dan tissue Jepang dapat menurunkan kadar abu hal ini menunjukkan kandungan zat pengisi setelah pelakuan mengalami penurunan. Penurunan dibawah sepuluh persen sesuai dengan syarat-syarat perbaikan arsip. Menurut Razak dkk. (1992), syarat kertas yang dipergunakan untuk perbaikan arsip diantaranya kandungan zat pengisi di dalam kertas harus di bawah 10 %.

h. Keasaman (pH)

Lem yang digunakan dalam restorasi kertas harus memiliki pH yang sesuai dengan substrat dan tidak menambah keasaman seiring dengan waktu (Borgesa dkk., 2018). Berdasarkan Tabel 9, pH sesudah perbaikan mengalami kenaikan. Hal ini terjadi pada kedua jenis kertas uji yaitu baik conqueror maupun HVS. Kenaikan pH kertas Conqueror hasil konsentrasi 1:10 dengan metode ekstraksi dingin sebesar 0.5, pada konsentrasi 1:15 sebesar 0.4.

Kenaikan pH pada kertas HVS konsentrasi 1:10 adalah 0.7 dan pada konsentrasi 1:15 adalah 0.7. Kenaikan pH juga terjadi pada pengukuran menggunakan metode pH permukaan.

Kenaikan pH kertas HVS hasil kedua konsentrasi dengan metode ekstraksi dingin sebesar 0.7. Untuk hasil konsentrasi 1:10 metode pH permukaan, terjadi kenaikan pH sebesar 0,1 tetapi hasil konsentrasi 1:15 menunjukkan penurunan pH. Secara umum dapat disimpulkan bahwa perlakuan menyebabkan kenaikan pH. Pengujian pH menggunakan aging sebaiknya dilakukan ke depannya karena berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan penurunan pH setelah penyimpanan dalam jangka waktu lama/dilakukan aging (Borges dkk., 2018).

Tisu proses dapat meningkatkan sifat fisika kertas diantaranya gramatur,

ketebalan, ketahanan sobek, ketahanan lipat, dan internal bonding yang berpengaruh terhadap ketahanan fisik arsip selama ditempat penyimpanan. Tetapi dapat menurunkan sifat kimia kertas seperti daya serap air dan kadar abu

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini, antara lain:

- a. Deasidifikasi dengan perendaman $MgCO_3$, $MgCO_3+CO_2$, dan spraying dengan bookkeeper dapat meningkatkan pH secara signifikan sehingga masih bisa digunakan dalam proses perbaikan arsip kertas.
- b. Deasidifikasi dengan metode *spraying* $MgCO_3$ dan *spraying* $MgCO_3+CO_2$ tidak meningkatkan pH secara signifikan sehingga tidak disarankan dalam proses perbaikan arsip kertas.
- c. Perbaikan arsip menggunakan metil selulosa dan tissue Jepang dapat meningkatkan gramatur, ketebalan, ketahanan sobek, ketahanan lipat, internal bonding, daya serap air, pH dan dapat menurunkan kadar abu.
- d. Lem yang digunakan dalam perbaikan arsip pada penelitian ini yang diperoleh dari pasaran dapat digunakan untuk perbaikan arsip kertas.
- e. Konsentrasi lem 1:15 lebih baik dibandingkan dengan konsentrasi lem 1:10.
- f. Perlu adanya penelitian lanjutan mengenai pengaruh penggunaan deasidifikasi dan tissue process dengan menggunakan metode aging untuk mengetahui pengaruhnya setelah penyimpanan dalam jangka waktu lama.
- g. Perlu dilakukan penelitian lanjutan deasidifikasi dalam perbaikan arsip dengan parameter cadangan alkali.
- h. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan parameter ketahanan regang dalam *tissue process*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kegiatan ini merupakan bagian dari program Subdit. Laboratorium dan Autentikasi Arsip Penulis ucapkan banyak terima kasih kepada Direktur Preservasi, teman-teman di Laboratorium dan Restorasi. Semoga Allah SWT membalas kebaikan Bapak/Ibu semua.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, M.A, Mohamed, M.F. 2015. *Evaluation of Conventional Paper Deacidification Processes: An Analytical Study*. The Second Annual International Conference for Manuscript Heritage Preserving and Resuscitating.

- Baty, J.W., Maitland, C.L., Minter, W., Hubbe, M.A, Mowery, S.K.J. 2010. *Deacidification for the conservation and preservation of paper-based works: A Review*. BioResources, Vol 5 (3), 1955-2023.
- Borgesas, I.S, Casimirob, M.H., Macedoa, M.F., Sequeiraa, S.O. 2018. *Adhesives Used in Paper Conservation: Chemical Stability and Fungal Bioreceptivity*. Journal of Cultural Heritage, Vol 34, 53-60.
- Hubbe, M.A, Smith R.D, Zou, X., Katuscak, S, Potthast, A., Ahn, K. 2017. *Deacidification of Acidic Books and Paper by Means of Non-Aqueous Dispersions of Alkaline Particles:A Review Focusing on Completeness of The Reaction*. BioResources, Vol 12 (22), 4410-4477.
- Hummel, R.O., Barrow, W.J. 1956. *Lamination and Other Methods of Restoration*. Library Trends, Vol 04 (03), 259-268.
- Kwiatkowska, A., Wojech, R., Wójciak, A. 2014. *Paper Deacidification with the Use of Magnesium Oxide Nanoparticles*. Annals of Warsaw University of Life Sciences – Sggw Forestry and Wood Technology No. 85, 144-148.
- Patkus, B. 2003. *Assessing Preservation Needs*. Northeast Document Conservation Center, Amdover.
- Potthast, A., Ahn, K. 2017. *Critical Evaluation of Approaches Toward Mass Deacidification of Paper by Dispersed Particles*. Cellulose, Vol 24 (1), 323-332.
- Razak, M., Anggraini, R., Supriyanto. 1992. *Pelestarian Bahan Pustaka dan Arsip*. Program Pelestarian Bahan Pustaka dan Arsip, Jakarta.
- Saragih, J., Maulana, A. 2015. *Penentuan Komposisi Optimum Buburan Kertas Kraft Liner 150 Gsm Menggunakan Metode Mixture Experiment (Studi Kasus: Pabrik Pulp & Paper Pt.Z)*. Jurnal Teknik Industri, Vol. X (3), 169-178.
- Stauderman, S.D., Bruckle, I., Bischoff, J. 1995. *Observations on the Use of Bookkeeper® Deacidification Spray for the Treatment of Individual Objects*. The Book and Paper Group Annual.
- Wójciak, A. 2015. *Washing, Spraying and Brushing. A Comparison of Paper Deacidification by Magnesium*

Hydroxide Nanoparticles.

Restaurator, Vol 36 (1), 3-23.

Zervos, S., Alexopoulou, I. 2015. *Paper Conservation Methods: A Literature Review*. *Cellulose*, Vol 22 (5), 2859-2897.