

KAJIAN STRATEGI PRODUKSI BERSIH DI INDUSTRI KECIL TAPIOKA:  
KASUS KELURAHAN CILUAR, KECAMATAN BOGOR UTARA

*STUDY ON CLEANER PRODUCTION STRATEGY IN THE SMALL SCALE TAPIOCA INDUSTRY:  
A CASE STUDY IN KELURAHAN CILUAR, NORTH BOGOR SUB-DISTRICT*

Anas M. Fauzi, Ainy Rahmawakhida, dan Yaoi Hidetoshi

Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor - Bogor

**ABSTRACT**

*Small scale industries are gaining importance and their contribution to pollution problems cannot be ignored. One of small scale industry having the potential to cause environment problems is centralized of small scale tapioca industries. Small scale industries typically have limited space for the installation of treatment system. In addition, often small scale industries are only marginally profitable, so waste treatment investment may threaten their viability. This problem can be solved by applying cleaner production strategy. This research studies the potentials of cleaner production application and formulating alternatives of cleaner production strategy in order to develop centralized small scale tapioca industry in Ciluar. The cleaner production alternatives which are potential to be applied are good housekeeping, usage of "gobegan" extractor, washing of sedimentation tank daily, water controlling, and worker supervision. The investment of these alternatives is Rp 10.052.000 and pay back period (PBP) one year seven months. Analytical Hierarchy Process (AHP) analysis shows that technology is the most important factor to maximize crude tapioca production efficiency by applying cleaner production. The priority of cleaner production program from AHP analysis is socialization and training of cleaner production: application, integrated waste management, and socialization and training of crude tapioca quality increasing procedures.*

*Keywords : cleaner production, small scale industry, tapioca, AHP*

**PENDAHULUAN**

Sentra industri kecil tapioka Ciluar merupakan salah satu pusat penghasil tapioka kasar di Bogor yang terus berkembang. Tapioka yang dihasilkan memiliki kadar air 12,45%, abu 0,07%, derajat keputihan 91,61%, viskositas 1,35<sup>o</sup>Engler, dan kadar HCN 0,0016% (Hidethosi, 2006). Keluaran lainnya berupa ongkok basah dan limbah cair dalam jumlah besar karena teknologi yang digunakan relatif sederhana.

Sentralisasi industri tapioka memberikan dampak baik positif maupun negatif pada berbagai aspek termasuk lingkungan. Dampak negatif antara lain akumulasi dan intensitas polutan yang tinggi di kawasan tersebut, sedangkan sisi positifnya adalah kemudahan dalam pembinaan lingkungan industri.

Pencemaran lingkungan disebabkan oleh volume limbah yang besar dan pembuangan langsung ke lingkungan tanpa pengolahan yang memadai. Tingkat kesadaran pengusaha dan kemampuan finansial menjadi kendala di dalam penanganan limbah industri tapioka. Produksi bersih (*cleaner production*) menjadi strategi yang potensial diterapkan pada industri tapioka karena ada peran aktif pelaku industri, nilai tambah langsung, dan pengurangan resiko lingkungan.

Dalam rangka meningkatkan daya saing industri tapioka dan menciptakan *green industry* maka perlu dikaji alternatif-alternatif strategi produksi bersih yang dapat diterapkan di sentra industri kecil tapioka. Tujuan kajian ini adalah mendapatkan alternatif strategi produksi bersih dan aplikasinya untuk sentra industri kecil tapioka khususnya di Ciluar.

Kajian ini meliputi identifikasi proses produksi, status produksi bersih pada industri kecil tapioka dan peluang penerapan lebih lanjut, dan cara memperbaiki efisiensi produksi melalui penerapan produksi bersih.

**METODOLOGI**

**Identifikasi Proses Produksi**

Kajian dilakukan pada sentra industri kecil tapioka di Ciluar, Bogor yang terdiri dari 21 industri dengan kapasitas produksi 720-1440 kg ubi kayu per hari. Produk yang dihasilkan berupa tapioka kasar dan kemudian dijual ke industri pengayakan menjadi tapioka halus. Selain mengetahui teknologi yang digunakan, tahap ini juga untuk menghitung neraca massa.

