

Penelitian / Research

**ANALISIS TEKNO EKONOMI UNIT PRODUKSI SERBUK EKSTRAK DAUN TORBANGUN (*Coleus amboinicus* Lour)**

*Techno Economic Analysis of Production Unit of Torbangun (*Coleus amboinicus* Lour) Extract Powder*

**Lukman Junaidi, Tiurlan Farida Hutajulu, Dadang Supriatna, Subagja dan Eddy Sapto Hartanto**

Balai Besar Industri Agro – Bogor  
Jl. Ir. H. Juanda No. 11, Bogor 16122

**ABSTRACT:** *Torbangun leaves could be extracted to produce powder which could be used as a raw material for nutraceutical or medicinal industry. Techno economic analysis was conducted to evaluate the financial viability of the production unit of torbangun extract powder. The results of analysis showed that the production unit of torbangun extract powder was very feasible financially. Based on the techno economic analysis, the production unit of torbangun extract powder resulted the Net Present Value (NPV) i.e. Rp 650.170.746, Internal Rate of Return (IRR) i.e. 36,73 % and pay back period i.e. 2,72 years. The break even point of the production unit of torbangun extract powder was Rp 242.979.681 per year and the based price was Rp 355.239 per kg. The sensitivity analysis showed that the viability of the production unit of torbangun extract powder was very sensitive to the changes in the raw material cost, product price, and yield of the process. On the other hand the changes in the investment cost, labor cost, electricity, and working days, were not sensitive to the viability of production unit of torbangun extract powder.*

**Keywords:** *torbangun extract, NPV, IRR, PBP, BEP, sensitivity analysis*

**PENDAHULUAN**

**D**aun bangun-bangun atau Torbangun (*Coleus amboinicus* Lour) adalah salah satu jenis tanaman yang umum dikonsumsi oleh ibu yang baru melahirkan di daerah Sumatera Utara, khususnya oleh suku Batak (Warsiki *et al*, 2005). Tanaman torbangun ini tumbuh di dataran rendah sampai pada ketinggian 1100 m di atas permukaan laut. Tanaman torbangun mempunyai ciri-ciri antara lain: batangnya berbentuk bulat dan sedikit berambut, jarang berbunga (warnanya ungu putih) namun mudah sekali dibiakkan dengan stek dan cepat berakar di dalam tanah (Heyne, 1987). Daun torbangun dapat dimanfaatkan/dipanen sejak umur tanam 1 bulan (Hutajulu *dkk*, 2009)

Daun torbangun dipercaya dapat meningkatkan produksi air susu ibu (ASI) dan memiliki kandungan zat gizi tinggi, terutama zat besi dan karoten. Konsumsi daun torbangun berpengaruh nyata terhadap peningkatan kadar beberapa mineral seperti: zat besi, kalium, seng, dan magnesium dalam

ASI serta dapat mengakibatkan peningkatan berat badan bayi secara nyata (Damanik, 2005). Menurut tradisi masyarakat Batak di Propinsi Sumatera Utara, daun torbangun diyakini mampu meningkatkan produksi air susu ibu (Damanik *et al*, 2006).

Daun torbangun merupakan salah satu sumber bahan baku yang dapat dijadikan sebagai suplemen alami seperti halnya suplemen dari daun katuk yang sudah dikomersilkan. Komposisi kandungan kimia daun torbangun secara ilmiah belum banyak diketahui. Santosa dan Hertiani (2005) melaporkan bahwa daun torbangun memiliki kandungan vitamin C, vitamin B1, vitamin B12, beta karoten, niasin, karvakrol, kalsium, asam-asam lemak, asam oksalat, dan serat. Senyawa-senyawa tersebut berpotensi terhadap bermacam-macam aktivitas biologis, misalnya antioksidan, diuretik, analgesik, anti-kanker, anti-tumor, anti-vertigo, *immuno-stimulan*, anti-radang, dan anti-infertilitas. Disamping itu, kandungan daun torbangun sudah pernah dimasukkan sebagai komponen obat jamu ibu hamil yang menurut penelitian mempunyai

sifat oksitosik, yaitu zat yang memiliki sifat merangsang kontraksi yang kuat pada dinding rahim (Nurendah, 1982).

Penelitian pemanfaatan ekstrak daun torbangun dilakukan Silitonga (1993). Hasil penelitian menunjukkan infus ekstrak daun tersebut dapat meningkatkan volume air susu induk tikus dan berat badan anaknya. Penelitian pada ibu masa laktasi menunjukkan sayur daun torbangun yang dikonsumsi dapat meningkatkan total volume ASI, berat badan bayi, dan komposisi zat besi, seng, dan kalium dalam ASI (Santosa *et al*, 2002).

Analisis fitokimia daun torbangun menunjukkan bahwa senyawa utama yang terkandung dalam daun tersebut adalah polifenol, saponin, glikosida, flavonol dan minyak atsiri (Santosa dan Hertiani, 2005). Selanjutnya, hasil penelitian Santosa dan Hertiani (2005) membuktikan bahwa pemberian ekstrak daun torbangun pada tikus dapat meningkatkan pertahanan tubuh dengan cara meningkatkan sifat fagositik sel netrofil, yaitu zat yang memiliki kemampuan untuk menelan patogen atau partikel padat dalam sistem kekebalan tubuh.

Akhir-akhir ini peluang untuk mengembangkan produk *nutraceutical* atau obat-obatan yang berbasis atau berbahan baku alami makin meningkat. Hal ini sejalan dengan peningkatan keyakinan masyarakat akan keunggulan produk-produk alami dibandingkan dengan produk kimia sintetik. Mengingat daun torbangun memiliki berbagai khasiat yang sangat bermanfaat untuk kesehatan seperti diuraikan di atas, dapat disebutkan bahwa daun torbangun sangat potensial untuk dijadikan sebagai bahan baku industri yang menghasilkan produk *nutraceutical* atau obat-obatan. Salah satu produk industri yang dapat dikembangkan dengan menggunakan daun torbangun sebagai bahan baku adalah serbuk ekstrak daun torbangun. Serbuk ekstrak daun torbangun dapat diproduksi melalui proses ekstraksi daun torbangun yang dilanjutkan dengan proses pengeringan menggunakan *spray drier*. Produk serbuk ekstrak daun torbangun tersebut dapat dijadikan sebagai produk akhir yang akan dikonsumsi langsung, atau sebagai bahan baku atau produk antara untuk diformulasi lebih lanjut dalam industri farmasi (Hutajulu *dkk*, 2009).

Dalam merencanakan pendirian suatu industri, terutama industri untuk produk yang baru, perlu lebih hati-hati untuk menghindari kegagalan atau kerugian. Untuk memperkecil resiko penanaman modal dalam bidang usaha tertentu harus dikaji terlebih dahulu nilai kelayakannya. Investor harus menilai terlebih dahulu apakah aliran uang yang dikeluarkannya untuk membangun dan mengoperasikan industri tersebut dapat menghasilkan aliran uang yang lebih besar. Aliran uang yang dihasilkan oleh perusahaan akan diperoleh dalam beberapa tahun kemudian, sehingga aliran uang dimasa mendatang tersebut harus dinilai saat ini (*present value*). Oleh karena itu perhitungan kelayakan suatu usaha yang paling utama didasarkan atas kriteria yang disebut dengan *Net Present Value* (NPV). Zubir (2006) menyebutkan bahwa kriteria lain yang juga dipergunakan dalam menilai kelayakan usaha adalah *Internal Rate of Return* (IRR) dan *Pay Back Period* (PBP).

