

# ANALISIS TEKNIS DAN FINANSIAL PRODUKSI ARANG DAN CUKA KAYU DARI LIMBAH INDUSTRI PENGGERGAJIAN DAN PEMANFAATANNYA

## *(Technical and Financial Analysis on Charcoal and Wood Vinegar Production from Wood Waste of Sawmill Industries and their Utilization)*

Oleh/By :

**Tjutju Nurhayati<sup>1)</sup> & Yelin Adalina<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup>Peneliti Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan

<sup>2)</sup>Peneliti Pusat dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam

Diterima 2 April 2009, disetujui 26 Juni 2009

### ABSTRACT

*Sawdust and slabs from wastes of small sawmills industries can be technically used as raw materials for the integrated charcoal and wood vinegar production, and the qualities of both products met the Indonesian National Standard and Japanese wood-vinegar criteria. Financial analysis on two kinds of those each wastes brought on different results. Slabs carbonization in brick-constructed dome-shaped kiln equipped with the cooling-water could produce charcoal and wood vinegar with the yields consecutively 33.6% and 40.6%. The financial analysis of both production revealed that the pay back periode (PBP) of 32.9 months, and internal rate of return (IRR) and benefit-cost (B/C) ratio at consecutively 79% and 1.08. On the other hand, integrated charcoal and wood vinegar production from sawdust wastes was not financial feasible due to large investment cost much higher than production expenses.*

*Utilization of slabs charcoal for activated charcoal manufactured in rural-type kiln which used firewood was worth to be developed financially. The analysis revealed that the PBP of 35.8 months, IRR and B/C ratio at 13% and 1.003, respectively.*

*Uses of wood vinegar which inflicted accelerelating and inhibiting effects on rice- field cultivation required 40 liters/ ha, and could provide effort opportunity to farmers with benefit at Rp 9,980,500 / ha much higher than the cultivation without wood vinegar (i.e Rp 6,761,500 / ha).*

*Key words : Saw-dust, slabs, wood vinegar, charcoal, kiln, technical and financial analysis.*

### ABSTRAK

Limbah serbuk gergaji dan sebetan dari industri penggergajian kayu rakyat secara teknis dapat digunakan sebagai bahan baku untuk produksi arang dan cuka kayu secara terpadu karena kualitas produk masing-masing memenuhi SNI dan Jepang. Limbah sebetan yang diproduksi pada tungku kubah batu-bata yang dilengkapi dengan unit pendingin air menghasilkan rendemen arang 33,6% dan cuka kayu 40,6%. Analisis financial limbah sebetan menunjukkan jangka waktu pengembalian investasi

dapat diperoleh setelah 32,9 bulan, tingkat bunga maksimum 79% dan besarnya nisbah manfaat terhadap biaya 1,08. Oleh karena itu hasil penelitian produksi sebetan ini layak dikembangkan pada usaha skala kecil. Limbah serbuk gergaji tidak layak dikembangkan karena investasi lebih tinggi dari nilai hasil produksi.

Berdasarkan analisis financial arang sebetan dapat digunakan untuk bahan baku arang aktif yang diproduksi pada tungku arang aktif model pedesaan dengan menggunakan kayu bakar sebagai sumber energinya layak dikembangkan secara komersial, dengan jangka waktu pengembalian investasi dapat diperoleh setelah 35,8 bulan, tingkat bunga maksimum sebesar 13% dan besarnya nisbah manfaat terhadap biaya adalah 1,003.

Pemanfaatan cuka kayu pada budidaya tanaman padi diperlukan sebanyak 40 liter/ha dapat memberikan keuntungan usaha pada petani sebesar Rp 9.980.500.- per ha sedangkan tanpa cuka kayu Rp 6.761.500.- per ha.

Kata kunci : Serbuk gergaji, sebetan, arang, cuka kayu, tungku, analisis teknik dan finansial

## I. PENDAHULUAN

Limbah dalam bentuk sebetan dan serbuk gergaji pada industri penggergajian kayu dapat mencapai masing-masing 25,8% dan 10,6% (Martawijaya dan Sutigno, 1990). Potensi limbah komponen sebetan dan serbuk gergaji dari penggunaan setiap  $m^3$  log kayu adalah 0,26  $m^3$  dan 0,10  $m^3$ . Limbah pada saat ini oleh masyarakat digunakan antara lain untuk bahan bakar pada industri dan rumah tangga, campuran obat nyamuk, media tumbuh bibit bunga, media tumbuh jamur, bahan baku produksi arang, briket arang dan arang aktif. Potensi limbah yang relatif tinggi ini belum dimanfaatkan secara optimal, misalnya limbah sebetan yang digunakan untuk produksi arang masih dapat ditingkatkan nilai tambah produksinya dengan komoditas cuka kayu secara terpadu.

Sebagian besar industri arang, termasuk industri skala kecil dan berlokasi di pedesaan, dalam operasional produksinya menggunakan metode karbonisasi yaitu pembakaran langsung pada bahan baku kayu yang ditumpuk dalam tanah atau tungku. Selama proses pembakaran kayu mengeluarkan asap/uap yang terdiri dari asam cuka, phenol, hidrokarbon, gas hidrogen, metana, alkohol dan lain-lain. Asap kayu ini bila didinginkan menjadi cairan cuka kayu atau 'pyrolegneous acid' (Wise 1944) atau cairan asap dan 'miracle charcoal water' menurut Yatagai (2002).

Manfaat cuka kayu menurut Wise (1944) sebagai disinfektan, sedangkan Yatagai (2002) mengatakan sebagai *inhibitor*, pemercepat pertumbuhan tanaman, deodoran, farmasi, anti jamur dan mikroba, pengusir binatang kecil dan minuman. Komponen kimia asam yang dihitung sebagai asam asetat, fenol dan turunannya yang terdapat dalam cuka kayu berfungsi sebagai *inhibitor*, sedang komponen asam, alkohol dan senyawaan netral sebagai pemercepat pertumbuhan tanaman. Kandungan cuka kayu sebagian besar terdiri dari air dan komponen kimia sekitar 200 jenis (Anonim, 2001), bila disemprotkan pada daun tanaman buah, bunga dan sayuran pada konsentrasi encer membuat daun lebih sehat, pupuk alam ini dan dapat menggeser penggunaan pupuk kimia. Pupuk ini bila ditambahkan pada pupuk kandang mengurangi bau dengan kaulitas pupuk menjadi lebih baik.

