

RANCANG BANGUN INDUSTRI TEPUNG LIDAH BUAYA (*Aloe vera*) TERPADU

Tri Yuni Hendrawati¹, Eriyatno², Machfud², Koesnandar², Illah Sailah² dan Titi Candra Sunarti²

¹Mahasiswa S3 Program Studi Teknologi Industri Pertanian, SPs - IPB

²Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian – IPB

ABSTRACT

Technology to produce *Aloe vera* powder has been implemented in *Aloe vera* centre (AVC), Pontianak, West Kalimantan in pilot-plant scale. Based on chemical analysis and biological activity test, *Aloe vera* powder can be used to formulate cosmetic, food and pharmaceutical products such as lotion, shampo, soap, food supplement, sun burn cream and healing. Based on AVC technology pilot plant, research on designing an integrated *Aloe vera* powder industry has been conducted with system approach which the aim was to establish its decision supporting system and design engineering of *Aloe vera* industry in optimum scale. The research finding indicated that the application of system was able to synthesize ideas of interdisciplines; therefore it would improve the effectiveness of decision-making integratively. The research produced decision-supporting system model of integrated *Aloe vera* powder industry that accommodate the needs of stakeholders and should be effectively used by the decision makers facing dynamic change and information development. The research also produced process engineering flow diagram and layout of *Aloe vera* industry plant at economic optimum capacity. These models includes the evaluation of the best *Aloe vera* product, the best location of industry, material and energy balance, choice of specification of apparatus. This model can analyze the feasibility of *Aloe vera* powder industry in various capacities and optimize the economic capacity scale. To prevent farmer from decreasing *Aloe vera* price, this model designed win-win solution cost between industry and farmer to keep sustainability of industry and increasing farmers income. This model can also calculate the farm to save industry in raw material sustainability. Financial analysis with case study in *Aloe vera* Centre, Pontianak, West Kalimantan, shows that optimum capacity 25 ton powder/year, raw material 1852 ton *Aloe vera*/year (minimum farm 26 ha) with yield 1,35%, production periode 8 hours/day, 240 days/year and feasible with Pay Back Period 4,04 years, Break Even Point 13,568 ton powder/year, Net B/C 2,00, IRR 36,96% and feasible.. Win-win solution price of *Aloe vera* Rp.1100,-/kg *Aloe vera*. Sensitivity analysis shows that limit of decreasing product price 26.43% from normal price and limit of increasing raw material price Rp.3400/kg *Aloe vera* (normal price Rp.1100,-).

Keywords : design, model, decision supporting system, integrated aloevera powder industry.

PENDAHULUAN

Lidah buaya (*Aloe vera*) merupakan salah satu tanaman obat yang banyak digunakan dalam industri farmasi, terutama dalam sediaan kosmetik. Hal ini didasarkan pada fakta bahwa khasiat lidah buaya sebagai bahan baku kosmetik disebabkan karena adanya bahan aktif yang mempunyai khasiat farmakologis. Kandungan senyawa kimia yang terdapat di dalamnya, antara lain asam amino, karbohidrat, lemak, air, vitamin, mineral, enzim, hormon dan senyawa lainnya seperti saponin, antrakuinon, kuinon, lignin dan golongan enzim yaitu enzim selulase, amilase, protein dan *biogenic simulator* (Marwati & Hermani 2006). Senyawa-senyawa tersebut mempunyai fungsi yang cukup beragam, antara lain sebagai antibiotik, antiseptik, antibakteri, antivirus, anti jamur, anti infeksi, anti peradangan dan anti pembengkakan. Secara spesifik, dalam khasiatnya sebagai sediaan kosmetik, saponin

berkhasiat sebagai antiseptik, antrakuinon dan kuinon berkhasiat sebagai antibiotik dan merangsang pertumbuhan sel baru, lignin berkhasiat sebagai pelembab, aloin untuk merangsang pertumbuhan rambut, dan enzim selulase, amilase, protein dan *biogenic simulator* sebagai zat aktif membantu metabolisme dan merangsang pertumbuhan dan regenerasi sel kulit. Dalam pemanfaatannya sebagai bahan baku kosmetik, lidah buaya diformulasikan untuk pengobatan dan perawatan kulit (kulit yang terbakar, iritasi, jerawat, melembabkan kulit, pelindung kulit dari sinar matahari) dan perawatan rambut (anti ketombe, melembabkan rambut, merangsang pertumbuhan rambut). Bentuk produk kosmetik dan *personal care* yang dikembangkan dari lidah buaya antara lain shampo, tonik, sabun, lotion, krim, pasta gigi.

Di Kalimantan barat, khususnya daerah Siantan Hulu, Pontianak, tanaman lidah buaya merupakan tanaman produksi alternatif sebagai mata

pencaharian selain sayuran. Pada saat ini, tanaman lidah buaya sedang gencar-gencarnya dikaji secara khusus pengembangannya oleh pemerintah daerah Kalimantan Barat terutama dalam hal peningkatan produktivitas untuk menjadi komoditas andalan ekspor. Di sisi lain peningkatan produktivitas menimbulkan permasalahan baru yaitu tidak tertanganinya hasil panen yang melimpah dan masalah pascapanennya. Petani perlu diberikan jaminan terhadap pemasaran hasil panen daun lidah buaya dengan harga yang pantas sehingga akan menjamin keberlangsungan dari sebuah agribisnis berbasis lidah buaya. Keadaan ini sesuai dengan pendapat Winarno (1990) yang menyatakan bahwa hasil pertanian termasuk tanaman lidah buaya setelah dipanen akan mengalami kerusakan 20 – 40 %. Kerusakan ini terjadi karena waktu panen yang kurang baik, faktor mekanis, fisiologis dan mikrobiologis.

Lidah buaya dalam bentuk tepung mempunyai beberapa keuntungan, yaitu kandungan nutrisinya tidak mudah rusak serta memudahkan dalam penyimpanan dan transportasi. Rasio bahan baku dan tepung yang dihasilkan 150:1 atau 150 kg daun menghasilkan 1 kg tepung. Dengan demikian, berdirinya industri tepung lidah buaya menuntut ketersediaan bahan baku dalam jumlah besar. Hal ini tentunya dapat menghindarkan terjadinya kelebihan produksi bahan baku yang kemungkinan dapat menyebabkan jatuhnya harga lidah buaya segar di pasaran, serta tidak tertampungnya hasil panen petani lidah buaya. Dengan adanya kepastian pasar dan harga daun lidah buaya segar maka petani lidah buaya dapat dilindungi dari turunnya harga jual daun lidah buaya yang merugikan. Dalam hal ini perlu diformulasikan estimasi harga yang merupakan kesepakatan (*win win solution*) antara petani dan industri yang saling menguntungkan.