**Analisis Penerapan Produksi Bersih**

Analisis dilakukan berdasarkan pengamatan lapangan, wawancara dengan pelaku industri, dan pendapat pakar. Pengamatan dan wawancara dilakukan pada semua industri anggota sentra, sedangkan tenaga ahli terdiri dari lima pakar. Tujuan tahap ini adalah mengidentifikasi strategi produksi bersih yang telah diterapkan dan yang potensial untuk diterapkan lebih lanjut.

**Penentuan Strategi**

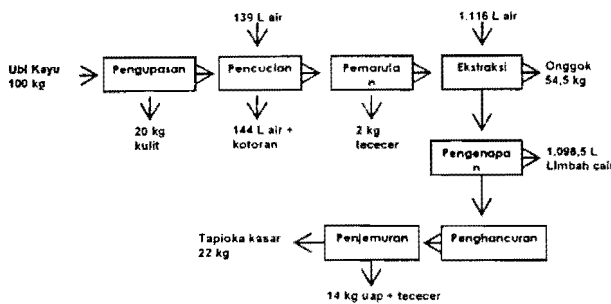
Penerapan produksi bersih didasarkan pada tiga aspek yaitu teknologi, finansial (PBP), dan kebijakan. Prioritas kebijakan dianalisis menggunakan AHP (*Analytical Hierarchy Process*), terdiri dari tiga hirarkhi (infrastruktur, pelaku, program) dengan

menggunakan *software Expert Choice 2000*. Strategi penerapan produksi bersih disusun dengan mengacu pada posisi industri kecil tapioka yang dianalisis menggunakan SWOT.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Proses Produksi Tapioka**

Proses produksi tapioka terdiri dari penguapan, pencucian, pamarutan, ekstraksi, penganapan, pengecilan ukuran, dan pengeringan. Bahan baku berupa ubi kayu dan proses-proses tersebut menggunakan banyak air. Keluaran proses produksi selain tapioka, juga dihasilkan limbah cair dan limbah padat yang berupa ongkok dan kulit.



Gambar 1. Tahapan proses produksi tapioka.

Gambar 1 menyajikan proses produksi tapioka di sentra industri Ciluar, Bogor. Proses pengupasan dan pencucian dilakukan secara manual, sedangkan pamarutan, ekstraksi dan penghancuran secara mekanik. Ekstraksi dengan menggunakan alat yang disebut *gobegan* atau saringan goyang terdiri dari 5 atau 6 bingkai saringan 80-100 mesh ber-ukuran 1 x 1 m yang dipasang secara horizontal pada sebuah kerangka kayu yang digerakkan dengan mesin. Sebagian besar industri melakukan ekstraksi dengan cara manual. Proses penganapan dengan cara alami (gravitasi), demikian juga pengeringan secara alami memanfaatkan sinar matahari.

Dari 100 kg ubi kayu dibutuhkan air 1.255 L untuk proses produksi dan diperoleh rendemen 22 kg tapioka kasar. Limbah padat berupa ongkok (54,5 kg) dan kulit (20 kg), serta limbah cair (1.242,5 L). Berdasarkan neraca massa, terjadi kehilangan bahan pada pamarutan (2 kg) dan penjemuran (14 kg uap air dan tapioka yang tercecet).

Rendemen merupakan nilai perbandingan antara bobot tapioka kasar kering yang dihasilkan dengan bobot ubi kayu kupas. Menurut Thaib (1985), rendemen tapioka berkisar antara 19 dan 24%. Ada 12 industri atau sekitar 50% yang mampu mencapai rendemen diatas 19%. Untuk keseluruhan industri di sentra ini, rendemennya mencapai 17,75 ± 3,11 %.