Sebelum keputusan pendirian industri ditetapkan sangat penting untuk menilai kelayakan industri tersebut. Salah satu aspek kelayakan pendirian industri yang sangat penting adalah kelayakan dalam aspek tekno ekonomi. Sebagai upaya untuk memberikan informasi berkaitan dengan kelayakan tekno ekonomi maka dilakukan penelitian berkaitan dengan analisis tekno ekonomi unit produksi serbuk ekstrak daun torbangun. Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi kelayakan pendirian unit usaha produk ekstrak daun torbangun kapasitas 66 kg daun torbangun per hari.

## BAHAN DAN METODA

### Bahan

Bahan baku yang digunakan adalah daun torbangun (umur petik 1 bulan) yang berasal dari daerah Tapanuli, dan bahan pendukung berupa malto-dekstrin.

### Peralatan

Peralatan yang digunakan adalah alat ekstraktor (kapasitas 150 - 200 kg daun torbangun/jam; diameter 80 cm dan tinggi 100 cm) dan *spray drier* merek Niro Atomizer (kapasitas input 3 - 4 liter/jam). Peralatan pendukung berupa timbangan analitik sartorius, timbangan kasar, dan oven (Memmert).

## Metode Penelitian

Studi ini dilakukan dalam dua tahap, yaitu studi pendahuluan dalam skala laboratorium dan studi perancangan teknis teknologis terhadap produksi ekstrak serbuk daun torbangun dalam skala pilot plant, serta ditindaklanjuti dengan analisis kelayakan finansial dan analisis sensitivitas terhadap unit produksi yang akan didirikan.

Studi pendahuluan dalam skala laboratorium dilakukan pada tahun 2008 di Laboratorium BBIA (Hutajulu *dkk*, 2008), dengan tujuan: (1) memperoleh sediaan ekstrak alami yang mengandung senyawa flavonoid dan alkaloid dari daun torbangun untuk produk sediaan obat alternatif alami (fitofarmaka) yang dapat diterapkan dalam industri, (2) mengetahui karakteristik daun torbangun asal daerah Tapanuli, (3) mengetahui rendemen dari ekstrak serbuk daun torbangun, yang selanjutnya dijadikan dasar penelitian perancangan teknik-teknologis industri pembuatan ekstrak serbuk daun torbangun (*nutraceutical*) dalam skala pabrik (komersial).

Pada studi pendahuluan, teknologi proses produksi yang dilakukan adalah tipe proses ekstraksi menggunakan air dan alkohol (Hutajulu *dkk*, 2008). Skema proses produksi ekstrak serbuk daun torbangun dalam skala pilot plant beserta neraca bahan disajikan pada Gambar 1.

Perlakuan yang diterapkan pada penelitian proses ekstraksi adalah penggunaan jenis pelarut dan lokasi penanaman. Jenis pelarut yang digunakan pada proses ekstraksi yaitu campuran alkohol/air dan air. Campuran alkohol/air yang digunakan adalah: 10/90 (B1), 30/70 (B2), 70/30 (B3), dan 100% air (B4). Sedangkan untuk mengamati adanya pengaruh lokasi penanaman tanaman torbangun terhadap rendemen ekstraksi dilakukan penanaman di 4 lokasi (blok) yang berbeda yaitu A1, A2, A3, dan A4.

Pengamatan penelitian pendahuluan dalam skala laboratorium dilakukan terhadap bahan baku daun torbangun yang meliputi: (1) analisis proksimat simplisia daun torbangun dan (2) rendemen ekstrak daun torbangun (Hutajulu *dkk*, 2008). Untuk mengetahui potensi bahan baku daun torbangun, Hutajulu *dkk*, 2009 melakukan survey ke Daerah Tapanuli sebagai daerah penghasil daun torbangun. Berdasarkan hasil survey

disimpulkan bahwa tanam torbangun saat ini baru merupakan tanaman yang dibudidayakan untuk keperluan rumah tangga, bukan dalam bentuk perkebunan komersil. Hal ini mengingat saat ini belum banyak permintaan untuk daun torbangun tersebut.

Untuk mengetahui potensi bahan baku dan sebagai sumber bahan baku dalam penelitian pendahuluan dilakukan penanaman daun torbangun. Berdasarkan hasil survey Hutajulu *dkk*, 2009 tersebut diperoleh informasi: (1) tanaman torbangun dapat ditanam dengan jarak tanam 40 cm, (2) daun torbangun dapat dipanen setelah umur tanam 1 bulan, (3) panen dapat dilakukan setiap 2 minggu dengan jumlah panen rata-rata 100 gr per pohon setiap kali panen.

Informasi berkaitan dengan perancangan teknis teknologis didasarkan pada hasil percobaan skala *pilot plant*, dan survey ke beberapa industri yang berkaitan dengan produksi herbal (Hutajulu *dkk*, 2009). Studi pada aspek teknis teknologis ini berhubungan erat dengan perancangan proses produksi yang mencakup: tingkat kapasitas, peralatan yang digunakan dan harganya, penentuan lokasi pabrik, teknologi proses produksi, desain tata letak, dan kebutuhan luas pabrik.

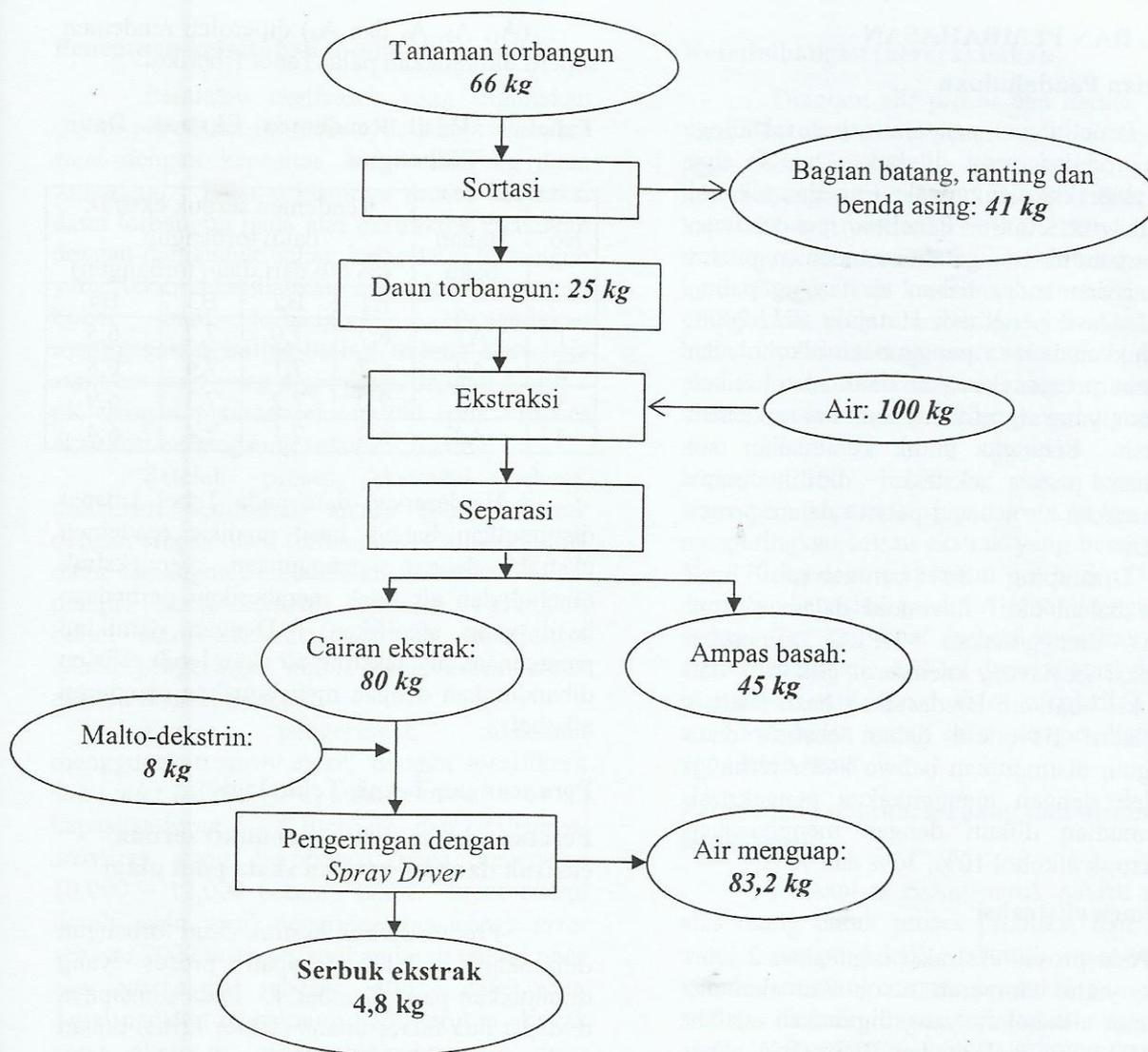
## Pembuatan serbuk ekstrak daun torbangun

