

**HALAMAN PENGESAHAN
PENPRINAS MP3EI**

Judul Kegiatan : INOVASI PENGEMBANGAN AGROINDUSTRI KELAPA SAWIT DALAM RANGKA OPTIMASI NILAI TAMBAH

Kode>Nama Rumpun Ilmu : 163 / Teknologi Pertanian

Fokus Koridor : Sumatera

Ketua Peneliti

A. Nama Lengkap : AGUS HARYANTO

B. NIDN : 0027056503

C. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala

D. Program Studi : Teknik Pertanian

E. Nomor HP : 081379078674

F. Surel (e-mail) : agusharyanto@unila.ac.id

Anggota Peneliti (1)

A. Nama Lengkap : Dr. Eng. Ir. UDIN HASANUDDIN M.T

B. NIDN : 0006016403

C. Perguruan Tinggi : UNIVERSITAS LAMPUNG

Anggota Peneliti (2)

A. Nama Lengkap : Ir. RIBUT SUGIHARTO M.Sc.

B. NIDN : 0014036603

C. Perguruan Tinggi : UNIVERSITAS LAMPUNG

Institusi Mitra

A. Nama Institusi Mitra :

B. Alamat :

C. Penanggung Jawab :

Lama Penelitian Keseluruhan : 3 Tahun

Penelitian Tahun ke : 2

Biaya Penelitian Keseluruhan : Rp 487.500.000,00

Biaya Tahun Berjalan : - diusulkan ke DIKTI Rp 140.000.000,00
- dana internal PT Rp 0,00
- dana institusi lain Rp 0,00
- inkind sebutkan 0

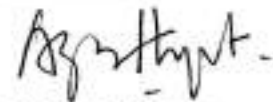
Mengetahui
Ketua Lembaga Penelitian



(Dr. Eng. Admi Syarif)



NIP/NIK 196703011992031003

Bandar Lampung, 27 - 11 - 2013,
Ketua Peneliti,



(AGUS HARYANTO)
NIP/NIK 196505271993031002

Menyetujui,
Rektor



Prof. Dr. Ir. Sugeng P. Harianto, M.S)

NIP/NIK 195809231982111001

Tema: Kelapa Sawit

LAPORAN AKHIR

PENELITIAN STRATEGIS NASIONAL
MASTERPLAN PERCEPATAN DAN PERLUASAN
PEMBANGUNAN EKONOMI INDONESIA 2011 – 2025
(PENTRANAS MP3EI 2011 - 2025)

Program : 2013

TEMA KORIDOR:

SENTRA PRODUKSI DAN PENGOLAHAN HASIL BUMI DAN
LUMBUNG ENERGI NASIONAL

JUDUL

INOVASI PENGEMBANGAN AGROINDUSTRI KELAPA SAWIT
DALAM RANGKA OPTIMASI NILAI TAMBAH
(IMPLEMENTASI KONSEP ZERO EMISSION PADA INDUSTRI KELAPA SAWIT)

Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P
Dr. Ir. Udin Hasanudin, M.T
Ir. Ribut Sugiharto, M.Sc

Kontrak Nomor : 656b/UN26/8PL/2013
Tanggal 2 September 2013

UNIVERSITAS LAMPUNG

NOVEMBER 2013

RINGKASAN

Kegiatan penelitian MP3EI tahun kedua ini dilakukan dengan target terjalin mitra dengan industri atau pabrik pengolah kelapa sawit (PPKS). Penjajagan awal telah dilakukan dengan PPKS Rejosari, Kecamatan Natar, Kabupaten Lampung Selatan yang berada di bawah manajemen PTPN VII. Rencananya kerjasama tripartite (PTPN VII – BPPT Pusat – Unila) dengan membangun instalasi digester biogas skala semi-komersial. Kerjasama belum bisa berlanjut karena adanya wacana penggabungan PPKS Rejosari dan PPKS Bekri agar pabrik dapat beroperasi secara maksimal.

Sehubungan dengan ini penelitian pemanfaatan limbah cair pengolahan kelapa sawit (POME) akhirnya dilaksanakan pada skala pilot menggunakan digester (reaktor) kapasitas 5 m³ yang ada di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Lampung. Penelitian ditujukan untuk mengetahui produktivitas dan kualitas biogas dari limbah cair kelapa sawit. Biogas yang dihasilkan, setelah melewati unit purifikasi, selanjutnya akan dicoba untuk digunakan sebagai bahan bakar genset kapasitas 1 kW.

Hingga saat ini penelitian dan pengukuran masih berjalan. Beberapa luaran yang sudah diperoleh adalah:

1. *Laporan Kajian Pendahuluan Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Unit Usaha Rejosari Menjadi Biogas Serta Pemanfaatannya Untuk Pemberdayaan Masyarakat Sekitar Pabrik.*
2. Draft “book chapter” berjudul *Sustainable Wastewater Management in Palm Oil Mills*
3. Presentasi pada *The Joint Workshop on Industrial Cooperation between Korea and Indonesia* di Bali, 6-8 November 2013.

PRAKATA

Puji syukur dipanjatkan ke hadirat Tuhan yang maha kuasa yang telah memberikan rahmat dan kesehatan sehingga Tim Penelitian MP3EI berhasil melaksanakan tugasnya.

Pada saat Laporan Akhir ini dibuat, Tim Penelitian telah mulai mengoperasikan digester biogas skala pilot kapasitas 5 m³ dengan substrat limbah cair PPKS Bekri. Belum banyak hasil yang bisa dilaporkan karena mulainya sudah terlambat akibat proses pencairan dana yang sangat lama.

Atas terlaksananya kegiatan ini Tim Pelaksana menghaturkan terima kasih kepada Ketua LP Unila yang telah memfasilitasi kegiatan ini. Ucapan terima kasih dan penghargaan juga disampaikan kepada PTPN VII Unit PPKS Bekri yang memberikan izin kepada kami menggunakan limbah cairnya dalam penelitian ini. Kepada teknisi kami (Joko Sugiono) yang telah membantu pelaksanaan di lapangan disampaikan pula ucapan serupa.

Akhirnya, semoga laporan ini ada manfaatnya.

Bandar Lampung, November 2013

Tim Penelitian MP3EI

DAFTAR ISI

	Hal.
HALAMAN PENGESAHAN	ii
RINGKASAN	iii
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	3
BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	13
BAB 4. METODE PENELITIAN	14
BAB 5. HASIL YANG DICAPAI	15
BAB 6. RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA	18
BAB 7. KESIMPULAN DAN SARAN	19
DAFTAR PUSTAKA	20
LAMPIRAN	21

DAFTAR TABEL

	Hal.
Tabel 1. Luas areal perkebunan (Ha) berdasarkan kepemilikan	3
Tabel 2. Produksi CPO (ribu ton) dan inti sawit Indonesia tahun 2004 s/d 2012	4
Tabel 3. Produksi minyak sawit dunia (juta ton)	5

DAFTAR GAMBAR

	Hal.
Gambar 1. Rantai nilai tambah industri kelapa sawit dari mulai perkebunan, penggilingan, penyulingan, dan pengolahan kelapa sawit di industri hilir	5
Gambar 2. Diagram dan keseimbangan masa proses pengolahan kelapa sawit dengan kapasitas 40 ton TBS/jam	6
Gambar 3. Pohon industri kelapa sawit.....	7
Gambar 4. Pemanfaatan limbah biomassa di agro-industri kelapa sawit.....	8
Gambar 5. Pembangkit Listrik Tenaga Uap Listrindo Kencana (Bangka) menggunakan bahan bakar limbah padat kelapa sawit (cangkang, fiber, dan janjang kosong)	8
Gambar 6. Pemanfaatan TKS untuk mulsa di perkebunan kelapa sawit.....	9
Gambar 7. Pembuatan kompos dari tandan kosong kelapa sawit	10
Gambar 8. Pemanfaatan air limbah kelapa sawit untuk mengairi kebun kelapa sawit (land application)	10
Gambar 9. Digester biogas tipe covered lagoon berukuran 50 m x 110 m dengan kedalaman 6,5 m di PKS Tandun, PTPN V Riau, menjadi sumber bahan bakar PLT Biogas dengan kapasitas 1 MW	11
Gambar 10. Budidaya algae skala pilot di PTPN VII UU Bekri	12
Gambar 11. Pengisian sludge ke tangki untuk diangkat dari PKS Bekri ke Unila	16
Gambar 12. Pengisian bak digester	17

DAFTAR LAMPIRAN

	Hal.
Lampiran 1. Draft artikel ilmiah	20
Lampiran 2. Kopi presentasi	41
Lampiran 3. Laporan Kajian Pendahuluan Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Unit Usaha Rejosari Menjadi Biogas Serta Pemanfaatannya Untuk Pemberdayaan Masyarakat Sekitar Pabrik	58

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kelapa sawit sebagai tanaman penghasil minyak sawit dan inti sawit merupakan salah satu primadona tanaman perkebunan yang menjadi sumber penghasil devisa non migas bagi Indonesia. Perkembangan industri kelapa sawit di Indonesia yang begitu cepat sangat dipengaruhi oleh permintaan dunia yang sangat besar akan produk-produk kelapa sawit khususnya untuk keperluan pangan (minyak dan lemak).

Perkembangan kelapa sawit dimulai dari pulau Sumatera, kemudian tersebar ke Kalimantan, Sulawesi, dan Papua. Di Sumatera, kegiatan ekonomi utama kelapa sawit memberikan kontribusi ekonomi yang besar. Dimana 70 persen lahan penghasil kelapa sawit di Indonesia berada di Sumatera dan membuka lapangan pekerjaan yang luas. Sekitar 42 persen lahan kelapa sawit dimiliki oleh petani kecil. Perkembangan industri kelapa sawit sangat berperan besar dalam pertumbuhan daerah-daerah terpencil dan telah meningkatkan standar hidup penduduk pedesaan.

Kelapa sawit adalah sumber minyak nabati terbesar yang dibutuhkan oleh banyak industri di dunia. Permintaan kelapa sawit dunia terus mengalami pertumbuhan sebesar 5 persen per tahun. Indonesia memproduksi sekitar 43 persen dari total produksi minyak mentah sawit (Crude Palm Oil/CPO) di dunia, dengan pertumbuhan produksi kelapa sawit di Indonesia yang sebesar 7,8 persen per tahun.

Disamping pertumbuhan produksi kelapa sawit Indonesia yang cukup tinggi, industri kelapa sawit Indonesia masih menghadapi banyak kendala yang menyebabkan produktivitas masih relatif rendah dan kapasitas industri pengolahan lanjut dalam mata rantai industri kelapa sawit, yang meliputi penyulingan, fraksinasi, oleo kimia, dan biodiesel, masih kurang memadai. Produktivitas kebun kelapa sawit di Indonesia saat ini hanya sekitar 3,8 ton minyak/ha per tahun, padahal potensinya bias mencapai 7 ton/ha per tahun. Saat ini beberapa upaya telah dilakukan untuk meningkatkan produktivitas tersebut, antara lain melalui peningkatan penggunaan pupuk organik/kompos tandan kosong kelapa sawit. Upaya ini mempunyai prospek yang baik tetapi belum ada data hasil penelitian yang akurat. Evaluasi terhadap peningkatan produktivitas dan aspek keberlanjutannya juga perlu dilakukan.

Selain itu, saat ini industri kelapa sawit di Indonesia masih bertumpu pada menghasilkan produk utama berupa CPO. Pengembangan produk turunan CPO masih terkendala pada berbagai aspek; teknologi, ekonomi, dan pasar.

Pemanfaatan limbah atau hasil samping agroindustri kelapa sawit sampai saat ini juga belum optimal. Potensi energi dari air limbah sampai saat ini belum dimanfaatkan, padahal selain dapat menghasilkan energi terbarukan juga dapat mengurangi emisi gas rumah kaca (GRK) yang menjadi salah satu titik lemah agroindustri kelapa sawit di dunia internasional, khususnya Eropa, Amerika, Jepang, dan Australia.

Pemetaan tentang potensi agroindustri kelapa sawit dilihat dari sisi efisiensi pemanfaatan sumber daya alam (biomas), penguasaan teknologi dari hulu sampai hilir, dan sebaran sumber daya manusia ahli di bidang tersebut sangat diperlukan dalam rangka merumuskan kebijakan secara komprehensif untuk mencari terobosan baru/inovasi dalam pengembangan agroindustri kelapa sawit di Sumatera. Diharapkan langkah strategis ini dapat meningkatkan nilai tambah yang dapat dihasilkan oleh petani dan agroindustri kelapa sawit.

Hasil penelitian tahun pertama (2012) menunjukkan bahwa aplikasi pemanfaatan limbah sawit sebagai bahan baku untuk industri lain sangatlah memungkinkan. Teknologi pemanfaatan limbah tersedia di pasar dan beberapa industri pengolahan sawit telah mengaplikasikan pemanfaatan limbah itu untuk memperoleh nilai tambah. Pertanyaan yang muncul kemudian adalah seberapa dampak aplikasi teknologi pemanfaatan limbah industri kelapa sawit ini dari sudut pandang ekonomi, sosial, dan lingkungan? Jika tersedia jawaban ini secara numerik, akan mudahnya bagi pelaku industri kelapa sawit untuk pengambilan keputusan. Sehubungan dengan ini maka tujuan penelitian pada tahun kedua (2013) adalah menerapkan konsep “Zero Emission” pada proses produksi kelapa sawit yang dilanjutkan dengan evaluasi teknis ekonomi dan lingkungan terhadap aplikasi konsep “Zero Emission” tersebut.

BAB 2. STUDI PUSTAKA

2.1. Perkembangan Kelapa Sawit

Kelapa sawit merupakan salah satu tanaman perkebunan yang berperan penting bagi sub sektor perkebunan di Indonesia. Industri sawit berkembang pesat dengan dukungan pertumbuhan perkebunan yang sangat pesat pula hingga mencapai lebih dari 6,3 juta hektar yang terdiri dari sekitar 60% yang diusahakan oleh perkebunan besar dan 40% oleh perkebunan rakyat. Pertumbuhan pesat juga terjadi pada ke dua jenis perusahaan yaitu perkebunan besar dan perkebunan rakyat. Sampai dengan tahun 2007 tercatat 965 perusahaan dengan luas perkebunan 3,753 juta hektar yang dimiliki oleh perkebunan negara swasta nasional dan asing, sementara perkebunan rakyat telah mencapai 2,565 juta hektar, seperti yang terlihat pada Tabel 1. Pengembangan komoditas kelapa sawit telah membuka kesempatan bagi petani untuk lebih meningkatkan pendapatannya serta menciptakan lapangan kerja baru.

Tabel 1. Luas areal perkebunan (Ha) berdasarkan kepemilikan.