Sifat arang yang higroskopis dan kamba serta kegunaan arang sebagai bahan bakar dan penyerap polutan telah diketahui sejak lama. Berbeda dengan pemanfaatan arang sebagai

bahan bakar, apabila digunakan sebagai bahan penyerap, produk arang aktif mempunyai nilai jual yang lebih tinggi karena berbagai industri memerlukan.

Penelitian analisis teknis dan finansial produksi arang dan cuka kayu dari limbah kayu dan pemanfaatannya bertujuan untuk menyediakan informasi teknis dan finansial produksi arang terpadu dengan cuka kayu dari limbah sebetan dan serbuk gergaji dari limbah industri penggergajian kayu serta pemanfaatannya. Sasarannya adalah paket teknologi tepat guna untuk produksi terpadu arang dan cuka kayu yang dapat dikembangkan sebagai usaha skala kecil.

## II. BAHAN DAN METODE

### A. Lokasi

Pengambilan limbah sebetan dan serbuk gergaji campuran (sengon, mangium, manii, rambutan, rasamala) dari industri penggergajian kayu campuran hutan rakyat di Kabupaten Bogor. Penelitian produksi arang dan cuka kayu dilakukan di Pusat Litbang Hasil Hutan Bogor, pemanfaatan cuka kayu pada petani padi di Kabupaten Bogor, analisis kimia dan pengujian cuka kayu dilakukan di Balai Penelitian Obat dan Rempah dan Balai Bioteknologi Pasca Panen Bogor.

### B. Bahan dan Peralatan

Contoh uji serbuk gergaji dan sebetan (panjang 50 - 100 cm) yang diperlukan untuk setiap produksi masing-masing 60 kg dan 1 m<sup>3</sup>. Bahan kimia terdiri dari asam fosfat, larutan iod, kloroform, benzena, dan bahan lainnya adalah kayu bakar, air untuk pendingin dan *booster energi* sebagai zat pertumbuhan tanaman (zpt).

Peralatan yang digunakan untuk contoh uji serbuk gergaji terdiri dari tungku baja kapasitas 150 kg, blower volume 2 inch/rpm 3000, pendingin tegak, mantel air, drum plastik dan termometer. Peralatan untuk contoh uji sebetan adalah tungku kubah batu bata kapasitas 1,3 m<sup>3</sup>, pendingin asap yang modelnya sama dengan tungku baja-blower, sungkup dan bambu panjang 4-5 m.

Peralatan untuk produksi arang aktif adalah tungku arang aktif model pedesaan, volume 25 kg, asbes dan *burner*, pipa udara, kompresor, pipa uap air panas dan ketel.

### C. Metode

#### 1. Produksi arang terpadu dengan cuka kayu

Contoh uji serbuk gergaji kayu campuran dimasukkan ke dalam tungku blower dan dibakar dengan menggunakan umpan kayu bakar dan sedikit minyak tanah pada bagian dapur tungku blower. Contoh uji sebetan dimasukkan kedalam tungku kubah dan dibakar dengan umpan kayu bakar dan sedikit minyak tanah pada bagian dapur/mulut api tungku kubah (Nurhayati dkk., 2006 dan Nurhayati dkk., 2005). Produksi cuka kayu dari sebetan untuk mengkondensasikan asap terdiri dari 2 perlakuan yaitu unit pendingin air dan sungkup - bambu.

## 2. Produksi arang aktif

Proses aktivasi arang serbuk gergaji dan sebetan menggunakan *steam*/uap air dengan 2 perlakuan yaitu perendaman dalam larutan asam fosfat 5% selama 24 jam dan tanpa perendaman. Produksi dilakukan dalam tungku arang aktif yang dipanaskan sampai suhu 700 °C selama 3 jam dengan kayu bakar, dialirkan gas oksigen dari kompresor dan uap air dari ketel. Produksi arang aktif dari arang sebetan tungku kubah metodenya sama dengan arang serbuk gergaji, kecuali arang sebetan dibuat potongan kecil berbentuk granular (2-3 cm). Metode produksi arang aktif tersebut mengikuti prosedur Nurhayati dkk (2003).

## 3. Analisis arang dan arang aktif

Analisis arang dan arang aktif terdiri dari kadar air, kadar abu, zat mudah terbang, karbon tertambat, daya serap dalam larutan iod, khloroform dan benzena tercantum pada metode Standar Nasional Indonesia Komoditas Arang Aktif (Anonim, 1995).

## 4. Analisis cuka kayu

Analisis komponen kimia cuka kayu dilakukan dengan metode gas chromatografi di Laboratorium Balai Bioteknologi Pasca Panen. Kandungan asam, berat jenis, kadar asam organik, warna dan transparansi mengacu pada metode Yatagai (2002). Analisis cuka kayu sebagai pupuk cair organik dilakukan dengan metode gravimetri dan titrasi di Laboratorium Balai Penelitian Tanaman Obat dan Rempah.

## D. Metode Pemanfaatan Cuka Kayu

Cuka kayu yang digunakan adalah cuka kayu 'crude' yang disaring lebih dahulu untuk memisahkan tar terlarut yaitu pada konsentrasi 2,5% (Nurhayati dkk, 2005). Uji coba pemanfaatan dilakukan pada budidaya tanaman padi jenis Ciherang di sawah milik petani seluas 5000 m<sup>2</sup> dengan cara penyemprotan setelah padi berumur 1 bulan hingga menjelang masa panen. Lamanya uji coba mulai dari pembibitan sampai panen diperlukan waktu 3 bulan. Pelaksanaan uji coba dibantu oleh 2 orang penyuluh pertanian padi dari kantor Dinas Pertanian Kabupaten Bogor. Metode budidaya padi mengikuti cara kerja yang biasa dilakukan oleh petani dengan petunjuk penyuluh dari Kantor Dinas Pertanian. Parameter yang diamati meliputi penyakit dan hama, berat gabah kering panen dan beras hasil gilingan. Untuk mengetahui efektifitas pemanfaatan cuka kayu, digunakan zat pertumbuhan tanaman jenis *boster energi* dan kontrol sebagai pembanding.

