

## ADSORPSI ION Cr(VI) OLEH ARANG AKTIF SEKAM PADI ADSORPTION IONS OF Cr (VI) BY ACTIVE RICE HUSK CHARCOAL

**Moh.Ashari Yusuf\* dan Siti Tjahjani**

*Jurusan Kimia FMIPA-Universitas Negeri Surabaya*

*Koresponden : \*e-mail : alakbar\_cell@yahoo.com*

**Abstrak.** Telah dilakukan adsorpsi ion Cr(VI) oleh arang aktif sekam padi dengan variasi waktu interaksi. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui waktu interaksi optimum pada proses adsorpsi. Pembuatan adsorben arang aktif sekam padi yang diaktivasi dengan ZnCl<sub>2</sub> 10%. Beberapa karakterisasi adsorben arang aktif sekam padi yang dianalisis berdasarkan standart industri indonesia (SII No. 0258-79) serta identifikasi gugus fungsional. Hasil penelitian berdasarkan SII No. 0258-79 menunjukkan bahwa kadar air 5,022%, kadar abu 34,042%, kadar zat mudah hilang pada suhu 950°C 19,734%, dan daya serap terhadap iod 83,07%. Hasil identifikasi gugus fungsional menunjukkan bahwa adsorben arang aktif sekam padi memiliki gugus fungsional -OH, C=C aromatik, Si-H, Si-O, dan adanya gugus C=O (ester asam aromatik). Hal tersebut sesuai dengan struktur arang aktif yang mengandung beberapa gugus fungsi yang dijadikan sebagai gugus aktif untuk menyerap adsorbat. Waktu interaksi optimum adsorpsi adalah 20 menit, setelah itu cenderung menunjukkan bahwa ion Cr(VI) yang terserap cenderung tetap.

**Kata Kunci:** arang aktif sekam padi, adsorben.

**Abstract.** A study of adsorption ion Cr (VI) by activated charcoal rice husk with a variation of the interaction time. The purpose of this study to determine the optimum interaction time on the adsorption process. Making rice husk adsorbent activated charcoal activated with ZnCl<sub>2</sub> 10%. Some characterization of rice husk charcoal adsorbents were analyzed by standard industry Indonesia (SII No.. 0258-79) as well as the identification of functional groups. No. The results based SII. 0258-79 indicate that water content 5,022%, ash content 34,042%, levels of substances easily heat at 950°C 19,734%, and the absorption of the iodine 83,07%. The results show that the identification of functional groups of adsorbent activated charcoal rice husk has a functional group -OH, C=C aromatic, Si-H, Si-O, and C=O (ester aromatic acid). This is appropriate activated charcoal structure with some component functional group to adsorption adsorbate. The optimum adsorption interaction time is 20 minutes, after which it tends to show that ions of Cr (VI), which tend to remain absorbed.

**Keywords:** activated charcoal rice husk, adsorbent.

### PENDAHULUAN

Semakin pesat perkembangan industri dan ketatnya peraturan mengenai limbah industri serta tuntutan untuk mewujudkan pembangunan yang berwawasan lingkungan, maka teknologi pengolahan limbah yang efektif dan efisien menjadi sangat penting. Salah satu limbah yang berbahaya adalah logam berat kromium. Kromium ini biasanya berasal dari industri pelapisan logam (*electroplating*), industri cat/pigmen dan industri penyamakan kulit (*leather tanning*).

Kromium dalam limbah cair dapat ditemukan sebagai Cr(III) yang berbentuk kationik (Cr<sup>3+</sup>) dan Cr(VI) berbentuk anionik seperti HCrO<sub>4</sub><sup>-</sup>, CrO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup>. Limbah cair Cr(VI) terutama berasal dari

proses pewarnaan pada pabrik kulit menggunakan bahan kimia seperti K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> untuk pewarna orange yang berpotensi mencemari lingkungan perairan dan tanah. Jika keberadaan Cr(VI) tersebut masuk dalam tubuh manusia akan mengganggu proses metabolisme yang akhirnya menyebabkan kanker [1].