Digram alir proses produksi serbuk ekstrak daun torbangun ditunjukkan pada Gambar 1 (Hutajulu *dkk*, 2009).

## Pengumpulan Data untuk Analisis Tekno Ekonomi

Data yang dibutuhkan untuk analisis tekno ekonomi meliputi: (1) Investasi pendirian unit produksi serbuk ekstrak daun torbangun, terdiri dari: tanah dan bangunan, mesin dan peralatan, instalasi listrik, serta modal kerja, (2) Biaya operasional yang terdiri dari: bahan baku, bahan pendukung, kemasan produk, konsumsi energi, upah tenaga kerja, dan pemeliharaan peralatan, (3) Pendapatan (harga jual produk), (4) Data potensi daun torbangun di daerah Tapanuli, (5) Data mengenai pengolahan daun torbangun menjadi serbuk ekstrak daun torbangun, dan (6) Jenis peralatan, kapasitas dan harga peralatan.

Untuk pengumpulan data berkaitan dengan analisis tekno ekonomi dilakukan penelitian pembuatan serbuk ekstrak daun torbangun (Hutajulu *dkk*, 2009).



Gambar 1. Diagram Alir Proses Produksi Serbuk Ekstrak Daun Torbangun

**Analisis Kelayakan Tekno Ekonomi Produksi Bubuk Ekstrak Daun Torbangun**

Berdasarkan data yang diperoleh dilakukan analisis tekno ekonomi untuk menetapkan parameter kelayakan unit produksi serbuk ekstrak daun torbangun, meliputi: (1) IRR (*Internal Rate of Return*), yaitu tingkat bunga di mana nilai sekarang (*present value*) dari jumlah penerimaan sama dengan nilai sekarang dari jumlah pengeluaran, (2) NPV (*Net Present Value*), yaitu selisih antara nilai sekarang dari keuntungan dengan nilai sekarang dari jumlah pengeluaran, dan (3) PBP (*Payback Period*), yaitu masa yang dibutuhkan untuk dapat mengembalikan investasi.

Rumusan yang digunakan untuk menghitung IRR, NPV, dan PBP diuraikan dalam (Newnan *et al*, 2004). Asumsi yang

digunakan pada analisis kelayakan tekno ekonomi unit produksi serbuk ekstrak daun torbangun adalah: (1) Umur ekonomis proyek 10 tahun, (2) Pabrik beroperasi 1 shift dengan jumlah hari kerja 300 hari per tahun, (3) Nilai sisa (*salvage value*) untuk tanah sebesar 100% dan bangunan sebesar 50% pada akhir umur ekonomis proyek, (4) Tidak ada nilai sisa (*salvage value*) untuk mesin dan peralatan pada akhir umur ekonomis proyek, (5) Untuk perhitungan NPV ditetapkan *discount rate* sebesar 16%, (6) Modal investasi, harga faktor-faktor produksi dan harga jual berdasarkan harga konstan tahun 2009, (7) Waktu yang diperlukan untuk mendirikan pabrik 6 bulan, sedangkan modal kerja yang dibutuhkan sebelum industri dapat membiaya sendiri usahanya adalah 3 bulan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan teknologi proses produksi yang dilakukan adalah tipe proses ekstraksi menggunakan air dan alkohol (Hutajulu *dkk*, 2008). Penelitian pendahuluan ditujukan untuk mengetahui rendemen proses ekstraksi dan kadar bahan aktif yang paling optimal. Hasil penelitian Hutajulu *dkk*, 2008, menunjukkan bahwa penggunaan alkohol dan air dalam proses ekstraksi tidak memberikan perbedaan yang signifikan dalam hal rendemen ekstraksi. Sehingga untuk kemudahan dan keamanan proses ekstraksi dipilih untuk menggunakan air sebagai pelarut dalam proses ekstraksi.

Disamping itu berdasarkan hasil analisis bahan aktif flavonoid dalam ekstrak dengan menggunakan HPLC diperoleh trihidroksi isoflavan, kaemferol glikosida dan 2-hidroksi khalkon. Berdasarkan hasil analisis bahan aktif flavonoid dalam ekstrak daun torbangun, disimpulkan bahwa kadar tertinggi diperoleh dengan menggunakan pengeksrak air kemudian diikuti dengan menggunakan pengeksrak alkohol 10%, 30% dan 70%.

### Rendemen ekstraksi

Pada proses ekstraksi digunakan 2 jenis pelarut, yaitu campuran alkohol/air dan air. Campuran alkohol/air yang digunakan adalah: 10/90 (B1), 30/70 (B2), dan 70/30 (B3). Dari hasil ekstraksi daun torbangun umur 1 bulan, dengan menggunakan 4 perlakuan larutan pengeksrak, pada masing-masing bahan baku dari empat perlakuan tempat tumbuh

(A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub> dan A<sub>4</sub>) diperoleh rendemen seperti ditunjukkan pada Tabel 1 berikut:

**Tabel 1. Hasil Rendemen Ekstrak Daun Torbangun**

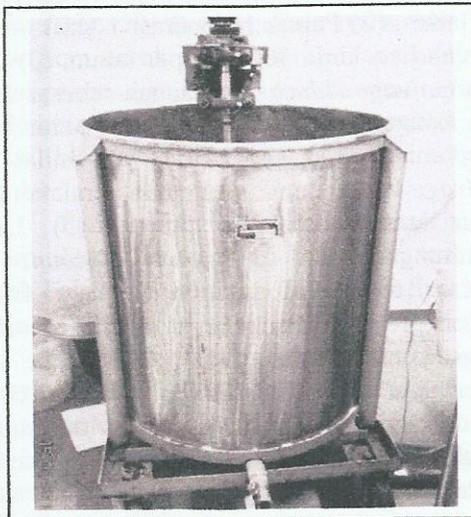
No.	Bahan baku	Rendemen serbuk ekstrak daun torbangun (% b/b dari daun torbangun)			
		B1	B2	B3	B4
1	A1	6,7	7,0	7,2	6,5
2	A2	6,7	7,1	7,4	6,8
3	A3	7,0	7,2	7,3	6,9
4	A4	6,9	7,1	7,4	6,4

Berdasarkan data pada Tabel 1.dapat disimpulkan bahwa hasil analisis rendemen ekstrak dengan penggunaan pengeksrak alkohol dan air tidak memberikan perbedaan hasil yang signifikan. Dengan demikian penggunaan pengeksrak air akan lebih efisien dibandingkan dengan menggunakan campuran alkohol.

