

ANALISIS KUALITATIF DAN KUANTATIF KANDUNGAN UNSUR LOGAM PADA SERAT IJUK (ARENGA PINNATA FIBER) DENGAN PENGUJIAN AAS, XRF DAN LIBS

A QUALITATIVE AND QUANTITATIVE ANALYSIS OF THE METALLIC ELEMENT ON
PALM SUGAR FIBER (ARENGA PINNATA FIBER) BY TESTING AAS,XRF AND LIBS

Nitya Santhiarsa, Achmad As'ad Sonief, Eko Marsyahyo,Pratikto

Teknik Material Manufaktur

Pasca Sarjana - Fakultas Teknik

Universitas Brawijaya

Email : santhiarsa@yahoo.com

ABSTRACT

Serat ijuk yang dihasilkan oleh pohon aren (*Arenga pinnata* Merr.) yaitu dari pangkal pelepah daun, mempunyai sifat diantaranya berupa helaian benang (serat) berwarna hitam, berdiameter 0,1- 0,5 mm, bersifat kaku dan kuat, tahan terhadap genangan air bersifat asam serta genangan air yang mengandung garam. Berdasarkan sifat-sifat ini, serat ijuk telah banyak dimanfaatkan di bidang konstruksi, sanitasi dan proteksi. Terkait dengan bahan proteksi radiasi elektromagnetik, salah satu faktor yang perlu diketahui adalah unsur-unsur logam apa saja yang dikandung serat ijuk. Untuk mengetahui unsur-unsur logam dilakukan dengan analisis kualitatif dan kuantitatif melalui beberapa metode pengujian yaitu pengujian Atomic Absorption Spectroscopy (AAS), X-Ray Fluorescence (XRF) dan Laser Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS). Dari penelitian yang telah dilakukan, unsur-unsur logam yang sama-sama terdeteksi oleh ketiga macam pengujian adalah unsur besi, krom, tembaga, kalium, kalsium dan silikon. Hasil pengujian juga menunjukkan bahwa unsur logam terbanyak hasil uji XRF berturut-turut adalah Kalsium, Kalium dan Silikon masing-masing 31,6%, 25,5 % dan 24 %. Hasil uji LIBS yang terbanyak adalah Natrium 17,17 %, Kalium 11,37 %, dan Kalsium 9,76 %, sedangkan hasil uji AAS adalah Silikon 30,36 %, Magnesium 18,62 % dan Kalsium 15,52 %.

Kata-kata kunci: Serat ijuk(*arenga pinnata*), unsur logam, uji AAS, uji XRF, uji LIBS

1. Pendahuluan

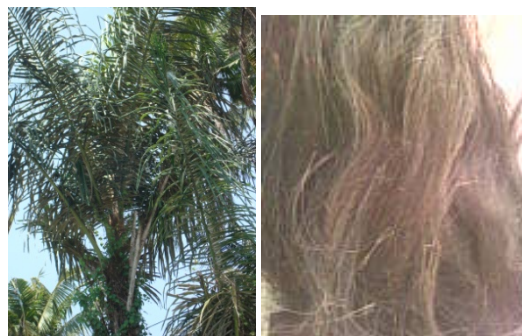
Serat ijuk yang dihasilkan dari pohon enau (*sugar palm* atau *Gomuti palm*) selama ini sudah banyak dimanfaatkan oleh masyarakat untuk berbagai keperluan dari yang bersifat umum hingga keperluan yang bersifat khusus. Serat ijuk sering digunakan sebagai bahan pembuatan sapu ijuk, sebagai bahan sikat ijuk, bahan penyaring air dan sebagai bahan atap rumah tradisional. Serat ijuk juga dipintal menjadi tali yang mana tali ijuk ini cukup kuat, awet dan tahan digunakan di air laut. Sejalan dengan perkembangan teknologi, ijuk dapat pula digunakan sebagai bahan untuk pembuatan beton konstruksi baik itu untuk struktural maupun