**Status Penerapan Produksi Bersih**

Produksi bersih bertujuan untuk membuat lebih efisien dalam menggunakan sumber daya (bahan baku, energi, dan air) dan mengurangi limbah

serta emisi pada sumbernya. Ada lima tipe pencegahan dalam rangka pelaksanaan produksi bersih yaitu modifikasi produk, substitusi input, modifikasi teknologi, *good housekeeping*, dan daur ulang di tempat (Berkel, 2000).

Industri tapioka di Ciluar telah melaksanakan tiga dari lima strategi di atas yaitu modifikasi teknologi, *good housekeeping*, dan daur ulang di tempat (Tabel 1). Modifikasi teknologi antara lain penggunaan mesin produksi dan satu mesin penggerak untuk beberapa unit proses. Dua strategi lainnya memiliki dua fungsi yaitu meningkatkan efisiensi dan memberikan manfaat positif bagi lingkungan (Weston dan Stuckey, 1994). Produksi bersih juga terbukti memberikan nilai tambah langsung kepada industri seperti penjualan ongkok dan tapioka kasar kotor.

Tabel 1. Opsi produksi bersih yang telah diterapkan pada industri tapioka

Strategi	Aktivitas
<i>Good housekeeping</i>	- Penganapan air untuk proses produksi
	- Pencucian bak : tiga hari sekali
	- Perawatan silinder pamarut secara rutin
	- Penggunaan jam dinding di pabrik (tepat waktu dalam penganapan)
	- Penggunaan alas untuk menampung butiran pati yang tercecet
Modifikasi teknologi	- Penggunaan pengaman kepala oleh pekerja jemur
	- <i>Product layout</i> : sesuai urutan proses produksi
	- Lantai plester semen, keramik
	- Penggunaan mesin pamarut, gobegan, mesin penghancur, dan tapir
	- Penggunaan mesin diesel yang sama untuk menggerakkan pompa air dan mesin pamarut sekaligus
<i>On site recovery</i>	- Penggunaan bak bilas untuk proses pencucian
	- Pemanfaatan kulit untuk pupuk atau pakan ternak
	- Penjualan ongkok
	- Penjualan tapioka kasar kotor (hasil sapan)

Penerapan produksi bersih belum dapat merata ke semua industri karena perbedaan kemampuan finansial dan pengetahuannya. Sebagai contoh penggunaan alat *gobegan* untuk ekstraksi yang digunakan tiga industri saja. Padahal penggunaan alat gobegan dapat meningkatkan rendemen sebesar 2,6%.

Meskipun sudah banyak aktivitas produksi bersih sudah diterapkan tetapi masih ada peluang meningkatkan efisiensi produksi dan perbaikan

lingkungan industri. Beberapa peluang penerapan produksi bersih lebih lanjut disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Peluang opsi aktivitas produksi bersih untuk industri kecil tapioka di Ciluar

Strategi	Aktivitas
<i>Good housekeeping</i>	- Penghematan air
	- Pencucian bak: setiap hari
	- Pembuatan bak penampungan dan pengolahan limbah cair terpusat**
Modifikasi teknologi	- Pengendalian lingkungan terpusat***
	- Penggunaan alat baling yang diputar oleh mesin
<i>On site recovery</i>	- Penggunaan alat <i>gobegan</i>
	- Pemanfaatan limbah cair dari proses penganapan dan proses lainnya untuk proses pencucian dua tahap*

\* Eris (2006). \*\* Kurniarto (2006). \*\*\* Sofyar (2004)

### Analisis Penerapan Produksi Bersih

#### Aspek Teknologi Penerapan Produksi Bersih

*Good housekeeping* dimaksudkan untuk memperbaiki efisiensi pemakaian air dan mencegah kehilangan bahan. Aktivitas produksi bersih antara lain dengan pelaksanaan cara berproduksi yang baik (GMPs), pemantauan penggunaan air, dan pemantauan pekerja. Untuk mencapai tujuan tersebut perlu dilakukan penyuluhan sehingga pengetahuan dan kesadaran para pelaku industri lebih baik.

