ISSN 0216-3160

Jurnal Teknologi Industri Pertanian

Alamat Redaksi :
Departemen Teknologi Industri Pertanian – Fateta IPB, Kampus IPB Darmaga,
PO Box 220 Bogor 16002. Telpon/Fax : 0251-8625088, e-mail : jurnal_tip@yahoo.co.id

SURAT KETERANGAN
No. 393/J.TIN/11/2013

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Prof. Dr. Ir. Marimin, MSc
NIP. : 19610905 198609 1 001
Jabatan : Ketua Dewan Editor

menerangkan bahwa naskah jurnal dengan :

Judul : Strategi Implementasi Pemanfaatan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Menjadi Energi Listrik (Studi Kasus di Propinsi Lampung)

Penulis : Sarono, E. Gumbira Sa'id, Ono Suparno, Suprihatin dan Udin Hasanudin.

Secara substansi artikel tersebut telah diterima untuk dipublikasi pada Jurnal Teknologi Industri Pertanian, saat ini sedang dalam proses editing. Direncanakan artikel tersebut akan diterbitkan pada Volume 23 tahun 2013.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Bogor, 6 Nopember 2013
Ketua Dewan Editor,

Prof. Dr. Ir. Marimin, MSc
NIP. 19610905 198609 1 001

ISSN 0216-3160

Jurnal Teknologi Industri Pertanian

Alamat Redaksi :
Departemen Teknologi Industri Pertanian – Fateta IPB, Kampus IPB Darmaga,
PO Box 220 Bogor 16002. Telpon/Fax : 0251-8625088, e-mail : jurnal_tip@yahoo.co.id

Bogor, 30 Juli 2013

No. : 289/J.TIN/07/2013
Lampiran : -
Hal : Penerimaan Naskah

Kepada Yth.
Bapak Sarono
Jurusan Teknologi Pertanian
Politeknik Negeri Lampung

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Bersama ini kami informasikan bahwa kami telah menerima naskah saudara yang berjudul **Strategi Implementasi Pemanfaatan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Menjadi Energi Listrik (Studi Kasus di Provinsi Lampung)**. Selanjutnya naskah saudara akan ditelaah oleh tim reviewer dan hasil penelaahan akan kami informasikan.

Atas partisipasi dan kerjasamanya kami sampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.
Ketua Dewan Editor,

Prof. Dr. Ir. Marimin, MSc
NIP. 19610905 198609 1 001

ISSN 0216-3160

Jurnal Teknologi Industri Pertanian

Alamat Redaksi :
Departemen Teknologi Industri Pertanian – Fateta IPB, Kampus IPB Darmaga,
PO Box 220 Bogor 16002. Telpon/Fax : 0251-8625088, e-mail : jurnal_tip@yahoo.co.id

Bogor, 9 Oktober 2013

No. : 381/J.TIN/10/2013
Lampiran : 3 eksemplar
Hal : Perbaikan Naskah

Kepada Yth.
Bapak Sarono
Jurusan Teknologi Pertanian
Politeknik Negeri Lampung

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Kami telah menerima hasil evaluasi dari reviewer untuk naskah yang telah Bapak sampaikan. Secara umum kami sampaikan bahwa reviewer menyarankan Bapak untuk memperbaiki/merevisi naskah sesuai dengan koreksi yang disampaikan. Naskah hasil revisi berikut daftar perubahannya dapat dikirimkan kembali melalui email ke jurnal_tip@yahoo.co.id sebelum tanggal 18 Oktober 2013.

Demikian surat pemberitahuan ini kami sampaikan, atas kerjasama yang baik kami sampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.
Ketua Dewan Editor,

Prof. Dr. Ir. Marimin, MSc
NIP. 19610905 198609 1 001

Sunyono

JURNAL TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
Kampus IPB Darmaga PO Box 220, Bogor 16002 Telp./Fax (0251) 8621974 / 8625088
Terakreditasi berdasarkan Surat Keputusan Dirjen Dikti No.56/DIKTI/Kep/2012 tertanggal 24 Juli 2012

Menuskrip No. : -

Pengarang : -

Judul : Strategi Implementasi Pemanfaatan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Menjadi Energi Listrik (Studi Kasus di Provinsi Lampung)

Rekomendasi :

..... Terima seluruhnya tanpa perubahan

.....✓..... Terima setelah dilakukan perbaikan kecil

..... Terima setelah dilakukan perbaikan besar

..... Tolak karena tidak sesuai untuk jurnal Teknologi Industri Pertanian

Komentar dan saran penyempurnaan *)

Saran penyempurnaan ada didalam naskah.

Penelaah 14/8/13

Dr Tri Panji, MS.

*) Gunakan lembar tambahan jika perlu

STRATEGI IMPLEMENTASI PEMANFAATAN LIMBAH CAIR PABRIK KELAPA SAWIT MENJADI ENERGI LISTRIK (Studi Kasus di Provinsi Lampung)

The Implementation Strategy of Using Palm Oil Mill Effluent into Electricity Energy (Case Study in Lampung Province)

Abstrak

Pemerintah Indonesia metargetkan 60 % pabrik kelapa sawit Indonesia memiliki fasilitas *methane capture* pada tahun 2020, sehingga diperlukan strategi yang tepat untuk mempercepat implementasi pemanfaatan limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS) menjadi energi listrik. Tujuan penelitian ini adalah menentukan strategi yang dapat ditempuh untuk implementasi penanganan LCPKS menjadi energi listrik. Penelitian dilakukan melalui pendekatan kuantitatif dan kualitatif dengan menggunakan data primer dan sekunder. Strategi implementasi dianalisis menggunakan metode *SWOT* dan *AHP*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa strategi yang menjadi prioritas utama dalam implementasi pemanfaatan LCPKS menjadi energi listrik adalah (1) Pembuatan regulasi yang mewajibkan semua PKS memanfaatkan energi listrik yang bersumber dari biogas LCPKS, (2) Mendorong peningkatan infrastruktur yang menunjang bisnis biomasa berbasis kelapa sawit, dan (3) Pembuatan petunjuk pelaksanaan yang akomodatif tentang penjualan energi listrik berbasis biogas ke PT PLN (Persero).

Keywords: Strategi implementasi, LCPKS, Metana, Energi listrik.

Abstract

Indonesia government is targeting that 60% of palm oil mills should have methane capture facilities in 2020, so that proper strategies are required to accelerate implementations of using palm oil mill effluent (POME) into electricity energy. The objective of this research was to formulate viable strategies for implementing palm oil mill effluent handling into electricity energy. This research was conducted with quantitative and qualitative approaches and this used primary and secondary data. Implementation strategies were analyzed using *SWOT* and *AHP*. The research results showed that strategies becoming main priorities in implementing using POME into electric energy are (1) making regulations that require all palm oil mills to use electric energy coming from POME biogas; (2) encouraging infrastructures that support biomass business based on palm oil; and (3) making an accommodative conducting guidance about selling electric energy based on biogas to PT. PLN (Persero).

Keywords: Implementation Strategy, POME, Methane, Electricity Energy

PENDAHULUAN

Salah satu masalah penting industri kelapa sawit Indonesia saat ini adalah masalah penanganan limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS). Selain dapat mencemari sumber air dan menimbulkan bau tidak sedap, LCPKS juga dapat menghasilkan gas metana. Gas metana merupakan gas rumah kaca (GRK) dengan *global warming potential* (*GWP*) 20-30 kali lebih kuat dibandingkan dengan gas karbon dioksida (Porteous, 1998). Menurut Yacob *et al.* (2006), setiap kolam anaerob LCPKS akan menghasilkan emisi gas rumah kaca sebesar 1.043,1 kg/~~day~~ hari. Bahkan Pemerintah Amerika Serikat melalui *US Environmental Protection Agency (EPA)* mengeluarkan *Notice of Data Availibility (NODA)* pada tanggal 27 Januari 2012 yang menyatakan produk turunan kelapa sawit Indonesia tidak ramah lingkungan, salah satunya adalah dalam penanganan limbah cair pabrik kelapa sawit hanya 5,5 % dari 608 unit pabrik yang memiliki fasilitas penagkapan gas metana (*US Environmental Protection Agency*, 2012).

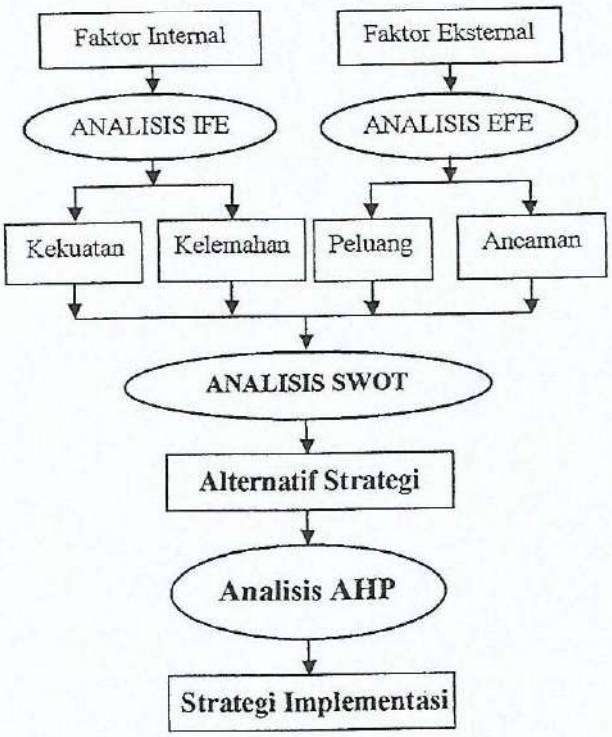
Di sisi lain, gas metana (biogas) hasil dari proses dekomposisi anaerobik bahan organik LCPKS tersebut memiliki kandungan energi yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi terbarukan (Sulaiman *et al.*, 2011). Khemkhao *et al.* (2012) menyatakan bahwa LCPKS yang memiliki *organic loading rates* (*OLR*) antara 2,2 dan 9,5 g COD perliter perhari dapat menghasilkan biogas 13,2 liter/hari. Menurut Tan *et al.* (2012), PKS dengan kapasitas produksi 60 ton TBS/jam atau 360.000 ton TBS/tahun akan menghasilkan CH_4 sebanyak 2.657 ton/tahun atau biogas 6.726.318 m^3/tahun atau setara dengan energi yang dihasilkan 37.039 MWh/tahun. Menurut Mahendra (2013), pengolahan LCPKS dengan menggunakan teknologi *methane capture* dapat menghasilkan keuntungan ganda, yaitu keuntungaan dari aspek lingkungan dan dari aspek finansial.

Suharto (2013) menyatakan bahwa Pemerintah Indonesia melalui ISPO (*Indonesian Sustainable Palm Oil*) mentargetkan 60 % pabrik kelapa sawit Indonesia harus memiliki fasilitas *methane capture* pada tahun 2020. Bahkan pemerintah telah mengeluarkan PERMEN ESDM No 4 tahun 2012 yang mewajibkan PT PLN (Persero) wajib membeli energi listrik berbasis biogas LCPKS seharga Rp.975,-/kwh (Hutapea, 2012). Lebih lanjut Mahendra (2013) menyatakan bahwa pembuatan fasilitas *methane capture* sangat tergantung pada komitmen pemilik perusahaan, sehingga diperlukan

strategi yang tepat untuk mempercepat implementasi pemanfaatan LCPKS menjadi energi listrik. Tujuan penelitian ini adalah menentukan strategi yang dapat ditempuh untuk implementasi penanganan LCPKS menjadi energi listrik pada masa yang akan datang.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan melalui pendekatan kuantitatif dan kualitatif dengan menggunakan data primer dan sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi lapangan, pengukuran di laboratorium, wawancara langsung dengan responden (para pakar, praktisi, akademisi, birokrat), dan curah pendapat *(brainstorming)*. Data sekunder diperoleh dari kajian pustaka, jurnal ilmiah, laporan-laporan teknis dari institusi terkait, dan lembaga penelitian. Data sekunder lainnya adalah dari BPS kabupaten/kota, BPS Provinsi Lampung, Masyarakat Kelapa Sawit Indonesia (MAKSI), Dewan Minyak Sawit Indonesia (DMSI), Gabungan Pengusaha Perkebunan Indonesia (GAPKI), Bisnis Indonesia, Majalah, dan BPS pusat. Tahapan pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan pelaksanaan penelitian

Identifikasi dan Karakterisasi Permasalahan Penanganan LCPKS

Identifikasi penanganan LCPKS dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan profil unit pengolahan LCPKS di Provinsi Lampung. Pada tahap tersebut dilaksanakan survey dan diskusi mendalam dengan karyawan, mandor, manager, masyarakat sekitar pabrik. Pada tahap ini juga dilakukan kajian melalui wawancara dengan pakar dan pemerintah daerah, khususnya Badan Pengendalian Lingkungan Hidup Daerah (BPLHD) kabupatan dan provinsi.

Survey dilakukan untuk mendapatkan data dan informasi yang detil tentang unit pengolahan LCPKS, seperti jumlah limbah persatuan waktu, karakteristik limbah, data teknis unit pengolahan limbah, sumberdaya manusia yang menangani LCPKS, dan sebagainya. Data yang terkumpul dikelompokkan, ditabulasi, dan dianalisis sesuai dengan keperluan.

Analisis Internal, Eksternal, dan Analisis SWOT Pengolahan LCPKS

Tahap penelitian ini bertujuan untuk memunculkan faktor-faktor internal (kekuatan & kelemahan) dan faktor-faktor eksternal (peluang & ancaman) dalam penanganan LCPKS menjadi energi listrik. Analisis faktor internal dan eksternal dilakukan menggunakan metode *brainstorming* dengan pakar dan *stakeholder* serta pengkajian dari penelitian-penelitian yang sudah ada. Hasil analisis selanjutnya dikelompokkan menjadi empat kelompok faktor, yaitu kelompok faktor kekuatan, kelompok faktor kelemahan, kelompok faktor peluang, dan kelompok faktor ancaman. Dari sejumlah kelompok faktor tersebut kemudian dilakukan analisis dengan menggunakan metode analisis IFE dan EFE. Tahapan analisis IFE dan EFE berikutnya adalah penentuan bobot setiap variabel dan penentuan peringkat (*rating*) (Dyson, 2004).