non struktural(<http://puslit2.petra.ac.id/>). Untuk penggunaan yang lebih khusus, serat ijuk bisa digunakan sebagai perisai radiasi nuklir sesuai dengan hasil riset dari Mimpin Sitepu dan kawan – kawan (2006) , dengan modifikasi serat ijuk dengan radiasi sinar radioaktif $Co - 60$. Fraksi berat serat ijuk ternyata mempengaruhi koefisien serapan papan ijuk terhadap sinar β dan dengan fraksi berat sekitar 40%, koefisien serapan papan komposit ijuk ternyata lebih tinggi dari Aluminium. Kemudian, penelitian yang dilakukan oleh Evi Christiani(2008), serat ijuk mengandung unsur-unsur logam yang dapat digunakan sebagai perisai radiasi netron. Untuk mengembangkan pemanfaatan serat ijuk dalam teknologi material yang lebih luas, terutama dalam teknologi material untuk keperluan proteksi, maka perlu dilakukan riset-riset lebih lanjut mengenai sifat-sifat serat ijuk, baik itu sifat mekanik, sifat fisik, sifat kimia termasuk kandungan unsur-unsur logam yang ada di dalam serat ijuk.

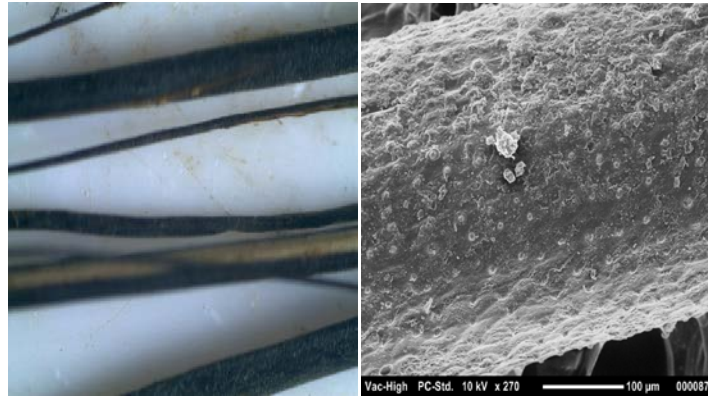
2. Tinjauan Pustaka

Pohon enau atau aren diyakini berasal dari wilayah benua Asia tropis, pohon enau diketahui menyebar alami mulai dari India timur di sebelah barat, hingga ke bagian timur meliputi Malaysia, Indonesia, dan Filipina. Di Indonesia, pohon enau dapat tumbuh liar atau dibudidayakan, sampai ketinggian 1.400 meter, banyak tumbuh di lereng-lereng bukit atau tebing sungai. Pohon yang besar dan tua dapat mencapai 25 m, berdiameter hingga 65 cm, batang pokoknya kukuh dan pada bagian atas diselimuti oleh serabut berwarna hitam yang dikenal sebagai *ijuk*, *injuk*, *juk* atau *duk*. Ijuk sebenarnya adalah bagian dari pelepah daun yang menyelubungi batang.

Serat-serat ijuk yang dihasilkan oleh pohon enau (*Arenga pinnata*) yaitu dari pangkal pelepah daun dapat dipanen setelah pohon tersebut berumur lebih kurang 5 tahun. Kegunaan serat ijuk untuk berbagai keperluan seperti yang disebutkan di atas karena sifat ijuk yang elastis, keras, tahan air, dan sulit dicerna oleh organisme perusak. Ijuk mempunyai sifat di antaranya berupa helaian serat berwarna hitam, berdiameter 0,1- 0,5 mm, bersifat kaku dan ulet kemudian ijuk sangat tahan dalam air bersifat asam serta dalam air yang mengandung garam. (<http://arengabroom.blogspot.com/>)



Gambar 1 a Pohon aren. b) Serat Ijuk



Gambar 2. a) Foto mikro serat ijuk pembesaran 30 x b) Foto SEM serat ijuk

Selain memiliki sifat-sifat baik tadi, serat ijuk juga mengandung unsur-unsur logam yang ternyata membuat serat ijuk dapat digunakan sebagai bahan perisai radiasi seperti radiasi β dan neutron. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengetahui kandungan unsur logam yang terdapat pada serat ijuk, hasil riset dari penelitian Evi Christiani [1], serat ijuk mengandung banyak unsur logam yaitu klor, mangan, kalium, bromium, kromium, besi, air raksa, skandium, lantanum dan seng. Selanjutnya dari Mimpin Sitepu [2] menyebutkan bahwa dalam serat ijuk terdapat logam natrium, magnesium, silikon, aluminium, kalium, dan kalsium.

Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) adalah prosedur spectroanalytical untuk menentukan kuantitatif dari unsur kimia menggunakan penyerapan radiasi optik (cahaya) oleh atom bebas dalam keadaan gas. Sebuah teknik yang memanfaatkan penggunaan penyerapan spektrometri untuk menilai suatu analisa konsentrasi dalam sampel. Hal ini membutuhkan suatu standar dengan analyte mengandung unsur yang dikenal untuk membangun hubungan antara absorbance yang diukur dengan konsentrasi analyte dan bergantung pada Hukum Beer-Lambert. Pendek kata, elektron dari atom dalam alat atomizer bisa dipromosikan ke orbital lebih tinggi (kondisi tereksitasi) untuk periode waktu yang singkat (nanoseconds) dengan menyerap jumlah energi yang ditetapkan (radiasi gelombang yang diberikan). Jumlah energi ini, yaitu, panjang gelombang, adalah transisi tertentu khusus untuk sebuah elektron tertentu di sebuah elemen. Secara umum, setiap panjang gelombang sesuai dengan hanya satu unsur, dan lebar sebuah baris penyerapan hanya beberapa picometers (pm), yang memberikan teknik selektivitas unsur. Radiasi fluksi tanpa sampel dan dengan sampel di alat atomizer diukur menggunakan detektor, dan rasio antara dua nilai (absorbance) diubah ke konsentrasi atau massa analyte (<http://en.wikipedia.org/wiki/AAS>.)

Laser Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS) adalah jenis spektroskopi emisi atomik yang menggunakan pulsa laser sangat energik sebagai sumber eksitasi. Laser difokuskan untuk membentuk sebuah plasma, yang mengatomisasi dan mengeksitasi sampel. Pada prinsipnya, LIBS dapat menganalisis suatu bahan terlepas dari keadaan fisik, baik padat, cair, atau gas. Itu karena semua elemen memancarkan cahaya atau frekuensi karakter ketika tereksitasi oleh temperatur cukup tinggi, LIBS pada prinsipnya dapat mendeteksi semua elemen, hanya dibatasi oleh daya laser serta jangkauan sensitivitas dan panjang gelombang spektrograf serta penguatan detektor. Dalam prakteknya, batas deteksi adalah fungsi dari suhu eksitasi plasma), b) jendela koleksi cahaya, dan c) kekuatan jalur transisi dilihat. LIBS

menggunakan spektrometri emisi optik dan sejauh ini sangat mirip dengan spektroskopi emisi busur/percikan . LIBS bekerja dengan memfokuskan sinar laser ke area kecil di permukaan spesimen; ketika laser itu mengablasi sejumlah yang sangat kecil dari bahan, pada kisaran nanograms sampai picograms, yang menghasilkan plasma plume dengan suhu di atas 100.000°K . Selama pendataan, biasanya setelah kesetimbangan termodinamika lokal terjadi, suhu plasma berkisar dari 5.000°K - 20.000°K . Pada suhu tinggi selama awal plasma, bahan yang ablasi berdisosiasi (rusak) menjadi ion tereksitasi dan spesies atom. Selama waktu ini plasma memancarkan sebuah kontinum radiasi yang tidak mengandung salah satu informasi yang berguna tentang spesies yang ada, tetapi dalam sebuah waktu yang sangat singkat plasma mengembang dengan kecepatan supersonik dan mendingin. Pada titik ini ,karakteristik emisi atom garis elemen dapat diamati. Penundaan waktu antara emisi radiasi kontinum dan karakteristik radiasi berada di angka $10\ \mu\text{s}$, inilah sebabnya mengapa diperlukan menutup detektor sewaktu-waktu(<http://en.wikipedia.org/wiki/LIBS>.)