Tahun	Rakyat	Negara	Swasta	Total
2006	2.536.508	692.204	3.056.248	6.284.960
2007	2.752.173	685.087	3.416.656	6.853.916
2008	2.881.899	626.666	3.825.142	7.333.707
2009	3.061.412	651.216	4.236.671	7.949.389
2010	3.387.258	658.492	4.503.078	8.548.828
2011	3.468.552	676.823	4.629.319	8.774.694
2012*	3.536.487	688.957	4.717.989	8.943.433

Keterangan: * Angka estimasi (Sumber: BPS, 2012)

Peningkatan perusahaan komoditas kelapa sawit oleh petani merupakan suatu perkembangan yang luar biasa mengingat pada awal pengenalannya hanya seluas 3.125 hektar pada tahun 1979 atau hanya sekitar 1,20% dari total perkebunan sawit yang ada ketika itu. Kelapa sawit di Indonesia diolah menjadi minyak sawit kasar atau *crude palm oil* (CPO) dan minyak inti sawit atau palm kernel oil (PKO). Menurut Ditjen Perkebunan (2005), industri yang mengolah tandan buah segar (TBS) kelapa sawit menjadi CPO dan PKO terus mengalami peningkatan yang sejalan dengan peningkatan luas areal tanam dan produksi kelapa sawit seperti ditunjukkan pada Tabel 2. Sampai dengan saat ini, unit pengolahan CPO

di Indonesia mencapai sekitar 320 unit dengan kapasitas olah sekitar sebanyak lebih dari 17.000 ton TBS/jam. Sumatera sebagai sentra produksi kelapa sawit di Indonesia menyumbang 70% dari total produksi nasional.

Tabel 2. Produksi CPO (ribu ton) dan inti sawit Indonesia tahun 2004 s/d 2012.

Tahun	CPO	Inti Sawit
2006	16.569.927	3.428.700
2007	17.796.374	4.017.477
2008	19.400.794	4.379.963
2009	21.390.326	4.829.123
2010	22.496.853	5.077.818
2011	22.899.108	5.169.555
2012*	23.471.238	5.298.136

Keterangan: * : Angka estimasi (Sumber: BPS, 2012).

Indonesia kini merupakan penghasil utama minyak kelapa sawit di dunia, mencapai 25,40 juta ton atau sekitar 48,6 % dari total produksi minyak sawit dunia (Tabel 3). Indonesia bersama Malaysia menghasilkan sekitar 80% minyak sawit dunia.

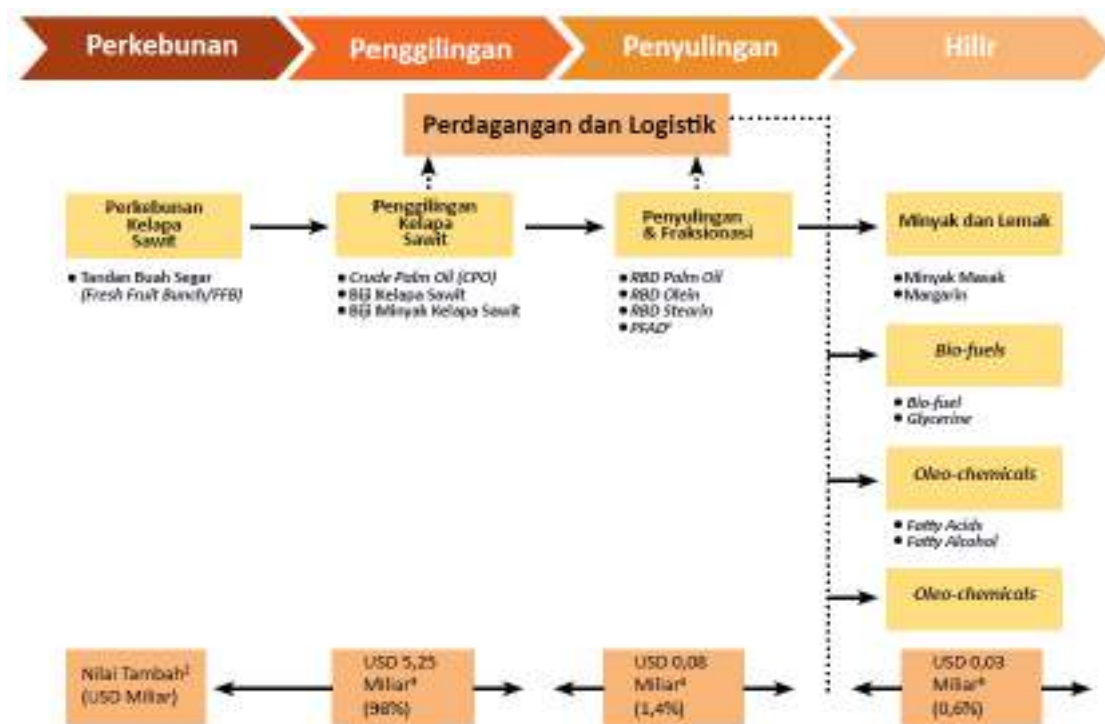
Tabel 3. Produksi minyak sawit dunia (juta ton)

Negara	2009	2010	2011	2012F
Indonesia	21,00	22,10	23,90	25,40
Malaysia	17,57	16,99	18,91	19,20
Amerika Tengah dan Selatan	2,40	2,33	2,73	2,87
Negara lain	4,30	4,44	4,64	4,81
Dunia	45,27	45,86	50,18	52,28

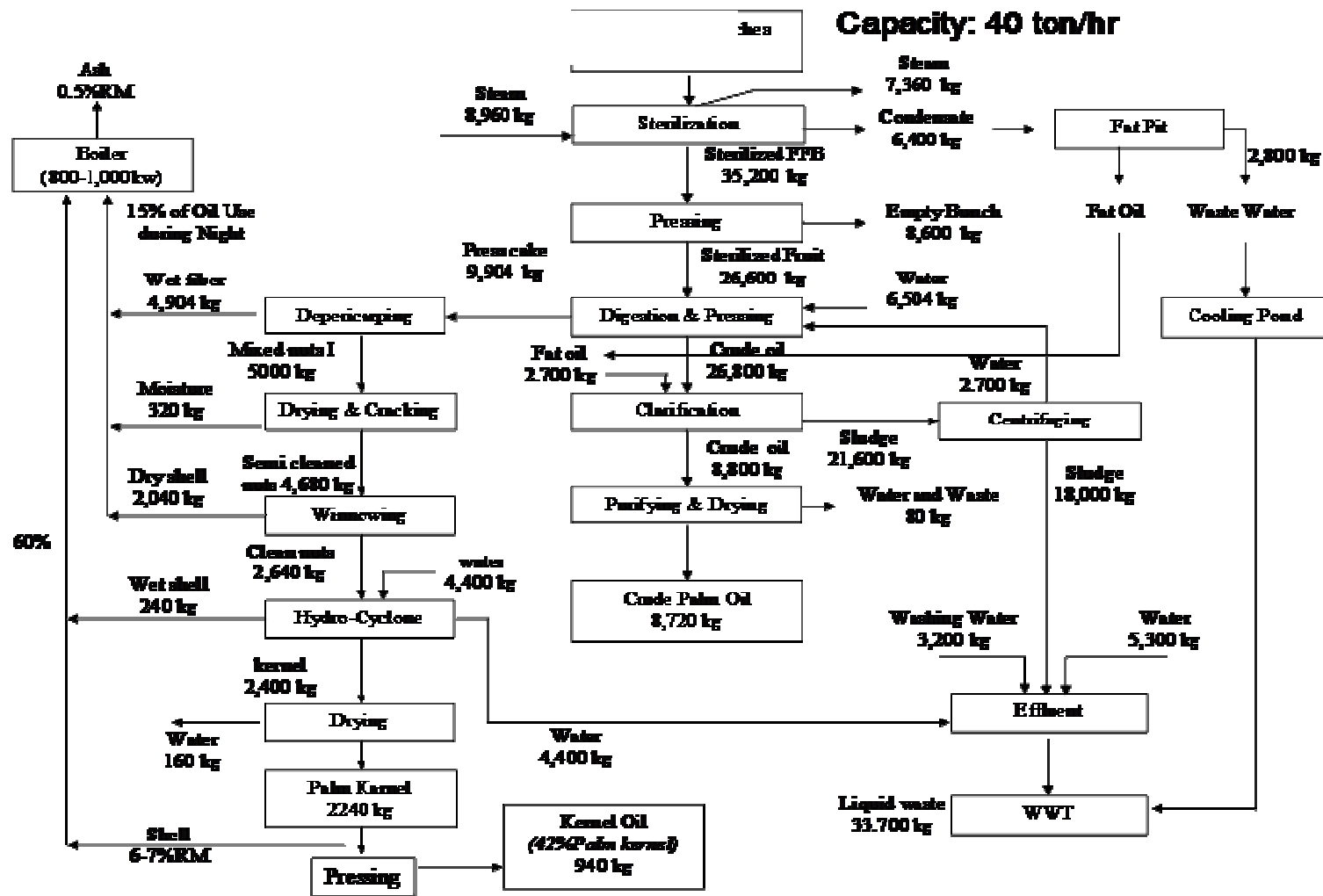
Kelapa sawit adalah sumber minyak nabati terbesar di dunia dengan permintaan yang terus meningkat sebesar 5 %/tahun. Cerahnya prospek komoditi minyak kelapa sawit dalam perdagangan minyak nabati dunia telah mendorong pemerintah Indonesia untuk memacu pengembangan areal perkebunan kelapa sawit. Industri kelapa sawit tumbuh pesat dan pada tahun 2012 ini produksi minyak kelapa sawit diproyeksikan tumbuh 6,4% sehingga produksi minyak sawit Indonesia akan mencapai 25 juta ton.

Pertumbuhan produksi kelapa sawit di Indonesia yang sebesar 7,8 persen per tahun juga lebih baik dibanding Malaysia yang sebesar 4,2 persen per tahun (Tim MP3EI, 2011). Produktivitas industri kelapa sawit sangat bervariasi karena dipengaruhi oleh keberhasilan di tingkat perkebunan (kondisi tanah dan iklim) dan pengolahan. Perusahaan yang mempunyai manajemen yang baik akan menghasilkan produktivitas yang tinggi, yaitu sekitar 23 ton tandan buah segar (TBS)/ha/tahun dengan rendemen minyak (CPO) sekitar 24%. Sedangkan produktivitas rendah berkisar pada 13 ton TBS/ha/tahun dengan rendemen CPO sekitar 18% (Daryono, 2009).

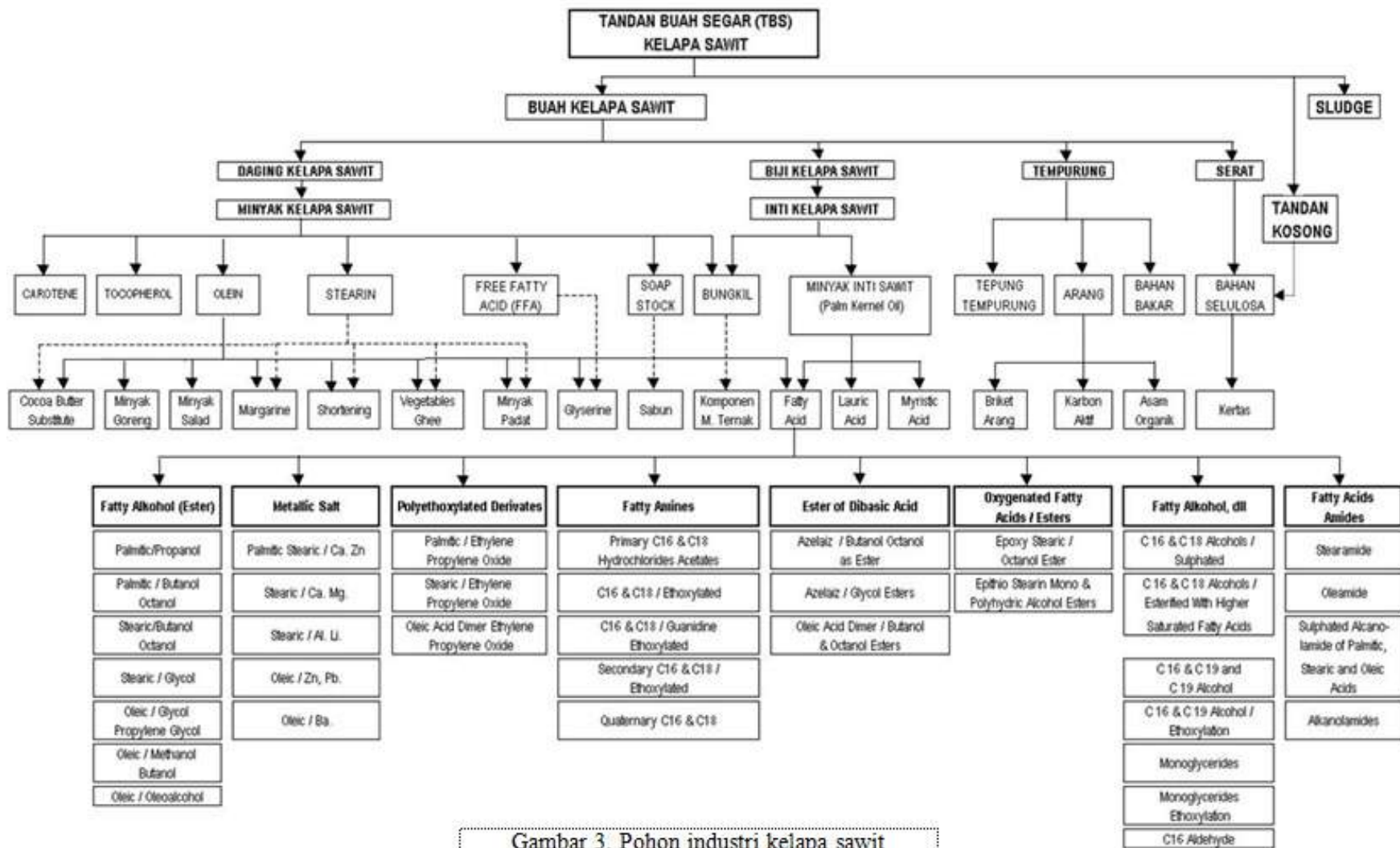
Potensi nilai tambah yang signifikan terdapat di industri hulu kelapa sawit, sehingga peningkatan produktivitas kebun menjadi sangat penting. Peningkatan nilai tambah dari industri hilir tidak terlalu signifikan. Gambar 1 memperlihatkan rantai nilai tambah industri kelapa sawit dari mulai perkebunan, penggilingan, penyulingan, dan pengolahan kelapa sawit di industri hilir. Walaupun demikian pengembangan industri hilir juga perlu dilakukan dalam rangka menjamin kemandirian bangsa dalam memenuhi kebutuhan konsumsi masyarakatnya serta penguasaan teknologi dan penciptaan lapangan kerja baru.