### Perancangan Teknis Teknologis

#### Perancangan teknologi produksi serbuk ekstrak daun torbangun skala pilot plant

Produk serbuk ekstrak daun torbangun dihasilkan melalui tahapan proses yang ditunjukkan pada Gambar 1. Pada prinsipnya terdapat dua faktor utama (faktor kritis) dalam proses produksi serbuk ekstrak daun torbangun, yaitu proses ekstraksi menggunakan peralatan ekstraktor dan proses pengeringan menggunakan *spray drier*. Gambar ekstraktor dan *spray drier* ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Alat pengeksrak (ekstraktor) dan *spray drier*

### Penentuan kebutuhan mesin dan peralatan

Peralatan ekstraktor yang digunakan dalam penelitian ini terbuat dari baja *stainless steel* dengan kapasitas 150 – 200 kg daun torbangun. Pada prinsipnya proses ekstraksi daun torbangun pada alat ekstraktor dilakukan dengan mengaduk bahan baku daun torbangun yang telah ditambahkan air sejumlah 4 kali bobot daun torbangun. Pengadukan menggunakan baling-baling terbuat dari baja *stainless steel* yang digerakkan dengan motor 1 pK dengan putaran sekitar 200 rpm. Proses ekstraksi berlangsung selama 1,5 jam.

Setelah proses ekstraksi selesai, dilakukan pemisahan antara cairan ekstrak dengan ampas daun torbangun. Cairan ekstrak daun torbangun kemudian ditambahkan bahan pengisi malto-dekstrin sejumlah 10% dari bobot cairan ekstrak. Proses selanjutnya adalah pengeringan untuk menghasilkan serbuk ekstrak daun torbangun.

Proses pengeringan dilakukan menggunakan *spray drier*, dengan spesifikasi: suhu *inlet* 240 – 270°C, suhu *outlet* 83 – 87°C, kapasitas input 3 - 4 liter/jam, dan *centrifugal atomizer* yang beroperasi pada kecepatan 10,000 – 12,000 putaran/menit. Input energi listrik pada awal pengoperasian *spray drier* sebesar 7000 watt, sedangkan input energi pada saat operasional sebesar 1400 – 2100 watt. Total padatan maksimum pada larutan ekstrak yang akan di proses dalam *spray drier* maksimum 30%.

Prinsip kerja *spray drier* adalah: cairan disemprotkan melalui *centrifugal atomizer* ke dalam aliran gas panas dalam tabung (*chamber*) sehingga air dalam tetesan menguap dengan cepat meninggalkan serbuk kering. Selanjutnya serbuk dipisahkan dari udara yang mengangkutnya dengan menggunakan separator atau kolektor serbuk. Proses optimalisasi *spray dryer* ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain: tingkat viskositas larutan bahan, jenis bahan, suhu input dan output *spray drier*, dan kecepatan aliran bahan.

### Kesetimbangan (neraca) bahan

Diagram alir proses dan neraca bahan yang dilakukan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1. Berdasarkan analisis kesetimbangan bahan dapat ditetapkan kapasitas unit produksi serbuk ekstraksi daun torbangun sebesar 4,8 kg serbuk ekstrak per hari. Berdasarkan kesetimbangan bahan yang ditunjukkan pada Gambar 1 dapat disebutkan bahwa produktivitas unit produksi serbuk ekstraksi daun torbangun sangat ditentukan oleh kapasitas *spray drier* yang digunakan. Alat ekstraktor yang didisain memiliki kapasitas 150 – 200 kg daun torbangun, sementara kapasitas *spray drier* hanya dapat mengeringkan cairan ekstrak yang berasal dari 60 – 70 kg daun torbangun per hari. Dengan demikian kapasitas produksi dapat ditingkatkan sampai tiga kali lipat apabila kapasitas *spray drier* mencukupi. Hal ini dapat diatasi dengan menambah unit *spray drier* menjadi 3 unit, atau mendisain *spray drier* dengan kapasitas yang lebih besar.

### Penentuan kebutuhan ruang dan disain tata letak pabrik

Kebutuhan ruang untuk pabrik terdiri atas ruang untuk proses produksi dan ruang untuk non-produksi. Untuk menentukan kebutuhan ruang proses produksi pembuatan serbuk ekstrak daun torbangun digunakan acuan Apple (1977), yaitu: (1) kebutuhan luas ruang mesin adalah maksimum panjang mesin/alat dikalikan lebarnya; (2) kebutuhan luas ruang untuk peralatan pembantu adalah maksimum panjang peralatan dikalikan lebarnya, (3) kebutuhan luas ruang untuk operator adalah maksimum panjang mesin dikalikan 1,5 m, (4) kebutuhan luas ruang untuk bahan disesuaikan dengan bentuk bahan/wadahnya, dan (5) kelonggaran yang dipakai adalah 200%. Kebutuhan luas ruang untuk proses produksi pembuatan serbuk ekstrak daun torbangun yang didirikan disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2. Peralatan, kapasitas dan ukuran mesin/alat dalam proses produksi serbuk ekstraksi daun torbangun**

No	Jenis Mesin dan Alat	Kapasitas	Ukuran	Jumlah
1	Ekstraktor	150 – 200 kg daun torbangun	1 x 1 x 1 m	1
2	Penyaringan (separasi)	20 kg larutan/jam	1 x 1 x 1 m	1
3	<i>Spray drier</i>	3 - 4 liter larutan/jam	2 x 1,5 x 2 m	1
4	Timbangan	100 Kg	0,3 x 0,5 x 0,5 m	1

Dari Tabel 2 diketahui bahwa kebutuhan luas ruang proses produksi adalah  $4,4 \text{ m}^2$ , sehingga jika dikalikan dengan faktor kelonggaran ruang sebesar 200%, kebutuhan luas ruang proses produksi menjadi  $8,8 \text{ m}^2$ . Kebutuhan ruang non-produksi mencakup:

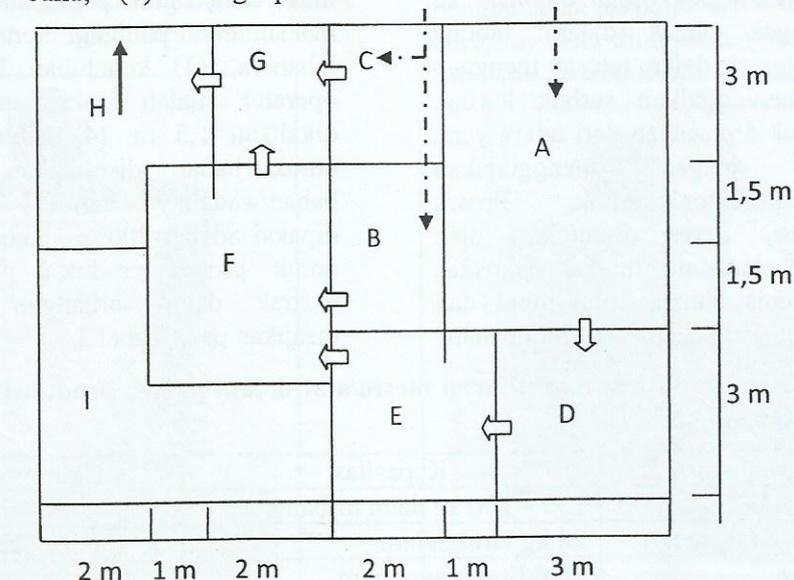
Gudang bahan baku daun torbangun ( $12 \text{ m}^2$ ), Gudang bahan kemasan ( $3 \text{ m}^2$ ), (3) Gudang bahan baku maltodekstrin ( $3 \text{ m}^2$ ); dan (4) Gudang produk serbuk ekstrak daun torbangun ( $6 \text{ m}^2$ ).