Penelitian tentang lidah buaya di Indonesia masih bersifat parsial. Hal ini dapat dilihat dari beberapa penelitian yang ada diantaranya tentang budidaya petani lidah buaya, kajian peluang pendirian tepung lidah buaya, pemasaran lidah buaya, penelitian pembuatan tepung lidah buaya skala laboratorium yang dilakukan oleh lembaga penelitian dan Universitas. Didorong oleh hal tersebut maka perlu dilakukan rancang bangun industri tepung Lidah Buaya terpadu yang menggabungkan *engineering*, operasionalisasi pabrik, kebijakan yang memihak petani sehingga industri yang dirancang merupakan industri terpadu dengan mempertimbangkan dan memasukkan aspek keteknikan (*engineering*), manajemen, sosial budaya dan lingkungan.

Rancang bangun industri tepung lidah buaya dilakukan sampai pada tahap *definitive estimate* yang dilengkapi dengan spesifikasi peralatan dan tata letak pabrik. Industri tepung lidah buaya terpadu yang dirancang diharapkan dapat bermitra dengan

petani penghasil bahan baku, dengan demikian akan membawa dampak peningkatan kesejahteraan bagi petani penghasil komoditas lidah buaya. Pembangunan industri ini mempunyai keterkaitan kuat dengan sektor lainnya dan berdampak luas terhadap peningkatan nilai tambah, penyediaan kesempatan kerja serta pemanfaatannya. Pengembangan dan penguasaan teknologi pengolahan mempunyai keterkaitan yang saling menguntungkan antara petani produsen dengan industri pengolah serta pembangunan ekonomi wilayah. Dalam rangka memadukan semua aspek dalam pembangunan industri maka perlu dirancang sistem penunjang keputusan sebagai hasil penelitiannya yang mengakomodasi aspek keteknikan, manajemen dan sosial budaya yang dirangkai dalam ilmu sistem dalam membangun model dan basis datanya.

Dengan rancang bangun ini diharapkan membantu para pengambil keputusan yaitu meliputi pembuat kebijakan (pemerintah pusat dan Pemda Kalimantan Barat), investor, pedagang, petani, eksportir dan pihak-pihak lain yang berkepentingan dalam pengembangan industri tepung lidah buaya dan Indonesia umumnya sehingga akan dihasilkan nilai tambah komoditas lidah buaya yang menguntungkan semua pihak yang terlibat di dalam negeri.

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah diperolehnya rancangan industri tepung lidah buaya terpadu dalam bentuk Sistem Penunjang Keputusan, *Process Engineering Flow Diagram* (PEFD) dan tata letak pabrik.

METODOLOGI PENELITIAN

Kerangka Pemikiran

Produsen obat dan kosmetika serta makanan di Indonesia menggunakan lidah buaya dalam bentuk tepung dan ekstrak lidah buaya yang dimpor dari luar negeri. Perusahaan-perusahaan yang bergerak di bidang kosmetika kebanyakan melakukan impor ekstrak lidah buaya dari negara-negara seperti USA, Jepang, Jerman. Hal ini tentunya ini merupakan pendorong bahwa potensi lidah buaya dalam negeri terutama Pontianak, Kalimantan Barat sebaiknya dikembangkan untuk mendirikan industrinya dalam rangka menembus pasar dalam negeri maupun luar negeri. Keunggulan kompetitif dan komparatif dari komoditas tanaman lidah buaya sebaiknya dikembangkan dengan mengolahnya menjadi tepung lidah buaya di dalam negeri sehingga meningkatkan nilai tambah di dalam negeri.

Rancang bangun industri tepung lidah buaya ini dirancang dengan mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu sehingga dapat dihasilkan *Process Engineering Flow Diagram* (PEFD), tata letak pabrik dan sarana produksi yang lain, sedang dari

sisi manajemen dilakukan analisa kelayakan dan sensitivitas. Program sistem penunjang keputusan dirancang untuk menjadi referensi bagi pihak-pihak terkait dalam pendirian industri tepung lidah buaya.

Dalam rancang bangun industri tepung lidah buaya terdapat banyak komponen yang terkait sehingga bersifat kompleks dan mempunyai karakteristik yang dinamis sesuai dengan perubahan waktu. Oleh karena itu, untuk mengatasi kekompleksan, kedinamisan dan sifatnya yang tidak menentu (probabilistik), maka pendekatan sistem dapat digunakan dalam perencanaan investasi industri tersebut. Dengan demikian diharapkan dapat menjadi referensi bagi pihak investor, pemerintah dan pihak-pihak yang lain yang tertarik dalam produksi tepung lidah buaya yang saat ini untuk kebutuhan dalam negeri masih dipenuhi dengan impor. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli 2004 sampai dengan April 2006 di AVC, Pontianak, Laboratorium Teknologi Agroindustri, BPPT, Puspiptek Serpong dan Laboratorium Institut Sains dan Teknologi Al Kamal, Kebun Jeruk, Jakarta Barat. Pemilihan daerah Pontianak, Kalimantan Barat untuk keperluan validasi model karena daerah tersebut merupakan penghasil komoditas daun lidah buaya dan mempunyai potensi perluasan lahan gambut untuk komoditas lidah buaya sangat besar.