Gambar 1. Rantai nilai tambah industri kelapa sawit dari mulai perkebunan, penggilingan, penyulingan, dan pengolahan kelapa sawit di industri hilir (Sumber: Analisis Tim MP3EI, 2011)



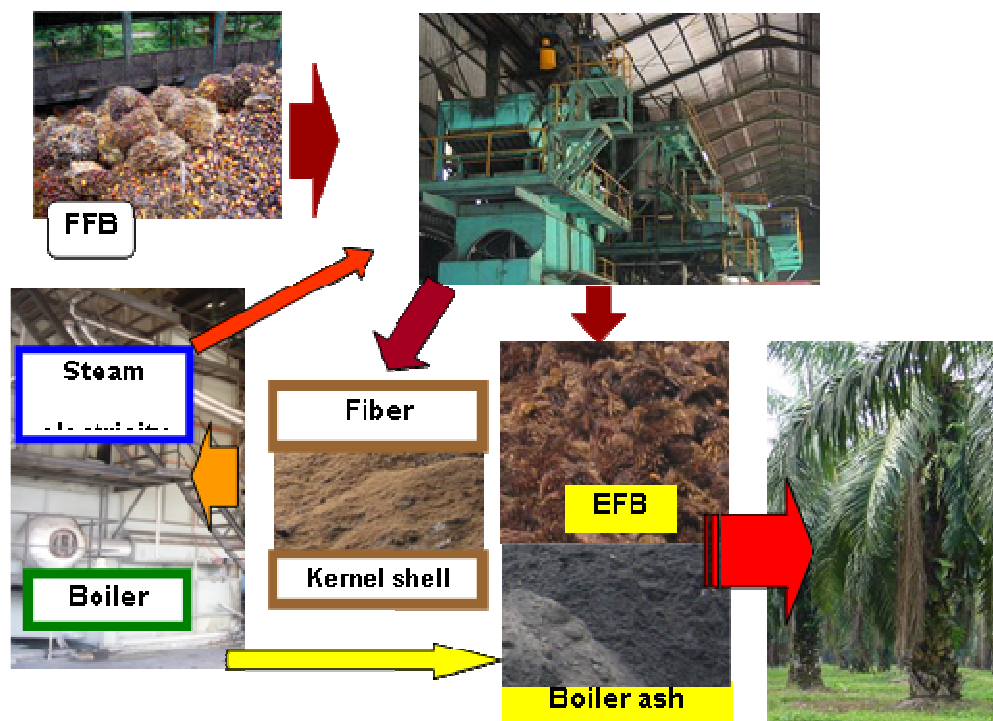
Gambar 2. Diagram dan keseimbangan masa proses pengolahan kelapa sawit dengan kapasitas 40 ton TBS/jam



Gambar 3. Pohon industri kelapa sawit

Diagram skematik pengolahan minyak kelapa sawit dan jumlah dan jenis produk serta limbah yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 2. Berdasarkan perhitungan dalam diagram tersebut, proses pengolahan kelapa sawit menghasilkan limbah padat dalam bentuk tandan kosong kelapa sawit (TKS), sabut, dan cangkang sekitar 40% dari berat TBS. Potensi pengembangan industri hilir berbasis kelapa sawit diperlihatkan pada Gambar 3.

Industri kelapa sawit menghasilkan limbah padat, yaitu tandan kosong kelapa sawit (TKS), sabut, cangkang, dan abu boiler, masing-masing sebesar 0,20, 0,13, 0,05, dan 0,005 ton/ton TBS. Pemanfaatan limbah biomassa industri kelapa sawit saat ini adalah terutama untuk memenuhi kebutuhan energi dan kebutuhan steam untuk proses pengolahan kelapa sawit (Gambar 4). Pemanfaatan limbah biomassa kelapa sawit dilakukan dengan cara pembakaran sabut dan cangkang secara langsung di dalam unit boiler. Sebanyak 85% sabut dan 55% cangkang digunakan sebagai bahan bakar system boiler untuk menghasilkan listrik dan uap yang dibutuhkan untuk proses pengolahan kelapa sawit. Dari sistem boiler ini akan dihasilkan abu boiler. Sisa sabut dan cangkang saat ini tidak digunakan atau dijual ke industri lain seperti untuk pembangkit listrik independen (Gambar 5).



Gambar 4. Pemanfaatan limbah biomassa di agro-industri kelapa sawit



Gambar 5. Pembangkit Listrik Tenaga Uap Litrindo Kencana (Bangka) menggunakan bahan bakar limbah padat kelapa sawit (cangkang, fiber, dan janjang kosong).

Sementara itu, tandan kosong, air limbah, dan abu boiler dari pengolahan kelapa sawit dikembalikan ke kebun dan digunakan sebagai pupuk untuk mengurangi penggunaan pupuk kimia serta mempertahankan kesuburan tanah (Gambar 6). Tandan kosong kelapa sawit juga dapat dimanfaatkan untuk pembuatan kompos (Gambar 7). Dibandingkan penggunaan TKS untuk mulsa secara langsung di kebun, pemanfaatan unsur hara dari kompos oleh tanaman kelapa sawit relatif lebih mudah. Walaupun demikian mulsa TKS juga berfungsi untuk menjaga kelembaban tanah dan menjerap air dan mineral yang penting bagi tanaman.



Gambar 6. Pemanfaatan TKS untuk mulsa di perkebunan kelapa sawit



Gambar 7. Pembuatan kompos dari tandan kosong kelapa sawit

Pabrik pengolahan kelapa sawit juga menghasilkan air limbah dalam jumlah sekitar $1 \text{ m}^3/\text{ton}$ TBS. Umumnya air limbah ini diolah menggunakan kolam-kolam pengolah limbah dan untuk kemudian dialirkan ke kebun untuk *land application* (Gambar 8).



Gambar 8. Pemanfaatan air limbah kelapa sawit untuk mengairi kebun kelapa sawit (*land application*)

Melalui teknologi penguraian anaerobik, air limbah juga dapat diproses untuk menghasilkan biogas (Gambar 9) dengan komposisi utama gas metana (CH_4) dan karbon dioksida (CO_2). Gas CH_4 merupakan gas rumah kaca yang mempunyai efek pemanasan global 21 kali lebih tinggi dari gas CO_2 . Tetapi CH_4 dapat digunakan sebagai bahan bakar yang merupakan sumber energi terbarukan. Pemanfaatan air limbah pabrik pengolahan kelapa sawit untuk sumber energi dapat memberikan tiga kemanfaatan sekaligus, yaitu: (1) memberi kontribusi terhadap pengurangan pencemaran lingkungan, (2) mengurangi penggunaan bahan bakar fosil, dan (3) mengurangi pemanasan global.



Gambar 9. Digester biogas tipe covered lagoon berukuran 50 m x 110 m dengan kedalaman 6,5 m di PKS Tandun, PTPN V Riau, menjadi sumber bahan bakar PLT Biogas dengan kapasitas 1 MW.

Air limbah kelapa sawit juga dapat dimanfaatkan untuk budidaya algae (Gambar 10) yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan dari kosmetik, pakan, makanan suplemen, dan bahan bakar (biodiesel). Budidaya algae sangat prospektif karena pertumbuhan yang cepat dan produktivitas yang tinggi. Panen perdana budidaya algae dapat dilakukan antara 7 – 10 setelah tanam. Selanjutnya panen dapat dilakukan dua hari sekali selama 30 hari. Pemanenan algae spirulina cukup mudah, yaitu dengan memompakan air ke suatu tangki yang diberi saringan kain. Algae akan tersaring dan airnya dikembalikan lagi ke kolam. Pemanenan algae chlorella relatif lebih sulit karena ukuran algae yang lebih kecil sehingga tidak bisa disaring

menggunakan saringan kain. Saat ini pemanenan dilakukan dengan metode flokulasi dengan cara menambahkan tawas. Algae akan mengendap sehingga dapat dipisahkan dari airnya. Selanjutnya algae dikeringkan hingga mencapai kadar air sekitar 10%.



Gambar 10. Budidaya algae skala pilot di PTPN VII UU Bekri

Keberlanjutan (sustainability) dari aplikasi teknologi zero emission dapat dinilai dari beberapa indikator, baik dari indikator ekonomi, sosial, dan lingkungan.

Indikator Ekonomi

Manfaat ekonomi dari aplikasi teknologi zero emission diantaranya dapat dinilai dari aspek profit (keuntungan) neto yang diperoleh perusahaan, yaitu pendapatan dikurangi biaya

Indikator Lingkungan

Manfaat lingkungan dari aplikasi teknologi zero emission dapat dinilai emisi gas rumah kaca yang ditimbulkannya. Gas rumah kaca yang umum meliputi CO_2 , CH_4 , SO_x , dan NO_x . Dalam hal ini, emisi gas rumah kaca akan diperhitungkan sebagai emisi CO_2 ekuivalen dan jumlah kontribusi gas rumah kaca non CO_2 diperhitungkan berdasarkan pada potensi pemanasan global gas rumah kaca tersebut (IPCC, 2007)

BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1 Tujuan Khusus

- (1) Menerapkan model zero waste pada produksi kelapa sawit.
- (2) Melakukan simulasi untuk memperoleh pola produksi kelapa sawit yang optimum secara ekonomi dan lingkungan, termasuk perhitungan emisi gas rumah kaca.
- (3) Melakukan verifikasi lapangan pola produksi kelapa sawit yang optimum dengan skala pilot.
- (4) Mengidentifikasi peluang serta strategi pengembangan produk hilir berbasis kelapa sawit.

3.2 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dihasilkan dari penelitian adalah :

1. Tersedianya strategi pemanfaatan hasil samping dan limbah pengolahan kelapa sawit dalam rangka peningkatan nilai tambah dan meminimalkan dampak lingkungan termasuk mengurangi emisi GRK.
2. Tersedianya strategi pengembangan pengelolaan industri sawit berbasis konsep “zero Emission”.
3. Terciptanya kerjasama antara peneliti dengan industri kelapa sawit di daerah Sumatera sehingga pengembangan dapat mempercepat tercapainya agroindustri kelapa sawit yang mempunyai produktivitas tinggi, efisien, ramah lingkungan, dan berkelanjutan.

BAB 4. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang akan dilakukan dalam penelitian ini meliputi studi literatur, dan survey lapangan. Pengumpulan data dilakukan dari sumber-sumber publikasi legal yang bisa dipertanggungjawabkan serta kunjungan lapang atau diskusi dengan ahli dibidang kelapa sawit. Adapun tahapan-tahapan metode penelitian yang akan dilakukan pada tahun II adalah sebagai berikut :

1. Implementasi model “zero emission” pada industri sawit skala pilot.
2. Evaluasi manfaat aplikasi teknologi model zero emission pada industri kelapa sawit (listrik biomasa, listrik biogas, kompos janjang kosong, budidaya algae pada POME): manfaat ekonomi dan manfaat lingkungan.
3. Verifikasi lapangan pola produksi zero emission yang optimal dengan demonstrasi pada skala pilot (*pilot plant*).
4. Sosialisasi hasil evaluasi penerapan konsep “Zero Emission” pada industri kelapa sawit kepada para pemangku kepentingan (*stake holder*).

Tahapan metode penelitian yang akan dilakukan pada tahun III adalah sebagai berikut :

1. Penyebarluasan (diseminasi) model produksi kelapa sawit model zero emission yang optimum.
2. Membangun kerja sama dengan instansi pemerintah atau PPKS untuk membangun model zero waste pada industri kelapa sawit.
3. Penyusunan paper akademik untuk perumusan kebijakan implementasi konsep “Zero Emission” pada industri kelapa sawit.
4. Penyusunan draft kebijakan implementasi konsep “Zero Emission” pada industri kelapa sawit.

BAB 5. HASIL YANG DICAPAI

Pada pelaksanaan penelitian tahun kedua ini diharapkan terjalin kerjasama dengan pabrik pengolah kelapa sawit untuk mengaplikasikan konsep “zero emission.” Untuk itu telah dilakukan beberapa kali kunjungan ke pabrik pengolah kelapa sawit Rejosari yang merupakan salah satu Unit Usaha PTPN VII. Selain kami, ada pihak lain yang juga terlibat dalam kegiatan ini, yaitu BPPT (Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi) Jakarta dengan kontak Bapak Dr. M. Arif Yudiarto. Fokus pertama pembicaraan adalah pemanfaatan limbah cair (POME) untuk menghasilkan biogas dalam skala pilot. Fokus kedua dalam diskusi adalah pemanfaatan biogas yang nanti dihasilkan. Ada dua pilihan, yaitu digunakan sebagai bahan bakar pada pembangkit (boiler) sehingga mengurangi pembakaran cangkang dan serat, atau didistribusikan sebagai bahan bakar pengganti LPG bagi masyarakat yang tinggal didekat pabrik.

Pihak manajemen Rejosari menyambut gembira dan sangat antusias dengan fokus ini karena pemanfaatan limbah menjadi sesuatu yang bernilai tambah dapat meningkatkan proper. Skema yang ditawarkan adalah PKS Rejosari menyediakan tempat dan sebagian logistic (truk dan tanah untuk penimbunan), BPPT menanggung dana pembuatan digester skala pilot, dan MP3EI Unila menyediakan expertise dan peralatan ukur. Oleh karena itu sambil menunggu kesepakatan yang akan diputuskan Direksi PTPN V kami telah melakukan pengumpulan data dan beberapa pengukuran. Disepakati bahwa pada tahun ini (2013) akan dikerjakan pembuatan digester skala pilot. Sedangkan pemanfaatan akan ditentukan berdasarkan kajian manfaat ekonomi, sosial, dan lingkungan yang akan dilakukan Tim Unila dan BPPT. Tipe digester yang akan dipilih adalah CIGAR (Covered In the Ground Anaerobic Reactor). Tim Unila telah memiliki pengalaman memadai dalam pengembangan digester ini. Digester CIGAR telah dikembangkan di pabrik tapioca skala rakyat (ITTARA) PD Semangat Jaya di desa Sinar Jati, Kec. Negeri Katon, Kab. Pesawaran, dimana salah satu anggota tim MP3EI dari Unila (Dr. Udin Hasanudin) terlibat langsung.

Sebagai bahan pertimbangan penyusunan MoU antara PTPN VII dengan BPPT dan Unila kami telah membuat laporan pendahuluan mengenai **Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Unit Usaha Rejosari Menjadi Biogas Serta Pemanfaatannya Untuk**

Pemberdayaan Masyarakat Sekitar Pabrik (terlampir). Sayang sekali, karena satu dan lain hal kerja sama tiga pihak ini belum dapat berlanjut.

Penelitian pemanfaatan POME menjadi biogas skala pilot akhirnya dipindahkan ke UNILA dengan memanfaatkan reaktor biogas kapasitas 8 m³. Kerja sama dengan PTPN VII dilanjutkan dengan PKS Bekri di Lampung Tengah. Dari PKS Bekri limbah POME dibawa ke UNILA menggunakan truk. Saat ini kami sudah mengisi bak diester dengan sludge dan akan menambahkan POME sebulan sekali. Selain dianalisis mengenai komposisinya, biogas yang dihasilkan akan dicoba untuk menggerakkan genset. Analisis lainnya adalah pengukuran COD, pH, TS, TSS, dan VS.

Hasil lain yang sudah diperoleh adalah:

1. Draft “book chapter” berjudul **Sustainable Wastewater Management in Palm Oil Mills** yang ditulis oleh Udin Hasanudin dan Chandra Setiadi (terlampir).
2. Presentasi pada **The Joint Workshop on Industrial Cooperation between Korea and Indonesia** di Bali, 6-8 November 2013 (terlampir).



