

**KAJIAN ASPEK TEKNO-EKONOMI PEMANFAATAN
TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT SEBAGAI KOMPOS BIOAKTIF
DI PKS KERTAJAYA PT. PERKEBUNAN NUSANTARA VIII**

Oleh

TUNGGA YONI SUSWANTO

F 31.0305



1999

**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR**

**KAJIAN ASPEK TEKNO-EKONOMI PEMANFAATAN
TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT SEBAGAI KOMPOS BIOAKTIF
DI PKS KERTAJAYA PT. PERKEBUNAN NUSANTARA VIII**

Oleh

TUNGGA YONI SUSWANTO

F 31.0305

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN

pada Jurusan Teknologi Industri Pertanian

Fakultas Teknologi Pertanian

Institut Pertanian Bogor

1999

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

INSTITUT PERTANIAN BOGOR

BOGOR



INSTITUT PERTANIAN BOGOR
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

**KAJIAN ASPEK TEKNO-EKONOMI PEMANFAATAN
TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT SEBAGAI KOMPOS BIOAKTIF
DI PKS KERTAJAYA PT. PERKEBUNAN NUSANTARA VIII**

SKRIPSI

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN
pada Jurusan Teknologi Industri Pertanian
Fakultas Teknologi Pertanian
Institut Pertanian Bogor**

Oleh

TUNG GAL YONI SUSWANTO

F 31.0305

**Dilahirkan pada tanggal 22 Desember 1975
di Banyuwangi**

Tanggal lulus : 28 Desember 1998

Disetujui

Bogor, Februari 1999



[Handwritten signatures of Dr. Ir. Muhammad Romli and Dr. Ir. Didiek Hadjar Goenadi]

Dr. Ir. Muhammad Romli, MSc. St
Pembimbing I

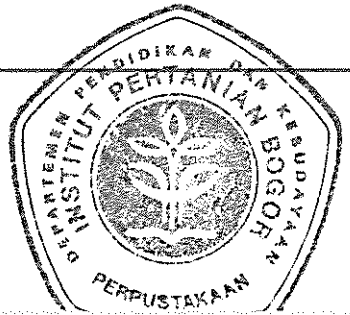
Dr. Ir. Didiek Hadjar Goenadi, MSc. APU
Pembimbing II

Grafis cipta milik IPB University

Demi masa
Sesungguhnya manusia itu benar-benar berada dalam kerugian
Kecuali orang-orang yang beriman dan mengerjakan amal saleh dan nasehat menasehati supaya mentaati kebenaran dan nasehat menasehati supaya menetapi kesabaran
(Q.S. Al 'Ashr)



Kupersembahkan karya ini buat :
Ayah, Ibu, Lenny, Fifi, dan Saudara-Saudaraku
Di Banyuwangi



Tunggal Yoni Suswanto. F 31.0305. Kajian Aspek Tekno-Ekonomi Pemanfaatan Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Kompos Bioaktif di PKS Kertajaya PT. Perkebunan Nusantara VIII. Dibawah bimbingan Muhammad Romli dan Didiek Hadjar Goenadi. 1998.

RINGKASAN

Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) merupakan salah satu limbah pertanian yang jumlahnya terus meningkat seiring dengan peningkatan produksi kelapa sawit. TKKS dapat dimanfaatkan sebagai kompos dengan aktivator mikroba lignoselulolitik yaitu *Trichoderma pseudokoningii* dan *Cytophaga* sp. yang di kemas dalam satu produk bernama OrgaDec dengan dosis 0,5 persen (b/b). Aplikasi pupuk organik (kompos) pada perkebunan kelapa sawit merupakan alternatif yang murah untuk memperbaiki sifat-sifat fisik, kimia, dan biologi tanah di samping sebagai unsur hara bagi tanaman serta mengurangi pencemaran lingkungan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh justifikasi tekno-ekonomi tentang pendirian industri kompos bioaktif dari TKKS berdasarkan evaluasi terhadap aspek teknis, manajemen operasi, dan finansial, sehingga dapat diperkirakan dan ditetapkan keuntungan yang akan diperoleh dari adanya industri ini.

Industri yang direncanakan memanfaatkan TKKS yang tersedia di PKS Kertajaya PT. Perkebunan Nusantara VIII, dengan kapasitas pabrik sebesar 21.000 ton TKKS/tahun yang akan menghasilkan kompos bioaktif sebesar 13.650 ton/tahun (rendemen 65 persen). Dengan kapasitas pabrik 21.000 ton TKKS/tahun tersebut memerlukan tenaga kerja sebanyak 115 orang, yang 108 diantaranya adalah tenaga kerja lepas.

Nilai ganti kompos bioaktif adalah Rp 371,06/Kg didasarkan atas nilai kesetaraan hara yang dapat digantikan oleh kompos bioaktif terhadap pupuk anorganik yang digunakan dalam pemupukan kelapa sawit yaitu Urea, SP36, MOP, dan Kieserit.



Lokasi pendirian industri kompos bioaktif ini direncanakan di PKS Kertajaya, PT. Perkebunan Nusantara VIII, Kabupaten Lebak, Jawa Barat. Luas lantai yang dibutuhkan untuk menampung semua aktivitas produksi adalah 6.154 m². Perhitungan-perhitungan yang dilakukan didasarkan pada nilai-nilai yang diperoleh di lokasi penelitian yaitu PKS Kertajaya, sehingga hasil-hasil perhitungan dalam laporan ini hanya untuk kasus di PKS Kertajaya.

Biaya investasi total yang diperlukan adalah sebesar Rp 6,6 milyar termasuk modal kerja selama satu tahun pertama. Sumber pembiayaan berasal dari modal sendiri dan kredit bank dengan DER (*Debt to Equity Ratio*) 50 : 50 pada tingkat suku bunga 30 persen.

Hasil perhitungan kriteria investasi produksi kompos bioaktif adalah sebagai berikut : (i) *net present value* (NPV) = Rp 2,2 milyar, (ii) *internal rate of return* (IRR) = 60 persen, (iii) *net benefit cost ratio* (*net B/C*) = 2,17, dan (iv) *payback period* (PBP) = 2,7 tahun. Sementara itu untuk produksi kompos bioaktif dengan menggunakan modal sendiri kriteria investasinya adalah sebagai berikut : (i) NPV = Rp 1,9 milyar, (ii) IRR = 43 persen, (iii) *net B/C* = 1,5, dan (iv) PBP = 2,77 tahun. Dari kriteria investasi dapat disimpulkan bahwa industri tersebut layak untuk direalisasikan.

Hasil analisis sensitivitas produksi kompos bioaktif dengan DER 50 : 50 maupun menggunakan modal sendiri tetap layak pada kenaikan biaya investasi sebesar 10 persen, penurunan jumlah produksi sebesar 10 persen, penurunan nilai ganti sebesar 10 persen, dan kenaikan biaya variabel sebesar 10 persen.

Nusantara VIII atas segala bantuan dan kerjasama yang diberikan selama penulis melakukan penelitian.

Penghargaan dan terima kasih juga penulis sampaikan kepada sahabat-sahabat angkatan 31 (Doel, Zaenal, Rifai, Zulfikar, Lasron, Hendy) dan teman-teman sebimbingan (Bintoro, Juli, Adha, Asrima, mbak Pepi, mas Djafar, Isro'l, dan Hadi), serta seluruh teman-teman kuliah yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu atas kerjasama dan kebersamaannya. Tidak lupa penulis haturkan terima kasih kepada Ayah dan Ibunda tercinta yang selalu memperhatikan penulis dengan pengorbanan tulus dan do'a yang tiada pernah putus, serta segenap kasih sayangnya.

Terakhir penulis sampaikan terima kasih kepada seluruh warga AFKAR (Sugix, Riva, Wahyu, Sodikun, Medi, mas John, mas Aris, mas Iswanto, mas Jamhuri, Pak Wardoyo, Edy, Endardi, Nur, Qirom, dan Qadavy).

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dan kekhilafan dalam tulisan ini. Oleh karena itu kami mengharapkan masukan, saran, dan kritik untuk perbaikan selanjutnya.

Akhir kata, penulis berharap semoga tulisan ini banyak memberi manfaat kepada penulis sendiri dan dapat dijadikan sumber bacaan yang bermanfaat bagi pihak-pihak lain yang memerlukan.

Bogor, Desember 1998

Penulis

DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
I. PENDAHULUAN	1
A. LATAR BELAKANG	1
B. RUANG LINGKUP	2
C. TUJUAN PENELITIAN	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
A. TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT	4
B. PRINSIP PENGOMPOSAN	6
C. PENELITIAN TERDAHULU	10
D. KOMPOS BIOAKTIF	13
E. KAJIAN TEKNO-EKONOMI	13
III. METODOLOGI	23
A. KERANGKA PEMIKIRAN	23
B. PENGUMPULAN DATA	24
C. ANALISIS DATA	24
IV. ANALISIS ASPEK TEKNIS	26
A. KETERSEDIAAN BAHAN BAKU	26
B. PROSES PRODUKSI	28
C. MESIN DAN PERALATAN	29
D. KAPASITAS PRODUKSI	29
E. PERANCANGAN ALIRAN BAHAN	31
F. ANALISIS KETERKAITAN ANTAR AKTIVITAS	34
G. PENENTUAN JUMLAH MESIN, PERALATAN DAN TENAGA KERJA	37

H.	PENENTUAN LUAS AREAL PENGOMPOSAN	38
I.	PENENTUAN LOKASI DAN PERANCANGAN TATALETAK	40
J.	ANALISIS DAMPAK LINGKUNGAN	42
V.	ANALISIS MANAJEMEN OPERASI	44
A.	KEBUTUHAN DAN KUALIFIKASI TENAGA KERJA	44
B.	ORGANISASI	45
C.	WEWENANG DAN TANGGUNG JAWAB	45
VI.	ANALISIS FINANSIAL DAN EKONOMI	47
A.	ASUMSI-ASUMSI YANG DIGUNAKAN	47
B.	MODAL AWAL PROYEK	48
C.	ARUS KAS	50
D.	KRITERIA INVESTASI	52
E.	ANALISIS SENSITIVITAS	53
VII.	KESIMPULAN DAN SARAN	55
A.	KESIMPULAN	55
B.	SARAN	56
	DAFTAR PUSTAKA	58
	LAMPIRAN	61

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Komposisi komponen kimia TKKS	5
Tabel 2.	Jumlah TBS dan prakiraan jumlah TKKS di PKS Kertajaya	6
Tabel 3.	Syarat mutu kompos	10
Tabel 4.	Luas beberapa kebun kelapa sawit pemasok TBS ke PKS Kertajaya	26
Tabel 5.	Prakiraan produksi TKKS di PKS Kertajaya	28
Tabel 6.	Rencana produksi, jumlah OrgaDec, dan prakiraan jumlah kompos yang dihasilkan	31
Tabel 7.	Derajat hubungan antar aktivitas industri kompos bioaktif	34
Tabel 8.	Lembar kerja hubungan aktivitas industri kompos bioaktif	36
Tabel 9.	Kebutuhan jumlah mesin dan peralatan	37
Tabel 10.	Kebutuhan tenaga kerja langsung	38
Tabel 11.	Akumulasi jumlah pajak penghasilan yang disetor oleh industri kompos bioaktif dengan DER 50 : 50	42
Tabel 12.	Akumulasi jumlah pajak penghasilan yang disetor oleh industri kompos bioaktif dengan modal sendiri	43
Tabel 13.	Jumlah dan upah tenaga kerja industri kompos bioaktif	44
Tabel 14.	Kebutuhan dan kualifikasi tenaga kerja	44
Tabel 15.	Komposisi biaya investasi industri kompos bioaktif	49
Tabel 16.	Nilai penjualan kompos bioaktif	50
Tabel 17.	Analisis sensitivitas untuk kenaikan biaya investasi	53
Tabel 18.	Analisis sensitivitas untuk penurunan produksi	53
Tabel 19.	Analisis sensitivitas untuk penurunan nilai ganti	53
Tabel 20.	Analisis sensitivitas untuk kenaikan biaya variabel	54

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Peta wilayah kebun Kertajaya PT. PN VIII	62
Lampiran 2.	Gambar TKKS di PKS Kertajaya	63
Lampiran 3.	Gambar mesin cacah tipe HAGE-6000	64
Lampiran 4.	Gambar bioaktivator OrgaDec (<i>Organic Decomposer</i>)	65
Lampiran 5.	Gambar proses pembuatan tumpukan kompos dengan menggunakan alat cetak tumpukan	66
Lampiran 6.	Gambar kompos bioaktif yang dihasilkan	67
Lampiran 7.	Komposisi kimia kompos bioaktif dari TKKS	68
Lampiran 8.	Jumlah dan biaya tenaga kerja industri kompos bioaktif	69
Lampiran 9.	Perincian biaya investasi industri kompos bioaktif	70
Lampiran 10a.	Neraca pembayaran kredit investasi industri kompos bioaktif	71
Lampiran 10b.	Neraca pembayaran kredit modal kerja industri kompos bioaktif	71
Lampiran 11a.	Biaya pemeliharaan industri kompos bioaktif	72
Lampiran 11b.	Perincian biaya penyusutan industri kompos bioaktif	72
Lampiran 12a.	Kebutuhan dan biaya pemakaian energi listrik/tahun	73
Lampiran 12b.	Kebutuhan dan biaya OrgaDec industri kompos bioaktif	73
Lampiran 13.	Perincian biaya operasi industri kompos bioaktif dengan DER 50 : 50	74
Lampiran 14.	Perhitungan kompensasi terhadap kompos bioaktif	76
Lampiran 15.	Proyeksi rugi laba industri kompos bioaktif dengan DER 50 : 50.....	77
Lampiran 16.	Analisa prakiraan kas industri kompos bioaktif dengan DER 50 : 50	78
Lampiran 17.	Proyeksi neraca industri kompos bioaktif dengan DER 50 : 50	79
Lampiran 18.	Perhitungan kriteria investasi industri kompos bioaktif dengan DER 50 : 50	80



I. PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Indonesia merupakan negara agraris yang sedang mengalami transformasi menuju negara industri. Salah satu jenis industri yang potensial dan telah berkembang adalah industri yang berbasis hasil pertanian (agroindustri). Seperti industri pada umumnya, perkembangan agroindustri di Indonesia diiringi dengan peningkatan bahan buangan atau limbah sebagai dampak dari sektor ini. Jumlah limbah yang dihasilkan sering melampaui kemampuan alam untuk mendekomposisikannya kembali sehingga terjadilah penumpukan limbah dalam jumlah yang besar. Penumpukan limbah ini bila tidak ditangani akan merupakan sumber pencemaran lingkungan baik tanah, air maupun udara disamping dapat merupakan sumber penyakit. Oleh sebab itu masalah limbah perlu mendapatkan penanganan secara serius.

Penanganan limbah untuk dikonversi menjadi produk lain yang memiliki nilai tambah merupakan usaha-usaha untuk kembali ke alam (*back to nature*) atau pemanfaatan sumber daya alam agar lebih efisien. Di samping itu penanganan limbah dapat menumbuhkan lapangan usaha baru yang saat ini banyak dibutuhkan untuk dapat menampung tenaga kerja sekaligus ikut membantu pemerintah dalam mengatasi masalah tenaga kerja dan lapangan pekerjaan. Salah satu contoh produk pertanian yang menghasilkan limbah dalam proses pengolahannya adalah kelapa sawit. Pada pengolahan kelapa sawit menjadi minyak sawit dihasilkan limbah diantaranya adalah tandan kosong kelapa sawit (TKKS), cangkang, dan biji. Persentase limbah TKKS adalah 23 persen dari tandan buah segar (TBS), sedangkan persentase cangkang adalah 13,5 persen dan persentase biji adalah 5,5 persen (Darnoko, 1992).

Pada tingkat produksi 93.584.290 Kg TBS tahun 1997, dengan persentase TKKS 23 persen dari TBS maka TKKS yang diperoleh mencapai lebih dari 21.000 ton (Bagian Pengolahan PKS Kertajaya, 1998). Masalah besarnya volume ini di masa lalu diatasi dengan cara pembakaran dalam

incinerator. Namun adanya larangan pembakaran mendorong dilakukannya upaya teknologi alternatif yang efisien. Berbagai usaha telah ditempuh untuk menangani masalah limbah ini. Khusus untuk limbah organik antara lain dengan mengembalikannya ke lahan pertanian untuk meningkatkan kandungan bahan organik tanah atau dengan cara mendaurulangkannya menjadi kompos yang kemudian dimanfaatkan untuk berbagai usaha pertanian lainnya. Usaha mendaur ulang limbah tandan kosong kelapa sawit melalui pengomposan diharapkan merupakan langkah yang tepat untuk menghasilkan pupuk organik yang berpotensi tinggi sebagai pengganti sebagian pupuk konvensional.

Sehubungan dengan upaya pemanfaatan TKKS sebagai kompos pada skala komersial, aspek teknologi dan ekonomi finansial perlu dikaji. Kajian teknologi dan ekonomi finansial industri kompos dari TKKS untuk skala produksi tertentu (sesuai dengan kapasitas yang direncanakan) penting dilakukan untuk mengetahui sejauh mana teknologi yang diterapkan mendukung pengembangan industri dan apakah secara finansial layak untuk dilaksanakan. Menurut Hartono (1993), evaluasi tekno-ekonomi suatu proyek diadakan dalam rangka suatu proses penetapan keputusan, umpamanya keputusan untuk menanam modal, memberi modal, atau untuk mempertanggungjawabkan suatu usulan proyek. Dengan kajian ini diharapkan dapat memberikan gambaran dasar tentang pendirian industri kompos kepada pihak-pihak pemilik modal untuk memanfaatkan peluang bisnis ini.

B. RUANG LINGKUP

Penelitian ini dibatasi pada studi kelayakan dengan memfokuskan pada aspek teknis, manajemen operasi, dan finansial ekonomi. Kajian kelayakan aspek tekno-ekonomi pemanfaatan TKKS sebagai kompos bioaktif ini dilakukan di pabrik pengolahan kelapa sawit (PKS) Kertajaya, PT. Perkebunan Nusantara VIII, Kabupaten Lebak, Jawa Barat.

C. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari pelaksanaan penelitian ini adalah untuk memperoleh :

- a. Justifikasi tekno-ekonomi tentang pendirian industri kompos bioaktif dari TKKS berdasarkan evaluasi terhadap aspek teknis, manajemen operasi, dan ekonomi finansial sehingga dapat diperkirakan dan ditetapkan keuntungan yang akan diperoleh dari adanya industri ini.
- b. Beberapa rekomendasi dan saran tentang aspek teknis dan ekonomi finansial yang perlu diperhatikan dalam pendirian industri kompos bioaktif dari TKKS.

Halaman 3 dari 3 | Uraian singkat tentang isi dokumen ini
1. Uraian singkat tentang isi dokumen ini
a. Uraian singkat tentang isi dokumen ini
b. Uraian singkat tentang isi dokumen ini
2. Uraian singkat tentang isi dokumen ini

II. TINJAUAN PUSTAKA

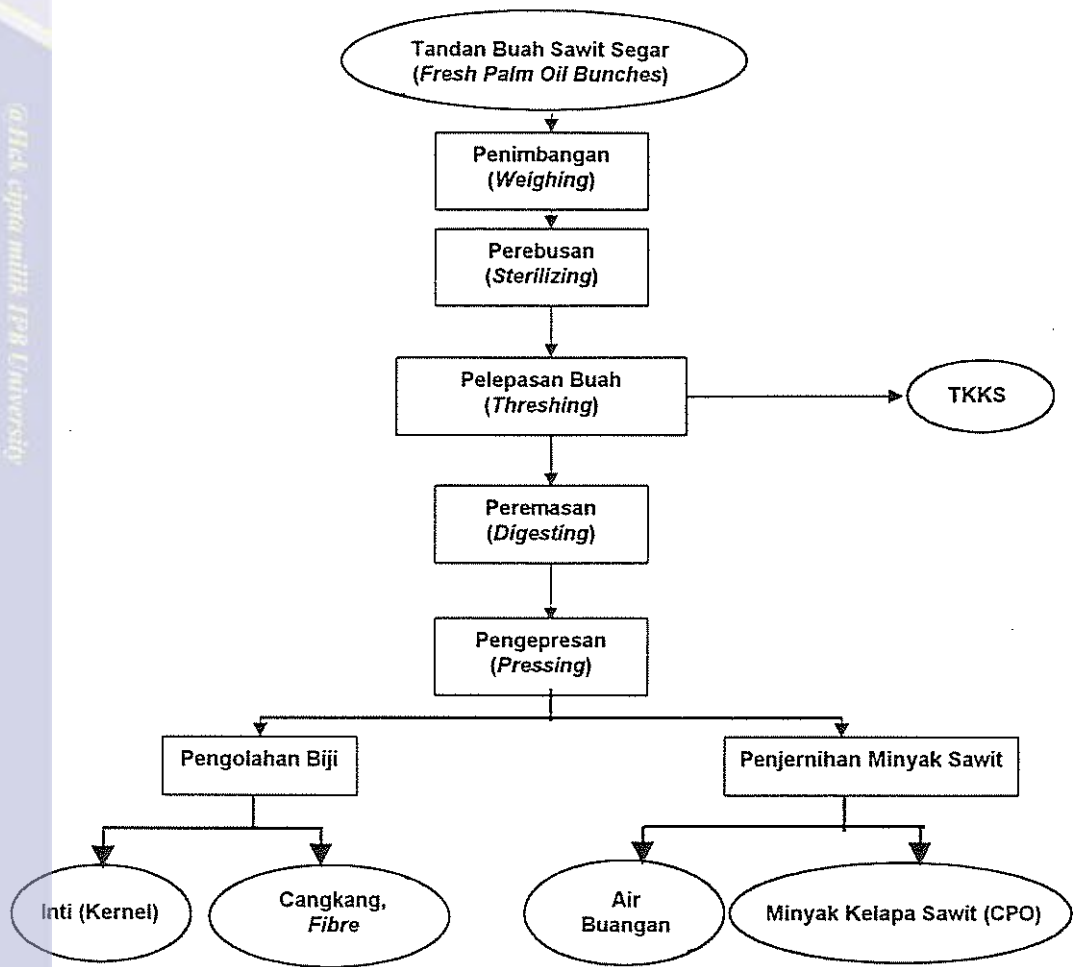
A. TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT

Menurut Lubis (1992), tanaman kelapa sawit diperkirakan berasal dari Guinea, pantai barat Afrika. Tanaman ini memiliki nama latin *Elaeis guineensis* JACQ. Pemanenan kelapa sawit biasanya dilakukan pada umur tiga sampai empat tahun setelah masa tanam. Setiap hektar ditanami sekitar 144 pohon dan setiap pohon menghasilkan sampai enam tandan buah. Bobot setiap tandan berkisar 5 sampai 30 kg (Aritonang, 1986).

Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) diperoleh dari proses pengolahan kelapa sawit menjadi minyak sawit. Pada pabrik kelapa sawit (PKS) Kertajaya proses pengolahan kelapa sawit terdiri atas penimbangan (*weighing*), perebusan (*sterilizing*), pelepasan buah (*threshing*), peremasan (*digesting*), pengepresan (*pressing*), penjernihan minyak kelapa sawit, dan pengolahan biji sawit. Tahapan-tahapan proses pengolahan kelapa sawit di PKS Kertajaya sebagaimana terdapat pada Gambar 1.

TKKS dihasilkan setelah proses pelepasan buah atau perontokan (*threshing*). Pelepasan buah dilakukan dengan membanting buah dalam mesin perontok buah (*thresher*) yang berputar dengan kecepatan tetap pada sumbu asnya. Buah yang lepas dari tandannya masuk ke *screw conveyor* yang ada di bawah *thresher*, selanjutnya melalui *bucket elevator* masuk ke *feed screw conveyor* dan akhirnya masuk ke alat peremas (*digester*). Sementara itu TKKS yang terlempar ke luar dari *thresher* jatuh ke *empty bunch* (EB) *horizontal conveyor* dan seterusnya melalui EB *inclined conveyor* masuk ke *incinerator*. Oleh karena adanya pelarangan pembakaran, maka TKKS tersebut tidak lagi di bakar dalam *incinerator*, akan tetapi di tampung di sekitar *incinerator* untuk selanjutnya di buang ke areal perkebunan.





