

LAPORAN

PEMBUATAN PROTOTIPE DAN APLIKASI ALAT PENGOLAHAN LIMBAH KELAPA



IPB20011752

Kerjasama

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR

dengan

P.T. PERKEBUNAN XII
BANDUNG

KATA PENGANTAR

Laporan ini disusun berdasarkan kegiatan kerjasama antara Fakultas Teknologi Pertanian dan PT Perkebunan XII Bandung tentang "Pembuatan Prototipe dan Aplikasi Alat Pengolahan Limbah Kelapa". Kegiatan ini dilaksanakan selama tujuh minggu terbagi menjadi dua tahap kegiatan yaitu tahap pembuatan prototipe dan tahap aplikasi prototipe. Pembuatan prototipe dilakukan di jurusan Mekanisasi Pertanian dan aplikasi dilakukan di lokasi Perkebunan Cikaso dan Agrabinta.

Kepada semua pihak yang terlibat dalam kegiatan kerjasama ini disampaikan terimakasih, karena tanpa keterlibatan dan partisipasi aktif yang tidak dapat disebut satu persatu program kerjasama ini tidak akan dapat diselesaikan dengan baik. Segala masukan demi kesempurnaan Laporan ini diterima dengan senang hati. Semoga Laporan ini dapat bermanfaat .

Pogor, Januari 1991

Penyusun

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
I. PENDAHULUAN	
A. LATAR BELAKANG	1
B. PERMASALAHAN	4
C. MAKSUD, TUJUAN DAN SASARAN	6
II. PROTOTIPE ALAT PENGOLAH LIMBAH	
A. ALAT PEMISAH SERABUT	8
B. TUNGKU PEMBAKAR ARANG	11
III. PENGUJIAN DAN EVALUASI APLIKASI PENGOLAHAN LIMBAH	
A. PENGUJIAN ALAT	14
B. PENGOLAHAN LIMBAH KELAPA	16
C. ANALISA BIAYA PERALATAN	22
D. ANALISIS PADA PENGOLAHAN KOPRA	27
IV. KESIMPULAN DAN SARAN	
A. KESIMPULAN	30
B. SARAN	32
LAMPIRAN	33

I. PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Untuk meningkatkan ekspor hasil-hasil perkebunan, pemerintah Indonesia, dalam hal ini Departemen Pertanian, telah menempuh empat macam usaha yaitu intensifikasi, rehabilitasi, diversifikasi dan perluasan areal perkebunan. Usaha ini dilaksanakan melalui proyek-proyek kegiatan : a) Perusahaan Inti Rakyat Perkebunan (PIR Bun), b) Unit Pelaksana Proyek (UPP), c) Proyek Rehabilitasi Pengembangan Tanaman Ekspor (PRPTE) dan d) Kegiatan-kegiatan lain berupa kerjasama dengan pihak swasta.

Dalam usaha peningkatan produksi kelapa, pemerintah Indonesia cq. Departemen Pertanian telah meminta PT. Perkebunan XII untuk melaksanakan proyek Perusahaan Inti Rakyat Perkebunan Kelapa dan bertindak sebagai Inti pengembangan perkebunan kelapa di lokasi Agrabinta (Cianjur) dan Cikaso (Sukabumi). Hal ini dilakukan karena PTP XII dianggap mampu dan sudah berpengalaman dalam pengelolaan perkebunan komoditas lain seperti teh, karet, kopi dan coklat.

Tujuan dari proyek PIR ini adalah : a) membantu melaksanakan dan meningkatkan program transmigrasi atau pemindahan penduduk, b) memperluas kesempatan kerja dan meningkatkan pendapatan petani pekebun, c) meningkatkan

hasil produksi baik kualitas maupun kuantitas, d) membantu mencapai sasaran ekspor non-migas, e) memanfaatkan lahan sehingga lebih efisien dan produktif, f) mempercepat proses alih teknologi, manajemen dan agronomis antara perkebunan besar dan petani dan g) penertiban pemilikan tanah.

Dalam pelaksanaan proyek yang dimulai tahun 1985, pra-survey dan studi kelayakan telah dilakukan oleh ahli-ahli agronomi, ilmu tanah dan ahli dari Direktorat Jenderal Perkebunan. Setelah dianggap layak, kemudian dibuat disain tata ruang (DTR) yang kemudian dibuat jalan-jalan penghubung dan jalan koleksi, pengembangan lahan untuk tanaman pokok, lahan untuk tanaman pangan dan pembangunan rumah petani peserta.

Sasaran perolehan lahan untuk petani peserta adalah 1.5 ha untuk lahan pokok (kelapa hibrida), 0.2 ha untuk lahan pekarangan dan 0.3 ha untuk lahan pangan.

Tabel 1. Realisasi Produksi Kelapa Hibrida dari Perk. Agribinta dan Cikaso (x 1000 butir)

Tahun	Realisasi Produksi	
	Kebun sendiri	Plasma (NES VI)
1985	341	0
1986	641	0
1987	1.196	195
1988	1.691	965
1989	2.672	5.470
Kenaikan (%/th)	68.49	215.43

Realisasi produksi kelapa di dua perkebunan (Agrabinta dan Cikaso) menunjukkan kenaikan yang tinggi—setiap tahunnya yaitu 68.49 % kenaikan produksi kebun sendiri dan 215.43 % kenaikan produksi kebun plasma, setiap tahunnya (Tabel 1.).

