



**EKSTRAKSI TANIN DARI KULIT KAYU PINUS DENGAN BANTUAN *MICROWAVE*:
PENGARUH DAYA *MICROWAVE*, JENIS PELARUT DAN WAKTU EKSTRAKSI**

Christina Eka P^{1*}, Florentina P¹

¹Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Medan

*Email: christinaeka31@ymail.com

Abstrak

Tanin merupakan salah satu senyawa kompleks yang terdapat dalam senyawa polifenol yang dapat larut dalam pelarut polar. Tanin didapat dari ekstraksi pada bagian tanaman yang terdapat tanin, seperti pada kulit kayu pinus. Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh daya microwave, jenis pelarut dan waktu ekstraksi pada proses ekstraksi tanin dengan metode microwave-assisted extraction (MAE) untuk memaksimalkan tanin yang diperoleh dan mengaplikasikan tanin yang diperoleh sebagai adsorben dari bahan alam dalam penyerapan logam Cu dan logam Cd. Proses yang digunakan dalam penelitian ini adalah ekstraksi padat cair dengan metode microwave-assisted extraction (MAE) menggunakan pelarut aquadest dan etanol pada keadaan daya microwave 100, 180, 300, 450, dan 600 W dan waktu ekstraksi 1, 3 dan 5 menit. Hasil ekstraksi dianalisis dengan spektrofotometer UV-Vis untuk menentukan yield tanin. Selanjutnya ekstrak dengan yield tanin tertinggi dimanfaatkan sebagai adsorben untuk menyerap logam. Konsentrasi logam Cu dan Cd dianalisis menggunakan AAS. Hasil penelitian menunjukkan yield tanin tertinggi 27,215 mg/g pada daya microwave 100 W dan waktu ekstraksi 3 menit dengan pelarut aquadest. Adsorben dari tanin dapat menyerap logam Cu dan Cd dengan kapasitas adsorpsi masing-masing sebesar 3,508 mg/g dan 5,27 mg/g.

Kata Kunci: Adsorpsi, Kulit kayu pinus, Microwave-assisted extraction, Tanin.

Abstract

Tannin is one of complex compound in the form of polifenol compound which is soluble in polar solvent. Tannin is obtained by extracting parts of plant containing tannin, like a pine bark. This study aimed to examine microwave assisted extraction (MAE) of tannins under influence of microwave power, solvent, extraction time and it's application to adsorb Cu and Cd. Tannin was extracted from 1 gram of pine bark powder using 20 ml solvent (aquadest ; ethanol) during a certain extraction time (1;3;5 minutes) and microwave power of (100; 180; 300; 450; 600 W), then separated by filter paper after extraction is completed, and then obtained tannin extract. The extracts were analyzed by UV-Vis spectrophotometer to determine the yield of tannins. Furthermore, the extract with the highest yield of tannins are used as adsorbents. The concentrations of Cu and Cd solution were analyzed using AAS. The results showed that the highest yield of tannin of 27.215 mg/g was achieved at microwave power of 100 W and 3 minute extraction time using aquadest as the solvent. The adsorption capacity of adsorbent from tannin was 3.508 mg/g and 5.27 mg/g for Cu and Cd respectively.

Keywords: adsorption, microwave-assisted extraction, pine bark, tannin

1. PENDAHULUAN

Tanin adalah suatu senyawa *phenolic* dengan berat molekul cukup tinggi yang mengandung hidroksil dan kelompok lain yang cocok (seperti karboksil) untuk membentuk kompleks yang efektif dengan protein dan makro molekul yang lain di bawah kondisi lingkungan tertentu yang dipelajari. Tanin merupakan bentuk kompleks dari protein, pati, selulosa dan mineral. Tanin mempunyai struktur dengan formula empiris $C_{72}H_{52}O_{46}$. Salah satu pemanfaatan tanin yaitu sebagai bahan pembuatan adsorben yang baik. Kegunaan lainnya yaitu sebagai perekat (sebagai pengganti fenol dalam formulasi), medis, kosmetik, farmasi, adsorben logam berat dan makanan aplikasi industri. Tanin banyak terdapat dalam tanaman akasia (*acasia* sp), kulit kayu pinus, kayu quebracho, batang gambir, dan daun gambir [Bacelo, et al, 2016].

