

## KARAKTERISTIK EKSTRAK DARI KULIT KAYU BAKAU DENGAN PELARUT YANG BERBEDA

Suhendry<sup>1)\*</sup>, Enih Rosamah<sup>2)</sup> dan Edi Sukaton<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>UPTD KPHP Bongan, Balikpapan

<sup>2)</sup>Laboratorium Kimia Hasil Hutan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman

\* E-mail: tectonagrandis83@rocketmail.com

### ABSTRACT

Tanin has a variety of uses, the most popular being as an adhesive substitute material in the wood processing industry. The commercial tannins produced from *Pinus*, *Acacia* and *Quercus*, while mangroves tannin is not commercially utilized. The purpose of this research was to characterize mangrove bark extract from *Rhizophora mucronata*, *R. apiculata* and *Avicennia officinalis* and to analyze the properties of tannins physically. Data were analyzed by using a complete 3 x 3 randomized factorial design with 3 replications. The measured responses were the interaction of wood and solvent to the solid content and yield. However, the viscosity and gelatination time were discussed on the basis of descriptive analysis. Tannins extracted with water have a light brown color and tannins extracted with 0.5% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> and 1% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> have black color. The result of this research showed that the influence of wood and solvent gave a very significant effect to the solid content and rendement. The highest solid content was obtained on *A. officinalis* with 1% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> solution of 7.866%. The highest yield was obtained on *R. apiculata* wood species with 1% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> cooking material 31,003%. The fastest gelatinating time was obtained on *R. apiculata* wood species with 1% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> cooking material at 15% formaldehyde concentration level. The highest viscosity was obtained on *R. apiculata* wood species with 1% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> cooking material.

*Keywords: Mangrove; stiasny; tannin; viscosit*

### ABSTRAK

Tanin dari ekstrak tumbuhan memiliki beragam kegunaan, yang paling populer adalah sebagai bahan substitusi perekat dalam industri pengolahan kayu. Jenis kayu penghasil tanin komersial adalah *Pinus*, *Akasia* dan *Quercus*, sedangkan jenis bakau taninnya belum dimanfaatkan secara komersial. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik ekstrak dari kulit kayu bakau dari jenis *Rhizophora mucronata*, *R. apiculata* dan *Avicennia officinalis* dan untuk menganalisa sifat-sifat taninnya secara fisik. Data dianalisis dengan menggunakan rancangan faktorial acak lengkap 3 X 3 dengan 3 kali ulangan. Respon yang diukur adalah pengaruh jenis kayu dan bahan pemasaknya terhadap kadar padat dan rendemen. Hasil pengamatannya dianalisa dengan menggunakan analisa sidik ragam dan apabila dinyatakan signifikan ( $F_{hit} > F_{tab}$ ) diadakan uji lanjutan dengan uji beda nyata terkecil. Sedangkan pengujian viskositas dan waktu gelatinasi hanya dicari nilai rataannya dan dibahas secara deskriptif analitik. Hasil pengamatan warna, tanin yang diekstrak dengan air memiliki warna coklat muda dan tanin yang diekstrak dengan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0,5% dan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 1% memiliki warna hitam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis kayu dan bahan pemasak memberikan pengaruh yang sangat signifikan terhadap kadar padat dan rendemen, dimana untuk kadar padat tertinggi diperoleh pada jenis kayu *A. officinalis* dengan bahan pemasak Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 1% sebesar 7,866 %. Rendemen tertinggi diperoleh pada jenis kayu *R. apiculata* dengan bahan pemasak Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 1% sebesar 31,003%. Waktu gelatinasi tercepat diperoleh pada jenis kayu *R. apiculata* dengan bahan pemasak Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 1% pada taraf konsentrasi formaldehid 15%. Viskositas tertinggi diperoleh pada jenis kayu *R. apiculata* dengan bahan pemasak Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 1%.

Kata kunci: Bakau; stiasny; tannin; viskositas

### PENDAHULUAN

Hutan, baik yang tumbuh sebagai hutan primer maupun hutan sekunder, berfungsi sebagai sumber daya alam yang dapat diperbaharui. Hutan mangrove adalah salah satu hutan primer yang banyak tersebar di Indonesia, khususnya pada daerah di sepanjang pantai berlumpur atau berpasir, yang selalu tergenang oleh air laut secara periodik. Luas hutan mangrove di Indonesia diperkirakan seluas ± 4,25 juta hektar.

Tanin adalah sekelompok senyawa-senyawa yang sangat erat hubungannya satu sama lain yang terdapat dalam kayu, tetapi kebanyakan terdapat

pada kulit kayu (Soenardi, 1980). Tanin yang berasal dari hasil ekstraksi kulit kayu bakau ini banyak mengandung tanin terkondensasi. Pemanfaatan tanin dari kulit kayu bakau pada saat ini baru terbatas sebagai bahan penyamak dalam industri kulit yang banyak terdapat di daerah-daerah di pulau Jawa. Sedangkan tanin yang diperoleh dari kulit kayu seperti *Pinus*, *Akasia* dan *Quercus* telah banyak dimanfaatkan sebagai bahan substitusi perekat sintesis dengan sifat fisis dan mekanis yang masih memenuhi persyaratan kayu lapis niaga. Penggunaan tannin sebagai bahan perekat alami yang ramah lingkungan, karena dapat mengurangi emisi formaldehid yang

bersifat karsinogen (Bertaud et al., 2010) . Selain itu hasil purifikasi dari taninnya dapat digunakan sebagai bahan anti rayap, anti jamur dan bahan penstabil warna dalam pembuatan orange juice (Pari, 1990). Tannin yang berasal dari kulit kayu *Eucalyptus* juga berfungsi sebagai bahan pewarna dan antioksidan, dan sudah digunakan sebagai pewarna makanan dengan sifat antioksidan yang kuat (Mongkhorrattanasit, 2013).

Noor Idora et.al (2015) meneliti tanin *R. apiculata* berupa turunan *zinc tannat* sebagai *antifouling* pada cat. Hasil investigasinya menunjukkan bahwa dengan konsentrasi zinc tannate (2,736 mg/ml) dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Bacillus cereus*.

Sedangkan hasil penelitian Cruz et.al (2015) menunjukkan bahwa hasil analisis fotokimia *R. mangle* menunjukkan kehadiran kandungan metabolit sekunder yang dapat digunakan sebagai pewarna dan agen antioksidan dalam bidang industri kosmetik, farmasi, dan makanan. Pemanfaatan dalam produk-produk tersebut akan membantu upaya menjaga dan melindungi ekologi dan kelestarian hutan mangrove serta menjaga dari kerusakan.