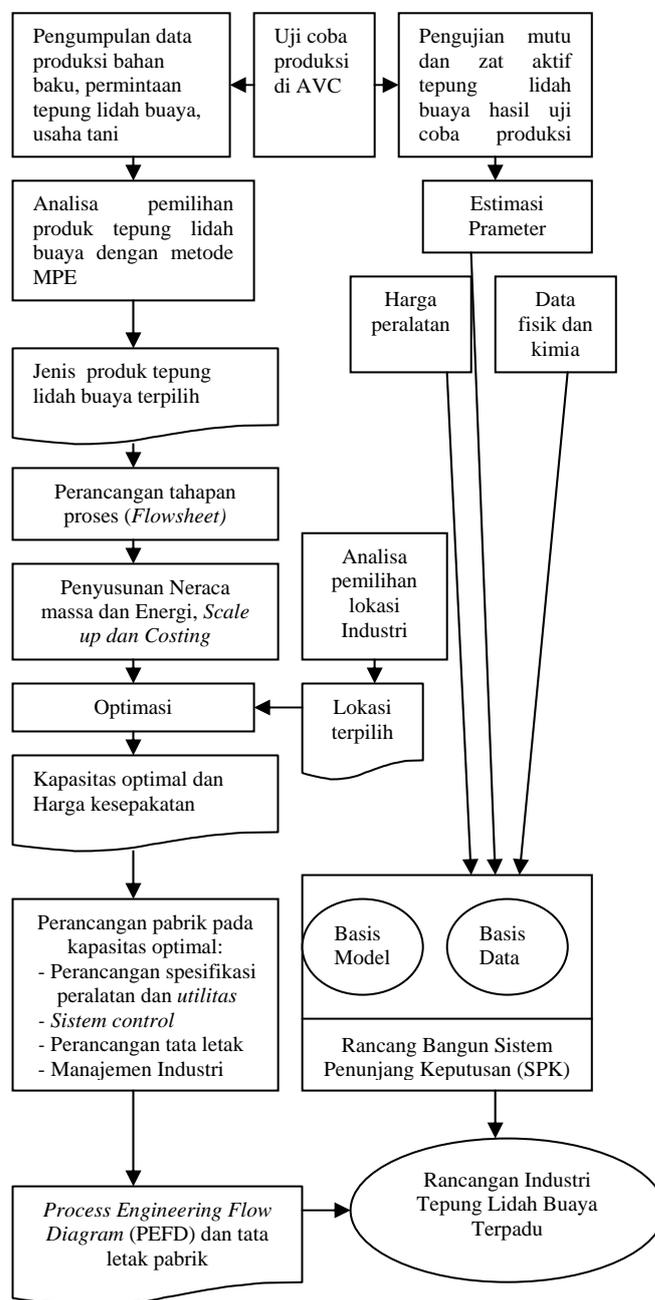
PENDEKATAN SISTEM

Analisis Situasional

Merujuk kepada pola pikir kesisteman dan karakteristik yang mendasarinya, maka rancang bangun industri tepung lidah buaya terpadu dilakukan dengan pendekatan sistem. Selain itu, terdapat sejumlah faktor yang mempengaruhi dan banyaknya pelaku (*stakeholder*) yang terlibat, baik langsung maupun tidak langsung dengan tingkat kepentingan yang berbeda-beda. Petani produsen merupakan pelaku kunci, namun sejauh ini selalu berada pada posisi yang paling lemah, padahal dari segi resiko kegagalan usaha, petanilah yang paling banyak menanggung resiko kegagalan dari seluruh rangkaian agribisnis lidah buaya. Untuk itu, diperlukan langkah strategis agroindustri lidah buaya yang dapat menjamin pemasaran produk lidah buaya petani dan petani sebagai produsen memiliki posisi tawar sesuai dengan aktivitasnya dengan estimasi harga kesepakatan yang menguntungkan petani dan industrinya.

Menurut Dinas Tanaman Pangan Kota Pontianak yang merupakan pemasok lidah buaya terbesar dengan total pasokan mencapai 37,25 per-

sen dari total produksi nasional, luas areal pertanian lidah buaya di Kota Pontianak mencapai 161 hektar (yang sudah produktif 132 hektar) dengan produksi lidah buaya adalah 19.088 ton daun lidah buaya/tahun, untuk industri lokal 1300 ton daun lidah buaya/tahun.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian Rancang Bangun Industri Tepung Lidah Buaya Terpadu

Namun sangat disayangkan karena sebagian besar ekspor lidah buaya masih dilakukan dalam bentuk daun segar untuk keperluan bahan baku industri negara-negara tujuan ekspor. Kondisi demi-

kian, sekaligus menggambarkan bahwa industri pengolahan lidah buaya belum berkembang secara maksimal. Padahal industri kosmetik, farmasi, makanan dan minuman di Indonesia mengimpor produk turunan lidah buaya berupa tepung lidah buaya dari Amerika, Australia dan Cina. Luas pertanian lidah buaya seluruh dunia 23.289 hektar. Jika produktivitas rata-rata 6 ton/bulan/hektar maka produksi daun segar dunia 1.676.808 ton daun segar/tahun. Potensi pasar tepung lidah buaya internasional 500 ton/tahun. Hal ini juga diperkuat data pasar tepung lidah buaya dari *Terry Labs Amerika* ke 46 produsen kosmetik, farmasi besar.

PEMODELAN SISTEM

Konfigurasi Sistem Penunjang Keputusan

Rancang bangun industri tepung lidah buaya terpadu yang dapat diaplikasikan ke dalam sistem berbasis komputer dinamakan "SPK ALOE^{PT}". Model tersebut dibangun melalui tiga komponen utama, yakni sistem manajemen basis data (SMBD), sistem manajemen basis model (SMBM) dan sistem manajemen dialog (SMD). Selain itu, model tersebut juga dilengkapi dengan sistem manajemen terpusat (SMT) dan hubungannya dengan pengguna. Sebagai tujuan akhir dari pengembangan model SPK ALOE^{PT} adalah membantu berbagai pihak dalam proses pengambilan keputusan terutama kepada investor, petani, lembaga keuangan, pemerintah pusat ataupun daerah. Model SPK tersebut juga dilengkapi dengan sistem pengolahan terpusat (SPT) dan hubungannya dengan pengguna (*user*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemilihan Produk Tepung Lidah Buaya

Pemilihan produk tepung lidah buaya prospektif yang dirancang dalam skala industri meliputi *Spray Dried Gel Aloe Powder*, *Freeze Dried Gel Aloe Powder* dan *Spray Dried Whole Leaf Aloe Powder*. Kriteria-kriteria yang digunakan dalam penentuan produk tepung lidah buaya dalam penelitian ini diambil dari beberapa literatur dan hasil diskusi dengan pakar. Ada 6 kriteria yang dipertimbangkan, yaitu meliputi : 1) Peluang pasar, 2) Nilai tambah, 3) Teknologi yang digunakan, 4) Penyerapan tenaga kerja, 5) Dampak lingkungan.

Perhitungan penentuan produk menggunakan Metoda Perbandingan Eksponensial (MPE), menunjukkan bahwa *Spray Dried Gel Aloe Powder* mempunyai nilai tertinggi dan selanjutnya disebut dengan tepung lidah buaya. Hal ini karena produk ini mempunyai pasar yang baik dan teknologi yang

digunakan memungkinkan diproduksi dalam kapasitas besar.

Analisis Tepung Lidah Buaya Hasil Uji Produksi AVC

Hasil analisis mutu tepung lidah buaya hasil uji produksi AVC dibandingkan dengan standar *International Aloe Scienses Council* (IASC) dapat dilihat pada Tabel 1 dan memenuhi standar. Hasil Analisis Kimia dan Kandungan Zat Aktif tepung lidah buaya Uji Produksi AVC dapat dilihat pada Tabel 2. Dari hasil analisis maka penggunaan tepung adalah untuk industri kosmetik, farmasi dan makanan. Kandungan lignin dan saponin sangat baik untuk formulasi kosmetik kulit seperti *lotion*, pembersih, shampo, sabun. Kandungan zat aktif dalam tepung lidah buaya yang lengkap protein, polisakarida, lignin, saponin, mineral dapat menjadikan tepung lidah buaya ini dapat digunakan untuk memformulasi pasta gigi sebagai anti plak, shampo, sabun, lotion tabir surya, salp luka bakar untuk pemakaian luar. Sedangkan untuk pemakaian dalam dapat digunakan untuk obat diabetes dikarenakan kandungan polisakarida yang tinggi, suplemen diet dan kesehatan.