X-ray Fluoresens (XRF)adalah emisi karakteristik ' sekunder ' (atau fluorescens) sinar X dari bahan yang telah dieksitasi dengan bombardir energi-tinggi sinar X atau sinar gamma. Fenomena ini banyak digunakan untuk analisis unsur dan analisis kimia, terutama dalam penyelidikan logam, kaca, keramik dan bahan bangunan, dan untuk penelitian dalam geochemistry, ilmu forensik dan arkeologi. Ketika bahan-bahan yang terkena gelombang sinar X yang pendek atau sinar gamma,maka ionisasi pada komponen atom terjadi. Ionisasi terdiri dari ejsksi satu atau lebih elektron dari atom, dan dapat terjadi jika atom terpapar radiasi dengan energi yang lebih besar daripada potensial ionisasi. Sinar-X dan sinar gamma dapat cukup energik untuk melepas posisi elektron dari orbital-orbital dalam atom. Penghilangan elektron dengan cara ini menjadikan struktur atom tidak stabil, dan elektron pada orbital-orbital yang lebih tinggi 'jatuh' ke orbit rendah untuk mengisi lubang yang tertinggal di belakang. Ketika jatuh, energi yang dilepaskan dalam bentuk foton, energi yang sama dengan selisih energi dua orbital yang terlibat. Dengan demikian, materi memancarkan radiasi, yang memiliki energi karakteristik atom yang ada sekarang. Istilah fluoresens diterapkan terhadap fenomena yang menghasilkan penyerapan radiasi energi tertentu yang dihasilkan pada radiasi re-emission dari energi yang berbeda.(<http://en.wikipedia.org/wiki/XRF>).

3. Metode Penelitian\

- Bahan : Serat ijuk yang diambil dari Gianyar, Bali
- Alat uji komposisi serat ijuk :

o Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) merk Spectra AA-30



Gambar 3 Peralatan Uji AAS
(Milik Lab Analitik, Universitas Udayana)

o **XRF Minipal 4 PANalytical**



Gambar Peralatan 4. Peralatan Uji XRF
(milik Lab MIPA, Universitas Malang)

o **Laser Induced Breakdown Spectroscopy(LIBS)** ,type Insight photon machines



Gambar 5 Peralatan Uji LIBS
(milik Lab Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Udayana,)

- **Prosedur Pengujian**

Prosedur uji AAS**Langkah I: Preparasi Sampel**

Sampel dipotong-potong kecil dulu kemudian diabukan, kemudian abu atau residu dilarutkan dalam larutan pereaksi (larutan asam sulfat/asam nitrat) sesuai dengan takaran, sampai larut. Dimasukkan ke dalam labu ukur, dibuat sebanyak 50 ml, kemudian disaring dengan kertas filter Ekuvip.

Langka II: Pengukuran

Setelah jernih, masukkan sampel ke dalam alat AAS, pasang lampu (khusus untuk masing-masing unsur yang diamati pada Spectra AA-30), kemudian larutan disebarkan dalam nyala api yang ada pada alat ini sehingga absorpsi atau emisi logam dapat dianalisa dan diukur pada panjang gelombang tertentu. Komputer akan mengolah data ini dan mencetak hasilnya.

Prosedur Pengujian XRF**Langkah I: Preparasi Alat XRF**

Hidupkan XRF, putar kunci HT On (*X-Ray On*), hidupkan komputer dan buka program Minipal dan tunggu sekitar 10-15 menit atau sampai alat benar-benar siap untuk digunakan

Langkah II: Preparasi Sampel

Untuk sampel powder dan padatan: Siapkan holder yang sudah dipasangi dengan plastik khusus untuk XRF dan masukkan sampel yang akan diuji ke dalam holder

Langka III: Pengukuran

Masukkan sampel ke dalam alat XRF, pada program Minipal buka menu Measure, Measure Standardless, Isi nama sampel yang akan diukur pada Sampel Ident dan Measure (sesuai dengan urutan sampel). Tunggu beberapa menit sampai proses pengukuran selesai. Untuk melihat hasil buka menu Result, Open Result, <Standardless> kemudian cetak hasil yang diinginkan

Prosedur uji LIBS**Langkah I: Preparasi Alat LIBS**

Hidupkan alat LIBS, putar kunci HT On, hidupkan komputer buka program dan tunggu sekitar 10-15 menit atau sampai alat benar-benar siap untuk digunakan

Langkah II: Preparasi Sampel

Untuk sampel padatan langsung masukkan sampel yang akan diuji ke dalam kotak pengukuran pada Insight photon machines.