Analisis SWOT didasarkan pada asumsi bahwa suatu strategi yang efektif memaksimalkan kekuatan dan peluang, serta meminimalkan kelemahan dan ancaman. Analisis SWOT digunakan untuk memperoleh hubungan antara faktor eksternal dengan faktor internal. Dengan analisis ini, kekuatan (*strength*) dan kelemahan (*weakness*), yang merupakan faktor internal dapat diidentifikasi, begitu pula peluang (*opportunity*) dan ancaman (*threat*), yang merupakan faktor eksternal (Yuan, 2013). Setelah dilakukan analisis dengan matriks IFE dan EFE, dilanjutkan dengan analisis matriks SWOT.

Analisi SWOT bertujuan memaksimalkan kekuatan (*strength*), memaksimalkan peluang (*opportunities*), meminimalkan kelemahan (*weakness*), dan meminimalkan ancaman (*threats*). Analisis SWOT menghasilkan empat kemungkinan alternatif strategi yaitu startegi S-O, strategi W-O, dan strategi W-T. Hasil dari analisis SWOT dilanjutkan dengan penentuan skala prioritas strategi dengan Metode AHP (Gorener *et al.*, 2012).

Analisis *Analytical Hierarchy Process (AHP)*

Tahap-tahap analisis dengan metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)* adalah sebagai berikut: identifikasi sistem, penyusunan hirarki, komparasi berpasangan, dan penentuan tingkat kepentingan (Saaty *et al.*, 2007). Penentuan tingkat kepentingan pada setiap tingkat hirarki atau penilaian pendapat dilakukan dengan teknik komparasi berpasangan (*pairwise comparison*). Teknik komparasi berpasangan yang digunakan dalam AHP dilakukan dengan wawancara langsung pada responden. Responden bisa seorang ahli atau bukan, tetapi terlibat dan mengenal baik permasalahan tersebut. Untuk mengkuantitatifkan data yang bersifat kualitatif tersebut digunakan nilai skala komparasi 1-9 (Amiri, 2010).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi dan Karakterisasi Unit Pengolahan LCPKS

LCPKS di Provinsi Lampung memiliki potensi untuk digunakan sebagai bahan baku biogas, karena memiliki nilai COD di atas 40.000 mg/L. Menurut Poh dan Chong (2009), besaran COD LCPKS di Malaysia adalah sekitar 51.000 mg/L, sedangkan menurut Mahajoeno (2008), COD LCPKS di Sumatera Selatan besarnya 56,20 g/L. Hasil pengamatan secara fisik LCPKS yang baru keluar dari pabrik berwarna coklat susu dan berbau khas, sedangkan LCPKS yang keluar dari kolam anaerobik berwarna hitam dan berbau kurang sedap. Menurut Mahajoeno (2008), nilai COD LCPKS menunjukkan banyaknya kandungan bahan organik yang berasal dari tandan buah segar di dalam limbah cair. Nilai COD LCPKS sangat tergantung pada kualitas TBS dan proses ekstraksi.

Salah satu karakteristik PKS di Provinsi Lampung adalah sumber bahan baku (TBS) yang sangat terbatas. Hampir semua PKS di Provinsi Lampung mengandalkan bahan baku dari masyarakat. Jumlah bahan baku dari masyarakat berkisar antara 40-

95%. Hasil diskusi dan pengamatan di lapangan menunjukkan adanya animo yang sangat besar dari investor lokal untuk mendirikan pabrik kelapa sawit yang tidak diimbangi dengan ketersediaan bahan baku (TBS) yang mencukupi. Ketersediaan lahan untuk pengembangan perkebunan skala besar (> 5.000 Ha) di Provinsi Lampung sudah sangat sulit, sehingga PKS mengandalkan bahan baku dari masyarakat.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada umumnya sumber daya manusia yang menangani LCPKS merupakan tenaga kerja pada bagian produksi. Tenaga kerja yang menangani LCPKS dari PKS berkapasitas 60 ton TBS/jam berjumlah antara dua sampai lima orang dengan pendidikan SLTA atau sederajat. Di samping pendidikan formal, umumnya tenaga kerja yang berkerja pada unit penanganan LCPKS juga mendapat pendidikan tambahan berupa training baik internal maupun eksternal perusahaan.

Selama ini peralatan yang digunakan untuk menangani LCPKS masih sangat sederhana, yakni berupa saluran limbah yang terbuat dari beton, pipa-pipa paralon, dan pompa. Kolam-kolam yang digunakan biasanya terbuat dari tanah atau yang lebih maju terbuat dari beton/tembok. Pengaliran limbah cair dari kolam satu ke kolam yang lain dilakukan dengan bantuan pompa atau berdasarkan gaya gravitasi atau perbedaan ketinggian.

Saat ini semua PKS di Provinsi Lampung telah memiliki unit pengolahan LCPKS seperti disyaratkan oleh pemerintah. Luas unit pengolahan LCPKS bervariasi tergantung dari kapasitas PKS. Total luas unit pengolahan LCPKS berkisar antara 2,5-6,0 Ha. Pemerintah daerah melalui Badan Pengendalian Lingkungan Hidup Daerah (BPLHD) Provinsi Lampung mensyaratkan semua pabrik harus memiliki unit penanganan limbah cair yang memadai sebelum pabrik beroperasi. Profil unit penanganan LCPKS di Provinsi Lampung dapat dilihat pada Tabel 1.

Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa semua PKS di Provinsi Lampung melakukan penanganan limbah cair dengan menggunakan sistem kolam (*ponding system*). *Ponding system* merupakan proses penanganan limbah cair pengolahan hasil pertanian yang paling umum. Hal ini disebabkan selain biayanya yang murah, juga mampu menurunkan beban cemaran yang signifikan (Hasanudin, 2013). Secara umum PKS melakukan proses penanganan limbah cair yang hampir sama, yaitu penurunan suhu limbah cair dilanjutkan proses anaerobik dan proses aerobik. LCPKS kemudian dialirkan ke kolam indikator. Beberapa pabrik memiliki kolam fakultatif, yang

merupakan transisi dari kolam anaerobik dan kolam aerobik. Proses anaerobik terjadi selain karena kedalaman kolam (lebih dari lima meter), juga karena terjadinya lapisan sisa minyak yang menutup permukaan kolam. Salah satu kelemahan penanganan limbah cair dengan sistem kolam adalah waktu yang diperlukan cukup lama, sehingga memerlukan kolam yang luas.

Perbedaan antara pabrik satu dengan pabrik yang lain terletak pada pemanfaatan limbah akhir. LCPKS yang telah diproses ada yang dimanfaatkan sebagai pupuk cair *(land application)*, tetapi ada yang tidak dimanfaatkan sama sekali atau langsung dibuang ke perairan umum. Salah satu PKS (PTPN VII Unit Usaha Bekri) telah memanfaatkan LCPKS untuk menyiram pada proses pembuatan kompos yang berasal dari tandan kosong. Di samping itu, PTPN VII Unit Usaha Bekri sedang melakukan penelitian pemanfaatan LCPKS sebagai media budidaya *Spirulina* dan *Chlorella*.

Tabel 1. Profil Proses Penanganan LCPKS di Provinsi Lampung

NO	Kode Nama Perusahaan	Kolam Pendinginan		Kolam Anaerobik		Kolam Fakultatif		Kolam Aerobik		Kolam Indikator		Kolam Cadangan
		Kapasitas (m^3)	Retensi (Hari)	Kapasitas (m^3)	Retensi (Hari)	Kapasitas (m^3)	Retensi (Hari)	Kapasitas (m^3)	Retensi (Hari)	Kapasitas (m^3)	Retensi (Hari)	(m^3)
1	PT. A	2.250	3 - 4	32.000	67	450	1	17.000	21	-	-	1.000
2	PT. B	956	3	16.400	55	2.600	5	3.936	14	1.280	4	1.000
3	PT. C	750	3 - 4	18.000	50 - 60	-	-	4.800	10 - 16	750	5 - 10	2.500
4	PT. D	1.350	3 - 4	21.600	50 - 60	-	-	9.600	10 - 16	750	5 - 10	3.500
5	PT. E	1.080	3 - 4	22.500	50 - 60	-	-	9.000	12 - 16	1.200	4 - 6	2.500
6	PT. F	1.040	3 - 4	30.000	50 - 60	-	-	12.000	12 - 16	1.260	4 - 6	2.500
7	PT. G	960	3 - 4	18.750	50 - 60	-	-	7.200	12 - 16	900	4 - 6	2.500
8	PT. H	1.125	3 - 4	15.000	50 - 60	-	-	4.800	12 - 16	750	5 - 10	2.500
9	PT. I	960	3 - 4	18.000	50 - 60	-	-	4.050	12 - 16	1.350	5 - 10	2.500
10	PT. J	1.080	3 - 4	6.000	50 - 60	-	-	3.000	12 - 16	1.200	5 - 10	2.500
11	PT. K	800	3 - 5	10.800	50 - 65	2.600	4 - 8	6.000	14	1.280	5 - 10	1.000
12	PT. L	900	3 - 5	15.000	55	2.600	5	8.100	14	900	4 - 7	1.000
13	PT. M	1.008	3 - 5	21.000	55 - 70	-	-	8.000	10 - 15	-	-	2.000

ke hal 4

Analisis Faktor Internal

Matriks hasil analisis *Internal Factor Evaluation* (IFE), pengolahan LCPKS menjadi energi listrik dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan penilaian responden terhadap faktor kunci internal diperoleh total skor IFE adalah 2,514. Hasil tersebut menunjukkan bahwa posisi strategi industri kelapa sawit di Provinsi Lampung berada pada posisi rata-rata dalam memanfaatkan kekuatan yang dimilikinya untuk menghadapi kelemahan internal.

Tabel 2. Matriks IFE Penanganan LCPKS menjadi Energi Listrik di Provinsi Lampung

No	Faktor Penentu	Bobot	Rating	Total Skor
Faktor Kukuatan				
A	PKS di Lampung telah memiliki unit pengolahan LCPKS dengan kapasitas yang cukup	0,095	3,67	0,350
B	Komitmen pimpinan PKS untuk mengikuti peraturan tentang lingkungan hidup cukup tinggi	0,106	4,00	0,425
C	Semua PKS telah memiliki SDM yang khusus dalam menangani LCPKS	0,102	3,50	0,356
D	LCPKS di Lampung memiliki potensi sebagai sumber energi (COD > 40.000 mg/L)	0,094	3,75	0,354
E	Semua PKS di Lampung memiliki lokasi yang tidak terlalu jauh dengan gardu jaringan PLN	0,097	3,17	0,308
Faktor Kelemahan				
F	Komitmen pimpinan perusahaan terhadap pemanfaatan LCPKS menjadi energi masih rendah	0,113	1,17	0,132
G	Biaya pengadaan teknologi pengolahan LCPKS menjadi biogas masih sangat tinggi	0,095	1,50	0,142
H	Belum semua pimpinan PKS di Lampung memahami Permen ESDM No 4 Tahun 2012	0,111	1,17	0,130
I	Belum ada contoh industri PKS yang menjual energi berbasis biogas ke PT PLN (Persero)	0,096	1,58	0,152
J	Utilitas PKS di Lampung masih rendah (kurang dari 60%)	0,089	1,83	0,164
	Jumlah	1		2,514

Alat perumusan strategi menggunakan Matriks IFE dapat digunakan untuk meringkas dan mengevaluasi kekuatan dan kelemahan suatu industri, termasuk industri kelapa sawit. Matriks IFE juga dapat memberikan dasar untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi hubungan diantara bidang-bidang fungsional tersebut, sehingga pemahaman yang baik mengenai faktor-faktor strategi internal yang dimasukkan lebih penting dibandingkan angkanya sendiri (Dyson, 2004).

Pada Tabel 2, dapat dilihat bahwa komitmen pimpinan PKS untuk mengikuti peraturan tentang lingkungan hidup merupakan kekuatan utama dengan jumlah skor 0,425. Hasil penelitian menunjukkan bahwa di Provinsi Lampung terdapat 13 unit PKS yang tersebar di lima kabupaten. Semua PKS telah mengikuti semua peraturan berkaitan dengan lingkungan hidup yang diwajibkan baik oleh pemerintah pusat maupun pemerintah daerah. Salah satu bukti bahwa PKS taat untuk mengikuti peraturan pemerintaah adalah semua PKS telah memiliki unit pengolahan limbah cair dan SDM yang khusus dalam menangani LCPKS.

Hal ini menjadi modal dasar yang positif jika pemerintah mentargetkan 60 % PKS memiliki fasilitas *methane capture* pada tahun 2022. Menurut Mahendra (2013), penyebab para pemilik PKS tidak membangun fasilitas *methane capture* adalah komitmen pemilik PKS yang rendah, tidak ada peraturan yang mewajibkan, dan biaya investasi yang mahal. Selain itu, insentif yang ditawarkan pemerintah kurang menarik dan persyaratannya terlalu sulit dipenuhi (Soerawidjaja, 2012).

Berdasarkan hasil analisis Matriks IFE, diketahui bahwa kelemahan utama adalah belum semua pimpinan PKS di Provinsi Lampung memahami Permen ESDM No 4 Tahun 2012. Permen tersebut berisi tentang mandatori dari pemerintah bahwa PT PLN (Persero) harus membeli energi listrik dari masyarakat yang berbahan baku biogas dengan harga Rp.975,-/kwh. Hal ini disebabkan oleh rendahnya komitmen pimpinan perusahaan terhadap pemanfaatan LCPKS menjadi energi listrik dan biaya pengadaan teknologi pengolahan LCPKS menjadi biogas masih sangat tinggi (Soerawidjaja, 2012).