Gambar 1. Proses pengolahan kelapa sawit di PKS Kertajaya

Komposisi komponen kimia TKKS sebagian besar terdiri atas holoselulosa dan selulosa alfa dengan kandungan masing-masing 72,29 persen dan 36,81 persen dengan rincian komponen lainnya seperti tercantum pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Komposisi komponen kimia TKKS^{*)}

Komponen	Komposisi (% Berat Kering)
Holoselulosa	72,29
- Selulosa alfa	36,81
- Pentosan	27,01
Lignin	15,70
Kadar Sari	5,00
Abu	6,04

^{*)} Pratiwi et al. (1988)

Sementara itu jumlah limbah TKKS dari tahun ke tahun semakin meningkat seiring dengan semakin luasnya areal pengusahaan perkebunan dan produksi kelapa sawit. Jumlah TKKS pada PKS Kertajaya adalah sebesar 23 persen dari jumlah TBS. Produksi TBS dan prakiraan jumlah TKKS di PKS Kertajaya mulai tahun 1985 sampai tahun 1997 sebagaimana terdapat pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Jumlah TBS dan prakiraan jumlah TKKS di PKS Kertajaya^{*)}

Tahun	Produksi TBS (Kg)	Produksi TKKS (Kg)
1985	3.372.205	775.600
1986	11.628.800	2.674.620
1987	24.136.200	5.551.320
1988	27.461.510	6.316.140
1989	33.920.640	7.801.740
1990	57.795.180	13.292.890
1991	80.702.060	18.561.470
1992	78.627.700	18.084.370
1993	77.958.820	17.930.520
1994	109.151.110	25.104.750
1995	75.642.750	17.397.830
1996	79.083.330	18.189.160
1997	93.584.290	21.524.380

^{*)} Bagian Pengolahan PKS Kertajaya (1998)

B. PRINSIP PENGOMPOSAN

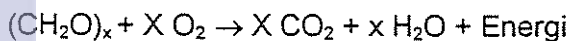
Kompos merupakan bahan koloidal dengan muatan elektrik negatif, sehingga dapat dikoagulasikan oleh kation-kation dan partikel tanah untuk membentuk granula-granula tanah. Dengan demikian penambahan kompos dapat memperbaiki struktur, tekstur, dan lapisan tanah (Gaur, 1983). Pengomposan merupakan upaya pengolahan limbah padat yang sekaligus mendapatkan bahan-bahan organik secara terkontrol menjadi bahan-bahan anorganik dengan mempergunakan aktifitas mikroorganisme. Mikroorganisme yang berperan dalam pengolahan ini dapat berupa bakteri, jamur, khamir, atau yang lainnya (Murtadho dan Sa'id, 1988). Sementara itu menurut Gotaas (1953) dalam Judoamidjojo *et al.* (1989), pengomposan dapat didefinisikan sebagai degradasi biokimia bahan organik menjadi humus.

Menurut Gaur (1983), biokonversi terhadap bahan organik pada saat pengomposan dilakukan oleh kelompok-kelompok mikroorganisme heterotrofik yang berbeda-beda, yang meliputi bakteri, kapang, protozoa, dan aktinomisetes. Mikroorganisme selulolitik dan lignolitik sangat berperan mendekomposisi komponen dari organik yang terdegradasi secara lambat.

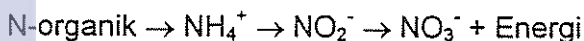
Selama pengomposan, bahan-bahan organik didekomposisi menjadi bentuk-bentuk anorganiknya. Menurut Alexander (1977), bahan-bahan organik tersebut didekomposisi terlebih dahulu menjadi berbagai senyawa organik sederhana oleh enzim ekstraseluler yang dihasilkan mikroorganisme heterotrofik. Dalam proses dekomposisi bahan organik tersebut melibatkan dua proses biokimiawi yaitu mineralisasi dan amobilisasi yang terjadi secara bersamaan dan berlawanan arah. Mineralisasi merupakan proses biokimiawi di mana senyawa organik sederhana di konversi oleh mikroorganisme heterotrofik menjadi bentuk anorganik yang lebih stabil, sedangkan amobilisasi merupakan proses biokimiawi oleh mikroorganisme heterotrofik di mana bentuk anorganik di sintesa kembali menjadi senyawa organik yang menyusun sel-sel tubuhnya.

Menurut Gaur (1983) reaksi-reaksi biokimiawi utama yang terlibat dalam biokonversi bahan organik dalam proses pengomposan secara aerobik adalah sebagai berikut :

1. Gula, Selulosa, Hemiselulosa



2. Protein (senyawa N-organik)



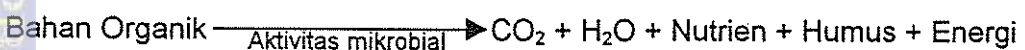
3. Sulfur Organik



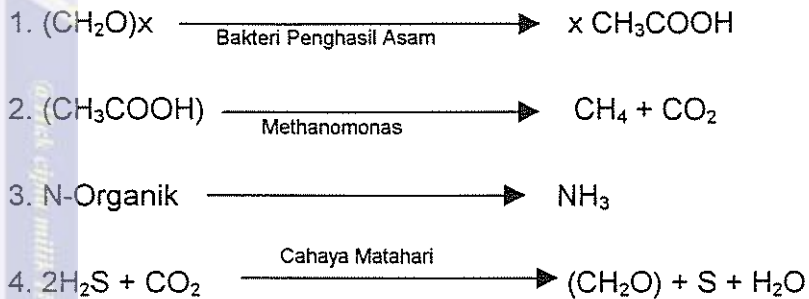
4. Fosfor Organik, Fitin, Lesitin



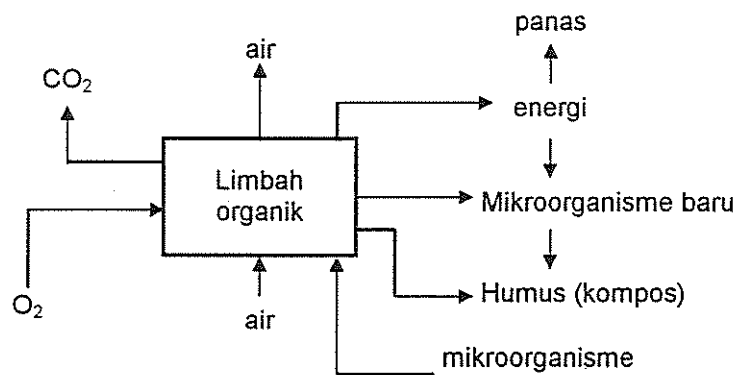
5. Reaksi secara keseluruhan adalah :



Reaksi-reaksi biokimiawi dalam proses pengomposan secara anaerobik adalah sebagai berikut :



Di lingkungan alam terbuka, kompos dapat terjadi dengan sendirinya. Lewat proses alami, limbah pertanian, kotoran hewan, dan sampah lainnya lama-kelamaan membusuk karena kerja sama antara mikroorganisme dengan cuaca (Murbandono, 1988). Menurut Dalzell *et al.* (1987) proses pengomposan dapat dipercepat oleh manusia hingga dihasilkan kompos yang berkualitas baik dalam waktu yang tidak terlalu lama. Garis besar proses pembuatan kompos tertera pada Gambar 2. Mikroorganisme mengambil air, oksigen dari udara dan makanan dari bahan organik. Mikroorganisme ini kemudian melepaskan karbon dioksida, air, dan energi yang kemudian berkembang biak dan akhirnya mati. Sebagian dari energi yang dilepaskan tersebut digunakan untuk pertumbuhan dan gerakan, sisanya dibebaskan sebagai panas. Akibatnya, setumpuk bahan kompos melewati tahap-tahap penghangatan, suhu puncak, pendinginan, dan pematangan.



Gambar 2. Proses-proses yang terjadi selama pengomposan limbah organik (Dalzell *et al.*, 1987)

Sebelum mengalami proses perombakan, sisa hewan dan tumbuhan ini tidak berguna bagi tanaman, karena unsur hara terikat dalam bentuk yang tidak dapat diserap oleh tanaman, oleh karena itu, perlu dikomposkan. Selama proses penguraian bahan organik, unsur hara akan dibebaskan menjadi bentuk yang larut dan dapat di serap tanaman.

Menurut Haynes (1986), beberapa faktor yang mempengaruhi pengomposan adalah kualitas bahan (nisbah C terhadap N, kandungan polifenol, dan lignin serta ukuran partikel), faktor lingkungan (kadar air, suplai oksigen, suhu dan pH), dan keberadaan berbagai nutrisi anorganik. Gaur (1983) menambahkan pengaruh mikroorganisme dan inokulasi mikroorganisme sebagai faktor yang berpengaruh dalam pengomposan.

Dalam kondisi alamiah, proses pengomposan berlangsung lambat karena satu atau beberapa faktor di atas tidak dalam tingkat yang optimal. Optimalisasi proses ini dapat diperoleh dalam satu proses pengomposan yang dikendalikan. Pengendalian dalam proses pengomposan tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan jenis mikroba yang sesuai dengan sifat bahan bakunya, ukuran bahan baku diperkecil untuk menjamin kontak sebanyak mungkin dengan mikroba pembusuk, dan penerapan aerasi yang teratur. Faktor nutrisi dapat diabaikan jika jenis mikroba yang digunakan sudah sangat sesuai dengan jenis bahan organik mentah yang akan dikomposkan.

Dalam hal TKKS, faktor utama yang perlu dipenuhi adalah pengecilan ukuran agar proses dekomposisi berlangsung cepat. Sebagai gambaran, TKKS utuh di lapang memerlukan waktu 12 sampai 18 bulan untuk lapuk. Dengan merajang sampai ukuran 2.5 cm, TKKS dapat lapuk dalam waktu 3 bulan saja. TKKS yang melapuk ini selanjutnya hanya memerlukan waktu 3 bulan lagi di lapang untuk bersatu dengan tanah. Bagaimanapun juga, penggunaan mikroba penghancur bahan organik mentah seperti *Trichoderma pseudokoningii* dan/atau *Cytophaga* sp. diharapkan mampu memperpendek masa pelapukan tersebut. Mikroba jenis ini berfungsi menghancurkan senyawa lignin dan selulosa serta mengubahnya menjadi senyawa air dan karbondioksida plus energi (Goenadi, 1997)

Gaur (1983) dan Harada *et al.* (1993), menyatakan bahwa bahan organik yang dikomposkan dan akan digunakan untuk tanah pertanian sebaiknya terdekomposisi dengan baik dan tidak menimbulkan berbagai efek yang merugikan terhadap pertumbuhan tanaman. Umumnya, kompos dicirikan oleh sifat-sifat berikut :

1. Berwarna coklat tua hingga hitam.
2. Tidak larut dalam air, meskipun sebagian dari kompos dapat membentuk suspensi.
3. Sangat larut dalam pelarut alkali, natrium pirofosfat atau larutan amonium oksalat dengan menghasilkan ekstrak yang berwarna gelap dan dapat difraksinasi lebih lanjut menjadi fraksi-fraksi humic, fulvic dan humin.
4. Memiliki nisbah C/N sebesar 10 sampai 20 (tergantung pada bahan dan derajat humifikasinya).
5. Secara biokimiawi tidak stabil, tetapi komposisinya berubah melalui aktivitas-aktivitas mikroorganisme, sepanjang kondisi lingkungannya sesuai (seperti suhu dan kelembaban), yang dioksidasi menjadi garam-garam anorganik, karbondioksida dan air.
6. Menunjukkan kapasitas pemindahan kation dan absorpsi zat yang tinggi.
7. Jika digunakan pada tanah, kompos memberikan efek-efek yang menguntungkan bagi tanah dan pertumbuhan tanaman. Nilai pupuk kompos meliputi N, P, K, Ca, dan Mg. Selain itu, kompos mengandung unsur adi (*trace element*) untuk pertumbuhan tanaman. Pengaruhnya terhadap fertilitas tanah sangat tinggi jika digabungkan penggunaannya dengan pupuk mineral. Syarat mutu kompos diperlihatkan pada Tabel 3.

Sementara itu menurut Harada *et al.* (1993), tingkat kematangan kompos sangat berpengaruh terhadap mutu kompos. Kompos yang telah matang akan memiliki kandungan bahan organik yang dapat didekomposisi dengan mudah, nisbah C/N yang rendah, tidak menyebarkan bau yang ofensif, kandungan kadar airnya memadai dan tidak mengandung unsur-unsur yang merugikan bagi tanaman (phytotoxic) dan benih rumput. Oleh sebab itu tingkat kematangan kompos merupakan faktor utama dalam penentuan kelayakan mutu

kompos. Dengan demikian, penentuan tingkat kematangan kompos harus dilakukan dengan tepat.

Tabel 3. Syarat mutu kompos^a

Parameter Mutu	Satuan	Standar Mutu
Fisik		
Kotoran	-	-
Warna	-	-
Bau	-	-
kadar air	%	55 – 65
pH	-	5,5 - 7,5
daya ikat air	%	-
Biologi		
uji benih	-	dapat diterima ^b
Kimia		
bahan organik	%	> 70,00
C/N	-	5,00
total N	%	0,20
N tersedia	%	-
P ₂ O ₅	%	> 0,50
K ₂ O	%	> 0,30
KTK	meq/100 gr	70,00
Logam	%	-

^aKawada (1981) di dalam Harada *et al.* (1993)

^bdengan benih tomat, ketimun dan radish

C. PENELITIAN TERDAHULU

Penelitian-penelitian untuk memanfaatkan TKKS sebagai kompos telah dilakukan para peneliti terdahulu. Untuk dapat dikembangkan dalam suatu industri perlu di analisis kajian tekno-ekonominya.

Penelitian awal telah dilakukan oleh Budiani (1993) yang bertujuan mengetahui pengaruh penambahan inokulum dan cara pemberian air terhadap laju dekomposisi TKKS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan inokulum dapat mempercepat proses dekomposisi. Inokulum yang digunakan antara lain kotoran sapi (KS), kotoran hewan Taman Safari Indonesia (TSI), KS di tambah kotoran hewan TSI, KS di tambah *Trichoderma*, dan sampah kota. Sementara itu pemberian air dilakukan dengan dua cara yaitu pemberian air dengan menggunakan pipa paralon dan pemberian air dengan menggunakan

ampas pres kelapa sawit. Pemberian air dengan pipa paralon dilakukan dengan cara meletakkan pipa berdiameter 5 cm di tengah-tengah kotak pengomposan. Sisinya di beri lubang untuk meletakkan selang plastik yaitu pada bagian atas dan tengah pipa paralon, sedangkan pemberian air dengan menggunakan ampas pres kelapa sawit dilakukan dengan cara mencampurkan ampas pres kelapa sawit dan TKKS dengan perbandingan 1 : 3. Fungsi ampas pres kelapa sawit adalah sebagai media penyedia air di mana air dapat di tahan lebih lama. Dari sifat kimia yang dicirikan olah kandungan hara K, Ca, Na, Mg, Fe dan Mn menunjukkan peningkatan sejalan dengan laju dekomposisi bahan. Perlakuan pemberian air dengan pipa paralon menunjukkan hara yang relatif lebih tinggi dari pada perlakuan pemberian ampas pres, kecuali Fe.

Penelitian lainnya dilakukan oleh Basuki (1994) dengan menambahkan bahan inokulum fungi selulolitik, nitrogen dan fosfor terhadap proses pengomposan TKKS. Inokulum fungi selulolitik tersebut adalah *A. fumigatus* Fres.-9Td dan *A. fumigatus* Fres.-49Kp. Hasil percobaan pengomposan menunjukkan bahwa pemberian hara N dan P(1,48 Kg urea dan 144 g TSP tiap 50 Kg berat kering mutlak bahan), pemberian inokulum fungi selulolitik (5 % berat kering mutlak bahan) dan kombinasi keduanya mampu mempercepat proses pengomposan TKKS.

Penelitian terbaru telah dilakukan oleh Goenadi (1997) dan Goenadi *et al.* (1998) dengan menggunakan bioaktivator berupa *Trichoderma pseudokoningii* dan *Cytophaga* sp. yang di kemas dalam satu produk bernama OrgaDec (*Organic Decomposer*) dengan dosis 0.5 % (b/b) dengan waktu pengomposan 14 hari dan 28 hari. Kompos yang dihasilkan dari penelitian ini mempunyai beberapa keunggulan yaitu mutu kompos seragam, kematangan kompos cukup memadai, mengandung inokulum mikroba antagonis bagi penyakit akar, mengandung nutrisi utama NPKCaMg dan mengandung zat pengatur tumbuh berupa bahan humik. Dengan waktu pengomposan 14 hari, kompos yang dihasilkan mengandung 18 % C; 1,5 % N; 12 C/N; 0,7 % P_2O_5 ; 4,6 % K_2O ; 1,7 % CaO; 0,8 % MgO; dan 264 ppm Mn, sedangkan dengan waktu pengomposan 28 hari, kompos yang dihasilkan mengandung 20 % C; 1,5 % N; 13 C/N; 0,8 % P_2O_5 ; 5,7 % K_2O ; 3,1 % CaO; 1,4 % MgO; dan 386 ppm Mn.

Sebagaimana disebutkan di atas bahwa untuk dapat mengembangkan kompos dari TKKS dalam skala industri perlu di analisis kajian tekno-ekonominya. Kajian tekno-ekonomi telah dilakukan oleh banyak orang untuk berbagai jenis teknologi. Beberapa penelitian yang mengkaji kelayakan ekonomi suatu teknologi diantaranya adalah penelitian yang dilakukan oleh Hafidawati (1996), Syah (1997), dan Laila (1997).

Hafidawati (1996) melakukan kelayakan tekno-ekonomi hasil samping pengolahan kelapa sawit untuk produksi enzim selulase dan pakan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisa kelayakan finansial dari sudut teknologi proses produksi yang didukung oleh analisis terhadap pemasaran dan manajemen operasional serta menentukan jenis dan komposisi produk yang paling ekonomis dalam industri.

Kelayakan di lihat dari potensi pasar, aspek teknis, manajemen operasional berdasarkan hasil perhitungan kriteria investasi dalam analisa finansial. Kriteria investasi yang digunakan adalah NPV, IRR, *Net B/C*, PBP dan BEP. Hasil perhitungan untuk produksi biomassa dan enzim menunjukkan nilai NPV lebih besar dari nol, nilai IRR lebih besar dari tingkat suku bunga dan nilai *Net B/C* lebih besar dari satu.

Syah (1997) melakukan analisa tekno-ekonomi pengembangan proyek hayati rhizo-plus untuk meningkatkan produksi kedelai. Tujuan kajian ini adalah untuk menganalisa kelayakan finansial dari segi teknologi proses produksi yang didukung oleh analisis terhadap aspek pemasaran dan manajemen operasional. Hasil penelitian ini menetapkan sasaran pemasaran produk ditujukan untuk petani yang didasarkan pada segmentasi geografi, sedangkan sistem distribusinya menggunakan sistem distribusi fisik yang intensif dan terkendali. Selain itu juga didukung oleh nilai kriteria investasi yang diperoleh. Beberapa kriteria investasi yang digunakan adalah NPV, IRR, *Net B/C* dan PBP. Pada penelitian ini juga dilakukan analisa kepekaan yang menyebutkan proyek tetap layak meskipun penjualan turun 10 persen.

Laila (1997) melakukan perancangan pabrik pupuk hayati EMAS (*enhancing microbial activities in soils*) dengan tujuan mengkaji perancangan pabrik pupuk hayati EMAS sehingga dihasilkan sebuah rancangan yang menjadi

acuan pendirian pabrik pupuk hayati berskala komersial. Hasil penelitian ini menetapkan kapasitas pabrik sebesar 10.000 ton per tahun dengan lokasi pabrik di Padalarang Kabupaten Bandung. Kriteria investasi yang digunakan adalah nilai kini bersih (NKB), tingkat keuntungan internal (TKI), nisbah laba rugi bersih (NL-R), dan masa pengembalian investasi (MPI) serta analisis kepekaan. Analisis kepekaan menunjukkan bahwa pabrik tetap layak untuk direalisasikan pada penurunan tingkat produksi sebesar 10 persen dan peningkatan biaya operasi sebesar 10 persen.

D. KOMPOS BIOAKTIF

Proses pengomposan dapat berlangsung dengan melibatkan aktivitas dari berbagai kelompok mikroorganisme yang masing-masing akan sangat bergantung pada lingkungan tertentu. Menurut Hadiwiyoto (1983), pengomposan akan berlangsung lambat apabila mikroorganisme perombak pada permulaan pengomposan sedikit. Untuk memperbanyak jumlah mikroorganisme biasanya pada awal pengomposan ditambahkan starter yang dapat berupa kotoran hewan, kompos aktif, atau inokulum biakan mikroorganisme. Kompos bioaktif itu sendiri dapat didefinisikan sebagai kompos yang diproduksi dengan bantuan mikroba lignoselulolitik terpilih yang tetap bertahan di dalam kompos dan berkemampuan sebagai agensia hayati pengendali penyakit jamur akar jika kompos yang bersangkutan diaplikasikan ke zona perakaran tanaman (Goenadi *et al.*, 1998).

Dalam penelitian ini aktivator yang digunakan adalah mikroba asli Indonesia yang memiliki kemampuan menghancurkan bahan organik mentah dalam waktu relatif singkat dan bersifat antagonis terhadap beberapa penyakit akar. Aktivator tersebut diproduksi oleh Unit Penelitian Bioteknologi Perkebunan Bogor dan disebut dengan OrgaDec. Mikroba yang digunakan adalah *Trichoderma pseudokoningii* dan *Cytophaga* sp.. Keduanya memiliki kemampuan yang tinggi dalam menghasilkan enzim penghancur lignin dan selulosa secara bersamaan. Untuk menjamin viabilitasnya, kedua mikroba tersebut dikemas khusus yang menjamin masa simpan efektif sampai 12 bulan.

Beberapa keunggulan yang dimiliki OrgaDec yaitu sesuai untuk kondisi tropis, menurunkan C/N secara cepat, tidak membutuhkan tambahan nutrisi, mudah dan tahan disimpan, serta antagonis terhadap penyakit jamur akar.

E. KAJIAN TEKNO-EKONOMI

Kajian tekno-ekonomi dalam suatu proyek terdiri dari beberapa tahapan yaitu analisis aspek teknis, analisis aspek ekonomi, analisis aspek finansial, dan analisis faktor-faktor yang tidak dapat diperkirakan. Menurut Husnan dan Suwarsono (1994), analisis teknis merupakan suatu aspek yang berkenaan dengan proses pembangunan proyek secara teknis dan pengoperasiannya setelah proyek tersebut selesai dibangun. Berdasarkan analisis ini pula dapat diketahui rancangan awal penaksiran biaya investasi termasuk biaya eksploitasinya. Sementara itu menurut Gray *et al.* (1992), aspek teknis menyangkut masalah penyediaan sumber-sumber dan pemasaran hasil produksi. Selain itu juga harus memenuhi beberapa pertanyaan sebagai gambaran dalam pertimbangan-pertimbangan teknis yaitu tentang lokasi proyek, sarana dan prasarana proyek, pengadaan bahan baku dan tenaga kerja, cara memperoleh kredit, pemasaran, serta fasilitas penyimpanan dan pengiriman hasil produksi.

Analisis ekonomi suatu proyek tidak hanya mempertimbangkan manfaat yang dinikmati dan pengorbanan yang ditanggung oleh perusahaan, tetapi oleh semua pihak dalam perekonomian. Analisis ekonomi terutama penting dilakukan untuk proyek-proyek yang berskala besar, yang seringkali menimbulkan perubahan dalam penambahan *supply* dan *demand* akan produk-produk tertentu, karena dampak yang ditimbulkan pada ekonomi nasional cukup berarti (Husnan dan Suwarsono, 1994). Ditambahkan oleh De Garmo *et al.* (1984) bahwa dalam analisis ekonomi diperlukan ekonomi teknik yang terutama meliputi keteknikan dan proyek-proyek teknik secara umum.

Untuk dapat melakukan evaluasi tekno-ekonomi dari suatu proyek, perlu adanya ukuran-ukuran finansial ekonomis atau kriteria investasi. Menurut Kadariah *et al.* (1976) kriteria investasi yang dapat digunakan yaitu *payback*

period (PBP), *net benefit cost ratio* (Net B/C), *net present value* (NPV), dan *internal rate of return* (IRR).

Menurut Sutojo (1991), untuk melakukan evaluasi tekno-ekonomi perlu adanya kriteria-kriteria tertentu yang mencakup aspek pasar dan pemasaran, aspek teknis, aspek manajemen operasi, dan aspek ekonomi finansial. Kriteria-kriteria tersebut dijelaskan secara rinci sebagai berikut :

1. Aspek Teknis

Aspek teknis merupakan salah satu aspek penting dalam proyek dan berkenaan dengan proses pembangunan industri secara teknis dan operasi setelah industri tersebut selesai di bangun (Husnan dan Suwarsono, 1994). Analisis secara teknis berhubungan dengan *input* proyek (penyediaan dan *output* produksi) berupa barang-barang dan jasa-jasa. Analisis secara teknis akan menguji hubungan-hubungan teknis yang memungkinkan dalam suatu proyek yang diusulkan dan mengidentifikasi perbedaan-perbedaan yang terdapat dalam informasi yang harus dipenuhi baik sebelum perencanaan proyek atau tahap awal pelaksanaan. Analisis ini meliputi ketersediaan bahan baku, proses produksi, mesin dan peralatan, kapasitas produksi, perancangan aliran bahan, analisis keterkaitan antar aktivitas, penentuan jumlah mesin, peralatan, dan tenaga kerja, penentuan luas areal pengomposan, penentuan lokasi dan perencanaan tataletak, serta analisis dampak lingkungan.

2. Analisis Manajemen Operasi

Menurut Husnan dan Suwarsono (1994), hal yang perlu dipelajari dalam aspek manajemen operasional adalah manajemen dalam pembangunan proyek tersebut, jadwal penyelesaian proyek, aktor yang melakukan studi setiap aspek dan manajemen dalam operasi. Manajemen dalam operasi meliputi bentuk organisasi/badan usaha yang dipilih, struktur organisasi, deskripsi jabatan dan spesifikasi jabatan, jumlah tenaga kerja yang dipergunakan, anggota direksi, dan tenaga lain.

Menurut Machfud dan Agung (1990), kebutuhan tenaga kerja terdiri dari dua macam, yaitu kebutuhan tenaga kerja untuk melaksanakan tahapan proses atau proses produksi yang bersifat manual atau semi mekanis, serta kebutuhan tenaga kerja (operator) untuk mengoperasikan suatu mesin (mekanis atau otomatis) pada tahap proses produksi tertentu. Formula yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$A_j = \sum_{i=1}^n \frac{P_{ij} \cdot T_{ij}}{C_{ij}}$$

di mana :

A_j = jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan untuk tahap proses ke-j,

P_{ij} = tingkat produksi yang diinginkan untuk produk ke-i pada mesin ke-j, diukur dalam jam per unit,

T_{ij} = waktu produksi untuk produk ke-i pada mesin ke-j, diukur dalam jam per unit,

C_{ij} = jumlah jam dalam periode produksi yang tersedia untuk memproduksi produk ke-i pada mesin ke-j,

n = jumlah jenis produk.