*Rhizophora mucronata* Lamk., *Rhizophora apiculata* Blume., dan *Avicennia officinalis* Linn. merupakan sedikit jenis diantara puluhan jenis bakau yang terdapat didalam hutan mangrove yang menyimpan potensi tanin yang cukup besar yang menunggu untuk digali dan dimanfaatkan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kandungan tanin yang terdapat dalam kulit kayu bakau dari jenis *Rhizophora mucronata* Lamk., *Rhizophora apiculata* Blume. dan *Avicennia officinalis* Linn. dan untuk menganalisa sifat-sifat fisik taninnya.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai kandungan tanin serta sifat fisik taninnya dari jenis *Rhizophora mucronata* Lamk., *Rhizophora apiculata* Blume. dan *Avicennia officinalis* Linn. serta membuka peluang bagi pemanfaatan taninnya dalam berbagai bidang, misalnya bidang perekatan kayu (Bertaud, et al., 2010), bidang pengawetan kayu dan bidang farmasi/kesehatan.

## METODE

### A. Alat dan Bahan

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit kayu bakau dari jenis *Rhizophora mucronata* Lamk., *Rhizophora apiculata* Blume., dan *Avicennia officinalis* Linn. yang telah berbentuk serbuk dan sebagai bahan perbandingan

digunakan tanin teknis dari ekstrak kayu Quebracho (Colatan GT5, dari Fa. Unitan, Buenos Aires, Argentina). Bahan kimia dan peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Bahan- bahan kimia yang digunakan antara lain  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  0,5 % dan 1%, HCl, formaldehid 37%.
2. Peralatan yang digunakan antara lain: digester, mesin penyaring, gelas beaker 5000 ml, gelas ukur, water bath, erlenmeyer, pH meter digital merk TOA, oven, sprayer, buffer capacity equipment, kain katun, portable viscometer, micro-haematocrit-tubes, termometer, timbangan digital, botol timbang, aluminium foil, stop watch, magnetik stirer, vacuum evaporator, alat tulis dan kalkulator, mesin pembuat serbuk elektrik.

### B. Prosedur Penelitian

#### 1. Pengumpulan kulit bakau dari jenis *Rhizophora mucronata* Lamk., *Rhizophora apiculata* Blume. dan *Avicennia officinalis* Linn.

Ketiga jenis kulit bakau ini diperoleh dari kelompok tani mangrove Tepian Lestari, Kelurahan Margo Mulyo, Balikpapan. Pohon bakau yang kulitnya diambil untuk penelitian ini adalah yang berumur tiga tahun. Kulit bakau diambil dengan tidak menebang pohon tersebut dan diambil dengan menyisakan sedikit kulit kayu pada batangnya agar pohon tersebut tidak mati dan tetap dapat bertahan hidup. Kemudian tiap jenis dari kulit bakau tadi dikeringkan pada suhu kamar hingga mencapai kadar air lebih kurang 10-20%.

#### 2. Pembuatan serbuk

Kulit bakau yang telah mencapai kadar air kering udara kemudian dipotong-potong menjadi ukuran yang lebih kecil (dibuat chip). Kemudian chip dari kulit bakau tadi dibuat serbuk dengan menggunakan mesin pembuat serbuk elektrik untuk memudahkan dalam proses ekstraksi. Untuk lebih jelasnya kulit bakau yang telah dijadikan serbuk dapat dilihat pada Gambar 11 dan 12.

#### 3. Ekstraksi kulit bakau

Kulit bakau diekstrak dengan menggunakan tiga perlakuan berbeda :

- a. Menggunakan air, dengan suatu perbandingan antara kulit kayu dengan air 1 : 5 berdasarkan berat kering tanur kulit kayu.
- b. Menggunakan larutan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  0,5%, dengan perbandingan antara kulit kayu dengan larutan 1 : 5 berdasarkan berat kering tanur kulit kayu.

- c. Menggunakan larutan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  1%, dengan perbandingan antara kulit kayu dengan larutan 1: 5 berdasarkan berat kering tanur kulit kayu.

Ekstraksi menggunakan alat pemasak digester. Kulit kayu dan larutan diekstraksi pada suhu  $100^\circ\text{C}$  selama 1 jam. Perbandingan kulit kayu dan larutan dijaga selalu konstan 1 : 5. Setelah diekstraksi kemudian hasil ekstraksi disaring pada mesin saring dengan menggunakan kain katun. Hasil saringan tersebut akan dikeringkan dengan oven atau evaporator pada suhu  $60^\circ\text{C}$  untuk mendapatkan tanin dengan konsentrasi yang dikehendaki. Untuk lebih jelasnya proses ekstraksi dapat dilihat pada Gambar 13 :

$$\text{Kadar padat (\%)} = \frac{(\quad)}{(\quad)} \times 100$$

#### 4. Analisis Ekstrak Kulit Bakau berdasarkan sifat fisik tanin

##### a. Warna

Hasil ekstrak tanin dari jenis kayu *R. mucronata*, *R. apiculata* dan *A. officinalis* dengan menggunakan tiga bahan pemasak yang berbeda (air,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  0,5% dan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  1%) akan diamati perbedaan warna taninnya secara visual dan kemudian dicatat warna tanin yang dihasilkan tersebut.

##### b. Penentuan kadar padat dan rendemen

Untuk menentukan kadar padat, sebanyak 20 gr ekstrak kulit kayu ditempatkan pada cawan petri dan dikeringkan pada water bath. Lalu ekstrak kulit yang telah kering ditempatkan pada oven pengering yang bersuhu  $105^\circ\text{C}$  dan dikeringkan hingga beratnya konstan. Kadar padat dan rendemen kemudian dihitung dengan menggunakan rumus berikut (Rosamah, 2003):

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{(\quad)}{(\quad)} \times 100$$

##### c. Penentuan waktu gelatinasi (*Gelation Time*)

Untuk menentukan waktu gelatinasi, sebanyak 10 g ekstrak kulit kayu yang mengandung 40% kandungan padat ditempatkan pada tabung reaksi (lebar 16 mm, panjang 125 mm) dan larutan formaldehid 37% sebanyak 5% (berdasarkan larutan ekstrak 40%) ditambahkan kedalam ekstrak. Tabung reaksi kemudian ditaruh kedalam water bath yang bersuhu  $90-92^\circ\text{C}$ . Larutan kemudian diaduk dengan pengaduk kawat besi hingga terbentuk gel. Waktu yang dibutuhkan larutan untuk menjadi gel dinyatakan sebagai waktu gelatinasi. Prosedur ini kemudian diulangi menggunakan formaldehid 37% sebanyak 10% dan 15% (Rosamah, 2003).

