

Aplikasi Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit (*Land Application*) di Perkebunan Kelapa Sawit

AN PUSLITBANGBUN

3.614

LEL

a



Indonesian Oil Palm Research Institute

Jl. Brigjen Katamso No. 51, Medan 20158, Indonesia,

Phone. +62 61 - 7862477, Facs. +62 61 - 7862488

e-mail : admin@iopri.org, <http://www.iopri.org>

PERP

G 33.604
LEL
9

Aplikasi Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit (*Land Application*) di Perkebunan Kelapa Sawit

**PERPUSTAKAAN
PUSLITBANGBUN**
02/10/15

0/09
2015



Aplikasi Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit (*Land Application*) di Perkebunan Kelapa Sawit

Penulis :

Vita Dhian Lelyana
Erwinsyah
Henny Lydiasari

Setting & Desain :

Vita Dhian Lelyana
Subhan Fadhillah

Copyright@2013

Dilarang mengutip dan memperbanyak tanpa izin tertulis dari penerbit, sebagian atau seluruhnya dalam bentuk apapun, baik cetak, foto, mikrofilm dan sebagainya.

Diterbitkan oleh :



PUSAT PENELITIAN KELAPA SAWIT
Indonesian Oil Palm Research Institute

Jl. Brigjen Katamso No. 51, Medan 20158, Indonesia
Telp. 061-7862477, Fax. 061-7862488
e-mail : admin@iopri.org, <http://www.iopri.org>

ISBN 978-602-7539-11-2





Kata Pengantar

Land Application merupakan salah satu teknik pengelolaan limbah cair pabrik kelapa sawit dengan cara mengalirkan limbah cair melalui sistem parit ke kebun. Teknik ini dapat menjadi alternatif untuk penanganan masalah limbah cair di PKS.

Dalam penerapannya diperlukan penyesuaian jumlah volume limbah cair yang diaplikasikan, agar dapat memberikan manfaat secara agronomis dan tidak menimbulkan dampak negatif bagi pihak kebun dan lingkungan.

Tulisan ini membahas berbagai aspek penerapan aplikasi limbah cair di perkebunan kelapa sawit sehingga dapat menjadi solusi yang tepat dalam pengelolaan limbah.

Seri buku populer ini merupakan informasi bagi pembaca dan menjadi referensi untuk keberhasilan pengelolaan limbah cair pabrik kelapa sawit dari hasil penelitian para peneliti Kelti Rekayasa Teknologi dan Pengelolaan Lingkungan (RTPL), Pusat Penelitian Kelapa Sawit.

Medan, Februari 2013
Pusat Penelitian Kelapa Sawit

Dr. Witjaksana Darmosarkoro
Direktur







Daftar Isi

Kata Pengantar

Kata Pengantar Direktur PPKS

Daftar Isi

- | | | |
|----|---|----|
| 01 | Pendahuluan | 01 |
| 02 | Dasar Hukum | 02 |
| 03 | Prosedur Perizinan | 03 |
| 04 | Tujuan | 04 |
| 05 | Syarat Aplikasi | 05 |
| 06 | Komposisi Limbah Cair | 06 |
| 07 | Desain Kolam Anaerobik – Aplikasi Lahan | 08 |
| 08 | Teknik Aplikasi | 10 |
| 09 | Dosis, Debit dan Rotasi | 15 |
| 10 | Pembangunan Instalasi Aplikasi Limbah Cair | 16 |
| 11 | Pengoperasian dan Pemeliharaan Instalasi Aplikasi Limbah Cair | 18 |
| 12 | Pemantauan Aplikasi Limbah Cair | 20 |
| 13 | Evaluasi Aplikasi Limbah Cair | 26 |
| 14 | Hasil-Hasil Penelitian Aplikasi Limbah Cair Kelapa Sawit | 28 |
| 15 | Aspek Ekonomi Aplikasi Limbah Cair Kelapa Sawit | 36 |
| 16 | Prospek Teknologi Pengolahan Limbah Cair Kelapa Sawit | 37 |
| 17 | Penutup | 38 |
| | Daftar Pustaka | 39 |



01 Pendahuluan

Proses pengolahan kelapa sawit menjadi minyak kelapa sawit menghasilkan buangan limbah cair dalam jumlah besar. Untuk menghasilkan 1 ton minyak kelapa sawit dihasilkan 2,5 ton buangan limbah cair pabrik kelapa sawit (Naibaho, 1989). Buangan limbah cair tersebut berasal dari proses perebusan, klarifikasi dan hidrosiklon. Limbah industri pertanian (agroindustri) mempunyai ciri khas yaitu kandungan bahan organiknya yang tinggi. Kandungan bahan organik tersebut merupakan bahan yang potensial untuk dimanfaatkan sebagai produk yang memiliki nilai ekonomis, salah satunya dengan memanfaatkannya sebagai sumber nutrisi organik di perkebunan kelapa sawit atau yang lebih dikenal dengan aplikasi lahan (*land application*).

Pada prinsipnya konsep pengaliran limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS) ke areal tanaman kelapa sawit adalah untuk pemanfaatan dan bukan pembuangan atau mengalirkan limbah secara sewenang-wenang. Dalam penerapannya diperlukan pengawasan jumlah volume limbah cair yang diaplikasikan, agar diperoleh keuntungan dari segi agronomis dan tidak menimbulkan dampak yang merugikan.

Pemanfaatan LCPKS sebagai pupuk pada umumnya dilakukan dengan mengalirkan air limbah yang telah memenuhi persyaratan aplikasi (KepMen LH No 29 thn 2003) ke bak-bak distribusi dan selanjutnya ke parit-parit yang ada di perkebunan. Tulisan ini akan membahas tentang aspek-aspek yang berkaitan dengan pelaksanaan aplikasi LCPKS di perkebunan kelapa sawit.



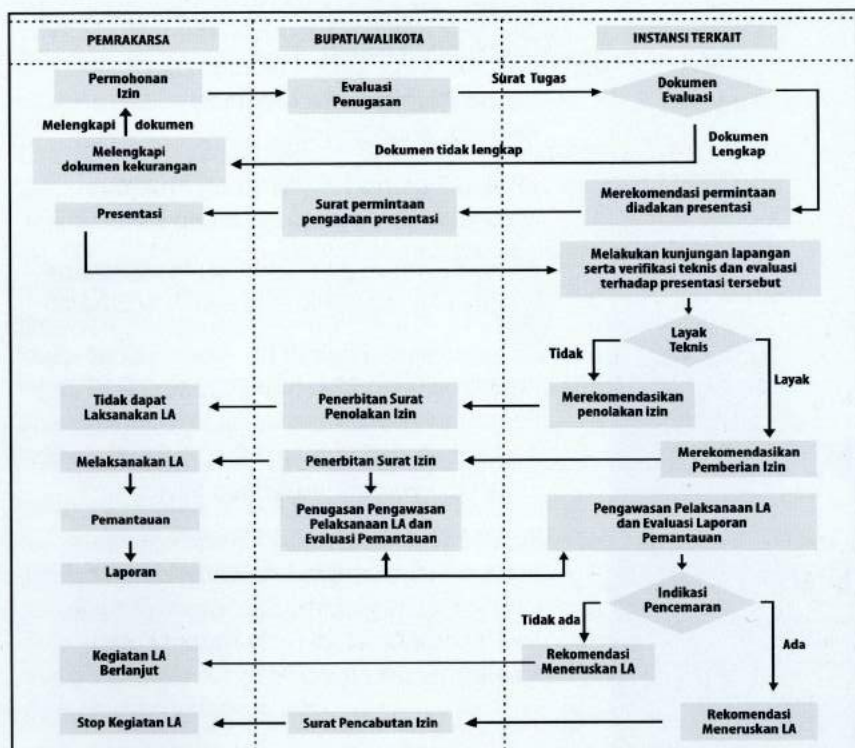
Peraturan dan perundang-undangan yang menjadi dasar hukum dalam pelaksanaan aplikasi LCPKS di perkebunan kelapa sawit antara lain :

- Peraturan Menteri Kesehatan No. 416/MENKESPER/IX/1990 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air.
- KepMen LH No 51/MENLH/10/1995 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri.
- UU No 23 tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- UU No 22 tahun 1999 tentang Pemerintahan Daerah.
- PP No 27 tahun 1999 tentang Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup.
- PP No 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- KepMen LH No 28 tahun 2003 tentang Pedoman Teknis Pengkajian Pemanfaatan Air Limbah dari Industri Minyak Sawit pada Tanah di Perkebunan Kelapa Sawit.
- KepMen LH No 29 tahun 2003 tentang Pedoman Syarat dan Tata Cara Perizinan Pemanfaatan Air Limbah Industri Minyak Sawit pada Tanah di Perkebunan Kelapa Sawit.