3. Analisis Finansial dan Ekonomi

Keberhasilan ekonomi dari suatu usaha pengolahan atau pabrik pengolahan tergantung kemampuan manajemen perusahaan dalam mengatur perbedaan antara biaya produksi dan pendapatan yang melibatkan aspek keteknikan dan ekonomi melalui analisis finansial (Pramudya dan Dewi, 1992). Analisis finansial suatu proyek mengkaji perbandingan pengeluaran uang dan perolehan keuntungan dari proyek tersebut (Kadariah *et al.*, 1976). Ariyoto (1980) menyatakan beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam analisis finansial yaitu modal investasi, modal kerja dan penyusutan.

Modal investasi adalah modal yang harus disediakan untuk pengadaan peralatan dan keperluan fisik maupun non-fisik. Keperluan fisik dapat berupa bangunan, sedangkan non-fisik misalnya investasi pembayaran bunga selama masa konstruksi (belum beroperasi). Modal kerja yaitu modal

yang digunakan untuk proses produksi. Modal kerja digunakan untuk pengadaan bahan baku dan bahan pembantu, proses produksi untuk menghasilkan produk jadi seperti ongkos buruh, serta biaya pemasaran (De Garmo *et al.*, 1984). Menurut Pramudya dan Dewi (1992), penyusutan merupakan penurunan dari suatu alat/mesin akibat dari pertambahan umur pemakaian (waktu). Dalam perhitungan ekonomi penyusutan merupakan suatu kerugian, maka harus diperhitungkan sebagai biaya atau pengeluaran.

Penghitungan penyusutan didasari oleh perkiraan umur ekonomi suatu sumber daya yang digunakan dalam proyek, sedangkan umur ekonomi suatu sumber daya adalah lama waktu penggunaan suatu sumber daya di mana secara ekonomi masih layak digunakan (Ariyoto, 1980).

Menurut De Garmo *et al.* (1984), beberapa metode yang digunakan dalam perhitungan penyusutan adalah metode garis lurus, penjumlahan angka tahun, pengurangan berganda, dan *sinking fund*. Metode yang umum digunakan adalah metode garis lurus. Dalam metode tersebut perhitungan penyusutan didasarkan pada asumsi bahwa penurunan nilai suatu peralatan atau bangunan berlangsung secara tetap selama umur pemakaian. Formulasi metode garis lurus adalah sebagai berikut :

$$d_k = \frac{(P - S)}{N}$$

di mana :

- d_k = biaya penyusutan tahun ke-k
- P = harga beli peralatan/bangunan
- S = nilai sisa peralatan
- N = prakiraan umur ekonomis.

Menurut Pramudya dan Dewi (1992), untuk menilai kelayakan suatu proyek, atau membuat peringkat beberapa proyek yang harus dipilih, dapat digunakan beberapa kriteria yaitu :

a. *Net Present Value (NPV)*

Net Present Value adalah metode yang digunakan untuk menghitung perbedaan nilai antara nilai sekarang dari manfaat dan biaya

(Pramudya dan Dewi, 1992). Nilai netto proyek pada saat ini diperoleh dengan jalan mendiskontokan selisih antara jumlah kas yang keluar dari dana proyek dan kas yang masuk ke dalam dana proyek tiap-tiap tahun, dengan satu tingkat persentase bunga yang telah ditentukan sebelumnya (Sutojo, 1991). Dijelaskan kembali bahwa tingkat bunga yang digunakan dapat diperoleh dengan melihat tingkat bunga pinjaman yang berlaku di pasar modal atau dengan menggunakan tingkat bunga pinjaman yang harus dibayar oleh pemilik proyek.

Dalam evaluasi suatu proyek tertentu, suatu proyek dapat dinyatakan bermanfaat untuk dilaksanakan bila NPV proyek tersebut sama atau lebih besar dari nol. Jika $NPV = 0$, berarti proyek tersebut mengembalikan sebesar *social opportunity cost* faktor produksi modal, atau proyek tersebut tidak untung dan juga tidak rugi, sehingga terserah kepada penilaian pengambil keputusan proyek tersebut dilaksanakan atau tidak. Jika NPV lebih kecil dari nol, proyek tidak dapat menghasilkan senilai biaya yang dipergunakan atau proyek tersebut merugikan sehingga tidak layak dilaksanakan. Formula yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1 + i)^t}$$

di mana :

- B_t = jumlah keuntungan bersih pada periode ke-t
- C_t = jumlah biaya pada periode ke-t
- n = umur ekonomis proyek
- i = tingkat diskonto yang berlaku (%)
- t = periode investasi ($t=0,1,2,3,\dots,n$)

b. *Internal Rate of Return (IRR)*

Internal Rate of Return merupakan suatu tingkat pengembalian modal yang digunakan dalam suatu proyek, yang nilainya dinyatakan dalam persen per tahun. Nilai IRR adalah merupakan nilai tingkat bunga di mana nilai NPV-nya sama dengan nol. Suatu proyek yang layak untuk

dilaksanakan akan mempunyai nilai IRR yang lebih besar dari nilai *discount rate*-nya (Pramudya dan Dewi, 1992).

Menurut Sutojo (1991), IRR adalah tingkat bunga yang menggambarkan persentase laba senyatanya yang dihasilkan proyek. Penyelesaian rumus ini dapat diselesaikan dengan sederhana yaitu dengan coba-coba untuk menentukan nilai i yang nilai NPV-nya sama dengan nol atau mendekati nol.

$$IRR = i' + \frac{NPV'}{NPV' - NPV''} (i'' - i')$$

di mana :

i' = tingkat diskonto saat NPV bernilai positif

i'' = tingkat diskonto saat NPV bernilai negatif

NPV' = nilai NPV pada tingkat diskonto i'

NPV'' = nilai NPV pada tingkat diskonto i''

c. *Net Benefit Cost-Ratio (Net B/C)*

Net benefit cost ratio adalah perbandingan antara *present value* manfaat bersih positif dengan *present value* biaya bersih negatif. Dengan demikian *net B/C* menunjukkan manfaat bersih yang diperoleh setiap penambahan satu rupiah pengeluaran bersih. *Net B/C* akan menggambarkan keuntungan dan layak dilaksanakan jika *net B/C* > 1. Apabila *net B/C* = 1, maka proyek tersebut tidak untung dan juga tidak rugi, sehingga terserah kepada penilaian pengambil keputusan dilaksanakan atau tidak. Apabila *net B/C* < 1, maka proyek tersebut merugikan sehingga lebih baik tidak dilaksanakan (Gittinger, 1986). Formula yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$Net\ B/C = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i)^n}}{\sum_{t=0}^n \frac{C_t - B_t}{(1+i)^n}} \begin{matrix} \text{Untuk } B_t - C_t > 0 \\ \text{Untuk } B_t - C_t < 0 \end{matrix}$$

di mana :

B_t = total penerimaan tahun ke-t

C_t = total biaya tahun ke-t

n = umur ekonomis proyek

i = tingkat diskonto yang berlaku (%)

d. *Break Even Point (BEP)*

Break Even Point merupakan suatu gambaran kondisi penjualan proyek yang harus dicapai untuk melampaui titik impas. Proyek dikatakan impas bilamana jumlah hasil penjualan produknya pada suatu periode tertentu sama dengan jumlah biaya yang ditanggung sehingga proyek tersebut tidak menderita kerugian tetapi juga tidak memperoleh laba. Bilamana hasil penjualan produk tidak dapat melampaui titik ini maka proyek yang bersangkutan tidak dapat memberikan laba (Sutojo, 1991). Formulasi yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$BEP = \frac{TBT}{1 - \frac{TBV}{TP}}$$

di mana :

BEP = *break even point* (rupiah)

TBT = total biaya tetap

TBV = total biaya variabel

TP = total penerimaan

e. *Payback Period (PBP)*

Payback Period merupakan waktu yang diperlukan untuk mengembalikan investasi awal (Newnan, 1990). Formula yang dipergunakan adalah sebagai berikut :

$$PBP = N + \frac{m}{(B_{N+1} - C_{N+1})}$$

di mana :

m = nilai komulatif $B_t - C_t$ negatif yang terakhir

N = periode investasi saat nilai komulatif $B_t - C_t$ negatif yang terakhir

Nilai PBP berbanding terbalik dengan nilai NPV yaitu semakin tinggi nilai NPV, maka semakin kecil nilai PBP yang didapatkan. Semakin kecil nilai PBP manfaat yang diperoleh semakin besar karena investasi yang ditanamkan semakin cepat dikembalikan.

f. Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas dilakukan dengan tujuan untuk melihat apa yang akan terjadi dengan hasil analisis proyek jika ada sesuatu kesalahan atau perubahan dalam dasar-dasar perhitungan biaya atau benefit (Kadariah *et al.*, 1976).

Menurut Gray *et al.* (1992), analisis sensitivitas diperlukan apabila terjadi suatu kesalahan dalam menilai biaya atau manfaat serta untuk mengantisipasi kemungkinan terjadi perubahan suatu unsur harga pada saat proyek tersebut dilaksanakan. Perhitungan kembali perlu dilakukan mengingat proyeksi-proyeksi yang ada banyak mengandung unsur ketidakpastian tentang apa yang terjadi dimasa yang akan datang.

Selanjutnya Gray *et al.* (1992) menyatakan bahwa perubahan-perubahan yang mungkin terjadi adalah kenaikan dalam biaya konstruksi (*cost over run*) karena perhitungan yang terlalu rendah yang kemudian ternyata pada saat pelaksanaan biaya meningkat karena harga peralatan, mesin dan bangunan meningkat. Selain itu juga terjadi perubahan dalam harga hasil produksi dan terjadi penurunan pelaksanaan pekerjaan, dan lain-lain.



III. METODOLOGI

A. KERANGKA PEMIKIRAN

Penggunaan pupuk buatan (pupuk kimia, anorganik) secara besar-besaran dan terus-menerus akan mengantarkan pada suatu taraf jenuh (*levelling off*), sehingga penggunaan pupuk kimia sudah tidak efektif lagi bahkan justru menimbulkan dampak yang kurang menguntungkan, seperti lapisan atas tanah menjadi keras sebagai tanda tanah mengalami kejenuhan, kestabilan lahan dan ekologi menjadi timpang, dan terjadinya pencemaran lingkungan yang akan membahayakan ekosistem perairan. Pada kondisi demikian penambahan bahan organik ke dalam tanah sangat perlu dilakukan karena tidak hanya berpengaruh positif terhadap tanah, tetapi pada gilirannya juga terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman. Dibandingkan dengan pupuk buatan, pupuk organik dalam hal ini kompos mempunyai beberapa kelebihan, yaitu dapat memperbaiki sifat-sifat fisik, kimia, dan biologi tanah di samping sebagai sumber unsur hara bagi tanaman, menghasilkan koloid-koloid organik bermuatan negatif yang mempunyai kompleks serapan dan kapasitas tukar kation yang tinggi.

Bahan TKKS memiliki nutrisi yang lengkap dan jumlahnya cukup tinggi. Nutrisi tersebut dapat tersedia bagi tanaman jika bahan TKKS telah mengalami dekomposisi. Oleh karena sifat fisiknya, proses pengomposan TKKS secara konvensional memerlukan waktu yang lama (6 sampai 12 bulan). Jika jumlah yang harus dikomposkan sangat besar, maka areal yang dibutuhkan juga cukup luas. Teknologi kompos bioaktif diduga mampu mengatasi masalah tersebut. Namun industri kompos bioaktif merupakan salah satu industri yang belum dikembangkan secara optimal di Indonesia pada umumnya dan khususnya di pabrik-pabrik pengolahan kelapa sawit. Pendirian industri ini diharapkan akan memberikan sejumlah keuntungan bagi beberapa pihak.

Pendirian industri kompos bioaktif tidak terlepas dari masalah pengadaan biaya investasi. Masalah biaya investasi timbul karena berkaitan

dengan kepercayaan investor terhadap keberhasilan pengembangan pupuk organik tersebut. Sehingga dalam hal ini investor membutuhkan informasi yang benar tentang perkiraan keuntungan yang dapat diterima di akhir umur proyek, resiko yang dihadapi, dan kelayakan proyek untuk direalisasikan.

Masalah tersebut diatas dapat dipecahkan dengan melakukan kajian kelayakan proyek baik teknologi proses maupun kelayakan secara finansial. Dengan demikian informasi yang dibutuhkan dapat diberikan secara jelas dan benar. Kajian kelayakan yang di maksud dapat direalisasikan dengan cara menganalisa baik secara teknologi maupun finansial.

B. PENGUMPULAN DATA

Data yang dikumpulkan meliputi data primer dan sekunder. Data primer meliputi data potensi bahan baku, peralatan dan spesifikasinya, data harga peralatan dan umur ekonomisnya. Metode yang digunakan dalam pengumpulan data primer adalah wawancara, studi pustaka, pencatatan data, survei, diskusi dan peninjauan lokasi. Sementara itu data sekunder meliputi data potensi dan keadaan umum wilayah, data keadaan umum industri, data konsumsi, data kebijakan pemerintah daerah dan rencana pengembangan wilayah, data penduduk dan angkatan kerja, data sarana dan prasarana. Data-data sekunder tersebut diperoleh dari instansi-instansi terkait.

C. ANALISIS DATA

Analisis data yang dilakukan adalah analisis terhadap aspek teknis, aspek manajemen operasi, serta analisis finansial dan ekonomi. Analisis terhadap aspek teknis meliputi : analisis ketersediaan bahan baku, analisis proses produksi, analisis terhadap mesin dan peralatan, kapasitas produksi, perancangan aliran bahan, analisis keterkaitan antar aktivitas, penentuan jumlah mesin, peralatan, dan tenaga kerja, penentuan luas areal pengkomposan, penentuan lokasi dan perencanaan tataletak, serta analisis dampak lingkungan. Analisis aspek manajemen operasi meliputi : kebutuhan dan kualifikasi tenaga

kerja, bentuk usaha dan struktur organisasi, serta wewenang dan tanggung jawab. Sementara itu analisis terhadap aspek finansial dan ekonomi meliputi : biaya investasi, sumber pembiayaan, arus kas, dan kriteria investasi yang meliputi analisis terhadap *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), *Net Benefit Cost-Ratio* (Net B/C), *Break Even Point* (BEP), *Payback Period* (PBP), serta analisis sensitivitas.



IV. ANALISIS ASPEK TEKNIS

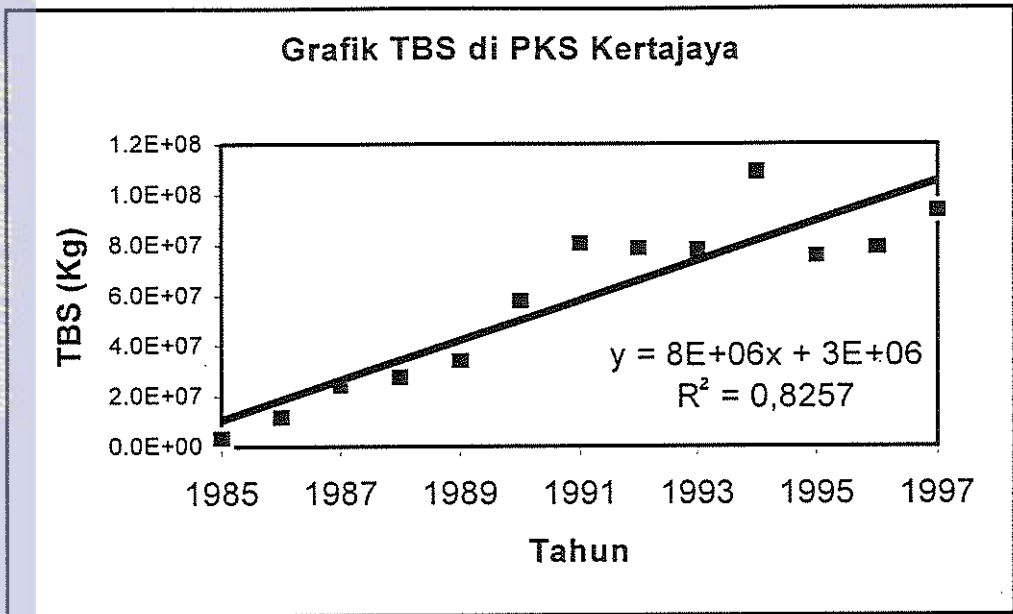
A. KETERSEDIAAN BAHAN BAKU

Ketersediaan bahan baku kompos terutama didasarkan pada produksi TKKS sebagai bahan baku. Untuk menjaga kesinambungan proses produksi, TKKS harus selalu tersedia, sehingga perlu dikaji mengenai potensinya. Pengolahan kelapa sawit Kertajaya, PT. Perkebunan Nusantara VIII mengolah tandan buah segar (TBS) yang berasal dari beberapa kebun yaitu Sanghyangdamar (SHDR), Bantarjaya (BANT), Kertajaya (KERT), Bojong Datar (BODA), Kertaraharja Lebak (KRAL), Kertaraharja Pandeglang (KRAP), dan Balai Latihan Kerja Lebak (BLK). Luas kebun masing-masing terdapat pada Tabel 4.

Tabel 4. Luas beberapa kebun kelapa sawit pemasok TBS ke PKS Kertajaya

Kebun	Luas (Ha)
Kertajaya (KERT)	1.592,24
Sanghyangdamar (SHDR)	268,48
Bojong Datar (BODA)	200,00
Bantarjaya (BANT)	1.691,68
Kertaraharja Lebak (KRAL)	3.299,35
Kertaraharja Pandeglang (KRAP)	2.768,83
Balai Latihan Kerja (BLK)	15,00

Produksi TKKS pada PKS Kertajaya adalah 23 persen dari jumlah TBS yang diolah. Jumlah TKKS dari pengolahan TBS pada PKS Kertajaya dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan data pada Tabel 2 tersebut, potensi bahan baku dalam hal ini TKKS di PKS Kertajaya dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Hal tersebut dapat ditunjukkan dengan grafik tentang perkembangan produksi TBS di PKS Kertajaya mulai tahun 1985 sampai tahun 1997 pada Gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. Grafik perkembangan produksi TBS di PKS Kertajaya (1985-1997)

Metode peramalan yang digunakan untuk memperkirakan produksi TBS adalah metode regresi linier. Regresi linier di pakai sebagai metode dalam peramalan dikarenakan dengan regresi linier diperoleh hasil peramalan yang lebih baik (nilai *mean square error*, MSE paling kecil) dari metode lainnya seperti regresi eksponensial dan metode pemulusan (*smoothing*). Persamaan yang diperoleh adalah $Y = 8E+06X + 3E+06$ di mana Y adalah variabel tidak bebas yang menunjukkan jumlah TBS dan X adalah variabel bebas yang menyatakan tahun (tahun kesatu di mulai pada tahun 1985). Nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,8257 dan nilai koefisien korelasinya (r) sebesar 0,9087 serta dengan uji nilai tengah diperoleh nilai t sebesar $-0,27$. Perhitungan uji nilai tengah tersebut terdapat pada Lampiran 25.

Berdasarkan persamaan yang telah diperoleh, maka dapat diperkirakan produksi TBS di PKS Kertajaya untuk tahun 1998 sampai tahun 2008 (tahun ke-14 sampai tahun ke-24) sebagaimana terdapat pada Tabel 5. Produksi TKKS adalah sebesar 23 persen dari produksi TBS.

Tabel 5. Perkiraan produksi TKKS di PKS Kertajaya

Tahun	Produksi TBS (Kg)	Produksi TKKS (Kg)
1998	115.000.000	26.450.000
1999	123.000.000	28.290.000
2000	131.000.000	30.130.000
2001	139.000.000	31.970.000
2002	147.000.000	33.810.000
2003	155.000.000	35.650.000
2004	163.000.000	37.490.000
2005	171.000.000	39.330.000
2006	179.000.000	41.170.000
2007	187.000.000	43.010.000
2008	195.000.000	44.850.000

B. PROSES PRODUKSI

Proses produksi kompos bioaktif dari tandan kosong kelapa sawit diawali dengan memasukkan TKKS ke dalam *dump truck* dengan menggunakan *wheel loader*. *Dump truck* mengangkut TKKS tersebut ke unit pengecilan ukuran. Proses selanjutnya yaitu memasukkan secara manual TKKS ke mesin pencacah. Mesin pencacah yang digunakan di rancang secara khusus untuk keperluan pencacahan TKKS dengan kapasitas 5 ton TKKS/jam. Hasil cacahannya adalah berupa potongan TKKS berukuran 2,5 cm sampai 5 cm. Cacahan ini selanjutnya di campur dengan OrgaDec 0,5 % (b/b) yang dilakukan secara manual dan di angkut menggunakan kereta dorong menuju tempat pengomposan. Pembuatan *composting pile* dilakukan dengan menggunakan alat cetakan kompos yang berukuran tinggi 1,6 m, lebar 2 m, dan panjang 6 m. Alat cetakan kompos ini terbuat dari kayu dengan ukuran horisontal 2 x 6 m² dengan masing-masing sisi terbuat dari papan sebanyak 4 buah dengan lebar masing-masing 40 cm sehingga dapat di bongkar pasang.

Dalam produksi kompos bioaktif dari TKKS, satu tumpukan (*composting pile*, CP) beratnya dapat mencapai 8 ton dengan volume kurang lebih 18 m³. Setelah terbentuk CP di tutup dengan lembaran plastik/terpal dan didiamkan selama 30 hari tanpa diperlukan pengadukan atau pembalikan. Setelah 30 hari,

CP di panen dan dimasukkan ke dalam kantong plastik dan siap diaplikasikan ke lapangan secara aman.

C. MESIN DAN PERALATAN

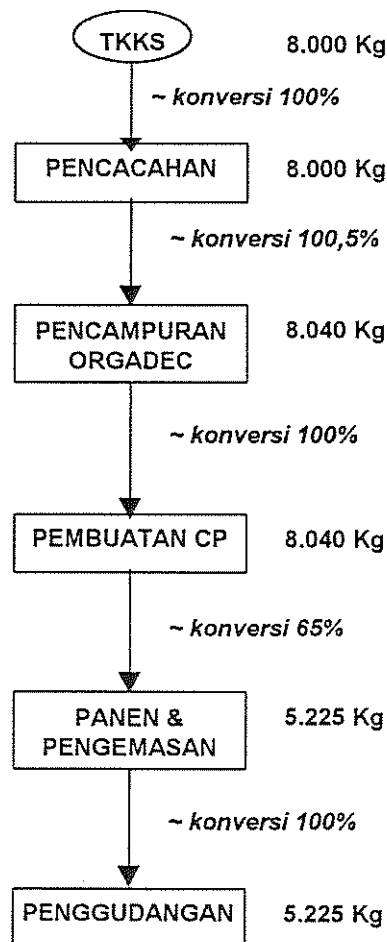
Mesin dan peralatan utama yang digunakan dalam industri kompos bioaktif dari TKKS adalah mesin pencacah TKKS, *dump truck*, *wheel loader*, dan alat cetakan. Mesin pencacah TKKS dengan nama HAGE-6000 dirakit secara khusus oleh Dr. Didiek H. Goenadi untuk mengadopsi bentuk dan sifat bahan, sehingga diperoleh kinerja yang efisien. Mesin pencacah ini menggunakan teknik pemotongan sistem *double-set shearing cutters* dengan kecepatan 1.455 rpm, tenaga penggerak adalah listrik dengan daya 22 KW dan tenaga sebesar 30 HP. *Wheel loader* dipergunakan sebagai pengambil bahan untuk dikumpulkan dalam *dump truck* yang kemudian diangkut ke unit pencacahan. *Wheel loader* yang akan digunakan direncanakan *wheel loader* DAEWOO dengan tipe Mega-200. Kapasitas *bucket wheel loader* ini adalah 1,8 m³ dengan daya sebesar 101,5 KW. Penggunaan *dump truck* kapasitas 3 ton dimaksudkan untuk mempercepat dan mempermudah penanganan bahan baku. Sementara itu alat cetakan diperlukan untuk mendapatkan hasil cetakan yang baik serta mempermudah pembuatan tumpukan.

Peralatan penunjang lain yang diperlukan adalah peralatan pemindahan bahan, peralatan tangan, dan perlengkapan K3. Peralatan pemindahan bahan yang digunakan adalah kereta dorong dengan fungsi sebagai pengangkut bahan hasil cacahan menuju tempat pembuatan tumpukan. Peralatan tangan yang dipergunakan antara lain sekop tangan, garpu, dan gancu. Perlengkapan K3 meliputi sarung tangan, penutup mulut dan hidung, dan sepatu boots.

D. KAPASITAS PRODUKSI

Penentuan kapasitas produksi dilakukan dengan pendekatan ketersediaan bahan baku yaitu TKKS di PKS Kertajaya, PT. Perkebunan

Nusantara VIII, berdasarkan neraca massa, dan pendekatan kapasitas mesin cacah. Neraca massa dari proses pembuatan kompos dapat di lihat pada Gambar 4 berikut ini.