Pinus merkusii merupakan salah satu tanaman asli Indonesia yang telah memproduksi kayu pada akhir daur dan non kayu berupa getah dengan menggunakan proses destilasi yang menghasilkan gondorukem dan terpentin [Muslimin, 2013]. Pinus termasuk jenis pohon serba guna yang terus – menerus dikembangkan dan diperluas penanamannya pada masa mendatang untuk penghasil kayu, produksi getah dan konservasi lahan. Sedangkan kulit kayu pinus dapat dimanfaatkan sebagai sumber tanin yang banyak manfaat, salah satunya dapat digunakan untuk menyerap logam berat. Kandungan tanin dalam kulit kayu pinus mencapai sekitar 22,5 % [Bacelo, et al, 2016].

Metode pengambilan tanin dari kulit kayu pinus dapat dilakukan dengan cara ekstraksi. Banyaknya metode ekstraksi yang dapat digunakan untuk pengambilan ekstrak tanin adalah maserasi, persolasi, dan teknologi ekstraksi yang sudah berkembang yaitu ekstraksi menggunakan *microwave*. Metode ekstraksi yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode ekstraksi dengan *microwave*. Metode ekstraksi dengan *microwave* ini mempunyai keunggulan antara lain yaitu waktu ekstraksi yang dibutuhkan lebih cepat, mudah dalam penggunaan alat, serta penggunaan pelarut yang lebih sedikit [Veggi, et al, 2013].

Di Indonesia, semakin berkembangnya industri maka semakin banyak dihasilkan limbah industri yang mengandung ion- ion logam berat yang beracun dan berbahaya bagi lingkungan dan masyarakat. Logam berat seperti timbal dan tembaga sangat berbahaya, karena dapat menyebabkan beberapa gangguan fungsi organ. Senyawa tembaga (Cu) banyak digunakan dalam industri modern dan telah banyak dibuang begitu saja ke lingkungan sehingga dapat menyebabkan berbagai penyakit dalam lingkungan hidup [Widodo, dkk, 2015]. Oleh karena itu, ion-ion logam berbahaya tersebut harus dihilangkan melalui proses tertentu.

Salah satu cara untuk menghilangkan logam berat yaitu dengan memanfaatkan tanin sebagai biosorbent [Kartikaningsih, dkk, 2013]. Kulit kayu pinus mengandung tanin yang merupakan senyawa fenol. Senyawa fenol ini memiliki sifat yang berfungsi sebagai

agen dalam mengoksidasi logam dan mereduksi suatu logam. Komponen organik dapat berfungsi sebagai agen mengoksidasi logam dengan adanya gugus karboksil dan dua gugus hidroksil yang saling berdekatan sehingga ion logam bereaksi dan membentuk suatu kompleks yang stabil [Trisdiar, dkk, 2015].

Metode pengambilan tanin dari kulit kayu pinus dapat dilakukan dengan cara ekstraksi. Banyaknya metode ekstraksi yang dapat digunakan untuk pengambilan ekstrak tanin adalah maserasi, persolasi, dan teknologi ekstraksi yang sudah berkembang yaitu ekstraksi menggunakan *microwave*. Metode ekstraksi dengan *microwave*, mempunyai keunggulan antara lain yaitu waktu ekstraksi yang dibutuhkan lebih cepat, mudah dalam penggunaan alat, serta penggunaan pelarut yang lebih sedikit [Veggi, et al, 2013]. Tanin dapat larut dalam air, metanol, etanol, serta aseton.

Atas dasar pemikiran yang telah dipaparkan, maka pada penelitian ini dilakukan dengan metode *microwave-assisted extraction* (MAE) dengan memvariasikan daya *microwave* dan jenis pelarut dan waktu ekstraksi untuk memperoleh yield tanin. Selanjutnya yield tanin akan diaplikasikan sebagai adsorben untuk menghilangkan logam berat. berdasarkan kapasitas penjerapan logam.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Bahan Baku dan Peralatan

Bahan baku utama dalam penelitian ini adalah kulit kayu pinus, *aquadest*, etanol $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, $CdCl_2 \cdot H_2O$, H_2SO_4 , HCl, formaldehid 37%, $FeCl_3$ dan gelatin . Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah *microwave*, *hot plate*, leher tiga, timbangan elektrik, termometer, kertas saring, oven dan peralatan gelas.

2.2 Preparasi Bahan Baku

Sampel kulit kayu pinus dikeringkan dengan oven. Setelah dikeringkan, sampel dihaluskan menggunakan *ballmill*. Kemudian, sampel diayak menggunakan ayakan 50 *mesh* hingga diperoleh serbuk kulit kayu pinus.