Pencucian bak penganapan sebaiknya dilakukan setiap hari atau setelah selesai proses produksi. Sisa-sisa pati yang menempel pada alat akan mempengaruhi kualitas tapioka *shift* berikutnya terutama parameter derajat keputihan dan bau. Kusarpoko (2003) yang menyatakan bahwa proses kontaminasi limbah oleh mikroorganisme dapat terjadi setelah 12 jam. Menurut Grace (1977), kandungan gula dan nutrisi lainnya menyebabkan mikroorganisme melakukan fermentasi dan menghasilkan alkohol dan asam organik penyebab bau.

Perbaikan proses produksi juga dapat dilakukan seperti pencucian mekanis dengan menggunakan alat baling yang diputar oleh mesin. Tujuannya adalah peningkatan efisiensi pemakaian air dan produktivitas. Namun demikian cara ini membutuhkan desain lebih lanjut untuk menyesuaikan dengan kapasitas produksi yang berbeda-beda sehingga membutuhkan investasi yang besar.

Pencucian dua tahap dengan menggunakan *recovery* limbah cair proses penganapan dan proses lainnya. Cara ini dapat dilakukan dengan syarat air tidak mengandung polutan berbahaya dan mikroorganisme karena bisa menurunkan kualitas tapioka yang dihasilkan (Falcon *et al.*, 1984). Kendala penerapan cara ini adalah pemantauan kualitas air yang sulit dilakukan di tingkat industri kecil.

Penggunaan alat *gobegan* yang sudah berhasil dilakukan oleh tiga industri seharusnya diikuti industri tapioka di Ciluar lainnya. Selain meningkatkan kualitas produk, dengan alat ini juga mencegah hilangnya bahan karena tercecer. Meskipun membutuhkan investasi besar tetapi industri mendapat nilai tambah yang besar dengan peningkatan rendemen sebesar 2.6 %. Kendala teknis yang dihadapi adalah perubahan *layout* pabrik dan perlu tambahan luasan ruangan. Karena industri tapioka rata-rata memiliki lahan luas sehingga pemasangan alat *gobegan* dapat dilaksanakan.

Pilihan pembuatan bak penampungan dan pengolahan limbah cair terpusat didasarkan pada penelitian Kurniarto (2006) yang dilakukan di industri kecil tapioka di Ciluar. Penelitian tersebut menyimpulkan bahwa pengelolaan limbah industri kecil tapioka Kelurahan Ciluar yang sebaiknya dilakukan adalah IPAL penganapan mekanis dimana manajemen operasionalnya dilakukan oleh pemerintah (pihak kelurahan), dan pengusaha membantu dengan membayar iuran pembangunan dan retribusi per bulan untuk perawatan IPAL.

Pengendalian lingkungan terpusat didasarkan pada penelitian Sofyar (2004) yaitu model kebijakan sentra industri kecil dengan limbah sejenis yang dirancang secara menyeluruh dalam penanganan limbah. Opsi pembuatan IPAL penampungan dan pengolahan limbah cair terpusat dan pengendalian lingkungan terpusat tersebut dapat digunakan sebagai alternatif program produksi bersih.

Penerapan produksi bersih untuk industri tapioka meliputi penyuluhan pekerja, pemantauan pemakaian air, supervisi tenaga kerja, penggunaan alat *gobegan* dan pencucian bak penganapan (Tabel 3). Pilihan-pilihan tersebut memiliki prioritas tertinggi berdasarkan pertimbangan kemudahan dalam penerapan dan tingkat kepentingannya.