Analisis Faktor Eksternal

Matriks hasil analisis EFE penanganan LCPKS menjadi energi listrik dapat dilihat pada Tabel 3. Pada tabel 3 tersebut dapat dilihat bahwa komitmen pemerintah

yang sangat tinggi untuk membeli energi berbasis limbah merupakan peluang yang sangat besar untuk dimanfaatkan oleh kalangan industri kelapa sawit di Provinsi Lampung. Hal ini didukung oleh mulai terbukanya peluang pasar terhadap biomasa berbasis kelapa sawit seperti cangkang dari biji kelapa sawit dan kebutuhan energi dunia dan dalam negeri belum tercukupi dan cenderung terus meningkat. Dalam rangka mendorong pengembangan tenaga listrik dari pembangkit yang menggunakan energi terbarukan termasuk biogas dan menata kembali pengaturan pembelian kelebihan tenaga listrik *(excess power)* dari masyarakat, maka pemerintah mengeluarkan Permen ESDM No 4 Tahun 2012. Permen tersebut menugaskan PT PLN (Persero) membeli kelebihan tenaga listrik *(excess power)* dari masyarakat yang menggunakan energi terbarukan dengan harga tertentu (Hutapea, 2012).

Industri kelapa sawit di Provinsi Lampung memiliki peluang sekaligus ancaman dalam implementasi penanganan LCPKS menjadi energi listrik. Matriks EFE dapat memberi penjelasan mengenai peluang dan ancaman yang dihadapi industri kelapa sawit dalam penanganan LCPKS menjadi energi listrik. Berdasarkan hasil analisis matriks EFE, diperoleh jumlah skor rata-rata untuk faktor kunci eksternal adalah sebesar 2,651 artinya kemampuan perusahaan untuk memanfaatkan peluang yang ada dan mengatasi ancaman-ancaman yang dihadapi oleh perusahaan berada pada kondisi menengah.

Faktor-faktor yang menjadi ancaman utama adalah belum adanya regulasi yang mewajibkan PKS melakukan penangkapan gas metan dari LCPKS dan pada tahap implementasi penjualan energi ke PLN (Persero) masih menemui banyak kendala (Soerawidjaja, 2012). Beberapa kendala penjualan energi listrik yang diproduksi oleh masyarakat ke PT Pertamina (Persero) antara lain tuntuan kontinyuitas dan biaya penyambungan dari pembangkit ke gardu induk PLN (Adhi, 2012).

Tabel 3. Matriks EFE Penanganan LCPKS menjadi Energi Listrik di Provinsi Lampung

No	Faktor Penentu	Bobot	Rating	Total Skor
Faktor Peluang				
A	Kebutuhan energi dunia dan dalam negeri belum tercukupi dan cenderung terus meningkat	0,097	3,17	0,309
B	Komitmen pemerintah untuk membeli energi berbasis limbah sangat tinggi	0,111	3,33	0,370
C	Komitmen dunia dan Indonesia untuk menurunkan emisi GRK	0,098	2,67	0,261
D	Mulai terbukanya peluang pasar terhadap biomasa berbasis kelapa sawit	0,101	3,25	0,329
E	Kampanye pemanfaatan energi yang bersumber dari energi terbarukan semakin kuat	0,095	2,67	0,252
Faktor Ancaman				
F	Subsidi pemerintah terhadap energi yang bersumber dari fosil masih tinggi	0,093	2,33	0,217
G	Keberlanjutan program CDM diragukan dan harga perdagangan karbon sangat rendah	0,089	2,58	0,230
H	Biaya pembangunan unit pengolahan LCPKS menjadi biogas masih mahal	0,107	2,50	0,267
I	Belum ada regulasi yang mewajibkan PKS melakukan penangkapan gas metan dari LCPKS	0,110	1,83	0,202
J	Pada tahap implementasi penjualan energi ke PLN (Persero) masih menemui banyak kendala.	0,099	2,17	0,214
	Jumlah	1		2,651

Berdasarkan dari perhitungan matriks IFE dan EFE diperoleh jumlah skor rata-rata sebesar 2,514 dan 2,651. Penggabungan antara nilai IFE dan EFE pada matriks IE akan menunjukkan posisi implementasi pemanfaatan LCPKS menjadi energi listrik berada pada sel ke lima (V) seperti yang terlihat pada Gambar 2.

Total Rata-rata Tertimbang IFE	Kuat (3,0 - 4,0)	Rata-rata (2,0 - 2,9)	Lemah (1,0 - 1,9)
Tinggi (3,0 - 4,0)	I	II	III
Sedang (2,0 - 2,9)	IV	V	VI
Rendah (1,0 - 1,9)	VII	VIII	IX

Gambar 2. Matriks IE (Internal-Eksternal)

Berdasarkan gambar matriks IE tersebut dapat diketahui bahwa pemanfaatan LCPKS menjadi energi listrik di Provinsi Lampung berada pada sel lima (V), sehingga strategi terbaik yang sebaiknya dilakukan adalah menjaga dan mempertahankan (*hold and maintain*) posisi yang selama ini sudah diraih. Kebijakan yang umum dari strategi ini adalah dengan melakukan penetrasi pasar dan mengembangkan produk baru. Artinya pemilik dan manajemen PKS harus mempertahankan posisinya dengan terus mengembangkan produknya, termasuk biogas dan biomasa yang lain.

Bentuk strategi yang dihasilkan pada matriks IE hanya menghasilkan strategi alternatif secara umum tanpa adanya implementasi yang lebih teknis pada perusahaan. Oleh karena itu, matriks IE dilengkapi juga oleh matriks SWOT yang berupa langkah-langkah kongkrit untuk dilakukan oleh perusahaan.

Analisis *Strength, Weakness, Opportunities*, dan *Threats* (SWOT)

Setelah melakukan analisis terhadap faktor internal dan eksternal, selanjutnya dapat diformulasikan alternatif strategi dengan menggunakan Matriks SWOT, yang merupakan kombinasi dari strategi kombinasi SO (*strengths-Opportunities*), ST (*Strenghts-Threats*), WO (*Weaknesses-Opportunities*) dan WT (*Weaknesses-Threats*) (Dyson, 2004). Perumusan strategi yang dibangun dengan menggunakan Matriks SWOT dapat dilihat pada Gambar 3.

IFAS / EFAS	Kekuatan (*Strengths*)	Kelemahan (*Weakness*)
	1. Komitmen PKS mengikuti peraturan yang berlaku cukup tinggi 2. Semua PKS telah memiliki SDM yang khusus menangani LCPKS 3. LCPKS berpotensi sebagai sumber energi listrik 4. Semua PKS telah memiliki unit pengolahan LCPKS 5. Lokasi PKS tidak terlalu jauh dengan gardu PLN	1. Belum semua pimpinan PKS memahami PERMEN ESDM No 4/ 2012 2. Komitmen PKS dalam memanfaatkan LCPKS menjadi energi rendah 3. Pengadaan teknologi biogas dari LCPKS masih mahal 4. Belum ada contoh PKS yang menjual energi listrik biogas ke PT PLN 5. Utilitas PKS terpakai masih rendah (< 50%)
Peluang (*Opportunities*) 1. Komitmen pemerintah membeli energi berbasis limbah sangat tinggi 2. Mulai terbukanya peluang pasar terhadap biomasa kelapa sawit 3. Kebutuhan energi belum mencukupi dan cenderung terus meningkat 4. Komitmen Indonesia untuk menurunkan emisi GRK 5. Kampanye pemanfaatan energi terbarukan semakin kuat	Strategi SO SO-1: Pembuatan regulasi yang mewajibkan semua PKS memanfaatkan energi listrik yang bersumber dari biogas LCPKS (POME) SO-2: Mendorong peningkatan infrastruktur yang menunjang bisnis biomasa berbasis kelapa sawit	Strategi WO WO-1: Sosialisasi PERMEN ESDM No 4/ 2012 kepada para pengambil keputusan di PKS WO-2: Pembuatan contoh pemanfaatan LCPKS menjadi biogas dan energi listriknya dibeli PT PLN (Persero)
Ancaman (*Threaths*) 1. Belum ada regulasi penangkapan gas metana dari LCPKS 2. Implementasi penjualan energi ke PLN masih banyak kendala. 3. Subsidi pemerintah terhadap energi fosil masih tinggi 4. Keberlanjutan CDM diragukan dan harganya cerus melemah 5. Biaya pembangunan Biogas dari LCPKS masih mahal	Strategi ST Pembuatan petunjuk pelaksanaan yang akomodatif tentang penjualan energi listrik berbasis biogas ke PT PLN (Persero)	Strategi WT Pengembangan teknologi biogas berbasis LCPKS yang murah untuk digunakan kepentingan sendiri

Keterangan :
IFAS : Internal Strategic Factors Analysis Summary
EFAS : External Strategic Factors Analysis Summery

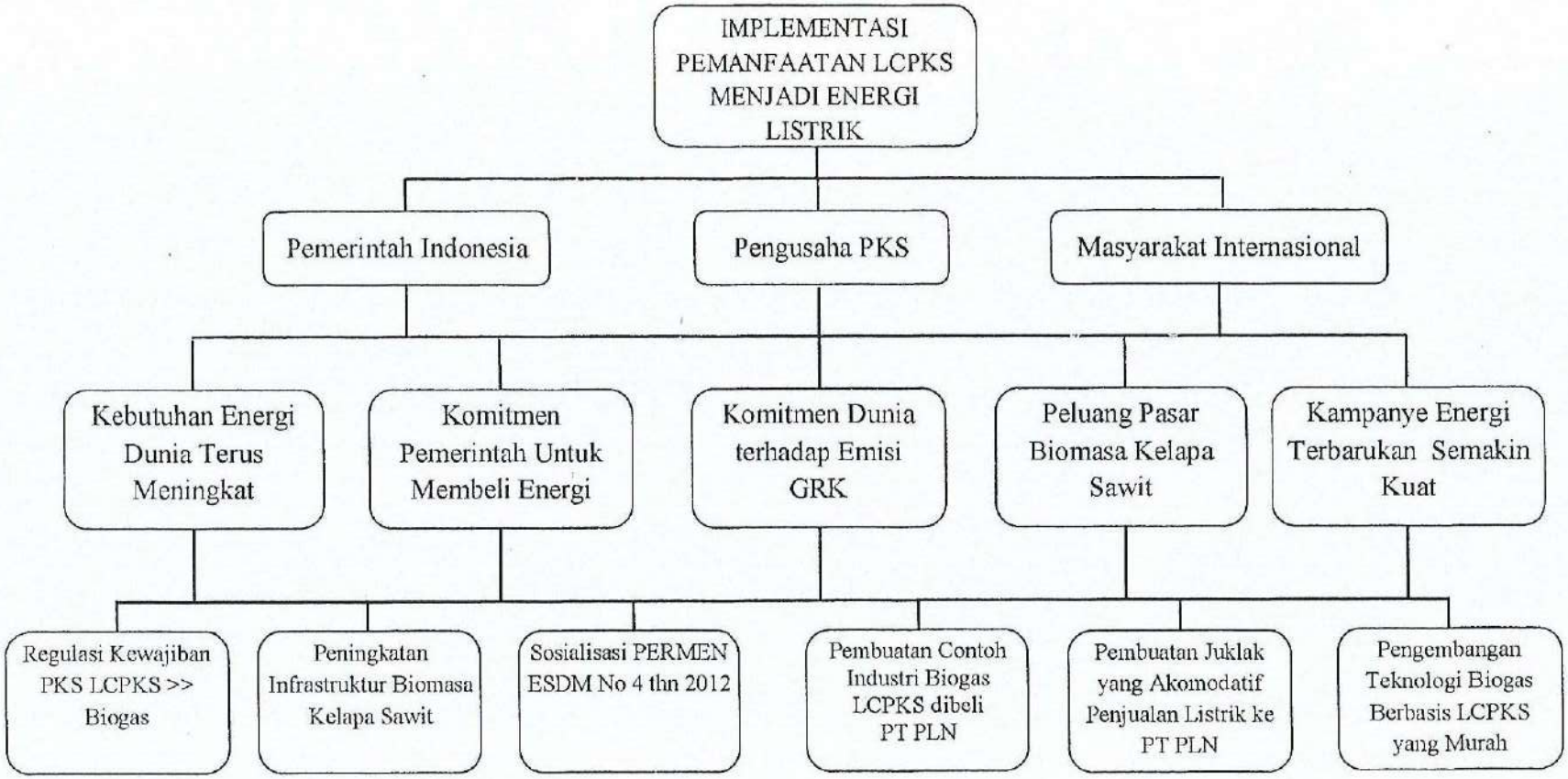
Gambar 3. Matriks SWOT Implementasi Pemanfaatan LCPKS menjadi Energi Listrik di Provinsi Lampung

Dari analisis Matriks SWOT diperoleh enam jenis alternatif strategi yang dapat dijelaskan sebagai berikut :

1) Strategi *Strengths-Opportunity* (SO); Strategi SO adalah strategi menggunakan kekuatan yang dimiliki untuk memanfaatkan peluang yang ada. Berdasarkan dari kekuatan dan peluang yang diperoleh, maka strategi yang sebaiknya dilakukan adalah (a) pembuatan regulasi yang mewajibkan semua PKS memanfaatkan energi listrik yang bersumber dari biogas LCPKS (POME) dan (b) Mendorong peningkatan infrastruktur yang menunjang bisnis biomasa berbasis kelapa sawit
2) Strategi *Weakness-Opportunity* (WO); Strategi WO adalah strategi yang meminimalkan kelemahan untuk memanfaatkan peluang. Strategi WO yang dapat digunakan yaitu (a) sosialisasi PERMEN ESDM No 4/ 2012 kepada para pengambil keputusan/pimpinan PKS dan (b) Pembuatan contoh pemanfaatan LCPKS menjadi biogas dan energi listriknya dibeli PT PLN (Persero).
3) Strategi *Strengths-Threats* (ST); Strategi ST yaitu strategi memanfaatkan kekuatan untuk menghindari ancaman. Strategi ST pertama yang dapat dilakukan adalah pembuatan petunjuk pelaksanaan yang akomodatif tentang penjualan energi listrik berbasis biogas ke PT PLN (Persero).
4) Strategi *Weakness-Threats* (WT); Strategi WT merupakan strategi untuk mengurangi kelemahan dan menghindari ancaman. Strategi yang bisa diambil yaitu pengembangan teknologi biogas berbasis LCPKS yang murah untuk digunakan kepentingan sendiri

Analisis *Analytical Hierarchy Process (AHP)*

Hasil analisis SWOT menunjukkan bahwa terdapat enam alternatif strategi yang perlu diterapkan ~~dilakukan~~ untuk ~~implementasi~~ pemanfaatan LCPKS menjadi energi listrik di Provinsi Lampung. Penentuan skala prioritas strategi dilakukan dengan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)*. Beberapa keuntungan metode AHP antara lain dapat diterapkan untuk memecahkan problema-problema yang terukur maupun yang memerlukan suatu *judgment* (Saaty, 2000 dan Wang *et al.*, 2011). Struktur hirarki strategi implementasi pemanfaatan LCPKS menjadi energi listrik dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Struktur Hirarki Implementasi Pemanfaatan LCPKS menjadi Energi Listrik

Keterangan :

a. Regulasi Kewajiban PKS LCPKS >> Biogas : pembuatan regulasi yang mewajibkan semua PKS memanfaatkan energi listrik yang bersumber dari biogas LCPKS.
b. Peningkatan Infrastruktur Biomasa Kelapa Sawit : Mendorong peningkatan infrastruktur yang menunjang bisnis biomasa berbasis kelapa sawit.
c. Sosialisasi PERMEN ESDM 4 thn 2012 : Sosialisasi PERMEN ESDM No 4/ 2012 kepada para pengambil keputusan/ pimpinan PKS
d. Pembuatan Contoh Industri Biogas LCPKS dibeli PT PLN : Pembuatan contoh pemanfaatan LCPKS menjadi biogas dan energi listriknya dibeli PT PLN (Persero).
e. Pembuatan Juklak yang Akomodatif Penjualan Listrik ke PT PLN : pembuatan petunjuk pelaksanaan yang akomodatif tentang penjualan energi listrik berbasis biogas ke PT PLN (Persero).
f. Pengembangan Teknologi Biogas Berbasis LCPKS : pengembangan teknologi biogas berbasis LCPKS yang murah untuk digunakan kepentingan sendiri.