Salah satu upaya telah dilakukan untuk menurunkan kadar ion Cr(VI) ialah dengan proses adsorpsi. Proses adsorpsi yang dilakukan seperti menggunakan buah *Garcinia Cambogia*, biomassa *Saccharomyces cerevisiae*, eceng gondok, kitosan dari cangkang kepiting dan arang sekam padi.

Penelitian kemampuan adsorpsi arang aktif sekam padi terhadap ion Cr(VI). Penelitian tersebut menggunakan dua metode aktivasi yaitu

perendaman dan pemanasan dalam larutan  $ZnCl_2$  10 % [2]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aktivasi perlakuan dengan perendaman 1 hari mencapai 95,6 % lebih baik dari pada pemanasan 1 jam dengan suhu  $100^\circ C$  yang mencapai 87,7 % dalam mengadsorpsi ion  $Cr(VI)$  dalam larutan.

Penelitian di atas terbatas mempelajari kemampuan suatu adsorben dalam mengadsorpsi ion  $Cr(VI)$ . Karakterisasi sekam padi perlu dilakukan untuk mendukung data kualitas arang aktif berdasarkan syarat mutu SII No. 0258-79, serta identifikasi gugus fungsi yang ada pada arang aktif sekam padi.

Faktor yang mempengaruhi adsorpsi adalah jenis bahan dasar adsorben, konsentrasi adsorben, luas permukaan adsorben, jenis sifat adsorbat, pH sistem dan waktu interaksi adsorpsi [3]. Penelitian tentang ion  $Cr(VI)$  oleh arang aktif sekam padi dengan variasi waktu interaksi perlu dipelajari, sehingga diperoleh waktu interaksi optimum. Semakin lama waktu interaksi antara adsorbat dan adsorben, maka akumulasi adsorbat pada permukaan adsorben akan cenderung meningkat dan pada waktu antara 10 menit sampai dengan 60 menit akan didapatkan jumlah adsorbat yang teradsorpsi menjadi konstan. Hal ini dikarenakan gugus aktif pada adsorben sudah terisi penuh oleh adsorbat [2].

Banyaknya ion  $Cr(VI)$  yang teradsorpsi (mg) per gram arang aktif sekam padi ditentukan dengan persamaan:

$$q_e = \frac{(C_o - C_t) \cdot V}{W}$$

Keterangan:

$q_e$  = jumlah ion  $Cr(VI)$  teradsorpsi saat mencapai kesetimbangan (mg/g)

$C_o$  = konsentrasi ion  $Cr(VI)$  sebelum teradsorpsi (mg/L)

$C_t$  = konsentrasi ion  $Cr(VI)$  setelah teradsorpsi (mg/L)

$V$  = volume larutan saat proses adsorpsi (mL)

$W$  = jumlah adsorben (gr)

waktu interaksi optimum adalah waktu dimana konsentrasi ion  $Cr(VI)$  teradsorpsi terbesar.

## METODE PENELITIAN

### Alat

Beberapa alat yang digunakan antara lain: gelas ukur 10 mL, indikator pH, labu takar 100 mL, beker gelas 100 mL pyrex, dan 500 mL pyrex, , botol reagen, pipet ukur 25 mL, karet penghisap, buret 50 mL,

corong gelas, erlenmeyer 100 mL pyrex furnace, cawan porselin, *magnetic stirrer*, kertas saring, ayakan 200 mesh Fischer, timbangan analitik Mettler Toledo AT 200, botol semprot, gelas arloji, pipet tetes, statif, seperangkat alat untuk analisis FTIR merk Perkin Elemenr Spectrum Version 10.03.06, Shaker dan pH meter merk HANA.

### Bahan

Pada penelitian ini digunakan metode eksperimen dengan bahan-bahan kimia yang diperoleh di pasaran komersial dengan kemurnian p.a antara lain: sekam padi,  $ZnCl_2$ , natrium tiosulfat pentahidrat, natrium karbonat, kalium iodida, larutan HCl, larutan  $I_2$ , indikator amilum, larutan  $K_2Cr_2O_7$  dan aqua bebas mineral.