Gambar 4. Neraca massa produksi kompos bioaktif dari TKKS

Dari pendekatan ketersediaan bahan baku, TKKS dapat digunakan atau dimanfaatkan seluruhnya untuk proyek ini. Dalam hal ini kapasitas produksi maksimum direncanakan sebesar 21.000 ton/th. Dengan 300 hari kerja dalam satu tahun, kapasitas per hari adalah 70 ton atau 10 ton/jam dengan jam kerja 7 jam/hari. Tahun pertama proyek, kapasitas produksi adalah 60 persen dari kapasitas maksimum yang direncanakan yaitu sebesar 12.600 ton, kapasitas produksi tahun kedua sebesar 80 persen atau sebesar 16.800 ton, dan industri akan berproduksi penuh sebesar 21.000 ton TKKS/tahun mulai tahun ketiga

sampai tahun kesepuluh. Tabel 6 berikut ini merupakan rencana produksi, jumlah OrgaDec yang diperlukan, dan prakiraan jumlah kompos bioaktif yang akan dihasilkan dari adanya industri kompos bioaktif dari TKKS. OrgaDec yang diperlukan adalah sebesar 0,5 persen (b/b) dari TKKS, sedangkan berdasarkan neraca massa kompos yang dihasilkan adalah sebesar 65 persen dari jumlah TKKS.

Tabel 6. Rencana produksi, jumlah OrgaDec dan parkiraan jumlah Kompos yang dihasilkan

Tahun	Σ TKKS (Kg)	Kapasitas Produksi	OrgaDec (Kg)	Σ Kompos (Kg)
1998	-	-	-	-
1999	12.600.000	60 %	63.000	8.190.000
2000	16.800.000	80 %	84.000	10.920.000
2001	21.000.000	100 %	105.000	13.650.000
2002	21.000.000	100 %	105.000	13.650.000
2003	21.000.000	100 %	105.000	13.650.000
2004	21.000.000	100 %	105.000	13.650.000
2005	21.000.000	100 %	105.000	13.650.000
2006	21.000.000	100 %	105.000	13.650.000
2007	21.000.000	100 %	105.000	13.650.000
2008	21.000.000	100 %	105.000	13.650.000

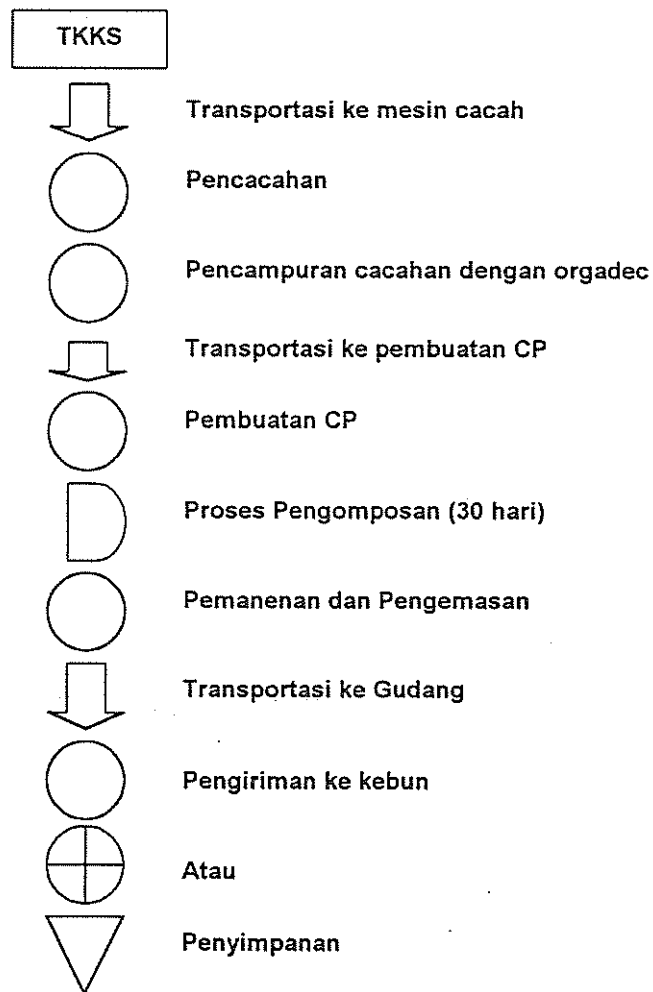
Jika di lihat dari potensi pasar yaitu pihak perkebunan sendiri, maka kompos yang dihasilkan dapat diserap secara keseluruhan. Hal ini didasarkan atas luas perkebunan kelapa sawit yang mencapai lebih dari 9.000 Ha. Setiap hektar terdapat rata-rata 114 pohon, dan setiap pohon membutuhkan 50 Kg kompos/tahun. Jadi dapat di hitung untuk 13.650.000 Kg kompos yang dihasilkan pada kapasitas maksimum sebagaimana terdapat dalam Tabel 6 hanya bisa memenuhi kebutuhan kebun seluas 2.395 Ha.

E. PERANCANGAN ALIRAN BAHAN

Pada prinsipnya perancangan aliran bahan adalah untuk mendapatkan aliran bahan yang seefisien mungkin. Teknik yang dipakai adalah teknik konvensional yaitu dengan menggunakan pendekatan grafis. Faktor-faktor yang dipertimbangkan dalam perancangan aliran bahan adalah bahan atau produk, pergerakan-pergerakan yang terjadi, metoda penanganan, proses atau pusat-

pusat aktivitas, bangunan, *site/lokasi* yang menyangkut topografi dan sarana transportasi, dan terakhir adalah personal yang akan menangani pekerjaan tersebut (Machfud dan Agung, 1990).

Bagan proses produksi dan bagan aliran bahan merupakan alat bantu dalam perancangan aliran bahan. Bagan proses produksi dapat menjelaskan secara kualitatif tentang kebutuhan waktu, tenaga kerja, dan jumlah perjalanan yang dilakukan oleh bahan secara keseluruhan, sedangkan bagan aliran bahan dapat memperlihatkan seluruh aktivitas produksi, baik penggudangan, waktu tunda, inspeksi, transportasi, dan proses pengolahan. Bagan aliran proses industri kompos bioaktif dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Bagan aliran bahan produksi kompos bioaktif

Sementara itu bagan proses produksi kompos bioaktif disajikan dalam Gambar 6 berikut ini.

BAGAN PROSES												
SPESIFIKASI						REKAPITULASI						
Produk : Kompos						AKTIVITAS				JUMLAH		
Kapasitas Mesin : 5000 Kg/Jam						Operasi (O)				5		
Bahan Baku : 8000 Kg TKKS						Pengangkutan (A)				3		
						Penundaan (I)				1		
						Inspeksi (C)				0		
						Penyimpanan (S)				1		
						Jumlah Waktu				-		
						Jumlah Jarak				-		
No.	URAIAN	M	D	T	O	A	I	C	S	KET		
1.	Pemasukan TKKS ke dalam truck	1	-	0,2								
2.	Transportasi ke mesin pengecil ukuran	1	50	0,25								
3.	Pengecilian ukuran TKKS	5	-	3								
4.	Pencampuran cacahan dengan orgadec	3	-	3								
5.	Transportasi ke pembuatan tumpukan	-	4	-								
6.	Pembuatan tumpukan (CP)	7	-	4,5								
7.	Proses pengomposan (30 hari)	-	-	-								
8.	Pemanenan dan pengemasan	9	-	2,5								
9.	Transportasi ke gudang	-	-	-								
10.	Penanganan di gudang	3		1,4								

Keterangan gambar :

M = Jumlah tenaga kerja yang terlibat (orang)

D = Jarak yang ditempuh (meter)

T = Jumlah waktu (jam)

Gambar 6. Bagan proses produksi kompos bioaktif

Bagan proses produksi tersebut dijadikan dasar dalam menentukan jumlah mesin, peralatan, dan tenaga kerja. Bahan baku TKKS yang digunakan untuk pengukuran adalah sebesar 8.000 Kg. Pada proses pemasukan TKKS ke dalam truk dan transportasi ke mesin cacah masing-masing memerlukan satu tenaga kerja. Dengan bahan baku 8.000 Kg proses pengecilan ukuran dapat diselesaikan oleh 5 tenaga kerja selama 3 jam, sehingga dapat ditentukan kapasitas tiap tenaga kerja yaitu $8.000 / (5 \times 3) = 533,3$ Kg/jam. Dengan cara yang sama untuk proses pencampuran cacahan TKKS dengan OrgaDec diperoleh kapasitas tiap tenaga kerja yaitu $8.000 / (3 \times 3) = 888,9$ Kg/jam, sedangkan proses pembuatan CP diperoleh kapasitas tiap tenaga kerja yaitu $8.000 / (4 \times 4,5) = 253,9$ Kg/jam. Pada proses panen dan pengemasan serta transportasi ke gudang dilakukan oleh 9 tenaga kerja selama 2,5 jam. Jumlah

bahan baku yang di olah 8.000 Kg menghasilkan 5.225 Kg kompos (rendemen 65 persen), sehingga kapasitas tiap tenaga kerja adalah $5.225 / (9 \times 2,5) = 232,2$ Kg/jam. Dengan cara yang sama untuk proses penanganan di gudang diperoleh kapasitas tiap tenaga kerja sebesar $5.225 / (3 \times 1,4) = 1.244$ Kg/jam.

F. ANALISIS KETERKAITAN ANTAR AKTIVITAS

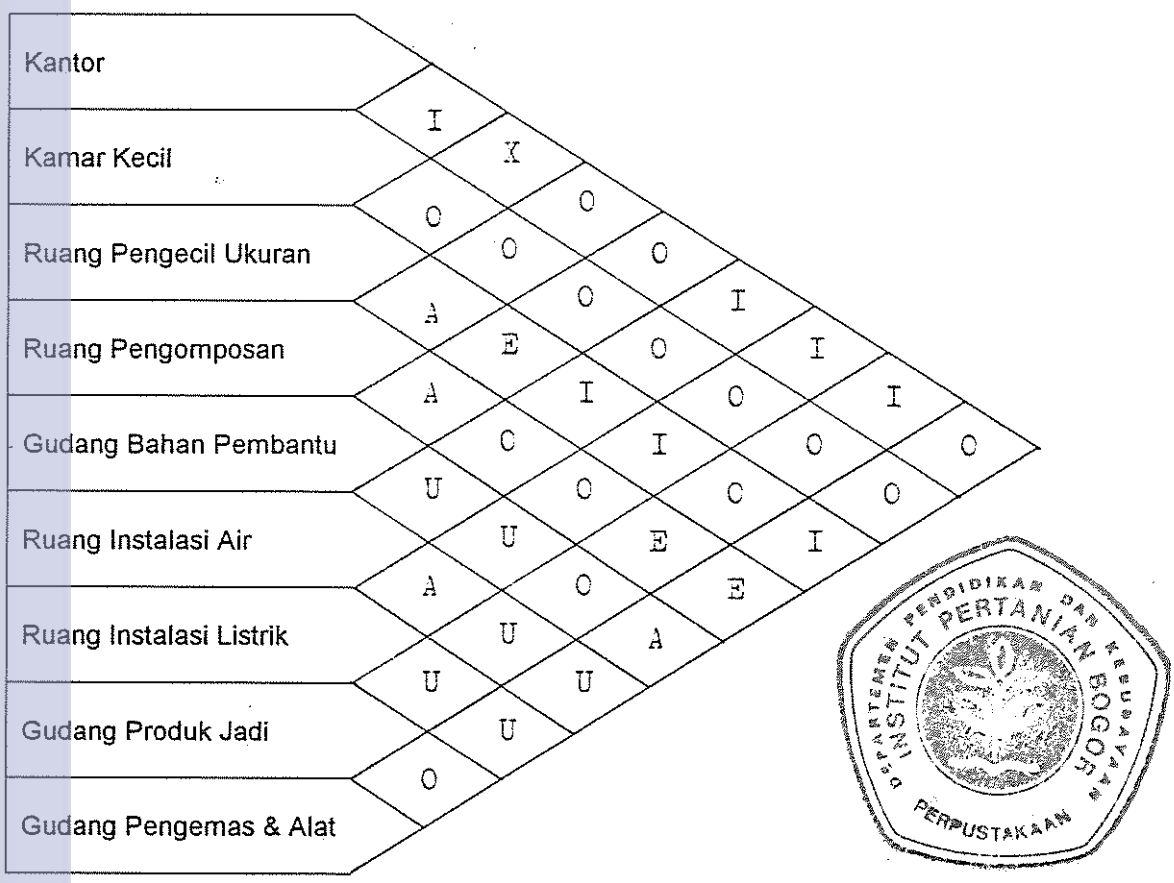
Keterkaitan antar aktivitas menjadi pedoman dalam perancangan tataletak pabrik secara menyeluruh, yaitu bagaimana meletakkan ruang untuk kegiatan tertentu pada lokasi tertentu dengan mempertimbangkan keterkaitan atau interaksinya dengan kegiatan lain pada ruang yang lain pula. Secara garis besar kegiatan industri dapat dibedakan menjadi kegiatan pelayanan administrasi, kegiatan produksi, kegiatan yang berhubungan dengan personel dan kegiatan yang berhubungan dengan fasilitas fisik pabrik (Machfud dan Agung, 1990). Alasan dalam penilaian derajat hubungan antar aktivitas terdapat dalam Tabel 7 berikut ini.

Tabel 7. Derajat hubungan antar aktivitas industri kompos bioaktif

Sandi	Alasan
1	Memakai ruang yang sama
2	Urutan aliran kerja
3	Kemudahan pengawasan
4	Bising, debu, dan getaran
5	Memudahkan pemindahan barang
6	Efisiensi jarak, waktu, dan kerja

Bagan keterkaitan antar aktivitas sangat membantu dalam menempatkan lokasi pusat kerja atau departemen, menunjukkan kegiatan mana yang saling berkaitan, serta sebagai dasar dalam pengalokasian area kegiatan dalam suatu industri. Aktivitas pelayanan industri kompos bioaktif TKKS dapat digolongkan menjadi empat kategori, yaitu administrasi (kantor), produksi (ruang pengecil ukuran, ruang pengomposan, gudang bahan pembantu, gudang produk jadi, dan gudang pengemas dan alat), fasilitas fisik pabrik (ruang instalasi air dan ruang instalasi listrik), serta personalia (kamar kecil). Berdasarkan urutan aliran kerja, kemudahan memindahkan bahan, serta efisiensi jarak, waktu dan kerja,

maka ruang pengecil ukuran dengan ruang pengomposan harus saling berdekatan dan bersebelahan. Begitu pula antara gudang bahan pembantu dengan ruang pengomposan. Sementara itu antara kantor dengan ruang pengecil ukuran di upayakan tidak saling berdekatan karena pada ruang pengecil ukuran berdebu dan bising. Dalam usaha mempermudah pengawasan maka kantor harus cukup berdekatan dengan ruang instalasi air, ruang instalasi listrik, dan gudang produk jadi. Selengkapnya bagan keterkaitan antar aktivitas pada industri kompos bioaktif dapat dilihat pada Gambar 7.



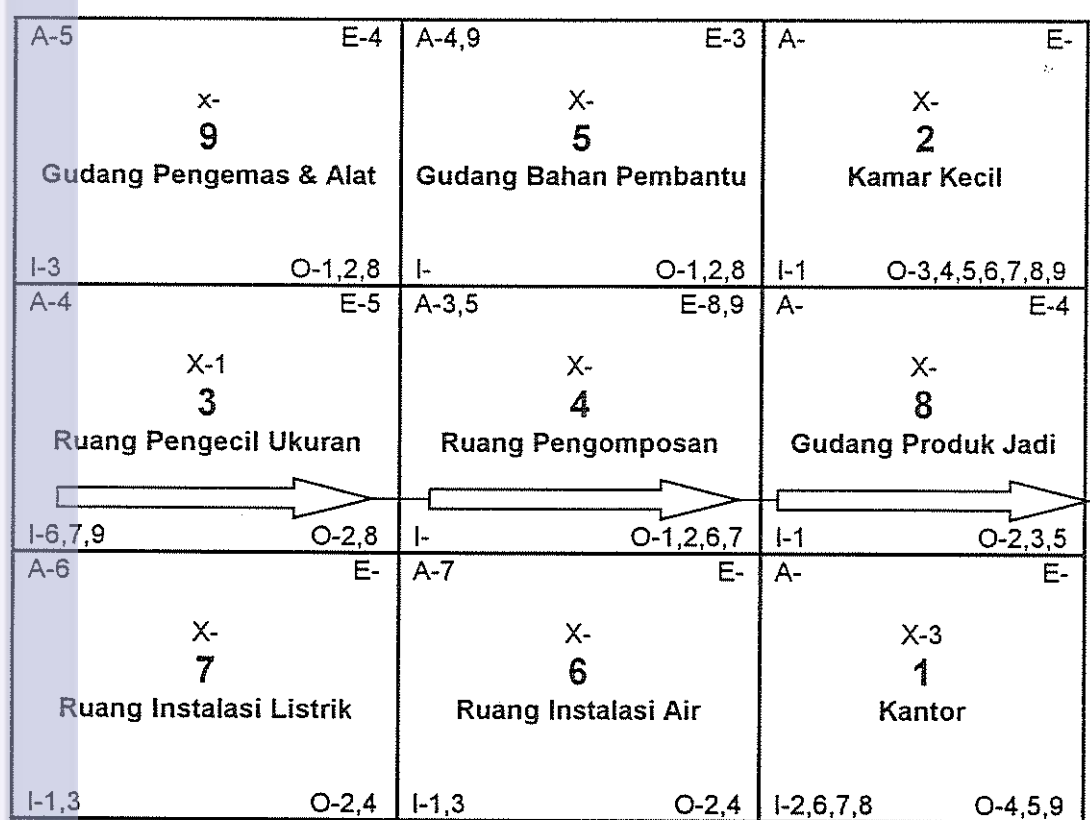
Gambar 7. Bagan keterkaitan antar aktivitas industri kompos bioaktif

Lembar kerja dari hubungan antar aktivitas industri kompos bioaktif selengkapnya terdapat pada Tabel 8 berikut ini.

Tabel 8. Lembar kerja hubungan aktivitas industri kompos bioaktif

No	Aktivitas	Derajat Hubungan Aktivitas					
		A	E	I	O	U	X
1.	Kantor	-	-	2,6,7,8	4,5,9	-	3
2.	Kamar Kecil	-	-	1	3,4,5,6,7,8,9	-	-
3.	Ruang Pengecil Ukuran	4	5	6,7,9	2,8	-	1
4.	Ruang Pengomposan	3,5	8,9	-	1,2,6,7	-	-
5.	Gudang Bahan Pembantu	4,9	3	-	1,2,8	6,7	-
6.	Ruang Instalasi Air	7	-	1,3	2,4	5,8,9	-
7.	Ruang Instalasi Listrik	6	-	1,3	2,4	5,8,9	-
8.	Gudang Produk Jadi	-	4	1	2,3,5	6,7,9	-
9.	Gudang Pengemas & Alat	5	4	3	1,2,8	6,7	-

Sementara itu diagram keterkaitan antar aktivitas industri kompos bioaktif disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Diagram keterkaitan antar aktivitas industri kompos bioaktif

G. PENENTUAN JUMLAH MESIN, PERALATAN DAN TENAGA KERJA

Penentuan jumlah mesin, peralatan dan tenaga kerja didasarkan atas perhitungan matematika sederhana dengan menggunakan formulasi sebagai berikut :

$$M_j = \sum_{i=1}^n \frac{P_{ij} \cdot T_{ij}}{C_{ij}} \quad ; \text{ dan } A_j = \sum_{i=1}^n \frac{P_{ij} \cdot T_{ij}}{C_{ij}}$$

di mana :

M_j = jumlah mesin tipe-j yang dibutuhkan per periode produksi

P_{ij} = tingkat produksi yang diinginkan untuk produk ke-i pada mesin ke-j

T_{ij} = waktu produksi untuk produk ke-i pada mesin ke-j

C_{ij} = jumlah waktu dalam periode produksi yang tersedia untuk memproduksi produk ke-i pada mesin ke-j

n = jumlah jenis produk

Berdasarkan kapasitas mesin cacah yaitu 5 ton/jam, maka untuk mengolah 10 ton TKKS/jam diperlukan mesin cacah sebanyak 2 unit. Untuk alat cetak cukup 1 buah yaitu menggunakan alat cetak dengan kapasitas 18 m³ yang dapat menampung 8 ton TKKS, sedangkan jumlah kereta dorong yang diperlukan adalah 4 unit dengan kapasitas masing-masing 1 m³. Hasil perhitungan terhadap kebutuhan mesin dan peralatan utama disajikan pada Tabel 9 di bawah ini.

Tabel 9. Kebutuhan jumlah mesin dan peralatan

Jenis Mesin dan Peralatan	Σ Bahan Olah (P_{ij})	Waktu Tersedia (C_{ij})	Kapasitas ($1/T_{ij}$)	Kebutuhan (M_j) (unit)
Mesin Cacah	10.000 Kg	1 jam	5 ton/jam	2
Alat Cetak	18 m ³	0,8 jam	22,5 m ³ /jam	1
Kereta Dorong	18 m ³	0,8 jam	0,1 m ³ /menit	3,75 ≅ 4

Sementara itu penentuan jumlah tenaga kerja dilakukan pada lima aktivitas, yaitu pengecilan ukuran, pencampuran orgadec, pembuatan CP, panen dan pengemasan, serta penggudangan. Kapasitas pada aktifitas pengecilan ukuran adalah 533,3 Kg/jam, sehingga untuk bahan olah sebanyak

10 ton TKKS/jam diperlukan tenaga kerja sebanyak 19 orang. Pada aktivitas pencampuran OrgaDec bahan oleh sebanyak 10.050 Kg/jam, dengan kapasitas 888,9 Kg/jam maka tenaga kerja yang diperlukan adalah 12 orang. Begitu juga pada unit pembuatan CP dengan kapasitas 253,9 Kg/jam, maka tenaga kerja yang diperlukan adalah 40 orang. Sementara itu bahan olah pada unit panen dan pengemasan serta unit penggudangan masing-masing sebanyak 6.532,5 Kg/jam. Dengan kapasitas 232,2 Kg/jam dan 1.244 Kg/jam, maka tenaga kerja yang diperlukan masing-masing adalah 29 orang dan 6 orang. Tenaga sopir *truck* dan *loader* masing-masing satu orang. Hasil perhitungan terhadap kebutuhan tenaga kerja disajikan pada Tabel 10 di bawah ini.

Tabel 10. Kebutuhan tenaga kerja langsung

Jenis Aktivitas	Σ Bahan Olah (P_{ij})	Waktu Tersedia (C_{ij})	Kapasitas ($1/T_{ij}$)	Kebutuhan (A_j) (orang)
Pengecilan Ukuran	10.000 Kg	1 jam	533,3 (Kg/jam)	$18,8 \cong 19$
Pencampuran Orgadec	10.050 Kg	1 jam	888,9 (Kg/jam)	$11,3 \cong 12$
Pembuatan CP	10.050 Kg	1 jam	253,9 (Kg/jam)	$39,6 \cong 40$
Pemanenan & Pengemasan	6.532,5 Kg	1 jam	232,2 (Kg/jam)	$28,1 \cong 29$
Penggudangan	6.532,5 Kg	1 jam	1.244 (Kg/jam)	$5,3 \cong 6$

H. PENENTUAN LUAS AREAL PENGOMPOSAN

Penentuan luas areal pengomposan didasarkan atas kebutuhan luas CP (*composting pile*). Luas areal yang dibutuhkan untuk satu CP adalah $6\text{ m} \times 2\text{ m} = 12\text{ m}^2$. Pada bagian sisi panjang CP di beri ruang dengan lebar satu meter. Begitu juga untuk bagian sisi lebar CP di beri ruang dengan lebar satu meter, sehingga kelonggaran untuk tiap CP adalah 75 persen. Berdasarkan kapasitas produksi maksimum TKKS yang direncanakan yaitu 21.000 ton dengan 300 hari kerja/tahun, maka dapat diperkirakan TKKS yang akan dikomposkan per hari yaitu mencapai 70 ton. Satu CP kurang lebih mencapai 8 ton TKKS, sehingga dalam satu hari terdapat 9 CP dan dalam satu bulan (25 hari kerja) terdapat 225 CP. Jadi luas areal yang dibutuhkan untuk

pembuatan CP adalah $12 \text{ m}^2 \times 225 = 2.700 \text{ m}^2$. Dengan kelonggaran yang diberikan yaitu 75 persen maka luas areal pengomposan yang diperlukan adalah 4.725 m^2 . Luas areal pengomposan tersebut memerlukan bangunan dengan luas lantai sebesar 5.096 m^2 .

Selain areal pengomposan, juga diperlukan luas areal untuk ruang pengecil ukuran, gudang produk jadi, gudang OrgaDec dan peralatan, ruang kantor dan toilet, serta ruang instalasi listrik dan air. Bangunan untuk ruang pengecil ukuran sudah tersedia di PKS Kertajaya dengan luas $30 \text{ m} \times 14 \text{ m}$. Sementara itu bangunan gudang produk jadi direncanakan seluas $14 \text{ m} \times 42 \text{ m} = 588 \text{ m}^2$. Gudang produk jadi adalah tempat menyimpan produk kompos bioaktif yang sudah di kemas. Luas ruangan tersebut disesuaikan dengan jumlah produk, lama penyimpanan, dan ukuran kemasan. Bila pengangkutan dilakukan setiap hari kecuali hari Minggu, maksimum keterlambatan selama satu minggu = 7 hari, maka kapasitas gudang adalah jumlah produksi selama 7 hari yaitu 318,5 ton. Produk kompos bioaktif di kemas dalam karung plastik dengan berat rata-rata tiap karung adalah 13 Kg. Ukuran satu kemasan adalah sekitar $53 \text{ cm} \times 41 \text{ cm} \times 13 \text{ cm}$ (p x l x t), sehingga luasnya adalah 2.173 cm^2 . Kemasan di simpan dengan cara di tumpuk dengan tinggi tumpukan 2 m yang memuat 15 tumpuk karung. Dalam 7 hari produksi $318,5 \text{ ton} : 13 \text{ Kg/karung} = 24.500$ karung. Kebutuhan luas = $(24.500 \text{ karung} : 15 \text{ karung}) \times 0,2173 \text{ m}^2 = 354,9 \text{ m}^2$. Dengan kelonggaran 65 persen, maka luas ruangan gudang adalah $585,5 \text{ m}^2 \cong 588 \text{ m}^2$.