Aktor yang berperan penting dalam penentuan strategi implementasi pemanfaatan LCPKS menjadi energi listrik adalah Pemerintah Indonesia, Pengusaha PKS, dan Masyarakat Internasional (Tabel 4). Hasil analisis menunjukkan bahwa dari ketiga aktor tersebut pengusaha PKS menempati prioritas pertama dengan bobot 51,46 %. Keberhasilan implementasi pemanfaatan LCPKS menjadi energi listrik sangat tergantung pada komitmen pengusaha PKS (Mahendra, 2013). Hal ini karena pengusaha PKS sebagai subjek sekaligus sebagai objek dalam pelaksanaan. Pemerintah Indonesia sebagai aktor juga memiliki peran yang penting yaitu sebagai regulator. Peraturan yang dikeluarkan Pemerintah Indonesia dapat memaksa pengusaha PKS untuk mebangun fasilitas *methane capture*. Sedangkan Masyarakat Internasioal yang mencakup LSM penggiat lingkungan dan konsumen, perannya paling kecil, hal ini karena peran yang dimiliki tidak mengikat secara langsung.

Tabel 4. Aktor dalam Strategi Implementasi Pemanfaatan LCPKS menjadi Energi Listrik

Aktor	Bobot (%)	Prioritas
Pengusaha Pabrik Kelapa Sawit	51,46	I
Pemerintah Indonesia	40,12	II
Masyarakat Internasional	8,42	III

Analisis faktor-faktor yang berpengaruh dalam penentuan strategi implementasi pemanfaatan LCPKS menjadi energi listrik didasarkan pada analisis SWOT. Tabel 5 menunjukkan bahwa faktor yang paling berpengaruh adalah komitmen pemerintah untuk membeli energi berbasis limbah sangat tinggi. Menurut Hutapea (2012), komitmen pemerintah dituangkan dalam berbagai bentuk regulasi, antara lain : (1) Undang-Undang No. 30 Tahun 2007 tentang Energi; (2) Peraturan Presiden No. 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional; (3) Instruksi Presiden No. 1 Tahun 2006 tentang Penyediaan dan Pemanfaatan Bahan bakar Nabati (Biofuel) sebagai Bahan Bakar Lain; (4) Penyesuaian harga terhadap harga pembelian tenaga listrik oleh PT PLN (Persero) dari pembangkit tenaga listrik yang menggunakan energi terbarukan skala kecil dan menengah atau kelebihan tenaga listrik.

Tabel 5. Faktor penentu dalam Strategi Implementasi Pemanfaatan LCPKS menjadi Energi Listrik

	Faktor Penentu	**Bobot (%)**	**Prioritas**
A	Komitmen pemerintah untuk membeli energi berbasis limbah sangat tinggi	24,33	I
B	Mulai terbukanya peluang pasar terhadap biomasa berbasis kelapa sawit	21,64	II
C	Kebutuhan energi dunia dan dalam negeri belum tercukupi dan cenderung terus meningkat	20,29	III
D	Komitmen dunia dan Indonesia untuk menurunkan emisi GRK	17,13	IV
E	Kampanye pemanfaatan energi yang bersumber dari energi terbarukan semakin kuat	16,60	V

Hasil analisis AHP menunjukkan bahwa strategi yang menjadi prioritas pertama adalah pembuatan regulasi yang mewajibkan semua PKS memanfaatkan energi listrik yang bersumber dari biogas LCPKS. Mahendra (2013) menyatakan bahwa pemanfaatan LCPKS menjadi energi listrik akan berdampak positif terhadap industri kelapa sawit nasional. Dampak positif yang dapat diperoleh adalah (1) pengurangan emisi gas rumah kaca dari gas metan, (2) penghematan energi,

walaupun industri kelapa sawit saat ini merupakan industri surplus energi, (3) penghilangan dampak negatif lainnya seperti bau tidak sedap, dan (4) memunculkan peluang bisnis baru, yaitu produksi dan distribusi biogas. Rekapitulasi hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Penentuan Skala Prioritas Strategi Implementasi Pemanfaatan LCPKS menjadi Energi Listrik

Strategi Implementasi Pemanfaatan LCPKS menjadi Energi Listrik	Bobot Gabungan	Prioritas
Pembuatan regulasi yang mewajibkan semua PKS memanfaatkan energi listrik yang bersumber dari biogas LCPKS	0,2782	I
Mendorong peningkatan infrastruktur yang menunjang bisnis biomasa berbasis kelapa sawit	0,2006	II
Pembuatan petunjuk pelaksanaan yang akomodatif tentang penjualan energi listrik berbasis biogas ke PT PLN (Persero).	0,1624	III
Pembuatan contoh pemanfaatan LCPKS menjadi biogas dan energi listriknya dibeli PT PLN (Persero).	0,1328	IV
Pengembangan teknologi biogas berbasis LCPKS yang murah untuk digunakan kepentingan sendiri	0,1148	V
Sosialisasi PERMEN ESDM No 4/ 2012 kepada para pengambil keputusan/ pimpinan PKS	0,1115	VI

Suharto (2013) menyatakan bahwa Pemerintah Indonesia melalui ISPO (*Indonesian Sustainable Palm Oil*) mentargetkan semua pabrik kelapa sawit Indonesia harus memiliki fasilitas *methane capture* pada tahun 2020. Lebih lanjut Mahendra (2013) menyatakan bahwa pembuatan fasilitas *methane capture* sangat tergantung pada komitmen pemilik perusahaan, sehingga pembuatan regulasi yang mengikat sangat diperlukan untuk mempercepat target pemerintah.

Tabel 4 juga menunjukkan bahwa prioritas strategi kedua adalah mendorong peningkatan infrastruktur yang menunjang bisnis biomasa berbasis kelapa sawit. Kelapa sawit sebagai sumber energi belum tergali secara maksimum. Potensi sumber energi dari kelapa sawit antara lain cangkang, sabut buah, dan batang kelapa sawit. Karakteristik energi yang berasal dari biogas LCPKS memiliki potensi untuk

digunakan PKS itu sendiri, sedangkan biomasa yang lain memiliki potensi untuk dijual. Oleh karena itu, peningkatan infrastruktur yang menunjang bisnis biomasa berbasis kelapa sawit penting untuk ditingkatkan.

Pembuatan petunjuk pelaksanaan yang akomodatif tentang penjualan energi listrik berbasis biogas ke PT PLN (Persero) menempati prioritas ketiga. Strategi tersebut berkaitan dengan kenyataan di lapangan bahwa sampai saat ini belum ada PKS yang memproduksi biogas dan kelebihan energinya di jual ke PT PLN (Persero). Walaupun sudah ada PERMEN ESDM No 4 tahun 2012 yang menyatakan bahwa PT PLN (Persero) wajib membeli energi listrik berbasis biogas LCPK seharga Rp.975,-/kwh tetapi kenyataan di lapangan masih manyak masalah (Kementerian ESDM, 2012). Mahendra (2013) menyatakan bahwa selama ini energi listrik yang dihasilkan dari pabrik biogas PTPN V Unit Tandun masih digunakan untuk kepentingan sendiri, belum dijual ke PT PLN (Persero).

Adhi (2012) menyatakan bahwa beberapa kendala penjualan kelebihan energi listrik dari biogas limbah pertanian antara lain (1) *capital cost* yang tinggi untuk mesin pembangkit dengan performa tinggi, (2) kontinyuitas dan kuantitas pasokan energi yang tidak stabil, (3) pembiayaan pembangunan infrastruktur dari pembangkit ke gardu induk PLN belum jelas siapa yang bertanggungjawab.

Dari Tabel 5 juga dapat dilihat bahwa strategi pengembangan teknologi biogas berbasis LCPKS yang murah untuk digunakan kepentingan sendiri menempati prioritas kelima. Hal ini mungkin terjadi karena pemilik perusahaan lebih senang membeli teknologi yang sudah ada dari pada mengembangkan teknologi sendiri. Hasanudin (2013) menyatakan bahwa sebagian besar teknologi biogas dari limbah hasil pertanian berasal dari luar negeri.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Strategi yang menjadi prioritas utama untuk implementasi pemanfaatan LCPKS menjadi energi listrik adalah (1) Pembuatan regulasi yang mewajibkan semua PKS memanfaatkan energi listrik yang bersumber dari biogas LCPKS (POME), (2) Mendorong peningkatan infrastruktur yang menunjang bisnis biomasa

berbasis kelapa sawit, dan (3) Pembuatan petunjuk pelaksanaan yang akomodatif tentang penjualan energi listrik berbasis biogas ke PT PLN (Persero).

Saran

Diperlukan regulasi pemerintah tentang (1) pengaturan pembangunan pabrik kelapa sawit terutama PKS yang tidak memiliki kebun kelapa sawit sendiri dan (2) batas maksimum emisi gas rumah kaca yang berasal dari unit pengolahan LCPKS. Diperlukan petunjuk pelaksanan yang lebih detil tentang PERMEN ESDM No 4 tahun 2012. Sosialisasi yang lebih luas tentang insentif-insentif yang diberikan pemerintah kepada badan usaha atau perseorangan yang melakukan proses pengolahan limbah menjadi energi listrik perlu dilakukan secara menyeluruh dan kontinyu.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ditjen Dikti Depdikbud atas bantuan finansial penelitian ini melalui skim Pemprinas MP3EI Tahun 2012. Terima kasih juga disampaikan kepada seluruh pimpinan perusahaan yang memiliki ke-13 PKS di Provinsi Lampung, dan kepeda Direksi dan Pimpinan PTPN V, atas bantuan data, informasi dan diskusi. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada Laboratorium Pengolahan Limbah Agroindustri, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung dan Laboratorium Analisis Politeknik Negeri Lampung.

DAFTAR PUSTAKA

Adhi AC. 2012. Pemanfaatan Pembangkit Bioenergi Untuk Mengurangi Penggunaan BBM dan Peningkatan Akses Listrik. *Lokakarya Analisis dan Evaluasi Program Bioenergi Dirjen EBTK Kementerian ESDM.* Bandar Lampung. 10-11 September 2012.

Amiri MP. 2010. Project selection for oil-fields development by using the AHP and fuzzy TOPSIS methods. *Expert Systems with Applications* 37: 6218-6224.

Dyson RG. 2004. Strategic development and SWOT analysis at the University of Warwick. *European Journal of Operational Research* 152: 631-640.

Gorener AK, Toker K, Ulucay K. 2012. Application of Combined SWOT and AHP: A Case Study for a Manufacturing Firm. *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 58: 1525-1534.

Hasanudin U. 2013. Potensi Penyediaan Energi dari Limbah Industri Sawit, Tepung Tapioka, dan Peternakan. *Lokakarya Ikatan Ahli Bioenergi Indonesia (IKABI)*. Bogor. 10-11 Juni 2013.

Hutapea M. 2012. Capaian Pengembangan Bioenergi. *Lokakarya Analisis dan Evaluasi Program Bioenergi Dirjen EBTK Kementerian ESDM.* Bandar Lampung. 10-11 September 2012.

Khemkhao M, Nuntakumjorn M, Techkarnjanaruk S, Phalakornkule C. 2012. UASB Performance and Microbial Adaptation During A Transition From Mesophilic To Thermophilic Treatment Of Palm Oil Mill Effluent. *Journal of Environmental Management* 103: 74-82.

Mahajoeno E, Bibiana WL, Surjono HS, Siswanto. 2008. Potensi Limbah Cair Pabrik Minyak Kelapa Sawit untuk Produksi Biogas. *Biodiversitas* 9: 48-52.

Mahendra B. 2013. Methane Capture Utilization for Power Plant. *International Conference and Exhibition on Palm Oil 2013.* JICC Jakarta. 7-9 May 2013.

Poh P.E. and M.F. Chong. **2009**. Development of anaerobic digestion methods for palm oil mill effluent (POME) treatment. *Bioresource Technology. 100*: 1-9

Porteous A. 1998. Energy from Waste: A Wholly Acceptable Waste-management Solution. Applied Energy 58: 177-208

Saaty TL, Peniwati K, Shang JS. 2007. The analytic hierarchy process and human resource allocation: Half the story. *Mathematical and Computer Modelling* 46: 1041-1053.