Tabel 3. Analisis biaya penerapan produksi bersih dan pengelolaan lingkungan industri

Aktivitas perbaikan	Biaya (Rp)	Prioritas
- Penyuluhan pekerja	12.000	***
- Pemantauan pemakaian air	0	***
- Penggunaan alat pencuci mekanis	3.000.000	*
- Penggunaan alat <i>gobegan</i>	10.000.000	***
- Pencucian bak penganapan pati setiap hari	40.000	***
- Pemantauan pekerja selama proses produksi berlangsung	0	***
- Pembuatan bak penampungan dan pengolahan limbah cair terpusat	10.000	**

\* = kurang, \*\* = cukup, \*\*\* = penting

#### Aspek Finansial Penerapan Produksi Bersih

Aspek finansial berupa perkiraan biaya dan kemungkinan penghematan dan keuntungan dari penerapan produksi bersih dan pengelolaan lingkungan

industri dapat dilihat pada Tabel 3. Aktivitas dengan prioritas tinggi (\*\*\*) digunakan sebagai dasar perhitungan *Pay Back Period* (PBP).

Apabila aktivitas perbaikan dengan prioritas penting (\*\*\*) dilaksanakan, dan diasumsikan bahwa:

1. Penggunaan alat *gobegan* dapat meningkatkan perolehan rendemen sebanyak 2,6 %,
2. Harga jual tapioka kasar sebesar Rp 2.500,-/kg (didasarkan pada harga jual terendah), dan
3. Tapioka kasar yang dihasilkan per bulan sebanyak 12 ton (produksi minimum per bulan), maka total biaya aktivitas perbaikan dengan prioritas penting adalah Rp 10.052.000,-. Total biaya tersebut terdiri dari

1. Biaya penyuluhan pekerja untuk penggantian kehilangan waktu kerja Rp 12.000,-
2. Investasi untuk pembelian dan pemasangan alat *gobegan* sebanyak Rp 10.000.000,- (pembulatan)
3. Biaya pencucian bak penganapan pati selama 1 bulan Rp 40.000,- diperoleh dari biaya air dan peralatan pencucian bak penganapan.

Sementara itu, penghematan dari pemantauan pemakaian air per bulan sebesar Rp 10.000,- diperoleh dari asumsi penghematan pemakaian pompa per bulan. Keuntungan per bulan dari peningkatan rendemen pada pemakaian alat *gobegan* Rp 780.000,-. Dengan demikian diperoleh:

$$PBP = \frac{10.052.000}{(780.000 + 10.000)} \times \frac{1}{12 \text{ bulan}} = 1 \text{ tahun } 7 \text{ bulan}$$

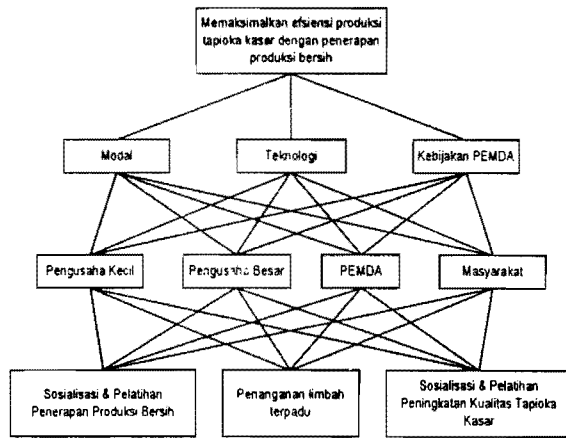
**Aspek Kebijakan Penerapan Produksi Bersih**

Alternatif usulan strategi penerapan produksi bersih menggunakan dasar hasil kajian Frijns dan Vliet (1999), Sofyar (2004), dan Hidetoshi (2006), kemudian disesuaikan dengan kondisi industri kecil tapioka di Ciluar. Ada enam alternatif program produksi bersih dalam pengembangan sentra industri kecil tapioka di Ciluar yaitu :

1. Pemberian insentif modal bagi pelaku produksi bersih
2. Pengembangan dan transfer teknologi
3. Sosialisasi dan pelatihan penerapan produksi bersih
4. Penanganan limbah terpadu
5. Penyediaan kemudahan informasi mengenai teknologi baru, kondisi pasar, dan kebijakan pemerintah
6. Sosialisasi dan pelatihan cara-cara peningkatan kualitas tapioka kasar