## E. Analisa Data

Data teknis pembuatan arang, cuka kayu dan arang aktif disajikan dalam bentuk Tabel yang diolah dan dibahas dengan metode pendekatan dan perbandingan antar perlakuan yaitu penggunaan 2 jenis contoh uji, teknik pendinginan asap (2 perlakuan) dan teknik aktivasi (2 perlakuan). Ulangan untuk setiap pembuatan arang dan cuka kayu dan arang aktif dilakukan sebanyak 2 kali. Data analisis finansial produksi arang terpadu dengan cuka kayu serta arang aktif dari serbuk gergaji kayu campuran dan sebetan serta pemanfaatan cuka kayu pada tanaman padi dilakukan analisisnya secara kualitatif, yang meliputi payback period, IRR dan B/C (Gittinger, 1986).

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Analisis Teknis Produksi Arang dan Cuka Kayu

##### 1. Arang dan cuka kayu

Kadar air sebetan yang berbeda mempengaruhi produksi arang dan cuka kayu (Tabel 1). Pada kadar air sebetan 48,1% diperlukan proses pembakaran (64 jam) lebih lama dari sebetan yang kadar airnya 30,3% (31,5 jam). Untuk serbuk gergaji yang kadar airnya 23,5% termasuk kadar air paling rendah dari ketiga bahan baku menunjukkan proses pembakaran lebih cepat (11 jam). Hal ini memberi petunjuk bahwa peran kadar air cenderung mempengaruhi waktu proses karbonisasi.

Rendemen arang dan cuka kayu dari serbuk gergaji pada tungku blower lebih rendah dari rendemen arang dan cuka kayu dari limbah sebetan pada tungku kubah yang dilengkapi dengan pendingin air. Rendemen arang dan cuka kayu dari sebetan pada tungku kubah yang dilengkapi dengan pendingin air paling tinggi dibandingkan dengan pendingin sungkup-bambu. Akan tetapi rendemen cuka kayu serbuk gergaji lebih tinggi dari rendemen cuka kayu limbah sebetan dari tungku yang dilengkapi dengan pendingin sungkup - bambu, sebaliknya untuk rendemen arang lebih tinggi pada limbah sebetan. Perbedaan rendemen cuka kayu ini disebabkan oleh perbedaan teknik pendinginan asap. Teknik pendinginan asap dengan perangkat pendingin air lebih baik dibandingkan teknik sungkup-bambu akan tetapi dari segi biaya, teknik sungkup - bambu lebih murah. Teknik pendinginan asap dengan sungkup - bambu tepatnya digunakan pada lokasi produksi yang jauh dari sumber mata air atau pada produksi arang yang konvensional.

Dibandingkan konstruksi bahannya, harga tungku blower dibuat dari baja tahan karat jauh lebih mahal dibandingkan tungku kubah yang dibuat dari batu bata dan tanah liat. Harga tungku blower volume  $0,162 \text{ m}^3$  adalah Rp 18 juta dan untuk produksi per ton serbuk gergaji dibutuhkan biaya sekitar Rp 310 juta, adapun harga satu unit tungku kubah dengan pendingin air volume 1,3 sekitar Rp 10 juta dan untuk produksi per ton limbah sebetan dibutuhkan biaya sekitar Rp 32 juta. Dengan demikian produksi arang dan cuka kayu dari serbuk gergaji diperlukan biaya peralatan jauh lebih mahal dari tungku kubah yang dilengkapi dengan pendingin air.

**Tabel1. Produksi rata-rata arang dan cuka kayu dari serbuk gergaji kayu dan sebetan**

**Table 1. Average production of charcoal and wood vinegar from wood saw dust and slabs**

Parameter	Serbuk gergaji pada tungku blower / <i>Saw dust on blower kiln</i>	Sebetan pada * tungku kubah / <i>Slabs on dome kiln</i>	Sebetan** tungku kubah / <i>Slabs on dome kiln</i>
Berat contoh basah/ <i>Weight of wet sample</i> , kg	62	272	410
Kadar air contoh/ <i>Moisture content</i> , %	23,5	30,3	48,1
Berat contoh kering/ <i>Weight of dry sample</i> , kg	49,9	208,8	276,8
Lama pengarangan/ <i>Duration of carbonization</i> , jam/ <i>hours</i>	11	31,5	64
Suhu pengarangan/ <i>Temperature of carbonization</i> , °C	607	590	580
Produksi cuka kayu/ <i>Production of wood vinegar</i> kg	11	18	86,1
Produksi arang/ <i>Production of charcoal</i> , kg	9,5	77	93,5
Produksi cuka kayu/ton bahan baku/ <i>Production of wood vinegar per ton of raw material</i> , kg/ton	178,6	66,2	209, 8
Produksi arang/ton bahan baku/ <i>Production of charcoal per ton of raw material</i> kg/ton	155,3	283,1	228,1
Rendemen cuka kayu/ <i>Recovery of wood vinegar</i> , %	22	8,62	40,6
Rendemen arang/ <i>Recovery of charcoal</i> , %	19,1	27,3	33,6

Keterangan (*Remarks*): \* Pendingin asap dari sungkup dan bambu (*Cooling of smoke by cover and bamboo*); \*\* Pendinginan asap dari air (*Cooling of smoke by water*)

Dibandingkan dengan produksi arang serbuk gergaji pada tungku semi kontinyu Pusat Litbang Hasil Hutan (Hendra, 2004) tanpa dipadukan dengan cuka kayunya dilakukan selama 11 jam menghasilkan arang 96,6 kg atau 230 kg per ton serbuk gergaji dengan kecepatan produksi 38 kg/jam. Rendemen arang serbuk gergaji dari tungku semi kontinyu ini sekitar 23% lebih tinggi dari rendemen arang serbuk gergaji dari tungku blower (perbedaan pada teknik produksi). Dengan demikian produksi arang serbuk gergaji lebih efisien dan murah menggunakan tungku semi kontinyu (Rp 5 juta per unit) dari pada tungku blower.