Soerawidjaja HT. 2012. Pengembangan Kemampuan dalam Negeri untuk Mendukung Kemandirian Energi Berbasis Sumber Daya Hayati. *Lokakarya Analisis dan Evaluasi Program Bioenergi Dirjen EBTK Kementerian ESDM.* Bandar Lampung. 10-11 September 2012.

Suharto R. 2013. Indonesian Sustainable Palm Oil and The Environment Criteria. *Regional Conference and Workshop of LCA Agrifood Asia 2013.* Jakarta. 24-26 June 2013.

Sulaiman F, Abdullah N, Gerhauser H, Shariff A. 2011. An outlook of Malaysian energy, oil palm industry and its utilization of wastes as useful resources. *Biomass and bioenergy* 35: 3775-3786.

The U.S. Environmental Protection Agency. 2012. Notice of Data Availability Concerning Renewable Fuels Produced From Palm Oil Under the RFS Program. EPA-HQ-OAR-2011-0542; FRL-9608-8.

Ting WT, Bing CX, Li JQ. 2011. AHP-Based Capacity Evaluation of Enterprise Development. *Procedia Engineering* 15: 4693-4696.

Yacob S., Mohd A. Hassan, Y. Shirai, M. Wakisaka, S. Subash. 2006. Baseline study of methane emission from anaerobic ponds of palm oil mill effluent treatment. *Science of the Total Environment* 366: 187-196.

Yuan H. 2013. A SWOT analysis of successful construction waste management. *Journal of Cleaner Production* 39: 1-8.

Sarono

JURNAL TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
Kampus IPB Darmaga PO Box 220, Bogor 16002 Telp./Fax (0251) 8621974 / 8625088
Terakreditasi berdasarkan Surat Keputusan Dirjen Dikti No.56/DIKTI/Kep/2012 tertanggal 24 Juli 2012

Menuskrip No. : -

Pengarang : -

Judul : Strategi Implementasi Pemanfaatan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Menjadi Energi Listrik (Studi Kasus di Provinsi Lampung)

Rekomendasi :

..... Terima seluruhnya tanpa perubahan

..... Terima setelah dilakukan perbaikan kecil

✓ Terima setelah dilakukan perbaikan besar

..... Tolak karena tidak sesuai untuk jurnal Teknologi Industri Pertanian

Komentar dan saran penyempurnaan *)

1. Makalah sebaiknya dipersingkat, menjadi 8 - 12 halaman
2. Daftar Pustaka yang di cantumkan sebaiknya yang betul-betul disitasi dalam makalah → jadi perlu di cek lagi
3. Sebaiknya menggunakan singkatan yang sudah umum digunakan oleh komunitas penelitian sejenis

Penelaah

*) Gunakan lembar tambahan jika perlu

STRATEGI IMPLEMENTASI PEMANFAATAN LIMBAH CAIR PABRIK KELAPA SAWIT MENJADI ENERGI LISTRIK (Studi Kasus di Provinsi Lampung)

The Implementation Strategy of Using Palm Oil Mill Effluent into Electricity Energy (Case Study in Lampung Province)

Abstrak

Pemerintah Indonesia metargetkan 60 % pabrik kelapa sawit Indonesia memiliki fasilitas *methane capture* pada tahun 2020, sehingga diperlukan strategi yang tepat untuk mempercepat implementasi pemanfaatan limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS) menjadi energi listrik. Tujuan penelitian ini adalah menentukan strategi yang dapat ditempuh untuk implementasi penanganan LCPKS menjadi energi listrik. Penelitian dilakukan melalui pendekatan kuantitatif dan kualitatif dengan menggunakan data primer dan sekunder. Strategi implementasi dianalisis menggunakan metode *SWOT* dan *AHP*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa strategi yang menjadi prioritas utama dalam implementasi pemanfaatan LCPKS menjadi energi listrik adalah (1) Pembuatan regulasi yang mewajibkan semua PKS memanfaatkan energi listrik yang bersumber dari biogas LCPKS, (2) Mendorong peningkatan infrastruktur yang menunjang bisnis biomasa berbasis kelapa sawit, dan (3) Pembuatan petunjuk pelaksanaan yang akomodatif tentang penjualan energi listrik berbasis biogas ke PT PLN (Persero).

Keywords: Strategi implementasi, LCPKS, Metana, Energi listrik.

Abstract

Indonesia government is ~~targeting that~~ 60% of palm oil mills should have methane capture facilities in 2020, so that proper strategies are required to accelerate implementations of using ~~palm oil~~ mill effluent (POME) into electricity energy. The objective of this research was to formulate viable strategies for implementing palm oil mill effluent handling into electricity energy. This research was conducted with quantitative and qualitative approaches and this used primary and secondary data. Implementation strategies were analyzed using *SWOT* and *AHP*. The research results showed that strategies becoming main priorities in implementing using POME into electric energy are (1) making regulations that require all palm oil mills to use electric energy coming from POME biogas; (2) encouraging infrastructures that support biomass business based on palm oil; and (3) making an accommodative conducting guidance about selling electric energy based on biogas to PT. PLN (Persero).

Bahasa tinggis-nya perlu diperbaiki!

Keywords: Implementation Strategy, POME, Methane, Electricity Energy

Istilah yang umum adalah POME, sebaiknya jangan menggunakan singkatan yang tidak dipahami umum.

PENDAHULUAN

Salah satu masalah penting industri kelapa sawit Indonesia saat ini adalah masalah penanganan limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS). Selain dapat mencemari sumber air dan menimbulkan bau tidak sedap, LCPKS juga dapat menghasilkan gas metana. Gas metana merupakan gas rumah kaca (GRK) dengan *global warming potential* (*GWP*) 20-30 kali lebih kuat dibandingkan dengan gas karbon dioksida (Porteous, 1998). Menurut Yacob *et al.* (2006), setiap kolam anaerob LCPKS akan menghasilkan emisi gas rumah kaca sebesar 1.043,1 kg/day. Bahkan Pemerintah Amerika Serikat melalui *US Environmental Protection Agency (EPA)* mengeluarkan *Notice of Data Availibility (NODA)* pada tanggal 27 Januari 2012 yang menyatakan produk turunan kelapa sawit Indonesia tidak ramah lingkungan, salah satunya adalah dalam penanganan limbah cair pabrik kelapa sawit hanya 5,5 % dari 608 unit pabrik yang memiliki fasilitas penagkapan gas metana (*US Environmental Protection Agency*, 2012).

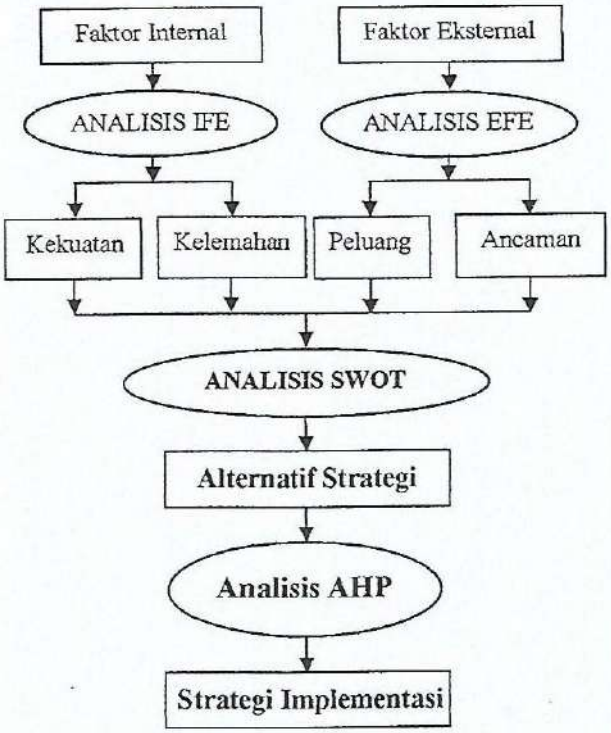
Di sisi lain, gas metana (biogas) hasil dari proses dekomposisi anaerobik bahan organik LCPKS tersebut memiliki kandungan energi yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi terbarukan (Sulaiman *et al.*, 2011). Khemkhao *et al.* (2012) menyatakan bahwa LCPKS yang memiliki *organic loading rates* (*OLR*) antara 2,2 dan 9,5 g COD perliter perhari dapat menghasilkan biogas 13,2 liter/hari. Menurut Tan *et al.* (2012), PKS dengan kapasitas produksi 60 ton TBS/jam atau 360.000 ton TBS/tahun akan menghasilkan CH_4 sebanyak 2.657 ton/tahun atau biogas 6.726.318 m^3/tahun atau setara dengan energi yang dihasilkan 37.039 MWh/tahun. Menurut Mahendra (2013), pengolahan LCPKS dengan menggunakan teknologi *methane capture* dapat menghasilkan keuntungan ganda, yaitu keuntungaan dari aspek lingkungan dan dari aspek finansial.

Suharto (2013) menyatakan bahwa Pemerintah Indonesia melalui ISPO (*Indonesian Sustainable Palm Oil*) mentargetkan 60 % pabrik kelapa sawit Indonesia harus memiliki fasilitas *methane capture* pada tahun 2020. Bahkan pemerintah telah mengeluarkan PERMEN ESDM No 4 tahun 2012 yang mewajibkan PT PLN (Persero) wajib membeli energi listrik berbasis biogas LCPKS seharga Rp.975,-/kwh (Hutapea, 2012). Lebih lanjut Mahendra (2013) menyatakan bahwa pembuatan fasilitas *methane capture* sangat tergantung pada komitmen pemilik perusahaan, sehingga diperlukan

strategi yang tepat untuk mempercepat implementasi pemanfaatan LCPKS menjadi energi listrik. Tujuan penelitian ini adalah menentukan strategi yang dapat ditempuh untuk implementasi penanganan LCPKS menjadi energi listrik pada masa yang akan datang.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan melalui pendekatan kuantitatif dan kualitatif dengan menggunakan data primer dan sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi lapangan, pengukuran di laboratorium, wawancara langsung dengan responden (para pakar, praktisi, akademisi, birokrat), dan curah pendapat *(brainstorming)*. Data sekunder diperoleh dari kajian pustaka, jurnal ilmiah, laporan-laporan teknis dari institusi terkait, dan lembaga penelitian. Data sekunder lainnya adalah dari BPS kabupaten/kota, BPS Provinsi Lampung, Masyarakat Kelapa Sawit Indonesia (MAKSI), Dewan Minyak Sawit Indonesia (DMSI), Gabungan Pengusaha Perkebunan Indonesia (GAPKI), Bisnis Indonesia, Majalah, dan BPS pusat. Tahapan pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan pelaksanaan penelitian

Identifikasi dan Karakterisasi Permasalahan Penanganan LCPKS

Identifikasi penanganan LCPKS dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan profil unit pengolahan LCPKS di Provinsi Lampung. Pada tahap tersebut dilaksanakan survey dan diskusi mendalam dengan karyawan, mandor, manager, masyarakat sekitar pabrik. Pada tahap ini juga dilakukan kajian melalui wawancara dengan pakar dan pemerintah daerah, khususnya Badan Pengendalian Lingkungan Hidup Daerah (BPLHD) kabupatan dan provinsi.

Survey dilakukan untuk mendapatkan data dan informasi yang detil tentang unit pengolahan LCPKS, seperti jumlah limbah persatuan waktu, karakteristik limbah, data teknis unit pengolahan limbah, sumberdaya manusia yang menangani LCPKS, dan sebagainya. Data yang terkumpul dikelompokkan, ditabulasi, dan dianalisis sesuai dengan keperluan.

Analisis Internal, Eksternal, dan Analisis SWOT Pengolahan LCPKS

Tahap penelitian ini bertujuan untuk memunculkan faktor-faktor internal (kekuatan & kelemahan) dan faktor-faktor eksternal (peluang & ancaman) dalam penanganan LCPKS menjadi energi listrik. Analisis faktor internal dan eksternal dilakukan menggunakan metode *brainstorming* dengan pakar dan *stakeholder* serta pengkajian dari penelitian-penelitian yang sudah ada. Hasil analisis selanjutnya dikelompokkan menjadi empat kelompok faktor, yaitu kelompok faktor kekuatan, kelompok faktor kelemahan, kelompok faktor peluang, dan kelompok faktor ancaman. Dari sejumlah kelompok faktor tersebut kemudian dilakukan analisis dengan menggunakan metode analisis IFE dan EFE. Tahapan analisis IFE dan EFE berikutnya adalah penentuan bobot setiap variabel dan penentuan peringkat (*rating*) (Dyson, 2004).

Analisis SWOT didasarkan pada asumsi bahwa suatu strategi yang efektif memaksimalkan kekuatan dan peluang, serta meminimalkan kelemahan dan ancaman. Analisis SWOT digunakan untuk memperoleh hubungan antara faktor eksternal dengan faktor internal. Dengan analisis ini, kekuatan (*strength*) dan kelemahan (*weakness*), yang merupakan faktor internal dapat diidentifikasi, begitu pula peluang (*opportunity*) dan ancaman (*threat*), yang merupakan faktor eksternal (Yuan, 2013). Setelah dilakukan analisis dengan matriks IFE dan EFE, dilanjutkan dengan analisis matriks SWOT.

Analisi SWOT bertujuan memaksimalkan kekuatan (*strength*), memaksimalkan peluang (*opportunities*), meminimalkan kelemahan (*weakness*), dan meminimalkan ancaman (*threats*). Analisis SWOT menghasilkan empat kemungkinan alternatif strategi yaitu startegi S-O, strategi W-O, dan strategi W-T. Hasil dari analisis SWOT dilanjutkan dengan penentuan skala prioritas strategi dengan Metode AHP (Gorener *et al.*, 2012).