##### d. Penentuan viskositas

Sampel tanin yang akan diuji viskositasnya dibuat menjadi larutan dengan konsentrasi 40%. Sampel tanin yang diuji viskositasnya sebanyak 120 ml. Penentuan nilai viskositas ini dilakukan dengan menggunakan portable viscometer. Pengukuran viskositas ini dilakukan di PT. Segara Timber

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Warna

Medium ekstraksi yang berbeda menghasilkan ekstrak yang berbeda pula. Pelarut air sebagai pelarut netral memiliki kemampuan penembusan kedalam sel-sel kulit kayu yang terbatas, sehingga jumlah zat ekstraktif yang dapat dilarutkannya pun sedikit. Sedangkan pelarut alkali seperti  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  0,5 % dan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  1% dapat menembus lebih dalam kedalam sel-sel kulit kayu dan mampu melarutkan lebih banyak zat ekstraktif yang terdapat dalam kulit kayu. Kulit kayu dari jenis kayu *R. mucronata*, *R. apiculata* dan *A. officinalis* yang diekstrak dengan menggunakan pelarut air menghasilkan hasil ekstraksi yang berwarna coklat muda sedangkan dengan menggunakan pelarut  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  0,5% dan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  1% menghasilkan hasil ekstraksi yang berwarna hitam.

Karena banyaknya zat ekstraktif yang terlarut dengan menggunakan pelarut  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  0,5 % dan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  1% diduga menyebabkan warna tanin yang dihasilkan menjadi lebih gelap (berwarna hitam) karena pengaruh dari banyaknya zat ekstraktif yang terlarut. Sedangkan dengan pelarut air yang dapat melarutkan lebih sedikit zat ekstraktif, warna tanin yang dihasilkannya berwarna sedikit lebih cerah (coklat muda) dibandingkan dengan tanin yang diekstrak dengan menggunakan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  0,5 % dan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  1%.

Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Rosamah (1997) yang meneliti tanin dari jenis kayu *Acacia mangium*, bahwa tannin yang diekstrak dengan air menghasilkan warna coklat, sedangkan tanin yang diekstrak dengan menggunakan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  0,5 % dan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  1% menghasilkan warna hitam.

### B. Kadar padat (*Solid Content*)

#### 1. Pengaruh jenis kayu terhadap kadar padat (*solid content*)

Nilai rata-rata kadar padat pada masing-masing jenis kayu yang berbeda menghasilkan nilai rata-rata kadar padat yang berbeda seperti terlihat pada Tabel 1. Nilai rata-rata kadar padat tertinggi terdapat

pada jenis kayu *A. officinalis* kemudian diikuti dengan jenis kayu *R. apiculata* dan terendah

terdapat pada jenis kayu *R. mucronata*.

Tabel 1. Nilai rata-rata kadar padat (*solid content*) dari jenis kayu *R. mucronata*, *R. apiculata* dan *A. officinalis*

Bahan Pemasak	Jenis Kayu								
	<i>R. mucronata</i>			<i>R. apiculata</i>			<i>A. officinalis</i>		
	Rataan (%)	KV	(%)	Rataan (%)	KV	(%)	Rataan (%)	KV	(%)
Air	5,456	0,336		6,032	0,315		5,646	0,511	
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 0,5%	6,886	0,351		7,224	0,328		7,322	0,398	
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 1%	7,416	0,466		7,560	0,337		7,866	0,051	

Kadar padat tanin adalah jumlah total padatan yang terdapat pada sejumlah larutan tanin. Kadar padat ini dapat berupa kandungan tanin itu sendiri, serta kandungan zat ekstraktif lain seperti karbohidrat, kelompok gula sederhana, mineral-mineral serta konstituen lain yang terdapat pada kulit kayu. Dari hasil penelitian ini diperoleh rata-rata kadar padat tertinggi pada *A. officinalis* dan yang terendah pada *R. mucronata*. Perbedaan kadar padat ini diduga disebabkan karena kandungan zat ekstraktif seperti karbohidrat, kelompok gula sederhana dan konstituen lainnya (kandungan non tanin) dari jenis *A. officinalis* lebih tinggi bila dibandingkan dengan jenis *R. mucronata* dan *R. apiculata*.

Perbedaan kandungan non tanin ini diduga dipengaruhi oleh perbedaan tempat tumbuh dari ketiga jenis bakau tersebut. Dimana jenis *A. officinalis* tumbuh pada daerah muara yang subur dan kaya akan endapan bahan-bahan organik bila dibandingkan dengan jenis *R. mucronata* dan *R. apiculata* yang tumbuh pada tepi pantai yang miskin hara. Hal ini sesuai dengan pendapat Estira (1998) yang menyatakan bahwa *A. officinalis* tumbuh pada daerah muara, sedangkan *R. mucronata* dan *R. apiculata* tumbuh ditepi pantai, pada daerah muara diketahui banyak terdapat endapan bahan organik dan anorganik yang diperlukan bagi pertumbuhan pohon dibandingkan daerah pantai sehingga daerah muara lebih subur dari daerah pantai.

Karena tempat tumbuhnya yang lebih subur maka intensitas pembentukan zat ekstraktif dan pertumbuhan *A. officinalis* menjadi lebih tinggi dan kandungan non taninnya pun juga semakin besar, sehingga pada saat setelah diekstrak jenis *A. officinalis* akan menghasilkan nilai kadar padat yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan jenis *R. mucronata* dan *R. apiculata*. Pendapat ini dipertegas oleh Rosamah (1997) bahwa kandungan tanin dan ekstraktif kayu tidak hanya dipengaruhi oleh jenis kayu saja tapi juga dipengaruhi oleh umur pohon, tempat tumbuh dan faktor iklim. Mineral seperti pasir atau kotoran

yang menempel pada kulit kayu *A. officinalis* diduga juga memiliki peranan dalam meningkatkan nilai kadar padatnya, karena pasir atau kotoran ini mungkin saja terikut sampai pada proses ekstraksi.