2.3 Proses Ekstraksi Tanin Dari Kulit Kayu Pinus

Serbuk daun kulit kayu pinus sebanyak 1 gr dimasukkan ke dalam *beaker glass*, lalu ditambahkan pelarut (*aquadest*; etanol). Proses ekstraksi tanin dilakukan pada daya *microwave* (100 W, 180 W, 300 W, 450 W dan 600 W) dengan waktu ekstraksi selama (1, 3, dan 5 menit). Hasil ekstraksi yang diperoleh disaring. Setelah itu dilakukan analisa kadar tanin total dalam ekstrak kulit kayu pinus menggunakan spektrofotometri UV-Vis dan analisa FTIR pada larutan ekstrak tanin.

2.4 Proses Pembuatan Adsorben dari Ekstrak Tanin

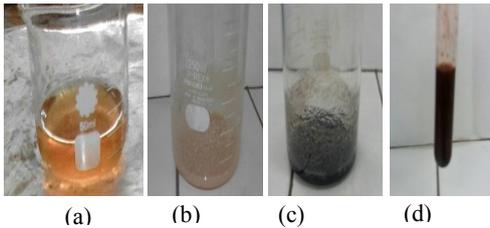
Ekstrak tanin diambil sebanyak 25 ml, lalu dicampurkan dengan HCl 32% sebanyak 5 ml dan ditambahkan 10 ml formaldehid 37% kemudian dipanaskan selama 30 menit hingga terbentuk endapan lalu disaring dan dikeringkan selama 24 jam. Selanjutnya adsorben dianalisa karkteristik morfologi permukaan adsorben dengan *scanning electron microscopy* (SEM).

Proses adsorpsi dilakukan pada larutan logam Cu dan logam Cd sebanyak 100 ml dengan kadar 50 mg/l pada keadaan asam, lalu dicampurkan 0,6 gram adsorben kedalam larutan, kemudian dikontakkan selama 180 menit dengan kecepatan putar 200 rpm pada suhu 50 °C. selanjutnya , larutan logam Cu dan Cd dianalisa kadar logam sebelum dan sesudah diadsorpsi dengan AAS (*Atomic Absorption spectrophotometer*).

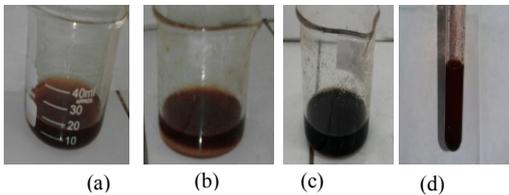
3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Identifikasi Tanin Pada Ekstrak Kulit Kayu Pinus

Ekstrak yang didapat dilakukan uji kualitatif pada tanin. Tujuannya untuk mengetahui adanya tanin dalam kulit kayu pinus. Uji fitokimia yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu dengan menambahkan ekstrak tanin dengan gelatin, FeCl₃, dan H₂SO₄ pekat. Hal ini dapat dilihat pada gambar 1 dan gambar 2 yang menunjukkan hasil uji kualitatif pada larutan ekstrak dengan pelarut *aquadest* dan etanol.



Gambar 1 Ekstrak dengan pelarut *Aquadest*

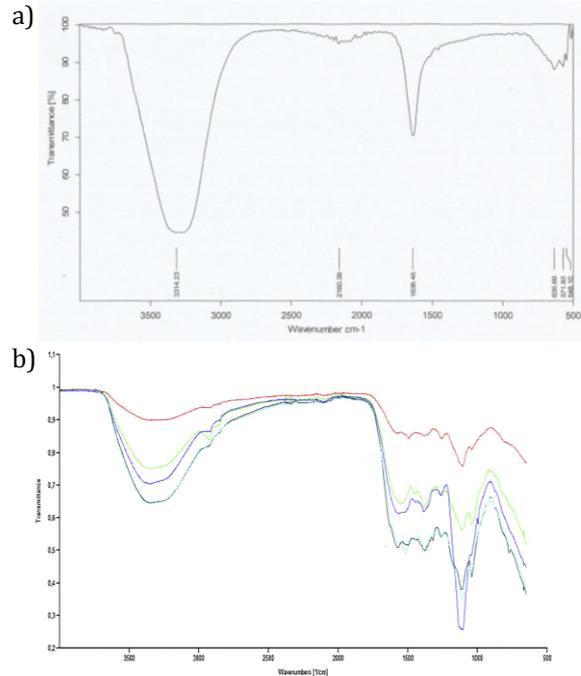


Gambar 2 Ekstrak dengan pelarut *Etanol*

Menurut Sulastri (2009), tanin dapat mengendap jika dilarutkan dalam gelatin seperti gambar (b). Lalu dengan menambahkan FeCl₃ gambar (c), sampel akan berubah menjadi warna biru kehitaman yang menandakan adanya tanin didalam sampel, dan dengan menambahkan H₂SO₄ pekat gambar (d), terbentuk endapan coklat. Dari hasil tersebut telah terbukti bahwa didalam ekstrak kulit kayu pinus terdapat tanin.