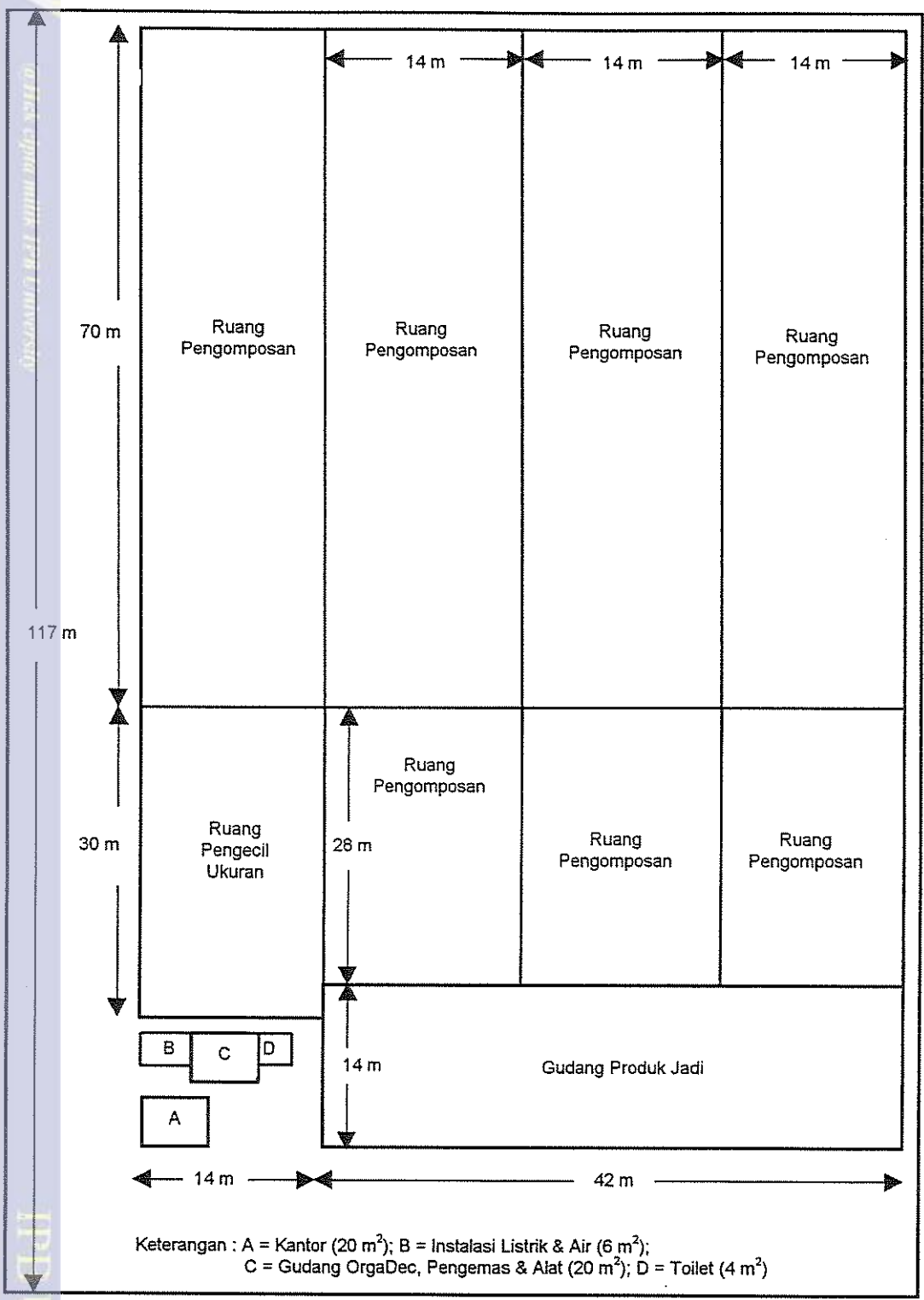
Kebutuhan luas kantor didasarkan pada tenaga kerja yang mendapatkan ruang kantor yaitu sebanyak dua orang terdiri dari kepala bagian dan juru tulis. Kebutuhan luas ruangan untuk kantor adalah 8 m^2 sampai 12 m^2 per orang (Ariyoto, 1980). Jika satu orang membutuhkan ruang 10 m^2 , maka luas ruangan kantor adalah 20 m^2 . Sementara itu kebutuhan luas gudang OrgaDec dan peralatan, toilet, serta ruang instalasi listrik dan air masing-masing ditetapkan sebesar 20 m^2 , 4 m^2 , dan 6 m^2 .

I. PENENTUAN LOKASI DAN PERENCANAAN TATALETAK

Wilayah kabupaten Lebak dengan luas 285.996 hektar secara geografis terletak di antara 106°00' sampai 106°25' Bujur Timur, 5°00' sampai 10°00' Lintang Selatan. Berbatasan dengan Samudera Indonesia di sebelah Selatan, kabupaten Serang di sebelah Utara, dengan kabupaten Pandeglang di sebelah Barat, sedangkan sebelah Timur dibatasi oleh kabupaten Tangerang, Bogor dan Sukabumi.

Pabrik Kelapa Sawit (PKS) Kertajaya terdapat di kecamatan Banjarsari kabupaten Lebak dan termasuk ke dalam wilayah pembangunan Lebak Barat yang diperuntukkan sebagai wilayah perkebunan rakyat dan perkebunan besar. PKS Kertajaya di pilih sebagai lokasi proyek sangat tepat dan beralasan. Apabila di lihat dari segi potensi bahan baku, maka lokasi proyek akan berdekatan dengan sumber bahan baku sehingga dapat meminimumkan biaya transportasi. Apabila di lihat dari daerah pemasaran, maka lokasi proyek juga akan dekat dengan daerah pemasaran yaitu pihak perkebunan itu sendiri. Analisis juga didukung oleh faktor-faktor biaya yang meliputi ketersediaan fasilitas listrik, tenaga kerja, serta biaya transportasi bahan baku dan produk.

Sementara itu dalam perancangan tataletak didasarkan atas aliran bahan dan keterkaitan antar aktivitas. Berdasarkan diagram keterkaitan antar aktivitas dan data kebutuhan ruang untuk produksi, di rancang suatu denah ruangan yang diharapkan mempunyai tingkat efisiensi tinggi. Perancangan tataletak yang baik akan sangat berguna bagi pabrik, karena akan memperkecil jarak perpindahan dan waktu perpindahan, keteraturan proses, dan kerapihan tempat, memudahkan pekerja dan pada akhirnya akan meningkatkan produktivitas. Perancangan tata letak pabrik juga didasarkan pada bangunan yang telah ada dan dalam hal ini dipergunakan sebagai ruang pengecil ukuran.



Gambar 9. Tataletak industri kompos bioaktif

J. ANALISIS DAMPAK LINGKUNGAN

Pendirian suatu industri pada suatu daerah secara langsung maupun tidak langsung akan mempengaruhi kehidupan masyarakat dan lingkungan sekitarnya. Pengaruh tersebut dapat berupa pengaruh positif, maupun pengaruh negatif yang akan menurunkan taraf hidup dan kesejahteraan masyarakat. Selain itu pendirian suatu industri juga akan berdampak langsung pada perekonomian nasional. Analisis dampak lingkungan disini meliputi prakiraan dampak tahap operasi dan prakiraan dampak sosial.

Dampak negatif dari tahap operasi industri kompos ini bisa dikatakan tidak ada, sebab dalam tahapan operasinya tidak menggunakan dan tidak menghasilkan bahan-bahan kimia yang berbahaya atau dapat menurunkan daya dukung lingkungan di sekitar lokasi pabrik.

Dampak sosial yang ditimbulkan dari industri kompos ini terlihat dalam bentuk meningkatnya pendapatan dan berkurangnya tingkat pengangguran. Pengaruh langsung yang dirasakan oleh masyarakat sekitar lokasi pabrik adalah terbukanya lapangan kerja baru. Sebaliknya, pemberian upah atau gaji bagi para pekerja akan mempengaruhi kondisi perekonomian disekitar lokasi pabrik. Sementara itu manfaat yang diberikan oleh industri ini terhadap perekonomian nasional adalah penerimaan pajak penghasilan sebagaimana terdapat pada Tabel 11 di bawah ini.

Tabel 11. Akumulasi jumlah pajak penghasilan yang disetor oleh industri kompos bioaktif dengan DER 50 : 50

Kondisi	Total Pajak (Tahun 1 s.d. 10)
Kondisi Normal	Rp 7,6 milyar
Biaya Investasi Naik 10 %	Rp 7,3 milyar
Produksi Turun 10 %	Rp 6,5 milyar
Harga Jual Turun 10 %	Rp 6,2 milyar
Biaya Variabel Naik 10 %	Rp 7,3 milyar

Kondisi	Total Pajak (Tahun 1 s.d. 10)
Kondisi Normal	Rp 9,2 milyar
Biaya Investasi Naik 10 %	Rp 9,0 milyar
Produksi Turun 10 %	Rp 8,0 milyar
Harga Jual Turun 10 %	Rp 7,7 milyar
Biaya Variabel Naik 10 %	Rp 8,8 milyar

V. ANALISIS MANAJEMEN OPERASI

A. KEBUTUHAN DAN KUALIFIKASI TENAGA KERJA

Tenaga kerja yang dibutuhkan dapat dikelompokkan menjadi dua golongan yaitu tenaga kerja langsung dan tenaga kerja tidak langsung. Tenaga kerja langsung terdiri dari tenaga pengecilan ukuran, tenaga pembuatan CP, serta tenaga pemanenan dan penyimpanan. Tenaga kerja tidak langsung terdiri dari kepala bagian, juru tulis, mekanik, pengawas, dan operator. Rincian tenaga kerja dan upah dapat di lihat pada Tabel 13 berikut ini.

Tabel 13. Jumlah dan upah tenaga kerja industri kompos bioaktif

No	Uraian	Jumlah (Orang)	Upah/hari/Orang (Rp)	Upah/bulan/Orang (Rp)	Total (Rp)
1.	Kepala Bagian Kompos	1		600.000	600.000
2.	Juru Tulis	1		200.000	200.000
3.	Pengawas	2		230.000	460.000
4.	Mekanik	1		230.000	230.000
5.	Operator	2		200.000	400.000
6.	Tenaga Kerja Langsung	108	7.200	180.000	19.440.000

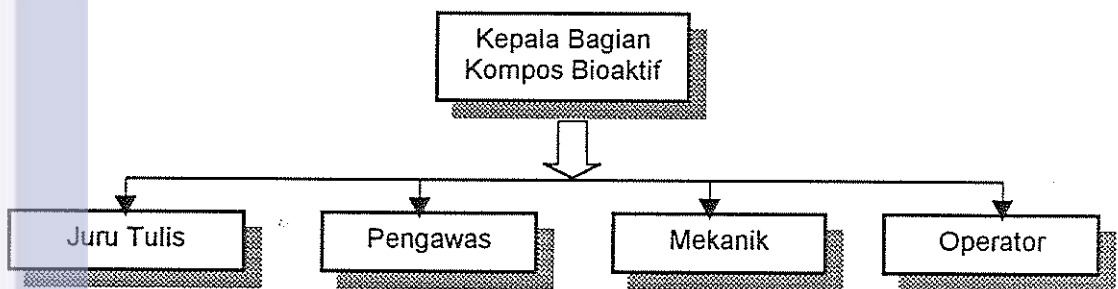
Sementara itu spesifikasi tenaga kerja dilakukan secara kualitatif berdasarkan arahan tugas yang diberikan. Karena industri kompos bioaktif ini berada dibawah PKS Kertajaya, maka pertanggungjawaban terhadap kelangsungan industri ini kepada administratur PKS Kertajaya. Kebutuhan dan kualifikasi tenaga kerja yang diperlukan sebagaimana terdapat pada Tabel 14 di bawah ini.

Tabel 14. Spesifikasi tenaga kerja industri kompos bioaktif

No	Jabatan	Jml	Spesifikasi
1.	Kepala Bagian Kompos	1	Diploma Pendidikan Ahli Usaha Perkebunan
2.	Juru Tulis	1	Lulusan Sekolah Lanjutan Tingkat Atas
3.	Pengawas	2	Lulusan Sekolah Lanjutan Tingkat Atas
4.	Mekanik	1	Lulusan Sekolah Teknik Menengah
5.	Operator	2	Lulusan Sekolah Teknik Menengah
6.	Tenaga Kerja Langsung	108	Lulusan SLTP / SD

B. ORGANISASI

Proyek industri kompos bioaktif yang diusulkan adalah berada di bawah PKS Kertajaya, PT. Perkebunan Nusantara VIII. Secara operasional industri kompos bioaktif ini dipimpin oleh seorang kepala bagian yang dibantu oleh tenaga administrasi, pengawas, operator mesin dan mekanik. Struktur organisasi industri kompos bioaktif selengkapnya terdapat pada Gambar 10 berikut ini.



Gambar 10. Struktur organisasi industri kompos bioaktif

C. WEWENANG DAN TANGGUNG JAWAB

1. Kepala Bagian

Kepala bagian bertanggung jawab kepada administratur PKS Kertajaya. Kepala bagian juga bertanggung jawab atas pembuatan perencanaan, pengawasan dan penilaian hasil dari tiap-tiap bagian. Selain itu kepala bagian berhak menetapkan kebijakan-kebijakan untuk mencapai tujuan pabrik.

2. Mekanik

Mekanik bertanggung jawab kepada kepala bagian tentang perawatan dan pemeliharaan gedung serta fasilitas, pengadaan bangunan dan fasilitas baru yang diusulkan. Bertanggung jawab atas kelancaran kegiatan mesin produksi, transportasi serta fasilitas penunjang. Mekanik atas

persetujuan kepala bagian berhak mengganti mesin dan peralatan bahkan proses produksi berdasarkan kajian kelayakan yang dilakukan.

3. Juru Tulis

Bertugas mencatat segala hal yang berhubungan dengan hal keuangan dan administrasi. Bertanggung jawab tentang perencanaan, pelaksanaan dan pengendalian operasi yang mencakup aspek akuntansi biaya dan persediaan. Laporan disampaikan kepada kepala bagian untuk dipertanggungjawabkan kepada administrator.

4. Operator

Bertanggung jawab kepada kepala bagian tentang pelaksanaan proses produksi yang berkenaan dengan mesin pencacah. Tugas utamanya adalah mengoperasikan mesin selama proses berlangsung.

5. Pengawas

Bertugas mengawasi pekerja lepas atau tenaga kerja langsung dalam proses produksi kompos. Mencatat semua kebutuhan yang diperlukan dalam produksi, serta hal-hal yang menyangkut kebutuhan pabrik dan menyampaikannya kepada kepala bagian.



VI. ANALISIS FINANSIAL DAN EKONOMI

A. ASUMSI-ASUMSI YANG DIGUNAKAN

Untuk dapat melakukan analisis finansial terhadap industri kompos ini perlu ditetapkan beberapa asumsi dasar yang disesuaikan dengan kondisi pada saat kajian dilakukan dan didasarkan pada hasil-hasil perhitungan yang telah dilakukan pada analisis aspek-aspek yang lain. Asumsi-asumsi dasar tersebut adalah sebagai berikut :

1. Analisis finansial dilakukan selama usia proyek, yaitu 10 tahun.
2. Penentuan besar pajak penghasilan didasarkan pada Undang-Undang Perpajakan tahun 1994, yaitu apabila pendapatan mengalami kerugian maka tidak dikenakan pajak, apabila pendapatan kurang dari Rp 25.000.000, maka dikenakan pajak sebesar 10 persen, selanjutnya bila pendapatan berada antara Rp 25.000.000 dan Rp 50.000.000, maka dikenakan pajak sebesar 10 persen dari Rp 25.000.000 ditambah dengan 15 persen dari pendapatan yang telah dikurangi Rp 25.000.000. Kemudian bila pendapatan berada di atas Rp 50.000.000, maka ditetapkan pajak 10 persen dari Rp 25.000.000 ditambah 15 persen dari Rp 25.000.000 dan ditambah lagi dengan 30 persen dari pendapatan yang telah dikurangi dengan Rp 50.000.000.
3. Biaya dan harga selama 10 tahun dihitung dengan harga konstan.
4. Produksi tahun pertama ditetapkan 60 persen dari kapasitas maksimum, tahun kedua sebesar 80 persen dari kapasitas maksimum, dan pada tahun ketiga sampai kesepuluh pabrik memproduksi 100 persen.
5. Metode penyusutan yang digunakan adalah metode garis lurus dengan nilai sisa 10 persen.
6. Biaya pemeliharaan dan perbaikan ditetapkan sebesar 3 persen dari nilai investasi.
7. Perbandingan antara pinjaman dari bank dan modal milik sendiri untuk investasi industri ini (*debt to equity ratio*, DER) adalah 50 : 50 dengan

tingkat bunga pinjaman 30 persen. Investasi juga dihitung apabila 100 persen biaya menggunakan modal sendiri.

8. Perhitungan-perhitungan yang dilakukan didasarkan pada nilai-nilai yang diperoleh di lokasi penelitian yaitu PKS Kertajaya, sehingga hasil studi ini hanya untuk kasus di PKS Kertajaya.
9. Pembangunan proyek dimulai pada tahun ke nol dan produksi pertama berlangsung pada tahun ke satu. Pembangunan proyek tahun ke nol adalah 60 persen, sisanya sebesar 40 persen diselesaikan pada tahun pertama.
10. Harga bahan baku berupa TKKS adalah Rp 25/Kg didasarkan atas biaya transportasi apabila TKKS tersebut langsung diaplikasikan ke kebun. Harga ini selama 10 tahun diperkirakan tidak mengalami perubahan.
11. Biaya pendirian bangunan permeter persegi adalah Rp 600.000 sampai Rp 800.000.
12. Nilai ganti kompos adalah Rp 371,06/Kg didasarkan atas nilai kesetaraan hara yang dapat digantikan oleh kompos bioaktif dari pupuk urea, SP36, MOP, dan kieserit.
13. Pembayaran kredit modal investasi dilakukan selama usia proyek yaitu 10 tahun, sedangkan pembayaran kredit modal kerja awal dilakukan selama 5 tahun.

B. MODAL AWAL PROYEK

Dana modal awal proyek secara keseluruhan dapat dibagi menjadi dua yaitu dana modal tetap dan modal kerja awal. Dana modal tetap merupakan dana yang dibutuhkan untuk pendirian dan penyediaan mesin serta peralatan yang dibutuhkan pada suatu proyek. Dana modal kerja adalah dana yang dibutuhkan untuk mengoperasikan proyek tersebut. Kebutuhan investasi merupakan modal tetap yang harus tersedia sebagai awal untuk menjalankan suatu proyek industri. Komposisi biaya investasi pendirian industri kompos bioaktif terdapat pada Tabel 15, sedangkan rinciannya dapat di lihat pada Lampiran 9.

Tabel 15. Komposisi biaya investasi industri kompos bioaktif

No	Komposisi	Biaya Investasi (Rp)
1	Tanah	140.000.000
2	Bangunan	3.694.000.000
3	Bangunan Penunjang	76.400.000
4	Mesin dan Peralatan	1.114.025.000
5	Peralatan Utilitas	18.650.000
6	Alat Kantor	13.210.000
7	Biaya pra Operasi	132.500.000
8	Biaya Tak Terduga (10%)	518.878.500
TOTAL		5.707.663.500

Lahan yang diperlukan untuk proyek ini adalah seluas 7.000 m² dengan luas bangunan 6.154 m². Harga tanah ditetapkan Rp 20.000/m², dengan demikian dana yang dibutuhkan untuk pembelian tanah adalah Rp 140.000.000.

Biaya pendirian bangunan proyek diasumsikan Rp 600.000/m² sampai Rp 800.000/m². Biaya total investasi bangunan adalah Rp 3.694.000.000 di tambah dengan bangunan penunjang sebesar Rp 76.400.000. Sementara itu biaya investasi untuk pengadaan mesin dan peralatan adalah sebesar Rp 1.114.025.000.

Peralatan utilitas memerlukan investasi sebesar Rp 18.650.000. Selain itu diperlukan alat kantor dengan total investasi Rp 13.210.000. Biaya pra-operasi untuk perizinan, administrasi masa konstruksi, konsultan dan akuntan, biaya perjalanan dinas serta gaji dan upah selama masa konstruksi sebesar Rp 132.500.000.

Bunga selama konstruksi adalah sebesar Rp 356.729.000 termasuk dalam modal investasi yang diperlukan (Lampiran 10a). Hal ini didasarkan kepada kondisi selama masa konstruksi proyek belum mendapat masukan dari produksi namun bunga pinjaman tetap harus di bayar.

Dana modal kerja awal digunakan untuk membiayai proses produksi selama satu tahun pertama. Besarnya modal kerja yang dipergunakan adalah sebesar Rp 937.710.750 (Lampiran 13) sama dengan biaya produksi tahun pertama.

Pembayaran dana modal kerja awal tersebut dilakukan selama 5 tahun dengan DER sebesar 50 : 50 dan bunga 30 persen/tahun. Kredit modal kerja dilakukan bersamaan dengan kredit modal tetap. Bunga selama masa konstruksi

untuk kredit modal kerja adalah Rp 58.607.000 (Lampiran 10b) sehingga besarnya modal sendiri dan modal pinjaman untuk investasi secara keseluruhan proyek ini masing-masing sebesar Rp 3.322.687.125. Modal pinjaman sebesar Rp 3.322.687.125 dianggap sebagai penerimaan dan sebagai konsekuensinya industri harus membayar angsuran pokok dan bunga pinjaman kepada pihak pemberi modal. Sementara itu modal sendiri yang besarnya sama dengan modal pinjaman yaitu Rp 3.322.687.125 dianggap sebagai penerimaan sekaligus sebagai pengeluaran karena di samping industri menerima modal pada hakekatnya industri juga mengeluarkan modal dalam jumlah yang sama. Sementara itu apabila industri secara keseluruhan hanya menggunakan biaya sendiri, maka modal yang diperlukan adalah sebesar modal investasi yaitu Rp 5.707.663.500 (Lampiran 9) di tambah dengan modal kerja yaitu Rp 937.710.750 (Lampiran 13).

C. ARUS KAS

a. Penerimaan

Penerimaan diperoleh dari perkalian antara jumlah produksi dengan nilai ganti kompos. Nilai ganti kompos bioaktif adalah Rp 371,06/Kg yang diperoleh dari substitusi terhadap pupuk anorganik yang digunakan dalam pemupukan kelapa sawit (Lampiran 14). Secara lengkap nilai penjualan kompos yang dapat diperoleh terdapat pada Tabel 16 di bawah ini.

Tabel 16. Nilai penjualan kompos bioaktif

Tahun Ke-	Produksi (Kg)	Nilai Penjualan (Rp)
1	8.190.000	3.038.981.400
2	10.920.000	4.051.975.200
3	13.650.000	5.064.969.000
4	13.650.000	5.064.969.000
5	13.650.000	5.064.969.000
6	13.650.000	5.064.969.000
7	13.650.000	5.064.969.000
8	13.650.000	5.064.969.000
9	13.650.000	5.064.969.000
10	13.650.000	5.064.969.000

b. Biaya Produksi

Biaya produksi terdiri atas biaya tetap dan biaya tidak tetap (variabel). Biaya tetap adalah biaya yang besarnya tidak tergantung kepada tingkat aktivitas atau volume produksi selama selang waktu proyek. Biaya variabel adalah biaya yang besarnya berubah secara proporsional dengan adanya perubahan tingkat aktivitas atau volume produksi. Yang termasuk dalam biaya tetap dalam industri kompos bioaktif ini antara lain gaji tenaga kerja tidak langsung, biaya pemeliharaan dan perbaikan, serta biaya administrasi kantor, sedangkan yang termasuk biaya variabel antara lain upah tenaga kerja langsung atau tenaga kerja harian, biaya bahan baku, biaya bahan pembantu yang berupa OrgaDec, pengemas, terpal, serta biaya-biaya peralatan. Perincian biaya operasi atau biaya produksi terdapat pada Lampiran 13.

c. Proyeksi Rugi Laba

Proyeksi rugi laba industri kompos bioaktif dengan DER 50 : 50 dapat di lihat pada Lampiran 15. Laba bersih merupakan nilai yang diperoleh dari pengurangan total penerimaan dengan biaya operasi, bunga pinjaman, biaya penyusutan dan pajak penghasilan. Penyusutan dimasukkan dalam neraca rugi laba sebagai biaya untuk mendapatkan nilai laba bersih yang mencerminkan nilai sesungguhnya.