Tabel 1. Hasil Analisis Tepung Hasil Uji Produksi AVC Dibandingkan Tepung Lidah Buaya Standar IASC (*International Aloe Scienses Council*)

No	Spesifikasi	Tepung Lidah buaya (AVC)	Tepung Lidah buaya Standar IASC
1	<i>Appearance</i>	<i>Fine Crystalline powder</i>	<i>Fine Crystalline powder</i>
2	Warna	Putih, <i>light beige</i>	Putih, <i>light beige</i>
3	Kadar air	4,45%	8% (maks)
4	<i>Dispersion rate (30°C)</i>	2,3 menit	5 menit
5	pH	5	3,5 -5,0
6	Densitas (30°C)	1,010 g/cc	0,990 – 1,010 g/cc
7	<i>Microbiology (Total Plate Count)</i>	214 cfu/g, tidak patogen	< 240 cfu/g, tidak patogen

Validasi Sistem Penunjang Keputusan

Sistem Penunjang Keputusan yang dirancang pada penelitian ini berupa perangkat lunak (*software*) yang diberi nama SPK ALOE^{PT} dalam program *Visual Basic versi 6.0*. Fasilitas yang terdapat pada Sistem Penunjang Keputusan ini terdiri dari basis model, basis data dan manajemen dialog yang dapat digunakan untuk pengambilan keputusan terhadap pendirian industri tepung lidah buaya terpadu dengan usaha taninya sehingga akan dapat

menjamin keberlangsungan industri yang akan dirancang.

Tabel 2. Hasil Analisis Kimia dan Kandungan Zat Aktif Tepung Lidah Buaya Uji Produksi AVC

No	Spesifikasi	Spray Dried Gel Aloe Powder (AVC)
1	Aktivitas enzim amilase	0,024 unit / gr sampel
2	Selulosa	0,0197 %
3	Lignin	0,0089 %
4	Saponin	Terbukti ada (uji kualitatif)
5	Glukosa	48,45 ppm
6	Kalsium (Ca)	0,93 %
7	Magnesium (Mg)	0,13 %
8	Phospor	37,3 ppm
9	Logam Berat (Pb)	< 0,02 ppm
10	Arsenic (As ₂ O ₃)	< 0,005 ppm
11	Zn	0,05%
12	Natrium (Na)	0,73%
13	Kalium (K)	0,51%
Spesifikasi (kandungan asam amino), ppm * asam amino esensial		
1	Asam Aspartat	131,71
2	Asam Glutamat	153,12
3	Serin	88,25
4	Glisin	72,78
5	Histidin	155,23
6	Arginin	135,92
7	Treonin	155,93
8	Alanin*	65,94
9	Prolin	132,11
10	Tirosin	242,98
11	Valin*	127,39
12	Metionin*	192,79
13	Sistin	106,29
14	Isoleusin*	223,26
15	Leusin*	166,01
16	Fenilalanin*	124,08
17	Lisin*	174,24

Sistem penunjang keputusan yang dirancang memiliki kelebihan sebagai berikut.

- 1 Penyusunan neraca massa dan energi menggunakan data dari skala pilot di AVC Pontianak sehingga perancangannya didasarkan pada kaidah-kaidah keteknikan (Engineering).
- 2 Penentuan spesifikasi alat dirancang berdasarkan kapasitas yang dirancang dan harga berdasarkan estimasi dengan nilai indeks sehingga dapat disimulasikan untuk perubahan waktu.
- 3 Untuk pemilihan lokasi, menggunakan model AHP yang dapat digunakan dengan responden tunggal atau jamak.
- 4 Analisis kelayakan finansial dibuat pada variasi kapasitas produksi yang dirancang sehingga dapat dioptimasi kapasitas yang memberikan keuntungan yang maksimal dan dioptimasi harga bahan baku daun lidah buaya yang optimal antara harga petani dan harga industri sehingga petani dan industri sama-sama beruntung.

Neraca Massa dan Energi

Perhitungan yang dihasilkan pada neraca massa dan energi adalah jumlah komponen massa pada setiap aliran pada proses produksi tepung lidah buaya dan neraca energi sekitar spray dryer dan evaporator untuk menghitung kebutuhan uap pemanas yang dibutuhkan untuk pemanasan. Pada berbagai kapasitas maka neraca massa dan energi akan menyesuaikan terhadap kapasitas yang diinputkan. Rendemen dari tepung lidah buaya ini sebesar 1,35 % yang berarti 100 kg daun lidah buaya akan menghasilkan 1,35 kg tepung lidah buaya. Pada kapasitas 25 ton tepung lidah buaya per tahun maka dibutuhkan 1852 ton daun lidah buaya/tahun dengan asumsi pabrik beroperasi 8 jam per hari, 5 hari kerja (240 hari/tahun). Pada produktivitas daun lidah buaya 72 ton/ha/tahun maka luas kebun yang diperlukan untuk memenuhi bahan baku industri adalah minimal 26 hektar.

Pemilihan Lokasi Pabrik Tepung Lidah Buaya

Hirarki prioritas pemilihan lokasi industri tepung lidah buaya disusun dalam tiga tingkatan. Pertama fokus, yaitu pemilihan lokasi industri. Kedua kriteria, yaitu kemudahan akses pemasaran, sarana air dan listrik, ketersediaan tenaga kerja, sarana transportasi, sarana komunikasi, sosial dan ekonomi, kebijakan pemerintah dan ketersediaan dan kedekatan bahan baku (Jumlah kebun lidah buaya). Tingkat ketiga adalah alternatif, yaitu Kecamatan Pontianak Kota, Kecamatan Pontianak Barat, Kecamatan Pontianak Timur, Kecamatan Pontianak Utara, Kecamatan Pontianak Selatan

Lima kecamatan di atas diambil berdasarkan Pola Pengembangan Wilayah Kota Pontianak yang mempunyai komoditas unggulan lidah buaya. Hirarki pengambilan keputusan dan hasil analisis pengolahan data pemilihan lokasi pabrik menggunakan metoda AHP. Hasil analisis menunjukkan bahwa Kecamatan Pontianak Utara adalah lokasi yang paling potensial dengan nilai akhir 0,40, kemudian urutan kedua kecamatan Pontianak Selatan dengan nilai akhir 0,24, urutan ketiga kecamatan Pontianak Timur 0,18.

Analisis Kelayakan

Analisis finansial dilakukan pada berbagai kapasitas bahan baku. Analisis finansial dilakukan untuk mengetahui tingkat rentabilitas dan profitabilitas dan pendirian industri tepung lidah buaya. Untuk itu disusun komponen biaya untuk keperluan analisis finansial pendirian industri tepung lidah buaya ini. Penilaian kelayakan dilakukan menggunakan kriteria kelayakan investasi, yakni 1) NPV (*net present value*), 2) IRR (*internal rate of return*), 3) Net B/C

(net cost benefit ratio), 4) PBP (pay back periode), 5) BEP (Break Even Point). Analisis finansial industri tepung lidah buaya dengan bahan baku utama daun lidah buaya didasarkan pada beberapa asumsi dasar sesuai dengan kondisi aktual pada saat analisis dan hasil prediksi yang telah dilakukan. Di samping itu analisis juga didasarkan pada standar norma yang telah baku digunakan pada industri, hasil perhitungan yang telah dilakukan pada aspek lain serta peraturan pemerintah yang berlaku. Analisis ini juga dilakukan terhadap komposisi terbaik hasil uji coba produksi pada skala pilot di AVC, Pontianak menggunakan asumsi dasar perhitungan sebagai berikut :