## 2. Sifat arang

Sifat arang, yang tercantum pada Tabel 2, menunjukkan sifat kadar air, karbon tertambat dan zat mudah terbang arang serbuk gergaji yang lebih baik dari arang sebetan kecuali kadar abu pada sebetan lebih rendah. Kadar karbon tertambat sekitar 80 - 87% dan kadar zat mudah terbang sekitar 8 - 11% , artinya bahwa arang serbuk gergaji adalah yang paling baik untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan arang aktif bila dibandingkan dengan arang sebetan karena arang serbuk gergaji telah memenuhi persyaratan bahan baku arang untuk produksi arang aktif yaitu kadar air 3 - 10%, kadar karbon tertambat 70 - 80% dan kadar zat mudah terbang 15 - 20%.

**Tabel 2. Sifat arang**  
*Table 2. Properties of charcoal*

Jenis arang/ <i>Kinds of charcoal</i>	Kadar air/ <i>Moisture content, %</i>	Kadar abu/ <i>Asb content, %</i>	Kadar karbon tertambat/ <i>Fixed carbon, %</i>	Kadar zat mudah terbang/ <i>Volatile matter, %</i>
Arang serbuk gergaji/ <i>Charcoal of sawdust</i>	2 - 5	4 - 6	80 - 87	8 - 11
Arang sebetan/ <i>Charcoal of slabs</i>	2 - 6	1 - 2	69 - 74	24 - 30
Syarat mutu arang aktif/ <i>Specification of activated charcoal*</i>	3 - 10	-	70 - 80	15 - 20

Keterangan (*Remarks*): \* Sumber Milan & Strasky dalam Nurhayati 1997.

## 3. Sifat cuka kayu

Sifat cuka kayu baik serbuk gergaji maupun sebetan (Tabel 3) untuk keasaman, berat jenis dan transparansi relatif memenuhi persyaratan mutu cuka kayu Asosiasi Jepang (Yatagai, 2002). Ini berarti bahwa dalam pemanfaatannya cuka kayu ini dapat diterima oleh masyarakat Jepang. Kandungan komponen kimia cuka kayu serbuk gergaji dan sebetan terdiri dari 9 komponen yaitu asam asetat, metanol, phenol, aseton, orto dan para kreosol, furfural, metilguaiakol dan guaiakol. Kuantitas komponen kimia ini adalah sama dengan jenis cuka kayu mangium dan serbuk gergaji campuran (Nurhayati dkk., 2005 dan Nurhayati dkk., 2006). Pada Tabel 5 kadar komponen kimia kreosol, aseton dan metilguaiakol pada cuka kayu sebetan lebih tinggi dari serbuk gergaji. Komponen kimia cuka kayu ini menurut Yatagai (2002) berperan sebagai pemercepat pertumbuhan tanaman yaitu komponen asam, metanol, furfural dan sebagai *inhibitor* dari komponen phenol, asam, guaiakol. Menurut Nurhayati (2000) bahwa sifat cuka kayu mampu menghambat pertumbuhan bakteri dan jamur.

**Tabel 3. Sifat cuka kayu**  
**Table 3. Properties of wood vinegar**

Parameter	Serbuk gergaji/ <i>Sawdust</i>	Sebetan/ <i>Slabs</i>	Jepang*
Keasaman/ <i>Acidity</i> , pH	3,2	3,8	1,5 – 3,7
Berat jenis/ <i>Specific gravity</i>	1,083	1,095	> 1.005
Warna/ <i>Colour</i>	Coklat- hitam/ <i>Brown-blackish</i>	Coklat- hitam/ <i>Brown-blackish</i>	Kuning- coklat/ <i>Yellow – brownish</i>
Transparansi/ <i>Transparancy</i>	Sedikit keruh/ <i>Impureless</i>	Sedikit keruh/ <i>Impureless</i>	Tidak ada keruh/ <i>Impureless</i>
Asam asetat/ <i>Acetic acid</i> , ppm	6,74	7,66	
Metanol/ <i>Methanol</i> , ppm	2,49	2,55	
Fenol/ <i>Pbenol</i> , ppm	1,74	1,63	
Asetol/ <i>Acetol</i> , ppm	0,42	1,35	
$\theta$ (ortho)-Kreosol/ <i>Creosol</i> , ppm	2.41	4,27	
p(para)-Kreosol/ <i>Creosol</i> , ppm	1,91	4,77	
Furfural	1.46	1,66	
$\alpha$ (alpha)- Metilguiakol/ <i>Methylguaiacol</i>	1.70	4,25	
Guaiakol/ <i>Guaiacol</i>	1.28	0,58	

Keterangan(*Remarks* \* Yatagai, 2002

## B. Analisis Finansial Arang dan Cuka Kayu

Hasil analisis finansial produksi arang terpadu dengan cuka kayu dari bahan baku serbuk gergaji tidak layak untuk dikembangkan oleh karena perhitungan laba-rugi (*cash flow*) mulai tahun pertama sampai tahun ke lima nilainya negatif. Hal ini disebabkan tungku yang dibuat dari baja harganya mahal, sedangkan jumlah produksi yang dihasilkan rendah karena kapasitas/volume blowernya rendah, sehingga tidak dapat menutupi biaya investasi yang cukup tinggi.

Produksi arang terpadu dengan cuka kayu dari limbah sebetan menunjukkan hasil analisis finansial yang layak untuk dikembangkan secara komersial. Parameter analisis pada Tabel 4 menunjukkan bahwa produksi arang terpadu dengan cuka kayu dari limbah sebetan menunjukkan hasil analisis finansial yang layak untuk dikembangkan secara komersial, dengan syarat bahan baku sebetan diambil dari industri penggergajian kayu kapasitas pasokan log kayu 300 m<sup>3</sup>/bulan (Nurhayati dan Sutigno, 2002) dan produksinya atau pabrik ditempatkan pada lokasi industri penggergajian itu.