Sementara itu laba bersih industri kompos bioaktif dengan menggunakan modal sendiri diperoleh dari pengurangan total penerimaan dengan biaya operasi, biaya penyusutan, dan pajak penghasilan. Proyeksi rugi laba industri kompos bioaktif dengan modal sendiri dapat di lihat pada Lampiran 21.

d. Prakiraan Kas

Prakiraan kas industri kompos bioaktif dengan DER 50 : 50 dapat dilihat pada Lampiran 16. Sumber uang kas atau penerimaan pada prakiraan kas diperoleh dari penjumlahan laba bersih dengan biaya penyusutan. Biaya penyusutan pada laporan arus kas ini dimasukkan sebagai penerimaan. Nilai aliran kas bersih diperoleh dari pengurangan penerimaan dengan biaya angsuran. Pada tahun kesepuluh sumber uang kas ditambahkan dengan nilai sisa modal yang merupakan nilai sisa dari modal investasi.

Prakiraan kas industri kompos bioaktif dengan modal sendiri dapat dilihat pada Lampiran 22. Perbedaannya dengan analisa prakiraan kas dengan DER 50 : 50 adalah pada analisa prakiraan kas dengan modal sendiri tidak terdapat biaya angsuran.

D. KRITERIA INVESTASI

Hasil perhitungan *Net Present Value* (NPV) berdasarkan aliran kas bersih pada tabel analisa prakiraan kas industri kompos bioaktif DER 50 : 50 menghasilkan jumlah sebesar lebih dari Rp 2,2 milyar (Lampiran18). Sementara itu NPV yang menggunakan modal sendiri adalah sebesar lebih dari Rp 1,9 milyar (Lampiran 24). Nilai IRR yang diperoleh adalah 60 persen untuk DER 50 : 50 dan 43 persen untuk modal sendiri.

Payback Period (PBP) industri kompos bioaktif ini adalah 2,77 tahun untuk yang menggunakan modal sendiri, sedangkan yang menggunakan DER 50 : 50 PBP di capai pada 2,70 tahun. Sementara itu *Net B/C* yang diperoleh adalah 1,50 untuk modal sendiri dan 2,17 dengan menggunakan DER 50 : 50. Dari perhitungan *Break Even Point* (BEP) dengan DER 50 : 50 (Lampiran 19), mulai tahun pertama titik impas produksi berada dibawah produksi riil, demikian juga yang menggunakan modal sendiri (Lampiran 25) diperoleh titik impas produksi yang berada di bawah produksi riil pada masing-masing tahun. Hal ini menunjukkan bahwa keuntunganlah yang dicapai apabila telah melampaui titik impas. Dari hasil-hasil kriteria investasi tersebut maka proyek industri kompos

bioaktif dari TKKS ini baik menggunakan DER 50 : 50 ataupun modal sendiri layak untuk direalisasikan.

E. ANALISIS SENSITIVITAS

Analisis sensitivitas untuk proyek ini baik yang menggunakan modal sendiri maupun yang menggunakan DER 50 : 50 dilakukan terhadap prakiraan kenaikan biaya variabel sebesar 10 persen, penurunan jumlah produksi sebesar 10 persen, kenaikan biaya investasi sebesar 10 persen, dan penurunan harga jual sebesar 10 persen. Hasil perhitungan kriteria investasi untuk analisis sensitivitas terdapat pada tabel-tabel di bawah ini.

Tabel 17. Analisis sensitivitas untuk kenaikan biaya investasi

Kriteria Investasi	DER 50 : 50 (Biaya Investasi Naik 10%)	Modal Sendiri (Biaya Investasi Naik 10%)
PBP (Th)	3,04	2,99
NPV (Rp)	1.742.026.777,42	1.470.067.612,33
Net B/C	1,78	1,33
IRR (%)	51	39

Tabel 18. Analisis sensitivitas untuk penurunan produksi

Kriteria Investasi	DER 50 : 50 (Produksi Turun 10%)	Modal Sendiri (Produksi Turun 10%)
PBP (Th)	3,12	3,05
NPV (Rp)	1.446.410.990,69	1.198.911.431,54
Net B/C	1,71	1,29
IRR (%)	49	38

Tabel 19. Analisis sensitivitas untuk penurunan nilai ganti

Kriteria Investasi	DER 50 : 50 (Nilai Ganti Turun 10%)	Modal Sendiri (Nilai Ganti Turun 10%)
PBP (Th)	3,24	3,11
NPV (Rp)	1.280.656.510,73	1.032.384.069,38
Net B/C	1,62	1,25
IRR (%)	47	37

Tabel 20. Analisis sensitivitas untuk kenaikan biaya variabel

Kriteria Investasi	DER 50 : 50 (Biaya Variabel Naik 10%)	Modal Sendiri (Biaya Variabel Naik 10%)
PBP (Th)	2,82	2,85
NPV (Rp)	1.990.566.709,35	1.741.196.492,12
Net B/C	2,04	1,43
IRR (%)	57	42

Berdasarkan kriteria investasi yang dihasilkan dapat dijelaskan bahwa industri kompos bioaktif ini baik yang menggunakan modal sendiri maupun dengan DER 50 : 50 sensitif terhadap penurunan produksi dan penurunan nilai ganti. Penurunan produksi dapat terjadi apabila bahan baku tidak tersedia atau kurang dari kapasitas yang ditentukan. Dari prakiraan jumlah bahan baku yang terus meningkat, maka kecil kemungkinan terjadinya penurunan produksi. Begitu pula untuk penurunan nilai ganti yang kecil kemungkinan terjadinya karena nilai ganti kompos bioaktif dari TKKS ini didasarkan atas harga jual pupuk anorganik yang di pakai dalam pemupukan kelapa sawit yaitu Urea, SP36, MOP, dan Kieserit berdasarkan nilai kesetaraan haranya dan pada kenyataannya harga pupuk anorganik tersebut semakin bertambah mahal.



VII. KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) yang merupakan salah satu limbah hasil pengolahan kelapa sawit dapat dimanfaatkan sebagai kompos bioaktif, sehingga dapat mengatasi masalah limbah hasil pengolahan kelapa sawit sekaligus mendapatkan nilai tambah dan menumbuhkan lapangan usaha baru. Penggunaan pupuk organik (kompos) sangat diperlukan karena dapat memperbaiki sifat-sifat fisik, kimia, dan biologi tanah di samping sebagai sumber unsur hara bagi tanaman. Industri kompos bioaktif ini direncanakan memanfaatkan TKKS yang tersedia di PKS Kertajaya, PT. Perkebunan Nusantara VIII.

Proses produksi kompos bioaktif dari TKKS ini diawali dengan pengangkutan TKKS ke unit pengecil ukuran. Pengecilan ukuran atau pencacahan dilakukan dengan mesin pencacah HAGE-6000 yang dirancang khusus untuk mengadopsi bentuk dan sifat bahan. Hasil cacahan di campur dengan bioaktivator berupa *Trichoderma pseudokoningii* dan *Cytophaga* sp. yang dikemas dalam satu produk bernama OrgaDec dengan dosis 0,5% (b/b). Kemudian dilakukan pembuatan tumpukan dengan alat cetak tumpukan dan ditutup dengan terpal. Setelah 30 hari kompos di panen dan di kemas serta langsung di kirim ke kebun atau di simpan dalam gudang.

Lokasi pendirian industri kompos bioaktif ini direncanakan di PKS Kertajaya, PT. Perkebunan Nusantara VIII, Kabupaten Lebak, Jawa Barat dengan daerah pemasaran adalah perkebunan kelapa sawit PT. Perkebunan Nusantara VIII. Penentuan nilai ganti kompos didasarkan atas nilai kesetaraan hara yang dapat digantikan oleh kompos bioaktif ini terhadap pupuk anorganik yang biasa digunakan dalam pemupukan kelapa sawit yaitu Urea, SP36, MOP, dan Kieserit. Sementara itu dalam organisasi industri kompos bioaktif ini dipimpin oleh administratur PKS Kertajaya dan secara operasional dilakukan oleh kepala bagian kompos bioaktif. Jumlah tenaga kerja yang diperlukan

adalah 115 orang, yang 108 orang diantaranya merupakan tenaga kerja langsung atau tenaga kerja lepas.

Pendirian industri kompos bioaktif dari TKKS ini apabila menggunakan biaya sendiri memerlukan biaya investasi (modal tetap) sebesar Rp 5,7 milyar dan modal kerja sebesar Rp 937 juta. Jika menggunakan DER (*Debt to Equity Ratio*) 50 : 50 dengan tingkat suku bunga 30 persen, maka besarnya modal sendiri dan modal pinjaman untuk investasi masing-masing sebesar Rp 3,3 milyar. Kriteria investasi proyek dengan modal sendiri berdasarkan analisis finansial dan ekonomi menunjukkan nilai NPV sebesar Rp 1,9 milyar, IRR sebesar 43 persen, *Net B/C* sebesar 1,50 serta PBP di capai selama 2,77 tahun. Apabila menggunakan DER 50 : 50 maka nilai IRR sebesar 60 persen, NPV sebesar Rp 2,2 milyar, *Net B/C* sebesar 2,17 dan PBP di capai selama 2,70 tahun. Berdasarkan kriteria investasi tersebut maka proyek ini layak untuk direalisasikan baik menggunakan biaya sendiri secara keseluruhan maupun menggunakan DER 50 : 50.

Sementara itu analisis sensitivitas dilakukan terhadap prakiraan kenaikan biaya investasi sebesar 10 persen, penurunan jumlah produksi sebesar 10 persen, penurunan nilai ganti sebesar 10 persen, dan kenaikan biaya variabel sebesar 10 persen. Berdasarkan kriteria investasi yang dihasilkan maka baik menggunakan modal sendiri maupun dengan DER 50 : 50 proyek masih layak untuk direalisasikan.

B. SARAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari penelitian, maka industri kompos bioaktif dari TKKS ini sangat layak untuk direalisasikan, sehingga perlu di kaji lebih lanjut dengan melakukan studi kelayakan tentang pendirian industri ini. Menurut hasil yang diperoleh dalam penelitian ini pula juga masih di pandang perlu untuk dilakukan beberapa upaya peningkatan efisiensi diantaranya yang penting adalah :

1. Waktu pengomposan dipercepat dari 30 hari sebagaimana yang dilakukan dalam penelitian menjadi 2 minggu atau 14 hari.

Berdasarkan penelitian terdahulu waktu pengomposan dapat dilakukan dalam waktu 14 hari, sehingga dapat menghemat ruang dan bangunan pengomposan sampai kurang lebih 50 persen.

2. TKKS yang tersedia dimanfaatkan secara keseluruhan.

Dalam penelitian ini direncanakan kapasitas maksimal pabrik adalah 21.000 ton TKKS/tahun. Kapasitas tersebut masih di bawah jumlah TKKS yang tersedia berdasarkan peramalan yang dilakukan di PKS Kertajaya. Dengan waktu pengomposan 14 hari, maka terbuka peluang untuk memanfaatkan seluruh TKKS yang tersedia.

3. Pengoperasian pabrik dilakukan dalam 2 shift.

Hal ini dilakukan sebagai konsekuensi dari pemanfaatan seluruh TKKS yang tersedia di PKS Kertajaya.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, M. 1977. Introduction to Soil Microbiology 2nd Edition. John Willey and Sons, New York.
- Aritonang, D. 1986. Perkebunan Kelapa Sawit, Sumber Pakan Ternak di Indonesia. Litbang Pertanian 5(4):93-99.
- Ariyoto, K. 1980. Feasibility Study. PT. Mutiara Sumber Widya, Jakarta.
- Basuki. 1994. Pengomposan Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Pemberian Inokulum Fungi Selulolitik, Nitrogen dan Fosfor. Tesis. Program Pasca Sarjana-IPB, Bogor.
- Budiani, C. E. 1993. Pengomposan Tandan Kosong Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) dengan Menggunakan Berbagai Inokulum dan Cara Pemberian Air. Skripsi. Fakultas Pertanian-IPB, Bogor.
- Dalzell, H. W., A. J. Riddlestone, K. R. Gray, dan K. Thuerairajan. 1987. Soil Management : Compost Production and Use in Tropical and Subtropical Enviromental. FAO of the United Nation, Rome.
- Darnoko. 1992. Potensi Pemanfaatan Limbah Lignoselulosa Kelapa Sawit Melalui Biokonversi. Berita Penelitian Perkebunan Medan. April : Vol.2(2):85-97.
- De Garmo, E. P., W. G. Sullivan, dan J. R. Canada. 1984. Engineering Economy. The 7th Edition. Mac Millan Publishing Co. Inc., New York.
- Gaur, A. C. 1983. Manual of Rural Composting. FAO, USA.
- Goenadi, D. H. 1997. Kompos Bioaktif Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit. Kumpulan Makalah Pertemuan Teknis Bioteknologi Perkebunan Untuk Praktek. Unit Penelitian Bioteknologi Perkebunan, Bogor. 1 Mei 1997. Hal.: 18-27.
- Goenadi, D. H., Y. Away, Y. Sukin, H. H. Yusuf, Gunawan, P. Aritonang. 1998. Teknologi Proses Kompos Bioaktif. Kumpulan Makalah Pertemuan Teknis Bioteknologi Perkebunan Untuk Praktek. Unit Penelitian Bioteknologi Perkebunan, Bogor. 6 Mei 1998. Hal.: 1-9.
- Gotaas, H. B. 1953. Reclamation of Municipal Refuge by Composting. Univ. California. Bull. No. 9 Seri 37.
- Gray, C., P. Simanjuntak, L. K. Sabur, dan P. F. L. Maspaitella. 1992. Pengantar Evaluasi Proyek. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

- Hadiwiyoto, S. 1983. Penanganan dan Pemanfaatan Sampah. PT. Penebar Inti Idayu Press, Jakarta.
- Hafidawati. 1996. Kelayakan Tekno Ekonomi Pemanfaatan Hasil Samping Pengolahan Kelapa Sawit untuk Produksi Enzim Selulase dan Pakan dalam Skala Industri. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian-IPB, Bogor.
- Harada, Y., K. Haga, T. Osada, dan M. Koshino. 1993. Quality of Compost Produced From Animal Wastes. JARCQ, 26, Vol. 4, pp.238-246, Ibaraki, Jepang.
- Hartono, P. M. A. 1993. Tekno Ekonomi Bangunan Bertingkat Banyak. Djambatan, Jakarta.
- Haynes, R. J. 1986. Mineral Nitrogen in The Plant-Soil System. Academic Press, Inc., Sydney.
- Husnan, S. dan Suwarsono. 1994. Studi Kelayakan Proyek. UPP AMP YKPP, Yogyakarta.
- Judoamidjojo, M., E. G. Sa'id, dan L.. Hartoto. 1989. Biokonversi. PAU-IPB, Bogor.
- Kadariah, L. Karlina, dan C. Gray. 1976. Pengantar Evaluasi Proyek. Fakultas Ekonomi UI, Jakarta.
- Laila, A. 1997. Perancangan Pabrik Pupuk Hayati EMAS (Enhancing Microbial Activities in Soils) di Padalarang Kabupaten Bandung. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian-IPB, Bogor.
- Lubis, A. U. 1992. Kelapa Sawit di Indonesia. Sugraf Offset, Sumatra Utara.
- Machfud dan Y. Agung. 1990. Perancangan Tata Letak Pada Industri Pangan. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi IPB, Bogor.
- Makidrakis, S., S. C. Wheelwright, dan V. E. McGee. 1995. Metode dan Aplikasi Peramalan. Erlangga, Jakarta.
- Murbandono, L. 1988. Membuat Kompos. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Murtadho dan E. G. Sa'id. 1988. Penanganan dan Pemanfaatan Limbah Padat. Mediatama Sarana Perkasa, Jakarta.
- Newnan, D. G. 1990. Engineering Economic Analysis. Binarupa Aksara, Jakarta.
- Pramudya, B. dan N. Dewi. 1992. Ekonomi Teknik. Proyek Peningkatan Perguruan Tinggi IPB, Bogor.

Pratiwi, W., O. Atmawinata, dan R. S. Pudjosunarjo. 1988. Pembuatan Pulp Kertas dari TKKS dengan Proses Soda Antrakuinon. *Menara Perkebunan*. 56(2):49-52.

Sailah, I. dan E. Noor. 1989. *Dasar Teknik Kimia*. PAU-IPB, Bogor.

Sutojo, S. 1991. *Studi Kelayakan Proyek : Teori dan Praktek*. PT. Pustaka Binaman Pressindo, Jakarta.

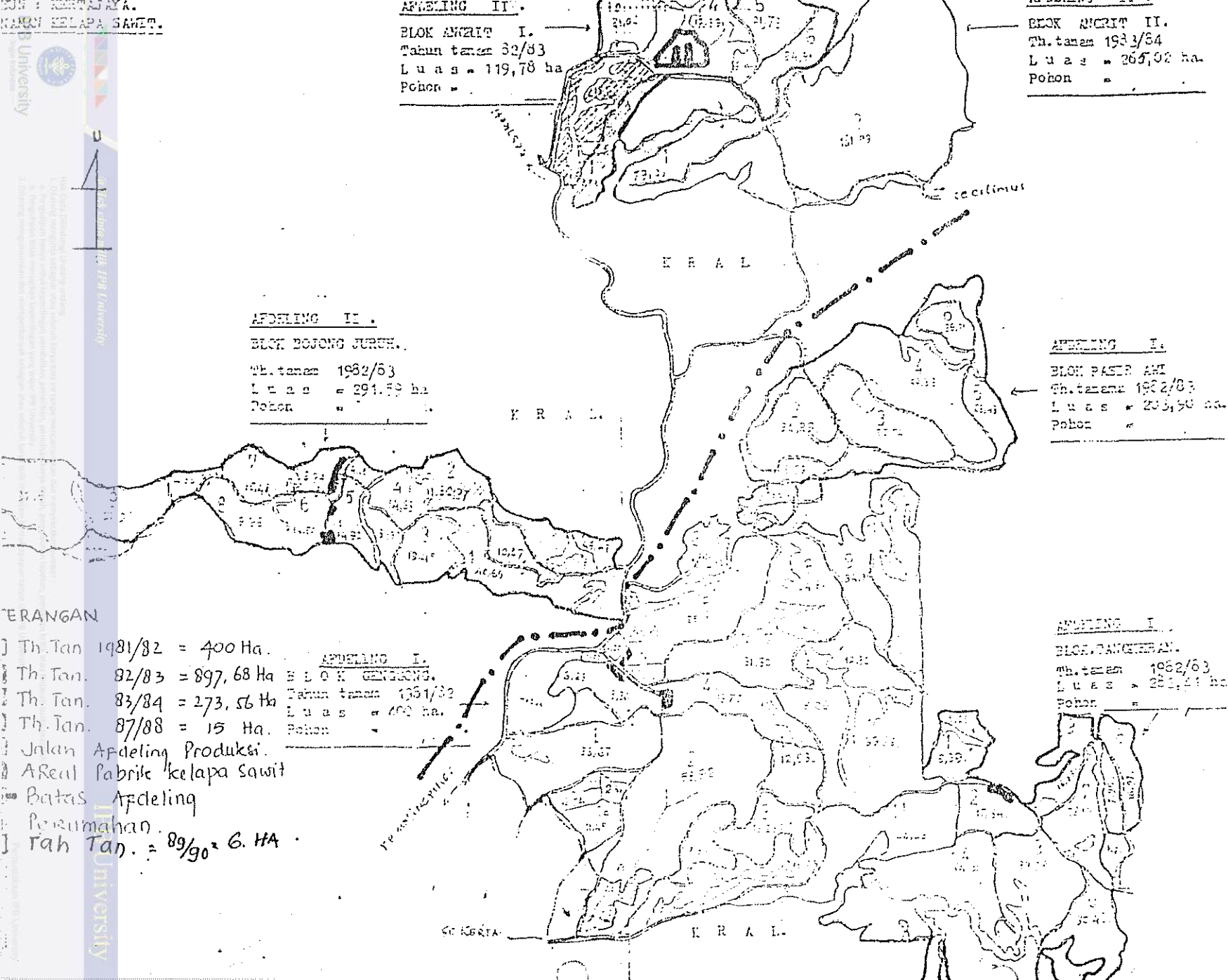
Syah, T. H. 1997. Analisis Teknoekonomi Pengembangan Pupuk Hayati Rhizo-plus Skala Industri untuk Meningkatkan Produksi Kedelai. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian-IPB, Bogor.

UNIDO. 1978. *Manual for Preparation of Industrial Development Organizations*. (UNIDO), Vienna.

LAMPIRAN

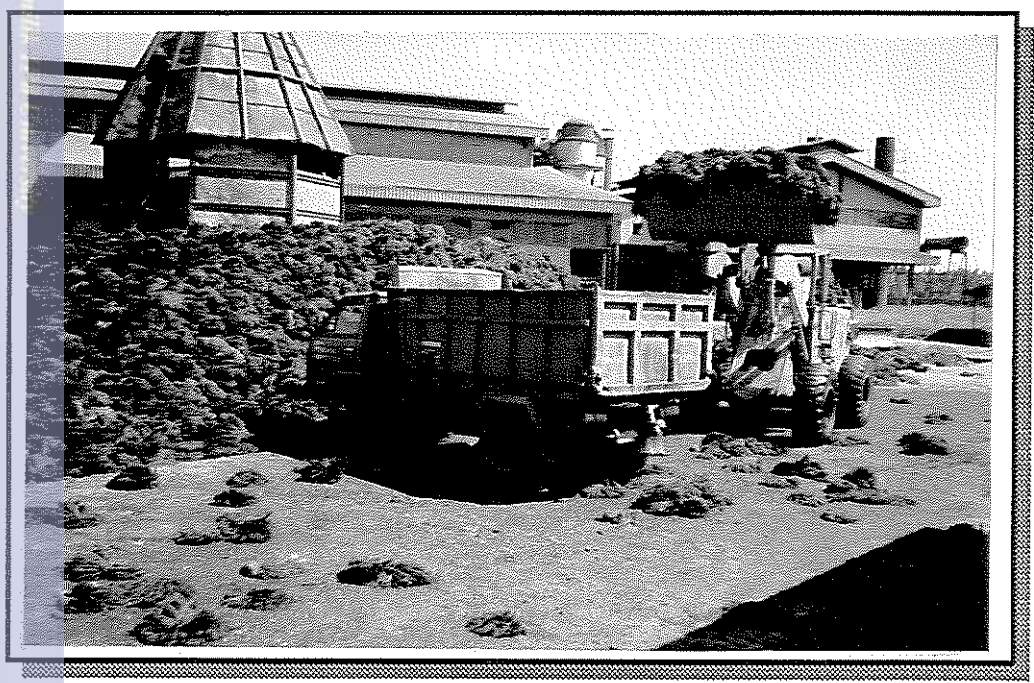


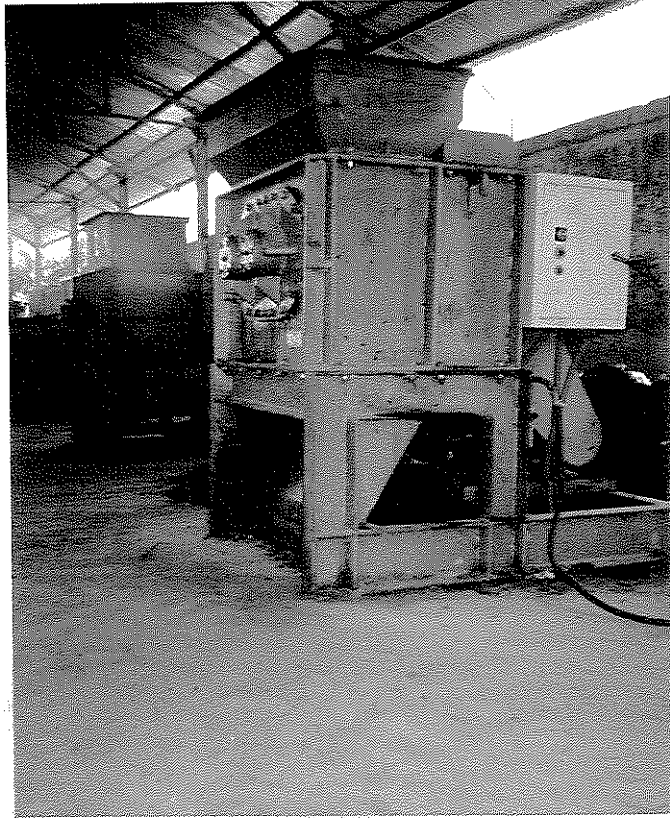
U
Kertajaya University



Lampiran 1. Peta wilayah kebun Kertajaya PT. PN VIII

Lampiran 2. Gambar TKKS di PKS Kertajaya

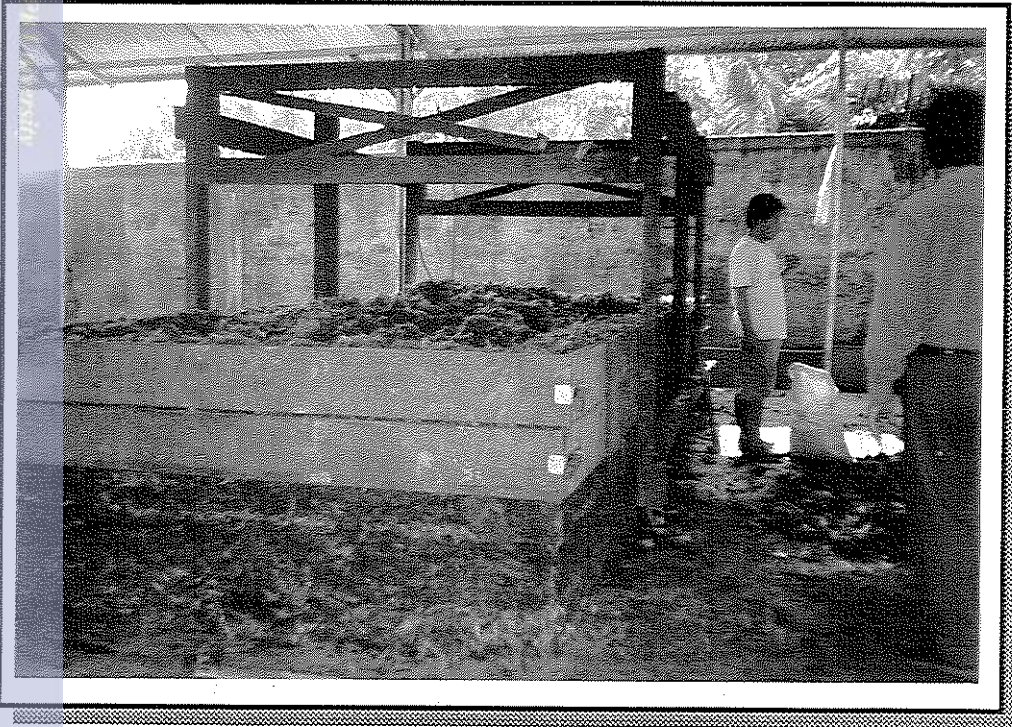




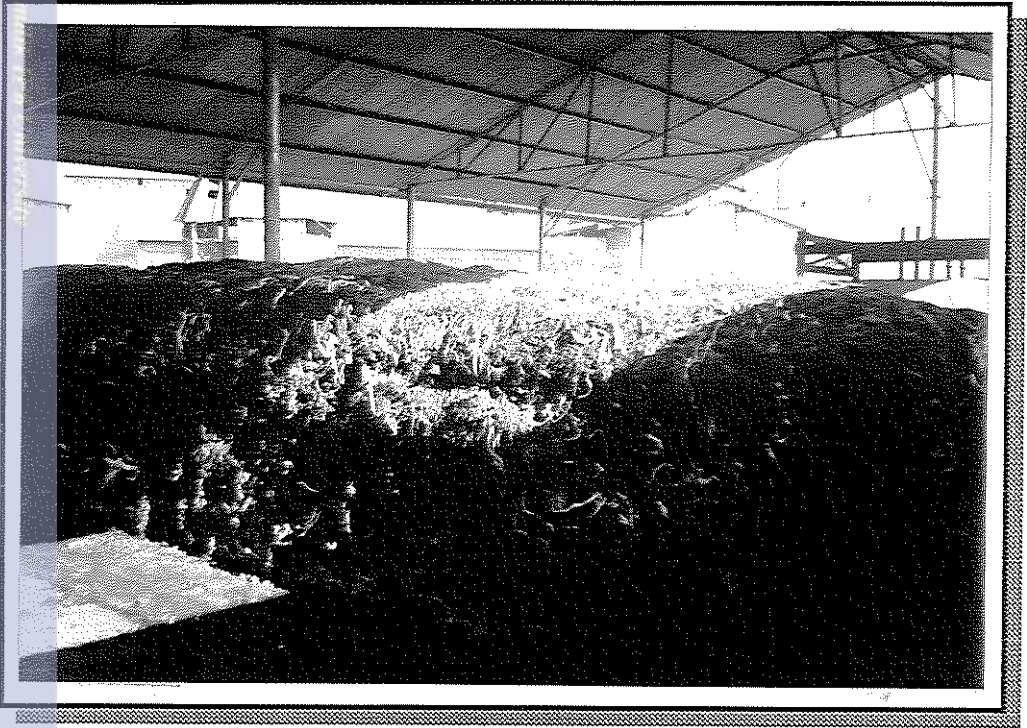
6. Milk cups with 120-130 mm



Lampiran 5. Gambar proses pembuatan tumpukan kompos dengan menggunakan alat cetak tumpukan