Gambar 11. Pengisian sludge ke tangki untuk diangkut dari PKS Bekri ke Unila



Gambar 12. Pengisian bak digester

REKAPITULASI PENGAMATAN PENGOLAHAN POME SECARA ANAEROBIK

NO	TANGGAL	JAM	VOL. BIOGAS (M3)	FLOWMETER SUBSTRAT (M3)	Q INFLUENT	Q EFFLUENT	COD INLET A mg/L	COD INLET B mg/L	TSS INLET A mg/L	TSS INLET B mg/L	pH Inlet	COD OUT LET A mg/L	COD OUT LET B mg/L	TSS OUT LET A mg/L	TSS OUT LET B mg/L	pH outlet	KETERANGAN
					(M3/HARI)	(M3/HARI)											
1	28/10	08.32	1,007														Pome Diumpas 100L/hari
2	28/10	12.00	1,847														
3	28/10	16.00	1,874														
4	29/10	08.00	2,082														Pome Diumpas 100L/hari
5	29/10	13.45	2,349														
6	29/10	16.00	2,392														
7	30/10	08.00	2,568														Pome Diumpas 100L/hari
8	30/10	12.00	2,487														
9	30/10	16.00	2,946														
10	31/10	08.00	3,208														Pome Diumpas 100L/hari
11	31/10	12.00	3,412														
12	31/10	16.00	3,431														
13	1-Nov	08.00	3,650														Pome Diumpas 100L/hari
14	1-Nov	12.00	3,916														
15	1-Nov	16.00	3,943														
16	2-Nov	08.00	4,206														
17	2-Nov	12.00	4,457	0,1993													Pome diumpas secara kontinu
18	2-Nov	16.00	4,497	0,1932													
19	4-Nov	08.00	5,405														
20	4-Nov	12.00	5,516														
21	4-Nov	16.00	5,669	0,1932													
22	5-Nov	08.00	6,116														
23	5-Nov	12.00	6,400	0,2163													
24	6-Nov	08.00	6,932	0,2586													
25	6-Nov	12.00	7,155														
26	6-Nov	16.00	7,232	0,2792													
27	7-Nov	08.00	7,555	0,5365	0,1728	0,24304	11100	11020	5,42	6,048	6,41	7460	6090	1,008	0,608	7,12	
28	7-Nov	09.30		0,5365	0,20448	0,1152											Pome Habis
29	7-Nov	12.00		0,5365													Pome Habis
30	7-Nov	16.00		0,5365													Pome Habis

Gambar 12. Data yang sudah diperoleh

BAB 6. RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA

Rencana dan tahapan berikutnya dari penelitian ini meliputi tindakan sebagai berikut:

1. Pengukuran performance digester biogas skala pilot dengan substrat limbah cair kelapa sawit: produksi dan komposisi biogas, dan karakteristik substrat dan digestate (COD inlet dan outlet, TS, VS, TSS)
2. Penulisan makalah untuk jurnal dan atau seminar.

BAB 7. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan kemajuan yang telah diperoleh dapat disimpulkan bahwa penelitian ini dapat dilaksanakan dengan baik. Beberapa luaran yang sudah dihasilkan adalah:

1. *Laporan Kajian Pendahuluan Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Unit Usaha Rejosari Menjadi Biogas Serta Pemanfaatannya Untuk Pemberdayaan Masyarakat Sekitar Pabrik.*
2. Draft "book chapter" berjudul *Sustainable Wastewater Management in Palm Oil Mills*
3. Presentasi pada *The Joint Workshop on Industrial Cooperation between Korea and Indonesia* di Bali, 6-8 November 2013.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. 2012. Statistik Kelapa Sawit Indonesia 2011. Jakarta.
- Daryono, M. 2009. Keberpihakan BUMN terhadap Riset dan Pengembangan Kelapa Sawit Indonesia. Seminar Tahunan Masyarakat Perkelapasawitan Indonesia. Bogor.
- Departemen Perindustrian. 2007. *Gambaran Sekilas Industri Kelapa Sawit*. Pusat data dan Informasi Departemen Peindustrian. Jakarta.
- ERIA (Economic Research Institute for ASEAN and East Asia), 2010, Sustainability assessment methodology for biomass energy utilisation for small and large scale initiatives: lessons learned from pilot studies in selected East Asian countries. Jakarta.
- FAO. 2012. FAOSTAT (<http://faostat.fao.org> visited 15 April 2012)
- Hasanudin, U. 2008. "The Biomass Utilization from Agroindustries in Indonesia". *Biomass Sustainable Utilization Working Groups Discussion*. November, 28-29th 2008, Jakarta.
- Hasanudin, U. dan E. Suroso. 2009. Pemanfaatan Air Limbah Pabrik Kelapa Sawit Sebagai Sumber Energi dan Upaya Pengurangan Emisi Gas Rumah Kaca. Seminar Tahunan Masyarakat Perkelapa Sawitan Indonesia (MAKSI), 24-25 November 2009. Bogor.
- Hasanudin, U. 2010. *Penerapan Pedoman Pengelolaan Limbah Agroindustri Kelapa Sawit*. Kementerian Lingkungan Hidup. Jakarta.
- IPCC (International Panel on Climate Change), 2007, IPCC fourth assessment report: Climate Change 2007 (AR4).
- Kementerian Koordinator Bidang Ekonomi. 2011. *Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia*. Deputi Bidang Infrastruktur dan Pengembangan Wilayah. Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian. Jakarta.

LAMPIRAN

- **Draft artikel ilmiah (draft dan bukti status submission).**
- **Kopi presentasi pada Seminar Regional.**
- **Laporan Kajian Pendahuluan Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Unit Usaha Rejosari Menjadi Biogas Serta Pemanfaatannya untuk Pemberdayaan Masyarakat Sekitar Pabrik.**

CHAPTER 34

Sustainable Wastewater Management in Palm Oil Mills

Udin Hasanudin and Tjandra Setiadi

34.1 Introduction

Palm oil is one of the most productive edible oil producers with has potential about 7.0 ton of oil per hectare/year. Currently, the average productivity of palm oil is still about 4.0 ton of oil per hectare/year. Good agricultural practices are needed to increase and maintain a higher productivity level. Biomass waste recycling from palm oil mills to plantation is one of the important ways to develop a sustainable oil palm plantation through maintaining soil quality in the plantation.

Indonesia is the biggest palm oil producer in the world since 2007. Palm oil industries have significant contribution on Indonesia economic development. Sustainable oil palm plantation is a key issue in palm oil industries development in Indonesia. Beside crude palm oil (CPO) as the main product, the palm oil mill also produces shell, fiber, empty fruit bunches, boiler ash, solid decanter, and *Palm Oil Mill Effluent* (POME) as by products or wastes. Due to the yield of CPO as the main product is usually not more than 25% of the fresh fruit bunches (FFB), it is important to consider how to minimize the environmental risk caused by palm oil mills. The major environmental risk of palm oil mills was caused by POME. POME is the effluent from the final stage of palm oil production in the mill. It is a colloidal suspension containing 95-96% water, 0.6-0.7% oil and 4-5% total solids including 2-4% suspended solids (Mohammad *et al.*, 2008). The biochemical oxygen demand (BOD), chemical oxygen demand (COD), oil and grease, total solids and suspended solids of POME ranges from 23,500 to 29,300 mg/L; 49,000 to 63,600 mg/L; 8,370 mg/L, 26,500 to 45,400 mg/L and 17,100 to 35,900 mg/L, respectively. Each ton of CPO production will also produce about 2.5-3.0 m³ of POME (Saidu *et al.*, 2013). High concentration of organic content and the huge amount of POME have high potential to caused environmental pollutions if they were not treated well. In contrary, POME utilization can produce some valuable materials or energy being important to support the sustainability of oil palm plantations and the mills.

Sustainable POME management is very important to develop a sustainable palm oil industry. The appropriate technology of sustainable POME management for

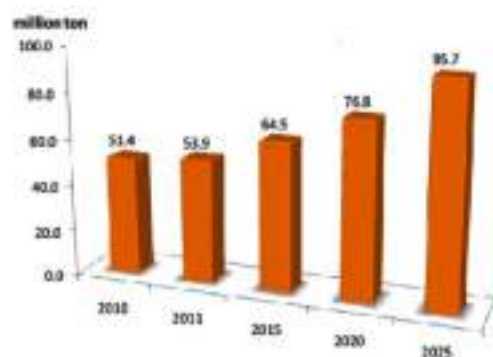
each palm oil mill is depending on the condition of palm oil mill and plantation, such as: energy supply and utilization, soil characteristic of oil palm plantations, and how much the management pays attention on greenhouse gases emission reduction initiative. This chapter discussed the sustainable POME management systems in different condition of palm oil mill in Indonesia.

34.2. Palm Oil Industries

34.2.1. Palm Oil Industries Development in the World

The two major palm oil producers in the world are Indonesia and Malaysia, with share about 85.3% of the world's production. Indonesia, as the biggest CPO producer with a share of about 46.6%, in 2011 was produced 23,500,000 ton CPO and predicted production will be about 26,703,000 ton CPO in 2013. The total world demand of palm oil was about 53.9 million ton in 2011 and predicted will increase to 64.5 million ton in 2015 (Widjaya *et al.*, 2013). Figure 34.1 shows the world demand of CPO and crude palm kernel oil (CPKO) in 2010-2025. This situation indicated that palm oil industries will continuously grow to fulfill the world demand. The growth of CPO production in Indonesia is 7.8% per year, its higher than that of in Malaysia being only 4.2% per year (MP3EI, 2011).

Oil palm is one of the important plantation crop in Indonesia. Palm oil industries growth very fast supported by the growth of oil palm plantation. Total area of oil palm plantation is about 7.5 million hectares. About 60% of oil palm plantations are owned by companies and the other 40% are owned by small holder farmers. The growth of palm oil industries have been created new jobs and increased farmers income. Currently, about 700 palm oil mills were operated to process the fresh fruit bunches (FFB) from the plantations (<http://www.jpnn.com/index.php?mib=berita.detail&id=142890>).



Source: Oil World Statistics Update, Dec 2010

Figure 34.1. The world demand of CPO and CPKO (2010-2025)

Comment [TS1]: Udin, Figure 34.1 ini diambil dari sumber mana ya? Saya akses tidak ketemu. Ini saya sedang mencoba tahu apakah ini harus dimintakan 'copy right' nya?

Development of palm oil industries in the world currently is focused on increasing the productivity of land and efficiency of CPO processing in the mill. Expansion area is not an interesting choice due to some problems on the land use change. Environmental impact is also considered as one of the important issue. With increasing of people's awareness about the impact of uncontrolled economic development on the environment, especially in relation to the global warming and climate changes, there is a mounting pressure to ensure that the future development is sustainable and environment-friendly. The oil palm industry, with its rapid expansion over the last few decades, is also not exempted from such pressure. The oil palm is a perennial crop which starts yielding palm fruits for oil about three years after planting and it has a continual productive lifespan of 25-30 years. Furthermore, with the total yield of about 4.26 ton of oil per hectare/year, it is the most productive oil crop in the world, being 10 times more productive than that of soy bean, which produces only about 0.41 ton of oil per hectare/year. This means that to produce the same volume of oil, oil palm will only need one-tenth of the area required by soy bean. Figure 34.2 shows the vegetable oil productivity of some crops (Widjaya *et al.*, 2013). This is an important consideration when comes to the land expansion for oilseeds cultivation, production efficiency and consistent supply of edible oils to feed the increasing world population.

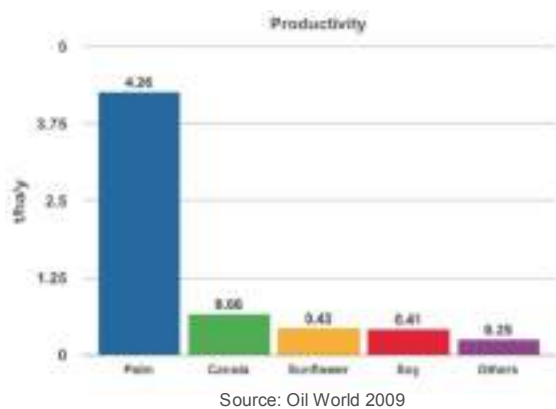


Figure 34.2. Oil productivity of palm compared to others crops

Comment [TS2]: Komentar Figure 34.2 sama dengan 34.1

The increase of palm oil production in the world caused direct consequences on the environmental management to handle co-products and waste from their activities. Therefore, enhancing the sustainability of its production process will accord the palm oil industry many opportunities to increase its shareholder value. Improvement the efficiency in power generation and its use is one of the important points to improve the sustainability of palm oil industry. Implementation of *Programmable Logic Controller* (PLC) in boiler and sterilizer units was known can improve the efficiency of energy and water consumption in palm oil mill.

Currently, RSPO (Roundtable of Sustainable Palm Oil) and ISPO (Indonesian Sustainable Palm Oil) were promoted sustainable Palm Oil Industries. RSPO

promoted sustainable palm oil industry through a voluntary effort. In contrary, ISPO promoted sustainable palm oil industry in Indonesia through a mandatory effort.

34.2.2. Palm Oil Processing

The main objective of palm oil processing is to produce CPO and CPKO through physical oil extraction of FFB. The main steps of palm oil processing are follows:

- 1) **Sterilization of the FFB:** The fruit bunches are steamed in pressurized vessels at 135-150°C and pressure of 2.5-3 Bar for 90 min, to prevent the formation of free fatty acids, destroy oil-splitting enzymes, remove mucus and preparing the fruits for subsequent processes.
- 2) **Threshing in a rotating drum thresher:** the steamed fruit bunches are conveyed to drum thresher to separate the fruitlets and empty fruit bunches; the fruitlets are conveyed to the press digester, while the empty bunches are then collected and transfer to plantation as mulching or composted together with POME.
- 3) **Digestion and pressing:** In the digesters, the fruits are heated at 85-95°C and continuously stirred to loosen the oil-bearing mesocarp from the nuts as well as to break open the oil cells present in the mesocarp. The digested mash is then pressed using screw press at 50 kg/cm² and temperature of 85 – 90°C for about 6 – 10 min to extract the oil. The press cake is then sent to palm kernel processing unit.
- 4) **Clarification, purifying and drying:** The crude oil from pressing unit containing crude palm oil (35-45%), water (45-55%), and others (cell debris, fibrous materials and non-oily solids) are then pumped to clarifier tanks to separate the oil from its entrained impurities. Temperature of the crude oil is maintained at about 90°C to get maximum CPO yield. The clarified oil will move out from surface part of the clarifier and is then fed to centrifuge unit to remove dirt and moisture before being dried further in the drying unit (vacuum drier). The clean and dry of CPO with moisture and impurities content not more than 0.1% is ready for storage and dispatch. The sludge from the clarifier is then centrifuged for further oil recovery. The water and sludge mixture coming out of the centrifugation unit is then treated in POME treatment plant.
- 5) **Palm kernel processing:** The process begins with separation of fiber and nut in de-pericarper unit. The mixed nut is then fed to drying for water removing. The nuts are cracked and the shell and kernel are separated using winnower and hydro-cyclone. The clean kernels are dried prior to storage or fed to pressing unit to produce crude kernel oil.