Dimasa-masa mendatang, kenaikan produksi ingin dipertahankan pada persentase yang tinggi. Untuk masa produksi tahun 1990 sampai tahun 1994 peningkatan produksi kelapa dan kebun sendiri ditargetkan sebesar 25.29 % per tahun sedangkan dari kebun plasma 40.76 % per tahun.

Pengolahan kelapa yang dilaksanakan sekarang baru diarahkan pada pengolahan menjadi kopra dengan cara yang masih tradisional, menghasilkan kopra yang laku dijual ke pasaran dalam negeri. Pengolahan kelapa dengan memanfaatkan seluruh bagian buah secara penuh (daging buah, sabut, tempurung dan air) belum mencapai tingkat pemanfaatan yang maksimum.

Pengolahan sabut, tempurung dan air, yang sampai saat ini dikategorikan hasil samping (by-product) bahkan dianggap limbah belum mendapat perhatian penuh. Bahkan, hasil samping yang berupa sabut dan tempurung baik yang dihasilkan kebun sendiri maupun kebun plasma menjadi/menimbulkan masalah karena sifatnya kamba sehingga memerlukan tempat penyimpanan yang cukup

Besar. Kedua hasil samping tersebut baru digunakan untuk bahan bakar pada proses pengeringan kopra.

B. PERMASALAHAN

Tanaman kelapa dapat dikatakan sebagai tanaman serba guna karena setiap bagiannya dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan manusia. Manfaat terbesar adalah pada daging buah kelapa, terutama diolah menjadi kopra, santan, minyak-klentik dan "dessicated coconut". Bagian-bagian lain dari buah kelapa seperti sabut dapat menghasilkan serat sebagai bahan baku untuk membuat tikar, tali, keset, karpet dan wig. Tempurung selain sebagai bahan kerajinan dapat juga dibuat arang biasa dan arang aktif yang berfungsi sebagai penghilang bau dan penyaring. Arang biasa dapat diaktifkan dan mempunyai peluang ekspor yang baik. Air buah kelapa dapat digunakan minuman segar-awet, cuka dan nata de coco.

Dari data produksi tahun 1989, dengan nilai konversi 1000 butir kelapa menjadi 220 kg daging buah, 330 kg sabut dan 165 kg tempurung, maka dapat diperhitungkan pada tahun 1989 hasil samping produksi pengolahan kopra dari kebun sendiri berupa sabut 882 ton dan 441 ton tempurung. Sedangkan dari kebun plasma dapat dihasilkan 1.805 ton sabut dan 903 ton tempurung. Total perolehan sabut dan tempurung dari kebun sendiri

dan kebun plasma mencapai masing-masing 1.323 ton dan 2.708 ton.

Jika digunakan kerapatan kamba untuk sabut 5 m³/ton dan untuk tempurung 3 m³/ton maka pada tahun 1989 dari kedua perkebunan Agribinta dan Cikaso diperoleh sabut sebanyak 6.615 m³ dan tempurung 8.124 m³. Angka-angka ini menunjukkan permasalahan yang dialami dalam penanganan dan menimbulkan dampak negatif bila tidak ditangani dengan baik. Pemanfaatan kedua jenis hasil samping ini akan berdampak positif terutama dalam hal : 1) pendapatan petani kelapa, dan 2) menghindari pencemaran lingkungan karena produk yang membusuk.

Upaya penanganan hasil samping pengolahan kopra diatas harus dilaksanakan dengan mencari proses pengolahan yang dapat menambah nilai dari komoditas itu sendiri dan komoditas kelapa secara keseluruhan. Sabut, secara tradisional, dapat dibuat serat melalui perendaman dan pembersihan. Perendaman memerlukan waktu yang lama (4 bulan) dan air yang cukup banyak. Pembakaran tempurung menjadi arang dengan cara tradisional menghasilkan arang yang berkadar karbon (C) rendah sehingga tidak baik untuk diaktifkan dan tidak berpeluang ekspor.

Teknologi pembuatan serat dari sabut dan pembuatan arang dari tempurung telah dikembangkan dan dapat

diterapkan dalam upaya pemanfaatan kedua hasil samping pengolahan kelapa tersebut diatas menjadi komoditas yang berdaya dan berhasil guna lebih tinggi.

Alat pemisah serabut dari sabut kelapa secara mekanis dapat menghasilkan serabut yang bermutu tinggi dan gabus. Tungku pembakaran tempurung menjadi arang yang dilengkapi fasilitas pengaturan kecepatan pembakaran dapat menghasilkan arang yang berkadar karbon tinggi sehingga layak dibuat arang aktif yang mempunyai kegunaan industri sehingga berpeluang dipasarkan di luar negeri.

C. MAKSUD, TUJUAN DAN SASARAN

Maksud dari kegiatan kerjasama antara PTP XII dengan Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor ini adalah:

- a) Meneliti berbagai kelemahan atau kekurangan segi pengolahan limbah kelapa (sabut dan tempurung) yang dihasilkan dari produksi kopra.
- b) Membuat prototipe alat pemisah serabut dari sabut kelapa dan tungku pembakaran tempurung serta aplikasi kedua alat tersebut di lapangan.