1. Lokasi pendirian industri tepung lidah buaya adalah di Siantan Hulu, Pontianak Utara, Kota Pontianak, Kalimantan Barat.
2. Analisis finansial dilakukan berdasarkan umur ekonomis pabrik selama 10 tahun.
3. Harga-harga yang digunakan adalah harga pada bulan Januari 2006 dan diasumsikan konstan selama perioda pengkajian.
4. Jangka waktu pembangunan industri dalam satu tahun.
5. Dalam satu tahun ditetapkan sebanyak 240 hari kerja dan setiap hari digunakan satu shift 8 jam kerja.
6. Kapasitas produksi pada tahun ke-1,2 dan 3 adalah 75 persen dari kapasitas maksimum., tahun ke-4 hingga tahun ke-10 adalah 100 persen.
7. Harga bahan baku lidah buaya mengalami kenaikan harga 5% setiap tahun
8. Nilai penyusutan yang digunakan adalah metoda garis lurus, dengan penyusutan tiap tahun, serta tidak terdapat nilai sisa dan masing-masing barang modal sesuai dengan umur ekonomisnya.
9. Struktur pembiayaan modal investasi dengan perbandingan modal pinjaman dan modal sendiri sebesar 70 persen berbanding 30 persen.
10. Modal kerja dikeluarkan pada tahun ke-1, dengan struktur pembiayaan modal sendiri.
11. Tingkat suku bunga pinjaman, baik untuk investasi maupun modal kerja ditetapkan masing-masing sebesar 17,5 persen.
12. Pajak penghasilan dihitung berdasarkan pada UU No. 10 tahun 1994 adalah 10 persen untuk pendapatan 10 juta pertama, 40 persen untuk pendapatan sampai 40 juta pertama dan 30 persen untuk pendapatan lebih dari 40 juta pertama (Umar, 1997).

Pada Tabel 3 dapat dilihat hasil perhitungan kebutuhan bahan baku, biaya investasi, biaya modal kerja, biaya produksi dan kebutuhan luas kebun untuk berbagai kapasitas industri.

Harga Pokok Penjualan (HPP)

Harga pokok penjualan dihitung untuk menetapkan harga jual dari produk yang akan diproduksi. Harga jual dari tepung lidah buaya didekati dari harga

tepung lidah buaya internasional. Penentuan harga jual ini masih di bawah harga rata-rata dari harga jual internasional sebesar US\$ 92,59 (FOB)/ kg tepung lidah buaya dan harga pokok penjualan tepung lidah buaya ditetapkan Rp.700.000,- / kg tepung lidah buaya (FOB Pabrik).

Kriteria Investasi

Berdasarkan arus kas proyek yang telah dibuat, maka kriteria penilaian investasi dapat ditentukan, yang meliputi penilaian *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), *Net Benefit-Cost Ratio* (Net B/C), *Break Even Point* (BEP) dan *Payback Period* (PP). Hasil analisis finansial pada berbagai kapasitas dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 3. Biaya Investasi Industri Tepung Lidah Buaya Pada Berbagai Kapasitas*)

Kap. (ton/th*)	Bahan baku (ton LB/ tahun)	Biaya Investasi (dalam juta Rp)	Biaya Modal Kerja (dalam juta Rp)	Biaya produksi (dalam ribu Rp/kg)	Kebutuhan luas kebun (Ha.)
7	519	4.519	589	470	8
10	741	5.823	759	412	11
13	963	7.133	930	380	14
16	1186	8.452	1.102	361	17
19	1408	9.781	1.275	348	20
22	1630	11.127	1.451	339	23
25	1852	12.502	1.630	332	26
28	2075	13.934	1.817	328	29
31	2297	15.523	2.024	326	32

Keterangan: hasil pengolahan model analisis kelayakan *) rendemen 1,35%, Asumsi produksi 8 jam perhari, 240 hari/tahun

Tabel 4. Hasil Analisis Kelayakan Industri Tepung Lidah Buaya Pada Berbagai Kapasitas*)

Kap. Prod (ton/th*)	Kriteria investasi				
	NPV (Rp)	IRR (%)	PBP (th.)	Net B/C	BEP (ton prod./th)
7	99.360.580	17,96	10	1,02	5,088
10	2.219.564.605	25,22	7,62	1,38	6,453
13	4.328.260.699	29,58	5,75	1,61	7,854
16	6.421.647.619	32,37	4,94	1,76	9,269
19	8.493.545.283	34,50	4,49	1,87	10,694
22	10.532.913.350	35,95	4,22	1,95	12,127
25	12.517.269.212	36,96	4,04	2,00	13,568
28	14.390.947.134	37,55	3,94	2,03	15,024
31	15.961.500.754	37,48	3,95	2,03	16,517

Keterangan: *) Rendemen 1,35%, Asumsi produksi 8 jam perhari, 240 hari/tahun

Skenario

Perubahan Skenario Variasi dilakukan untuk mengantisipasi perubahan yang terjadi sehingga perlu dilakukan perubahan terhadap asumsi-asumsi yang digunakan dalam analisis. Berdasarkan hasil analisis dan diskusi dengan pakar diperoleh tiga faktor dominan yang menentukan tingkat kelayakan industri tepung lidah buaya. Ketiga faktor tersebut adalah harga jual tepung lidah buaya, harga beli daun segar lidah buaya dan perubahan suku bunga pinjaman

Dalam analisis ini dibuat tiga skenario, yakni, 1) terjadi penurunan harga pokok penjualan tepung lidah buaya sebesar 10%, 2) terjadi kenaikan harga bahan baku hingga 10%. Hasil analisis skenario variasi tersebut menunjukkan bahwa industri tepung lidah buaya masih tetap layak terhadap dua skenario perubahan yang diantisipasi terjadi.

Tabel 5. Skenario Variasi Harga Jual Tepung Lidah Buaya, Harga Daun Segar Lidah buaya dan Suku Bunga Pinjaman Terhadap Kelayakan Industri

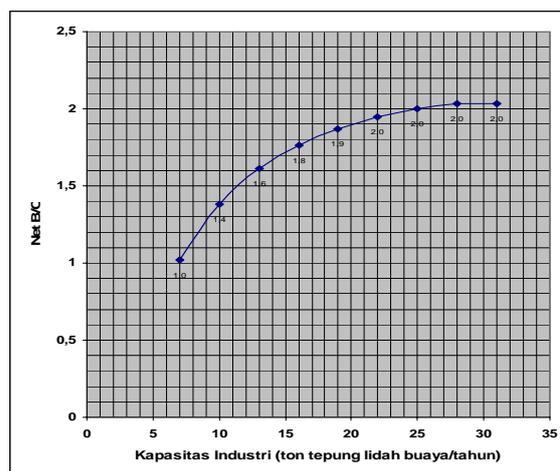
Skenario	Kriteria investasi			
	IRR (%)	BEP, kg tepung lidah buaya/tahun	Net B/C	PBP (thn.)
1 Harga beli daun segar Rp.1100,-, harga jual tepung lidah buaya (FOB) Rp.700.000,- /kg tepung lidah buaya (Normal)	36,96	13.568	2,00	4,04
2 Harga beli daun tetap, penurunan harga jual tepung lidah buaya sebesar 10%	30,02 (turun 18,7%)	14.400 (naik 6,1%)	1,63 (turun 18,5%)	5,52 (naik 36,6%)
3 Harga jual tepung lidah buaya tetap, Kenaikan harga beli bahan baku daun segar lidah buaya 10 %	36,11 (turun 2,3%)	13.710 (naik 1%)	1,95 (2,5%)	4,18 (naik 3,4%)

Dari Tabel 5 dapat dilihat bahwa penurunan harga jual tepung lidah buaya merupakan variabel yang paling sensitif. Jika dilakukan simulasi pada berbagai nilai harga jual tepung lidah buaya maka industri ini akan layak sampai pada batas harga jual tepung lidah buaya Rp. 515.000,- (penurunan 26,4% dari harga normal). Sedangkan untuk batas tidak layak pada variabel harga beli daun segar adalah Rp.3.400/kg daun lidah buaya (Harga normal Rp.1100/kg).