Untuk dapat melakukan kegiatan aplikasi LCPKS ke areal kebun kelapa sawit, perusahaan (pemrakarsa) harus terlebih dahulu melakukan pengkajian aplikasi limbah cair pada tanah yang meliputi :

- pengaruh terhadap pembudidayaan ikan, hewan dan tanaman
- pengaruh terhadap kualitas tanah dan air tanah
- pengaruh terhadap kesehatan masyarakat.

Berdasarkan hasil kajian tersebut, pemrakarsa mengajukan permohonan izin aplikasi kepada Bupati/Walikota dengan prosedur perizinan pelaksanaan pemanfaatan air limbah sesuai Lampiran Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 29 tahun 2003 sebagai berikut:



Aplikasi limbah cair kelapa sawit ke areal kebun kelapa sawit pada prinsipnya adalah pemanfaatan sebagai pupuk dengan tujuan sebagai berikut:

Jangka Pendek

- Mengurangi biaya pengoperasian, pengawasan dan pemeliharaan instalasi pengolahan air limbah (IPAL)
- Meningkatkan produksi tandan buah segar (TBS)
- Mengurangi biaya pembelian pupuk

Jangka Panjang

- Mengurangi dan mencegah berpindahnya pencemaran dari satu media ke media lainnya
- Dalam rangka menerapkan konsep produksi bersih dan *zero waste*



Berdasarkan pasal 3 ayat (1) Kep.Men LH No.29 Tahun 2003, persyaratan minimal yang wajib dipenuhi untuk pengajuan izin pemanfaatan air limbah industri sawit pada tanah di perkebunan kelapa sawit adalah:

- a. Nilai *Biological Oxygen Demand* (BOD) tidak boleh melebihi 5.000 mg/L,
- b. Nilai pH berkisar 6-9,
- c. Dilakukan pada lahan selain lahan gambut,
- d. Permeabilitas lahan tempat dilakukannya aplikasi limbah adalah 1,5 cm/jam – 15 cm/jam,
- e. Kedalaman air tanah lebih dari 2 m,
- f. Areal pengkajian seluas 10-20 persen dari seluruh areal yang akan digunakan untuk pemanfaatan air limbah,
- g. Pembuatan sumur pantau.

Selain persyaratan di atas, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam memilih areal yang akan dialiri LCPKS, yaitu:

- a. Diutamakan areal tanaman kelapa sawit yang sudah berumur di atas 5 tahun.
- b. Areal yang dialiri tidak melebihi 5 km dari pabrik kelapa sawit (PKS).
- c. Pipa aliran limbah tidak melewati atau menyeberangi sungai.
- d. Diutamakan areal yang datar dan berombak.

Pada umumnya LCPKS berasal dari campuran air kondensat rebusan, *sludge separator* dan air hidrosiklon. Limbah segar ini berupa suspensi koloid yang terdiri dari 94-95% air, 0,7-1,0% minyak dan 4-5% padatan total termasuk padatan melayang sebesar 2-4% terutama berasal dari daging buah sawit (Lubis dan Tobing, 1989). Pada dasarnya LCPKS tidaklah beracun namun potensi tingkat pencemarannya tinggi. Hal ini disebabkan kandungan bahan organik yang tinggi, sehingga nilai BOD, *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan padatan tersuspensi menjadi tinggi, seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis parameter mutu limbah cair PKS.

Parameter	Konsentrasi (mg/l)
BOD (<i>Biological Oxygen Demand</i>)	25.500
COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>)	48.000
Padatan Total (<i>Total Solids</i>)	29.000
Padatan Tersuspensi (<i>Suspended Solids</i>)	18.750
Minyak (<i>Oil & Grease</i>)	5.000

Sumber : Lubis dan Tobing (1989)

Namun adanya kandungan bahan organik LCPKS memungkinkan bahan organik ini sebagai sumber unsur hara seperti N, P, K dan Mg yang dibutuhkan oleh tanaman. Untuk setiap 100 ton LCPKS yang dialirkan ke areal tanaman kelapa sawit mempunyai kadar BOD <5.000 mg/l, rata-rata mengandung 55 kg nitrogen, 9 kg fosfat, 85 kg kalium dan 18 kg magnesium, seperti tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan N, P, K dan Mg dalam 100 ton LCPKS

Unsur	BOD 25.000 mg/l	BOD <5.000 mg/l
Nitrogen, kg	50-90 (70)	50-67,5 (55)
Fosfat, kg	9-14 (12)	9-11 (9)
Kalium, kg	100-200 (150)	100-185 (85)
Magnesium, kg	25-34 (30)	15-32 (18)

Keterangan : Angka dalam kurung adalah nilai rata-rata.

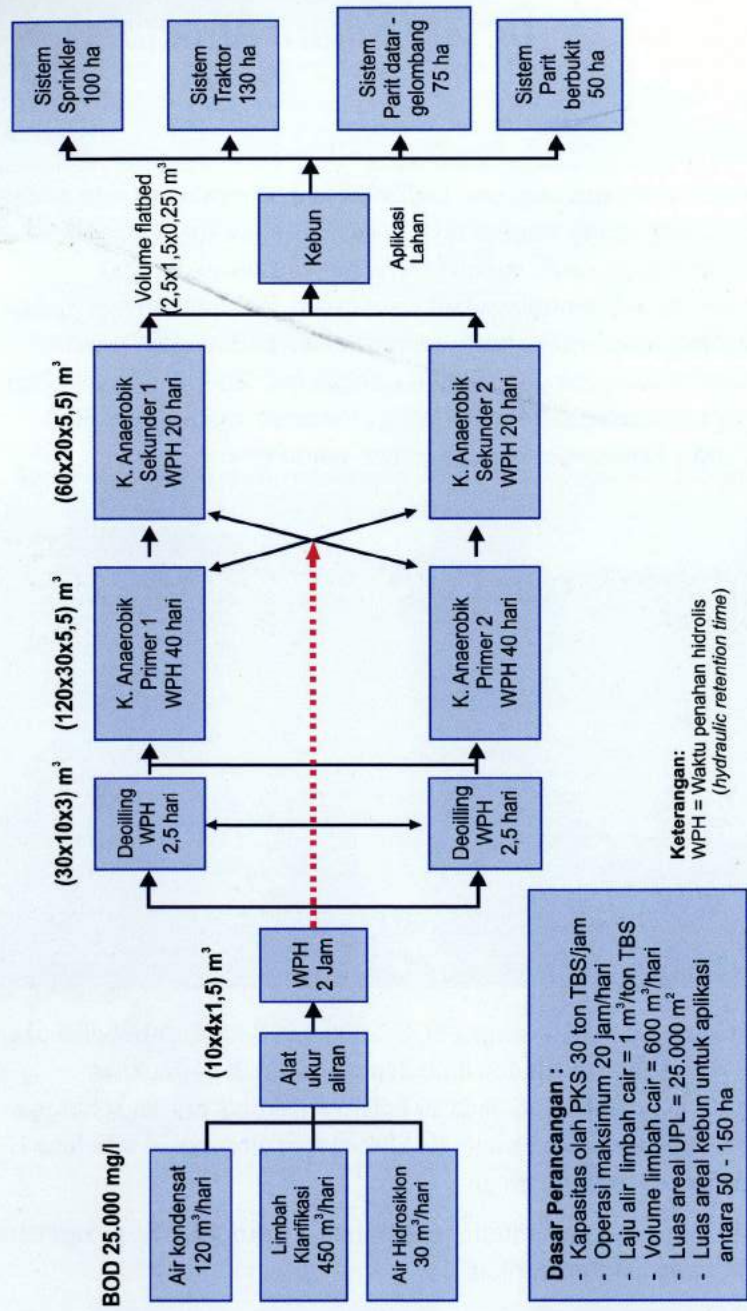
Sumber : Tobing, 1990.