Calliandra



Lampiran 7. Komposisi kimia kompos bioaktif dari TKKS*

SIFAT KIMIA	SATUAN	KOMPOSISI
C	%	20
N	%	1,5
C/N	-	13
P2O5	%	0,8
K2O	%	5,7
CaO	%	3,1
MgO	%	1,4
Mn	ppm	386

* (Goenadi, et. al., 1998)

Pengukuran dilakukan di PKS Kertajaya PT. P Nusantara VIII dengan orgadec 0,5% (b/b) dicampur dengan waktu pengomposan 28 hari

Lampiran 8. Jumlah dan biaya tenaga kerja industri kompos bioaktif

No	URAIAN	JUMLAH (Org)	GAJI/BLN (Rp)	TOTAL GAJI/BLN (Rp)	GAJI/TAHUN (Rp)
A. Tenaga Kerja Tidak Langsung					
1	Kepala Bagian Kompos Bioaktif	1	600,000.00	600,000.00	7,200,000.00
2	Juru Tulis	1	200,000.00	200,000.00	2,400,000.00
3	Pengawas	2	230,000.00	460,000.00	5,520,000.00
4	Mekanik	1	230,000.00	230,000.00	2,760,000.00
5	Operator	2	200,000.00	400,000.00	4,800,000.00
	% Tunjangan	20%			4,536,000.00
	Sub Total	7			27,216,000.00
B. Tenaga Kerja Langsung					
1	Unit Pengecil Ukuran	21	180,000.00	3,780,000.00	45,360,000.00
2	Unit Pencampuran Orgadec	12	180,000.00	2,160,000.00	25,920,000.00
3	Unit Pembuatan CP	40	180,000.00	7,200,000.00	86,400,000.00
4	Unit Pemanenan & Pengemasan	29	180,000.00	5,220,000.00	62,640,000.00
5	Unit Penggudangan	6	180,000.00	1,080,000.00	12,960,000.00
	Sub Total	108			233,280,000.00
	Total	115			260,496,000.00



No	URAIAN	JUMLAH	SATUAN	HARGA/SATUAN (Rp)	TOTAL (Rp)
A.	Tanah	7,000.00	m2	20,000.00	140,000,000.00
B.	Bangunan				
1	Ruang Pengecilan Ukuran	420.00	m2	600,000.00	252,000,000.00
2	Ruang Pengomposan	5,096.00	m2	600,000.00	3,057,600,000.00
3	Gudang Pengemas & Orgadec	20.00	m2	600,000.00	12,000,000.00
4	Gudang Produk Jadi	588.00	m2	600,000.00	352,800,000.00
5	Ruang Kantor	20.00	m2	800,000.00	16,000,000.00
6	Ruang Instalasi Listrik & Air	6.00	m2	600,000.00	3,600,000.00
	Sub Total	6,150.00	m2		3,694,000,000.00
C.	Bangunan Penunjang dan Sarana Lainnya				
1	Saluran Air	200.00	m2	7,000.00	1,400,000.00
2	Pagar	250.00	m2	300,000.00	75,000,000.00
	Sub Total	450.00	m2		76,400,000.00
D.	Mesin dan Peralatan				
1	Mesin Pengecil Ukuran	2.00	Unit	170,000,000.00	340,000,000.00
2	Wheel Loader	1.00	Unit	660,000,000.00	660,000,000.00
3	Sepatu Boots	115.00	Unit	35,000.00	4,025,000.00
4	Dump Truck	1.00	Unit	100,000,000.00	100,000,000.00
5	Timbangan	1.00	Unit	1,000,000.00	1,000,000.00
6	Peralatan Laboratorium	1.00	Unit	9,000,000.00	9,000,000.00
	Sub Total	121.00	Unit		1,114,025,000.00
E.	Peralatan Utilitas				
1	Instalasi listrik dan Air	1.00	Unit	15,000,000.00	15,000,000.00
2	Kamar Kecil	4.00	m2	800,000.00	3,200,000.00
3	Alat Pemadam Kebakaran	3.00	Unit	150,000.00	450,000.00
	Sub Total				18,650,000.00
F.	Alat Kantor				
1	Komputer	1.00	Unit	7,500,000.00	7,500,000.00
2	Printer Dot Matrix	1.00	Unit	1,000,000.00	1,000,000.00
3	Lemari Buku	1.00	Unit	250,000.00	250,000.00
4	Meja Kursi	3.00	Unit	300,000.00	900,000.00
5	Dispenser	1.00	Unit	1,000,000.00	1,000,000.00
6	White Board	2.00	Unit	30,000.00	60,000.00
7	AC Window	1.00	Unit	2,500,000.00	2,500,000.00
	Sub Total				13,210,000.00
G.	Biaya Pra Operasi				
1	Administrasi Masa Konstruksi				25,000,000.00
2	Perjalanan Dinas				20,000,000.00
3	Konsultan dan Akuntan				30,000,000.00
4	Legal Perizinan				20,000,000.00
5	Gaji dan Upah Masa Konstruksi				37,500,000.00
	Sub Total				132,500,000.00
	TOTAL				5,188,785,000.00
	Biaya Tak Terduga (10%)				518,878,500.00
	TOTAL BIAYA INVESTASI				5,707,663,500.00

Lampiran 10a. Neraca pembayaran kredit investasi (modal tetap) industri kompos bioaktif

TAHUN	JUMLAH KREDIT (Rp)	BUNGA (30%)	PEMBAYARAN POKOK (Rp)	CICILAN (Rp)	SISA KREDIT (Rp)
-	2,853,831,750.00	356,728,968.75	-	356,728,968.75	2,853,831,750.00
1	2,853,831,750.00	856,149,525.00	285,383,175.00	1,141,532,700.00	2,568,448,575.00
2	2,568,448,575.00	770,534,572.50	285,383,175.00	1,055,917,747.50	2,283,065,400.00
3	2,283,065,400.00	684,919,620.00	285,383,175.00	970,302,795.00	1,997,682,225.00
4	1,997,682,225.00	599,304,667.50	285,383,175.00	884,687,842.50	1,712,299,050.00
5	1,712,299,050.00	513,689,715.00	285,383,175.00	799,072,890.00	1,426,915,875.00
6	1,426,915,875.00	428,074,762.50	285,383,175.00	713,457,937.50	1,141,532,700.00
7	1,141,532,700.00	342,459,810.00	285,383,175.00	627,842,985.00	856,149,525.00
8	856,149,525.00	256,844,857.50	285,383,175.00	542,228,032.50	570,766,350.00
9	570,766,350.00	171,229,905.00	285,383,175.00	456,613,080.00	285,383,175.00
10	285,383,175.00	85,614,952.50	285,383,175.00	370,998,127.50	-

$$\begin{aligned}
 IDC &= t/12 \times I \times T \times d\% & t &= 5 & T &= 5,707,663,500.00 \\
 IDC &= 356,728,968.75 & I &= 0,50 & d &= 30
 \end{aligned}$$

Lampiran 10b. Neraca pembayaran kredit modal kerja industri kompos bioaktif

TAHUN	JUMLAH KREDIT (Rp)	BUNGA (30%)	PEMBAYARAN POKOK (Rp)	CICILAN (Rp)	SISA KREDIT (Rp)
-	468,855,375.00	58,606,921.88	-	58,606,921.88	468,855,375.00
1	468,855,375.00	140,656,612.50	93,771,075.00	234,427,687.50	375,084,300.00
2	375,084,300.00	112,525,290.00	93,771,075.00	206,296,365.00	281,313,225.00
3	281,313,225.00	84,393,967.50	93,771,075.00	178,165,042.50	187,542,150.00
4	187,542,150.00	56,262,645.00	93,771,075.00	150,033,720.00	93,771,075.00
5	93,771,075.00	28,131,322.50	93,771,075.00	121,902,397.50	-

$$\begin{aligned}
 IDC &= 58,606,921.88 & t &= 5 & T &= 937,710,750.00 \\
 & & I &= 0.50 & d &= 30
 \end{aligned}$$

Lampiran 11a. Biaya pemeliharaan industri kompos bioaktif

No	URAIAN	NILAI INVESTASI (Rp)	PEMELIHARAAN	BIAYA/THN (Rp)	BIAYA/BLN (Rp)
1	Bangunan	3,694,000,000.00	0.03	110,820,000.00	9,235,000.00
2	Mesin dan Peralatan	1,114,025,000.00	0.03	33,420,750.00	2,785,062.50
3	Alat Kantor	13,210,000.00	0.03	396,300.00	33,025.00
4	Fasilitas Penunjang	95,050,000.00	0.03	2,851,500.00	237,625.00
	TOTAL			147,488,550.00	12,290,712.50

Lampiran 11b. Perincian biaya penyusutan industri kompos bioaktif

No	URAIAN	UMUR EKONOMIS (Th)	PENYUSUTAN/THN TAHUN 1	PENYUSUTAN/THN TAHUN 2 s.d. 10	NILAI SISA TAHUN 10
1	Tanah		-	-	140,000,000.00
2	Bangunan	20.000	184,700,000.00	184,700,000.00	1,847,000,000.00
3	Bangunan Penunjang	10.000	6,876,000.00	6,876,000.00	7,640,000.00
4	Mesin & Peralatan	10.000	100,262,250.00	100,262,250.00	111,402,500.00
5	Peralatan Utilitas	10.000	1,678,500.00	1,678,500.00	1,865,000.00
6	Alat Kantor	10.000	1,188,900.00	1,188,900.00	1,321,000.00
	TOTAL		294,705,650.00	294,705,650.00	2,109,228,500.00

Lampiran 12a. Kebutuhan dan biaya pemakaian energi listrik setiap tahun

No	URAIAN	PENGUNAAN (kwh)	LAMA (jam)	TARIF (Rp/kwh)	BIAYA TOTAL (Rp)
1	Unit Usaha	55.00	3,000.00	162.00	26,730,000.00
2	Gudang	0.25	3,000.00	162.00	121,500.00
3	Kantor	1.75	3,000.00	162.00	850,500.00
	TOTAL				27,702,000.00

Lampiran 12b. Kebutuhan dan biaya orgadec industri kompos bioaktif

TAHUN	KEBUTUHAN ORGADEC (Kg)	BIAYA (Rp)
-	-	-
1	63,000.00	220,500,000.00
2	84,000.00	294,000,000.00
3	105,000.00	367,500,000.00
4	105,000.00	367,500,000.00
5	105,000.00	367,500,000.00
6	105,000.00	367,500,000.00
7	105,000.00	367,500,000.00
8	105,000.00	367,500,000.00
9	105,000.00	367,500,000.00
10	105,000.00	367,500,000.00

Lampiran 13. Perincian biaya operasi/biaya produksi industri kompos bioaktif dengan DER 50 : 50

No	KOMPONEN	BIAYA TAHUN 1 (60%)	BIAYA TAHUN 2 (80%)	BIAYA TAHUN 3 (100%)	BIAYA TAHUN 4 (100%)	BIAYA TAHUN 5 (100%)
A. Biaya Tetap						
1	Gaji Tenaga Kerja Tidak Langsung	27,216,000.00	27,216,000.00	27,216,000.00	27,216,000.00	27,216,000.00
2	Pemeliharaan dan Perbaikan	147,488,550.00	147,488,550.00	147,488,550.00	147,488,550.00	147,488,550.00
3	Biaya Administrasi Kantor	2,400,000.00	2,400,000.00	2,400,000.00	2,400,000.00	2,400,000.00
	Sub Total	177,104,550.00	177,104,550.00	177,104,550.00	177,104,550.00	177,104,550.00
B. Biaya Variabel						
1	Biaya Tenaga Kerja Langsung	139,968,000.00	186,624,000.00	233,280,000.00	233,280,000.00	233,280,000.00
2	Biaya Bahan Baku	315,000,000.00	420,000,000.00	525,000,000.00	525,000,000.00	525,000,000.00
3	Biaya Listrik	16,621,200.00	22,161,600.00	27,702,000.00	27,702,000.00	27,702,000.00
4	Biaya Orgadec	220,500,000.00	294,000,000.00	367,500,000.00	367,500,000.00	367,500,000.00
5	Biaya Bahan Pengemas	54,000,000.00	72,000,000.00	90,000,000.00	90,000,000.00	90,000,000.00
6	Biaya Terpal	6,480,000.00	8,640,000.00	10,800,000.00	10,800,000.00	10,800,000.00
7	Alat Cetak Tumpukan (1 Unit/Tahun)	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00
8	Masker (Penutup Mulut & Hidung)	359,000.00	467,000.00	575,000.00	575,000.00	575,000.00
9	Sarung Tangan	718,000.00	934,000.00	1,150,000.00	1,150,000.00	1,150,000.00
10	Kereta Dorong (4 Unit/Tahun)	720,000.00	960,000.00	1,200,000.00	1,200,000.00	1,200,000.00
11	Sekop Tangan (108 Unit/Tahun)	1,296,000.00	1,728,000.00	2,160,000.00	2,160,000.00	2,160,000.00
12	Garpu (108 Unit/Tahun)	1,296,000.00	1,728,000.00	2,160,000.00	2,160,000.00	2,160,000.00
13	Gancu (108 Unit/Tahun)	648,000.00	864,000.00	1,080,000.00	1,080,000.00	1,080,000.00
	Sub Total	760,606,200.00	1,013,106,600.00	1,265,607,000.00	1,265,607,000.00	1,265,607,000.00
	TOTAL	937,710,750.00	1,190,211,150.00	1,442,711,550.00	1,442,711,550.00	1,442,711,550.00

Lampiran 13. Lanjutan

No	KOMPONEN	BIAYA TAHUN 6 (100%)	BIAYA TAHUN 7 (100%)	BIAYA TAHUN 8 (100%)	BIAYA TAHUN 9 (100%)	BIAYA TAHUN 10 (100%)
A.	Biaya Tetap					
1	Gaji Tenaga Kerja Tidak Langsung	27,216,000.00	27,216,000.00	27,216,000.00	27,216,000.00	27,216,000.00
2	Pemeliharaan dan Perbaikan	147,488,550.00	147,488,550.00	147,488,550.00	147,488,550.00	147,488,550.00
3	Biaya Administrasi Kantor	2,400,000.00	2,400,000.00	2,400,000.00	2,400,000.00	2,400,000.00
	Sub Total	177,104,550.00	177,104,550.00	177,104,550.00	177,104,550.00	177,104,550.00
B.	Biaya Variabel					
1	Biaya Tenaga Kerja Langsung	233,280,000.00	233,280,000.00	233,280,000.00	233,280,000.00	233,280,000.00
2	Biaya Bahan Baku	525,000,000.00	525,000,000.00	525,000,000.00	525,000,000.00	525,000,000.00
3	Biaya Listrik	27,702,000.00	27,702,000.00	27,702,000.00	27,702,000.00	27,702,000.00
4	Biaya Orgadec	367,500,000.00	367,500,000.00	367,500,000.00	367,500,000.00	367,500,000.00
5	Biaya Bahan Pengemas	90,000,000.00	90,000,000.00	90,000,000.00	90,000,000.00	90,000,000.00
6	Biaya Terpal	10,800,000.00	10,800,000.00	10,800,000.00	10,800,000.00	10,800,000.00
7	Alat Cetak Tumpukan (1 Unit/Tahun)	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00	3,000,000.00
8	Masker (Penutup Mulut & Hidung)	575,000.00	575,000.00	575,000.00	575,000.00	575,000.00
9	Sarung Tangan	1,150,000.00	1,150,000.00	1,150,000.00	1,150,000.00	1,150,000.00
10	Kereta Dorong (4 Unit/Tahun)	1,200,000.00	1,200,000.00	1,200,000.00	1,200,000.00	1,200,000.00
11	Sekop Tangan (108 Unit/Tahun)	2,160,000.00	2,160,000.00	2,160,000.00	2,160,000.00	2,160,000.00
12	Garpu (108 Unit/Tahun)	2,160,000.00	2,160,000.00	2,160,000.00	2,160,000.00	2,160,000.00
13	Gancu (108 Unit/Tahun)	1,080,000.00	1,080,000.00	1,080,000.00	1,080,000.00	1,080,000.00
	Sub Total	1,265,607,000.00	1,265,607,000.00	1,265,607,000.00	1,265,607,000.00	1,265,607,000.00
	TOTAL	1,442,711,550.00	1,442,711,550.00	1,442,711,550.00	1,442,711,550.00	1,442,711,550.00

Lampiran 14. Perhitungan kompensasi terhadap kompos bioaktif

Untuk 1 Kg Kompos setara dengan ;

URAIAN	BERAT (Kg)*	HARGA/Kg (Rp)**	NILAI GANTI (Rp)
Urea	0.0440	1115.00	49.06
SP36	0.0400	1600.00	64.00
MOP	0.1200	1650.00	198.00
Kieserit	0.0400	1500.00	60.00
TOTAL			371.06

* = Unit Penelitian Bioteknologi Perkebunan Bogor, 1998

** = Kompas, 3 Desember 1998

Lampiran 15. Proyeksi rugi laba industri kompos bioaktif (DER 50 : 50)

No	URAIAN	TAHUN 1 (60%)	TAHUN 2 (80%)	TAHUN 3 (100%)	TAHUN 4 (100%)	TAHUN 5 (100%)
A.	Penerimaan					
1	Produksi (Kg)	8,190,000.00	10,920,000.00	13,650,000.00	13,650,000.00	13,650,000.00
2	Penjualan (Rp)	3,038,981,400.00	4,051,975,200.00	5,064,969,000.00	5,064,969,000.00	5,064,969,000.00
	Total Penerimaan (Rp)	3,038,981,400.00	4,051,975,200.00	5,064,969,000.00	5,064,969,000.00	5,064,969,000.00
B.	Biaya Operasi	937,710,750.00	1,190,211,150.00	1,442,711,550.00	1,442,711,550.00	1,442,711,550.00
C.	Biaya Penyusutan	294,705,650.00	294,705,650.00	294,705,650.00	294,705,650.00	294,705,650.00
D.	Bunga Pinjaman	996,806,137.50	883,059,862.50	769,313,587.50	655,567,312.50	541,821,037.50
E.	Laba Sebelum Pajak	809,758,862.50	1,683,998,537.50	2,558,238,212.50	2,671,984,487.50	2,785,730,762.50
F.	Pajak Penghasilan	234,177,658.75	496,449,561.25	758,721,463.75	792,845,346.25	826,969,228.75
G.	Laba Bersih	575,581,203.75	1,187,548,976.25	1,799,516,748.75	1,879,139,141.25	1,958,761,533.75
H.	Akumulasi Laba	575,581,203.75	1,763,130,180.00	3,562,646,928.75	5,441,786,070.00	7,400,547,603.75

No	URAIAN	TAHUN 6 (100%)	TAHUN 7 (100%)	TAHUN 8 (100%)	TAHUN 9 (100%)	TAHUN 10 (100%)
A.	Penerimaan					
1	Produksi (Kg)	13,650,000.00	13,650,000.00	13,650,000.00	13,650,000.00	13,650,000.00
2	Penjualan (Rp)	5,064,969,000.00	5,064,969,000.00	5,064,969,000.00	5,064,969,000.00	5,064,969,000.00
	Total Penerimaan (Rp)	5,064,969,000.00	5,064,969,000.00	5,064,969,000.00	5,064,969,000.00	5,064,969,000.00
B.	Biaya Operasi	1,442,711,550.00	1,442,711,550.00	1,442,711,550.00	1,442,711,550.00	1,442,711,550.00
C.	Penyusutan	294,705,650.00	294,705,650.00	294,705,650.00	294,705,650.00	294,705,650.00
D.	Bunga Pinjaman	428,074,762.50	342,459,810.00	256,844,857.50	171,229,905.00	85,614,952.50
E.	Laba Sebelum Pajak	2,899,477,037.50	2,985,091,990.00	3,070,706,942.50	3,156,321,895.00	3,241,936,847.50
F.	Pajak Penghasilan	861,093,111.25	886,777,597.00	912,462,082.75	938,146,568.50	963,831,054.25
G.	Laba Bersih	2,038,383,926.25	2,098,314,393.00	2,158,244,859.75	2,218,175,326.50	2,278,105,793.25
H.	Akumulasi Laba	9,438,931,530.00	11,537,245,923.00	13,695,490,782.75	15,913,666,109.25	18,191,771,902.50

Lampiran 16. Analisa prakiraan kas (arus kas) industri kompos bioaktif (DER 50 : 50)

No	URAIAN	TAHUN 0	TAHUN 1 (60%)	TAHUN 2 (80%)	TAHUN 3 (100%)	TAHUN 4 (100%)
A.	Sumber Uang Kas					
1	Laba Bersih	-	575,581,203.75	1,187,548,976.25	1,799,516,748.75	1,879,139,141.25
2	Modal Sendiri	3,322,687,125.00	-	-	-	-
3	Modal Pinjaman	3,322,687,125.00	-	-	-	-
4	Penyusutan	-	294,705,650.00	294,705,650.00	294,705,650.00	294,705,650.00
5	Nilai Sisa Modal	-	-	-	-	-
	Sub Total	6,645,374,250.00	870,286,853.75	1,482,254,626.25	2,094,222,398.75	2,173,844,791.25
B.	Pengeluaran					
1	Modal Sendiri	3,322,687,125.00	-	-	-	-
2	Angsuran Kredit	415,335,890.63	379,154,250.00	379,154,250.00	379,154,250.00	379,154,250.00
3	Investasi	3,424,598,100.00	2,283,065,400.00	-	-	-
	Sub Total	7,162,621,115.63	2,662,219,650.00	379,154,250.00	379,154,250.00	379,154,250.00
C.	Aliran Kas Bersih	(517,246,865.63)	(1,791,932,796.25)	1,103,100,376.25	1,715,068,148.75	1,794,690,541.25
D.	Kas Awal Tahun	(517,246,865.63)	(517,246,865.63)	(2,309,179,661.88)	(1,206,079,285.63)	508,988,863.13
E.	Kas Akhir Tahun	(517,246,865.63)	(2,309,179,661.88)	(1,206,079,285.63)	508,988,863.13	2,303,679,404.38