Pada tahun pertama produksi masih mengalami kerugian karena biaya investasi yang cukup tinggi dan keuntungan yang diperoleh mulai tahun ke 2 dan tahun seterusnya. Jangka waktu pengembalian modal atau *pay back periode* (PBP) 32, 9 bulan dan nilai ini lebih pendek dari jangka maksimum yang diusulkan 36 bulan. Tingkat bunga maksimum yang dapat dibayar

atau *internal rate of return (IRR)* 79% dan besarnya nisbah manfaat terhadap biaya (*B/C ratio*) pada tingkat diskonto 10 persen yaitu 1,081, artinya investasi dapat kembali karena nilai *B/C* > 1,0. Angka analisis IRR yang tinggi karena biaya pengadaan tanah dan transportasi bahan tidak dihitung. Bila komponen biaya pengadaan tanah dihitung maka angka IRR yang memadai adalah 38% (Nurhayati dkk, 2003).

**Tabel 4. Parameter analisis finansial produksi arang terpadu dengan cuka kayu.**  
*Table 4. Parameter of financial analysis of charcoal production integrated with wood vinegar*

Parameter	Serbuk gergaji/ <i>Sawdust</i>	Sebetan/ <i>Slabs</i>
Harga bahan baku/ <i>Cost of raw materials</i> Rp/kg	167	252
Upah produksi/ <i>Fee of production</i> Rp/kg	640	588
Kapasitas tungku/ <i>Kapasities of kiln</i>	86 (kg)	1,3 (m <sup>3</sup> )
Harga tungku/ <i>Price of kiln</i> , Rp x 1000.000.-	18	10
Biaya overhead 1%/ <i>Cost of 1% overhead</i> , Rp/tungku/ <i>kiln</i>	180.000	10.000
Jumlah produksi/ <i>Total production</i> , /thn/ <i>Years</i>	40	78
Jumlah tungku/ <i>Total of kiln</i>	29	18
Jumlah bahan baku/ <i>Total of raw materials</i> kg/thn/ <i>years</i>	382.800	382.800
Harga jual/ <i>Price of selling</i> Rp/kg Arang/ <i>Charcoal</i> Cuka kayu/ <i>Wood vinegar</i>	1.000 2.500	1.000 2.500
Jangka waktu pengembalian/ <i>Pay Back Periode</i> , bulan/ <i>month</i>	-	32,87
Tingkat bunga maksimum/ <i>Internal rate of return</i> , %	-	79
Nisbah manfaat terhadap biaya/ <i>Benefit/Cost</i>	-	1,081

### C. Pemanfaatan

#### 1. Arang untuk arang aktif

Pada Tabel 5 tercantum produksi arang aktif serbuk gergaji dan sebetan yang dilakukan pada tungku arang aktif yang sama dengan kondisi proses relatif sama yaitu suhu, jumlah kayu bakar, jumlah uap air dan lamanya aktivasi uap panas.

Rendemen arang aktif yang tinggi dihasilkan dari arang aktif sebetan rata-rata 74,2% sedang arang aktif serbuk gergaji rata-rata 62,3%. Demikian pula nilai rata-rata (Tabel 6) daya serap iod yang tinggi 868 mg/g dihasilkan dari sebetan dengan perlakuan perendaman asam fosfat 10% pada suhu 730 °C, dan daya serap 687 mg/g dari sebetan dengan perlakuan tanpa asam fosfat 10% pada suhu 765 °C. Sama halnya dengan sebetan, serbuk gergaji dari perlakuan perendaman dalam asam fosfat menghasilkan daya serap iod lebih tinggi (587 mg/g) dari perlakuan tanpa asam fosfat 10% (525 mg/g) pada suhu yang sama yaitu 740 °C. Dengan demikian perlakuan dengan aktifator asam fosfat mampu meningkatkan daya serap arang aktif yang lebih tinggi baik pada serbuk gergaji maupun sebetan.

Dibandingkan arang aktif limbah pembalakan kayu puspa yang dibuat dengan perendaman asam fosfat 5% pada retor kapasitas 100 kg dengan menggunakan pemanas listrik, hasil produksi arang aktif pada Tabel 5 menunjukkan rendemen arang aktif sebetan yang relatif sama yaitu sekitar 74% dan sifat arang aktif sebetan pada Tabel 6 menunjukkan kualitas daya serap iod relatif sama sekitar 938 mg/g. Sebaliknya kualitas arang aktif dari serbuk gergaji hasil penelitian menunjukkan hasil dan kualitas yang lebih rendah (Hendra, 2006).

Sifat arang aktif pada Tabel 6 menunjukkan bahwa daya serap arang aktif sebetan (605-958 mg/g) lebih tinggi dari arang aktif serbuk gergaji (459-632 mg/g). Perbedaan ini diperkirakan karena bentuk/dimensi, serbuk gergaji berbentuk *powder* lebih banyak menyerap asam fosfat teknis (permukaan pori lebih luas) dan lebih mudah terbentuk percikan api pada penetapan kadar karbon tertambat sebaliknya dengan sebetan yang berbentuk *granular* lebih sedikit menyerap asam fosfat dan tidak ada percikan api. Hal ini mempengaruhi pada penetapan daya serap iod, jumlah iod yang diserap oleh arang aktif serbuk gergaji lebih banyak dari sebetan.

Arang aktif sebetan dari perlakuan perendaman dalam asam fosfat menunjukkan daya serap iod (795-958 mg/g) lebih tinggi dari daya serap iod (750 mg/g) persyaratan Standar Nasional Indonesia tahun 1995. Sifat arang aktif serbuk gergaji dan sebetan untuk parameter kadar air, kadar abu, kadar zat mudah terbang dan kadar karbon tertambat relatif memenuhi persyaratan SNI tersebut akan tetapi daya serap arang aktif serbuk gergaji tidak memenuhi persyaratan SNI.