Tabel 3. Kebutuhan luas ruang untuk proses produksi serbuk ekstrak daun torbangun

No.	Proses produksi	Kebutuhan luas ruangan						Jumlah kebutuhan ruang ( $\text{m}^2$ )
		Mesin/ alat	Ruang operator ( $\text{m}^2$ )	Alat bantu	Ruang bahan ( $\text{m}^2$ )	Jumlah mesin/ alat	Kelonggaran (200%) ( $\text{m}^2$ )	
1	Penerimaan bahan baku daun torbangun	-	-	-	12	-	24	24
2	Penerimaan bahan pembantu maltodekstrin	-	-	-	3	-	6	6
3	Penerimaan kemasan	-	-	-	3	-	6	6
4	Sortasi	-	-	-	4,5	-	9	9
5	Ekstraksi	1	1,5	-	-	1	5	5
6	Separasi	0,8	1,2	-	-	1	4	4
7	Pengeringan ( <i>Spray drier</i> )	3	3	-	-	1	12	12
8	Pengemasan	-	-	-	3	-	6	6
9	Penggudangan	-	-	-	6	-	12	12
Jumlah luas ruang proses produksi dan non-produksi								84
10	Ruang perkantoran (Ruang administrasi, dapur, dan toilet)							15
Total luas pabrik								99

Penentuan kebutuhan ruang didasarkan pada kapasitas produksi 66 kg bahan baku per hari atau setara dengan 4,8 kg produk per hari. Ruang yang dibutuhkan meliputi: (1) ruang perkantoran, (2) gudang bahan baku, (3) ruang persiapan bahan baku, (4) ruang proses

produksi dan pengemasan, dan (5) gudang bahan baku. Luas ruang keseluruhan yang diperlukan diperkirakan  $99 \text{ m}^2$ . Sedangkan luas tanah untuk lokasi pabrik diperkirakan  $250 \text{ m}^2$ . Rancangan tata letak pabrik disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Tata letak unit produksi serbuk ekstrak daun torbangun

Keterangan:

A: Gudang Bahan Baku (daun torbangun); B: Gudang Bahan Baku (maltodekstrin)

C: Gudang Bahan Kemasan; D: Ruang Proses (sortir daun torbangun)

E: Ruang Proses (ekstraksi dan separasi); F: Ruang Proses (spray drier)

G: Ruang Pengemasan; H: Gudang Produk (serbuk ekstrak daun torbangun)

I: Ruang Perkantoran (ruang administrasi; dapur, dan toilet)

- ► Aliran bahan masuk (*incoming material*): baku dan kemasan yang dibeli perusahaan

⇨ Aliran bahan dalam proses

→ Aliran Pengiriman produk

### Penentuan lokasi pabrik

Unit produksi serbuk ekstrak daun torbangun membutuhkan bahan baku utama berupa daun torbangun yang bersifat kamba (*bulk*). Oleh sebab itu pendekatan pemilihan lokasi pabrik sangat ditentukan oleh kedekatan pabrik dengan sumber bahan baku dan jaminan ketersediaan bahan baku. Saat ini sumber bahan baku daun torbangun berasal dari daerah Tapanuli, sehingga direkomendasikan pemilihan lokasi pabrik juga di daerah Tapanuli. Dalam penetapan lokasi pendirian unit produksi serbuk ekstrak daun torbangun juga perlu dipertimbangkan aspek-aspek lainnya seperti: (1) ketersediaan pasokan energi listrik, (2) kemudahan transportasi, (3) ketersediaan tenaga kerja, dan (4) ketersediaan sumber air yang mencukupi.

### Ketersediaan bahan baku

Dalam rangka penelitian pembuatan serbuk ekstrak daun torbangun, Hutajulu *dkk* (2009) telah melakukan survey untuk memperoleh informasi ketersediaan bahan baku daun torbangun di daerah Tapanuli. Berdasarkan survey tersebut diperoleh informasi bahwa tanaman torbangun saat ini belum merupakan tanaman komersial yang dibudidayakan dengan sistem perkebunan. Tanaman torbangun hanya merupakan tanaman yang ditanam di sekitar pekarangan rumah untuk keperluan rumah tangga. Namun

demikian potensi ketersediaan daun torbangun sangat besar, mengingat tanaman ini mudah dibudidayakan. Hutajulu *dkk* (2009) telah melakukan percobaan penanaman torbangun. Sistem penanaman yang dilakukan adalah dengan jarak tanam 40 cm. Dengan jarak tanam tersebut dalam 1 ha diperoleh populasi tanaman torbangun sejumlah 62.500 tanaman. Berdasarkan hasil percobaan penanaman tersebut diperoleh informasi tanaman torbangun dapat dipanen setelah umur tanam 1 bulan, dan seterusnya dapat dipanen setiap 2 minggu. Setiap kali panen diperoleh hasil sekitar 50 gr per pohon. Dengan demikian dari 1 ha lahan tanaman torbangun akan diperoleh bahan baku sejumlah 6250 kg per bulan.

Kebutuhan bahan baku unit produksi serbuk ekstrak daun torbangun dengan kapasitas 66 kg per hari, akan membutuhkan 1650 kg daun torbangun setiap bulan. Kebutuhan bahan baku tersebut dapat dipasok dari lahan kebun torbangun seluas 0,26 ha.

### Analisis Tekno Ekonomi Unit Produksi Serbuk Ekstrak Daun Torbangun

Analisis tekno ekonomi unit produksi serbuk ekstrak daun torbangun didasarkan pada perhitungan biaya produksi langsung. Dalam analisis tekno ekonomi produksi serbuk ekstrak daun torbangun ini, digunakan input data seperti diuraikan dalam Tabel 2 dan Tabel 3. Dalam analisis ini biaya investasi berasal dari modal sendiri.

**Tabel 2. Ringkasan Input Data Investasi**

Komponen Biaya Investasi	Harga (Rp)	
1. Tanah 250 m <sup>2</sup> @ Rp. 200.000,-		50.000.000
2. Bangunan pabrik 100 M <sup>2</sup> @ Rp. 1.500.000		150.000.000
3. Peralatan dan mesin :		510.125.000
a. Spray dryer kapasitas 10 L per hari	500.250.000	
b. Ekstraktor SS kapasitas 200 Kg	5.000.000	
c. Peralatan pendukung	4.875.000	
4. Modal Kerja (3 bulan operasi setara 75 hari)		170.515.000
<b>Total investasi</b>		<b>880.640.000</b>