## PROSEDUR PENELITIAN

### Pembuatan adsorben arang aktif sekam padi

Pembuatan adsorben arang aktif sekam padi dimulai dengan cara mencuci sekam padi dengan air sampai bersih, kemudian diarangkan dalam *furnace* dengan suhu  $400^\circ C$  selama 1 jam. Arang sekam padi yang dihasilkan selanjutnya diayak dengan ayakan 200 mesh, kemudian di rendam dalam larutan  $ZnCl_2$  10% selama 24 jam, kemudian disaring dengan kertas wachman. Filtrat yang dihasilkan dicuci sampai netral dengan aqua bebas mineral. Adsorben yang sudah netral dikeringkan pada suhu kamar.

### Karakterisasi adsorben arang aktif sekam padi

Adsorben arang aktif sekam padi yang dihasilkan dianalisis dengan standart industri indonesia (SII No. 0258-79) yaitu kadar air, kadar abu, kadar zat mudah hilang pada pemanasan  $950^\circ C$  dan daya serap terhadap iod serta diidentifikasi gugus fungsionalnya dengan menggunakan FTIR.

### Adsorpsi ion $Cr(VI)$ oleh arang aktif sekam padi

Arang aktif sebanyak 0,5 gram dimasukkan dalam 100 mL larutan  $K_2Cr_2O_7$  20 ppm, selanjutnya ditambahkan 1,4 mL HCl, kemudian diaduk dengan shaker, setiap selang waktu (0, 5, 10, 20, 30, 40, 50, dan 60) menit diambil dan dianalisis kadar  $Cr(VI)$  dengan spektroskopi serapan atom (AAS).

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### Karakterisasi arang aktif sekam padi menurut (SII No. 0258-79)

Tabel 1 Hasil Uji Kualitas Arang Aktif Sekam Padi

| No | Jenis Uji                                  | Syarat      | Hasil  |
|----|--|-------------|--------|
| 1  | Kadar air                                  | Maks<br>10% | 5,022  |
| 2  | Kadar abu                                  | Maks<br>25% | 34,042 |
| 3  | Bagian yang hilang pada pemanasan 950°C    | Maks<br>15% | 19,734 |
| 4  | Daya serap terhadap larutan I <sub>2</sub> | Min<br>20%  | 83,07  |

#### Kadar air

Tujuan penetapan kadar air untuk mengetahui sifat higroskopis dari arang aktif. Terikatnya molekul air yang ada pada arang aktif oleh aktivator menyebabkan pori-pori pada arang aktif semakin besar. Semakin besar pori-pori maka luas permukaan arang aktif semakin bertambah. Bertambahnya luas permukaan ini mengakibatkan semakin meningkatnya kemampuan adsorpsi dari arang aktif sehingga semakin baik kualitas dari arang aktif tersebut [4]. Kadar air arang aktif sekam padi yang dihasilkan rata-rata 5,022%. Hal ini menunjukkan bahwa arang aktif sekam padi memenuhi syarat mutu SII No. 0258-79 yaitu kurang dari 20%. Rendahnya kadar air ini menunjukkan bahwa kandungan air bebas dan air terikat yang terdapat dalam bahan telah menguap selama proses karbonisasi.

#### Kadar abu

Tujuan penetapan kadar abu adalah untuk mengetahui kandungan oksida logam dalam arang aktif. Kadar abu merupakan sisa dari pembakaran yang sudah tidak memiliki unsur karbon dan nilai kalor lagi. Nilai kadar abu menunjukkan jumlah sisa dari akhir proses pembakaran berupa zat – zat mineral yang tidak hilang selama proses pembakaran. Peningkatan kadar abu terjadi karena terbentuknya garam – garam mineral pada saat proses pengarangan yang bila proses tersebut berlanjut akan membentuk partikel – partikel halus dari garam – garam mineral tersebut [5]. Kadar abu dipengaruhi oleh besarnya kadar silikat, semakin besar kadar silikat maka kadar abu yang dihasilkan

akan semakin besar [6]. Selain itu khusus untuk arang aktif sekam padi, kadar abu yang tinggi disebabkan karena pada dasarnya sekam padi mengandung mineral silikat yang cukup tinggi [7].

kadar abu dari arang aktif sekam padi yang dihasilkan rata-rata 34,042%. [1] Hal ini menunjukkan bahwa arang aktif sekam padi tidak memenuhi syarat mutu SII No. 0258-79 yaitu maksimal 20%. Besarnya kadar abu ini disebabkan terjadinya oksidasi karbon lebih lanjut terutama dari partikel yang sangat halus sehingga akan mempengaruhi arang aktif yang akan dibuat [8]. Meskipun demikian, beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar abu yang tidak memenuhi syarat, tetap dapat digunakan arang aktif [9].