**Tabel 5. Produksi rata-rata arang aktif serbuk gergaji dan sebetan**  
*Table 5. Mean production of activated charcoal from saw dust and slabs*

Parameter	Serbuk gergaji-asam fosfat/ <i>Saw dust-phosphoric acid</i>	Serbuk gergaji/ <i>Saw dust</i>	Sebetan-asam fosfat/ <i>Slabs-phosphoric acid</i>	Sebetan/ <i>Slabs</i>
Berat arang/ <i>Weight of charcoal</i> , kg	14,6	12	12	12
Kadar air/ <i>Moisture content</i> , %	13,3	11,6	7,5	9,7
Bahan aktifasi/ <i>Material of activation</i>	Asam fosfat / <i>Phosphoric acid</i> 10%	-	Asam fosfat / <i>Phosphoric acid</i> 10%	-
Suhu aktifasi/ <i>Temperature of activation</i> , °C	740	745	730	765
Lama aktifasi/ <i>Duration of activation</i> , menit/ <i>minute</i>	180	180	180	180
Air untuk uap air/ <i>Water for steam</i> , liter	21	21	21	21
Kayu bakar/ <i>Fuel wood</i> , kg	81,5	85	78,5	80
Produksi arang aktif/ <i>Production of activated charcoal</i> , kg	9,1	7,2	9	8,8
Rendemen arang aktif dari arang/ <i>Yield of activated charcoal from charcoal</i> , %	61,3	63,3	75	73,3
Rendemen arang aktif dari contoh kayu/ <i>Yield of activated charcoal from wood samples</i> , %	8,5	8,3	4,9	4,1

Pemanfaatan arang aktif sebagai adsorben yang dinyatakan dengan persyaratan daya serap iod menunjukkan makin tinggi daya serap iod makin baik pemanfaatan arang aktif untuk pemurnian air, penjernihan 'crude palm oil', pemurnian bumbu masak, sirup, norit dan lain-lain (Nurhayati, 1997). Sifat arang aktif yang memenuhi persyaratan ini disukai konsumen dan dikehendaki pasar.

**Tabel 6. Sifat arang aktif**  
*Table 6. Properties of activated charcoal*

Parameter	Serbuk gergaji dengan asam fosfat/ <i>Sawdust with phosphoric acid</i>	Serbuk gergaji tanpa asam fosfat/ <i>Sawdust without phosphoric acid</i>	Sebetan dengan asam fosfat/ <i>Slabs with phosphoric acid</i>	Sebetan tanpa asam fosfat/ <i>Slabs without phosphoric acid</i>	SNI/ <i>Standar of Indonesia National</i>
Kadar air/ <i>Moisture content, %</i>	14 - 22	12 - 26	4 - 19	10 - 19	15
Kadar abu/ <i>Ash content, %</i>	19 - 30	7 - 12	2 - 17	5 - 7	10
Kadar karbon tertambat/ <i>Volatile matter, %</i>	64 - 75	46 - 78	83 - 92	83	65
Kadar zat mudah terbang/ <i>Fixed carbon, %</i>	4 - 6	9 - 13	5 - 12	10 - 12	15
Daya serap iod/ <i>Iodine adsorption, mg/g</i>	522 - 635	459 - 581	795 - 958	605 - 759	750

Pada Tabel 7 tercantum parameter analisis finansial dan menunjukkan bahwa produksi arang aktif dari arang sebetan layak untuk dikembangkan secara komersial pada skala usaha kecil. Hasil analisis menunjukkan *PBP* sebesar 35,8 bulan yang berarti lebih rendah dari jangka maksimum yang diusulkan yaitu 36 bulan. Tingkat bunga maksimum yang dapat dibayar atau *IRR* sebesar 13% dan besarnya *B/C ratio* pada tingkat diskonto 10% adalah 1,003, artinya seluruh investasi dapat kembali karena nilai  $B/C \geq 1,0$ . Pada tahun pertama masih mengalami kerugian disebabkan oleh biaya investasi pada awal produksi cukup tinggi, setelah tahun ke 2 dan tahun seterusnya produksi menguntungkan.

Rendahnya nilai *IRR* disebabkan karena biaya investasi dan biaya produksi arang aktif dari sebetan relatif tinggi sedangkan keuntungan yang diperoleh rendah. Jumlah tungku pada kapasitas bahan baku arang 12 kg/tungku memerlukan investasi cukup tinggi.

2. Cuka kayu sebagai usaha tani

Pemanfaatan cuka kayu dari serbuk gergaji dan sebetan untuk budidaya tanaman pertanian (padi) sebagai pemercepat pertumbuhan dan *inhibitor* diperkirakan sama dengan hasil penelitian pemanfaatan cuka kayu yang telah dilakukan pada budidaya tanaman jahe, semangi, selasih, buncis, pertumbuhan stek pucuk dan bibit/anakan tanaman kehutanan dan penyembuhan penyakit tanaman kehutanan (Nurhayati dan Bermawie, 2004).

Petani yang merangkap sebagai pemilik sawah melakukan pembudidayaan padi jenis Ciherang dengan upah sistim paket 20% dari hasil akhir untuk kegiatan pembibitan, cabut bibit, penanaman, pemeliharaan, 'ngarambet' dan panen, upah 10% dari hasil untuk masing-masing kegiatan pengumpulan gabah, pengeringan dan penjualan gabah dan upah 10% untuk penggilingan gabah menjadi beras. Metode penggunaan cuka kayu balakan dengan cara penyemprotan pada konsentrasi cuka kayu 2,5% pada tanaman padi setelah umur tanam 1 bulan sampai masa panen (3,5 bulan) dengan selang 7 hari.