Alternatif program produksi bersih di atas dinilai tingkat kepentingannya dengan skala 1-5. Berdasarkan penilaian pakar diperoleh tiga alternatif yaitu sosialisasi dan pelatihan penerapan produksi bersih, penanganan limbah terpadu, sosialisasi dan pelatihan peningkatan kualitas tapioka dengan rata-rata *geomean* berturut-turut 4.6416; 4.3089; dan 4.3089. Pemilihan alternatif didasarkan pertimbangan kriteria modal, teknologi, dan kebijakan Pemda, sedangkan aktor terdiri dari pengusaha kecil, pengusaha besar, pemda dan masyarakat. Tujuan yang ingin dicapai dalam analisis ini adalah

memaksimalkan efisiensi produksi tapioka kasar dengan penerapan produksi bersih (Gambar 2).



Gambar 2. Struktur AHP pengembangan sentra industri kecil tapioka Ciluar

Pengembangan industri tapioka membutuhkan introduksi teknologi (0,434), kemudian disusul faktor modal (0,377) dan kebijakan pemerintah daerah (0,189). Hal ini sejalan dengan usaha penerapan produksi bersih melalui modifikasi teknologi. Modal dan kebijakan pemerintah daerah diperlukan untuk mendukung pengembangan teknologi.

Industri kecil tapioka merupakan pihak yang paling membutuhkan introduksi teknologi (0,482) (Gambar 3). Peringkat berikutnya berturut-turut pengusaha besar (0,332), masyarakat (0,109) dan pemerintah (0,078). Demikian pula untuk faktor modal dan kebijakan, industri kecil lebih membutuhkan jika dibandingkan dengan industri besar, pemerintah daerah, maupun masyarakat.

Memaksimalkan efisiensi produksi tapioka kasar dengan penerapan produksi bersih

- modal (L: .377)
  - pengusaha kecil (L: .583)
  - pengusaha besar (L: .219)
  - pemerintah daerah (L: .079)
  - masyarakat (L: .119)
- teknologi (L: .434)
  - pengusaha kecil (L: .482)
  - pengusaha besar (L: .332)
  - pemerintah daerah (L: .078)
  - masyarakat (L: .109)
- kebijakan pemda (L: .189)
  - pengusaha kecil (L: .462)
  - pengusaha besar (L: .338)
  - pemerintah daerah (L: .124)
  - masyarakat (L: .076)

sosialisasi dan pelatihan penerapan produksi bersih	.429
penanganan limbah terpadu	.328
sosialisasi dan pelatihan cara-cara peningkatan kualitas tapioka kasar	.243

Gambar 3. Hasil perhitungan bobot faktor, aktor dan program dengan metode AHP

Peningkatan penguasaan teknologi pada industri kecil dibutuhkan sosialisasi dan pelatihan penerapan produksi bersih (0,429). Urutan alternatif berikutnya yaitu penanganan limbah terpadu (0,328), sosialisasi dan pelatihan cara peningkatan kualitas

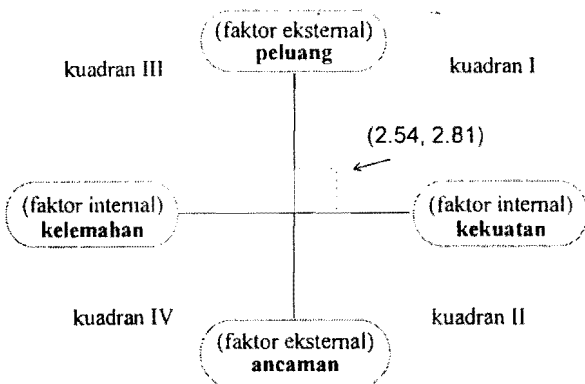
tapioka kasar. Sosialisasi dan pelatihan tersebut harus dilakukan karena rata-rata tingkat pendidikan pelaku industri kecil tapioka relatif rendah yang berdampak terhadap pemahaman pengembangan industrinya. Menurut Kurniarto (2006), pengusaha kecil tapioka dengan tingkat pendidikan lebih tinggi akan cenderung memiliki persepsi terhadap pengelolaan limbah dan lingkungan yang lebih baik bila dibandingkan dengan pengusaha kecil tapioka dengan tingkat pendidikan lebih rendah.