No	TAHUN 5 (100%)	TAHUN 6 (100%)	TAHUN 7 (100%)	TAHUN 8 (100%)	TAHUN 9 (100%)	TAHUN 10 (100%)
A.						
1	1,958,761,533.75	2,038,383,926.25	2,098,314,393.00	2,158,244,859.75	2,218,175,326.50	2,278,105,793.25
2	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-
4	294,705,650.00	294,705,650.00	294,705,650.00	294,705,650.00	294,705,650.00	294,705,650.00
5	-	-	-	-	-	2,109,228,500.00
	2,253,467,183.75	2,333,089,576.25	2,393,020,043.00	2,452,950,509.75	2,512,880,976.50	4,682,039,943.25
B.						
1	-	-	-	-	-	-
2	379,154,250.00	285,383,175.00	285,383,175.00	285,383,175.00	285,383,175.00	285,383,175.00
3	-	-	-	-	-	-
	379,154,250.00	285,383,175.00	285,383,175.00	285,383,175.00	285,383,175.00	285,383,175.00
C.	1,874,312,933.75	2,047,706,401.25	2,107,636,868.00	2,167,567,334.75	2,227,497,801.50	4,396,656,768.25
D.	2,303,679,404.38	4,177,992,338.13	6,225,698,739.38	8,333,335,607.38	10,500,902,942.13	12,728,400,743.63
E.	4,177,992,338.13	6,225,698,739.38	8,333,335,607.38	10,500,902,942.13	12,728,400,743.63	17,125,057,511.88

lampiran 17. Proyeksi neraca industri kompos bioaktif dengan DER 50 : 50

PERIODE	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
AKTIVA											
Aktiva Lancar											
1 Kas akhir tahun	-517246865.6	-2309179662	-1206079286	508988863.1	2303679404	4177992338	6225698739	8333335607	10500902942	12728400744	17125057512
2 Persediaan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3 Kontingensi	518878500	518878500	518878500	518878500	518878500	518878500	518878500	518878500	518878500	518878500	518878500
Sub Total	1631634.37	-1790301162	-687200785.6	1027867363	2822557904	4696870838	6744577239	8852214107	11019781442	13247279244	17643936012
Aktiva Tetap											
1 Tanah	140000000	140000000	140000000	140000000	140000000	140000000	140000000	140000000	140000000	140000000	140000000
2 Bangunan	3694000000	3509300000	3324600000	3139900000	2955200000	2770500000	2585800000	2401100000	2216400000	2031700000	1847000000
3 B. Penunjang & sarana lain	76400000	69524000	62648000	55772000	48896000	42020000	35144000	28268000	21392000	14516000	7640000
4 Mesin dan peralatan	1114025000	1013762750	913500500	813238250	712976000	612713750	512451500	412189250	311927000	211664750	111402500
5 Utilitas	18650000	16971500	15293000	13614500	11936000	10257500	8579000	6900500	5222000	3543500	1865000
6 Alat kantor	13210000	12021100	10832200	9643300	8454400	7265500	6076600	4887700	3698800	2509900	1321000
7 Biaya pra-operasi	132500000	132500000	132500000	132500000	132500000	132500000	132500000	132500000	132500000	132500000	132500000
Sub Total	5188785000	4894079350	4599373700	4304668050	4009962400	3715256750	3420551100	3125845450	2831139800	2536434150	2241728500
TOTAL AKTIVA	5190416634	3103778188	3912172914	5332535413	6832520304	8412127588	10165128339	11978059557	13850921242	15783713394	19885664512
PASIVA											
Hutang											
1 Pinjaman investasi	2853831750	2568448575	2283065400	1997682225	1712299050	1426915875	1141532700	856149525	570766350	285383175	0
2 Pinjaman modal kerja	468855375	375084300	281313225	187542150	93771075	0	0	0	0	0	0
Sub Total	3322687125	2943532875	2564378625	2185224375	1806070125	1426915875	1141532700	856149525	570766350	285383175	0
Modal											
1 Modal sendiri	3322687125	3322687125	3322687125	3322687125	3322687125	3322687125	3322687125	3322687125	3322687125	3322687125	3322687125
2 Laba ditahan	-1454957616	-3162441812	-1974892836	-175376086.9	1703763054	3662524588	5700908514	7799222907	9957467767	12175643094	16562977387
Sub Total	1867729509	160245313.1	1347794289	3147311038	5026450179	6985211713	9023595639	11121910032	13280154892	15498330219	19885664512
TOTAL PASIVA	5190416634	3103778188	3912172914	5332535413	6832520304	8412127588	10165128339	11978059557	13850921242	15783713394	19885664512

Lampiran 18. Perhitungan kriteria investasi industri kompos bioaktif (DER 50 : 50)

TAHUN	ALIRAN KAS BERSIH	KOMULATIF	DISCOUNT FACTOR (30%)	NILAI TUNAI	DISCOUNT FACTOR (61%)	NILAI TUNAI
			0.30		0.61	
-	(517,246,865.63)	(517,246,865.63)	1.0000000	(517,246,865.63)	1.0000000	(517,246,865.63)
1	(1,791,932,796.25)	(2,309,179,661.88)	0.7692308	(1,378,409,843.27)	0.6211180	(1,113,001,736.80)
2	1,103,100,376.25	(1,206,079,285.63)	0.5917160	652,722,116.12	0.3857876	425,562,430.56
3	1,715,068,148.75	508,988,863.13	0.4551661	780,640,941.62	0.2396196	410,963,975.05
4	1,794,690,541.25	2,303,679,404.38	0.3501278	628,371,044.87	0.1488321	267,107,492.14
5	1,874,312,933.75	4,177,992,338.13	0.2693291	504,806,967.48	0.0924423	173,265,749.64
6	2,047,706,401.25	6,225,698,739.38	0.2071762	424,236,053.52	0.0574176	117,574,308.11
7	2,107,636,868.00	8,333,335,607.38	0.1593663	335,886,323.50	0.0356631	75,164,825.69
8	2,167,567,334.75	10,500,902,942.13	0.1225895	265,720,939.39	0.0221510	48,013,745.85
9	2,227,497,801.50	12,728,400,743.63	0.0942996	210,052,141.37	0.0137584	30,646,748.18
10	4,396,656,768.25	17,125,057,511.88	0.0725382	318,925,349.41	0.0085456	37,571,955.80
	TOTAL		NPV =	2,225,705,168.39		(44,377,371.41)

PBP = 2.70

NPV = 2,225,705,168.39

Net B/C= 2.17

IRR = 0.60

Lampiran 19. Perhitungan break even point (DER 50 : 50)

No	URAIAN	TAHUN 1	TAHUN 2	TAHUN 3	TAHUN 4	TAHUN 5
1	Biaya Tetap (Rp)	1,553,064,937.50	1,439,318,662.50	1,325,572,387.50	1,211,826,112.50	1,098,079,837.50
2	Biaya Variabel (Rp)	760,606,200.00	1,013,106,600.00	1,265,607,000.00	1,265,607,000.00	1,265,607,000.00
3	Harga Jual (Rp/Kg)	371.06	371.06	371.06	371.06	371.06
4	Tingkat Produksi (Kg)	8,190,000.00	10,920,000.00	13,650,000.00	13,650,000.00	13,650,000.00
5	Total Penerimaan (Rp)	3,038,981,400.00	4,051,975,200.00	5,064,969,000.00	5,064,969,000.00	5,064,969,000.00
6	Titik Impas					
	~ Nilai Penjualan (Rp)	2,071,535,653.15	1,919,162,784.91	1,767,134,337.28	1,615,497,994.98	1,463,861,652.68
	~ Volume Penjualan (Kg)	5,582,751.18	5,172,109.05	4,762,395.13	4,353,737.93	3,945,080.72

No	URAIAN	TAHUN 6	TAHUN 7	TAHUN 8	TAHUN 9	TAHUN 10
1	Biaya Tetap (Rp)	890,562,487.50	804,947,535.00	719,332,582.50	633,717,630.00	548,102,677.50
2	Biaya Variabel (Rp)	1,265,607,000.00	1,265,607,000.00	1,265,607,000.00	1,265,607,000.00	1,265,607,000.00
3	Harga Jual (Rp/Kg)	371.06	371.06	371.06	371.06	371.06
4	Tingkat Produksi (Kg)	13,650,000.00	13,650,000.00	13,650,000.00	13,650,000.00	13,650,000.00
5	Total Penerimaan (Rp)	5,064,969,000.00	5,064,969,000.00	5,064,969,000.00	5,064,969,000.00	5,064,969,000.00
6	Titik Impas					
	~ Nilai Penjualan (Rp)	1,187,218,114.98	1,073,083,931.30	958,949,747.63	844,815,563.96	730,681,380.28
	~ Volume Penjualan (Kg)	3,199,531.38	2,891,941.82	2,584,352.25	2,276,762.69	1,969,173.13

Keterangan :

Biaya tetap = Biaya Tetap (Lampiran 13) + Bunga Pinjaman + Angsuran Pokok
 Biaya Variabel = Biaya Variabel (Lampiran 13)

Lampiran 20. Perhitungan kriteria investasi untuk analisa sensitivitas (DER 50 : 50)

Kriteria Investasi	Berdasarkan Asumsi	Biaya Variabel Naik 10%	Produksi Turun 10%	Biaya Investasi Naik 10%	Harga Jual Turun 10%
PBP (Tahun)	2.70	2.82	3.12	3.04	3.24
NPV (Rp)	2,225,705,168.39	1,990,566,709.35	1,446,410,990.69	1,742,026,777.42	1,280,656,510.73
Net B/C	2.17	2.04	1.71	1.78	1.62
IRR	0.60	0.57	0.49	0.51	0.47
Perubahan (%)					
PBP	-	4.44	15.56	12.59	20.00
NPV	-	10.56	35.01	21.73	42.46
Net B/C	-	5.99	21.20	17.97	25.35
IRR	-	5.00	18.33	15.00	21.67

Lampiran 21. Proyeksi rugi laba industri kompos bioaktif dengan modal sendiri

No	URAIAN	TAHUN 1 (60%)	TAHUN 2 (80%)	TAHUN 3 (100%)	TAHUN 4 (100%)	TAHUN 5 (100%)
A.	Penerimaan					
1	Produksi (Kg)	8,190,000.00	10,920,000.00	13,650,000.00	13,650,000.00	13,650,000.00
2	Penjualan (Rp)	3,038,981,400.00	4,051,975,200.00	5,064,969,000.00	5,064,969,000.00	5,064,969,000.00
	Total Penerimaan (Rp)	3,038,981,400.00	4,051,975,200.00	5,064,969,000.00	5,064,969,000.00	5,064,969,000.00
B.	Biaya Operasi	937,710,750.00	1,190,211,150.00	1,442,711,550.00	1,442,711,550.00	1,442,711,550.00
C.	Biaya Penyusutan	294,705,650.00	294,705,650.00	294,705,650.00	294,705,650.00	294,705,650.00
D.	Laba Sebelum Pajak	1,806,565,000.00	2,567,058,400.00	3,327,551,800.00	3,327,551,800.00	3,327,551,800.00
E.	Pajak Penghasilan	533,219,500.00	761,367,520.00	989,515,540.00	989,515,540.00	989,515,540.00
F.	Laba Bersih	1,273,345,500.00	1,805,690,880.00	2,338,036,260.00	2,338,036,260.00	2,338,036,260.00
G.	Akumulasi Laba	1,273,345,500.00	3,079,036,380.00	5,417,072,640.00	7,755,108,900.00	10,093,145,160.00

No	URAIAN	TAHUN 6 (100%)	TAHUN 7 (100%)	TAHUN 8 (100%)	TAHUN 9 (100%)	TAHUN 10 (100%)
A.	Penerimaan					
1	Produksi (Kg)	13,650,000.00	13,650,000.00	13,650,000.00	13,650,000.00	13,650,000.00
2	Penjualan (Rp)	5,064,969,000.00	5,064,969,000.00	5,064,969,000.00	5,064,969,000.00	5,064,969,000.00
	Total Penerimaan (Rp)	5,064,969,000.00	5,064,969,000.00	5,064,969,000.00	5,064,969,000.00	5,064,969,000.00
B.	Biaya Operasi	1,442,711,550.00	1,442,711,550.00	1,442,711,550.00	1,442,711,550.00	1,442,711,550.00
C.	Penyusutan	294,705,650.00	294,705,650.00	294,705,650.00	294,705,650.00	294,705,650.00
D.	Laba Sebelum Pajak	3,327,551,800.00	3,327,551,800.00	3,327,551,800.00	3,327,551,800.00	3,327,551,800.00
E.	Pajak Penghasilan	989,515,540.00	989,515,540.00	989,515,540.00	989,515,540.00	989,515,540.00
F.	Laba Bersih	2,338,036,260.00	2,338,036,260.00	2,338,036,260.00	2,338,036,260.00	2,338,036,260.00
G.	Akumulasi Laba	12,431,181,420.00	14,769,217,680.00	17,107,253,940.00	19,445,290,200.00	21,783,326,460.00

Lampiran 22. Analisa prakiraan kas (arus kas) industri kompos bioaktif dengan modal sendiri

No	URAIAN	TAHUN 0	TAHUN 1 (60%)	TAHUN 2 (80%)	TAHUN 3 (100%)	TAHUN 4 (100%)
A.	Sumber Uang Kas					
1	Laba Bersih	-	1,273,345,500.00	1,805,690,880.00	2,338,036,260.00	2,338,036,260.00
2	Modal Sendiri	5,707,663,500.00	-	-	-	-
3	Penyusutan	-	294,705,650.00	294,705,650.00	294,705,650.00	294,705,650.00
4	Nilai Sisa Modal	-	-	-	-	-
	Sub Total	5,707,663,500.00	1,568,051,150.00	2,100,396,530.00	2,632,741,910.00	2,632,741,910.00
B.	Pengeluaran					
1	Modal sendiri	5,707,663,500.00	-	-	-	-
2	Investasi	3,424,598,100.00	2,283,065,400.00	-	-	-
	Sub Total	9,132,261,600.00	2,283,065,400.00	-	-	-
C.	Aliran Kas Bersih	(3,424,598,100.00)	(715,014,250.00)	2,100,396,530.00	2,632,741,910.00	2,632,741,910.00
D.	Kas Awal Tahun	(3,424,598,100.00)	(3,424,598,100.00)	(4,139,612,350.00)	(2,039,215,820.00)	593,526,090.00
E.	Kas Akhir Tahun	(3,424,598,100.00)	(4,139,612,350.00)	(2,039,215,820.00)	593,526,090.00	3,226,268,000.00

No	TAHUN 5 (100%)	TAHUN 6 (100%)	TAHUN 7 (100%)	TAHUN 8 (100%)	TAHUN 9 (100%)	TAHUN 10 (100%)
A.						
1	2,338,036,260.00	2,338,036,260.00	2,338,036,260.00	2,338,036,260.00	2,338,036,260.00	2,338,036,260.00
2	-	-	-	-	-	-
3	294,705,650.00	294,705,650.00	294,705,650.00	294,705,650.00	294,705,650.00	294,705,650.00
4	-	-	-	-	-	2,109,228,500.00
	2,632,741,910.00	2,632,741,910.00	2,632,741,910.00	2,632,741,910.00	2,632,741,910.00	4,741,970,410.00
B.						
1	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-
C.	2,632,741,910.00	2,632,741,910.00	2,632,741,910.00	2,632,741,910.00	2,632,741,910.00	4,741,970,410.00
D.	3,226,268,000.00	5,859,009,910.00	8,491,751,820.00	11,124,493,730.00	13,757,235,640.00	16,389,977,550.00
E.	5,859,009,910.00	8,491,751,820.00	11,124,493,730.00	13,757,235,640.00	16,389,977,550.00	21,131,947,960.00

Lampiran 23. Proyeksi neraca industri kompos bioaktif dengan modal sendiri

PERIODE		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
AKTIVA												
A	Aktiva Lancar											
1	Kas akhir tahun	-3424598100	-4139612350	-2039215820	593526090	3226268000	5859009910	8491751820	11124493730	13757235640	16389977550	21131947960
2	Persediaan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Kontingensi	518878500	518878500	518878500	518878500	518878500	518878500	518878500	518878500	518878500	518878500	518878500
	Sub Total	-2905719600	-3620733850	-1520337320	1112404590	3745146500	6377888410	9010630320	11643372230	14276114140	16908856050	21650826460
B	Aktiva Tetap											
1	Tanah	140000000	140000000	140000000	140000000	140000000	140000000	140000000	140000000	140000000	140000000	140000000
2	Bangunan	3694000000	3509300000	3324600000	3139900000	2955200000	2770500000	2585800000	2401100000	2216400000	2031700000	1847000000
3	B. Penunjang & sarana lain	76400000	69524000	62648000	55772000	48896000	42020000	35144000	28268000	21392000	14516000	7640000
4	Mesin dan peralatan	1114025000	1013762750	913500500	813238250	712976000	612713750	512451500	412189250	311927000	211664750	111402500
5	Utilitas	18650000	16971500	15293000	13614500	11936000	10257500	8579000	6900500	5222000	3543500	1865000
6	Alat kantor	13210000	12021100	10832200	9643300	8454400	7265500	6076600	4887700	3698800	2509900	1321000
7	Biaya pra-operasi	132500000	132500000	132500000	132500000	132500000	132500000	132500000	132500000	132500000	132500000	132500000
	Sub Total	5188785000	4894079350	4599373700	4304668050	4009962400	3715256750	3420551100	3125845450	2831139800	2536434150	2241728500
	TOTAL AKTIVA	2283065400	1273345500	3079036380	5417072640	7755108900	10093145160	12431181420	14769217680	17107253940	19445290200	23892554960
PASIVA												
A	Hutang											
1	Pinjaman investasi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Pinjaman modal kerja	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sub Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B	Modal											
1	Modal sendiri	5707663500	5707663500	5707663500	5707663500	5707663500	5707663500	5707663500	5707663500	5707663500	5707663500	5707663500
2	Laba ditahan	-3424598100	-4434318000	-2628627120	-290590860	2047445400	4385481660	6723517920	9061554180	11399590440	13737626700	18184891460
	Sub Total	2283065400	1273345500	3079036380	5417072640	7755108900	10093145160	12431181420	14769217680	17107253940	19445290200	23892554960
	TOTAL PASIVA	2283065400	1273345500	3079036380	5417072640	7755108900	10093145160	12431181420	14769217680	17107253940	19445290200	23892554960

Lampiran 24. Perhitungan kriteria investasi industri kompos bioaktif dengan modal sendiri

TAHUN	ALIRAN KAS BERSIH	KOMULATIF	DISCOUNT FACTOR (30%)	NILAI TUNAI	DISCOUNT FACTOR (44%)	NILAI TUNAI
			0.30		0.44	
-	(3,424,598,100.00)	(3,424,598,100.00)	1.0000000	(3,424,598,100.00)	1.0000000	(3,424,598,100.00)
1	(715,014,250.00)	(4,139,612,350.00)	0.7692308	(550,010,961.54)	0.6944444	(496,537,673.61)
2	2,100,396,530.00	(2,039,215,820.00)	0.5917160	1,242,838,183.43	0.4822531	1,012,922,709.30
3	2,632,741,910.00	593,526,090.00	0.4551661	1,198,334,961.31	0.3348980	881,699,938.78
4	2,632,741,910.00	3,226,268,000.00	0.3501278	921,796,124.09	0.2325680	612,291,624.15
5	2,632,741,910.00	5,859,009,910.00	0.2693291	709,073,941.60	0.1615056	425,202,516.77
6	2,632,741,910.00	8,491,751,820.00	0.2071762	545,441,493.54	0.1121567	295,279,525.54
7	2,632,741,910.00	11,124,493,730.00	0.1593663	419,570,379.65	0.0778866	205,055,226.07
8	2,632,741,910.00	13,757,235,640.00	0.1225895	322,746,445.88	0.0540879	142,399,462.55
9	2,632,741,910.00	16,389,977,550.00	0.0942996	248,266,496.83	0.0375610	98,888,515.66
10	4,741,970,410.00	21,131,947,960.00	0.0725382	343,973,762.25	0.0260841	123,689,808.94
	TOTAL		NPV =	1,977,432,727.05		(123,706,445.85)

PBP = 2.77

NPV = 1,977,432,727.05

Net B/C= 1.50

IRR = 0.43

Lampiran 25. Perhitungan break even point dengan modal sendiri

No	URAIAN	TAHUN 1	TAHUN 2	TAHUN 3	TAHUN 4	TAHUN 5
1	Biaya Tetap (Rp)	177,104,550.00	177,104,550.00	177,104,550.00	177,104,550.00	177,104,550.00
2	Biaya Variabel (Rp)	760,606,200.00	1,013,106,600.00	1,265,607,000.00	1,265,607,000.00	1,265,607,000.00
3	Harga Jual (Rp/Kg)	371.06	371.06	371.06	371.06	371.06
4	Tingkat Produksi (Kg)	8,190,000.00	10,920,000.00	13,650,000.00	13,650,000.00	13,650,000.00
5	Total Penerimaan (Rp)	3,038,981,400.00	4,051,975,200.00	5,064,969,000.00	5,064,969,000.00	5,064,969,000.00
6	Titik Impas					
	~ Nilai Penjualan (Rp)	236,228,621.74	236,148,165.28	236,099,917.70	236,099,917.70	236,099,917.70
	~ Volume Penjualan (Kg)	636,631.87	636,415.04	636,285.02	636,285.02	636,285.02

No	URAIAN	TAHUN 6	TAHUN 7	TAHUN 8	TAHUN 9	TAHUN 10
1	Biaya Tetap (Rp)	177,104,550.00	177,104,550.00	177,104,550.00	177,104,550.00	177,104,550.00
2	Biaya Variabel (Rp)	1,265,607,000.00	1,265,607,000.00	1,265,607,000.00	1,265,607,000.00	1,265,607,000.00
3	Harga Jual (Rp/Kg)	371.06	371.06	371.06	371.06	371.06
4	Tingkat Produksi (Kg)	13,650,000.00	13,650,000.00	13,650,000.00	13,650,000.00	13,650,000.00
5	Total Penerimaan (Rp)	5,064,969,000.00	5,064,969,000.00	5,064,969,000.00	5,064,969,000.00	5,064,969,000.00
6	Titik Impas					
	~ Nilai Penjualan (Rp)	236,099,917.70	236,099,917.70	236,099,917.70	236,099,917.70	236,099,917.70
	~ Volume Penjualan (Kg)	636,285.02	636,285.02	636,285.02	636,285.02	636,285.02

Keterangan :

Biaya tetap = Biaya Tetap (Lampiran 13)

Biaya Variabel = Biaya Variabel (Lampiran 13)

Lampiran 26. Perhitungan kriteria investasi untuk analisa sensitivitas (modal sendiri)

Kriteria Investasi	Berdasarkan Asumsi	Biaya Variabel Naik 10%	Produksi Turun 10%	Biaya Investasi Naik 10%	Harga Jual Turun 10%
PBP (Tahun)	2.77	2.85	3.05	2.99	3.11
NPV (Rp)	1,977,432,727.05	1,741,196,492.12	1,198,911,431.54	1,470,067,612.33	1,032,384,069.38
Net B/C	1.50	1.43	1.29	1.33	1.25
IRR	0.43	0.42	0.38	0.39	0.37
Perubahan (%)					
PBP	-	2.89	10.11	7.94	12.27
NPV	-	11.95	39.37	25.66	47.79
Net B/C	-	4.67	14.00	11.33	16.67
IRR	-	2.33	11.63	9.30	13.95

Lampiran 27. Perhitungan uji nilai tengah terhadap hasil peramalan produksi TBS di PKS Kertajaya

Untuk mengetahui apakah peramalan (regresi linier) yang digunakan mempunyai pengaruh baik atau buruk pada nilai atau jumlah TBS di PKS Kertajaya.

Berikut ini merupakan nilai TBS di PKS Kertajaya selama 13 periode.

Tahun	Nilai Sebenarnya (Kg)	Nilai Peramalan (Kg)
1	3.372.205	11.000.000
2	11.628.800	19.000.000
3	24.136.200	27.000.000
4	27.461.510	35.000.000
5	33.920.640	43.000.000
6	57.795.180	51.000.000
7	80.702.060	59.000.000
8	78.627.700	67.000.000
9	77.958.820	75.000.000
10	109.151.110	83.000.000
11	75.642.750	91.000.000
12	79.083.330	99.000.000
13	93.584.290	107.000.000

Misalkan : μ_1 = nilai rata-rata bagi nilai sebenarnya

μ_2 = nilai rata-rata bagi nilai peramalan

1. H_0 : $\mu_1 = \mu_2$ atau $\mu_D = \mu_1 - \mu_2 = 0$.
2. H_1 : $\mu_1 \neq \mu_2$ atau $\mu_D = \mu_1 - \mu_2 \neq 0$.
3. $\alpha = 0,05$.
4. Wilayah kritik : $t < -2,179$ atau $t > 2,179$, yang dalam hal ini

$$t = \frac{\bar{d} - d_0}{S_d / \sqrt{n}}$$

dengan $v = 12$ derajat bebas.

5. Berdasarkan perhitungan diperoleh nilai-nilai :

$$d_i = -13.935.405$$

$$d_i^2 = 2.417.475.408.977.720$$

$$\bar{d} = -1.071.954,23$$

$$S_d^2 = 200.211.441.052.541$$

$$S_d = 14.149.609,22$$

Dengan demikian diperoleh nilai $t = -0,2732$

6. Keputusan :

Terima H_0 dan disimpulkan bahwa peramalan tidak memberikan pengaruh nyata bagi nilai sebenarnya.