**Tabel 3. Ringkasan Input Data Biaya Operasional**

Komponen Biaya Operasional	Biaya/tahun (Rp)	
<b>1. Biaya Tetap</b>		
a. Gaji (manager 1 orang)	24.000.000	
b. Pemeliharaan alat/mesin dan gedung	33.010.000	
c. Penyusutan (5% dari nilai bangunan + 10% dari nilai mesin dan peralatan)	58.510.000	
<b>Total Biaya Tetap</b>		<b>115.520.000</b>
<b>2. Biaya Tidak Tetap</b>		
a. Bahan baku daun torbangun ( 66 kg/hari, dengan harga: Rp 15000/kg)	297.000.000	
b. Bahan pengisi malto-dekstrin (8 kg/hari, dengan harga: Rp 80,000/liter)	192.000.000	
c. Biaya pengawasan mutu (5% dari biaya bahan baku dan bahan pengisi)	24.450.000	
d. Kemasan kantong plastik kapasitas 2 kg	150.000	
e. Listrik	41.390.000	
f. Tenaga kerja 2 orang	36.000.000	
<b>Total Biaya Tidak Tetap</b>		<b>590.990.000</b>
<b>Total Biaya Operasional</b>		<b>682.060.000</b>

Berdasarkan data pada Tabel 2 dan Tabel 3 dilakukan perhitungan analisis biaya yang diperlukan untuk mengoperasikan unit produksi serbuk ekstrak daun torbangun. Untuk investasi pendirian unit produksi serbuk daun torbangun ini diasumsikan biaya diperoleh dari modal sendiri, sehingga bunga bank tidak dimasukkan dalam komponen biaya. Sedangkan perhitungan pendapatan didasarkan pada kapasitas produksi 4,8 kg serbuk ekstrak per hari dengan harga jual produk sebesar Rp 750.000 per kg. Kebutuhan tenaga kerja ditetapkan berdasarkan kebutuhan minimum untuk menoperasikan unit produksi 1

shift dan kapasitas 66 kg bahan baku, yaitu 1 orang manajer/pengelola dan 2 orang teknisi (operator proses produksi). Sedangkan biaya pengadaan air untuk proses produksi dimasukkan dalam biaya listrik, mengingat sumber air dapat diperoleh menggunakan pompa air.

Untuk menentukan kelayakan unit produksi serbuk ekstrak daun torbangun dilakukan perhitungan IRR, NPV, *Payback Period*, *Break Event Point* dan harga pokok produksi (Newnan *et al*, 2004). Hasil perhitungan ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Analisis Kelayakan Unit Produksi Serbuk Ekstrak Daun Torbangun

Komponen Analisis	Nilai
<b>A. Pendapatan</b>	
1. Total pendapatan	Rp 1.080.000.000 /tahun
2. Penyusutan	Rp 58.510.000 /tahun
3. Keuntungan	Rp 397.094.000 /tahun
4. Pajak Keuntungan (15%)	Rp 59.690.000 /tahun
5. Keuntungan setelah pajak	Rp 338.250.000 /tahun
<b>B. Parameter Kelayakan</b>	
1. <i>Net Present Value</i> (NPV; <i>discount rate</i> 16%)	Rp 558.310.000 /tahun
2. <i>Internal Rate of Return</i> (IRR)	33,86 %
3. <i>Payback Period</i> (PBP)	2,95 tahun
4. <i>Break Event Point</i> (BEP)	Rp 255.130.000 /tahun
5. Kapasitas produksi pada BEP	1,13 Kg/hari
6. Persentasi kapasitas produksi pada BEP	23,62 %
7. Harga pokok produksi (HPP)	Rp 355.239 /kg
<b>C. Basis data untuk perhitungan analisis kelayakan:</b>	
a. Rendemen proses (perbandingan produk akhir dengan bahan baku): 7,27%	
b. Harga bahan baku: Rp 15.000/kg	
c. Kebutuhan bahan baku: 66 kg/hari	
d. Harga maltodekstrin: Rp 80,000/liter	
e. Kebutuhan maltodekstrin: 8 kg/hari	
f. Harga jual produk: Rp 750.000/kg di pabrik (tidak termasuk biaya transportasi)	

Berdasarkan hasil analisis kelayakan dapat disebutkan bahwa unit produksi serbuk ekstrak daun torbangun akan memberikan keuntungan sebelum pajak Rp 397.094.000 per tahun dan keuntungan setelah pajak Rp 338.250.000 per tahun. Keuntungan tersebut setara dengan masing-masing 45,19% dan 38,41% dari nilai investasi, dan setara dengan masing-masing 58,34% dan 45,59% dari total biaya operasional.

Hasil analisis kelayakan yang ditunjukkan pada Tabel 4. membuktikan bahwa unit produksi serbuk ekstrak daun torbangun layak untuk dijalankan. Kelayakan tersebut ditunjukkan oleh parameter nilai IRR sebesar 33,86% yang lebih besar dari *discount rate* bank 16%. Parameter kelayakan lainnya menunjukkan bahwa unit produksi serbuk ekstrak daun torbangun tersebut mempunyai nilai *Payback Period* sebesar 2,95 tahun. Berdasarkan nilai PBP tersebut investasi yang ditanamkan akan kembali dalam waktu 2,95 tahun setelah beroperasi.

Berdasarkan nilai *Break Event Point* maka unit produksi serbuk ekstrak daun

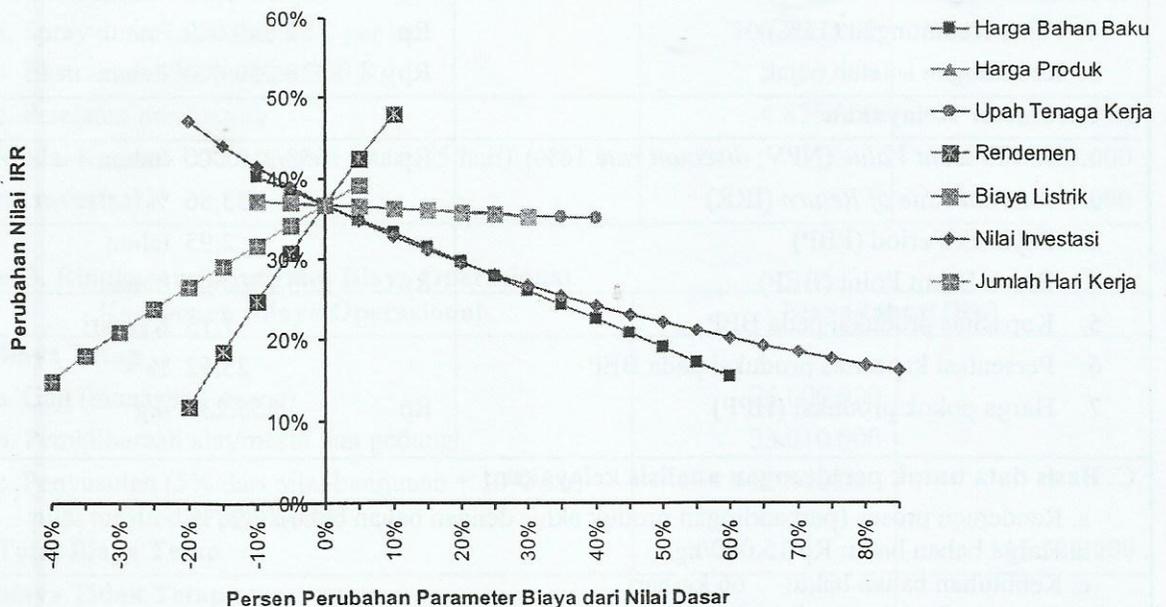
torbangun akan mencapai titik impas pada kapasitas produksi 23,62% dari kapasitas terpasang, atau pada pendapatan mencapai Rp 255.130.000 per tahun. Nilai *Break Event Point* akan tercapai dengan harga pokok produksi sebesar Rp 355.239 per kg serbuk ekstrak. Apabila unit produksi serbuk ekstrak daun torbangun ini beroperasi dengan kapasitas produksi per hari lebih rendah dari 23,62% atau lebih rendah dari 1,13 kg serbuk ekstrak daun torbangun per hari maka unit produksi serbuk ekstrak daun torbangun ini akan rugi. Sehingga untuk menghasilkan keuntungan, maka kapasitas produksi harus melebihi 23,62% atau lebih dari 1,13 kg serbuk ekstrak daun torbangun per hari.

#### Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas dilakukan dengan tujuan untuk menilai atau memperkirakan pengaruh perubahan beberapa komponen biaya terhadap nilai parameter kelayakan, misalnya nilai IRR. Untuk itu dilakukan simulasi perubahan komponen biaya berupa: (1) nilai investasi, (2) harga bahan baku, (3) harga

produk, (4) upah tenaga kerja, (5) rendemen proses, (6) biaya listrik, dan (7) jumlah hari kerja. Simulasi yang dilakukan adalah dengan menaikkan atau menurunkan nilai salah satu komponen biaya tersebut terhadap nilai

dasarnya dengan mengasumsikan nilai komponen biaya lainnya tetap. Kemudian dihitung pengaruhnya perubahan tersebut terhadap nilai IRR. Hasil analisis sensitivitas ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Pengaruh Perubahan Nilai Biaya terhadap Perubahan Nilai IRR

Berdasarkan grafik pada Gambar 4, terlihat bahwa faktor perubahan harga bahan baku, harga produk, dan rendemen proses produksi serbuk ekstrak daun torbangun merupakan faktor biaya yang sangat signifikan mempengaruhi perubahan nilai IRR. Hal tersebut ditunjukkan oleh kemiringan (*slope*) garis grafik ketiga faktor tersebut yang sangat curam dibandingkan *slope* grafik lainnya. Sedangkan perubahan faktor biaya lainnya seperti nilai investasi, upah tenaga kerja, biaya listrik, dan jumlah hari kerja tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai IRR.

#### Analisis sensitivitas harga bahan baku daun torbangun

Bahan baku daun torbangun memiliki porsi komponen biaya yang sangat besar dalam operasional unit produksi serbuk ekstrak daun torbangun ini. Proporsi biaya bahan baku daun torbangun sebesar 52,42% dari biaya operasi tidak tetap dan 43,54% dari total biaya operasi (biaya tetap dan tidak tetap). Dengan persentase sebesar itu maka perubahan biaya bahan baku daun torbangun akan sangat sensitif terhadap perubahan nilai kelayakan.

Berdasarkan Gambar 4 terlihat bahwa apabila terjadi kenaikan harga bahan baku daun torbangun sebesar 10% dapat menurunkan nilai IRR sebesar 3,48%, yaitu dari nilai awal 36,73% menjadi 33,25%. Sedangkan apabila harga bahan baku daun torbangun turun sebesar 10% maka nilai IRR akan naik sebesar 3,48% yaitu dari nilai awal 36,73% menjadi 40,21%.

Berdasarkan analisis sensitivitas terhadap harga bahan baku dapat disimpulkan bahwa batas maksimum kenaikan harga bahan baku yang masih layak adalah sebesar 55% dari harga dasar. Dengan kenaikan harga bahan baku sebesar 55%, dari Rp 15.000 menjadi Rp 24.000 per kg maka unit produksi serbuk ekstrak daun torbangun akan memberikan nilai IRR 17,22%. Dimana batas kelayakan unit produksi serbuk ekstrak daun torbangun ini adalah IRR 16% (sebesar nilai *discount rate*)

#### Analisis sensitivitas harga produk dan rendemen proses produksi

Berdasarkan Gambar 4 terlihat bahwa grafik sensitivitas harga produk dan rendemen

proses produksi terhadap nilai IRR berada pada garis yang sama dengan tingkat kemiringan (*slope*) yang sama. Dengan kata lain perubahan nilai IRR yang disebabkan perubahan harga jual produk serbuk ekstrak nilainya sama dengan perubahan IRR yang disebabkan oleh perubahan rendemen proses produksi. Hal ini disebabkan karena pendapatan dari penjualan produk serbuk ekstrak daun torbangun dipengaruhi oleh besarnya rendemen proses produksi serbuk ekstrak daun torbangun itu sendiri.

Kenaikan harga produk ataupun rendemen proses produksi sebesar 10% dapat meningkatkan nilai IRR sebesar 11,13%. Sedangkan penurunan harga produk ataupun rendemen proses sebesar 10% dapat mengakibatkan penurunan nilai IRR sebesar 11,76%.

Berdasarkan hasil analisis sensitivitas diperoleh kesimpulan bahwa penurunan harga jual produk ataupun rendemen proses produksi serbuk ekstrak daun torbangun sebesar 17% dari harga dasar, yaitu dari Rp 750.000 menjadi Rp 622.500 per kg, akan menghasilkan nilai IRR sebesar 16% sama dengan nilai *discount rate* bank. Dalam hal ini tidak ada insentif untuk mendirikan unit produksi serbuk ekstrak daun torbangun, dibandingkan dengan hanya menempatkan investasi dalam bentuk deposito di bank.

#### Analisis sensitivitas nilai investasi

Berdasarkan grafik pada Gambar 4 untuk faktor nilai investasi, tidak memperlihatkan sensitivitas yang signifikan terhadap perubahan nilai IRR. Hal ini ditunjukkan berdasarkan analisis sensitivitas, peningkatan nilai investasi sampai dengan 80% dari nilai dasar yaitu dari Rp 880.640.000 menjadi Rp 1.629.183.607, unit produksi serbuk ekstrak daun torbangun masih memberikan nilai IRR 16,84%. Nilai IRR tersebut masih lebih besar dari nilai *discount rate*.

Dengan demikian kenaikan biaya investasi sampai dengan 80% masih memberikan nilai yang layak. Hal ini berarti apabila peralatan dan mesin ingin ditingkatkan misalnya dengan mengaplikasikan teknologi yang lebih bagus, sepanjang peningkatan biaya investasi tersebut tidak melampaui 80% maka unit produksi serbuk ekstrak daun torbangun masih layak. Kenaikan harga alat harus

diimbangi dengan kinerja alat dan efisiensi yang lebih bagus, sehingga diharapkan peralatan dan mesin dengan harga lebih mahal akan menghasilkan rendemen dan kualitas yang meningkat juga. Rendemen dan kualitas meningkat akan meningkatkan pendapatan dari suatu perusahaan.

Seperti disebutkan di atas bahwa faktor yang sangat menentukan kapasitas produksi dari unit produksi serbuk ekstrak daun torbangun adalah peralatan *spray drier*. Dengan informasi bahwa nilai investasi tidak sensitif terhadap kelayakan usaha, maka penambahan unit *spray drier* dapat dilakukan tanpa secara signifikan mempengaruhi kelayakan usaha.

#### Analisis sensitivitas upah tenaga kerja

Faktor perubahan upah tenaga kerja tidak sensitif terhadap perubahan nilai IRR. Hasil analisis sensitivitas menunjukkan peningkatan upah tenaga kerja sampai dengan 480% atau sebesar 4,8 kali, masih memberikan nilai IRR yang layak. Dengan demikian unit produksi serbuk ekstrak daun torbangun dapat memberikan upah tenaga kerja yang lebih baik tanpa menurunkan nilai kelayakan secara signifikan.

Pemberian upah yang lebih baik dapat dimanfaatkan untuk mendorong peningkatan kinerja karyawan, sehingga pada gilirannya akan menghasilkan output produk yang lebih baik untuk pabrik dan tenaga kerja itu sendiri.