Tujuan dari kegiatan ini ada dua, yaitu jangka pendek dan jangka panjang. Tujuan jangka pendek adalah merencanakan prototipe pengolah sabut dan tempurung

kelapa sesuai program PTP XII dikaitkan dengan proses produksi—sehingga akan meningkatkan daya dan hasil guna kedua hasil samping tersebut diatas. Tujuan jangka panjang adalah membuat "Buku Panduan Pembuatan dan Penggunaan Alat Pengolah Sabut dan Tempurung Kelapa" khususnya untuk PT. Perkebunan XII, dengan berlandaskan :

- a) meningkatkan produksi,
- b) efisiensi biaya produksi,
- c) kemudahan pemeliharaan,
- d) berwawasan lingkungan dan
- e) meningkatkan kesejahteraan karyawan dan petani.

Oleh karena itu, sasaran dari pada kegiatan ini ialah Karyawan PTP XII (Agribinta dan Cikaso) dan Petani Pekebun dari Kebun-Kebun Plasma, yang dalam hal ini sebagai petani kelapa. Bentuk nyata target sasaran secara kongkrit adalah membuka peluang bagi petani kelapa untuk melakukan kegiatan menambah pendapatan riil, antara lain ;

- 1) penjualan arang tempurung kelapa,
- 2) penjualan serabut kelapa,
- 3) penjualan gabus, dan
- 4) penjualan campuan gabus dan potongan serabut yang pendek/lembut sebagai pupuk organik ataupun media tanaman hias & sayuran (hortikultur).

II. PROTOTIPE ALAT PENGOLAH LIMBAH

A. ALAT PEMISAH SERABUT

1. Diskripsi

Alat pemisah serabut adalah sebuah mesin sederhana yang berfungsi untuk memisahkan serabut dan gabus dari sabut buah kelapa. Pemisahan serabut dari sabut buah kelapa menggunakan prinsip pengepresan dan penghempasan.

Pengepresan dilakukan dengan menghimpit sabut kulit buah kelapa oleh dua buah rol besi yang berputar, sedangkan penghempasan dilakukan di dalam drum pemisah yang akan memproses sabut yang sudah dipress menjadi serabut dan gabus, serta hasil lainnya berupa campuran gabus dan potongan serabut pendek/halus.

Sebagai sumber tenaga digunakan motor diesel yang terpasang disisi alat, dengan menggunakan belt sebagai sistem penyaluran tenaga ke roller besi dan drum pemisah serabut.

2. Bagian-bagian Mesin

Mesin pemisah serabut kelapa terdiri dari 3 bagian pokok yang mempunyai fungsi berbeda, yaitu :

a. Bagian tenaga penggerak

Sebagai tenaga penggerak dapat dipilih mesin diesel yang berkekuatan sekitar 7 - 12 HP. Dari putaran engine yang ada diambil tenaganya melalui V-belt yang dihubungkan ke roller dan drum pemisah. Sistem penyaluran tenaga dari engine dilakukan secara terpisah, sehingga memerlukan dua buah V-belt yang masing-masing menghubungkan dari engine ke drum pemisah dan dari drum pemisah ke roller pengepres.

b. Bagian pengepresan

Pengepres sabut ini berupa sepasang roll besi diameter 15 cm yang berputar berlawanan arah. Roller pengepres ini terletak tepat di atas inlet drum pemisah, hal ini dimaksudkan agar sabut yang sudah dipres ditekan oleh sepasang roller besi akan langsung jatuh secara gravitasi ke dalam drum pemisah. Putaran roller digerakkan melalui V-belt yang diambilkan dari putaran drum pemisah, sedangkan arah putaran roller diatur dengan sistem gear yang akan memutar roller berlawanan arah.

c. Drum pemisah

Bagian ini merupakan bagian utama dari mesin pemisah serabut, terdiri dari; (1) silinder bersirip tegak di tengah drum, (2) sisi bersirip

yang menempel pada dinding drum pemisah, (3) piring-piring yang merupakan batas bagian bawah yang berfungsi sekaligus sebagai penyaring bahan gabus yang sudah terpisah, dan (4) outlet produk yang memiliki tiga bagian yaitu untuk serabut, gabus, dan campuran serabut pendek/halus dan gabus.

3. Spesifikasi Mesin

a. Penggerak

- Motor : Diesel
- Tenaga : 7 - 12 HP
- Pendingin : air

b. Roll

- Garis tengah : 25 cm
- Panjang : 45 cm
- Patron : zig-zag
- Tenaga : 3 HP
- Kapasitas : 165 kg sabut/jam

c. Stripping

- Tipe : drum
- Gizi : peg
- Concave : saringan
- Gigi concave : bersirip
- Tenaga : 7 HP

- d. Kapasitas : 160 - 200 kg/jam

B. TUNGKU PEMBAKAR ARANG

1. Diskripsi

Tungku pembakar arang adalah alat sederhana yang berfungsi sebagai tempat pembakaran arang yang mudah dipindahkan dan dapat menghasilkan arang yang lebih cepat dan efisien.