Sedangkan komposisi nutrisi dari limbah cair pada masing-masing kolam pengolahan LCPKS ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Komposisi nutrisi limbah cair kelapa sawit pada tiap kolam.

Uraian	BOD (mg/l)	N (mg/l)	P (mg/l)	K (mg/l)	Mg (mg/l)
<i>Fat-pit</i>	25.000	500-900	90-140	1.000-1.975	250-340
Kolam Anaerob Primer	3.500-5.000	500-675	90-110	1.000-1.850	250-320
Kolam Anaerob Sekunder	2.000-3.500	325-450	62-85	875-1.250	160-215
Kolam Aerob Permukaan	100-200	55-80	5-15	420-670	25-55
Kolam Aerob Dasar	150-300	1.495	461	2.378	1.000
Kolam Pengendapan	75-125	30-70	3-15	330-650	17-40

Sumber : Tobing, 1997



Sumber : Pengelolaan Limbah Pabrik Kelapa Sawit Ramah Lingkungan - Seri Buku Saku 04 PPKS, 2005

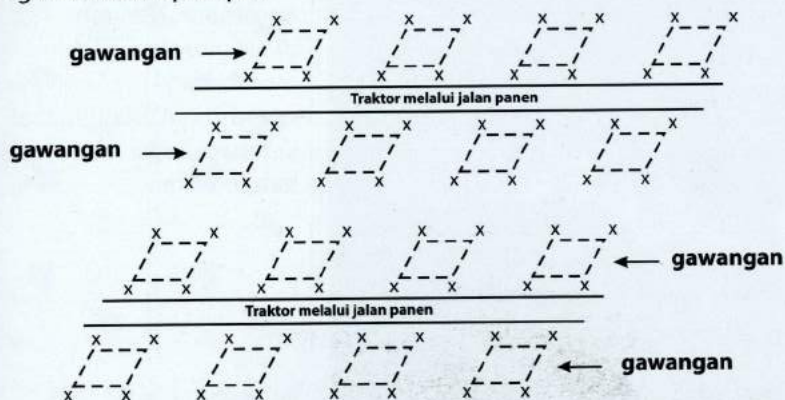
Pemilihan teknik aplikasi yang sesuai untuk tanaman kelapa sawit sangat tergantung kepada kondisi dan luas areal yang tersedia maupun faktor-faktor sebagai berikut:

- Jenis dan volume limbah cair,
- Topografi lahan yang akan dialiri,
- Jenis tanah dan kedalaman permukaan air tanah,
- Umur tanaman kelapa sawit,
- Luas lahan yang tersedia,
- Jarak lahan dari pabrik,
- Jarak lahan aplikasi dengan air sungai atau pemukiman penduduk.

Beberapa teknik aplikasi limbah cair yang dikenal antara lain:

a. Sistem traktor-tangki

Aplikasi sistem ini adalah limbah cair dari kolam limbah diangkut ke lapangan dengan menggunakan tangki yang ditarik oleh traktor. Traktor berjalan pada jalan panen dan limbah disemprotkan sepanjang baris pohon tempat tumpukan pelepah hasil pemangkasan (gawangan) dengan bantuan pompa.



Gambar 2. Aplikasi limbah cair dengan sistem traktor-tangki

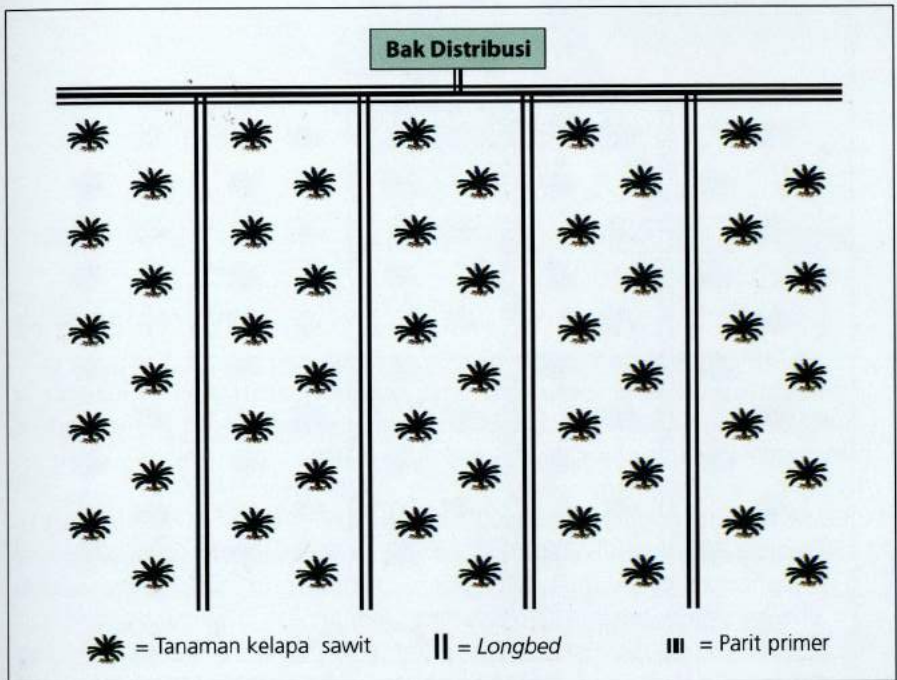
b. Sistem parit atau alur (*longbed*)

Aplikasi limbah cair dengan sistem parit dilakukan dengan pipanisasi atau dengan menggunakan truk tangki untuk menyalurkan limbah cair ke bak distribusi di areal kebun. Aplikasi dengan pipanisasi dapat dilaksanakan pada areal kebun yang datar, berombak dan berbukit namun biaya investasi yang dibutuhkan relatif mahal, tetapi biaya operasional relatif murah. Pipa yang digunakan jenis HDPE, PVC atau baja dengan ukuran 6 inci.



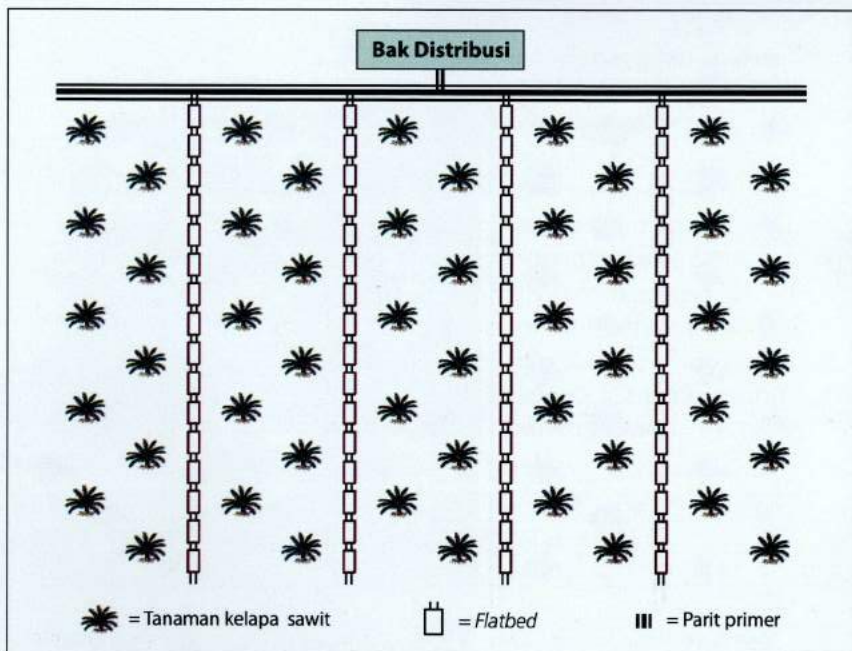
Sedangkan aplikasi limbah cair dengan menggunakan truk tangki dapat dilaksanakan pada areal kebun yang datar dan berombak, dengan biaya investasi relatif murah, namun biaya operasional relatif mahal karena adanya konsumsi bahan bakar.