Optimasi Kapasitas dan Harga Kesepakatan

Untuk penentuan kapasitas optimal dilakukan optimasi yang memaksimalkan keuntungan dan meminimalkan biaya dengan kendala kapasitas pemasaran dengan mengambil 5% maksimal kapasitas pasar internasional tepung lidah buaya, ketersediaan bahan baku dan teknologi produksi. Indikator yang dapat digunakan adalah nilai *Net B/C* yang

merupakan perbandingan keuntungan sesudah pajak dibanding dengan total biaya. Pada Gambar 2 dapat dilihat nilai *Net B/C* pada kapasitas 7 ton tepung lidah buaya/tahun sampai dengan 31 ton tepung lidah buaya/tahun. Nilai *Net B/C* mengalami kenaikan pada peningkatan nilai kapasitas bahan baku. Fungsi kendala kapasitas pemasaran untuk pasar dalam negeri dan ekspor tepung lidah buaya 25 ton tepung lidah buaya/tahun (5% dari pasar tepung lidah buaya internasional) sehingga kapasitas optimal pada kapasitas 25 ton/tahun yang membutuhkan daun lidah buaya segar 1852 ton/tahun dengan rendemen 1,35% dengan asumsi jam operasi 8 jam/hari, selama 240 hari/tahun. Jika produktivitas lahan 72 ton/hektar/tahun maka luas kebun lidah buaya minimal yang diperlukan adalah 26 hektar. SPK ALOE^{PT} dapat digunakan untuk melihat besarnya investasi dan kelayakan finansial pada berbagai kapasitas sehingga memungkinkan untuk dapat digunakan investor dalam pengambilan keputusan investasi industri tepung lidah buaya.



Gambar 2. Hasil Optimasi Kapasitas Industri (Ton Tepung Lidah Buaya/Tahun) Terhadap Nilai *Net B/C*

Untuk mencapai harga kesepakatan, maka dilakukan eliminasi terhadap selisih antara harga jual petani (HJLB) dengan harga beli yang ditawarkan oleh Industri Tepung Lidah Buaya (HBLB). Dengan fungsi obyektif dan kendala sebagai berikut:

Maksimumkan:

$$F(X)=(HJLB-X)(X-HBLB)$$

Dengan kendala:

$HBLB \leq X \leq HJLB$, dan harga kesepakatan (X) \geq harga lidah buaya yang masuk pada perhitungan petani tidak merugi.

Setelah menentukan fungsi tujuan dan kendala, maka dilakukan optimasi untuk memperoleh kesepakatan yang adil bagi kedua belah pihak baik petani maupun industri tepung lidah buaya. Teknik yang dipakai adalah teknik *Golden Section* yang dituangkan dalam bahasa pemrograman. Dari model matematika yang tersusun ada satu fungsi obyektif dan dua kendala. Pada optimasi diperoleh harga kesepakatan Rp.1.100 / kg daun lidah buaya segar di tingkat petani.

Rancangan Teknis Pabrik Tepung Lidah Buaya

Process Engineering Flow Diagram

Daun lidah buaya sebagai bahan baku dikirim ke unit sortasi, pengupasan, pemotongan dan pencucian yang dikerjakan secara manual. Kulit lidah buaya dikirim ke industri kecil teh lidah buaya dan gel dikirim ke unit produksi dengan *bucket elevator* (BE1-01). Ampas dikirim ke unit pembuatan pupuk organik. Gel mengalami penghancuran dalam *screw roll press* (SRC2-01) dan cairan lidah buaya diumpankan ke tangki pencampur (M2-01) dan selanjutnya ke tangki umpan ke filter (T1-01). Cairan gel dengan pompa (P1-01) diumpankan ke filter press (FP2-01) untuk dipisahkan ampas dan cairan gel lidah buaya. Ampas dibawa ke unit pembuatan pupuk organik. Cairan gel lidah buaya diumpankan ke tangki umpan evaporator (T1-02) dan selanjutnya dengan pompa (P1-02) diumpankan ke pemanas (HE1-01) untuk dipanaskan menjadi 40°C dan diumpankan ke evaporator (EV2-01) untuk mengalami pemekatan menjadi cairan konsentrat lidah buaya. Dari evaporator dengan bantuan pompa (P1-03) cairan konsentrat lidah buaya diumpankan ke tangki pencampur (M2-02) untuk dicampur dengan malto-dekstrin sebagai pembentuk mikroenkapsulasi dalam melindungi zat aktif lidah buaya dari kerusakan. Selanjutnya dari tangki pencampur dimasukkan ke tangki pengumpanan spray dryer dan dengan pompa (P1-04) diumpankan ke spray dryer (SD2-01) untuk pembentukan mikroenkapsulasi dan pengeringan dengan kontak udara panas (100°C) dan selanjutnya tepung lidah buaya hasil dikemas di unit pengemasan vakum dan siap dipasarkan dengan kemasan 1 kg/kantong. Gambaran proses secara lengkap dengan kondisi operasi tiap aliran, neraca massa dan sistem kontrol secara lengkap disajikan pada Gambar 3.

Rancangan Utilitas dan Pengelolaan Ampas

Unit Pengadaan Air

Air dipergunakan untuk berbagai keperluan yang menyangkut produksi. Kebutuhan air pada industri tepung lidah buaya adalah untuk keperluan

proses, pencuci dan air minum, pembuatan uap air, pendingin dan pemadam kebakaran. Sumber air baku ini diperoleh dari air PDAM dan air tanah. Air yang dibutuhkan untuk keseluruhan keperluan tersebut berjumlah 93,28 m³/hari.

Unit Pengadaan Uap Air

Uap air pada industri ini digunakan sebagai media pemanas pada alat penukar panas. Banyaknya uap air yang dibutuhkan pada pabrik tepung lidah buaya ini sebesar 497 kg/jam.