Alat ini terbuat dari lembaran logam dan dapat secara mudah dikerjakan oleh bengkel yang mempunyai fasilitas penggulangan (rolling), pengelasan (welding), pengeboran (drilling) dan pemotongan (cutting).

2. Bagian-bagian Alat

Tungku alat pembakar ini terdiri dari dua silinder yang sama besar dan saling mencakup, tutup berbentuk kerucut, cerobong asap dan alas tungku.

a. Silinder dinding tungku

Silinder dinding tungku terbuat dari dua buah silinder plat besi dengan tebal 2 mm dan jari-jari kelengkungan sepanjang 1145 mm untuk bagian bawah dan 1130 mm untuk bagian atas. Serta tinggi silinder bagian bawah 900 mm dan bagian atas 80 mm. Pada dinding silinder ini diberi ring penguat untuk sisi atas dan sisi bawah dengan menggunakan siku-siku ukuran 50 x 50 mm dengan tebal 3 mm.

b. Tutup atas

Tutup atas berupa kerucut dengan tinggi 450 mm dilengkapi dengan lubang uap dengan lebar 200 mm dan tinggi 250 mm. Untuk membuka tutup atas ini dipasang dua buah handle yang terbuat dari besi behel berukuran 5 mm.

c. Cerobong asap

Cerobong asap sebanyak 4 buah yang dibuat dari pipa besi setebal 2 mm dan tingginya 2300 mm. Cerobong ini dipasang di atas alas tungku yang akan mengeluarkan asap dari dasar tungku melalui saluran alas ke cerobong asap.

d. Alas Tungku

Alas tungku berfungsi sebagai pengganjal tungku agar dapat dimasukkan kayu bakar untuk memulai pembakaran arang sekaligus berfungsi sebagai saluran alas yang akan membuang asap pembakaran ke cerobong asap. Bagian alas ini terbuat dari plat besi setebal 3 mm dengan panjang 375 mm dan tinggi 150 mm.

3. Spesifikasi Tungku

a. Pembakaran

- Pembakaran : langsung
- Tipe : batch dengan dua silinder

(1) bagian atas

- garis tengah : 226 cm
- tinggi : 80 cm
- tutup : tirus
- lubang asap : 4 buah

(2) bagian bawah

- garis tengah : 229 cm
- tinggi : 90 cm
- jalan udara : 8 buah

- Lubang asap : 4 buah

b. Sistem pembakaran

- Aliran oksigen : konveksi
- Tipe : flens (bagian bawah)

c. Kapasitas : 350 -450 kg arang/tungku

d. Rendemen : 30 -40 persen

III. PENGUJIAN DAN EVALUASI APLIKASI PENGOLAH LIMBAH

A. PENGUJIAN ALAT

Hasil pengujian diperoleh dari evaluasi pengoperasian alat yang akan memperlihatkan performansi kerja alat (kinerja alat). Di dua perkebunan yaitu Perkebunan Cikaso dan Perkebunan Agrabinta, yang keduanya termasuk dalam PTP XII.

1. Pengujian Alat Pemisah Serabut

a. Lokasi Citayem, Agrabinta

- kondisi sabut direndam 15 hari menghasilkan :

kapasitas sabut	: 240 kg/jam
hasil serabut	: 38.4 kg/jam
hasil gabus	: 86.4 kg/jam
campuran serabut gabus	: 20 kg/jam

- kondisi sabut masih baru dikupas menghasilkan :

kapasitas sabut	: 180 kg/jam
hasil serabut	: 120 kg/jam
hasil gabus	: 65 kg/jam
campuran serabut gabus	: 20 kg/jam

b. Lokasi di Cikaso

- kondisi sabut direndam 15 hari menghasilkan :

kapasitas sabut	: 250 kg/jam
-----------------	--------------

- hasil serabut : 75 kg/jam
- hasil gabus : 125 kg/jam
- campuran serabut gabus : 50 kg/jam
- kondisi sabut direndam dan dikeringkan 15 hari pada tengah hari menghasilkan :
 - kapasitas sabut : 200 kg/jam
 - hasil serabut : 48 kg/jam
 - hasil gabus : 108 kg/jam
 - campuran serabut gabus : 10 kg/jam

2. Pengujian Tungku Arang

a. Lokasi Sempur Gembreng

- pembakaran dengan saluran udara terbuka penuh
 - bahan : 1350 kg tempurung
 - waktu pembakaran : 11.5 jam
 - waktu pendinginan : 18 jam
 - hasil arang : 195.5 kg
 - rendemen arang : 14.11 %
- pembakaran dengan saluran udara terbuka separoh
 - bahan : 1350 kg tempurung
 - waktu pembakaran : 13.5 jam
 - waktu pendinginan : 24 jam
 - hasil arang : 284 kg
 - rendemen arang : 21.03 %

b. Lokasi di Cikaso

- pembakaran dengan saluran udara terbuka penuh

bahan : 800 kg tempurung

waktu pembakaran : 7.5 jam

waktu pendinginan : 22 jam

hasil arang : 132.5 kg

rendemen arang : 16.51 %

- pembakaran dengan saluran udara terbuka separoh

bahan : 1350 kg tempurung

waktu pembakaran : 11 jam

waktu pendinginan : 18 jam

hasil arang : 390.5 kg

rendemen arang : 28.9 %

B. PENGOLAHAN LIMBAH KELAPA

1. Potensi Limbah Kelapa

Buah kelapa berbentuk oval segi tiga dengan ukuran panjang antara 15-30 cm. Struktur buah terdiri dari sabut, tempurung, daging buah dan air kelapa. Pada umumnya pengertian limbah kelapa adalah limbah pengolahan-kopra yang meliputi sabut, tempurung dan air kelapa. Proporsi masing-masing bagian disajikan pada Tabel berikut.