## 2. Pengaruh bahan pemasak terhadap kadar padat (*solid content*)

Nilai rata-rata kadar padat pada masing-masing bahan pemasak yang berbeda menghasilkan nilai rata-rata kadar padat yang berbeda seperti terlihat pada Tabel 1. Nilai rata-rata kadar padat tertinggi terdapat pada bahan pemasak Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 1% kemudian diikuti dengan bahan pemasak Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0,5% dan terendah terdapat pada bahan pemasak air.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tanin yang diekstrak dengan menggunakan bahan pemasak Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 1% menghasilkan nilai kadar padat yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan tanin yang diekstrak dengan menggunakan bahan pemasak Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0,5% dan air. Hal ini diduga disebabkan karena bahan pemasak Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 1% dapat melarutkan lebih banyak zat ekstraktif maupun konstituen lain yang terdapat dalam kulit kayu daripada bahan pemasak Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0,5% dan air. Karena lebih banyak zat ekstraktif dan konstituen lainnya yang ikut terlarut maka kadar padat dari tanin tersebut juga akan semakin tinggi, karena pada dasarnya kadar padat tidak hanya murni kandungan tanin saja tapi juga berisi kandungan zat ekstraktif dan konstituen lain yang terdapat pada kulit. Hasil penelitian ini sesuai dengan pendapat Rosamah (1997) yang menyatakan bahwa perbedaan bahan pemasak (pelarut) memberikan pengaruh yang besar terhadap rendemen dan kadar padat dari ekstrak tanin, dimana tanin yang diekstrak dengan menggunakan pelarut air menghasilkan rendemen dan kadar padat yang rendah, sedangkan tanin yang diekstrak dengan menggunakan bahan kimia seperti sodium atau alkali akan menghasilkan rendemen dan kadar padat dari ekstrak tanin yang tinggi. Hal ini dipertegas juga oleh Sjöström (1995) bahwa tanin-tanin terkondensasi yang

banyak terdapat pada bagian hidrofili dari kulit kayu dapat diekstraksi hanya sebagai garam dengan larutan-larutan encer alkali berair.

Berdasarkan dari penjelasan ini tampak jelas bahwa pelarut-pelarut alkali lebih efektif untuk mengekstrak tanin dari suatu jenis kayu bila dibandingkan dengan pelarut air, sehingga rendemen dan kadar padat yang dihasilkan dari hasil ekstraksi dengan pelarut alkali akan lebih tinggi bila dibandingkan dengan yang menggunakan pelarut air. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian ini, dimana pelarut Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 1% menghasilkan kadar padat tertinggi, kemudian Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0,5% dan yang terendah dengan menggunakan pelarut air.

### 3. Pengaruh interaksi antara jenis kayu dan bahan pemasak terhadap kadar padat (solid content)

Berdasarkan nilai rata-rata kadar padat dari grafik tersebut dapat dikatakan bahwa jenis kayu *R. mucronata*, *R. apiculata* dan *A. officinalis* yang diekstrak dengan menggunakan bahan pemasak Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 1% akan menghasilkan kadar padat yang tertinggi, kemudian jenis kayu yang diekstrak dengan menggunakan bahan pemasak Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0,5% dan yang terendah adalah jenis kayu yang diekstrak dengan menggunakan air. Hal ini diduga disebabkan karena zat ekstraktif dan konstituen lain yang terdapat pada ketiga jenis bakau tersebut lebih banyak yang keluar atau

terlarut pada saat diekstrak dengan menggunakan bahan pemasak Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 1%, karena bahan pemasak Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 1% mampu untuk menembus lebih dalam ke dalam sel-sel kulit kayu dan mengeluarkan zat ekstraktif yang terdapat didalamnya.

Karena lebih banyak zat ekstraktif dan konstituen lain yang ikut terlarut maka nilai kadar padat dari jenis kayu yang diekstrak dengan menggunakan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 1% menjadi lebih tinggi bila dibandingkan dengan kadar padat yang dihasilkan dari jenis kayu yang diekstrak dengan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0,5% dan air. Pendapat ini sesuai dengan pernyataan Roffael dan Ayla (1982) bahwa kadar padat dari ekstrak tanin dengan menggunakan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 1% dan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0,5% lebih tinggi daripada kadar padat dari ekstrak tanin dengan menggunakan air.

### C. Rendemen (Yield)

#### 1. Pengaruh jenis kayu terhadap rendemen (yield)

Nilai rata-rata rendemen pada masing-masing jenis kayu yang berbeda menghasilkan nilai rata-rata rendemen yang berbeda seperti terlihat pada Tabel 2. Nilai rata-rata rendemen tertinggi terdapat pada jenis kayu *R. apiculata* kemudian diikuti dengan jenis kayu *R. mucronata* dan yang terendah terdapat pada jenis kayu *A. officinalis*.

Tabel 2. Nilai Rataan Rendemen (Yield) dari Jenis Kayu *R. mucronata*, *R. apiculata* dan *A. officinalis*

Bahan Pemasak	Jenis Kayu					
	<i>R. mucronata</i>		<i>R. apiculata</i>		<i>A. officinalis</i>	
	Rataan (%)	KV (%)	Rataan (%)	KV (%)	Rataan (%)	KV (%)
Air	20,187	0,086	24,532	0,322	17,003	0,506
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 0,5%	25,698	0,353	29,385	0,322	23,682	0,397
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 1%	28,842	0,466	31,003	0,338	26,112	0,055

Berdasarkan hasil penelitian ini rata-rata rendemen tertinggi diperoleh pada jenis kayu *R. apiculata* dan yang terendah terdapat pada jenis kayu *A. officinalis*. Hal ini diduga disebabkan karena perbedaan tempat tumbuh dari jenis kayu tersebut. Dimana jenis *R. apiculata* dan *R. mucronata* hidup pada daerah pantai yang tanahnya miskin unsur hara dan jenis *A. officinalis* hidup pada daerah muara yang tanahnya kaya akan endapan bahan organik dan anorganik yang menjadikan tanahnya lebih subur (Estira, 1998). Sedangkan hasil penelitian Hamidah (2007) menunjukkan bahwa rendemen ekstrak kulit kayu jenis *Avicennia marina* Vierh lebih tinggi (24,59%). Hal ini dipengaruhi oleh jenis kayu dan lamanya waktu ekstraksi yaitu selama 3 jam,

sedangkan dalam penelitian ini waktu ekstraksi hanya 1 jam.

Karena tempat tumbuhnya yang kurang subur ini jenis kayu *R. apiculata* dan *R. mucronata* harus menyesuaikan dirinya dengan kondisi lingkungan yang kurang menguntungkan ini agar dapat bertahan hidup. Lewat proses adaptasi ini diduga jenis kayu *R. apiculata* dan *R. mucronata* membentuk lebih banyak kandungan tanin dalam kayunya sebagai usaha untuk menyesuaikan diri dengan kondisi lingkungannya yang buruk, sedangkan jenis *A. officinalis* yang tumbuh di daerah yang subur tingkat pembentukan zat ekstraktifnya memang lebih pesat, namun diduga kandungan taninnya rendah. Pendapat ini sesuai dengan pernyataan Tiarks et al., (1989) yang

menyebutkan bahwa konsentrasi kandungan tanin pada suatu jenis kayu akan semakin meningkat secara signifikan sejalan dengan penurunan kualitas tempat tumbuh dari jenis kayu tersebut. Jadi tanaman yang mengandung tanin dan hidup di daerah yang kurang subur kandungan taninnya lebih besar bila dibandingkan dengan tanaman yang mengandung tanin dan hidup di daerah yang lebih subur. Dipertegas oleh Rosamah (1997) bahwa konsentrasi kandungan tanin dalam kayu yang dibedakan dari tiga tempat tumbuh yang berbeda (subur, sedang dan kurang subur) diperoleh kandungan tanin tertinggi pada kayu yang hidup di daerah yang tingkat kesuburannya sedang. Belum ada penjelasan yang rinci tentang hubungan antara lokasi tempat tumbuh dan kandungan tanin dari suatu jenis kayu.