#### Kadar zat mudah hilang pada pemanasan 950°C

Penetapan kadar zat mudah menguap ini untuk mengetahui kandungan senyawa yang mudah menguap yang terkandung dalam arang aktif pada suhu 950°C. Nilai kadar zat mudah hilang pada pemanasan 950°C dari arang aktif sekam padi yang dihasilkan rata-rata 19,734%. Hal ini menunjukkan bahwa arang aktif sekam padi tidak memenuhi syarat mutu SII No. 0258-79 yaitu maksimal 15%. Besarnya kadar abu ini disebabkan terdapatnya senyawa non-karbon yang menempel pada permukaan arang aktif terutama atom H maupun atom O yang terikat kuat pada atom C pada permukaan arang aktif dalam bentuk CO<sub>2</sub>, CO, CH<sub>4</sub> dan H<sub>2</sub> [8]. Senyawa non karbon tersebut merupakan suatu pengotor yang menutupi pori-pori dari arang aktif, sehingga akan mengurangi efektifitasnya dalam menyerap adsorbat.

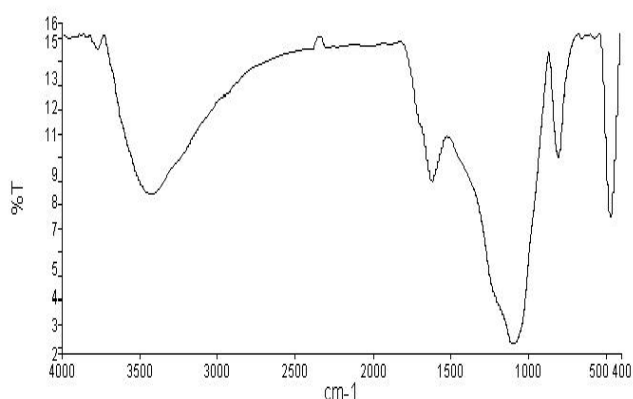
#### Daya serap terhadap iod

Daya serap terhadap iodium merupakan indikator penting dalam menilai arang aktif. Daya serap terhadap iodium menunjukkan kemampuan arang aktif menyerap zat dengan ukuran molekul yang lebih kecil dari 10 Å<sup>o</sup> atau memberikan indikasi jumlah pori yang berdiameter 10 – 15 Å<sup>o</sup>. Semakin tinggi daya serap iodium maka semakin baik kualitas arang aktif [5]. Daya serap terhadap iodin adalah 83,07%, ini menunjukkan bahwa arang aktif sekam padi memenuhi standart industri indonesia yaitu minimal 20%.

Daya adsorpsi arang aktif terhadap iod memiliki korelasi dengan luas permukaan dari arang aktif. Semakin besar angka iod maka semakin besar kemampuan dalam mengadsorpsi adsorbat atau zat terlarut [10]. Salah satu metode yang digunakan dalam analisis daya adsorpsi arang aktif terhadap iod adalah dengan metode titrasi iodometri. Kereaktifan dari arang aktif dapat dilihat dari kemampuannya mengadsorpsi substrat. Daya adsorpsi tersebut dapat ditunjukkan dengan besarnya angka iod (*iodine number*) yaitu angka yang menunjukkan seberapa besar adsorben dapat mengadsorpsi iod. Semakin besar nilai angka iod maka semakin besar pula daya adsorpsi dari adsorben.