The schematic diagram of crude palm oil processing in palm oil mill is shown in Figure 34.3, while the mass balance is described in Figure 34.4. This balance is for the mill capacity of 40 ton FFB per hour. In Figure 34.3 and 34.4, it was shown that the yield of CPO is only about 21.8 percent of FFB. The wastes being generated from palm oil processing are also described in the Figure 34.4. Based on the calculation, palm oil processing produced solid waste almost 40 percent from total FFB in the form of EFB, fiber, boiler ash, solid decanter, and shell. Palm oil mill

have already used biomass waste (fiber and shell) to generate energy and steam for palm oil processing purposes. Diesel oil is just used to generate electricity in the start-up stage. After start-up achieved, steam which is generated from fiber and shell take place. The schematic diagram of energy sources in palm oil mill is shown in Figure 34.5.

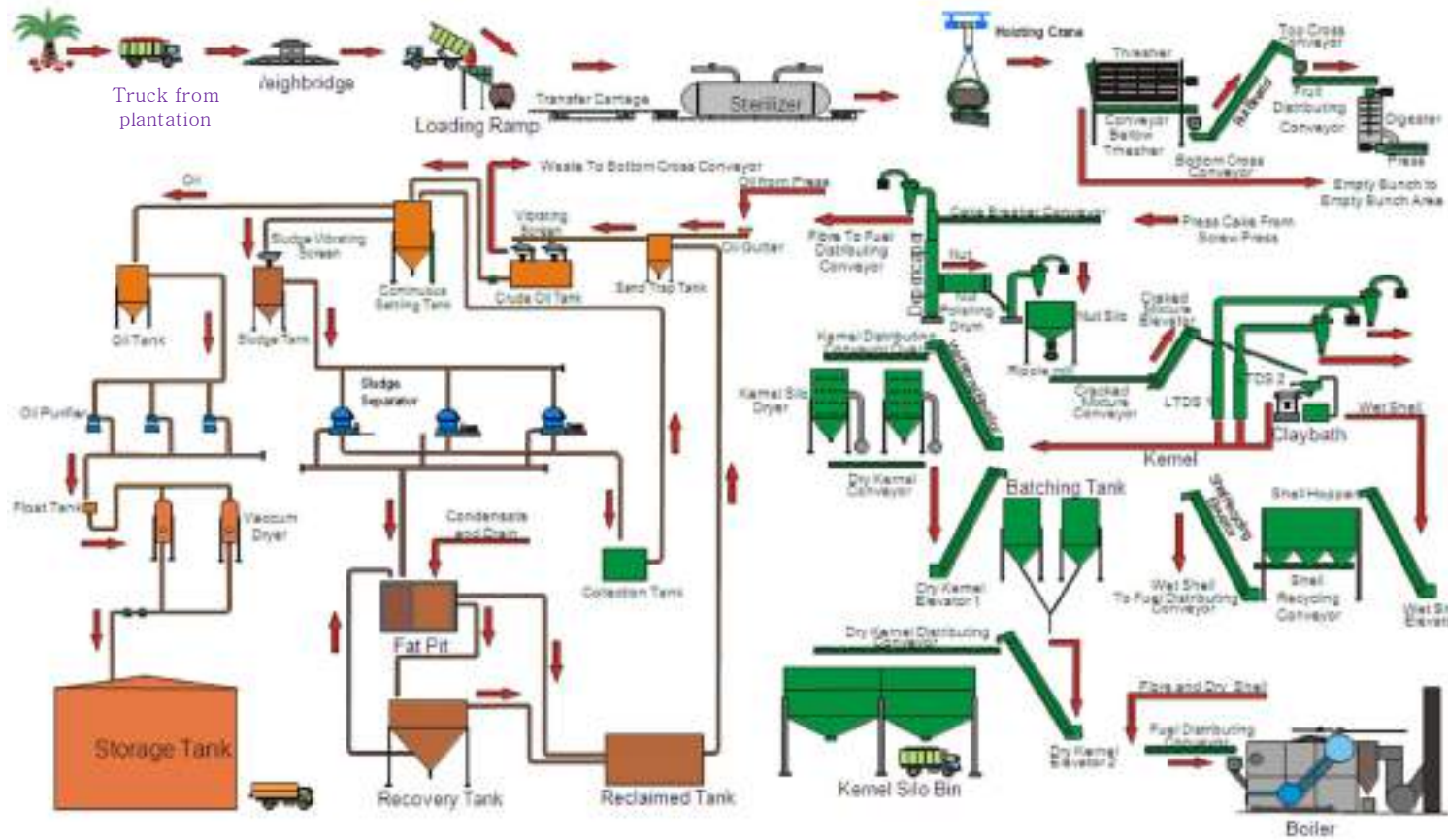


Figure 34.3. Palm Oil Processing Diagram

Comment [TS3]: Saya sudah minta asisten saya untuk sederhanakan.

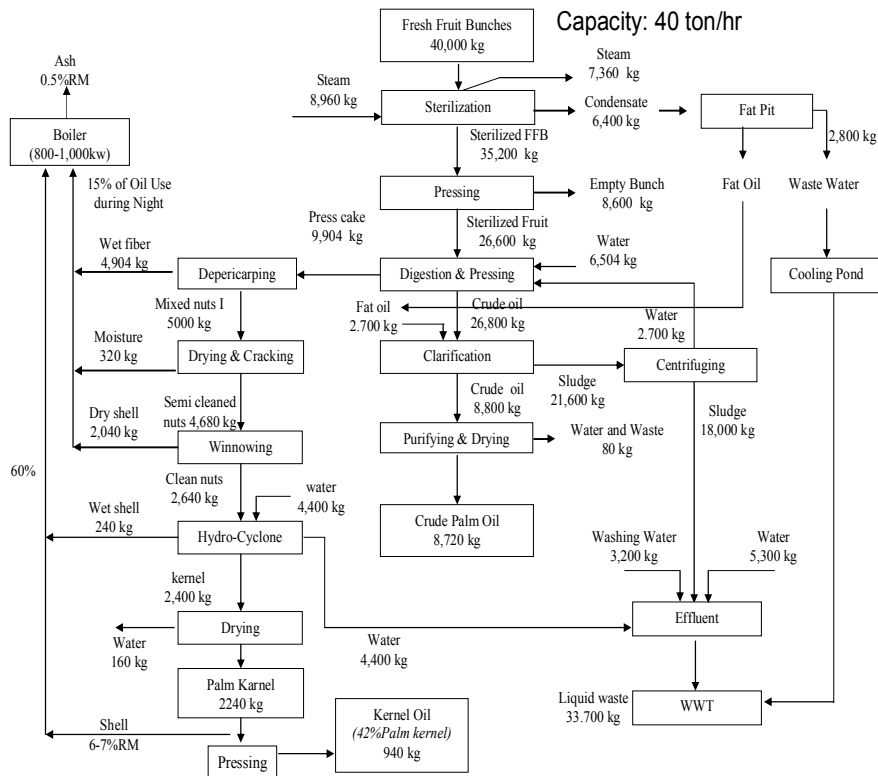


Figure 34.4. Mass balance in Palm Oil Processing

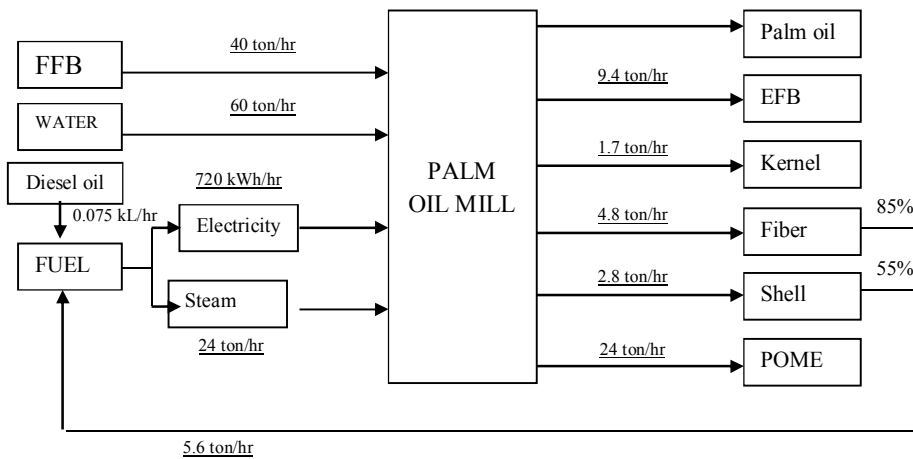


Figure 34.5. The schematic diagram of energy sources in a palm oil mill

Figure 34.5 shows that almost all mesocarp fibers are utilized, however palm kernel shells are only 55% utilized. Therefore, a typical palm oil mill can fulfilling the energy demand from mesocarp fibers and palm kernel shells. All utilization of mesocarp fibers and palm kernel shells will produce more electricity than that of palm oil mill demand. The excess energy eventually can be utilized for the domestic consumption in the surrounding of palm oil mill.

34.2.3. Palm Oil Waste and Wastewater

Palm oil industries generate solids and liquid waste. The solids waste from palm oil mill consist of empty fruit bunch (EFB), mesocarp fiber, kernel shell, solid decanter, and boiler ash (Figure 34.6). The types and amount of each solid waste from palm oil mill was described in Table 34.1. Mesocarp fiber and kernel shell are utilized as a fuel to generate steam and electricity which are utilized in the palm oil processing plant. Heating value of mesocarp fiber and kernel shell is shown in Table 34.2. Incineration of mesocarp fiber and kernel shell in a boiler unit will produce boiler ash with high concentration of potassium. The boiler ash is utilized together with EFB compost or mulch and solid decanter as a fertilizer in the oil palm plantation. Common system of solid biomass waste utilization in palm oil industries is described in Figure 34.7.



Figure 34.6. Types of solid waste from a palm oil mill (Hasanudin, 2008).

Table 34.1. Types and amount of solid waste from a palm oil mill

Type	Unit	Amount
EFB (wet)	ton/ton FFB	0.23 ²⁾
Mesocarp Fiber (dry)	ton /ton FFB	0.13 ¹⁾
Kernel Shell (dry)	ton /ton FFB	0.05 ¹⁾
<i>Solid Decanter</i> (from the mill with use decanter)	ton /ton FFB	0.035 ²⁾
Boiler ash	ton /ton FFB	0.025 ²⁾

Sources: ¹⁾Anonym, 2009 and ²⁾Schuchardt, 2008.

Comment [TS4]: Ini harus ada 'copyright permission' dari Udin, saya buat form nya.

Table 34.2. Heating Value of mesocarp fiber and shell of oil palm fruit

Type	Unit	Amount	Heating value
Mesocarp fiber (dry)	ton/ton FFB	0.13	19.055 MJ/ton
Shell (dry)	ton/ton FFB	0.05	20.093 MJ/ton

Sources: calculated from Isroi dan Mohajoeno (2007)

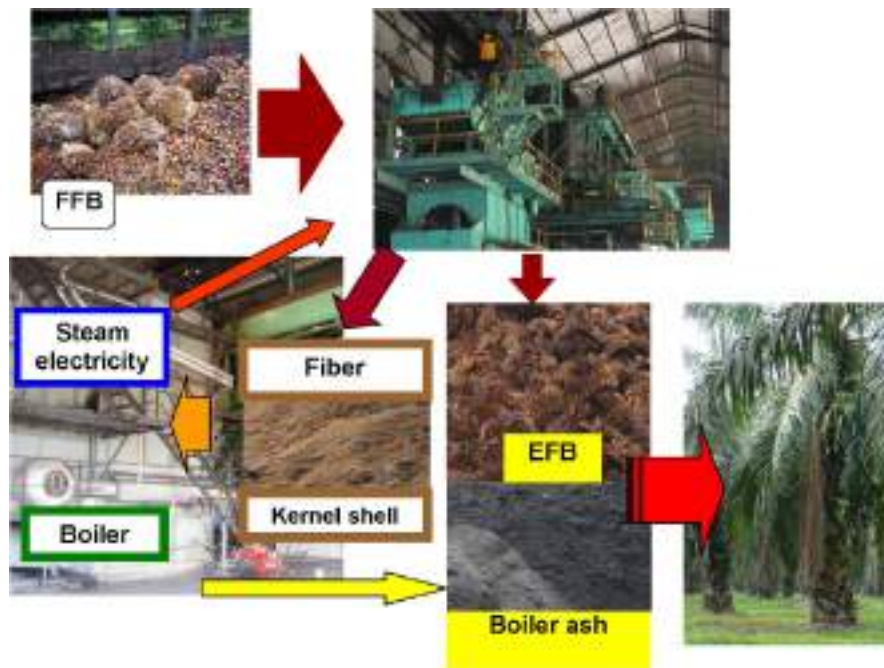


Figure 34.7. Common utilization of solid biomass waste in the palm oil mill and plantation

Figure 34.8 shows the application of EFB for mulching in oil palm plantations. Application EFB as mulching in oil palm plantation will increase C-organic and some nutrient content in the soil, which is very important to maintain soil quality in the plantation. Even though can provide energy by direct burning, due to high moisture content and low heating value, utilization EFB for fuel need pre-treatment to reduce moisture.

Co-composting of EFB together with POME is one other possibility of EFB utilization. POME was used to maintain the moisture in optimum level during composting. Co-composting of EFB together with POME will unifies the nutrients of both in one product and reduce cost for the EFB transport and utilization. Application of EFB-POME compost also will increase the productivity of land to produce fresh

fruit bunches (FFB) of oil palm (Schuchardt et al., 2008). Figure 34.9 and 34.10 shown compost production from EFB and its application in oil palm plantation.



Figure 34.8. Different methods of EFB for mulch application in an oil palm plantation



Figure 34.9. Co-composting of EFB and POME



Figure 34.10. Application of EFB compost in an oil palm plantation

Palm oil mill also produce liquid waste, namely palm oil mill effluent (POME). The amount of POME depend on the efficiency of water consumption in the mill, its varied from 25 to 100% of FFB processed. Implementation of advanced oil separation technologies with zero dilution water and continuous sterilization of the FFB was known reduce POME production from about 0.65 m³ per ton FFB to 0.45 m³ per ton FFB (conventional sterilization and zero dilution water) and 0.25 m³ per ton FFB (continuous sterilization and zero dilution water). These changes significantly influenced the POME treatment processes and its cost (Schuchardt *et al.*, 2008). POME is the main source of environmental pollution in the palm oil mill. The sources of POME are mainly from sterilization (36%), clarification and purification of CPO (60%), and hydro-cyclone (4%) processes. The characteristics of the wastewater from each sources is described in Table 34.3. Table 34.4 also shown the characteristics of POME after mixed each others.