Tabel 2. Proporsi bagian kelapa dan berat per butir

Bagian	Pustaka ^a	Survey
Sabut	25.98 %	33.34 %
Daging buah	34.16 %	28.00 %
Tempurung	11.76 %	13.33 %
Air kelapa	28.10 %	25.33 %
Berat per butir	1.8 kg	1.5 kg

^aHardjo (1989)

Dari data-data di atas dapat diambil rata-rata, bahwa buah kelapa yang masak terdiri dari 35 % sabut, 12 % tempurung, 28 % daging buah dan 25 % air. Dengan memakai nilai rata-rata tersebut di atas, maka untuk tiap unit pengolahan kopra dengan kapasitas 5 ton kopra dapat diestimasi jumlah limbah yang dihasilkan seperti berikut:

- a. Kelapa : $5\,000 \times 6 = 30\,000$ butir = 40 ton
- b. Sabut : 0.35×40 ton = 14.0 ton
- c. Tempurung : 0.12×40 ton = 4.8 ton
- d. Air kelapa : 0.25×40 ton = 10.0 ton

Jika dikaitkan dengan rencana pembangunan instalasi pengolahan minyak kelapa dengan daya serap 25 ton kopra per hari maka nilai-nilai di atas masih harus dikalikan lima.

2. Pemanfaatan Limbah

a. Sabut

Sebagai langkah awal pemanfaatan sabut adalah pengadaan alat pemisah sabut. Untuk proyek percontohan telah selesai dipasang alat pemisah sabut di Karang Anyar dan Sempur Gembreng. Kapasitas serap alat ini adalah 0.2 ton sabut basah per jam.

Keluaran dari alat ini adalah sabut yang telah terpisah baik dengan kulit luar maupun dengan sabut yang lain. Sabut yang telah terpisah dapat diolah lebih lanjut menjadi bahan pengisi jok, keset (alas kaki) dan tali. Satu hal yang perlu dibina adalah keterkaitan dengan pengrajin keset, jok atau tali di sekitarnya. Untuk itu dapat dilakukan peninjauan ke Departemen/Dinas Perindustrian, khususnya Industri Kecil.

Sebagai peluang pemasaran serabut lainnya adalah kepada perusahaan mobil dan mobelair, diantaranya adalah PT ASTRA INTERNATIONAL, PT INDO MOTOR, PT GARMAN MOTOR, PT KRAMA YUDHA TIGA BERLIAN, PT NATIONAL MOTOR, serta PT PALMA FURNITURE dan PT LIGNA FURNITURE.

b. Gabus.

Selain serabut, hasil lain dari alat ini adalah gabus. Bagian ini memiliki peluang untuk digunakan

sebagai bahan dasar pembuatan papan partikel dan papan kedap suara. Beberapa perusahaan di lingkungan perkayuan misalnya PT UBER SAKTI, PT MAHAKAM JAYA, PT INDAH KIAT CORPORATION dan lainnya, dapat dihubungi kemungkinan pemasaran gabus ini, bahkan dapat sebagai bahan ekspor ke Singapura, Jepang dan beberapa negara barat.

c. Tempurung

Salah satu komoditi asal tempurung yang berdaya saing cukup besar adalah arang. Pada tahun 1988 tercatat ekspor arang tempurung kelapa sebesar 4 096 ton. Dengan adanya tungku ini diharapkan pembuatan arang tempurung kelapa dapat dilakukan dengan lebih mudah dan terkontrol.

Produk yang didapatkan yaitu arang tempurung kelapa masih dapat ditingkatkan nilainya dengan pengolahan lebih lanjut menjadi arang briket atau arang aktif. Selain itu arang tempurung yang dihasilkan dapat digunakan untuk keperluan sehari-hari masyarakat sekitar perkebunan.

d. Campuran gabus dan serabut

Bahan ini hasil potongan serabut kecil/ halus dan gabus halus, dapat diproses selanjutnya menjadi media tumbuhan (holtikultura) dengan menjadikan kompos ataupun disebar langsung ke lahan pertanian.

Dengan mengemas dalam kantong plastik kecil (@ 1 kg) dapat dipasarkan ke toko-toko pertanian.

e. Air kelapa

Berdasarkan beberapa penelitian diketahui bahwa air kelapa masih mengandung protein 4 %, karbohidrat 19 % dan gula 4-6 %. Dengan demikian masih ada beberapa alternatif pemanfaatan air kelapa menjadi beberapa produk antara lain nata de coco, kecap, cuka dan lain-lain.

f. Kecap air kelapa

Ketentuan standar, mutu kecap terbagi dua tingkatan, yakni kecap mutu pertama berkadar protein 6 % dan kecap mutu kedua berkadar protein 4 %. Untuk memenuhi standar pertama, dalam pengolahan kecap air kelapa dibutuhkan tambahan 1 kg kedele/10 l air kelapa dan 0.7 kg kedele/10 l air kelapa untuk kecap mutu kedua.