Karena kandungan tanin yang dimiliki oleh jenis *R. apiculata* dan *R. mucronata* lebih tinggi, maka setelah proses ekstraksi nilai rendemen yang dihasilkannya pun juga akan semakin besar. Zat-zat ekstraktif lain yang dimiliki oleh kedua jenis bakau tersebut diduga juga memiliki peranan dalam meningkatkan nilai rendemennya, karena rendemen dari tanin tidak hanya murni kandungan tanin saja tapi juga berupa zat ekstraktif dan konstituen lain yang terdapat dalam kulit.

## 2. Pengaruh bahan pemasak terhadap rendemen (*yield*)

Nilai rata-rata rendemen pada masing-masing bahan pemasak yang berbeda menghasilkan nilai rata-rata rendemen yang berbeda seperti terlihat pada Tabel 2. Nilai rata-rata rendemen tertinggi terdapat pada bahan pemasak  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  1% kemudian diikuti dengan bahan pemasak  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  0,5% dan yang terendah dengan bahan pemasak air.

Hasil analisa sidik ragam menunjukkan bahwa nilai rata-rata rendemen dengan perlakuan perbedaan bahan pemasak menghasilkan nilai rata-rata rendemen yang berbeda sangat signifikan. Berdasarkan uji lanjutan dengan uji beda nyata terkecil dapat dilihat bahwa untuk bahan pemasak air terhadap bahan pemasak  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  0,5% memberikan hasil yang berbeda sangat signifikan sebesar 5,681. Bahan pemasak air terhadap bahan pemasak  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  1% memberikan hasil yang berbeda sangat signifikan sebesar 8,078 dan bahan pemasak  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  0,5% terhadap bahan pemasak  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  1% memberikan hasil yang berbeda sangat signifikan sebesar 2,397.

Seperti halnya kadar padat, rendemen tanin yang dihasilkan dari suatu jenis kayu tidak hanya berupa kandungan tanin saja, tetapi juga terdapat pula kandungan zat ekstraktif lainnya dan

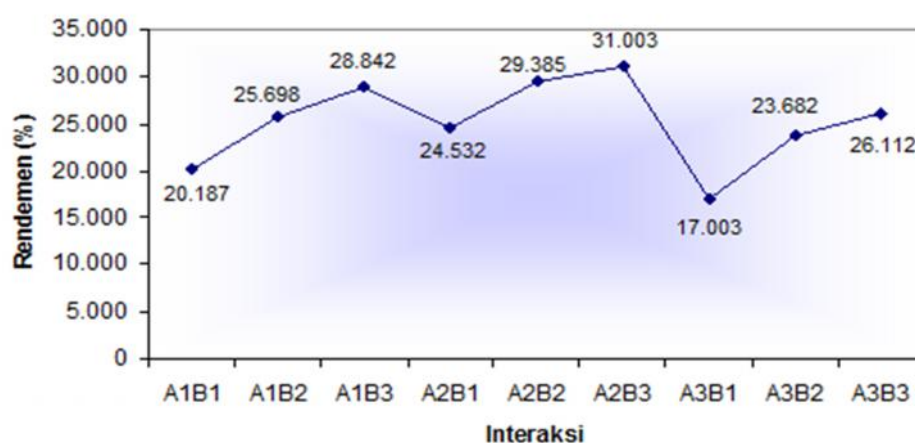
konstituen-konstituen lain yang ikut terlarut selama proses ekstraksi berlangsung. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tanin yang diekstrak dengan menggunakan bahan pemasak  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  1% menghasilkan nilai rata-rata rendemen yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan menggunakan bahan pemasak  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  0,5% dan air. Hal ini diduga bahwa bahan pemasak alkali seperti  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  0,5% dan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  1% memiliki efektifitas tinggi dalam mengekstrak tanin, dimana dengan menggunakan bahan pemasak alkali, tanin dan zat ekstraktif serta konstituen lainnya yang terdapat dalam kulit kayu dapat keluar lebih maksimal bila dibandingkan dengan menggunakan air.

Bahan pemasak alkali dapat menembus lebih dalam ke dalam kulit kayu sehingga dapat mengeluarkan zat-zat ekstraktif kayu lebih banyak bila dibandingkan dengan air yang daya penembusannya pada kayu terbatas. Pendapat ini sesuai dengan pernyataan Browning (1967) bahwa larutan alkali akan mudah melarutkan zat ekstraktif yang letaknya jauh dalam batang, hal ini disebabkan larutan basa yang heterogen dan mampu menyusup lebih dalam ke dalam jaringan kayu yang menyebabkan terjadinya pengembangan (*swelling*) sehingga bahan dalam kayu akan mudah dilarutkan.

Karena banyak zat ekstraktif dan konstituen lainnya yang ikut terlarut maka rendemen tanin yang dihasilkan dengan menggunakan bahan pemasak alkali akan lebih tinggi bila dibandingkan dengan rendemen tanin yang dihasilkan dengan menggunakan bahan pemasak air.

## 3. Pengaruh interaksi antara jenis kayu dan bahan pemasak terhadap rendemen (*yield*)

Hasil analisa sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi antara jenis kayu dan bahan pemasak berpengaruh sangat signifikan terhadap nilai rendemen sehingga dilakukan uji lanjutan beda nyata terkecil. Berdasarkan hasil pengujian dengan uji lanjutan beda nyata terkecil, bahwa nilai rata-rata rendemen menunjukkan hasil yang berbeda signifikan semua. Gambar 1 menunjukkan urutan nilai rata-rata rendemen dari yang terendah sampai yang tertinggi yang dihasilkan oleh masing-masing interaksi antara jenis kayu dan bahan pemasak. Berdasarkan grafik tersebut dapat diketahui bahwa nilai rata-rata rendemen tertinggi terdapat pada kombinasi jenis kayu *R. apiculata* dengan bahan pemasak  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  1% (A2B3). Sedangkan nilai rata-rata rendemen terendah terdapat pada kombinasi jenis kayu *A. officinalis* dengan bahan pemasak air (A3B1).



Gambar 1. Nilai rata-ran rendemen (*yield*) pada interaksi antara jenis kayu dan bahan pemasak.