Table 34.3. The characteristics of wastewater from each sources of POME

Parameters ^{*)}	Sterilization of FFB	Clarification & Purification of CPO	Hydro-cyclone
pH	5.0	4.5	--
Oil and grease	4,000	7,000	300
<i>BOD</i> (3 days,30°C)	23,000	29,000	5,000
<i>COD</i>	47,0000	64,000	15,000
Suspended solid (<i>SS</i>)	5,000	23,000	7,000
Dissolved Solid (<i>DS</i>)	34,000	22,000	100
Ammonia Nitrogen (<i>AN</i>)	20	40	--
Total Nitrogen (<i>TN</i>)	500	1,200	100

^{*)}Note: All parameters unit are in mg/l, except pH
Source: Anonym, 2009

Comment [TS5]: Untuk Figure 34.3 dan 34.4, saya belum tahu minta 'copy right' nya ke siapa ya? Bukunya dicetak oleh KLH?

Table 34.4. The characteristic of POME before treating in a wastewater treatment plant.

Parameters ^{*)}				
General Parameters	Average	Range	Specific Parameters	Average
pH	4.3	4.4 - 5.2	P	180
Oil and grease	6,000	150-18,000	K	2,270
<i>BOD</i> (3 days,30°C)	25,000	10,000-44,000	Mg	615
<i>COD</i>	50,000	16,000-100,000	Ca	440
Total solid (<i>SS</i>)	40,500	11,500-79,000	Bo	7.6
<i>Total Volatile Solid (TVS)</i>	34,000	9,000-72,000	Fe	47
Dissolved Solids (<i>SS</i>)	18,000	5,000-54,000	Mn	2
Ammonia Nitrogen (<i>AN</i>)	35	4 -80	Cu	0.9
Total Nitrogen (<i>TN</i>)	750	80-1,400	Zn	2.3

^{*)}Note: All parameters unit are in mg/l, except pH
Source: Anonym, 2009

34.3. Palm Oil Mill Effluent Management – Current Practices

34.3.1. Anaerobic Wastewater Treatment

Waste water treatment process in palm oil industry usually use conventional biological treatment. Generally, we can separate to two type of treatment system in palm oil industry; a) biological treatment with land application, and b) biological treatment without land application. In biological treatment with land application, the POME was treated in anaerobic pond until BOD maximum 5,000 mg/l, after that the treated POME was transferred the plantation as a liquid fertilizer. Now, biological treatment with land application is common waste water treatment system in palm oil industries. In Indonesia, land application system of POME was regulated through Ministry of Environment decree number 28 and 29, 2003. According to this regulation, land application system is prohibited to implement if the oil palm plantation located at: (1) peat soil area, (2) soil with permeability lower than 1,5 cm/h or higher than 15 cm/h, and (3) depth of ground water lest than 2 m.

The biological treatment without land application system should be implemented at palm oil industries which are not fulfilling the requirement of the Ministry of Environment decree number 28 and 29, 2003. In this case, the effluent of POME treatment should be fulfilling the national effluent standard, which was regulated through Ministry of Environment decree number 51, 1995. To fulfill the national effluent standard, the POME treatment usually consist of anaerobic pond, facultative pond, aerobic pond, and some time use sand bad filter. This system needs a lot of energy for aeration and lost a lot of nutrient and organic materials. The anaerobic pond of POME treatment is shown in Figure 34.11.



Figure 34.11. Open anaerobic pond for POME treatment

Open anaerobic pond system usually implemented to treat POME before further utilization or discharge to the environment. The anaerobic ponds emit a huge amount of the strong greenhouse gas methane and the effluent of the ponds contains nutrients responsible for pollution of surface and ground water. Also, the open anaerobic pond emits some bad smell caused by hydrogen sulfide emission during anaerobic digestion.

34.3.2. Land Application for Palm Oil Mill Effluents

Currently, Indonesian Government already has regulation on utilization of treated POME for land application in oil palm plantation. The regulation was written on Ministry of Environment decree number 28 and 29 which was announced at 2003. This regulation was implemented to utilize some nutrient and organic materials which were known can contribute on the maintaining of soil quality in oil palm plantation. POME, either in fresh or treated form, contains a high level of plant nutrient. When the BOD level is brought down to below 5,000 mg/l, the treated POME is allowed to utilize for land application in oil palm plantation. Studies by various groups have demonstrated that such an application has been beneficial to oil palm, besides the saving on fertilizer cost extensively. The application of treated POME has also increased the productivity of plantation. Table 34.5 described the effect of treated POME application on FFB production. Long term studies have also established that water quality of the applied area has not been affected. Table 6 and 7 described the effect of treated POME application on ground water quality.

Table 34.5. Productivity of FFB in oil palm plantation with and without treated POME application

Production Year 2005	Planting Year	Productivity of FFB (kg/Ha)	
		With treated POME	Without treated POME
January	1984	805.82	697.87
February	1984	222.51	151.22
March	1984	222.56	182.61
April	1984	201.56	180.00
Mei	1984	395.68	347.83
June	1984	526.80	425.15
July	1984	947.38	846.82
August	1984	1159.17	1018.26
September	1984	2161.10	2034.78
October	1984	2835.50	2675.74
November	1984	3679.87	3374.87
December	1984	2202.27	1687.30
Total		15360.21	13622.45

Source: Rejosari Palm Oil Mill internal report.

Table 34.6. Quality of ground water at with POME application area

No.	Parameters	Unit	2008		2009		2010		2011	
			Mar	Feb	Sep	Apr	Feb	Apr	Mar	Sep
1	pH		8.64	7.7	8.2	7.9	8.29	8.45	8.6	8.285
2	BOD ₅	mg/L	6.32	11	46	42	30	40	14	2.29
3	Pb	mg/L	0.001	0.022	0.006	0.049	0.081	0.001	0.007	<0.0001
4	Cu	mg/L	0.18	0.92	2.06	0.26	0.05	1.22	0.06	0.0554
5	Cd	mg/L	0.001	0.01	0.003	0.009	0.0048	0.0001	0.003	0.0182
6	Zn	mg/L	0.47	0.08	0.04	0.04	0.9	0.02	0.01	<0.0001
7	DO	mg/L	6.09	6.4	9.3	6.2	4.7	4.3	4.15	4.04
8	NH ₃ -N	mg/L	0.61	1.37	0.63	2.02	0.95	0.97	0.54	0.0446

Source: Rejosari Palm Oil Mill internal report.

Table 34.7. Quality of ground water at area without POME application

No.	Parameters	Unit	2008		2009		2010		2011	
			Oct	Sep	Apr	Oct	Apr	Mar	Sep	
1	pH		7.7	7.9	7.56	7.3	7.8	7.8	7.5	
2	BOD ₅	mg/L	6	14	16	5	41	5	0.81	
3	Pb	mg/L	0.019	0.014	0.039	0.041	0.003	0.023	<0.0001	
4	Cu	mg/L	0.25	0.03	0.16	0.08	0.05	0.05	0.0191	
5	Cd	mg/L	0.005	0.006	0.005	0.0051	0.0	0.001	<0.0001	
6	Zn	mg/L	0.26	0.01	0	0.03	0.005	0.03	0.0021	
7	DO	mg/L	6.3	7.3	6.4	5.5	4.1	5.5	4.06	
8	NH ₃ -N	mg/L	0.06	0.32	0.45	0.03	0.08	0.05	0.0609	

Source: Rejosari Palm Oil Mill internal report.

34.4. Sustainable Palm Oil Mill Effluent Management

34.4.1. Conceptual Management of POME

Sustainability, is a holistic concept, and encompasses three key pillars; Social, Environment, and Economic. These key concepts are derived from definition of sustainable development, there are “sustainable development seeks to meet the needs and aspirations of the present generation without compromising the ability to meet the needs of those in the future.” Based on this definition, sustainability is all about the efficient management of present resources to meet future needs. In the context of the palm oil industry, sustainability is all about the long-term security of the supply chain if the oil palm business is to continue with a holistic balance between social, environmental and economic needs of country and people.

Proper management of natural resources would help protect their biological production potential and help maintain future options for their use. Indeed, a major

objective of sustainable land management is the harmonization of agricultural priorities with economic and environmental concerns.

In the Roundtable of Sustainable Palm Oil (RSPO) principle 5 (environment responsibility and conservation of natural resources and biodiversity) is explained that:

- (a). waste is reduced, recycled, and disposed of in an environmentally and socially responsible manner,
- (b). efficiency of energy use and use of renewable energy is maximized, and
- (c). Plans to reduce pollution and emissions including greenhouse gases (GHGs), are developed, implemented, and monitored.

In line with the element of protecting the environment, Palm oil industry should places strong emphasis on the environmental needs. The main sources environmental pollution from palm oil mill is POME. Oxygen depleting potential of POME is about 100 times that of domestic sewage. POME caused a major environmental problem in palm oil industry. Without good POME treatment and handling, the palm oil mill becomes synonymous with POME pollution.

Implementation of principle 5 of RSPO is very much important to reduce the environmental impact of POME significantly. POME reduction and recycling through methane capturing and land application of treated POME will not only reduce the environmental impact of POME significantly, but also will produce some valuable products, increase energy efficiency, maximize renewable energy utilization, and reduce GHGs emission. The fast growth of palm oil industries also has high potential to give some additional revenue and other intangible benefit from POME.

34. 4.2. Example of Sustainable POME Management

34. 4.2.1. Electricity Generation from POME.

Generating electricity from POME through biogas or methane capturing has attract great attention across the palm oil industry due to will not only give additional revenue from sale of surplus energy, but also the vast potential of methane recovery for use as a clean renewable energy as well as for the mitigation of GHG emissions which is recognized by RSPO principle 5. Many benefit of methane capturing from POME, such as: additional revenues from sale of surplus energy and carbon credits, reducing the carbon footprint of palm oil mill which is important to increase market competitiveness of palm product particularly palm biodiesel to environmentally-sensitive markets such as the European Union and United States. The benefit of methane capture from POME and their impact to reduce global and local environmental burden was described at Figure 34.12. Methane capturing from POME and their utilization to generate steam or electricity will also reduces dependence on fossil fuel, enhances fuel diversity and security of energy supply, and encourages technology innovation on POME sustainable management. Capturing and utilization of methane as renewable energy from POME all at once will reduce the

environmental pollution, produce renewable energy, reduce greenhouse gases emission, and replace fossil fuel as a source of energy in palm oil industries.



Figure 34.12. The benefit of methane capture from POME and their impact to reduce global and local environmental burden

Methane capturing from POME can be carried out using anaerobic digestion in several types of bioreactor, such as: covered in the ground anaerobic reactor (CIGAR), continuous stirrer tank reactor (CSTR), and anaerobic baffles reactor (ABR). Anaerobic digestion is common technology to treated POME. Conventional palm oil mill usually use open anaerobic pond to treat POME. By covered the surface pond using high density polyethylene (HDPE), the open anaerobic pond will change to become CIGAR. Process design of anaerobic treatment and utilization of POME is shown at Figure 34.13.

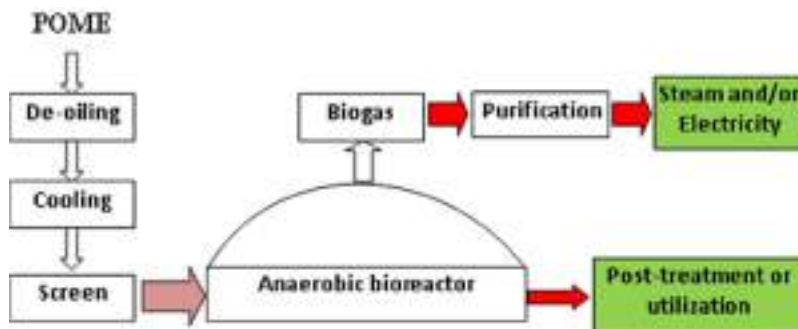


Figure 34.13. Process design of anaerobic treatment and utilization of POME

The utilization of POME for generates heat and electricity in palm oil mill has increased the potential of energy generated from palm oil mill biomass waste. Through anaerobic digestion, biogas plant reduced COD load about 90%. Palm oil

mill with has capacity 45 ton FFB/hour will produce electricity about 1.28 MW from POME treatment. In addition, the biogas utilization for energy also reduced GHGs emission about 6.38 ton of CH₄/day which is equivalent to about 133.95 ton of CO₂e/day. Figure 34.14 described an illustration of potential electricity production CO₂e emission reduction from POME at palm oil mill with capacity 45 tons of FFB/hour.

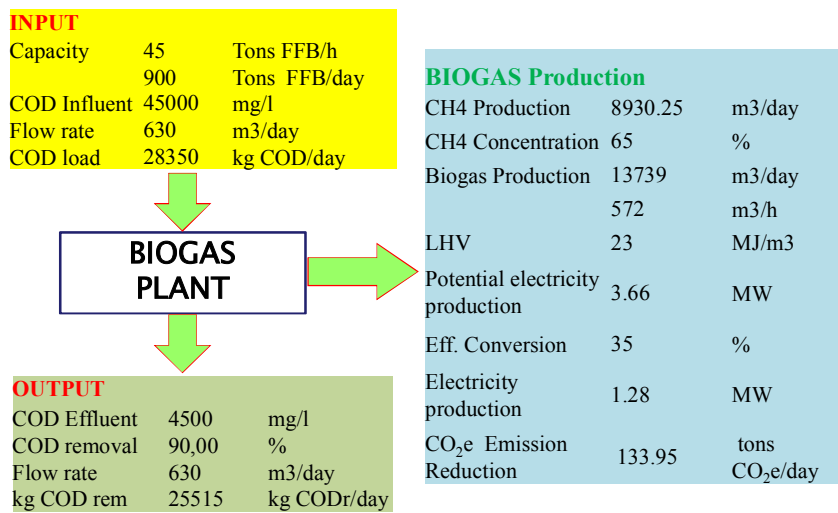


Figure 34.14. The potential of electricity production and CO₂e emission reduction from POME at palm oil mill with capacity 45 tons of FFB/hour

34. 4.2.2. Integrated Solution for zero-waste effluent and palm oil solid waste

The proposed concept of a sustainable POME and EFB treatment can fulfill the following aspects:

- Alternative to common procedures as open pond system and dumping of EFB;
- Elimination of pollution of surface water, ground water and atmosphere (realization of zero waste concept);
- Minimization of nutrient losses and concentration of all nutrients from POME and EFB in one product;
- Possibility of biogas production by demand;

In this concept, utilization of POME for biogas production is only if it has a demand or a market for biogas/energy (Schuchardt *et al.*, 2008). Market of renewable energy in Indonesia was promoted through Ministry of Energy and Mineral Resources regulation Number 4, 2012. National Electricity Company of Indonesia (PT. PLN) must buy the renewable energy generated by some company with fixed tariff. So, the palm oil mills have big opportunity to sale the surplus energy through PT. PLN grids.

The palm oil industries are currently using its EFB waste for mulching and treated POME as liquid fertilizer through implementation of land application system. Some other industries are using the EFB and POME together to produce compost. Composting of EFB together with POME can minimize of nutrient losses and concentration of all nutrients from POME and EFB in one product. The procedure of compost production is described at Figure 34.15. Using co-composting of EFB and POME almost all (depend on how much POME is produced per ton FFB) of POME utilized to keep the moisture around 60% during composting process. Case study at EFB-POME co-composting plant shown that about 0.091 m³ of wastewater or about 13.06% of POME still remain and need to be treated or utilized for land application. Table 34.8 shown the material balance in POME-EBF co-composting process.