Langka III: Pengukuran

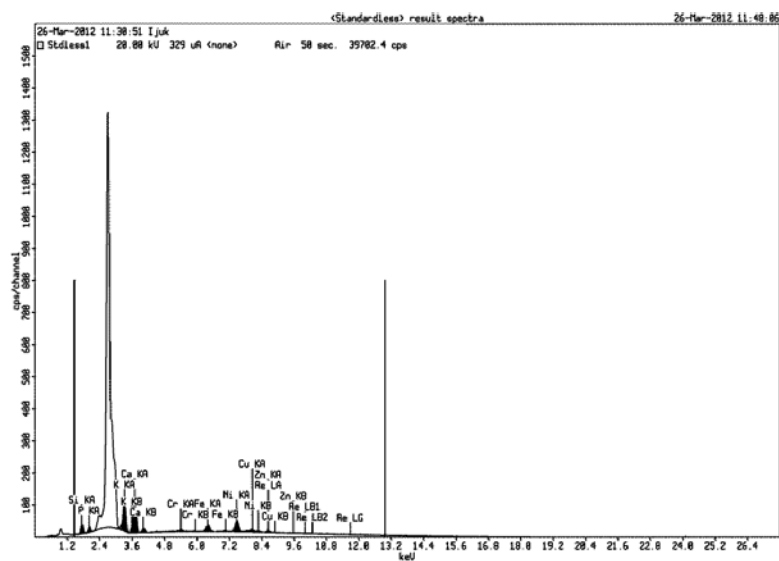
Masukkan sampel ke dalam alat LIBS, Pada program buka menu Measure, Measure Standardless, Isi nama sampel yang akan diukur pada Sampel Ident dan Measure (sesuai dengan urutan sampel). Tunggu beberapa menit sampai proses pengukuran selesai. Untuk melihat hasil: buka menu Result, Open Result, <Standardless> kemudian cetak hasil yang diinginkan

4. Hasil dan Pembahasan

Hasil Pengujian dengan alat XRF diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil Pengujian XRF

Compound	Si	P	K	Ca	Cr	Fe	Ni	Cu	Zn	Re
Conc	24	8.7	25.5	31.6	1.1	2.8	4.1	1.1	0.55	0.4
Unit	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%