3.2 Analisa *Fourier Transformer-Infrared* (FTIR) Pada Larutan Ekstrak Tanin

Dari uji analisis menggunakan FT-IR dengan sampel ekstrak tanin dari kulit kayu pinus didapatkan spektrum inframerah seperti gambar (a), dan (b) hasil analisa FT-IR ekstrak tanin dari kulit kayu *pinus pinaster* oleh chupin et al:

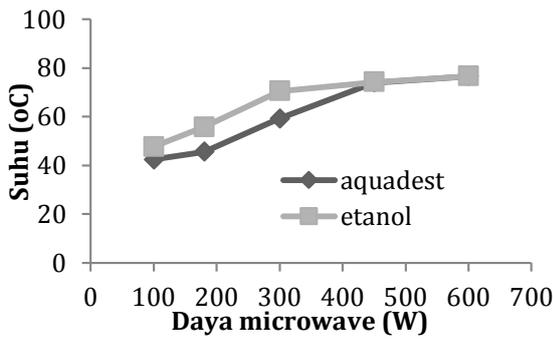


Gambar 3 Analisa FT-IR pada Ekstrak Tanin

Gambar 3a menunjukkan adanya gugus hidroksil (O-H) pada area 3314,23 cm⁻¹. Puncak pada puncak area 2160,39 cm⁻¹ menunjukkan adanya gugus alkuna (C≡C),sedangkan pada area 1636,45 cm⁻¹ menunjukkan adanya gugus cincin aromatic (C=C). Pada area 650-510 cm⁻¹ diperoleh adanya gugus senyawa lain $-(CH_2)_n$ yang terdapat dalam kulit kayu pinus.

Hasil analisis FTIR pada penelitian ini memiliki kemiripan dengan hasil analisis yang telah dilakukan oleh Chupin, et al (2015), pada ekstrak tanin dari kulit kayu Pinus Pinaster dapat dilihat dari gambar 3b. Gugus -OH (fenolik) berada pada 3300 cm⁻¹, gugus -CH pada 2950 dan 2850 cm⁻¹, perpanjangan gugus -OH pada 1370-1380 cm⁻¹, dan gugus -CO pada 1040 cm⁻¹.

3.3 Pengaruh Daya Microwave Terhadap Suhu Ekstraksi

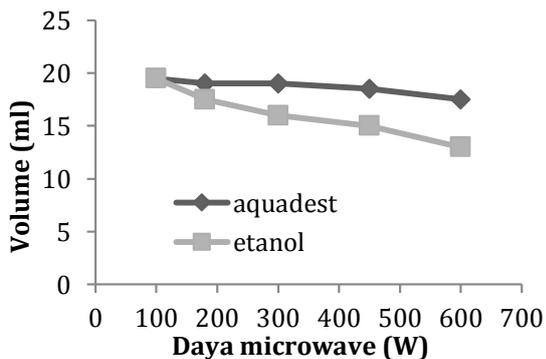


Gambar 4 Pengaruh Daya Microwave terhadap Profil Suhu Ekstraksi

Gambar 4 menunjukkan suhu pelarut *aquadest* dan etanol semakin meningkat seiring dengan meningkatnya daya *microwave* yang digunakan. Secara umum, daya *microwave* semakin tinggi maka suhu pada larutan ekstrak akan semakin meningkat. Hal ini disebabkan adanya keterkaitan antara daya *microwave* dengan suhu ekstraksi. Suhu dikendalikan oleh daya *microwave*, karena daya *microwave* yang tinggi dapat menyebabkan energi yang dihasilkan semakin besar yang dapat berubah menjadi panas pada bahan yang digunakan. Pada suhu yang semakin tinggi, kekuatan pelarut semakin meningkat karena adanya penurunan viskositas dan tegangan permukaan yang dapat menyebabkan volume ekstraksi menjadi berkurang karena suhu yang telah mendekati ataupun melewati titik didih [Veggi, et al, 2013].