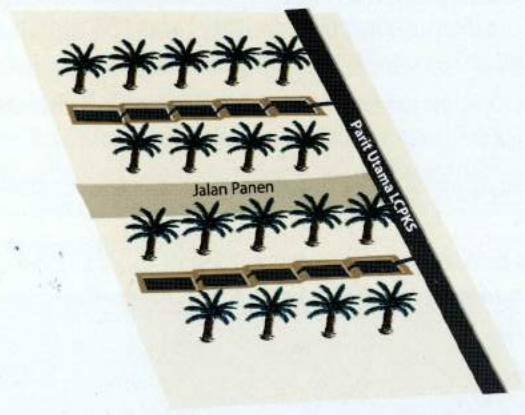
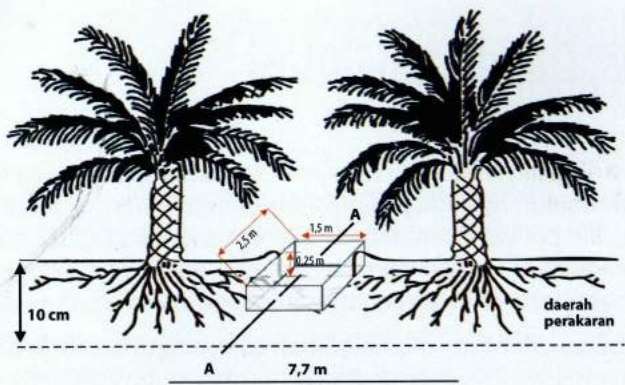
Ada dua pola parit yang digunakan untuk distribusi limbah yaitu parit yang lurus dan berkelu-liku. Parit berkelu digunakan untuk lahan yang curam atau berbukit sedangkan parit yang lurus memanjang dapat digunakan pada lahan yang sedikit miring. Parit berukuran dalam 20-30 cm dan lebar 30 cm dibangun di sepanjang baris tanaman dengan lintasan tidak mengganggu jalan panen dan transportasi TBS. Biaya aplikasi LCPKS dengan sistem ini relatif lebih murah, namun distribusi aliran akan tidak sama rata karena jumlah parit tergantung pada topografi dan adanya endapan lumpur di parit yang harus secara rutin dibersihkan.



c. Sistem teras (*flat bed*)

Sistem ini digunakan di lahan berombak/bergelombang dengan membuat parit bersekat di antara baris pohon yang dapat mengalirkan limbah dari atas ke bawah mengikuti kemiringan tanah. Teknik aplikasinya adalah mengalirkan limbah dari kolam limbah melalui pipa ke bak-bak distribusi, berukuran $(4 \times 4 \times 2)$ m ke parit sekunder (*flatbed*) berukuran $(2,5 \times 1,5 \times 0,25)$ m³ yang dibuat setiap baris tanaman (gawangan mati).





d. Sistem Sprinkler

Limbah cair yang berasal dari kolam anaerobik dialirkan melalui saringan menuju parit. Penyaringan diperlukan untuk menyaring partikel padatan tersuspensi yang dapat menyebabkan penyumbatan pada *nozzle sprinkler*. Setelah penyaringan, limbah kemudian dialirkan ke dalam bak yang dilengkapi dengan pompa sentrifugal yang mampu memompakan air limbah untuk dialirkan ke areal melalui pipa PVC. Kemudian dengan *nozzle sprinkler* yang berputar-putar perlahan air limbah disiramkan ke tanaman. Sistem ini dipakai untuk lahan yang datar atau sedikit bergelombang. Kekurangan sistem ini adalah sering tersumbatnya *nozzle* oleh lumpur sehingga perlu pemeliharaan yang intensif. Disamping itu, biaya pembangunan instalasi sistem sprinkler cukup tinggi.

Pendistribusian LCPKS didasarkan atas rotasi aplikasi yang telah ditentukan sebelumnya. Rotasi aplikasi ini sangat ditentukan oleh kebutuhan air periodik tanaman. Mekanisme perhitungan dosis, debit, kebutuhan lokasi dan rotasi penyiraman atau pemanfaatan air limbah dapat menggunakan contoh perhitungan sebagai berikut:

- a. Sebelumnya dihitung volume limbah cair yang tersedia. Sebagai contoh misalnya PKS dengan kapasitas olah 30 ton TBS/jam mengolah TBS 500 ton/hari = 150.000 ton TBS/tahun. Volume limbah cair yang dihasilkan sekitar 0,8 ton dari 1 ton TBS diolah atau $0,8 \times 500 \text{ ton} = 480 \text{ m}^3/\text{hari} = 120.000 \text{ m}^3/\text{tahun}$.
- b. Diupayakan agar jarak lahan untuk aplikasi limbah berdekatan dengan lokasi IPAL atau dengan radius 3 km.
- c. Dipilih sistem aplikasi yang digunakan, misalnya dengan *long bed* atau *flatbed*.
 - *Long bed* berukuran $(100 \times 0,3 \times 0,25) \text{ m}$ ($p \times l \times t$) = $7,5 \text{ m}^3/\text{unit}$. Volume parit sebesar $5 \times 7,5 \text{ m}^3 = 37,5 \text{ m}^3/\text{ha}$ dengan asumsi jumlah parit 5 unit/ha.
 - *Flatbed* berukuran $(1,5 \times 2,5 \times 0,25) \text{ m}$ ($p \times l \times t$) = $0,9375 \text{ m}^3$. Volume *flatbed* sebesar $160 \times 0,9375 \text{ m}^3 = 150 \text{ m}^3/\text{ha}$ dengan asumsi jumlah *flatbed* sekitar 160 unit *flatbed*/ha.
- d. Jika volume limbah PKS yang diperlukan untuk 4 aplikasi per tahun sebanyak $150.000 \text{ m}^3 : 4 = 37.500 \text{ m}^3$, maka luas areal tanaman kelapa sawit yang diperlukan untuk menampung limbah tersebut dengan sistem *flatbed* = 250 ha.
- e. Dosis air limbah dinyatakan dalam centimeter ekuivalen hujan per-tahun (*rain equivalent per year*) atau *cm rey*, dimana $1 \text{ cm rey} = 100 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{tahun}$. Dengan aplikasi 4 x per tahun = $4 \times 150 \text{ m}^3 = 600 \text{ m}^3$, maka dosis aplikasi = 6 *cm rey*.
- f. Debit limbah per hari sebanyak 480 m^3 dapat ditampung di areal seluas 3,2 ha. Dengan areal seluas 250 ha, maka selesai diaplikasi dalam jangka waktu 78 hari, masih dibawah jangka waktu rotasi aplikasi yaitu 3 bulan = 90 hari.