Pengembangan konsep produksi bersih diharapkan dapat menimbulkan perubahan kesadaran, pengetahuan, cara pandang, sikap dan tingkah laku para pelaksana industri (Raka, 1999). Strategi yang dapat dilakukan adalah dengan program pelatihan produksi bersih bagi pengusaha kecil tapioka di Ciluar.

### Implementasi Penerapan Produksi Bersih

Implementasi produksi bersih berupaya memadukan strategi produksi bersih untuk mengembangkan sentra industri kecil tapioka di Ciluar yang lebih efisien dari sisi produksi dan pengurangan dampak lingkungan. Dalam pengembangan sentra industri kecil tapioka di Ciluar, diperlukan langkah implementasi yang sesuai dengan kondisi dan lingkungannya. Untuk itu diperlukan pengetahuan mengenai situasi internal yang dimiliki dan kondisi eksternal yang dihadapi oleh industri kecil tapioka di Ciluar.

Mengacu pada evaluasi faktor eksternal dan internal yang dirumuskan oleh Hidetoshi (2006), kedudukan industri kecil tapioka Bogor berada pada kuadran pertama matriks SWOT (Gambar 4). Identifikasi yang lebih luas dilakukan oleh Sofyar (2004) mengenai pengembangan kebijakan usaha kecil yang berbasis produksi bersih juga menempatkan posisi usaha kecil pada kuadran pertama matriks SWOT. Kuadran pertama matriks SWOT menunjukkan bahwa implementasi yang dilakukan dapat menggunakan strategi yang bersifat agresif dengan tetap mempertimbangkan kendala maupun sumber daya yang tersedia (Marimin, 2005).



Gambar 4. Posisi industri kecil tapioka pada matriks SWOT (Hidetoshi, 2006)

Strategi bagi pengembangan industri kecil tapioka di Ciluar sebagai berikut:

1. Sosialisasi dan pelatihan produksi bersih dengan cara:
  - a. meningkatkan kesadaran pengusaha terhadap isu-isu lingkungan dan meningkatkan motivasi untuk terlibat dalam mempertahankan kualitas lingkungan
  - b. memberikan pendampingan kelompok untuk konsultasi, penyelesaian masalah, dan pengawasan terhadap kemajuan pelaksanaan program produksi bersih
2. Meningkatkan efisiensi produksi (meminimalkan energi dan bahan baku) dengan cara memperbaiki teknologi proses untuk meningkatkan perolehan rendemen dan mengurangi kehilangan (loss)
3. Meningkatkan peran pemerintah dalam mengkoordinasikan keterlibatan pihak swasta, lembaga pembiayaan, lembaga penelitian atau perguruan tinggi, media massa, dan masyarakat untuk menyukseskan program produksi bersih
4. Meningkatkan kreativitas pengusaha kecil tapioka di Ciluar melalui sarana rembug warga untuk memanfaatkan Sarasehan Rencana Pembangunan (program pemberdayaan industri kecil Dinas Perindustrian dan Perdagangan Kota Bogor) yang bersifat *bottom-up*.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Industri kecil tapioka di Ciluar menggunakan bahan pembantu (air) dalam jumlah besar dan menghasilkan limbah yang berpotensi mencemari lingkungan. Industri sudah menerapkan prinsip-prinsip produksi bersih, tetapi masih banyak aktivitas produksi bersih yang perlu diterapkan.