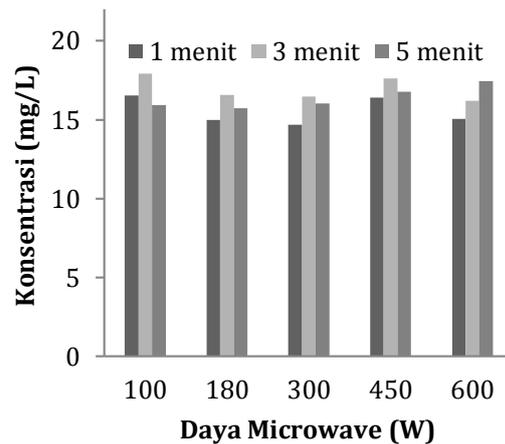
Profil suhu ekstrak dengan pelarut *aquadest* dan etanol pada waktu ekstraksi selama 1 menit meningkat seiring dengan meningkatnya daya *microwave* yang digunakan selama proses ekstraksi berlangsung. Pada pelarut *aquadest* suhu ekstraksi yang diperoleh pada 100 W sebesar 42,4°C meningkat menjadi 76,6°C pada 600 W. Pada pelarut etanol suhu ekstraksi pada 100 W sebesar 47,6°C meningkat hingga menjadi 76,6°C pada 600 W.

Gambar 5 menunjukkan adanya penurunan volume seiring meningkatnya daya *microwave* yang digunakan.



Gambar 5 Pengaruh Daya Microwave terhadap Volume Pelarut

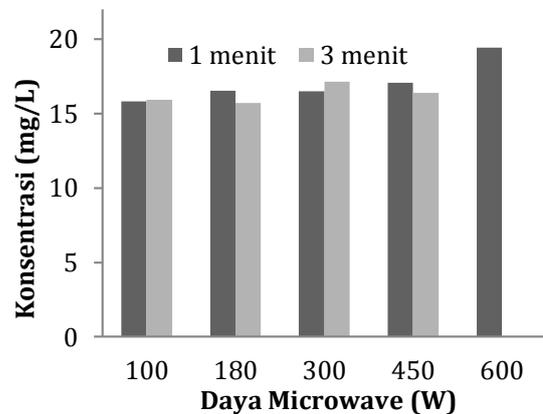
3.4 Pengaruh Daya Microwave Terhadap Konsentrasi Tanin



Gambar 6 Pengaruh Daya Microwave terhadap Konsentrasi Tanin pada Pelarut Aquadest

Gambar 6 dapat dilihat pengaruh daya *microwave* terhadap konsentrasi tanin pada pelarut *aquadest* mengalami fluktuasi seiring dengan bertambahnya daya *microwave* selama proses ekstraksi. Pada waktu ekstraksi 1 dan 3 menit, konsentrasi tanin yang dihasilkan juga mengalami fluktuasi seiring dengan bertambahnya daya *microwave*. Sedangkan pada waktu ekstraksi 5 menit, konsentrasi tanin yang dihasilkan mengalami peningkatan dengan bertambahnya daya *microwave*.

Pada pelarut etanol konsentrasi tanin mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya daya *microwave*. Namun sehubungan dengan sifat etanol yang mudah menguap dan memiliki titik didih yang lebih rendah dibandingkan *aquadest*, maka untuk variasi jenis pelarut etanol proses ekstraksi hanya dilakukan pada variasi waktu 1 dan 3 menit.



Gambar 7 Pengaruh Daya Microwave terhadap Konsentrasi Tanin pada Pelarut Etanol

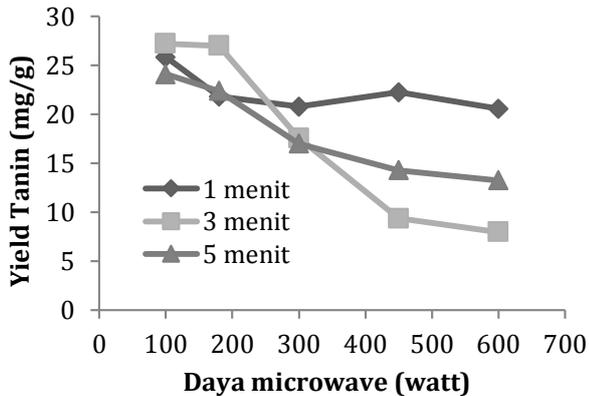
Gambar 7 dapat dilihat bahwa pengaruh daya *microwave* terhadap konsentrasi tanin pada pelarut etanol pada masing-masing variasi waktu ekstraksi 1 dan 3 menit, konsentrasi tanin semakin meningkat

seiring penambahan daya *microwave* selama proses ekstraksi, namun pada daya 450 W saat waktu 3 menit konsentrasi tanin menurun. Pada waktu ekstraksi 1 menit dengan daya 100 W konsentrasi tanin 15,824 mg/L meningkat hingga daya 600 W konsentrasi tanin 19,429 mg/L.