Jenis instalasi aplikasi limbah cair yang akan dipakai tergantung kondisi kebun (topografi dan jenis tanah yang akan dialiri LCPKS), kapasitas olah PKS dan iklim. Pada umumnya, LCPKS dialirkan dari kolam anaerobik melalui pipa PVC atau pipa besi berdiameter 6 inci menuju pipa 4 inci dan selanjutnya mengalir ke pipa 2 inci ke bak distribusi yang ada di lapangan hingga ke *flatbed* atau *longbed*. Sebelum mengoperasikan pompa, terlebih dahulu operator memeriksa kondisi IPAL, kran dan pipa pengeluaran (*outlet*) di lokasi IPAL hingga ke areal aplikasi (*flatbed*). Setelah itu operator membuka kran pada areal yang akan dialiri LCPKS dan selanjutnya pompa dioperasikan hingga limbah mengalir ke *flatbed*. Untuk memudahkan distribusi LCPKS dari kolam anaerobik primer, pipa induk dilengkapi dengan kran dan *ball valve control*. Sarana dan prasarana pengaliran LCPKS di areal kebun kelapa sawit tersaji pada Tabel 4.



Tabel 4. Spesifikasi instalasi aliran LCPKS

Bentuk instalasi	Ukuran
Parit primer	Lebar x tinggi = 0,4 x 0,4 m Panjang sesuai kebutuhan
<i>Long bed</i>	Panjang x lebar x tinggi = 100 x 0,3 x 0,25 m Volume per <i>long bed</i> = 37,5 m ³
<i>Flatbed</i>	Panjang x lebar x tinggi = 2,5 x 1,5 x 0,25 m Volume per <i>flatbed</i> = 0,9 m ³
Pompa	2 unit (1 cadangan) Daya pompa disesuaikan dengan kebutuhan
Kolam distribusi	Panjang x Lebar x tinggi = 4 x 4 x 1 m Jumlah disesuaikan dengan kebutuhan
Pipa PVC/galvanis	Pipa primer 6 inci, pipa sekunder 4 inci, pipa tersier 2 inci Panjang pipa disesuaikan dengan kebutuhan
Sumur pantau	Dari pipa 6 inci, panjang sampai kedalaman air



Bak distribusi LCPKS

Pengoperasian dan Pemeliharaan Instalasi Aplikasi Limbah Cair

11

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pengoperasian instalasi aplikasi LCPKS adalah sebagai berikut :

- Untuk memastikan bahwa BOD LCPKS yang dipompakan antara 3.500-5.000 mg/l dan tidak >5.000 mg/l, dilakukan uji laboratorium limbah tersebut dengan mengambil contoh air limbah di outlet terakhir menuju flatbed. Selain itu diukur pH antara 6-8 dan kadar minyak <0,3%.
- Jika LCPKS telah dialirkan dan seluruh *flatbed* pada barisan tersebut telah berisi penuh, perlu dilakukan pengawasan agar LCPKS tidak melimpah ke areal rendahan, hal ini dapat diantisipasi dengan membangun parit isolasi di ujung *flatbed*.
- Perlu dipastikan bahwa semua pipa aliran di areal aplikasi tidak tersumbat.
- Perlu adanya pengawasan pada bagian pipa yang menggunakan *elbow* siku terutama untuk mencegah kebocoran.
- Pengaliran LCPKS ke areal dihentikan pada hari hujan, untuk menjaga agar tidak terjadi limpasan LCPKS ke parit atau badan sungai.

Sedangkan untuk pemeliharaan sarana aplikasi limbah cair, hal-hal yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut:

- Dilakukan pengecekan dan pelumasan pada pompa dan peralatan lainnya secara periodik.
- Dilakukan resirkulasi di kolam anaerobik primer agar kualitas LCPKS yang diaplikasikan mempunyai angka BOD antara 3.500-5.000 mg/l, pH antara 6-8 dan kadar minyak <0,3%.
- Untuk memastikan pipa-pipa dan kran tidak tersumbat, LCPKS harus dialirkan setiap hari melalui pipa-pipa dengan cara membuka kran dan kemudian menutupnya kembali. Hal ini dilakukan untuk mencegah endapan tertinggal di dalam pipa.

- Pemantauan terhadap sistem aplikasi (lokasi sampling, bahan dan peralatan yang digunakan) dilakukan secara terus menerus dan dievaluasi secara periodik.
- Secara periodik \pm 6 bulan sekali, lumpur dikeruk dari *flatbed* dan *longbed* agar volume LCPKS tetap sesuai dosis yang telah ditentukan.



- Perawatan dan pemeliharaan instalasi pengolahan limbah cair (pompa resirkulasi, pompa pengaliran limbah ke areal, penimbunan/ menambah lebarnya dinding kolam, membersihkan rumput di sekeliling kolam, pengurasan lumpur dari permukaan dan dasar kolam dan lain sebagainya) harus dilaksanakan sesuai dengan dokumen UKL dan UPL.



Pemantauan perlu dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya perubahan lingkungan dari kegiatan aplikasi LCPKS secara terus-menerus ke areal tanaman kelapa sawit. Sesuai dengan ketentuan Kep.Men LH No.29 Tahun 2003, Bupati/Walikota meminta kepada penanggung jawab kegiatan untuk melaksanakan kegiatan pemantauan segera oleh pemrakarsa atau penanggung jawab usaha setelah memperoleh Surat Keputusan Izin Pelaksanaan Pemanfaatan Air Limbah. Kegiatan pemantauan tersebut meliputi : 1) Air limbah, 2) Air tanah, 3) Tanah, 4) Air Permukaan dan kebauan, 5) Tanaman.



1. Pemantauan Air Limbah

Sampel air limbah diambil di outlet terakhir menuju ke lahan pemanfaatan air limbah (titik terakhir sebelum air limbah dimanfaatkan) dengan frekuensi, metode dan parameter sebagaimana tercantum dalam Tabel 5 berikut:

Tabel 5. Frekuensi, metode, dan parameter pemantauan sampel kualitas LCPKS yang diaplikasi ke lahan.

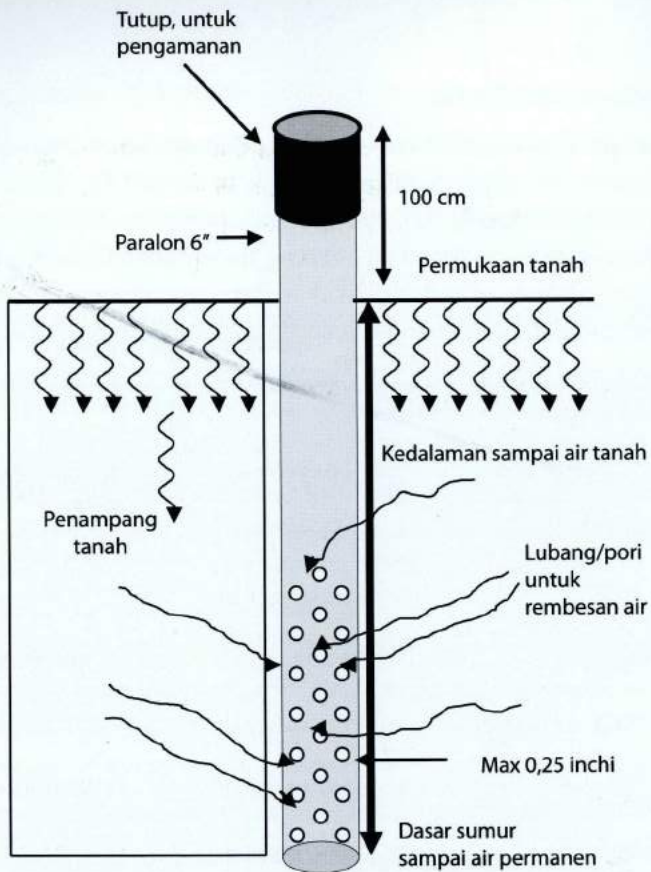
No.	Parameter	Frekuensi	Metode
1.	Debit	Harian	-
2.	BOD	Bulanan	Winker
3.	COD	Bulanan	-
4.	pH	Bulanan	pH meter
5.	Minyak/Lemak	Bulanan	Soklet
6.	Pb	Bulanan	AAS
7.	Cu	Bulanan	AAS
8.	Cd	Bulanan	AAS
9.	Zn	Bulanan	AAS