Untuk tiap 10 l air kelapa, bahan-bahan tambahan yang dibutuhkan adalah : 0.75 kg kluwak, 0.5 kg pekak, 0.175 kg kemiri, 0.25 kg lengkuas, 1 ons wijen, 20 lembar daun salam, 10 batang sereh, 4 kg gula merah dan 1 ons vetsin. Pekak harus disangrai terlebih dahulu, kemiri digoreng dengan sedikit minyak (tetapi dijaga jangan sampai hangus, agar kecap tidak pahit). Kedele untuk bahan kecap

harus digodok setengah masak dan didiamkan 2 atau 3 hari sampai tumbuh jamur. Setelah tumbuh jamur, kedele dikeringkan di terik matahari.

Setelah semua bahan siap barulah merebus air kelapa. Air kelapa harus dijernihkan terlebih dahulu dari kotoran (misalnya sabut, semut, potongan-potongan kelapa dll). Bila air kelapa mulai panas, masukkan semua bahan sambil terus dilakukan pengadukan. Air kelapa dianggap sudah menjadi kecap bila tetesan-tetesannya tidak putus, warna coklat tua kehitaman tetapi tidak gosong dan rasanya cukup. Bahan pengawet yang dapat dipakai adalah benzoat dengan kadar maksimum 0.23 %. Sebelum dikemas, kecap air kelapa perlu disaring terlebih dahulu dari kotoran-kotoran yang ada.

Selain dibuat kecap, air kelapa dapat juga digunakan sebagai bahan baku pembuatan nata de coco dan cuka makan. Kedua produk ini merupakan hasil fermentasi mikroba, oleh karena itu dibutuhkan kerja yang ekstra hati-hati agar tidak terjadi kontaminasi oleh mikroba yang tidak dikehendaki. Nata de coco dibuat dengan menggunakan mikroba *Acetobacter xylinum*. Pembuatan produk ini telah dilakukan di Perkebunan Agrabinta, walaupun kemudian timbul kesulitan dalam pemasarannya.

C. ANALISIS BIAYA PERALATAN

Analisis tekno ekonomi ini memberikan bahasan mengenai analisis biaya dan pendapatan yang diterima melalui keputusan pembelian/penggunaan alat dan mesin. Kriteria yang dipergunakan adalah analisis Benefit Cost Ratio (BCR). Jadi sebagai keluaran akhir adalah penetapan pendapatan per tahun untuk mencapai suatu nilai BCR yang diinginkan.

Biaya dari alat terdiri dari biaya tetap dan biaya tidak tetap. Biaya tetap bersumber dari investasi awal, yaitu harga beli alat. Sedangkan biaya tidak tetap adalah biaya yang dikeluarkan pada saat produksi. Faktor-faktor biaya tidak tetap pada kedua alat dirinci pada tabel berikut ini.

Tabel 3. Faktor-faktor biaya tidak tetap alat pembakar tempurung kelapa (per operasi)

No.	U r a i a n	Jumlah	Harga (Rp)
1.	tempurung kelapa	1 500 kg	0
2.	Ongkos angkut	2 route	10 000
3.	Tenaga kerja khusus arang	2 HKO	14 000
4.	Lain-lain		1 000
		Jumlah :	26 000

Tabel 4. Faktor-faktor biaya tidak tetap alat pemisah sabut kelapa (per hari)

No.	U r a i a n	Jumlah	Harga (Rp)
1.	sabut kelapa	1 600. kg	0
2.	Ongkos angkut sabut	2 route	10 000
3.	Tenaga kerja	2 HKO	10 000
4.	Bahan bakar	16 liter	5 600
5.	Oli	1 liter	2 000
6.	Pemeliharaan, dll		2 000
Jumlah			29 600

Berdasarkan uji lapang didapatkan data spesifikasi, data kinerja alat yang dipergunakan dalam perhitungan berikut ini.

1. Alat pembakar tempurung kelapa

Umur teknis alat	:	3 tahun
Kapasitas per operasi	:	300 kg arang
Waktu setiap operasi	:	2 hari
Harga beli alat	:	Rp 5 800 000

2. Alat pemisah sabut kelapa

Umur teknis alat	:	5 tahun
Kapasitas per jam	:	200 kg sabut
Hasil per jam	:	85 kg serabut 40 kg gabus, dan 25 kg campuran serabut dan gabus
Jam kerja per hari	:	8 jam
Harga beli alat	:	Rp 6 015 000

Dari data-data di atas didapatkan :

1. Alat pembakar tempurung kelapa

Biaya tidak tetap per tahun : Rp 4 680 000

Produksi total per tahun : 54 000 kg

2. Alat pemisah sabut

Biaya tidak tetap per tahun : Rp 10 656 000

Produksi total per tahun : 1 150 000 kg gabus

2 500 000 kg serabut

720 000 kg campuran
gabus &
serabut.

Perhitungan laju pengembalian modal (IRR) dan BCR dilakukan dengan bantuan paket program Lotus 123, dengan cash flow seperti ditampilkan pada tabel berikut ini.