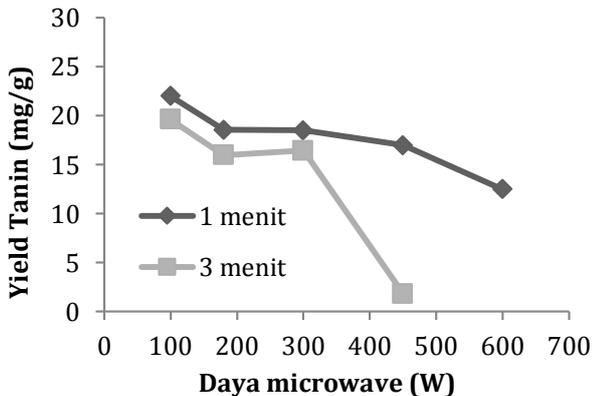
Secara keseluruhan penambahan waktu ekstraksi mampu meningkatkan hasil ekstraksi namun penambahan waktu yang lebih lanjut dapat menyebabkan penurunan kadar tanin karena adanya senyawa yang terdegradasi [Veggi, et al, 2013]. Pada penelitian ini, proses ekstraksi dengan pelarut etanol mengalami peningkatan konsentrasi tanin namun seiring penambahan waktu ekstraksi dan daya yang lebih besar menyebabkan konsentrasi tanin berkurang, karena adanya tanin yang terdegradasi.

3.5 Pengaruh Daya *Microwave*, Waktu Ekstraksi Dan Jenis Pelarut Terhadap Yield Tanin

Berdasarkan gambar 8 dapat dilihat bahwa yield tanin dengan pelarut *aquadest* pada waktu ekstraksi 1 menit, yield tanin mengalami fluktuasi. Pada waktu ekstraksi 3 menit, yield tanin mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya daya *microwave*. Pada waktu ekstraksi 5 menit, yield tanin pada daya 100 W sebesar 24,088 mg/g mengalami penurunan hingga menjadi 13,243 mg/g pada daya *microwave* 600 W.



Gambar 8 Grafik Pengaruh Daya Microwave dan Waktu Ekstraksi terhadap Yield Tanin pada Pelarut Aquadest



Gambar 9 Grafik Pengaruh Daya Microwave dan Waktu Ekstraksi terhadap Yield Tanin pada Pelarut Etanol

Berdasarkan Gambar 9 dapat dilihat bahwa yield tanin dengan pelarut etanol pada waktu ekstraksi 1 menit, yield tanin mengalami penurunan secara signifikan. Pada waktu ekstraksi 3 menit, yield tanin mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya daya *microwave*, sedangkan pada daya *microwave* 600 W terjadi penguapan etanol yang menyebabkan sampel gosong dan rusak, dikarenakan suhu pada daya tersebut melebihi titik didih etanol.

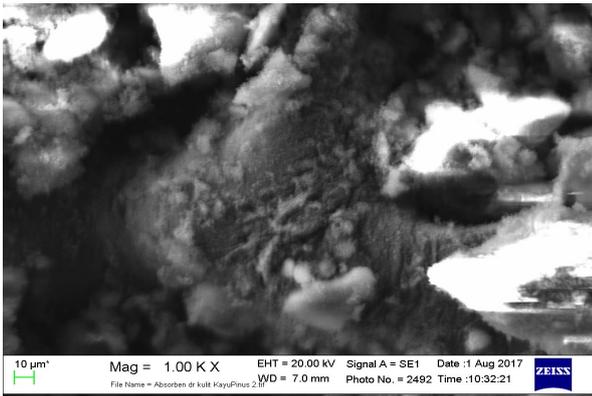
Secara garis besar, hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan bahwa semakin meningkatnya daya *microwave* dan waktu ekstraksi dapat memberikan hasil yield tanin yang semakin menurun. Hal ini dapat disebabkan karena adanya volume pelarut yang hilang dan menguap sehingga sampel menjadi kering (gosong). Senyawa tanin yang terdapat pada sampel terdegradasi dan rusak karena suhu ekstraksi yang meningkat seiring dengan meningkatnya daya *microwave* dan waktu ekstraksi. Oleh karena itu, penting untuk memilih daya *microwave* dan pelarut dengan benar, dalam memaksimalkan hasil. Dari gambar 8 dapat dilihat bahwa yield tanin terbesar diperoleh pada pelarut *aquadest* dengan kondisi ekstraksi daya *microwave* 100 W pada saat 3 menit yaitu sebesar 27,215 mg/g. Menurut Naima, et al (2015), daya *microwave*, waktu ekstraksi serta sifat pelarut berpengaruh dengan hasil tanin dari kulit kayu Acacia Mollissima. Hasil penelitiannya menyebutkan bahwa pelarut *aquadest* pada daya 300 W dengan waktu ekstraksi 1 menit atau pada daya 150 W dengan waktu ekstraksi 5 menit menghasilkan ekstrak tanin dari kulit kayu Acacia Mollissima yang terbaik sebesar 47,64 mg/g. Perbedaan penelitian yang dilakukan terdapat pada jenis bahan baku yang berbeda. Pada penelitian ini digunakan sampel kulit kayu pinus sedangkan penelitian yang dilakukan Naima, et al (2015), menggunakan bahan baku kulit kayu Acacia Mollissima. Hal ini menyebabkan kepolaritasan antara struktur tanin pada kulit kayu Pinus dan kulit kayu Acacia Mollissima berbeda.