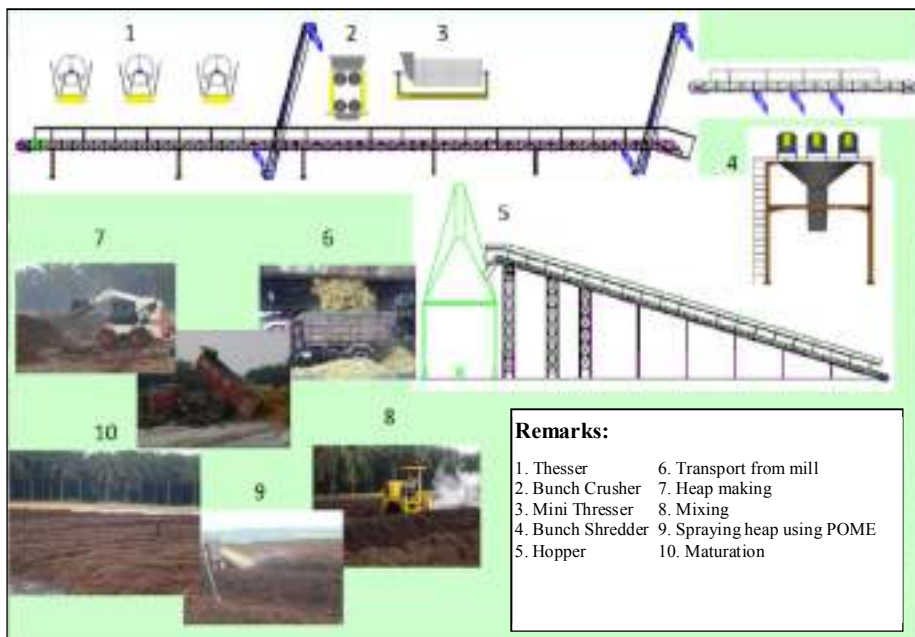


Figure 34.15. Diagram of EFB-POME compost production

During replanting, the trunks and fronds are chipped and left in the inter-rows as mulch under zero-burn practice. Mesocarp fiber and palm kernel shell are burned as fuel for the boilers to produce steam and electricity. Others palm oil industries also utilized the treated EFB as fuel for boilers. The surplus energy is used for in-house or peripheral area. Also the palm oil mill can sale the excess electricity through grid connection. Most of the wastes are now considered co-products, especially as renewable energy resources (Basiron and Weng, 2004).

Table 34.8. Material balance in POME-EFB co-composting process

Parameters	Unit	Amount
FFB	Ton	1
Volume of POME	m ³	0.7
EFB	ton	0.23
Volume water in FFB (moisture 60%)	m ³	0.138
Total POME spraying to EFB heap (3 m ³ of POME/ton EFB)	m ³	0.690
Total water evaporated, assumption Evaporation rate 51 l/tonEFB/day ^{*)**)}	m ³	0.657
Total non evaporated water	m ³	0.171
Total weight of compost (65% of EFB)	ton	0.150
Total water in compost (moisture 60%)	m ³	0.090
Total Leached production	m ³	0.081
Total un-utilized POME	m ³	0.010
Total wastewater produced	m ³	0.090
	%	13.06
*) Schuchardt et.al., 2002.		
**) Assumption: effective evaporation conducted for 8 weeks (56 days)		

Comment [TS6]: Udin, Table ini tidak bisa saya edit. Masih menggunakan konvensi decimal bahasa Indonesia.

POME reduction technologies are also important to reduce the environmental burden. POME reduction technology was developed through implementation of PLC (*Programmable Logic Controller*) in boiler and sterilization unit. Implementation PLC reduced water consumption 1.73 m³ to 1.54 m³ per ton of FFB. The reduction of water consumption in the mill will caused the reduction of POME production per ton of FFB from about 0.6 m³ to 0.55 m³ or about 50 liter per ton of FFB (*Personal communication with Rambutan Palm Oil Mill-PTPN 3, 2013*). Implementation of continuous sterilization and zero dilution technology also dramatically reduce POME production to about 0.25-0.45 m³ per ton of FFB (Schuchardt *et al.*, 2008).

34.5. Summary

Implementation of POME reduction and recycling through methane capturing and land application of treated POME will not only reduce the environmental impact of POME significantly, but also will produce some valuable products, increase energy efficiency, maximize renewable energy utilization, and reduce GHGs emission.

Generating electricity from POME through biogas or methane capturing has attract great attention across the palm oil industry due to will not only give additional revenue from sale of surplus energy, but also the vast potential of methane recovery for use as a clean renewable energy as well as for the mitigation of GHG emissions which is recognized by RSPO principle 5.

The benefits of POME utilization for biogas production and composting are the renewable energy production, saved POME treatment cost in pond systems, total utilization of the POME nutrients, reduced cost for EFB transport and utilization, and higher FFB yields in the plantation. With the process of mulch or compost production from EFB in combination of POME, with or without biogas production before, it is possible to realize a sustainable process in palm oil mills with zero waste.

34.6. References

- Anonym. (2009). *Pedoman Pengelolaan Limbah Industri Kelapa Sawit*. Kementrian Lingkungan Hidup, Jakarta. (***In Bahasa Indonesia***)
- Basiron Y., and Weng C.K. (2004). The Oil Palm and Its Sustainability. *Journal of Oil Palm Research*, 16 (1), 1-10.
- Hasanudin, U. 2008. Biomass Utilization from Agroindustries in Indonesia. *Biomass Sustainable Utilization Working Groups Discussion*. November, 28-29th 2008, Jakarta.
- Isroi and Mohajoeno E. (2007). Energi Alternatif Pengganti BBM: Potensi Limbah Biomasa Sawit sebagai Sumber Energi Terbarukan. Lembaga Riset Perkebunan Indonesia. . (***In Bahasa Indonesia***)
- Mohammad, A. W., Yeong W. T., Md. Jahim J., and Anuar N. (2008). “Palm Oil Mill Effluent (POME) treatment and bio-resource recovery using ultrafiltration membrane: effect of pressure one membrane fouling”. *Biochem Eng J.* 35. 09-17
- MPOB. (2013). Environ Impact (<http://www.palmoilworld.org/environment.html>). Accessed October 2013.
- MPOB. (2013). Sustainable Palm Oil. (<http://www.palmoilworld.org/sustainability.html>). Accessed October 2013.
- MP3EI. (2011). Master plan of acceleration and expansion of Indonesian economic development. Coordinator Ministry for Economic Republic of Indonesia, Jakarta.
- Saidu M., Ali Y., M. Razman S., Salmiati S. A., and Norhayati A. (2013). “Influence of palm oil mill effluent as inoculum on anaerobic digestion of cattle manure for biogas production”. *Bioresource Technology.* 141. 174-176.
- Schuchardt, F., Darnoko D., dan Guritno P. (2002). Composting of Empty Oil Palm Fruit Bunch (EFB) with Simultaneous Evaporation of Palm Oil Mill Waste Water (POME). International Oil Palm Conference, Nusa Dua, Bali, Indonesia, July 8-12, 2002. Pp. 1-9.

- Schuchardt, F., Wulfert K., Darnoko, and Tjahyono H. (2008). Effect of New Palm Oil Mill Processes on The EFB and POME Utilization. *Journal of Oil Palm Research*, Special Issue October 2008, pp. 115-126.
- Widjaya F. O., Bangun D., and Sinaga S.M. (2013). Peluang dan Tantangan Industri Minyak sawit Indonesia. Palm Oil Industry Development Conference, Grand Melia Hotel-Jakarta, 16-17 October 2013. (*In Bahasa Indonesia*).

Laporan Kajian Pendahuluan

**PENGOLAHAN LIMBAH CAIR PABRIK KELAPA SAWIT UNIT
USAHA REJOSARI MENJADI BIOGAS SERTA PEMANFAATANNYA
UNTUK PEMBERDAYAAN MASYARAKAT SEKITAR PABRIK**

Sebagai dasar MoU antara PTPN VII dengan BPPT dan Unila

Disusun oleh :

**Tim Gabungan BPPT-Unila
dengan dukungan data lapangan
dari UU Rejosari PTPNVII**

14 Agustus 2013

Ringkasan Eksekutif

Masalah utama yang dihadapi Indonesia dan negara penghasil minyak sawit lainnya adalah pengolahan dan pemanfaatan limbah yang masih belum memenuhi kriteria keberlanjutan (*criteria of sustainability*) dari aspek-aspek sosial, ekonomi dan lingkungan. Secara umum terdapat berbagai kondisi aktual pada masing-masing pabrik yang menjadi penghalang perusahaan untuk menerapkan sistem ini, yang sebenarnya berpotensi meningkatkan efisiensi proses dan peningkatan pendapatan perusahaan melalui produksi energi terbarukan dan pupuk organik. Masalah-masalah tersebut antara lain faktor lokasi yang terpencil dan jauh dari jaringan PLN untuk menjual listrik maupun komunitas masyarakat yang dapat memanfaatkan biogas, serta proses produksi minyak sawit yang tidak kontinyu yang berakibat tidak kontinyunya pasokan listrik (atau kelebihan listrik) ke PLN. Unit Usaha Rejosari PTPN VII di Lampung Selatan termasuk dalam kategori yang terakhir karena hanya memproduksi 2 hari per-minggu, namun memiliki kelebihan berlokasi hanya sekitar 1 kilometer dari perumahan penduduk desa terdekat.

UU Rejosari mengolah 25 ton TBS/jam selama 20 jam/hari dan memproduksi limbah cair 22,4 m³/jam selama proses. Limbah cair ini diproses secara anaerobik fakultatif pada kolam terbuka. Dengan menggunakan data-data aliran limbah cair melewati kolam-kolam tersebut pada periode teranalisis (COD input 20 ribu mg/liter dan COD output seribu mg/liter) diproduksi biogas sebesar 196,1 m³/jam (pada proses kontinyu) atau 7.844 m³/minggu dan rata-rata 1.120,6 m³/hari, yang karena biogasnya tidak ditangkap, memberikan indikasi UU Rejosari berkontribusi dalam emisi gas metan ke atmosfer rata-rata 560,3 m³/hari atau 0,48 ton/hari gas metan (CH₄) per-hari yang setara dengan emisi 10 ton karbondioksida/hari. Padahal apabila ditangkap, biogas tersebut dapat dialirkan ke penduduk untuk keperluan memasak 1.300 KK/hari atau membangkitkan listrik kontinyu dengan daya 70 kW.

Kajian pendahuluan ini merekomendasikan dilakukannya pengkajian terapan lebih jauh penangkapan biogas dengan menggunakan sistem cover HDPE yang murah dan andal, dan diuji pemanfaatan biogasnya dengan cara mengalirkan ke perkampungan terdekat untuk keperluan rumah tangga maupun pembangkit listrik yang dapat digunakan untuk mendukung kebutuhan energi listrik fasilitas umum dan usaha-usaha kecil dan menengah.

PENDAHULUAN

Indonesia telah memantapkan diri menjadi produsen minyak sawit mentah (CPO) terbesar di dunia dengan jumlah luas perkebunan sawit sekitar 9 juta dan produksi CPO 29 juta ton pada tahun 2013. Terdapat dua masalah utama yang menghadang laju produksi tersebut terkait dengan harga CPO dan pengurangan emisi gas rumah kaca :

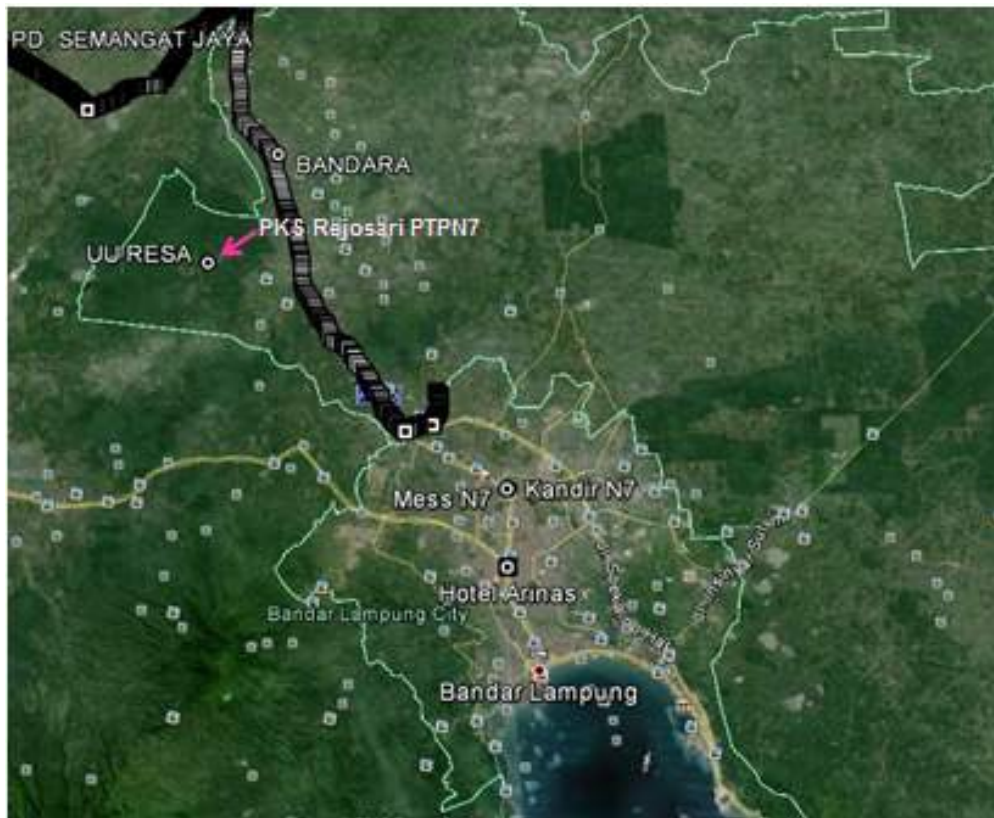
- a). Saat ini dari jumlah produksi CPO tersebut, 9 juta ton digunakan di dalam negeri terutama untuk pangan sebagai minyak goreng dan produksi biodiesel untuk kebutuhan dalam negeri maupun ekspor. Sebagian besar masih diekspor, termasuk ke Malaysia yang merupakan produsen minyak sawit kedua setelah Indonesia dan mampu menjual produknya dalam bentuk CPO olahan. Hilirisasi yang didukung dengan kebijakan bea ekspor yang tinggi merupakan jawabannya, meskipun dibutuhkan dukungan insentif-insentif untuk percepatannya.
- b). Sembilan puluh persen pabrik CPO di Indonesia masih menggunakan kolam-kolam konvensional dalam mengolah limbah cairnya, yang mengemisikan gas metan (CH_4) ke atmosfer. Situasi ini menjadi sasaran protes masyarakat internasional berikutnya selain persoalan pembakaran lahan bekas hutan dan lahan gambut dalam persiapan budidaya kelapa sawit. Hal ini mutlak harus diatasi apabila Indonesia ingin mengamankan pasar minyak sawit mentah maupun olahannya di pasar internasional.