Tabel 5. Cash flow perhitungan IRR dan BCR untuk alat pembakar tempurung kelapa.

Tahun ke -	Biaya	Penerimaan	Pendapatan
0	5 800 000	0	- 5 800 000
1	4 680 000	8 500 000	3 820 000
2	4 680 000	8 500 000	3 820 000
3	4 680 000	8 500 000	3 820 000

Catatan : nilai IRR = 47.45 dan BCR = 1.50

Perhitungan pertama memperlihatkan bahwa untuk pendapatan Rp 8 500 000 per tahun, didapatkan IRR = 47.45 % dan nilai BCR = 1.50. Hal ini berarti bahwa

untuk mencapai IRR dan BCR tersebut di atas harga jual arang adalah Rp 157.41/kg. Sebagai pilihan lain dengan memberikan alternatif atau skenario pendapatan tertentu dapat ditentukan nilai IRR dan BCR yang diperolehnya serta dapat diketahui harga jual setiap satuan produk tersebut untuk masing-masing nilai IRR dan BCR yang dicapai. Beberapa hasil perhitungan telah dilakukan dengan hasil seperti disajikan pada Tabel halaman berikut.

Tabel 6. Pilihan anggaran pendapatan untuk alat pembakar tempurung kelapa.

Pendapatan (Rp/th)	IRR (%)	BCR	Harga jual (Rp/kg)
5 500 000	- 26.90	0.37	101.85
7 000 000	14.04	0.93	129.62
8 000 000	36.74	1.31	148.14
8 500 000	47.45	1.49	157.40
9 000 000	57.86	1.68	166.66
10 000 000	78.01	2.06	185.18

Perhitungan yang sama juga dilakukan untuk alat pemisah sabut kelapa dengan hasil sebagai berikut.

Tabel 7. Cash flow perhitungan IRR dan BCR alat pemisah sabut kelapa

Tahun ke -	Biaya	Penerimaan	Pendapatan
0	6 105 000	0	- 6 105 000
1	10 656 000	13 550 000	2 894 000
2	10 656 000	13 550 000	2 894 000
3	10 656 000	13 550 000	2 894 000
4	10 656 000	13 550 000	2 894 000
5	10 656 000	13 550 000	2 894 000

Catatan : nilai IRR = 39.00 dan BCR = 1.50

sedangkan alternatif-alternatif lainnya seperti analisis arang kelapa terdahulu dapat juga dilaksanakan perhitungannya seperti disajikan pada Tabel berikut.

Tabel 8. Pilihan anggaran pendapatan untuk alat pemisah sabut kelapa.

Pendapatan (Rp/th)	IRR (%)	BCR	Harga jual (Rp/kg) *
13 000 000	27.32	1.48	225.6
13 550 000	38.76	1.50	235.2
14 500 000	57.26	1.99	251.7
15 000 000	66.67	2.25	260.4
16 000 000	84.71	2.71	277.7

* Harga jual berdasarkan per kg bahan mentah

Harga jual untuk produk yang dihasilkan oleh alat pemisah sabut kelapa ini tidak dapat langsung ditentukan karena alat tersebut menghasilkan tiga jenis

produk yang berbeda jumlah dan harga jualnya di pasaran. Sehingga sebagai acuan digunakan harga jual produk per kg. bahan mentah, artinya harga jual berdasarkan komposisi dari masing-masing produk yang yang dihasilkan dengan mengolah 1 kg bahan mentah. Sebagai contoh, 1 kg sabut kelapa diolah menjadi 0.2 kg gabus dan 0.42 kg serabut, dan 0.12 campuran serabut pendek/halus dan gabus lembut; ketiga produk tersebut harus dijual dengan harga masing-masing sebesar $0.2 \times \text{Rp } 235.2 = \text{Rp } 47,-$ untuk gabus, $0.42 \times \text{Rp. } 23.53 = \text{Rp. } 104,-$ untuk serabut dan $0.12 \times \text{Rp. } 23.53 = \text{Rp. } 29,-$ untuk produk campuran serabut pendek/halus dengan gabus halus.

D. ANALISIS PADA UNIT PENGOLAHAN KOPRA

Sesuai dengan rencana pengembangan PTP XII, jika dipergunakan patokan bahwa sebuah unit pengolahan kopra mempunyai kapasitas 5 ton kopra/hari, maka akan tersedia bahan baku sabut kelapa sebanyak 14 ton dan 4.8 ton tempurung kelapa. Dengan potensi bahan baku sejumlah tersebut di atas maka akan diperlukan 9 buah unit pembakar tempurung kelapa dan 7 buah alat pemisah sabut. Biaya-biaya yang diperlukan adalah sebagai berikut:



1. Harga alat : Rp 94 935 000
2. Tenaga kerja : 18 orang/hari untuk pemisah sabut
14 orang/hari untuk tungku arang
3. Angkutan : 18 route/hari untuk pemisah sabut
6 route/hari untuk tungku arang
4. Solar : 144 liter/hari
5. Pelumas : 9 liter/hari

Dengan mempergunakan patokan BCR 1.5 untuk masing-masing alat, cash flow dari satu unit pengolahan kopra dapat dilakukan dengan berasumsi bahwa pembelian dilakukan serentak dan tidak ada pembelian alat baru dalam jangka waktu analisis selama 5 tahun. Cash flow tersebut dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 9. Cash flow perhitungan IRR dan BCR untuk satu unit pengolahan kopra.