Analisis *Analytical Hierarchy Process (AHP)*

Tahap-tahap analisis dengan metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)* adalah sebagai berikut: identifikasi sistem, penyusunan hirarki, komparasi berpasangan, dan penentuan tingkat kepentingan (Saaty *et al.*, 2007). Penentuan tingkat kepentingan pada setiap tingkat hirarki atau penilaian pendapat dilakukan dengan teknik komparasi berpasangan (*pairwise comparison*). Teknik komparasi berpasangan yang digunakan dalam AHP dilakukan dengan wawancara langsung pada responden. Responden bisa seorang ahli atau bukan, tetapi terlibat dan mengenal baik permasalahan tersebut. Untuk mengkuantitatifkan data yang bersifat kualitatif tersebut digunakan nilai skala komparasi 1-9 (Amiri, 2010).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi dan Karakterisasi Unit Pengolahan LCPKS

LCPKS di Provinsi Lampung memiliki potensi untuk digunakan sebagai bahan baku biogas, karena memiliki nilai COD di atas 40.000 mg/L. Menurut Poh dan Chong (2009), besaran COD LCPKS di Malaysia adalah sekitar 51.000 mg/L, sedangkan menurut Mahajoeno (2008), LCPKS di Sumatera Selatan besarnya 56,20 g/L. Hasil pengamatan secara fisik LCPKS yang baru keluar dari pabrik berwarna coklat susu dan berbau khas, sedangkan LCPKS yang keluar dari kolam anaerobik berwarna hitam dan berbau kurang sedap. Menurut Mahajoeno (2008), nilai COD LCPKS menunjukkan banyaknya kandungan bahan organik yang berasal dari tandan buah segar di dalam limbah cair. Nilai COD LCPKS sangat tergantung pada kualitas TBS dan proses ekstraksi.

Salah satu karakteristik PKS di Provinsi Lampung adalah sumber bahan baku (TBS) yang sangat terbatas. Hampir semua PKS di Provinsi Lampung mengandalkan bahan baku dari masyarakat. Jumlah bahan baku dari masyarakat berkisar antara 40-

95%. Hasil diskusi dan pengamatan di lapangan menunjukkan adanya animo yang sangat besar dari investor lokal untuk mendirikan pabrik kelapa sawit yang tidak diimbangi dengan ketersediaan bahan baku (TBS) yang mencukupi. Ketersediaan lahan untuk pengembangan perkebunan skala besar (> 5.000 Ha) di Provinsi Lampung sudah sangat sulit, sehingga PKS mengandalkan bahan baku dari masyarakat.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada umumnya sumber daya manusia yang menangani LCPKS merupakan tenaga kerja pada bagian produksi. Tenaga kerja yang menangani LCPKS dari PKS berkapasitas 60 ton TBS/jam berjumlah antara dua sampai lima orang dengan pendidikan SLTA atau sederajat. Di samping pendidikan formal, umumnya tenaga kerja yang berkerja pada unit penanganan LCPKS juga mendapat pendidikan tambahan berupa training baik internal maupun eksternal perusahaan.

Selama ini peralatan yang digunakan untuk menangani LCPKS masih sangat sederhana, yakni berupa saluran limbah yang terbuat dari beton, pipa-pipa paralon, dan pompa. Kolam-kolam yang digunakan biasanya terbuat dari tanah atau yang lebih maju terbuat dari beton/tembok. Pengaliran limbah cair dari kolam satu ke kolam yang lain dilakukan dengan bantuan pompa atau berdasarkan gaya gravitasi atau perbedaan ketinggian.

Saat ini semua PKS di Provinsi Lampung telah memiliki unit pengolahan LCPKS seperti disyaratkan oleh pemerintah. Luas unit pengolahan LCPKS bervariasi tergantung dari kapasitas PKS. Total luas unit pengolahan LCPKS berkisar antara 2,5-6,0 Ha. Pemerintah daerah melalui Badan Pengendalian Lingkungan Hidup Daerah (BPLHD) Provinsi Lampung mensyaratkan semua pabrik harus memiliki unit penanganan limbah cair yang memadai sebelum pabrik beroperasi. Profil unit penanganan LCPKS di Provinsi Lampung dapat dilihat pada Tabel 1.

Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa semua PKS di Provinsi Lampung melakukan penanganan limbah cair dengan menggunakan sintem kolam (*ponding system*). *Ponding system* merupakan proses penanganan limbah cair pengolahan hasil pertanian yang paling umum. Hal ini disebabkan selain biayanya yang murah, juga mampu menurunkan beban cemaran yang signifikan (Hasanudin, 2013). Secara umum PKS melakukan proses penanganan limbah cair yang hampir sama, yaitu penurunan suhu limbah cair dilanjutkan proses anaerobik dan proses aerobik. LCPKS kemudian dialirkan ke kolam indikator. Beberapa pabrik memiliki kolam fakultatif, yang

merupakan transisi dari kolam anaerobik dan kolam aerobik. Proses anaerobik terjadi selain karena kedalaman kolam (lebih dari lima meter), juga karena terjadinya lapisan sisa minyak yang menutup permukaan kolam. Salah satu kelemahan penanganan limbah cair dengan sistem kolam adalah waktu yang diperlukan cukup lama, sehingga memerlukan kolam yang luas.

Perbedaan antara pabrik satu dengan pabrik yang lain terletak pada pemanfaatan limbah akhir. LCPKS yang telah diproses, ada yang dimanfaatkan sebagai pupuk cair *(land application)*, tetapi ada yang tidak dimanfaatkan sama sekali atau langsung dibuang ke perairan umum. Salah satu PKS (PTPN VII Unit Usaha Bekri) telah memanfaatkan LCPKS untuk menyiram pada proses pembuatan kompos yang berasal dari tandan kosong. Di samping itu, PTPN VII Unit Usaha Bekri sedang melakukan penelitian pemanfaatan LCPKS sebagai media budidaya *Spirulina* dan *Chlorella*.

Tabel 1. Profil Proses Penanganan LCPKS di Provinsi Lampung

NO	Kode Nama Perusahaan	Kolam Pendinginan		Kolam Anaerobik		Kolam Fakultatif		Kolam Aerobik		Kolam Indikator		Kolam
		Kapasitas (m^3)	Retensi (Hari)	Kapasitas (m^3)	Retensi (Hari)	Kapasitas (m^3)	Retensi (Hari)	Kapasitas (m^3)	Retensi (Hari)	Kapasitas (m^3)	Retensi (Hari)	Cadangan (m^3)
1	PT. A	2.250	3 - 4	32.000	67	450	1	17.000	21	-	-	1.000
2	PT. B	956	3	16.400	55	2.600	5	3.936	14	1.280	4	1.000
3	PT. C	750	3 - 4	18.000	50 - 60	-	-	4.800	10 - 16	750	5 - 10	2.500
4	PT. D	1.350	3 - 4	21.600	50 - 60	-	-	9.600	10 - 16	750	5 - 10	3.500
5	PT. E	1.080	3 - 4	22.500	50 - 60	-	-	9.000	12 - 16	1.200	4 - 6	2.500
6	PT. F	1.040	3 - 4	30.000	50 - 60	-	-	12.000	12 - 16	1.260	4 - 6	2.500
7	PT. G	960	3 - 4	18.750	50 - 60	-	-	7.200	12 - 16	900	4 - 6	2.500
8	PT. H	1.125	3 - 4	15.000	50 - 60	-	-	4.800	12 - 16	750	5 - 10	2.500
9	PT. I	960	3 - 4	18.000	50 - 60	-	-	4.050	12 - 16	1.350	5 - 10	2.500
10	PT. J	1.080	3 - 4	6.000	50 - 60	-	-	3.000	12 - 16	1.200	5 - 10	2.500
11	PT. K	800	3 - 5	10.800	50 - 65	2.600	4 - 8	6.000	14	1.280	5 - 10	1.000
12	PT. L	900	3 - 5	15.000	55	2.600	5	8.100	14	900	4 - 7	1.000
13	PT. M	1.008	3 - 5	21.000	55 - 70	-	-	8.000	10 - 15	-	-	2.000

Analisis Faktor Internal

Matriks hasil analisis *Internal Factor Evaluasi (*IFE) pengolahan LCPKS menjadi energi listrik dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan penilaian responden terhadap faktor kunci internal diperoleh total skor IFE adalah 2,514. Hasil tersebut menunjukkan bahwa posisi strategi industri kelapa sawit di Provinsi Lampung berada pada posisi rata-rata dalam memanfaatkan kekuatan yang dimilikinya untuk menghadapi kelemahan internal.

Tabel 2. Matriks IFE Penanganan LCPKS menjadi Energi Listrik di Provinsi Lampung

No	Faktor Penentu	Bobot	Rating	Total Skor
Faktor Kukuatan				
A	PKS di Lampung telah memiliki unit pengolahan LCPKS dengan kapasitas yang cukup	0,095	3,67	0,350
B	Komitmen pimpinan PKS untuk mengikuti peraturan tentang lingkungan hidup cukup tinggi	0,106	4,00	0,425
C	Semua PKS telah memiliki SDM yang khusus dalam menangani LCPKS	0,102	3,50	0,356
D	LCPKS di Lampung memiliki potensi sebagai sumber energi (COD > 40.000 mg/L)	0,094	3,75	0,354
E	Semua PKS di Lampung memiliki lokasi yang tidak terlalu jauh dengan gardu jaringan PLN	0,097	3,17	0,308
Faktor Kelemahan				
F	Komitmen pimpinan perusahaan terhadap pemanfaatan LCPKS menjadi energi masih rendah	0,113	1,17	0,132
G	Biaya pengadaan teknologi pengolahan LCPKS menjadi biogas masih sangat tinggi	0,095	1,50	0,142
H	Belum semua pimpinan PKS di Lampung memahami Permen ESDM No 4 Tahun 2012	0,111	1,17	0,130
I	Belum ada contoh industri PKS yang menjual energi berbasis biogas ke PT PLN (Persero)	0,096	1,58	0,152
J	Utilitas PKS di Lampung masih rendah (kurang dari 60%)	0,089	1,83	0,164
	Jumlah	1		2,514

Alat perumusan strategi menggunakan Matriks IFE dapat digunakan untuk meringkas dan mengevaluasi kekuatan dan kelemahan suatu industri, termasuk industri kelapa sawit. Matriks IFE juga dapat memberikan dasar untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi hubungan diantara bidang-bidang fungsional tersebut, sehingga pemahaman yang baik mengenai faktor-faktor strategi internal yang dimasukkan lebih penting dibandingkan angkanya sendiri (Dyson, 2004).

Pada Tabel 2, dapat dilihat bahwa komitmen pimpinan PKS untuk mengikuti peraturan tentang lingkungan hidup merupakan kekuatan utama dengan jumlah skor 0,425. Hasil penelitian menunjukkan bahwa di Provinsi Lampung terdapat 13 unit PKS yang tersebar di lima kabupaten. Semua PKS telah mengikuti semua peraturan berkaitan dengan lingkungan hidup yang diwajibkan baik oleh pemerintah pusat maupun pemerintah daerah. Salah satu bukti bahwa PKS taat untuk mengikuti peraturan pemerintaah adalah semua PKS telah memiliki unit pengolahan limbah cair dan SDM yang khusus dalam menangani LCPKS.

Hal ini menjadi modal dasar yang positif jika pemerintah mentargetkan 60 % PKS memiliki fasilitas *methane capture* pada tahun 2022. Menurut Mahendra (2013), penyebab para pemilik PKS tidak membangun fasilitas *methane capture* adalah komitmen pemilik PKS yang rendah, tidak ada peraturan yang mewajibkan, dan biaya investasi yang mahal. Selain itu, insentif yang ditawarkan pemerintah kurang menarik dan persyaratannya terlalu sulit dipenuhi (Soerawidjaja, 2012).

Berdasarkan hasil analisis Matriks IFE, diketahui bahwa kelemahan utama adalah belum semua pimpinan PKS di Provinsi Lampung memahami Permen ESDM No 4 Tahun 2012. Permen tersebut berisi tentang mandatori dari pemerintah bahwa PT PLN (Persero) harus membeli energi listrik dari masyarakat yang berbahan baku biogas dengan harga Rp.975,-/kwh. Hal ini disebabkan oleh rendahnya komitmen pimpinan perusahaan terhadap pemanfaatan LCPKS menjadi energi listrik dan biaya pengadaan teknologi pengolahan LCPKS menjadi biogas masih sangat tinggi (Soerawidjaja, 2012).

Analisis Faktor Eksternal

Matriks hasil analisis EFE penanganan LCPKS menjadi energi listrik dapat dilihat pada Tabel 3. Pada tabel 3 tersebut dapat dilihat bahwa komitmen pemerintah

yang sangat tinggi untuk membeli energi berbasis limbah merupakan peluang yang sangat besar untuk dimanfaatkan oleh kalangan industri kelapa sawit di Provinsi Lampung. Hal ini didukung oleh mulai terbukanya peluang pasar terhadap biomasa berbasis kelapa sawit seperti cangkang dari biji kelapa sawit dan kebutuhan energi dunia dan dalam negeri belum tercukupi dan cenderung terus meningkat. Dalam rangka mendorong pengembangan tenaga listrik dari pembangkit yang menggunakan energi terbarukan termasuk biogas dan menata kembali pengaturan pembelian kelebihan tenaga listrik *(excess power)* dari masyarakat, maka pemerintah mengeluarkan Permen ESDM No 4 Tahun 2012. Permen tersebut menugaskan PT PLN (Persero) membeli kelebihan tenaga listrik *(excess power)* dari masyarakat yang menggunakan energi terbarukan dengan harga tertentu (Hutapea, 2012).

Industri kelapa sawit di Provinsi Lampung memiliki peluang sekaligus ancaman dalam implementasi penanganan LCPKS menjadi energi listrik. Matriks EFE dapat memberi penjelasan mengenai peluang dan ancaman yang dihadapi industri kelapa sawit dalam penanganan LCPKS menjadi energi listrik. Berdasarkan hasil analisis matriks EFE, diperoleh jumlah skor rata-rata untuk faktor kunci eksternal adalah sebesar 2,651 artinya kemampuan perusahaan untuk memanfaatkan peluang yang ada dan mengatasi ancaman-ancaman yang dihadapi oleh perusahaan berada pada kondisi menengah.