Keterangan:

A1 = *R. mucronata* Lamk, A2 = *R. apiculata* Blume, A3 = *A. officinalis* Linn.

B1 = Medium air, B2 = Medium Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0,5%, B3 = Medium Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 1%

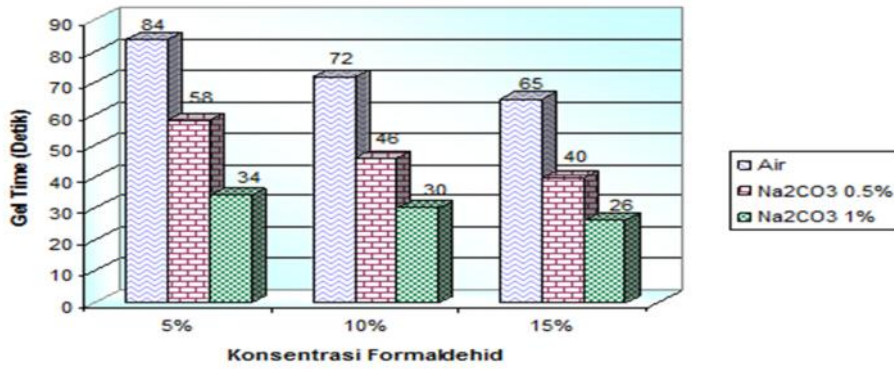
Berdasarkan nilai rata-ran rendemen dari grafik tersebut tampak bahwa jenis kayu *R. mucronata*, *R. apiculata* dan *A. officinalis* yang diekstrak dengan menggunakan bahan pemasak Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 1% menghasilkan rata-ran rendemen tertinggi, kemudian diikuti dengan jenis kayu yang diekstrak dengan menggunakan bahan pemasak Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0,5% dan yang terendah adalah jenis kayu yang diekstrak dengan menggunakan air. Hal ini diduga disebabkan zat ekstraktif dan konstituen lain yang terdapat pada jenis kayu *R. mucronata*, *R. apiculata* dan *A. officinalis* lebih banyak yang keluar saat diekstrak dengan menggunakan bahan pemasak Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 1%. Semakin banyak zat ekstraktif dan konstituen lain yang terlarut maka rendemen yang dihasilkannya pun akan semakin tinggi. Hal ini dikarenakan rendemen dari ekstrak bukan hanya terdiri dari kandungan tanin saja tapi juga berisi kandungan zat ekstraktif dan konstituen lain yang terdapat pada kulit kayu.

Pendapat diatas didukung oleh pernyataan Suomi dan Linberg (1984) dan Rosamah (1997) bahwa rendemen dari ekstrak tanin sangat

dipengaruhi oleh jenis bahan pemasak yang digunakannya. Hal serupa juga dikemukakan oleh Fengel dan Wegener (1995) secara lebih jelas, bahwa metode ekstraksi merupakan faktor yang menyebabkan variasi pada kandungan dan komposisi zat ekstraktif.

#### D. Penentuan waktu gelatinasi (*gelation time*)

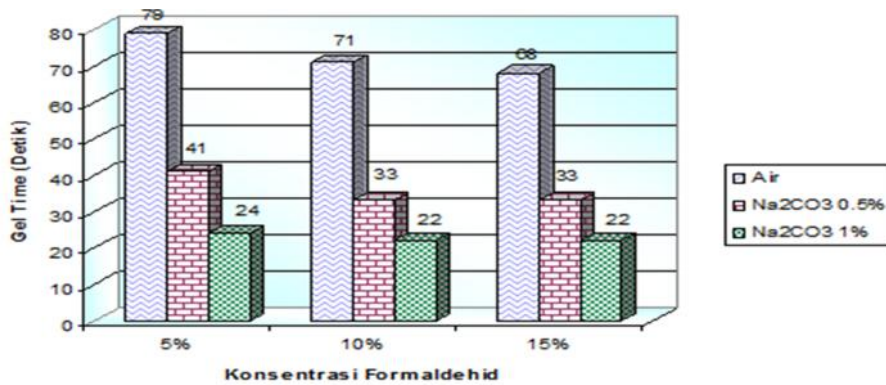
Waktu gelatinasi adalah waktu yang diperlukan oleh campuran tanin dengan formaldehid untuk membentuk *gel* (mengeras) setelah dipanaskan beberapa lama di dalam air panas yang bersuhu 90° C. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh jenis kayu *R. apiculata* dengan bahan pemasak Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 1% pada taraf konsentrasi formaldehid 15% memberikan nilai rata-rata waktu gelatinasi tercepat yaitu sekitar 22 detik. Sedangkan untuk jenis kayu *A. officinalis* dengan bahan pemasak air pada taraf konsentrasi formaldehid 5% memberikan nilai rata-rata waktu gelatinasi terlama yaitu sekitar 4321, 667 detik. Nilai rata-rata waktu gelatinasi dari jenis kayu *R. mucronata*, *R. apiculata* dan *A. officinalis* disajikan pada Gambar 2, 3, dan 4.



Gambar 2. Nilai rata-rata waktu gelatinasi (*gelation time*) dari jenis kayu *R. mucronata*.

Berdasarkan hasil penelitian tampak jelas bahwa jenis kayu yang diekstrak dengan menggunakan bahan pemasak Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 1%

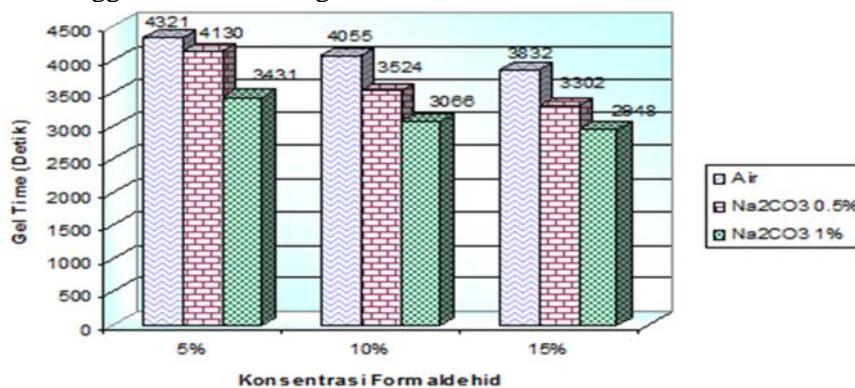
menghasilkan waktu gelatinasi tercepat daripada jenis kayu yang diekstrak dengan menggunakan bahan pemasak Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0,5% dan air.



Gambar 3. Nilai rata-rata waktu gelatinasi (*gelation time*) dari jenis kayu *R. apiculata*.