Dalam hal jumlah tenaga kerja penambahan sampai menjadi 11 orang (dari kondisi awal 2 orang) masih tetap memberikan nilai layak untuk unit produksi serbuk ekstrak daun torbangun. Harapannya dengan ditambahnya 9 orang tenaga kerja tersebut maka output pekerjaan akan meningkat.

#### Analisis sensitivitas jumlah hari kerja

Hari kerja suatu perusahaan umumnya adalah 6 hari seminggu atau 24 - 25 hari per bulan. Dalam perhitungan analisis tekno ekonomi ini jumlah hari kerja ditetapkan 25 hari per bulan atau 300 hari per tahun. Berdasarkan hasil analisis sensitivitas apabila hari kerja dalam setahun turun 38,5% dari jumlah hari kerja yang telah ditetapkan yaitu dari 300 hari menjadi 185 hari karena misalnya banyak libur atau kurang stok bahan baku, maka nilai IRR akan turun menjadi 16% (batas minimum kelayakan). Namun apabila hari

kerja turun lebih dari 38,5 % atau hari kerja kurang dari 185 hari per tahun, maka unit produksi serbuk ekstrak daun torbangun ini menjadi tidak layak.

### Analisis sensitivitas biaya listrik

Analisis sensitivitas untuk perubahan biaya listrik dimaksudkan untuk memberikan gambaran pengaruh perubahan biaya listrik terhadap kelayakan unit produksi. Dalam hal ini perubahan biaya listrik terjadi bukan disebabkan harga listrik dari PLN, tetapi dimaksudkan perubahan biaya listrik yang disebabkan perubahan konsumsi energi listrik oleh peralatan produksi. Hasil analisis sensitivitas biaya listrik menunjukkan bahwa perubahan biaya energi listrik tidak berpengaruh signifikan terhadap kelayakan unit produksi serbuk ekstrak daun torbangun ini. Kenaikan biaya listrik sampai dengan 5 kali lipat, masih memberikan nilai IRR 16,94%. Artinya apabila unit produksi serbuk ekstrak daun torbangun menggunakan mesin yang mengkonsumsi listrik naik sampai 5 kali lipat, maka unit usaha tersebut tetap layak. Hal ini disebabkan proporsi biaya listrik dalam unit produksi serbuk ekstrak daun torbangun ini sangat kecil, yaitu sebesar 9,29% dari biaya operasi tidak tetap dan 7,75% dari total biaya operasi keseluruhan.

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### Kesimpulan

Hasil analisis tekno ekonomi unit produksi serbuk ekstrak daun torbangun menunjukkan tingkat kelayakan yang sangat baik. Hal ini ditunjukkan dengan NPV (pada discount rate 16%) sebesar Rp 558.310.000, IRR 33,86% dan masa pengembalian investasi (PBP) selama 2,95 tahun. Adapun titik impas dari unit produksi serbuk ekstrak daun torbangun ini ditunjukkan oleh nilai *Break Event Point* sebesar Rp 255.130.000/tahun atau pada harga pokok produksi sebesar Rp 355.239/kg serbuk ekstrak daun torbangun.

Analisis sensitivitas membuktikan bahwa kelayakan unit produksi serbuk ekstrak daun torbangun sangat sensitif terhadap perubahan harga bahan baku, harga produk, dan rendemen proses produksi. Di lain pihak perubahan pada faktor biaya lainnya seperti: nilai investasi, upah tenaga kerja, biaya listrik,

dan jumlah hari kerja tidak berpengaruh nyata terhadap kelayakan unit produksi serbuk ekstrak daun torbangun.

#### Saran

Perlu dilakukan penelitian untuk meningkatkan rendemen proses produksi serbuk ekstrak daun torbangun tanpa mengurangi mutu maupun khasiat produknya. Demikian juga perlu diupayakan untuk melakukan *scale up* alat *spray drier*. Hal ini mengingat kedua hal tersebut sangat berpengaruh terhadap kelayakan unit produksi serbuk ekstrak daun torbangun.

### DAFTAR PUSTAKA

- Apple, J.M. 1977. *Plant Layout and Material Handling*, 3<sup>rd</sup> edition. John Wiley & Sons. New York
- Damanik R. 2005. "Effect of consumption of torbangun soup (*Coleus amboinicus* Lour) on micronutrient intake of the Bataknese lactating women". *Media Gizi & Keluarga*. 29(1): 68-73.
- Damanik, R., Wahlqvist, M.L. and Wattanapenpaiboon, N. 2006. "Lactagogue effects of torbangun, a Bataknese traditional cuisine". *Asia Pac J Clin Nutr* 2006;15 (2): 267-274
- Heyne, K., 1987, *Tumbuhan Berguna Indonesia*, Jilid III, Terjemahan, Departemen Kehutanan Republik Indonesia, Jakarta, 1556.
- Hutajulu, T.F., Susanti, I., Rienoviar, Abdurahman, D., dan Suryeti, M. 2008. *Isolasi dan Identifikasi Senyawa Flavonoid dan Alkaloid dari Herba Bangun-Bangun (Coleus amboinicus L.) dan Katuk (Sauropusandrogynus Merr)*. Laporan Penelitian DIPA BBIA 2008.
- Hutajulu, T.F., Subagja, Junaidi, L., Supriatna, D. dan Hartanto E.S. 2009. *Pengembangan Teknologi Tepat Guna dan Kelayakan Tekno Ekonomi Pembuatan Suplemen Ekstrak Bangun-bangun (Coleus amboinicus Lour) di daerah Tapanuli, Sumatra*

- Utara. Laporan Penelitian Program Riset Insentif Diknas Tahun Anggaran 2009. Departemen Perindustrian. SPK No.12/SPK/DIKNAS/BPPI.4/V/2009.
- Newnan, D.G., Eschenbach, T.G. and Lavelle, J.P. 2004. *Engineering Economic Analysis*, Ninth edition. Oxford University Press Inc. New York
- Nurendah. 1982. *Laporan Penelitian Sifat Ekholik Komponen Jamu yang Digunakan terhadap Kehamilan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Farmasi, Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Departemen Kesehatan, Jakarta
- Santosa, C.M, Widjajakusuma, R., Rimbawan, dan Bukit, P. 2002. "The effect of 'bangun-bangun' leaves (*Coleus amboinicus*, L) consumption by lactating mothers on milk secretion and breast-fed infant growth". *J of The ASEAN Federation of Endocrine Societies (JAFES)* 20: 150 - 158
- norvegicus)". *Majalah Farmasi Indonesia*, 16 (3), 141 - 148
- Silitonga, M., 1993, *Efek laktagogum daun jinten (Coleus amboinicus, L.) pada tikus laktasi*. Tesis Magister Sains, Program Studi Biologi, Institut Pertanian Bogor, Bogor, 1 - 93.
- Warsiki, E., Damayanthi, E. dan Damanik, R. 2005. "Karakteristik mutu sop daun torbangun (*Coleus amboinicus* Lour) dalam kemasan kaleng dan perhitungan total migrasi bahan kemasan". *J. Tek. Ind. Pert. Vol. 18(3)*, 21-24.
- Zubir, Z. 2006. *Studi Kelayakan Usaha*. Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia. Jakarta.
- Santosa, C.M. dan Hertiani, T. 2005. "Kandungan senyawa kimia dan efek ekstrak air daun bangun-bangun (*Coleus amboinicus*, L.) pada aktivitas fagositosis netrofil tikus putih (*Rattus*