Unit Pengadaan Listrik

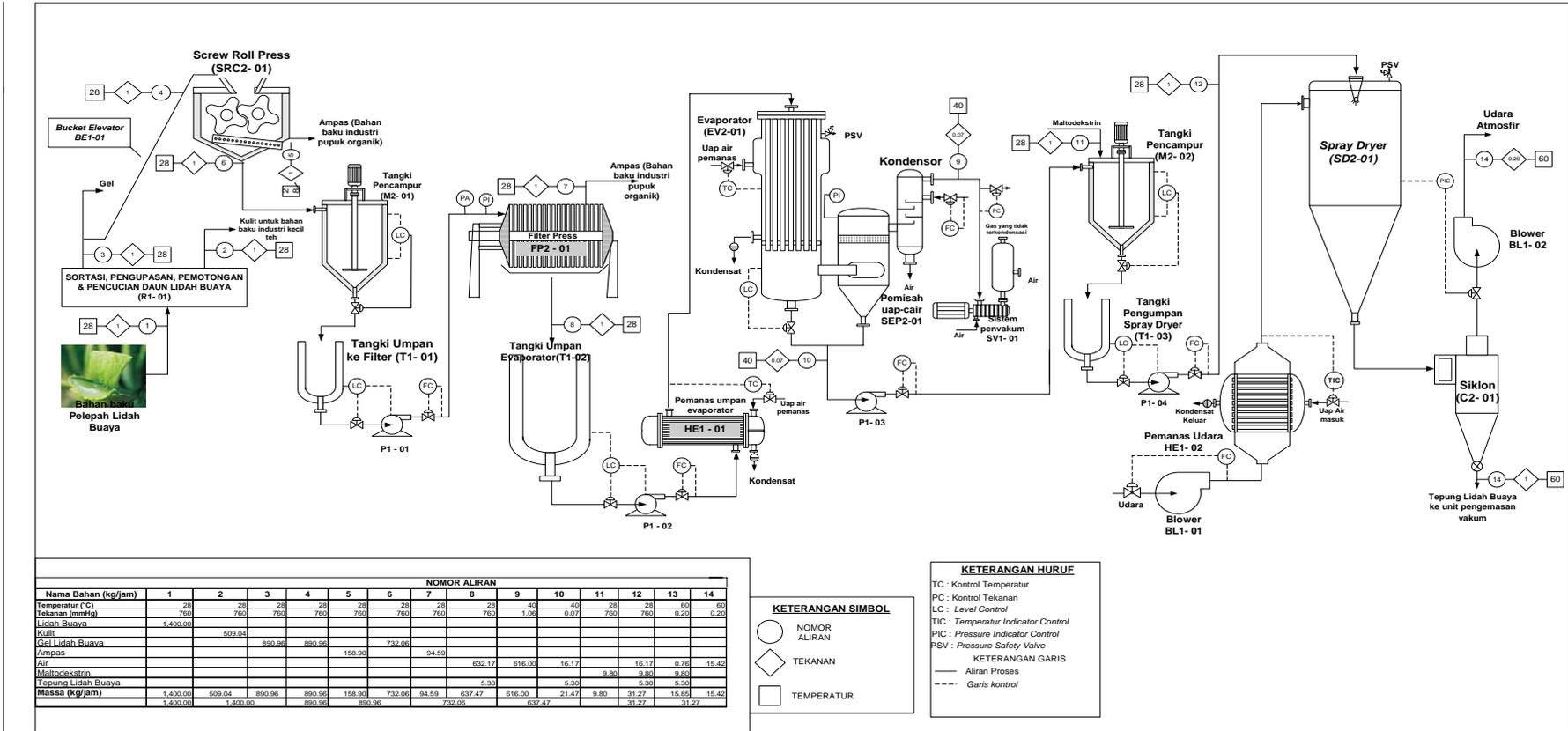
Kebutuhan listrik yang disediakan untuk berjalannya pabrik tepung lidah buaya yaitu untuk memenuhi kebutuhan pada tenaga penggerak alat-alat, instrument dan alat-alat penerangan pabrik. Kebutuhan pabrik akan listrik diperoleh dari Perusahaan Listrik Negara (PLN) dan sebagai cadangan, listrik yang diperlukan diasumsikan sebesar 77 kwatt tersebut meliputi penggerak motor (pengaduk dan pompa), penerangan pabrik, kantor, penerangan jalan, keperluan unit produksi dan utilitas, perlengkapan instrumentasi, sistem kontrol dan peralatan bengkel.

Unit Pengadaan Bahan Bakar

Bahan bakar dalam pabrik tepung lidah buaya dibutuhkan untuk pembuatan uap air, sumber energi untuk generator diesel dan keperluan lain. Dengan mempertimbangkan faktor efisiensi dan nilai ekonomis, maka dipilih bahan bakar solar dari Pertamina. Agar kontinuitas pabrik stabil, maka tangki penyimpanan dirancang untuk menampung kebutuhan selama 7 hari produksi.

Unit Pengolahan Limbah

Pengolahan ampas dari pengolahan tepung lidah buaya menjadi pupuk organik dirancang untuk 173 kg ampas/jam, atau kapasitas per hari 1384 kg ampas per hari atau dengan kapasitas 28 ton/bulan. Biaya pembuatan kompos sekitar Rp 75,00 – Rp 100,00/kg, termasuk biaya pembelian mikroba pelapuk bahan organik sebesar Rp 6.000,00 – Rp 33.000,00/ton sampah. Jika harga jualnya sekitar Rp 200,00/kg maka kompos ini akan terjual. Saat ini harga kompos di pabrik sekira Rp 350,00 – Rp 1.500,00/kg, umumnya hanya terserap oleh tanaman hias dan beberapa jenis tanaman hortikultura dan pangan. Perhitungan B/C ratio pada unit pengolahan ampas ini menunjukkan nilai B/C ratio 2,38 sehingga layak.