Faktor-faktor yang menjadi ancaman utama adalah belum adanya regulasi yang mewajibkan PKS melakukan penangkapan gas metan dari LCPKS dan pada tahap implementasi penjualan energi ke PLN (Persero) masih menemui banyak kendala (Soerawidjaja, 2012). Beberapa kendala penjualan energi listrik yang diproduksi oleh masyarakat ke PT Pertamina (Persero) antara lain tuntuan kontinyuitas dan biaya penyambungan dari pembangkit ke gardu induk PLN (Adhi, 2012).

Tabel 3. Matriks EFE Penanganan LCPKS menjadi Energi Listrik di Provinsi Lampung

No	Faktor Penentu	Bobot	Rating	Total Skor
Faktor Peluang				
A	Kebutuhan energi dunia dan dalam negeri belum tercukupi dan cenderung terus meningkat	0,097	3,17	0,309
B	Komitmen pemerintah untuk membeli energi berbasis limbah sangat tinggi	0,111	3,33	0,370
C	Komitmen dunia dan Indonesia untuk menurunkan emisi GRK	0,098	2,67	0,261
D	Mulai terbukanya peluang pasar terhadap biomasa berbasis kelapa sawit	0,101	3,25	0,329
E	Kampanye pemanfaatan energi yang bersumber dari energi terbarukan semakin kuat	0,095	2,67	0,252
Faktor Ancaman				
F	Subsidi pemerintah terhadap energi yang bersumber dari fosil masih tinggi	0,093	2,33	0,217
G	Keberlanjutan program CDM diragukan dan harga perdagangan karbon sangat rendah	0,089	2,58	0,230
H	Biaya pembangunan unit pengolahan LCPKS menjadi biogas masih mahal	0,107	2,50	0,267
I	Belum ada regulasi yang mewajibkan PKS melakukan penangkapan gas metan dari LCPKS	0,110	1,83	0,202
J	Pada tahap implementasi penjualan energi ke PLN (Persero) masih menemui banyak kendala.	0,099	2,17	0,214
	Jumlah	1		2,651

Berdasarkan dari perhitungan matriks IFE dan EFE diperoleh jumlah skor rata-rata sebesar 2,514 dan 2,651. Penggabungan antara nilai IFE dan EFE pada matriks IE akan menunjukkan posisi implementasi pemanfaatan LCPKS menjadi energi listrik berada pada sel ke lima (V) seperti yang terlihat pada Gambar 2.

Total Rata-rata Tertimbang IFE	Kuat (3,0 - 4,0)	Rata-rata (2,0 - 2,9)	Lemah (1,0 - 1,9)
Tinggi (3,0 - 4,0)	I	II	III
Sedang (2,0 - 2,9)	IV	V	VI
Rendah (1,0 - 1,9)	VII	VIII	IX

Gambar 2. Matriks IE (Internal-Eksternal)

Berdasarkan gambar matriks IE tersebut dapat diketahui bahwa pemanfaatan LCPKS menjadi energi listrik di Provinsi Lampung berada pada sel lima (V), sehingga strategi terbaik yang sebaiknya dilakukan adalah menjaga dan mempertahankan (*hold and maintain*) posisi yang selama ini sudah diraih. Kebijakan yang umum dari strategi ini adalah dengan melakukan penetrasi pasar dan mengembangkan produk baru. Artinya pemilik dan manajemen PKS harus mempertahankan posisinya dengan terus mengembangkan produknya, termasuk biogas dan biomasa yang lain.

Bentuk strategi yang dihasilkan pada matriks IE hanya menghasilkan strategi alternatif secara umum tanpa adanya implementasi yang lebih teknis pada perusahaan. Oleh karena itu, matriks IE dilengkapi juga oleh matriks SWOT yang berupa langkah-langkah kongkrit untuk dilakukan oleh perusahaan.

Analisis *Strength, Weakness, Opportunities*, dan *Threats* (SWOT)

Setelah melakukan analisis terhadap faktor internal dan eksternal, selanjutnya dapat diformulasikan alternatif strategi dengan menggunakan Matriks SWOT, yang merupakan kombinasi dari strategi kombinasi SO (*strengths-Opportunities*), ST (*Strenghts-Threats*), WO (*Weaknesses-Opportunities*) dan WT (*Weaknesses-Threats*) (Dyson, 2004). Perumusan strategi yang dibangun dengan menggunakan Matriks SWOT dapat dilihat pada Gambar 3.

IFAS / EFAS	Kekuatan (*Strengths*)	Kelemahan (*Weakness*)
	1. Komitmen PKS mengikuti peraturan yang berlaku cukup tinggi 2. Semua PKS telah memiliki SDM yang khusus menangani LCPKS 3. LCPKS berpotensi sebagai sumber energi listrik 4. Semua PKS telah memiliki unit pengolahan LCPKS 5. Lokasi PKS tidak terlalu jauh dengan gardu PLN	1. Belum semua pimpinan PKS memahami PERMEN ESDM No 4/ 2012 2. Komitmen PKS dalam memanfaatkan LCPKS menjadi energi rendah 3. Pengadaan teknologi biogas dari LCPKS masih mahal 4. Belum ada contoh PKS yang menjual energi listrik biogas ke PT PLN 5. Utilitas PKS terpakai masih rendah (< 50%)
Peluang (*Opportunities*) 1. Komitmen pemerintah membeli energi berbasis limbah sangat tinggi 2. Mulai terbukanya peluang pasar terhadap biomasa kelapa sawit 3. Kebutuhan energi belum mencukupi dan cenderung terus meningkat 4. Komitmen Indonesia untuk menurunkan emisi GRK 5. Kampanye pemanfaatan energi terbarukan semakin kuat	Strategi SO SO-1: Pembuatan regulasi yang mewajibkan semua PKS memanfaatkan energi listrik yang bersumber dari biogas ~~LCPKS~~ (POME) SO-2: Mendorong peningkatan infrastruktur yang menunjang bisnis biomasa berbasis kelapa sawit	Strategi WO WO-1: Sosialisasi PERMEN ESDM No 4/ 2012 kepada para pengambil keputusan di PKS WO-2: Pembuatan contoh pemanfaatan LCPKS menjadi biogas dan energi listriknya dibeli PT PLN (Persero)
Ancaman (*Threaths*) 1. Belum ada regulasi penangkapan gas metana dari LCPKS 2. Implementasi penjualan energi ke PLN masih banyak kendala. 3. Subsidi pemerintah terhadap energi fosil masih tinggi 4. Keberlanjutan CDM diragukan dan harganya terus melemah 5. Biaya pembangunan Biogas dari LCPKS masih mahal	Strategi ST Pembuatan petunjuk pelaksanaan yang akomodatif tentang penjualan energi listrik berbasis biogas ke PT PLN (Persero)	Strategi WT Pengembangan teknologi biogas berbasis LCPKS yang murah untuk digunakan kepentingan sendiri

Keterangan :
IFAS : Internal Strategic Factors Analysis Summary
EFAS : External Strategic Factors Analysis Summery

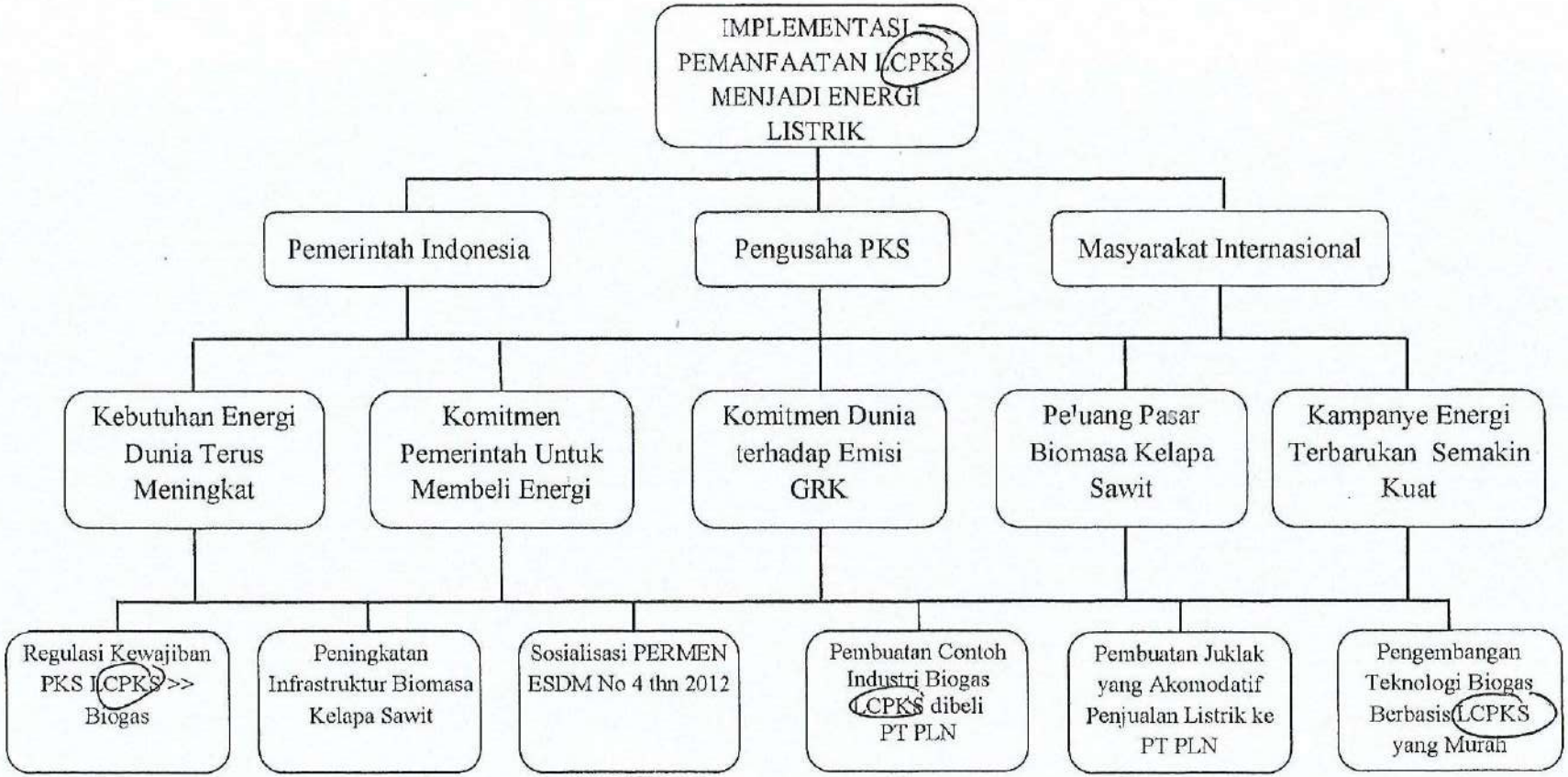
Gambar 3. Matriks SWOT Implementasi Pemanfaatan LCPKS menjadi Energi Listrik di Provinsi Lampung

Dari analisis Matriks SWOT diperoleh enam jenis alternative strategi yang dapat dijelaskan sebagai berikut :

1) Strategi *Strengths-Opportunity* (SO); Strategi SO adalah strategi menggunakan kekuatan yang dimiliki untuk memanfaatkan peluang yang ada. Berdasarkan dari kekuatan dan peluang yang diperoleh, maka strategi yang sebaiknya dilakukan adalah (a) pembuatan regulasi yang mewajibkan semua PKS memanfaatkan energi listrik yang bersumber dari biogas LCPKS (POME) dan (b) Mendorong peningkatan infrastruktur yang menunjang bisnis biomasa berbasis kelapa sawit
2) Strategi *Weakness-Opportunity* (WO); Strategi WO adalah strategi yang meminimalkan kelemahan untuk memanfaatkan peluang. Strategi WO yang dapat digunakan yaitu (a) sosialisasi PERMEN ESDM No 4/ 2012 kepada para pengambil keputusan/pimpinan PKS dan (b) Pembuatan contoh pemanfaatan LCPKS menjadi biogas dan energi listriknya dibeli PT PLN (Persero).
3) Strategi *Strengths-Threats* (ST); Strategi ST yaitu strategi memanfaatkan kekuatan untuk menghindari ancaman. Strategi ST pertama yang dapat dilakukan adalah pembuatan petunjuk pelaksanaan yang akomodatif tentang penjualan energi listrik berbasis biogas ke PT PLN (Persero).
4) Strategi *Weakness-Threats* (WT); Strategi WT merupakan strategi untuk mengurangi kelemahan dan menghindari ancaman. Strategi yang bisa diambil yaitu pengembangan teknologi biogas berbasis LCPKS yang murah untuk digunakan kepentingan sendiri

Analisis *Analytical Hierarchy Process (AHP)*

Hasil analisis SWOT menunjukkan bahwa terdapat enam alternatif strategi yang perlu dilakukan untuk implementasi pemanfaatan LCPKS menjadi energi listrik di Provinsi Lampung. Penentuan skala prioritas strategi dilakukan dengan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)*. Beberapa keuntungan metode AHP antara lain dapat diterapkan untuk memecahkan problema-problema yang terukur maupun yang memerlukan suatu *judgment* (Saaty, 2000 dan Wang *et al.*, 2011). Struktur hirarki strategi implementasi pemanfaatan LCPKS menjadi energi listrik dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Struktur Hirarki Implementasi Pemanfaatan LCPKS menjadi Energi Listrik

Keterangan :

a. Regulasi Kewajiban PKS LCPKS >> Biogas : pembuatan regulasi yang mewajibkan semua PKS memanfaatkan energi listrik yang bersumber dari biogas LCPKS.
b. Peningkatan Infrastruktur Biomasa Kelapa Sawit : Mendorong peningkatan infrastruktur yang menunjang bisnis biomasa berbasis kelapa sawit.
c. Sosialisasi PERMEN ESDM 4 thn 2012 : Sosialisasi PERMEN ESDM No 4/ 2012 kepada para pengambil keputusan/ pimpinan PKS
d. Pembuatan Contoh Industri Biogas LCPKS dibeli PT PLN : Pembuatan contoh pemanfaatan LCPKS menjadi biogas dan energi listriknya dibeli PT PLN (Persero).
e. Pembuatan Juklak yang Akomodatif Penjualan Listrik ke PT PLN : pembuatan petunjuk pelaksanaan yang akomodatif tentang penjualan energi listrik berbasis biogas ke PT PLN (Persero).
f. Pengembangan Teknologi Biogas Berbasis LCPKS : pengembangan teknologi biogas berbasis LCPKS yang murah untuk digunakan kepentingan sendiri.