2. Pemantauan Air Tanah

Sampel air tanah diambil dari sumur pantau yang harus dibuat di lahan kontrol, lahan yang diaplikasi dengan air limbah dan sumur penduduk yang terdekat lokasinya dengan lahan yang diaplikasi, lebih rendah elevasinya, serta memiliki peluang tercemar air limbah. Pemantauan kualitas air tanah dilakukan dengan frekuensi, metode parameter, dan parameter yang tercantum dalam Tabel 6 berikut:

Tabel 6. Frekuensi, metode, dan parameter pemantauan sampel kualitas air tanah pada pelaksanaan aplikasi lahan LCPKS

No.	Parameter	Frekuensi	Metode
1.	BOD	6 bulan sekali	Winker
2.	DO	6 bulan sekali	
3.	pH	6 bulan sekali	pH meter
4.	NO ₃ sebagai N	6 bulan sekali	Kolorimetrik
5.	NH ₃ -N	6 bulan sekali	Kolorimetrik
6.	Cd	6 bulan sekali	AAS
7.	Cu	6 bulan sekali	AAS
8.	Pb	6 bulan sekali	AAS
9.	Zn	6 bulan sekali	AAS
10.	Cl	6 bulan sekali	Titrimetrik
11.	SO ₄ ⁻²	6 bulan sekali	Kolometrik



Sumber: Laporan kajian LA PT. IMT.

Gambar 8. Sketsa sumur pantau untuk pengambilan contoh analisa air tanah dangkal

3. Pemantauan Tanah

Tanah yang akan dianalisis adalah tanah di lahan sekitar lokasi pemanfaatan air limbah, rorak (saluran /parit yang digenangi air limbah), dan antar rorak (antara parit dengan tanaman) pada 6 kedalaman yaitu : 0-20 cm ;40-60 cm ; 60-80 cm ; dan 100-120 cm. Pengambilan sampel air tanah di parit dilakukan setelah kerak limbah yang menumpuk di permukaannya di buang atau disisihkan dari parit.

Sampel tanah terganggu adalah sampel tanah yang dapat diambil dengan menggunakan skop, spatula, atau bor tanah minimal yang digunakan untuk mengukur parameter seperti pH, kapasitas tukar kation (KTK), kadar nitrogen, C-organik, fosfat, dan unsur-unsur tertentu serta tekstur tanah (kandungan pasir, debu, dan liat atau lempung). Untuk sampel tanah terganggu yang diambil dengan menggunakan bor tanah mineral, sampel tanah diambil pada setiap 20 cm sedalam 120 cm atau 6 lapis. Berat sampel tanah terganggu diambil masing-masing $\pm 0,5$ kg. sampel tanah tersebut dimasukkan ke dalam kantong plastik rangkap 2 dan diberi label yang jelas sesuai lokasi kedalamannya.

Sampel tanah utuh digunakan untuk mengukur bobot isi, porositas, dan permeabilitas. Pengambilan sampel tanah utuh dilakukan dengan *ring sampler* pada kedalaman 0-30 cm dan 30-60 cm, masing-masing 2 sampel lainnya digunakan untuk mengukur permeabilitas.

Frekuensi, metode, dan parameter minimal yang harus diukur untuk sampel air tanah tersebut adalah seperti tercantum pada Tabel 7 berikut:

Tabel 7. Frekuensi, metode, dan parameter pemantauan sampel kualitas tanah pada pelaksanaan aplikasi lahan LCPKS.

No.	Parameter	Frekuensi	Metode
1.	pH dalam air	1 tahun sekali	pH meter
2.	C-organik	1 tahun sekali	Walkley-Black
3.	N total	1 tahun sekali	Kjeldahl
4.	P-tersedia	1 tahun sekali	Bray I
5.	Kation dapat ditukar K, Na, Ca, Mg	1 tahun sekali	NH ₄ OAc pH 7
6.	Kapasitas Tukar Kation	1 tahun sekali	Diukur dengan AAS
7.	Kejenuhan Basa	1 tahun sekali	$(Ca+Mg+K+Na)/KTK \times 100 \%$
8.	Logam-logam berat (Pb, Cu, Zn, Cd)	1 tahun sekali	Destruksi Basah
9.	Tekstur (Pasir, debu, liat)	1 tahun sekali	Pipet
10.	Minyak/Lemak	1 tahun sekali	Soklet

Untuk mengetahui sifat-sifat kimia dan fisik tanah diperlukan sampel tanah terganggu dan sampel tanah utuh.

Untuk mengetahui sifat-sifat kimia dan fisik tanah diperlukan sampel tanah terganggu dan sampel tanah utuh.

4. Pemantauan Air Permukaan dan Kebauan

Pemantauan kualitas air permukaan dilakukan 4 kali dalam setahun, yaitu 2 kali pada musim kemarau dan 2 kali pada musim hujan. Air tanah diambil dari sumur pantau atau sumur penduduk terdekat. Air permukaan yaitu air dari anak sungai yang berdekatan dengan lokasi aplikasi. Parameter yang diamati adalah pH, DO, BOD, NO_3 , Cu, Pb, Zn, Cl, SO_4 .

Tingkatan kebauan dilakukan pada areal kebun yang diaplikasi pada titik 50 m dan 150 m ke arah angin dominan serta pada lokasi pemukiman karyawan. Parameter kebauan mengacu kepada Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 50 Tahun 1996 tentang Baku Mutu Kebauan.

5. Pemantauan Tanaman

Untuk mengetahui dampak aplikasi LCPKS terhadap tanaman dapat dilihat dari adalah produksi TBS/ha/tahun, serta analisis daun. Pemantauan dilaksanakan setiap bulan. Hasil pengamatan tersebut dibandingkan antara areal tanaman yang memperoleh LCPKS dengan areal tanaman yang tidak diaplikasi (kontrol). Selain itu untuk tanaman yang diaplikasi LCPKS juga dilaporkan mengenai pemakaian dosis pupuk.

Evaluasi pemantauan dilakukan oleh instansi yang bertanggung jawab dan ditunjuk oleh Bupati/Walikota. Laporan hasil pemantauan yang dilaksanakan oleh pihak kebun disampaikan secara tertulis kepada Bupati dengan tembusan kepada: a) Menteri Lingkungan Hidup/Kepala BAPEDAL Pusat, dan b) Gubernur. Evaluasi pemantauan dilakukan dengan mengecek ada tidaknya indikasi pencemaran dan atau perusakan lingkungan yang meliputi:

1. Kondisi Tanah

Untuk mengetahui ada tidaknya indikasi pencemaran pada tanah di lokasi pemanfaatan dilakukan dengan membandingkan kondisi tanah pada rona awal dan kondisi tanah di sekitar lokasi pemanfaatan.

2. Kondisi Air Tanah

Untuk mengetahui ada tidaknya indikasi pencemaran terhadap air tanah, evaluasi dilakukan dengan membandingkan kondisi antara air tanah setempat dengan rona awalnya dan standar baku mutu air kelas I menurut PP no. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air.

3. Kondisi Kebauan

Evaluasi terhadap kebauan dilakukan dengan membandingkan antara kondisi kebauan di lokasi pemanfaatan dengan baku mutu tingkat kebauan menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 50/MENLH/11/1996 tentang Baku Mutu Kebauan. Apabila kondisi kebauan di lokasi pemanfaatan melebihi baku mutu maka hal itu dapat digunakan sebagai indikasi adanya pencemaran. Jika indikasi

tersebut terjadi, instansi yang bertanggung jawab wajib meminta kepada pemrakarsa untuk memperbaiki kualitas kebauannya atas izin pemanfaatan air limbah nya tidak diperoleh.