Tahun ke -	Biaya	Penerimaan	Pendapatan
0	95 545 000	0	- 95 545 000
1	128 664 000	181 450 000	52 786 000
2	128 664 000	181 450 000	52 786 000
3	128 664 000	181 450 000	52 786 000
4	95 904 000	121 950 000	26 046 000
5	95 904 000	121 950 000	26 046 000

Catatan : nilai IRR = 39.00 dan BCR = 1.46

Ternyata BCR keseluruhan lebih rendah dari nilai patokan yang diambil sebelumnya (1.5). Oleh karena itu dicoba dipergunakan penghasilan per tahun yang lebih

tinggi, yaitu pendapatan dari alat pemisah sabut kelapa dinaikkan menjadi Rp 14 000 000 per tahun.

Tabel 10. Cash flow perhitungan IRR dan BCR untuk satu unit pengolahan kopra.

Tahun ke -	Biaya	Penerimaan	Pendapatan
0	95 545 000	0	- 95 545 000
1	128 664 000	185 455 000	56 791 000
2	128 664 000	185 455 000	56 791 000
3	128 664 000	185 455 000	56 791 000
4	95 904 000	126 000 000	30 096 000
5	95 904 000	121 000 000	30 096 000

Catatan : nilai IRR = 45.56 dan BCR = 1.59

Dari hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi pengolahan pada skala yang sama dengan 5 ton kopra per hari dapat memberikan kelayakan usaha yang cukup memadai, secara ekonomis memperlihatkan nilai pengembalian bunga (IRR) sebesar 45.56 % atau lebih besar dari bunga bank atau nilai Benefit Cost Ratio (BCR) sebesar 1.59.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

1. Limbah kelapa mempunyai nilai ekonomis cukup tinggi dan kekuatan pasar yang sangat potensial. Produk pengolahan limbah kelapa dapat berupa :

- a. Serabut

Produksi ini dapat diproses lebih lanjut menjadi tali, alas kaki (keset), bahan pengganti busa.

- b. Gabus

Produk ini sebagai bahan baku papan partikel ataupun papan kedap suara setelah diproses lebih lanjut.

- c. Arang tepung kelapa

Sebagai arang bahan ini mempunyai kualitas yang tinggi sehingga dapat ditingkatkan menjadi arang aktif atau arang briket, selain itu juga digunakan untuk arang rumah tangga.

- d. Kecap air kelapa

Mutu kecap air kelapa cukup baik dan dapat ditingkatkan dengan menambah kedelai 1 kg/10 liter air kelapa.

e. Nata de coco

Air kelapa ditambah dengan cuka makan dapat diproses menjadi nata de coco dengan menggunakan mikroba *Acetobacter xylinum*.

f. Campuran serabut pendek/lembut dan gabus halus
Produk ini sangat laku di toko-toko pertanian /toko tanaman bunga untuk media tumbuh tanaman. Potongan pendek/lembut serabut dan gabus halus setelah di"kompos"kan sangat berguna untuk pupuk organik setelah ditambah serasah dari tanaman lain.

2. Pengolahan limbah kelapa sangat diperlukan untuk meningkatkan pendapatan petani kelapa dengan memilih teknologi pengolahan yang bersifat tepat guna.
3. Prototipe mesin Pemisah Serabut yang didesain secara sederhana dapat berfungsi memisahkan bahan sabut kelapa menjadi serabut, gabus dan campuran 2serabut pendek/lembut dan gabus halus. Dengan tenaga mesin diesel 7-12 HP dapat mengolah sabut 200 kg basah menjadi 85 kg serabut basah, 40 kg gabus dan 25 kg campuran serabut pendek/lembut dan gabus halus. Perhitungan tekno ekonomis mesin ini cukup layak dengan nilai $IRR = 39.0$ dan $BCR = 1.50$ serta harga jual gabus Rp 235,-/kg, serabut

Rp 50,-/kg, dan campuran serabut pendek/lembut dan gabus halus Rp 240,-/kg.

4. Prototipe tungku pembakaran arang tepung kelapa yang dibuat dapat memproduksi arang tepung secara lebih cepat dan efisien, serta dapat dipindahkan (portable). Hasil arang mempunyai rendemen sekitar 30% memerlukan waktu 24 jam. Tungku mempunyai kelayakan yang cukup baik dengan nilai IRR = 47.45 dan BCR = 1.5 dengan harga jual Rp 160,-/kg arang.

5. Pembuatan unit pengolahan limbah secara terpadu dengan menggunakan Mesin Pemisah Serabut dan Tungku Arang Tepung dapat dilakukan dengan mempertimbangkan lokasi yang berada pada pusat produksi kopra dan sarana jalan untuk pemasaran.

B. SARAN

1. Dalam memproduksi mesin pemisah serabut dan tungku pembakar arang tersebut harap ditambahkan kelengkapan bagian dan sarana untuk keselamatan kerja.
2. Pembuatan unit pengolah limbah secara terpadu hendaknya dilengkapi dengan pengolahan produk limbah lainnya seperti kecap atau nata de coco.