### Karakterisasi identifikasi gugus fungsional dengan menggunakan FTIR

Pada penelitian ini adsorben arang aktif sekam padi diidentifikasi gugus fungsionalnya untuk mengetahui komposisi kimia dari arang aktif berupa gugus fungsi yang merupakan gugus aktif dari arang aktif [11]. Spektra inframerah yang dihasilkan pada arang aktif sekam padi dapat dilihat pada gambar



Gambar 1 Spektra FTIR adsorben arang aktif sekam padi

Berdasarkan spektra inframerah kitin pada Gambar 2, didapat beberapa puncak utama antara lain pada bilangan gelombang  $3421,85 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya rentangan  $\text{-OH}$  yang berikatan hidrogen sehingga puncaknya melebar. Serapan pada bilangan gelombang  $1609,45 \text{ cm}^{-1}$  merupakan vibrasi rentangan  $\text{C=C}$  dari gugus aromatik dengan intensitas sedang. Serapan pada bilangan gelombang  $1109,37 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya rentang ester asam aromatik dengan intensitas kuat. Serapan bilangan gelombang  $812,5 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya ikatan  $\text{Si-H}$ . Serapan gelombang disebelah

kanannya terdapat vibrasi ulur sedang  $468,75 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan rentangan  $\text{Si-O}$ .

Berdasarkan data di atas dapat disimpulkan bahwa senyawa di atas mengandung  $\text{-OH}$ ,  $\text{C=C}$  aromatik,  $\text{Si-H}$ ,  $\text{Si-O}$ , dan adanya gugus  $\text{C=O}$  (ester asam aromatik). Hal tersebut sesuai dengan struktur arang aktif yang mengandung beberapa gugus fungsi yang dijadikan sebagai gugus aktif untuk menyerap adsorbat.

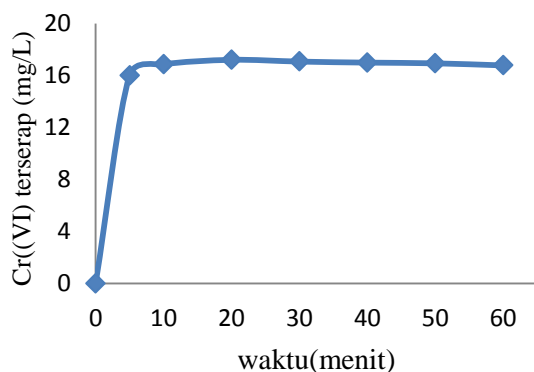
### Waktu Interaksi Optimum Adsorpsi Ion $\text{Cr(VI)}$ oleh Arang Aktif Sekam Padi

Salah satu faktor yang mempengaruhi adsorpsi adalah waktu interaksi adsorben dengan adsorbat. Waktu interaksi optimum menunjukkan waktu yang digunakan oleh arang aktif sekam padi untuk mengadsorpsi ion  $\text{Cr(VI)}$  dalam jumlah optimum. Penelitian yang telah dilakukan, dapat diperoleh data yang disajikan pada tabel 2.

Tabel 2 Konsentrasi Ion  $\text{Cr(VI)}$  Terserap pada Berbagai Variasi Waktu Interaksi

| No | Waktu interaksi t (menit) | Konsetrasi $\text{Cr(VI)}$ |                    |                 |
|----|---------------------------|----------------------------|--------------------|-----------------|
|    |                           | Awal (mg/L)                | pada saat t (mg/L) | terserap (mg/L) |
| 1  | 5                         | 19,866                     | 3,871              | 15,995          |
| 2  | 10                        | 19,866                     | 3,011              | 16,855          |
| 3  | 20                        | 19,866                     | 2,661              | 17,204          |
| 4  | 30                        | 19,866                     | 2,796              | 17,070          |
| 5  | 40                        | 19,866                     | 2,876              | 16,989          |
| 6  | 50                        | 19,866                     | 2,930              | 16,935          |
| 7  | 60                        | 19,866                     | 3,091              | 16,774          |

Tabel 2 dibuat grafik dengan mengalurkan lama waktu interaksi adsorpsi sebagai sumbu x terhadap besarnya konsentrasi  $\text{Cr(VI)}$  terserap (mg/L) sebagai sumbu y. Grafik disajikan pada gambar 2, sehingga dapat diperoleh datum yang digunakan menentukan jumlah ion teradsorpsi pada saat kesetimbangan ( $q_e$ ).