Gambar 3. Process engineering flow diagram industri tepung lidah buaya

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Hasil pemilihan produk tepung lidah buaya dengan teknik MPE adalah *Spray Dried Gel Aloe Powder*. Uji coba produksi produk dilakukan di AVC, Pontianak Kalimantan Barat pada skala *pilot plant* menunjukkan kualitas mutu tepung lidah buaya setingkat standar *International Aloe Sciences Council* (IASC) sehingga industri yang dirancang layak dari aspek teknis dan pasar. Analisis kimia yang meliputi aktivitas enzim amilase, kandungan selulose, lignin, glukosa, saponin, Kalsium, Magnesium, Phospor, Zinc, Natrium, Kalium dan asam amino yang meliputi 17 asam amino menyatakan kualitas tepung lidah buaya yang dirancang dapat digunakan untuk formulasi produk kosmetika, farmasi, makanan dan minuman kesehatan.
2. Rancang bangun Sistem Penunjang Keputusan menghasilkan perangkat lunak SPK ALOE^{PT} yang mampu menganalisis pemilihan produk tepung lidah buaya dan rancang bangun proses produksi yang meliputi neraca massa dan energi, penentuan spesifikasi alat, pemilihan lokasi, analisis kelayakan, optimasi kapasitas industri dan estimasi harga kesepakatan usaha tani dan industri.
3. Studi kasus penelitian untuk validasi model dilakukan di Pontianak, Kalimantan Barat. Lokasi industri yang terbaik dengan metoda AHP adalah di kecamatan Pontianak Utara. Kapasitas industri optimum 25 ton tepung lidah buaya/tahun, membutuhkan 1852 ton daun lidah buaya/tahun dengan rendemen 1,35%, waktu operasi 8 jam/hari, 240 hari/tahun. Dengan teknik optimasi *Golden Section* didapat harga kesepakatan Rp. 1100 / kg daun lidah buaya di tingkat petani dan luas kebun yang diperlukan untuk menjamin pasokan bahan baku seluas 26 hektar.
4. Berdasarkan kelayakan finansial pada kapasitas 25 ton tepung Lidah Buaya/tahun diperoleh *PBP* 4,04 tahun, *IRR* 36,96%, *BEP* 13,568 ton tepung lidah buaya/tahun dan *Net B/C* 2,00. Skenario variasi harga jual tepung lidah buaya, harga daun segar lidah buaya dilakukan terhadap kelayakan industri untuk mengantisipasi perubahan yang terjadi. Industri ini tetap layak sampai pada batas harga jual tepung lidah buaya minimal Rp. 515.000,- (26,43 % dari harga normal). Sedangkan untuk batas tidak layak pada harga beli daun segar adalah Rp.3400/kg (harga normal Rp.1100/kg).
5. Pada rancangan industri sampai pada tahap definitive estimate (Duglas 1998) dihasilkan *Process Engineering Flow Diagram* yang mencakup tahapan perancangan proses dari sortasi, pengupasan, pemoangan dan pencucian daun

segar lidah buaya sampai menjadi tepung lidah buaya yang siap untuk dikemas. Peralatan yang digunakan meliputi *Bucket Elevator*, tangki-tangki, tangki pencampur, *Srew Roll Press*, *Filter Press*, Evaporator vakum, *Spray Dryer*, pompa, pemanas; aliran massa pada tiap aliran dari alat ke alat dan sistem teknik kontrol yang menjamin kondisi operasi dapat dikendalikan sehingga kualitas dan kuantitas produk terjaga.

Saran

1. Studi lanjutan tentang tingkat dan distribusi permintaan tepung lidah buaya secara nasional dan internasional dalam upaya substitusi impor dan potensi eksportnya.
2. Pengkajian tentang kemitraan kelompok petani dan industri untuk optimalisasi harga kesepakatan dalam melindungi harga daun lidah buaya di tingkat petani.
3. Penelitian lebih lanjut tentang formulasi kosmetik dan obat-obatan dengan menggunakan *Spray Dried Gel Aloe Powder*.

DAFTAR PUSTAKA

- Austin JE. 1992. *Agroindustrial Project Analysis: Critical Design Factors*. EDI Series in Economic Development. The Johns Hopkins University Press. Baltimore and London.
- Changa XL, Wanga C, Fengb Y and Liua Z. 2006. *Effect of heat treatment on the stabilities of polysaccharides substances and barbaloin in juice from Aloe vera Miller*. *Carbohydrate Research*. 341(3):355-364
- Dieter GE. 1987. *Engineering Design, A Material and Processing Approach*. First edition. McGraw-Hill Book Company. New York. Sydney. Tokyo
- Douglas JM. 1998. *Conceptual Design of Chemical Processes*, Mc Graw – Hill International Edition. Chemical Engineering Series.
- Edgar TF and Himmelblau DM. 1988. *Optimization of Chemical Processes*, Chemical Engineering Series. Mc Graw Hill International Edition.
- Elamthuruthya AT, Shahb CR, Khanb TA, Tatkeb PA and Gabheb Y. 2004. *Standarization of marketed Kumariasava an Ayurvedic Aloe vera Product*. *Food Control*. 16(2):95-104
- Eriyatno. 1999. *Ilmu Sistem Meningkatkan Mutu dan Efektifitas Manajemen*. IPB Press. Bogor.
- Eshun K and He Q. 2004. *Aloe vera: A valuable ingredient for food, pharmaceutical and cosmetic industries*. *Int. J. of Aromatherapy*. 14(1):15-21

- Furnawanthi I. 2003. *Khasiat dan Manfaat Lidah Buaya Si Tanaman Ajaib*, PT. AgroMedia Pustaka, Jakarta.
- Marwati T dan Hermani. 2006. Pemanfaatan Bahan Aktif Lidah Buaya (*Aloe vera*) sebagai sediaan kosmetik. Proceeding Seminar Nasional Tumbuhan Obat XXIX Indonesia. 24-25 Maret 2006. Solo
- Morsy EM., 1991, *Aloe vera Stabilization and Processing for The Cosmetic Beverage and Food Industries*, Fifth edition, Citra International, USA
- Navarete PF. 1995. *Planning, Estimating, and Control of Chemical Construction Projects*, Marcel Dekker, Inc, New York. Basel. Hongkong.
- Nia Y, Turner D, Yates KM and Tizarb I. 2004. *Isolation and characterization of structural component of Aloe vera L. Leaf pulp*. International Immunopharmacology. 4(14):1727-1737.
- Orafidiya LO, Agbani EO, Oyedele EO, Babalola OO, Onayemi O dan Aiyedum FF. 2003, *The effect of aloe vera gel on the anti-acne properties of the essential oil of Ocimum Gratissimum Linn leaf, a preliminary clinical investigation*, Integrative Medicine: 1(1): 53-62
- Pusat Pengembangan Herba medika, UI. 2003. *Studi Potensi Penggunaan Aloe vera Diversifikasinya pada Industri Farmasi, Kosmetika, Makanan dan Minuman*. Jakarta
- Rahyuni T, Hadijah S dan Kesumadewi YS. 2002. *Teknologi Pengolahan Tepung Lidah Buaya (Aloe vera) sebagai alternatif komoditi ekspor Kalimantan Barat (Laporan Penelitian Dosen Muda)*. Fakultas Pertanian. Universitas Tanjungpura. Kalimantan Barat
- Seider WD, Seader JD and Lewin DR. 1999. *Process Design Principles Synthesis, Analysis and Evaluation*. John Wiley & Sons, Inc. New York. Chichester. Weinheim. Brisbane. Singapore. Toronto.
- Sinnott RK. 1989. *Chemical Engineering, An Introduction to Chemical Engineering Design*. Pergamon Press Oxford. New York. Beijing. Frankfurt. Sao Paulo. Sydney. Tokyo. Toronto.
- Umar H. 1997. *Studi Kelayakan Bisnis: Manajemen, Metode dan Kasus*, PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Walas SM. 1988. *Chemical Process Equipment Selection and Design*, Department of Chemical and Petroleum Engineering, University of Kansas, Butterworths Series in Chemical Engineering. Boston. London. Singapore. Sydney. Toronto. Wellington
- Winarno FG. 1990. *Teknologi Pengolahan Rumput Laut*. Jakarta: Pustaka Sinar Harapan
- Wu JH, Xu C, Shan CY and Tan RT. 2006. *Antioxidant properties and PC12 cell protective effect of APS-1, a polysaccharide from aloe vera var. Chinensis. Postharvest Biology and Technology*. 39(1):93-100