Aktor yang berperan penting dalam penentuan strategi implementasi pemanfaatan LCPKS menjadi energi listrik adalah Pemerintah Indonesia, Pengusaha PKS, dan Masyarakat Internasional (Tabel 4). Hasil analisis menunjukkan bahwa dari ketiga aktor tersebut pengusaha PKS menempati prioritas pertama dengan bobot 51,46 %. Keberhasilan implementasi pemanfaatan LCPKS menjadi energi listrik sangat tergantung pada komitmen pengusaha PKS (Mahendra, 2013). Hal ini karena pengusaha PKS sebagai subjek sekaligus sebagai objek dalam pelaksanaan. Pemerintah Indonesia sebagai aktor juga memiliki peran yang penting yaitu sebagai regulator. Peraturan yang dikeluarkan Pemerintah Indonesia dapat memaksa pengusaha PKS untuk mebangun fasilitas *methane capture*. Sedangkan Masyarakat Internasioal yang mencakup LSM penggiat lingkungan dan konsumen, perannya paling kecil, hal ini karena peran yang dimiliki tidak mengikat secara langsung.

Tabel 4. Aktor dalam Strategi Implementasi Pemanfaatan LCPKS menjadi Energi Listrik

Aktor	Bobot (%)	Prioritas
Pengusaha Pabrik Kelapa Sawit	51,46	I
Pemerintah Indonesia	40,12	II
Masyarakat Internasional	8,42	III

- Bagaimana dengan polisi ?
- LSM ?
- Pemilik ?

Analisis faktor-faktor yang berpengaruh dalam penentuan strategi implementasi pemanfaatan LCPKS menjadi energi listrik didasarkan pada analisis SWOT. Tabel 5 menunjukkan bahwa faktor yang paling berpengaruh adalah komitmen pemerintah untuk membeli energi berbasis limbah sangat tinggi. Menurut Hutapea (2012), komitmen pemerintah dituangkan dalam berbagai bentuk regulasi, antara lain : (1) Undang-Undang No. 30 Tahun 2007 tentang Energi; (2) Peraturan Presiden No. 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional; (3) Instruksi Presiden No. 1 Tahun 2006 tentang Penyediaan dan Pemanfaatan Bahan bakar Nabati (Biofuel) sebagai Bahan Bakar Lain; (4) Penyesuaian harga terhadap harga pembelian tenaga listrik oleh PT PLN (Persero) dari pembangkit tenaga listrik yang menggunakan energi terbarukan skala kecil dan menengah atau kelebihan tenaga listrik.

Tabel 5. Faktor penentu dalam Strategi Implementasi Pemanfaatan LCPKS menjadi Energi Listrik

	Faktor Penentu	**Bobot (%)**	**Prioritas**
A	Komitmen pemerintah untuk membeli energi berbasis limbah sangat tinggi	24,33	I
B	Mulai terbukanya peluang pasar terhadap biomasa berbasis kelapa sawit	21,64	II
C	Kebutuhan energi dunia dan dalam negeri belum tercukupi dan cenderung terus meningkat	20,29	III
D	Komitmen dunia dan Indonesia untuk menurunkan emisi GRK	17,13	IV
E	Kampanye pemanfaatan energi yang bersumber dari energi terbarukan semakin kuat	16,60	V

Hasil analisis AHP menunjukkan bahwa strategi yang menjadi prioritas pertama adalah pembuatan regulasi yang mewajibkan semua PKS memanfaatkan energi listrik yang bersumber dari biogas LCPKS. Mahendra (2013) menyatakan bahwa pemanfaatan LCPKS menjadi energi listrik akan berdampak positif terhadap industri kelapa sawit nasional. Dampak positif yang dapat diperoleh adalah (1) pengurangan emisi gas rumah kaca dari gas metan, (2) penghematan energi,

walaupun industri kelapa sawit saat ini merupakan industri surplus energi, (3) penghilangan dampak negatif lainnya seperti bau tidak sedap, dan (4) memunculkan peluang bisnis baru, yaitu produksi dan distribusi biogas. Rekapitulasi hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Penentuan Skala Prioritas Strategi Implementasi Pemanfaatan LCPKS menjadi Energi Listrik

Strategi Implementasi Pemanfaatan LCPKS menjadi Energi Listrik	Bobot Gabungan	Prioritas
Pembuatan regulasi yang mewajibkan semua PKS memanfaatkan energi listrik yang bersumber dari biogas LCPKS	0,2782	I
Mendorong peningkatan infrastruktur yang menunjang bisnis biomasa berbasis kelapa sawit	0,2006	II
Pembuatan petunjuk pelaksanaan yang akomodatif tentang penjualan energi listrik berbasis biogas ke PT PLN (Persero).	0,1624	III
Pembuatan contoh pemanfaatan LCPKS menjadi biogas dan energi listriknya dibeli PT PLN (Persero).	0,1328	IV
Pengembangan teknologi biogas berbasis LCPKS yang murah untuk digunakan kepentingan sendiri	0,1148	V
Sosialisasi PERMEN ESDM No 4/ 2012 kepada para pengambil keputusan/ pimpinan PKS	0,1115	VI

Suharto (2013) menyatakan bahwa Pemerintah Indonesia melalui ISPO (*Indonesian Sustainable Palm Oil*) mentargetkan semua pabrik kelapa sawit Indonesia harus memiliki fasilitas *methane capture* pada tahun 2020. Lebih lanjut Mahendra (2013) menyatakan bahwa pembuatan fasilitas *methane capture* sangat tergantung pada komitmen pemilik perusahaan, sehingga pembuatan regulasi yang mengikat sangat diperlukan untuk mempercepat target pemerintah.

Tabel 4 juga menunjukkan bahwa prioritas strategi kedua adalah mendorong peningkatan infrastruktur yang menunjang bisnis biomasa berbasis kelapa sawit. Kelapa sawit sebagai sumber energi belum tergali secara maksimum. Potensi sumber energi dari kelapa sawit antara lain cangkang, sabut buah, dan batang kelapa sawit. Karakteristik energi yang berasal dari biogas LCPKS memiliki potensi untuk

digunakan PKS itu sendiri, sedangkan biomasa yang lain memiliki potensi untuk dijual. Oleh karena itu, peningkatan infrastruktur yang menunjang bisnis biomasa berbasis kelapa sawit penting untuk ditingkatkan.

Pembuatan petunjuk pelaksanaan yang akomodatif tentang penjualan energi listrik berbasis biogas ke PT PLN (Persero) menempati prioritas ketiga. Strategi tersebut berkaitan dengan kenyataan di lapangan bahwa sampai saat ini belum ada PKS yang memproduksi biogas dan kelebihan energinya di jual ke PT PLN (Persero). Walaupun sudah ada PERMEN ESDM No 4 tahun 2012 yang menyatakan bahwa PT PLN (Persero) wajib membeli energi listrik berbasis biogas LCPK seharga Rp.975,-/kwh tetapi kenyataan di lapangan masih manyak masalah (Kementerian ESDM, 2012). Mahendra (2013) menyatakan bahwa selama ini energi listrik yang dihasilkan dari pabrik biogas PTPN V Unit Tandun masih digunakan untuk kepentingan sendiri, belum dijual ke PT PLN (Persero).

Adhi (2012) menyatakan bahwa beberapa kendala penjualan kelebihan energi listrik dari biogas limbah pertanian antara lain (1) *capital cost* yang tinggi untuk mesin pembangkit dengan performa tinggi, (2) kontinyuitas dan kuantitas pasokan energi yang tidak stabil, (3) pembiayaan pembangunan infrastruktur dari pembangkit ke gardu induk PLN belum jelas siapa yang bertanggungjawab.

Dari Tabel 5 juga dapat dilihat bahwa strategi pengembangan teknologi biogas berbasis LCPKS yang murah untuk digunakan kepentingan sendiri menempati prioritas kelima. Hal ini mungkin terjadi karena pemilik perusahaan lebih senang membeli teknologi yang sudah ada dari pada mengembangkan teknologi sendiri. Hasanudin (2013) menyatakan bahwa sebagian besar teknologi biogas dari limbah hasil pertanian berasal dari luar negeri.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Strategi yang menjadi prioritas utama untuk implementasi pemanfaatan LCPKS menjadi energi listrik adalah (1) Pembuatan regulasi yang mewajibkan semua PKS memanfaatkan energi listrik yang bersumber dari biogas LCPKS (POME), (2) Mendorong peningkatan infrastruktur yang menunjang bisnis biomasa

berbasis kelapa sawit, dan (3) Pembuatan petunjuk pelaksanaan yang akomodatif tentang penjualan energi listrik berbasis biogas ke PT PLN (Persero).

Saran

Diperlukan regulasi pemerintah tentang (1) pengaturan pembangunan pabrik kelapa sawit terutama PKS yang tidak memiliki kebun kelapa sawit sendiri dan (2) batas maksimum emisi gas rumah kaca yang berasal dari unit pengolahan LCPKS. Diperlukan petunjuk pelaksanan yang lebih detil tentang PERMEN ESDM No 4 tahun 2012. Sosialisasi yang lebih luas tentang insentif-insentif yang diberikan pemerintah kepada badan usaha atau perseorangan yang melakukan proses pengolahan limbah menjadi energi listrik perlu dilakukan secara menyeluruh dan kontinyu.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ditjen Dikti Depdikbud atas bantuan finansial penelitian ini melalui skim Pemprinas MP3EI Tahun 2012. Terima kasih juga disampaikan kepada seluruh pimpinan perusahaan yang memiliki ke-13 PKS di Provinsi Lampung, dan kepeda Direksi dan Pimpinan PTPN V, atas bantuan data, informasi dan diskusi. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada Laboratorium Pengolahan Limbah Agroindustri, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung dan Laboratorium Analisis Politeknik Negeri Lampung.

DAFTAR PUSTAKA

Adhi AC. 2012. Pemanfaatan Pembangkit Bioenergi Untuk Mengurangi Penggunaan BBM dan Peningkatan Akses Listrik. *Lokakarya Analisis dan Evaluasi Program Bioenergi Dirjen EBTK Kementerian ESDM.* Bandar Lampung. 10-11 September 2012.

Amiri MP. 2010. Project selection for oil-fields development by using the AHP and fuzzy TOPSIS methods. *Expert Systems with Applications* 37: 6218-6224.

Dyson RG. 2004. Strategic development and SWOT analysis at the University of Warwick. *European Journal of Operational Research* 152: 631-640.

Gorener AK, Toker K, Ulucay K. 2012. Application of Combined SWOT and AHP: A Case Study for a Manufacturing Firm. *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 58: 1525-1534.

Hasanudin U. 2013. Potensi Penyediaan Energi dari Limbah Industri Sawit, Tepung Tapioka, dan Peternakan. *Lokakarya Ikatan Ahli Bioenergi Indonesia (IKABI)*. Bogor. 10-11 Juni 2013.

Hutapea M. 2012. Capaian Pengembangan Bioenergi. *Lokakarya Analisis dan Evaluasi Program Bioenergi Dirjen EBTK Kementerian ESDM*. Bandar Lampung. 10-11 September 2012.

Khemkhao M, Nuntakumjorn M, Techkarnjanaruk S, Phalakornkule C. 2012. UASB Performance and Microbial Adaptation During A Transition From Mesophilic To Thermophilic Treatment Of Palm Oil Mill Effluent. *Journal of Environmental Management* 103: 74-82.

Mahajoeno E, Bibiana WL, Surjono HS, Siswanto. 2008. Potensi Limbah Cair Pabrik Minyak Kelapa Sawit untuk Produksi Biogas. *Biodiversitas* 9: 48-52.

Mahendra B. 2013. Methane Capture Utilization for Power Plant. *International Conference and Exhibition on Palm Oil 2013*. JICC Jakarta. 7-9 May 2013.

Poh P.E. and M.F. Chong. **2009**. Development of anaerobic digestion methods for palm oil mill effluent (POME) treatment. *Bioresource Technology*. *100*: 1-9

Porteous A. 1998. Energy from Waste: A Wholly Acceptable Waste-management Solution. Applied Energy 58: 177-208

Saaty TL, Peniwati K, Shang JS. 2007. The analytic hierarchy process and human resource allocation: Half the story. *Mathematical and Computer Modelling* 46: 1041-1053.

Soerawidjaja HT. 2012. Pengembangan Kemampuan dalam Negeri untuk Mendukung Kemandirian Energi Berbasis Sumber Daya Hayati. *Lokakarya Analisis dan Evaluasi Program Bioenergi Dirjen EBTK Kementerian ESDM*. Bandar Lampung. 10-11 September 2012.

Suharto R. 2013. Indonesian Sustainable Palm Oil and The Environment Criteria. *Regional Conference and Workshop of LCA Agrifood Asia 2013*. Jakarta. 24-26 June 2013.

Sulaiman F, Abdullah N, Gerhauser H, Shariff A. 2011. An outlook of Malaysian energy, oil palm industry and its utilization of wastes as useful resources. *Biomass and bioenergy* 35: 3775-3786.

The U.S. Environmental Protection Agency. 2012. Notice of Data Availability Concerning Renewable Fuels Produced From Palm Oil Under the RFS Program. EPA-HQ-OAR-2011-0542; FRL-9608-8.

Ting WT, Bing CX, Li JQ. 2011. AHP-Based Capacity Evaluation of Enterprise Development. *Procedia Engineering* 15: 4693-4696.

Yacob S., Mohd A. Hassan, Y. Shirai, M. Wakisaka, S. Subash. 2006. Baseline study of methane emission from anaerobic ponds of palm oil mill effluent treatment. *Science of the Total Environment* 366: 187-196.

Yuan H. 2013. A SWOT analysis of successful construction waste management. *Journal of Cleaner Production* 39: 1-8.