Tampak pula bahwa semakin tinggi konsentrasi formaldehid yang digunakan maka waktu gelatinasi juga semakin cepat. Hal ini diduga disebabkan karena tanin yang diekstrak dengan menggunakan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 1% menghasilkan nilai pH yang lebih tinggi bila dibandingkan

dengan tanin yang diekstrak dengan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0,5% dan air sehingga waktu gelinasinya juga semakin cepat. Hal ini sesuai dengan pendapat Sujanto (1995) yang menyatakan bahwa naiknya nilai pH akan menurunkan waktu gelatinasi.



Gambar 4. Nilai rata-rata waktu gelatinasi (*gelation time*) dari jenis kayu *A. officinalis*.

Naiknya nilai pH akan mengakibatkan meningkatnya viskositas. Viskositas yang tinggi menyebabkan penggumpalan cepat terjadi. Penggumpalan yang cepat ini mengakibatkan

tanin segera mengeras sehingga waktu gelatinasi semakin pendek. Hasil penelitian menunjukkan tanin yang diekstrak dengan menggunakan bahan pemasak Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 1% menghasilkan viskositas



tertinggi dibandingkan dengan tanin yang diekstrak dengan air dan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  0,5% dan waktu gelatinasinya pun juga semakin cepat.

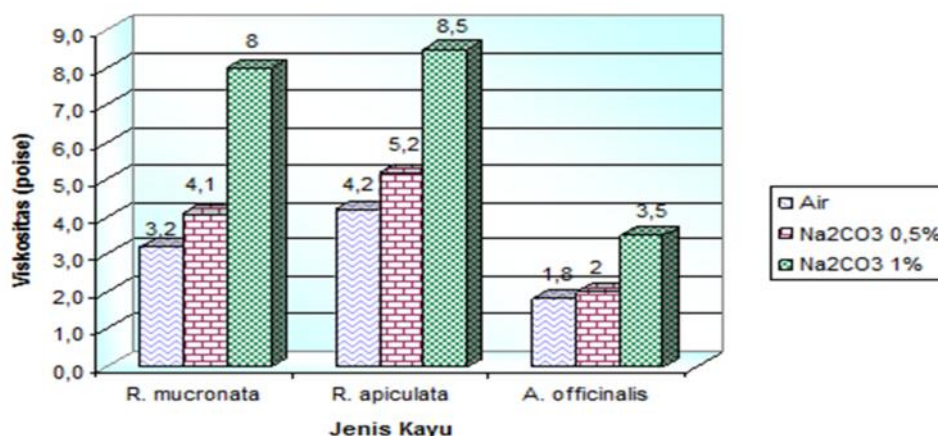
Gambar 2, 3, dan 4 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi formaldehid yang ditambahkan kedalam tanin, maka waktu gelatinasi akan semakin pendek (cepat). Hal ini disebabkan karena formaldehid akan menaikkan pH tanin, semakin tinggi konsentrasi formaldehid maka nilai pH tanin juga akan semakin tinggi dan waktu gelatinasi juga akan semakin pendek. Pendapat ini sesuai dengan pernyataan Parastuti (2002) yang menyatakan bahwa semakin tinggi pH tanin, kekentalan perekat semakin meningkat, dengan demikian waktu gelatinasi semakin singkat. Waktu gelatinasi dapat digunakan untuk menduga seberapa lama umur dari suatu jenis perekat (*pot life*).

### E. Penentuan kekentalan (viskositas)

Pengujian viskositas ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kekentalan dari tanin yang

diperoleh dari jenis kayu *R. mucronata*, *R. apiculata* dan *A. officinalis* dengan menggunakan bahan pemasak air,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  0,5% dan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  1%. Nilai viskositas dari tanin ini perlu diketahui karena diduga viskositas dari tanin ini berpengaruh terhadap mutu perekatan. Pendapat ini sesuai dengan pernyataan Sujanto (1995) bahwa viskositas yang tinggi akan mengurangi pot life bahan perekat dan viskositas yang terlalu rendah akan menyebabkan kayu lapis kurang tahan terhadap kelembaban.

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh jenis kayu *R. mucronata*, *R. Apiculata*, dan *A. officinalis* yang diekstrak dengan menggunakan bahan pemasak  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  1% menghasilkan nilai viskositas terbesar, kemudian jenis kayu yang diekstrak menggunakan bahan pemasak  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  0,5% dan yang terendah adalah jenis kayu yang diekstrak dengan bahan pemasak air. Gambar 5 menyajikan grafik nilai viskositas dari jenis kayu *R. mucronata*, *R. apiculata* dan *A. Officinalis*.



Gambar 5. Nilai viskositas (*viscosity*) dari jenis kayu *R. mucronata*, *R. apiculata* dan *A. officinalis*.

Berdasarkan grafik tersebut tampak bahwa jenis kayu yang diekstrak dengan menggunakan bahan pemasak  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  1% menghasilkan nilai viskositas tertinggi kemudian jenis kayu yang diekstrak dengan menggunakan bahan pemasak  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  0,5% dan yang terendah adalah jenis kayu yang diekstrak dengan menggunakan bahan pemasak air. Hal ini diduga karena tanin yang diekstrak dengan menggunakan bahan pemasak  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  1% menghasilkan nilai pH yang tinggi bila dibandingkan tanin yang diekstrak dengan menggunakan pelarut  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  0,5% dan air. Kemudian karena nilai pH dari tanin yang tinggi ini menyebabkan viskositas dari tanin tersebut juga semakin besar. Sujanto (1995) menyatakan bahwa terdapatnya hubungan antara viskositas

dengan waktu gelatinasi yang ditunjukkan oleh koefisien korelasi linear negatif. Maksudnya adalah nilai viskositas dari suatu jenis tanin semakin besar, maka waktu gelatinasi dari suatu jenis tanin akan semakin pendek (semakin cepat).

Hal ini sejalan dengan hasil penelitian ini bahwa tanin dari ketiga jenis bakau yang diteliti, dimana tanin yang memiliki nilai viskositas tertinggi waktu gelatinasinya semakin pendek. Ekstrak dari jenis *R. apiculata* memiliki nilai viskositas yang tertinggi bila dibandingkan dengan jenis *R. mucronata* dan *A. officinalis*. Hal ini diduga jenis *R. apiculata* memiliki derajat polimerisasi yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan jenis *R. mucronata* dan *A. officinalis*. Hal ini sesuai dengan pernyataan Porter (1989) yang

menyebutkan bahwa besar kecilnya viskositas juga dipengaruhi oleh derajat polimerisasi.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

1. Tanin yang diekstrak dengan menggunakan pelarut air bewarna coklat muda, sedangkan tanin yang diekstrak dengan menggunakan pelarut  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  0,5% dan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  1% bewarna hitam.
2. Bahan pemasak alkali ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$  0,5% dan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  1%) memiliki efektifitas tinggi dalam mengekstrak tanin, karena menghasilkan nilai rata-rata kadar padat dan rendemen yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan menggunakan bahan pemasak air.
3. Tanin yang diekstrak dengan menggunakan bahan pemasak alkali ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$  0,5% dan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  1%) menghasilkan nilai viskositas yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan menggunakan bahan pemasak air.