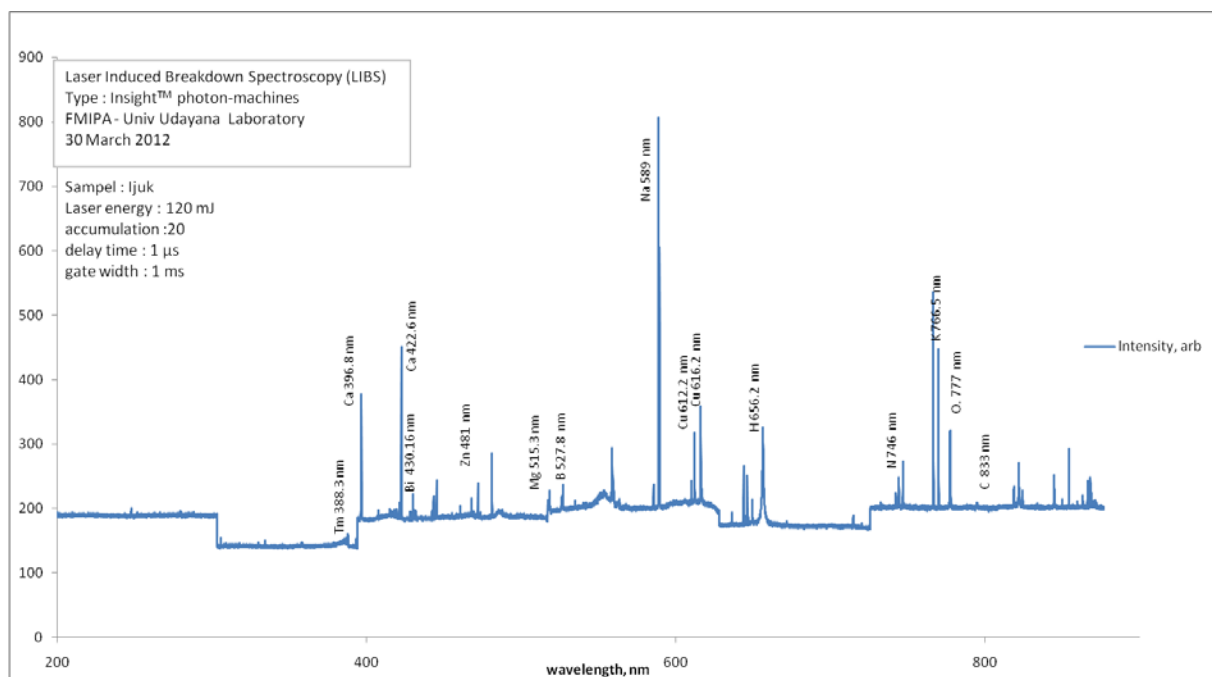


Grafik 1. Spektra hasil Uji XRF

Kemudian, pengujian dengan LIBS diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Pengujian LIBS

NO	Komposisi	Persentase
1	Bi	4,78
2	Mg	4,40
3	B	4,32
4	Na	17,17
5	Cu	7,75
6	P	2,32
7	H	6,96
8	N	5,34
9	C	4,40
10	K	11,37
11	Fe	4,18
12	O	6,73
13	Tm	3,46
14	Ca	9,76
15	Si	4,40
16	Cr	2,32

**Grafik 2 Spektra Hasil Uji LIBS**

Setelah dilakukan pengujian dengan alat AAS diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil pengujian AAS

No.	Komposisi	Satuan	Hasil	Persentase
1.	Si (Silikon)	mg/Kg	1571,36	30,36
2.	Ca (Kalsium)	mg/Kg	803,40	15,52
3.	Pb (Timbal)	mg/Kg	220,69	4,26
4.	Cd (cadmium)	mg/Kg	24,220	0,47
5.	K (Kalium)	mg/Kg	232,75	4,50
6.	Na (Natrium)	mg/Kg	159,49	3,08
7.	Mg (Magnesium)	mg/Kg	964,08	18,62
8.	Al (Aluminium)	mg/Kg	555,29	10,73
9.	Cu (Tembaga)	mg/Kg	12,52	0,24
10.	Mn (Mangan)	mg/Kg	413,63	7,99
11.	Fe(Besi)	mg/Kg	114,63	2,22
12.	Ni(Nikel)	mg/Kg	93,199	1,80
13.	Cr(Krom)	mg/Kg	3,180	0,050
14.	Zn(Seng)	mg/Kg	8,073	0,16

Berdasarkan ketiga hasil pengujian di atas , maka disusun hasil analisis secara kualitatif dalam bentuk tabel sebagai berikut:

Tabel 4. Kandungan Unsur Logam dalam Serat Ijuk

No	Nama Logam	Hasil Uji XRF	Hasil Uji LIBS	Hasil Uji AAS
1	Silikon	Ada	Ada	Ada
2	Calsium	Ada	Ada	Ada
3	Timbal			Ada
4	Cadmium			Ada
5	Kalium	Ada	Ada	Ada
6	Natrium		Ada	Ada
7	Magnesium		Ada	Ada
8	Aluminium			Ada
9	Tembaga	Ada	Ada	Ada
10	Mangan			Ada
11	Besi	Ada	Ada	Ada
12	Nikel	Ada		Ada
13	Crhomium	Ada	Ada	Ada
14	Seng	Ada		Ada
15	Bismut		Ada	
16	Boron		Ada	
17	Renium	Ada		
18	Tulium		Ada	