Aquadest merupakan pelarut terbaik pada penelitian ini yang dapat mengekstrak tanin dari kulit kayu pinus dibandingkan dengan pelarut etanol. Faktor pertama yang penting untuk diperhatikan dalam mengekstrak tanin dengan bantuan gelombang mikro adalah pelarut yang akan digunakan. Molekul polar dan larutan ionik sangat menyerap gelombang mikro karena adanya momen dipole. Tingkat penyerapan mikro biasanya meningkat seiring dengan tingginya nilai konstanta dielektrik. Perbandingan yang dapat dilihat antara air dan etanol menunjukkan bahwa etanol memiliki nilai konstanta dielektrik yang rendah dibandingkan dengan *aquadest*. Tingkat penyerapan mikro pada etanol yang lebih rendah dibanding dengan air [Veggi, et al, 2013]. Menurut Yuliana (2014) bahwa jumlah ekstraksi fenol menunjukkan kolerasi yang kuat dengan polaritas larutan yang digunakan, pelarut dengan polaritas tertinggi menjadi yang terbaik untuk ekstraksi. Indeks polaritas air lebih besar dibandingkan

dengan etanol, indeks polaritas air sebesar 9,0, sedangkan untuk etanol sebesar 5,2 [Markom, dkk, 2007].

3.6 Karakteristik Morfologi Permukaan Adsorben Dari Kulit Kayu Pinus Dengan *Scanning Electron Microscopy* (SEM)

Pada gambar 10 hasil fotograf SEM pada adsorben dari kulit kayu pinus menunjukkan adanya pori dan ukuran pori yang besar. Terbentuknya pori-pori pada adsorben dari tanin merupakan salah satu ciri adsorben yang baik yang dapat menyerap logam. Hal yang sama pernah dilaporkan Hasan (2014), bahwa dengan adanya pori-pori yang terdapat pada adsorben dapat meningkatkan kemampuan adsorben untuk mengadsorpsi adsorbat karena pori tersebut merupakan celah yang memperluas adsorben. Dengan adanya pori yang terbentuk dapat menyebabkan kemampuan adsorben menyerap ion Cu dan Cd akan semakin besar.



Gambar 10 Hasil SEM Adsorben Perbesaran 100x

3.7 Analisis Kapasitas Penjerapan Logam Cu Dan Logam Cd Pada Adsorben Menggunakan AAS

AAS merupakan alat penyerapan energi/cahaya dengan atom-atom pada panjang gelombang tertentu, tergantung pada sifat unsurnya. Pada penelitian ini panjang gelombang untuk logam Cu dan Cd masing-masing yaitu 324,8 nm dan 228,8 nm.

Setelah dilakukan analisis dengan menggunakan AAS dihasilkan bahwa ekstrak tanin dari kulit kayu pinus dapat menyerap logam Cu dan Cd. Hasil analisis diperoleh konsentrasi logam Cu sebelum adsorpsi 53,8828 ppm dan konsentrasi berkurang menjadi 32,8338 ppm setelah adsorpsi menggunakan adsorben tanin. Kapasitas adsorpsi 3,508 mg/g dan efisiensi adsorpsi 39,064 %, sedangkan pada logam Cd konsentrasi sebelum adsorpsi 52,3170 ppm dan konsentrasi berkurang menjadi 26,6519 ppm setelah adsorpsi. Kapasitas adsorpsi 5,27 mg/g dan efisiensi adsorpsi 60,52 %. Hal ini dapat dibuktikan dengan penelitian Bacelo *et al* (2016) bahwa adsorben yang berasal dari tanin menunjukkan afinitas yang baik dalam menyerap logam berat yang berasal dari limbah industri. Menurut Trisdiyar (2015) tanin merupakan

senyawa fenolik yang bersifat sebagai agen pengkelat logam yang mampu mereduksi suatu logam berat.