### B. Saran

1. Untuk memperoleh rendemen tanin yang tinggi dari proses ekstraksi suatu jenis kayu, disarankan untuk menggunakan bahan pemasak  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  1% dengan suhu ekstraksi  $100^\circ\text{C}$  selama kurang lebih satu jam.
2. Untuk memperoleh tanin yang akan digunakan sebagai bahan substitusi perekat dalam industri kayu sebaiknya menggunakan bahan pemasak air, karena telah diketahui hasil ekstraksinya memiliki viskositas rendah.
3. Untuk memperoleh tanin dari kulit kayu bakau disarankan untuk menggunakan jenis *R. apiculata*, karena jenis ini memiliki sifat-sifat tanin yang cukup baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bertaud, F., S. Tapin-Lingua, A. Pizzi, P. Navarrete, M. Petit-Conil. 2010. Characterisation of Industrial barks for Their Tannin Contents Further Green-Wood based Adhesives Applications. InTech Fiber. Research in Fiber. COST FP0901-Hamburg.
- Browning (1967) Browning, B. L. 1967. Methods of Wood Chemistry Volume 1. Interscience Publishers a Division of John Wilky and Sons New York, London. Sydney
- Condensed Tannin in Southern Pines and Their Interaction with the Ecosystem. In Hemingway, R.W and Karchesy J.J. (Ed.). Chemistry and Significance of Condensed Tannins. Proceedings of The First North American Tannin Conference. Plenum Press. New York and London. Pp 369 – 385.
- Cruz SM, Marroquín N, Alvarez LE, Chang DE, Cáceres A. 2015. Evaluation of Mangrove (*Rhizophora mangle* L.) Products as Coloring, Antimicrobial and Antioxidant Agents. *International Journal of Phytocosmetics and Natural Ingredients*. 2015;2:12. doi:10.15171/ijpni.2015.12.
- Estira, B. 1998. Analisa Kandungan Zat Ekstraktif dari Tiga Jenis Bakau (*Rhizophora mucronata* Lamk., *Rhizophora apiculata* Blume. dan *Avicennia officinalis* Linn.). Skripsi Sarjana Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman. Samarinda. Tidak Diterbitkan.
- Fengel, D. dan Wegener, G. 1995. Kayu; Kimia, Ultrastruktur, Reaksi (Terjemahan). Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. Göttingen.
- Hamidah, S. dan E.D. Iskanawati. 2007. Rendemen dan Kadar Tanin Kulit Kayu Api-api (*Avicennia marina* Vierh) melalui Metode Ekstraksi Air Panas *Jurnal Hutan Tropis Borneo*, 8(21).
- Mota, I., P. C. Rodrigues Pinto, C. Novo, G. Sousa, O. Guerreiro, Â. R. Guerra, M. F. Duarte, and A. E. Rodrigues. 2012. Extraction of Polyphenolic Compounds from *Eucalyptus globulus* Bark: Process Optimization and Screening for Biological Activity. *Ind. Eng. Chem. Res.*, 2012, 51 (20), pp 6991–7000. DOI: 10.1021/ie300103z. American Chemical Society.
- Noor Idora, M.S., Ferry, M., Wan Nik, Wan Sani, Saidin, Jasnizat. (2015). Evaluation of tannin from *Rhizophora apiculata* as natural antifouling agents in epoxy paint for marine application. *Progress in Organic Coatings*. 81. DOI 10.1016/j.porgcoat.2014.12.012.
- Parastuti, N. 2002. Analisa Kandungan Zat Ekstraktif Dan Abu Kulit Kayu Mangium (*Acacia mangium* Willd.) Berdasarkan Kelas Diameter. Skripsi Sarjana Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman. Samarinda. (Tidak Dipublikasikan).
- Pari, Gustan. 1990. Beberapa Sifat Fisis Dan Kimia Ekstrak Tanin. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 6(8) : 482-492.
- Paula C. R. Pinto, Gabriel Sousa, Filipe Crispim, Armando J. D. Silvestre, and Carlos

- Pascoal Neto. 2013. *Eucalyptus globulus* Bark as Source of Tannin Extracts for Application in Leather industry. *ACS Sustainable Chem. Eng.*, 2013, 1 (8), pp 950–955. DOI: 10.1021/sc400037h. Publication Date (Web): May 2, 2013. Copyright © 2013 American Chemical Society.
- Porter, L.J. dan Hemingway, R.W. 1989. Significance of The Condense Tannins. In Research Report. Technical Research Centre of Finland . Espoo. Finland.
- Rosamah, E. 2003. Einige Aspekte der Tanninverleimung. Cuvillier Verlag
- Rosamah, E. 1997. The Utilization Of Tannin From Bark Of *Acacia mangium* Willd As adhesive Constituent. Thesis Master of Science Degree in Tropical Forestry. Faculty of Forestry and Ecology. Georg-August University Göttingen. Germany. Unpublished.
- Rowe, J.W.(Ed). 1989. Natural Products of Woody Plants II. Springer-Verlag.
- Sjöström, E. 1995. Kimia Kayu. Dasar-dasar dan Penggunaannya (Terjemahan). Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Soenardi, E. 1980. Sifat-Sifat Kimia Kayu, Cetakan Ketiga. Yayasan Pembina Fakultas Kehutanan Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Sujanto. 1995. Evaluasi Tannin Mangium, Mimosa dan Quebracho Sebagai Campuran Perekat Kayu Lapis. Thesis Sarjana. Jurusan Kimia. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. IPB, Bogor. (Tidak Dipublikasikan).
- Suomi dan Linberg (1984). Bark Extracts and Their Use in Plywood Bonding.
- Vankar, P. S., V. Tiwari, and J. Srivastava. 2007. “Extracts of Steam Bark of *Eucalyptus Globules* as Food Dye with High Antioxidant Properties,” *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*, 6(11) : 2550-2556.
- Vázquez, G. , E.Fontenla, J.Santos, M.S.Freire, J.González-Álvarez, G.Antorrena. 2008. Antioxidant activity and phenolic content of chestnut (*Castanea sativa*) shell and eucalyptus (*Eucalyptus globulus*) bark extracts. *Industrial Crops and Products*. 28(3) : 279-285.