Tanaman padi dirawat dan diawasi pertumbuhannya oleh penyuluh pertanian dan perhitungan panen menggunakan cara ubinan (2,5x2,5 m) dengan konversi 0,96. Hasil panen gabah kering panen (gkp) dari perlakuan kontrol tanpa cuka kayu 6,4 ton/ha aktualnya 6,144 ton/ha (Tabel 8) dan panen dari perlakuan cuka kayu sebetan 8,8 ton/ha dan aktualnya 8,448 ton/ha. Gkp jenis Ciherang dijual pada harga Rp 2.000.- /kg dan bila dijual beras hasil gilingan Rp 4.000.-/kg.

**Tabel 7. Parameter analisis finansial produksi arang aktif**  
*Table 7. Parameter of financial analysis of activated charcoal manufacture*

Parameter	Arang serbuk gergaji/ <i>Charcoal of sawdust</i>	Arang sebetan/ <i>Charcoal of slabs</i>
Harga bahan baku/ <i>Pricet of raw materials</i> , Rp/kg	1000	1000
Upah produksi/ <i>Cost of production</i> , Rp/kg	2500	2500
Kapasitas tungku/ <i>Capacity of kiln</i> , kg	12	12
Harga tungku/ <i>Price of kiln</i> , (Rp x 1000.000)	1,5	1,5
Biaya overhead 1%/ <i>Cost of overbead</i> Rp/tungku/ <i>kiln</i>	15.000	15.000
Jumlah produksi/ <i>Total of production</i> , /thn/ <i>years</i>	313	313
Jumlah tungku / <i>Total of kiln</i>	19	28
Jumlah bahan baku/ <i>Total of raw materials</i> , kg	72 732	103 358
Asam fosfat/ <i>Phosphoric acid</i> , kg	0,133	0,133
Harga asam fosfat/ <i>Price of phosphoric acid</i> Rp/kg	15 000	15 000
Kayu bakar/ <i>Fuelwood</i> , kg/tungku/ <i>kiln</i>	79	79
Harga kayu bakar/ <i>Price of fuelwood</i> , Rp/kg	200	200
Air untuk steam/ <i>Water for steam</i> , l/tungku/ <i>kiln</i>	21	21
Harga air / <i>Price of water</i> /m <sup>3</sup>	1600	1600
Listrik/ <i>Electricities</i> , kwh/tungku/ <i>kiln</i>	1	1
Harga listrik/ <i>Price of electricities</i> ,/kwh	550	550
Jangka waktu pengembalian/ <i>Pay back periode</i> , ulan/ <i>month</i>	-	35,83
Tingkat bunga maksimum/ <i>Internal rate of return</i> , %	-	13
Nisabah manfaat terhadap biaya / <i>Benefit/ Cost</i>	-	1,003

Usaha tani budidaya padi Ciherang tercantum pada Tabel 8 menunjukkan bahwa pemanfaatan cuka kayu sebetan memberikan hasil panen lebih tinggi dari kontrol dengan selisih hasil gkp 2,304 ton/ha, akan tetapi memberikan hasil panen yang lebih rendah dari penggunaan bahan organik (*Boster energi*) dengan selisih 0,230 ton. Hal ini memberi arti bahwa cuka kayu efektif merespon pertumbuhan padi dengan baik dan mampu bersaing dengan bahan organik. Penggunaan bahan organik untuk budidaya tanaman padi memerlukan 2 kg/ha dengan harga Rp 120.000.-, sedangkan cuka kayu memerlukan 40 liter dengan biaya Rp 100.000.-.

Pendapatan dari usaha tani budidaya tanaman padi dengan menggunakan cuka kayu adalah Rp 12.166.000.-, tanpa cuka kayu Rp 8.847.000.-, dan bahan organik Rp 12.497.400 dalam periode 4 bulan. Keuntungan usaha tani dari penggunaan cuka kayu pada tanaman padi Ciherang Rp 9.980.500.- per ha, dari penggunaan bahan organik Rp 10.291.900.- per ha dan tanpa penyemproran dengan cuka kayu atau kontrol keuntungannya jauh lebih rendah yaitu Rp 6.761.500.- per ha.

**Tabel 8. Usaha tani budidaya padi**  
*Table 8. Effort of padi estate*

Parameter	Kontrol/ <i>Control</i>	Cuka kayu/ <i>Wood vinegar</i>	Bahan organik/ <i>Organic materials</i>
Pembelian bibit padi/ <i>Purchase of padi seeding</i> 25 kg/ha, Rp	87 500	87 500	87 500
Harga pupuk/ <i>Price of artificial manure</i> urea, SP36, KCl, , Rp	775 000	775 000	775 000
Harga cuka kayu / <i>wood vinegar</i> 40 liter - Bahan organik/ <i>Organic materials</i> 2 kg	-	100 000	120 000
Upah pemupukan, penyemprotan, pengolahan tanah/ <i>Fee for manured, sprayed, cultivated, Rp</i>	1 223 000	1 223 000	1 223 000
Bruto padi gabah kering panen (gkp)/ <i>Brutto of ricegreen dried (rgd)</i> , ton/ha	6,144	8,448	8,678
Upah sistim paket 20%/ <i>Fee for package system</i> , ton/ha	1,229	1,689	1,735
Neto padi kotor gkp/ <i>Nett of rgd</i> ton/ha	4,915	6,759	6,943
Jumlah penjualan gkp/ <i>Total of selling rgd</i> @ Rp 2000/kg, Rp	9 830 000	13 518 000	13 886 000
Upah penjualan gkp10%/ <i>Fee of selling rgd</i>	983 000	1 352 000	1 388 600
Neto penjualan gkp/ <i>Netto of selling rgd</i> Rp	8 847 000	12 166 000	12 497 400
Biaya produksi/ <i>Fee of production</i> Rp	2 085 500	2 185 500	2 205 500
Jumlah keuntungan/ <i>Total of benefit</i> Rp/ha	6 761 500	9 980 500	10 291 900