4. KESIMPULAN

1. Hasil uji kualitatif dan FT-IR menunjukkan adanya senyawa tanin didalam ekstrak kulit kayu pinus.
2. Pelarut *aquadest* dan etanol dapat mengekstraksi senyawa tanin didalam ekstrak kulit kayu pinus.
3. Daya *microwave*, waktu ekstraksi dan pelarut mempengaruhi jumlah tanin yang dihasilkan. Meningkatkan daya *microwave* dan waktu ekstraksi menghasilkan jumlah tanin yang tinggi. Akan tetapi jika daya *microwave* semakin tinggi bisa menyebabkan senyawa tanin terdegradasi.
4. Yield tanin yang tertinggi diperoleh sebesar 27,215 mg/g pada pelarut *aquadest* dengan daya *microwave* 100 W pada waktu 3 menit.
5. Adsorben yang berasal dari tanin yang diekstraksi dengan pelarut *aquadest* sangat menjanjikan. Adsorben dari tanin dapat menyerap logam Cu dengan berkurangnya konsentrasi dari 53,8828 ppm menjadi 32,8338 ppm. Kapasitas adsorpsi 3,508 mg/g dan efisiensi adsorpsi 39,064 %.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Dr. Ir. Iriany, M.Si, Dosen Teknik Kimia, yang telah membimbing penulis dalam melakukan penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Bacelo, Hugo A.M, Silvia C.R. Santos, Cidalia M.S. Botelho. *Tanin-Based Biosorbents For Environmental Applications- A review*. Chemical Engineering Journal 303. 2016, 575-587.
- Chupin, I, S.L. Maunu, S.Reynaud, A. Pizzi, B. Charrier, F, Charrier-EL Bouhtoury. *Microwave Assisted extraction of maritime pine (Pinus Pinaster) Bark: Impact of Particel size and characterization*. Industrial Crops and Products, 2015, 142-149.
- Hasan, Nasir La, Muhammad Zakir, dan Prastawa Budi. 2014. *Desilikasi Karbon Aktif Sekam Padi Sebagai Adsorben Hg Pada Limbah Pengolahan Emas Dikabupaten Buru Propinsi Maluku*. Jurnal Indonesia Chimica Acta. ISSN 2085-014X. Vol.7.No.2.
- Kartikaningsih, Dania, Muhammad Arwan Azan Bachroni, Y.C. Danarto. 2014. *Pengambilan Tanin dari Kulit Kayu Bakau dan Pemanfaatannya Sebagai Adsorben Logam Berat Cuprum (Cu) dan Timbal (Pb)*. ISSN: 1412-4216. Surakarta: Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Markom, M., Hasan, M., Daud, W.R.W., Singh, H., dan Jaim, J.M. 2007. Extraction of hydrolysable tannins from *Phyllanthus niruri* Linn: Effects

- of solvents and extraction methods, *Separation and Purification Technology*, 52, pp. 487-496.
- Naima, Rhazi., M. Oumam, H. Hannache, B. Charrier, A. Pizzi, dan F. Charrier- El Bouhtoury., *Comparison of the impact of different extraction methods on polyphenols yields and tannins extracted from Moroccan Acacia mollissima barks*. *Industrial Crops and Products*. 2015. 245-252
- Sulastri, Taty. *Analisis Kadar Tanin Ekstrak Air dan Ekstrak Etanol pada Biji Pinang Sirih (Areca Catechu.L)*. *Jurnal Chemical* Vol. 10 nomor 1, Universitas negeri Malang: Malang. 2009, hlm 59-63.
- Trisdihar, Ansa Ikrar dan Dewi, Nur Kusuma. *Penjerapan Timbal (Pb) pada Hati Sapi Menggunakan Daun Jambu Biji (Psidium Guajava L.) (Studi Kasus di TPA Jati Barang)*. *Unnes Journal of Life Science* 4 (1) (2015). Semarang, 2015. hal 66-72.
- Veggi, Priscilla C, Julian Martinez, dan M. Angela A. Meireles. 2013. *Microwave-assisted Extraction for Bioactive Compounds Theory and Practice*. ISBN : 978-1-4614-4829-7. Springer.
- Widodo, Nanang Tri, Ani Mulyasuryani, dan Akhmad Sabarudin. 2014. *Recovery Cu(II) dengan Teknik Ekstraksi Fasa padat Menggunakan Adsorben Silika dari Abu Sekam Padi- Kitosan*. *Natural B*, vol 2, no. 4, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya.
- Yuliana, Pristian. *Ekstraksi Senyawa Tanin Dan Saponin Dari Tanaman Serta Efeknya Terhadap Fermentasi Rumen Dan Metanogenesis In Vitro*. Institut Pertanian Bogor: Bogor. 2014