4. Kondisi Tanaman

Untuk mengetahui ada tidaknya indikasi pencemaran dan atau kerusakan tanaman pokok akibat pencemaran maka evaluasi dilakukan dengan :

- a. Pengamatan indikasi kondisi fisik tanaman tersebut
- b. Melakukan pengecekan terhadap produktivitas tanaman tersebut
- c. Melakukan uji laboratorium tanaman tersebut

5. Kondisi Air Limbah yang Dimanfaatkan

Evaluasi dilakukan dengan membandingkan kualitas air limbah yang dimanfaatkan dengan kualitas air limbah yang dipersyaratkan dalam izin. Apabila dari hasil evaluasi tersebut menunjukkan adanya indikasi pencemaran dan atau kerusakan lingkungan maka pelaksanaan pemanfaatan air limbah harus melakukan pemulihan kualitas lingkungan.

Pengaruh LCPKS Terhadap Produktivitas Tanaman Kelapa Sawit

Berbagai hasil penelitian dan pengamatan aplikasi limbah cair pada perkebunan kelapa sawit umumnya melaporkan bahwa aplikasi limbah cair secara nyata dapat meningkatkan produksi kelapa sawit (Tabel 8). Hasil percobaan Sutarta, *et al.* (2000) menunjukkan kombinasi pemberian limbah cair dengan dosis 12,66 mm ECH per bulan dengan pupuk anorganik sebanyak 50% dari dosis standar kebun, dapat meningkatkan produksi TBS sebesar 36% dibandingkan dengan perlakuan tanpa aplikasi limbah cair dan aplikasi pupuk standar kebun 100 %.

Tabel 8. Produksi TBS pada beberapa percobaan pemanfaatan limbah cair

Parameter	Malaysia				Indonesia PPKS**
	PORIM**	EBOR RS**	United Plantation**	Guthrie**	
TBS (ton/ha/tahun)	25,8 (160)	20,8 (129)	28,8 (129)	31,8 (116)	29,3 (136)
Jumlah tandan (tandan/ha/tahun)	-	987 (111)	-	1.264 (104)	909 (129)
Bobot tandan (kg/tandan)	-	21,1 (103)	-	25,2 (103)	32,2 (106)

Keterangan :

* angka dalam tanda kurung menyatakan % terhadap kontrol

** pengamatan percobaan di PORIM, EBOR RS, United Plantation, Guthrie dan PPKS masing-masing selama 2; 5; 6; 1,8 dan 2 tahun.

Sumber : Sutarta *et al.*, 2000.

Selain itu, pengamatan di beberapa kebun seperti Kebun Aek Nabara Selatan, Torgamba dan Sei Baruhur PT. Perkebunan Nusantara III dengan dosis aplikasi limbah 10 cm ECH/ha/thn dan frekuensi aplikasi setiap dua bulan (setiap aplikasi 185 m³/ha) serta pemberian pupuk anorganik dosis standar, menunjukkan hasil produktifitas tanaman kelapa sawit pada aplikasi limbah cair kelapa sawit mengalami peningkatan produktivitas rata-rata sebesar 19,5% (Tabel 9) (Sutarta *et al.*, 2000).

Tabel 9. Produktivitas kelapa sawit pada areal aplikasi LCPKS di beberapa kebun PT. Perkebunan Nusantara III.

Kebun	Flatbed	Luas Efektif (ha)	Produktivitas kelapa sawit (kg/ha/thn)	
			1998	1999
Aek Nabara Selatan	20.170	150	21.920 (105)	24.419 (109)
Sisumut	10.335	100	16.284 (133)	14.826 (107)
Torgamba	20.202	140	21.904 (155)	19.056 (105)
Sei Baruhur	16.484	100	20.256 (123)	20.684 (119)

Keterangan : Angka dalam kurung merupakan persentase terhadap kontrol (tanaman yang tidak diberi limbah cair PKS)

Sumber : Sutarta et al., 2000.

Naiknya produksi TBS tersebut disebabkan oleh kenaikan kedua komponen produksi, yaitu jumlah tandan dan bobot tandan. Sehingga dosis aplikasi limbah cair yang dianjurkan adalah 12,66 mm ECH/bulan atau setara dengan 126 m³/ha yang dikombinasikan dengan 50% dosis pupuk standar kebun. Dengan dosis tersebut setiap bulannya, akan memberikan dampak sebagai berikut :

- 1) Meningkatkan hara dalam tanah yang setara dengan :
 - 0,28 kg Urea/phn/bulan atau 3,36 kg urea/phn/th
 - 0,05 kg TSP/phn/bulan atau 0,6 kg TSP/phn/th
 - 0,45 kg MOP/phn/bulan atau 5,4 kg MOP/phn/th
 - 0,18 kg kiserit/phn/bulan atau 2,16 kg kiserit/phn/th
- 2) Meningkatkan kadar air tanah rata-rata sekitar 6%/bulan (60 ml/kg tanah/bln)
- 3) Meningkatkan kadar organik dalam tanah. Kandungan C limbah padat yang diambil dari flatbed adalah 19,8% atau sekitar 0,198 kg C/kg limbah padat dalam kondisi kering.

Percobaan yang dilakukan oleh Liwang et al. (2006) dengan aplikasi LCPKS pada dua tempat yang mempunyai perbedaan agroekologi khususnya pada daerah yang mengalami kekurangan air, hasilnya menunjukkan bahwa aplikasi limbah cair pada daerah yang mempunyai kekurangan air 4 bulan/tahun secara umum lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol yang menggunakan pupuk inorganik dosis standar, dengan peningkatan sekitar 24% (Tabel 10).

Tabel 10. Rerata berat TBS (kg/pohon/tahun) pada tiap perlakuan.

Perlakuan	Kekurangan air 4 bulan	Kekurangan air 1-2 bulan
	(**)#	(**)#
Kontrol, pupuk konvensional	129,4	199,6 a
Setiap bulan, 360 m ³ /ha/thn	153,5	232,7 bc
Setiap bulan, 750 m ³ /ha/thn	169,4	217,5 b
Setiap bulan, 1080 m ³ /ha/thn	161,4	225,9 bc
Setiap dua bulan, 360 m ³ /ha/thn	158,6	240,8 c
Setiap dua bulan, 750 m ³ /ha/thn	168,1	235,0 bc
Setiap dua bulan, 1080 m ³ /ha/thn	169,3	225,5 bc
Setiap empat bulan, 360 m ³ /ha/thn	153,8	232,6 bc
Setiap empat bulan, 750 m ³ /ha/thn	157,6	224,5 bc
Setiap empat bulan, 1080 m ³ /ha/thn	145,0	226,7 bc

Keterangan: *) : rata-rata 2002-2005

ns : not significant ($p > 0,05$)

** : significant ($p > 0,01$)

: significant differences in means are indicated with different letters at the same row ($p < 0,05$)

Sumber : Liwang *et al.*, 2006.

Sedangkan daerah yang mempunyai kekurangan air 1-2 bulan/tahun, peningkatan produksi TBS pada aplikasi LCPKS mencapai 15% lebih tinggi dibandingkan kontrol. Peningkatan produksi TBS di daerah yang kekurangan airnya lama lebih tinggi dimungkinkan karena limbah cair memberikan kontribusi yang penting, hal ini sesuai dengan studi yang pernah dilakukan oleh Sutarta *et al.* (2000) yang menunjukkan bahwa kadar air dalam tanah akan meningkat sebesar 6% per bulan apabila dilakukan aplikasi limbah cair sebesar 126 m³/ha. Selain itu, Turner dan Gillbank (2003) juga menyatakan manfaat aplikasi limbah cair akan lebih besar apabila diaplikasikan pada periode kekurangan air.

Pengaruh LCPKS Terhadap Sifat Kimia Tanah

Hasil penelitian aplikasi limbah cair dengan dosis dan perlakuan pada Tabel 11 yang dilakukan oleh Sutarta *et al.* (2000) menunjukkan bahwa dari analisis tanah atas (0-20 cm) yang diambil di piringan pohon belum terlihat adanya perubahan sifat kimia tanah/kandungan hara yang nyata antara perlakuan aplikasi limbah cair dengan kontrol. Namun sifat kimia tanah yang diambil di sekitar *flatbed* menunjukkan bahwa aplikasi limbah cair nyata memperbaiki beberapa sifat kimia tanah seperti peningkatan pH

tanah, ketersediaan kation-kation K, Ca, dan Mg, KTK, bahan organik tanah, hara N dan P (Huan, 1987). Peningkatan tersebut sejalan dengan peningkatan dosis pemberian limbah cair.