Usulan alternatif perbaikan melalui produksi bersih meliputi *good housekeeping*, alat *gobekan*, pencucian bak penganapan pati setiap hari, dan pemantauan pekerja. Usulan perbaikan tersebut membutuhkan modal sebesar Rp 10.052.000 dengan PBP (*Payback Period*) 1 tahun 7 bulan.

Industri kecil tapioka sangat memerlukan introduksi teknologi untuk memaksimalkan efisiensi produksi. Introduksi tersebut sebaiknya dilakukan dengan cara sosialisasi dan pelatihan produksi bersih kepada pelaku industri.

### Saran

1. Dalam rangka penerapan produksi bersih perlu investigasi lebih detail tentang neraca massa dan neraca energi melalui pengukuran langsung.
2. Kajian mendalam juga perlu diarahkan pada strategi produksi lainnya seperti perbaikan kualitas bahan baku serta modifikasi produk.
3. Perlu keterpaduan dalam sosialisasi dan pelatihan produksi bersih kepada industri kecil yang melibatkan pemerintah, LSM, dan perguruan tinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Berkel R.V. 2000. Overview of The Cleaner Production Concept and Relation with Other Environmental Management Strategies. Curtin University of Technology, Australia.
- Eris F.R. 2006. Produksi Bersih pada Industri Tapioka. Paper Tugas Mata Kuliah Teknologi Produksi Bersih. Teknologi Industri Pertanian. Sekolah Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor. Tidak dipublikasikan.
- Falcon W.P., W.O. Jones, dan R.S. Pearson. 1984. Ekonomi Ubi Kayu di Jawa. The Board Trustees of The Leland Stanford University. The Cassava Economy of Java. Penerjemah. Jakarta: Stanford University Press. Terjemahan dari: The Cassava Economy of Java.
- Frijns J. dan B.V. Vliet. 1999. Small Scale Industry and Cleaner Production Startegies. *Journal World Development*. 27(6): 967-983.
- Grace M.R. 1977. Cassava Processing. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome.
- Hidetoshi Y. 2006. Quality Assurance Strategy Development Case Study in Small Scale Tapioca Agroindustry. Thesis. Graduate School. Bogor Agricultural University. Bogor.
- Kusarpoko B. 2003. Optimalisasi Proses Penganapan Pati pada Industri Skala Kecil dan Menengah. Disertasi. Sekolah Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Kurniarto A.T. 2006. Analisis Ekonomi Lingkungan Pengelolaan Limbah Industri Kecil Tapioka: Pendekatan *Contingen Valuation Method* (CVM) (Kasus Kelurahan Ciluar, Kecamatan Bogor Utara, Kota Bogor). Skripsi. Program Studi Ekonomi Pertanian dan Sumberdaya. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Marimin. 2004. Teknik dan Aplikasi Pengambilan Keputusan Kriteria Majemuk. Grasindo. Jakarta.
- Raka I.D.G. 1999. Inovasi Sosial untuk Memasyarakatkan Konsep Produk dan Teknologi Bersih: Sebuah Pendekatan Manajemen Perubahan. Di dalam: Raka I.D.G., M.T. Zen, O. Soemarwoto, S.T. Djajadiningrat, dan Z. Saidi. 1999. Paradigma Produksi Bersih: Mendamaikan Pembangunan Ekonomi dan Pelestarian Lingkungan. Prosiding. Institut Teknologi Bandung. Penerbit Nuansa, Bandung.
- Sofyar C.F. 2004. Pengembangan Kebijakan Usaha Kecil yang Berbasis Produksi Bersih. Disertasi. Sekolah Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Thaib A. 1985. Bimbingan Pembuatan Tapioka Konsumsi bagi Petani Singkong Desa Rejosari Kecamatan Siak Kampar – Riau. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Weston N.C. dan D.C. Stuckey. 1994. Cleaner Technologies and The UK Chemical Industry. *Trans IChemE, Part B. Institution of Chemical Engineers. UK*. 72: 91-101.