Gambar 2. Ion Cr(VI) Terserap pada Waktu Interaksi dengan Arang Aktif Sekam Padi

Proses adsorpsi berlangsung sangat cepat, dimana kesetimbangan sistem tercapai dalam waktu 20 menit, dan setelah 20 menit adsorpsi cenderung stabil. Hal ini sesuai dengan teori semakin lama waktu interaksi antara adsorbat dan adsorben, maka akumulasi adsorbat pada permukaan adsorben akan cenderung meningkat dan pada waktu antara 0 menit sampai dengan 60 menit akan didapatkan jumlah adsorbat yang teradsorpsi menjadi konstan. Hal ini dikarenakan situs aktif pada adsorben sudah terisi oleh adsorbat [2]. Waktu interaksi optimum pada waktu 20 menit, menunjukkan banyaknya ion Cr(VI) yang teradsorpsi per gram adsorben arang aktif sekam padi dengan nilai  $q_e$  sebesar 1776,892 mg/gram.

## PENUTUP

### Simpulan

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian ini adalah Karakterisasi arang aktif sekam padi menurut SII No. 0258-79, diperoleh kadar air 5,022%, kadar abu 34,042%, dan daya serap terhadap iod 83,07%. Hasil identifikasi gugus fungsi pada arang aktif sekam padi adalah  $-OH$ ,  $C=C$  aromatik,  $Si-H$ ,  $Si-O$ , dan adanya gugus  $C=O$  (ester asam aromatik). Hal tersebut sesuai dengan struktur arang aktif yang mengandung beberapa gugus fungsi yang dijadikan sebagai gugus aktif untuk menyerap adsorbat. Waktu interaksi optimum diperoleh pada waktu 20 menit dengan nilai  $q_e$  sebesar 1776,892 mg/gram.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Palar, H., 1994, "Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat", Bina Rupa Aksara, Yogyakarta, 97-98
2. YC, Danarto, dan Samun. 2008. Pengaruh Aktivasi Karbon dari Sekam Padi Pada Proses Adsorpsi Logam Cr(VI). *Ekulibrium*. Vol.7 No.1. Januari 2008 : 13 – 16
3. Sembiring, MT., dan Sinaga, TS. 2003. *Arang Aktif (Pengenal dan Proses Pembuatan)*. Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik. Universitas Sumatera
4. Hendra, D., dan Winarni, I. 2003. Sifat fisis dan kimia briket arang campuran Limbah Kayu Gergajian dan Sebetan Kayu [abstrak]. Di dalam *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* Vol. 21 No.31 Th. 2003: 211-226.
5. Sudrajat, R., dan A. Suryani. 2002. Pembuatan dan Pemanfaatan Arang Aktif dari Ampas Daun Teh. *Buletin Penelitian Hasil Hutan*, Bogor. 20 (1): 1-11.
6. Pari, G. 1996. Pembuatan dan Kualitas Arang Aktif dari Kayu Sengon (*Paraserianthes falcataria*) sebagai Bahan Adsorben. *Buletin Penelitian Hasil Hutan* Vol.14 no.7:274-289.
7. Chiang. P.T, 1973, "Pembuatan Arang Aktif Dari Sekam Padi", Balai Penelitian dan Pengembangan Industri, Jakarta
8. Pari, G. 2002. Teknologi Alternatif Pemanfaatan Limbah Industri Pengolahan Kayu. Bogor: *Makalah Falsafah Sains*, Program Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor.
9. Komarayati, S., Setiawan, D., Mahpudin. 2004. Beberapa Sifat dan Pemanfaatan Arang dari Serasah dan Kulit Kayu Pinus. Di dalam *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* Vol. 22 No.1, Juni 2004: 17-22.
10. Subadra, I., Bambang S., dan Iqmal T., 2005, *Pembuatan Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa dengan Aktivator  $(NH_4)HCO_3$  sebagai Adsorben untuk Pemurnian Virgin Coconut Oil*, Skripsi jurusan Kimia FMIPA UGM, Yogyakarta..
11. Hendra, D. 1992. Pembuatan briket daun dari limbah pengolahan minyak kayu putih. Di dalam *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* Vol.10 No.1 Th.1992: 20-23.