Berdasarkan pengamatan dan analisis kualitatif pada ketiga tabel di atas maka dapat diketahui unsur-unsur logam yang sama-sama terdeteksi oleh ketiga macam pengujian adalah unsur besi, krom, tembaga, kalium, kalsium dan silikon. Pengujian XRF menunjukkan serat ijuk mengandung 9 unsur logam, pengujian LIBS 11 unsur logam dan uji AAS 14 unsur logam. Adanya perbedaan hasil uji komposisi dalam hal ini disebabkan oleh perbedaan prinsip kerja alat dan karakteristik peralatan uji masing-masing. Metode fluoresens sinar X pada umumnya hanya menganalisis unsur-unsur yang dominan pada suatu spesimen, peralatan LIBS memang mampu mendeteksi semua elemen namun sensitivitas tergantung pada daya laser dan penguatan detektornya. Kemudian, pengujian dengan alat AAS memiliki ketelitian hasil yang sangat tinggi bisa mendeteksi kandungan suatu elemen sampai beberapa ppm (part per million) namun dalam operasionalnya tergantung pada ketersediaan lampu spektroskopi masing-masing unsur yang akan diamati. Satu hal yang disarankan disini adalah sebaiknya dalam pengujian komposisi ketiga macam pengujian semua dilaksanakan dengan diawali dulu dengan pengujian XRF dan pengujian LIBS kemudian baru dengan pengujian AAS.

Kemudian analisis kuantitatif terhadap ketiga hasil pengujian menunjukkan bahwa unsur logam terbanyak hasil uji XRF berturut turut adalah Kalsium, Kalium dan Silikon masing-masing 31,6%, 25,5 % dan 24 %. Hasil uji LIBS yang terbanyak adalah Natrium 17,17 %, Kalium 11,37 % , dan Kalsium 9,76 %, sedangkan hasil uji AAS adalah Silikon 30,36 % , Magnesium 18,62 % dan Kalsium 15,52 %. Seperti diketahui unsur logam umumnya memiliki kemampuan sebagai penghantar listrik dan panas yang baik (konduktor dan semi konduktor), dalam kaitannya dengan kemampuan bahan sebagai proteksi radiasi maka unsur logam dengan berat atom ringan dapat menyerap partikel neutron sedangkan unsur logam dengan berat atom yang tinggi mampu menahan radiasi sinar gamma. Permukaan bahan yang konduktif bersifat memantulkan atau merefleksikan datangnya gelombang elektromagnetik, seperti diketahui pantulan merupakan salah satu mekanisme suatu perisai atau proteksi dari suatu material disamping penyerapan (absorpsi).

5. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan ketiga macam alat uji yaitu pengujian Atomic Absorption Spectroscopy (AAS), X-Ray Fluorescence (XRF) dan Laser Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS) dapat diketahui unsur-unsur logam yang dikandung oleh serat ijuk (arenga pinnata) dimana unsur logam yang sama-sama terdeteksi oleh ketiga macam pengujian adalah unsur besi, krom, tembaga, kalium, kalsium dan silikon.

Hasil pengujian juga menunjukkan bahwa unsur logam terbanyak hasil uji XRF berturut turut adalah Kalsium, Kalium dan Silikon masing-masing 31,6%, 25,5 % dan 24 %. Hasil uji LIBS yang terbanyak adalah Natrium 17,17 %, Kalium 11,37 % , dan Kalsium 9,76 %, sedangkan hasil uji AAS adalah Silikon 30,36 % , Magnesium 18,62 % dan Kalsium 15,52 %.

DAFTAR PUSTAKA

[1]Christiani, Evi,(2008), Karakterisasi Ijuk pada Papan Komposit Ijuk Serat Pendek sebagai Perisai Radiasi Neutron, Tesis, Program Studi Magister Ilmu Fisika, PPS Universitas Sumatera Utara, Medan

[2] Sitepu, Mimpin,dkk(2006), Modifikasi Serat Ijuk dengan Radiasi Sinar Gamma, Suatu Studi untuk Perisai Radiasi Nuklir, Jurnal Sains Kimia, Vol 10, No 1, 2006,:4-9

<http://puslit2.petra.ac.id>

(<http://arengabroom.blogspot.com/>)

<http://en.wikipedia.org/wiki/AAS>.

<http://en.wikipedia.org/wiki/XRF>.

<http://en.wikipedia.org/wiki/LIBS>.