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Limbah serbuk gergaji dan sebetan dari industri penggergajian kayu secara teknis dapat digunakan sebagai bahan baku untuk produksi arang terpadu dengan cuka kayu dengan kualitas masing-masing produk memenuhi syarat arang SNI dan mutu cuka kayu Jepang. Rendemen arang dan cuka kayu dari serbuk gergaji masing-masing 19,1% dan 22%; dari sebetan 33,6% dan 40%. Dalam pemanfaatannya, arang dari limbah industri ini memenuhi syarat sebagai bahan baku untuk produksi arang aktif.
2. Analisis finansial produksi arang dan cuka kayu dari serbuk gergaji pada tungku lower tidak layak dikembangkan pada skala usaha, sebaliknya dari sebetan yang diproduksi pada tungku kubah batu-bata kapasitas 1,3 m<sup>3</sup> yang dilengkapi dengan unit pendingin air layak dikembangkan secara komersial. Hasil analisis finansialnya menunjukkan nisbah manfaat terhadap biaya (*B/C ratio*) 1,081, jangka waktu pengembalian investasi (*PBP*) 32,9 bulan dan tingkat bunga maksimum yang dapat dibayar (*IRR*) di atas bunga bank 79%. Usaha dilakukan pada industri penggergajian kayu kapasitas *input log* kayu 300 m<sup>3</sup> per bulan dengan jumlah tungku kubah 18 buah dan harga jual arang dan cuka kayu masing-masing Rp 1000.-/kg dan Rp 2.500.-/kg.
3. Produksi arang aktif dari arang sebetan dilakukan pada tungku pedesaan kapasitas 25 kg menggunakan bahan bakar dari kayu dengan aktifasi perendaman dalam asam fosfat 10% dan uap air pada suhu 730 °C selama 3 jam menghasilkan rendemen arang aktif 75% (dihitung dari berat arang) dan 4,9% (dihitung dari berat sebetan). Sifat arang aktif untuk kandungan daya serap iod 795 - 958 mg/g, kadar karbon tertambat 83-92%, kadar zat mudah terbang 5 - 12% memenuhi syarat mutu arang aktif SNI.
4. Analisis finansial produksi arang aktif dari arang sebetan menunjukkan nisbah manfaat terhadap biaya (*B/C ratio*) 1,003, jangka waktu pengembalian investasi (*PBP*) 35,8 bulan dan tingkat bunga maksimum yang dapat dibayar (*IRR*) di atas bunga bank 13%. Produksi arang aktif dilakukan pada tungku pedesaan berjumlah 28 buah dan ditempatkan pada lokasi industri penggergajian kayu dan harga jual arang aktif Rp 8.750.-/kg.
5. Pemanfaatan cuka kayu sebetan pada budidaya padi jenis Ciherang dengan cara penyemprotan pada konsentrasi 2,5% memerlukan 40 liter/ha dapat memberikan peluang usaha bagi petani dengan keuntungan sebesar Rp 9.980.500.- Per ha sedangkan tanpa cuka kayu Rp 6.761.500.- per ha.
6. Disarankan limbah sebetan pada industri penggergajian kayu dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk industri kecil produksi arang dan cuka kayu secara terpadu. Pengembangannya memberi dampak pada usaha lanjutan yaitu sebagai industri arang aktif dan cuka kayu sebagai usaha tani tanaman pertanian. Implementasi pengembangan paket teknologi limbah sebetan ini memberi dampak pada peningkatan aspek sosial, ekonomi pedesaan, efisien dalam penggunaan sumber bahan baku kayu dan ramah lingkungan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2001. Wood vinegar. Forest Energy Forum No. 9. FAO.
- , 1989. Arang kayu. SNI 01-1683-1989. Badan Srandardisasi Nasional. Jakarta.
- , 1995. Arang aktif teknis. SNI 06-3730-1995. Badan Srandardisasi Nasional. Jakarta.
- Hendra, D. 2006. Pembuatan arang aktif dari tempurung kelapa sawit dan serbuk gergaji kayu campuran. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 24(2):134. Bogor.
- Hendra, D. 2007. Pembuatan arang aktif dari limbah pembalakan kayu puspa dengan teknologi produksi skala semi pilot. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 25:2 (93-107). Bogor.
- Gittinger, J.P. 1986. Analisa ekonomi proyek-proyek pertanian. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta.
- Martawijaya, A. dan Paribotro Sutigno. 1990. Peningkatan efisiensi dan produktivitas pengolahan kayu melalui pengurangan dan pemanfaatan limbah. Seminar Teknologi Perakayan. 22 Januari 1990. Jakarta.
- Nurhayati, T. 1997. Pembuatan arang aktif dari 3 macam bahan baku dan penggunaannya sebagai penyerap pada pemurnian minyak. *Buletin Penelitian Hasil Hutan* 15(1):68-78. Bogor.
- Nurhayati, T. 2000. Sifat distilat hasil destilasi kering 4 jenis kayu dan kemungkinan pemanfaatannya sebagai pestisida. *Buletin Penelitian Hasil Hutan* 17(3):160-168. Bogor.
- Nurhayati, T. dan P. Sutigno. 2002. Penyediaan kayu secara lestari untuk bahan baku produksi arang. Makalah Seminar Penggalakan Pengembangan Produksi Arang dan Cuka kayu. Bogor 24 Juni 2004. Pusat Litbang Hasil Hutan. Bogor.
- Nurhayati, T., Sylviani dan Mahpudin 2003. Analisis teknis dan ekonomis produksi terpadu arang dan cuka kayu dari tiga jenis kayu. *Buletin Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan* 21:2(155-166). Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.
- Nurhayati, T., Han Roliadi and Nurliani Bermawie. 2005. Production of mangium wood vinegar and its utilization. *Jurnal of Forestry Research* 2:1(13-26). Forestry Research and Development Agency. Jakarta.
- Nurhayati, T., R.A. Pasaribu dan D. Mulyadi. 2006. Produksi dan pemanfaatan cuka kayu dari serbuk gergaji kayu campuran. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 24:5(395-411). Bogor.
- Wise. 1944. Wood Chemistry. Reinhold Publishing. New York.
- Yatagai Mitsuyoshi. 2002. Utilization of charcoal and wood vinegar in Japan. Graduate School of Agricultural and Life Sciences. The University of Tokyo. Japan.