Pada masalah pengolahan limbah cair menjadi biogas yang termantapkan sebenarnya terdapat insentif yang melekat, karena dapat digunakan untuk pembangkitan listrik yang dapat digunakan sendiri untuk mensubstitusi penggunaan BBM serta dapat dijual ke PLN dengan harga yang memadai. Untuk pemanfaatan ini, terdapat dua masalah utama :

- a). Lokasi Pabrik Kelapa Sawit (PKS) yang terpencil menyebabkan biaya jaringan listrik yang tinggi, yang tidak dapat ditanggung oleh PKS maupun PLN. Untuk ini, kebijakan pemerintahlah yang menjadi penentu solusinya.

b). Tidak semua PKS memproduksi CPO secara kontinyu, terutama karena faktor pasokan bahan baku maupun klimatologi, sehingga untuk menjual listrik ke PLN akan menjadi masalah tersendiri.

Pabrik Pengolah Kelapa Sawit UU Rejosari PTPN VII masuk dalam kategori b). sehingga perlu dicarikan jalan keluar proses dan pemanfaatannya secara efektif dan efisien.



Gambar 1. Lokasi UU Rejosari PTPN VII di Desa Rejosari, Kec. Natar Kab. Lampung Selatan

PROFIL LIMBAH CAIR PABRIK KELAPA SAWIT REJOSARI, PTPN VII, LAMPUNG SELATAN

Pabrik Pengolah Kelapa Sawit Unit Usaha Rejosari (UU RESA) terletak di Rejosari, Kecamatan Natar, Lampung Selatan (Gambar 1). Dengan produksi Tandan Buah

Segar (TBS) 4 hari/minggu dari perkebunan sendiri dan tambahan pasokan TBS dari perkebunan rakyat serta proses produksi CPO 2 hari/minggu selama 20 jam/hari, profil proses produksi PKS Rejosari dapat digambarkan sebagai berikut :

Suplai TBS = 25 Ton/jam

CPO yang dihasilkan = 5 ton/jam

Limbah cair (POME) = 22,45 m³/jam

COD POME input ke kolam anaerobik (terbuka)= 20,490 mg/liter*)

COD POME output dari kolam anaerobik (terbuka) = 1,292 mg/liter*)

*) Data uji COD oleh Sucofindo dari UU Rejosari



Gambar 2. Kompleks PKS Rejosari dan perkampungan terdekat (sekitar 1 km dari kolam penampung limbah cair)

Masalah lingkungan di PKS Rejosari : Emisi Gas Rumah Kaca dari Kolam Pengolahan Limbah Anaerobik Terbuka

Berdasarkan data-data di atas, kontribusi PKS Rejosari terhadap emisi gas rumah kaca dari kolam pengolahan limbah anaerobik terbuka dapat dihitung dari laju produksi biogas.

Laju produksi biogas dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$F.Bio = ((COD_{in} - COD_{out}) \times F \times 10^{-3} \times 0,25/C)(1 - 0,09)$$

Keterangan :

F.Bio	= Produksi biogas (m ³ /jam)
F	= Laju alir limbah (m ³ /jam)
10 ⁻³	= Faktor konversi COD dari mg/liter ke kg/m ³
0,25	= Konversi (m ³ CH ₄ /kg. COD)
C	= Konsentrasi CH ₄ dalam biogas (diasumsikan 50%)
0,09	= Asumsi kehilangan CH ₄
Densitas biogas	= 0,85 kg/m ³

Dengan rumus di atas, diperoleh laju produksi biogas teoritis (F.Bio) bila beroperasi secara kontinyu tiap hari selama 24 jam/hari sebesar 196,1 m³/jam. Pabrik bekerja 2 hari x 20 jam per-hari dalam satu minggu (7 hari), sehingga produksi biogas rata-rata harian = 1.120,6 m³/hari. Selama kolam anaerobik tidak ditutup, UU Rejosari berkontribusi mengemisikan gas metan rata-rata sebesar 560,3 m³/hari sehingga proses produksi disana belum dapat dikategorikan ramah lingkungan. Untuk mengatasi hal tersebut, biogas yang diproduksi oleh kolam tersebut harus ditangkap dengan cara sederhana, yakni ditutup menggunakan cover polimer HDPE dan biogasnya dimanfaatkan (=dibakar) untuk digunakan memasak atau listrik.

Perhitungan Potensi Pengurangan Emisi Biogas Dengan Penangkapan Biogas Menggunakan Sistem Cover HDPE Dan Pemanfaatannya

Potensi pengurangan emisi gas rumah kaca dapat dihitung dengan mengkaitkan antara produksi biogas yang dihasilkan dikalikan dengan angka GWP (*Global Warming Potential*). Persamaan lengkapnya dapat dituliskan :

$$RE = ((F.Bio \times C)(1-0,1))/0,0224 \times 16 \times 10^{-6} \times GWP.CH_4$$

Keterangan :

F.Bio	= Produksi biogas (m ³ /jam)
C	= Konsentrasi CH ₄ dalam biogas (sekitar 50%)
0,1	= Asumsi emisi pengoperasian reactor
0,0224	= Vol. 1 mol gas STP (m ³ /mole)
16	= Beratmolekul CH ₄
10 ⁻⁶	= Konversi gram ke ton
GWP.CH ₄	= 21

Dari perhitungan diperoleh potensi pengurangan emisi dengan mengacu pada parameter GWP terhadap potensi emisi dari PKS Rejosari diperoleh rata-rata pengurangan emisi per hari yaitu sebesar 10 ton/hari.

POTENSI PEMANFAATAN BIOGAS SEBAGAI BAHAN BAKAR

Kemampuan biogas sebagai sumber listrik sangat tergantung dengan kandungan Metana. Setiap 1 m³ metana setara dengan 10 kWh. Nilai ini setara dengan 0,6 liter fuel oil. Sebagai pembangkit tenaga listrik, energi yang dihasilkan biogas setara dengan 60-100 watt lampu selama 6 jam penerangan. Kesetaraan biogas dengan pemakaian energi lainnya dijelaskan dalam tabel berikut.

Aplikasi	1 m³ biogas setaradengan
Penerangan	60-100 watt lampu listrik selama 6 jam
Memasak	Dapat memasak tiga jenis makanan untuk satu keluarga beranggotakan 5-6 orang
Pengganti bahan bakar	0,7 kg minyak tanah
Tenaga	Dapat menjalankan mesin 1 HP selama 2 jam
Pembangkit Tenaga Listrik	Dapat menghasilkan 1,25 kWh listrik

Opsi-opsi pemanfaatan biogas UU Rejosari

Dengan mempertimbangkan proses produksi minyak sawit di UU Rejosari telah memanfaatkan limbah padatnya sendiri (cangkang sawit) serta produksi yang tidak kontinyu, pilihan utama pemanfaatan biogas dapat lebih diarahkan ke pemberdayaan masyarakat sekitar yang jaraknya tidak terlalu jauh (1 km dari kolam anaerobik) untuk menjaga keberlanjutannya. Gambar 3 menunjukkan usulan skema pemanfaatan, dimana biogas yang ditangkap dari kolam anaerobik dengan cover HDPE dipompakan menggunakan kompresor menuju ke perumahan penduduk yang ditampung dalam sistem penampungan biogas sebelum didistribusikan ke penduduk atau digunakan untuk membangkitkan listrik skala 50-100 kW.



Gambar 3. Usulan skema penangkapan biogas pada kolam anaerobik dan pemanfaatannya untuk bahan bakar rumahtangga dan/atau pembangkit listrik UKM

USULAN KAJIAN PENERAPAN UNTUK MENGUJI KELAYAKAN TEKNOLOGI PRODUKSI DAN PEMANFAATAN BIOGAS

Untuk mendapatkan manfaat biogas yang optimal bagi UU Rejosari masyarakat sekitar perlu dilakukan kajian kelayakan secara komprehensif yang didukung oleh data-data kajian penerapan yang memadai.

(1). Penangkapan biogas dengan sistem cover HDPE

Untuk mendapatkan hasil biogas yang memadai, dari beberapa kolam anaerobik, diusulkan untuk menutup kolam Anaerobik I (Gambar 4) yang memiliki dimensi sebagai berikut :

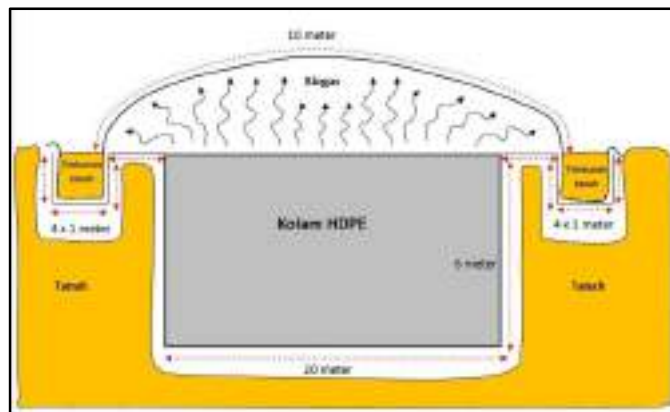
Panjang	= 40 meter
Lebar	= 20 meter
Dalam	= 6 meter



Gambar 4. Kolam Anaerob 1 UU Rejosari yang diusulkan untuk dipasang cover HDPE

Untuk menutup kolam anaerob 1 dengan menggunakan teknik sederhana (Gambar 5), diperlukan plastik HDPE setebal 1 mm dengan dimensi sebagai berikut :

Panjang cover HDPE = 65 meter
Lebar cover HDPE = 40 meter
Luas cover HDPE = 2.600 m²



Gambar 5. Sistem cover HDPE pada kolam anaerobik

Biogas dari dalam tutupan HDPE disalurkan melalui pipa pralon berlubang yang dipasang keliling-horisontal di atas tanggul dan dialirkan melalui pipa pralon tunggal menuju sistem kompresi dan penyimpanan gas.

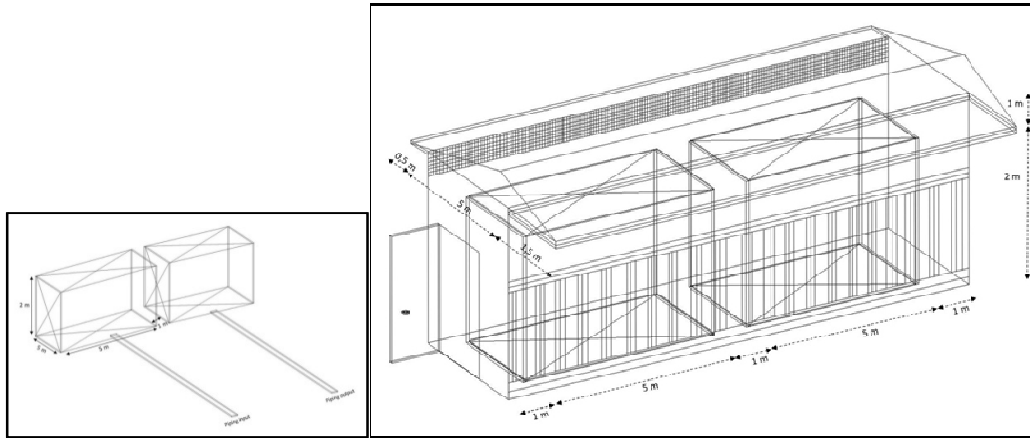
(2). Sistem penyimpanan gas (biogas storage)

Dengan mempertimbangkan terdapatnya perbedaan laju (jeda waktu) antara produksi dan penggunaan biogas, untuk pemanfaatan biogas secara efektif dan efisien, diperlukan sistem penyimpanan biogas. Gas storage ditentukan dengan mempertimbangkan jumlah produksi dan waktu tinggal untuk mendapatkan volume biogas yang dihasilkan.

Konstruksi biogas storage dalam pembuatannya dilakukan dengan merancang HDPE yang masih berupa lembaran untuk kemudian ditempelkan dengan pemanasan membentuk suatu bangunan gas storage balok yang solid. Untuk mendukung pengkokohan sistem biogas storage, selanjutnya ditambahkan tambahan pengait sehingga diperoleh instalasi biogas yang kokoh. Disain utama untuk tiap kerangka biogas ditopang dengan besi-besi galvanis sehingga ketika kondisi kosong, sistem penyimpanan biogas masih tetap terbentuk kerangka baloknya.

Gas Storage (gambar 6 kiri) diusulkan dibuat dalam 2 unit dengan ukuran masing-masing unit :

Panjang	= 5 meter
Lebar	= 5 meter
Tinggi	= 2 meter



Gambar 6. Usulan biogas storage (kiri) dan bangunan pelindungnya(kanan)

Untuk pondasi gas storage, pondasi gas storage terbuat dari pipa galvanis yang berbentuk selinder dan disambung-sambung. Pipa galvanis memiliki diameter sekitar 2 inchi.

Untuk pelindung biogas storage diusulkan dibuat bangunan dengan ukuran 13 m x 7 m (Gambar 6 kanan) bangunan ini ditujukan untuk melindungi biogas dari perubahan cuaca serta pengaruh faktor estetika yang menjadi pertimbangan penting.

(3). Kajian sosial-ekonomi masyarakat calon pengguna biogas

Untuk memastikan opsi terbaik pemberdayaan masyarakat terdekat dalam pemanfaatan biogas, perlu dilakukan kajian terapan dalam bentuk ujicoba pemanfaatan biogas untuk kompor, pembangkit listrik dan pemanfaatan listriknya untuk fasilitas umum (air minum dan lain-lain) dan unit-unit UKM. Bersamaan dengan uji coba ini perlu harus dilakukan pengamatan dan analisis sosial-ekonomi untuk mendapatkan kesimpulan dan opsi paling optimal.

Kesimpulan dan Rekomendasi

1. Meskipun tidak beroperasi tiap hari, Pabrik Kelapa Sawit UU Rejosari PTPNVII menyumbang emisi gas rumah kaca cukup besar, rata-rata 10 ton setara CO₂ per-hari dari biogas yang dihasilkan kolam limbah terbuka. Oleh sebab itu direkomendasikan untuk menutup seluruh kolam anaerobik dan

menangkap biogasnya untuk dimanfaatkan sebagai bahan bakar panas dan/atau listrik.

2. Untuk keperluan tersebut diusulkan kerja sama antara PTPNVII dengan BPPT dan Unila untuk melakukan studi kelayakan penutupan kolam anaerobik dan pemanfaatan biogas yang ditangkap untuk memberdayakan masyarakat yang paling dekat dengan pabrik.
3. Untuk mendukung studi kelayakan tersebut, perlu dilakukan uji konfirmasi dengan menutup Kolam Anaerobik I (berdimensi 20 m x 40 m x 6 m) yang akan menghasilkan biogas dengan cover polimer HDPE, memompakan dan menyimpan biogas tersebut dalam sistem gas sotrage dan memanfaatkan biogas tersebut untuk keperluan rumah tangga (memasak) dan/atau listrik UKM.