Distribusi akar aktif (*feeding root*) tanaman kelapa sawit diketahui juga banyak ditemukan di luar piringan, sehingga kadar hara yang tinggi di luar piringan (sekitar *flatbed*) tersebut diharapkan dapat diserap oleh akar tanaman dengan baik.

Tabel 11. Hasil analisis tanah (0-20 cm) di dalam piringan pada percobaan aplikasi limbah cair di kebun Aek Nabara Selatan pada tahun 1999.

LCPKS (mm ECHT*)	Perlakuan		pH (H ₂ O)	C (%)	N (%)	C/N	P Bray-2 (pp)	(me/100 g)				KB (%)
	Frekuensi pengaliran	Dosis pupuk ****) (%)						K	Ca	Mg	KTK	
0	-	100	4,8	1,6	0,2	8	8	0,5	0,5	0,4	10,5	13,3
76	6 kali**)	0	4,8	1,3	0,1	13	9	0,1	0,2	0,2	8,0	6,2
76	6 kali	50	4,9	1,4	0,2	7	3	0,4	1,1	0,6	9,4	21,3
76	6 kali	100	4,6	1,2	0,1	12	3	0,5	0,8	0,4	9,6	18,7
152	12 kali***)	0	4,9	1,4	0,1	14	3	0,3	0,8	0,4	9,5	16,8
152	12 kali	50	4,7	1,3	0,1	13	8	0,4	0,8	0,4	9,4	17,0
152	12 kali	100	4,6	1,3	0,1	13	7	0,3	0,7	0,4	7,6	18,4
Rerata			4,8	1,4	0,1	11,4	6	0,4	0,7	0,4	9,1	16,8

Keterangan : *) ECHT : Ekivalen Curah Hujan per Tahun (1 mm ECHT = 10.000 liter/ha/thn)
 **) satu kali per 2 bulan masing-masing sebanyak 1/6 x 76 mm = 12,66 mm ECH
 ***) satu kali per bulan sebanyak 1/12 x 152 mm = 12,66 mm ECH
 ****) pupuk urea, RP, MOP, dan kiserit

Sumber : Sutarta et al., 2000.

Pengaruh LCPKS Terhadap Sifat Fisik Tanah

Pada tahun 1987 Huan melaporkan bahwa karakteristik sifat fisik tanah pada areal yang diberi aplikasi limbah cair mempunyai kerapatan isi (*bulk density*) menurun sedangkan total porositas, daya tahan air, ketersediaan air dalam tanah dan stabilitas agregat tanah mengalami peningkatan sejalan dengan dosis pemberian limbah cair (Tabel 12). Adanya perbaikan beberapa sifat fisik tersebut akan berdampak pada perkembangan akar dan distribusinya dalam tanah. Struktur tanah yang mengalami perbaikan akan menyebabkan daya pegang air dalam tanah meningkat dan akhirnya akan berdampak pada peningkatan ketersediaan air dalam tanah. Sehingga aplikasi limbah cair merupakan salah satu upaya dalam konservasi air tanah.

Tabel 12. Karakteristik fisik tanah pada kedalaman olah (0-15 cm) di tanah seri Serdang (Malaysia)

Perlakuan (mm ECHT)	Bulk density (g/cm ³)	Porositas tanah (%)	0,33 bar	15 bar (% H ₂ O v/v)	Air tersedia (0,33-15 bar)	% agregasi	Indeks stabilitas
Kontrol	1,52	42,60	23,31	14,57	8,74	49,17	0,278
50	1,50	43,50	26,45	16,10	10,39	53,04	0,263
100	1,40	47,00	32,77	19,88	12,87	44,32	0,338
200	1,30	51,10	31,85	21,19	10,66	42,21	0,482
F-hitung	4,055*	4,610**	8,704**	6,921**	2,486	0,489ns	13,904**
LDS 5%	0,144	5,219	4,415	3,439	3,137	-	0,093

Keterangan: - ECHT : Ekuivalen curah hujan per tahun (1 mm ECHT = 10.000 liter/ha/thn)
 - Perlakuan kontrol adalah dengan pemupukan normal kebun
 - * beda nyata pada taraf 5%
 - ** beda nyata pada taraf 1%

Sumber : Huan, 1987

Tabel 13. Sifat fisik tanah pada tengah flatbed dan pada jarak 120 cm dari pinggir.

Lokasi	Kedalaman (cm)	Humidity (%w/w)	Bulk density (g/cm ³)	Particle density (g/cm ³)	Porosity (%)
Tengah flatbed	0 - 5	19,2	1,62	2,62	38,3
	5 - 10	18,6	1,56	2,62	40,5
	10 - 20	19,6	1,57	2,62	40,1
	20 - 30	20,1	1,54	2,63	41,5
	30 - 40	21,7	1,44	2,63	45,3
	50 - 60	19,9	1,50	2,64	43,1
	Rerata	19,9	1,54	2,63	41,5
120 cm dari pinggir	0 - 5	17,1	1,46	2,61	44,1
	5 - 10	16,4	1,45	2,61	44,5
	10 - 20	16,3	1,46	2,63	44,5
	20 - 30	16,0	1,52	2,63	42,3
	30 - 40	16,3	1,44	2,64	45,4
	50 - 60	16,0	1,50	2,64	43,2
	Rerata	16,4	1,47	2,63	44,0

Sumber : Liwang et al., 2006.

Sedangkan percobaan yang dilakukan oleh Liwang *et al.* (2006) menunjukkan bahwa aplikasi limbah cair dapat menstimulasi perkembangbiakan akar tanaman kelapa sawit. Akar sekunder, tertier dan kuartier ditemukan dengan kandungan densitas tinggi pada pinggir *flatbed* di kedalaman sampai dengan 60 cm. Sehingga aplikasi limbah cair dapat meningkatkan ikatan antara partikel tanah dan pori yang menyebabkan porositas tanah tinggi dan *bulk density* rendah (Tabel 13).

Pengaruh LCPKS Terhadap Kadar Hara Daun

Hasil penelitian Sutarta *et al.* (2000) menunjukkan pada analisis daun ke-17 kandungan hara dalam daun kelapa sawit yang dialiri limbah tergolong normal sampai agak tinggi, dan perubahannya tidak nyata apabila dibandingkan dengan kontrol (Tabel 14). Penelitian yang dilakukan oleh Huan (1987) juga menunjukkan bahwa aplikasi limbah cair belum berpengaruh nyata terhadap kadar hara dalam daun tanaman kelapa sawit apabila dibandingkan dengan kontrol.

Tabel 14. Hasil analisis daun-17 pada percobaan aplikasi limbah cair di kebun Aek Nabara Selatan pada 1999

Limbah cair PKS (mm ECHT*)	Perlakuan		N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Cl (%)	B (ppm)
	Frekuensi pengaliran	Dosis pupuk ****)							
0	-	100	2,7	0,2	1,1	0,7	0,3	0,6	7,0
76	6 kali**)	0	2,6	0,2	1,1	0,7	0,2	0,6	8,3
76	6 kali	50	2,6	0,2	1,0	0,6	0,2	0,6	7,7
76	6 kali	100	2,6	0,2	1,1	0,6	0,2	0,6	6,3
152	12 kali****)	0	2,6	0,2	1,1	0,7	0,2	0,6	8,7
152	12 kali	50	2,6	0,2	1,1	0,6	0,2	0,6	8,7
152	12 kali	100	2,6	0,2	1,0	0,7	0,3	0,6	8,7
Rerata			2,6	0,2	1,1	0,7	0,2	0,6	7,9

Keterangan:

*) ECHT : Ekvivalen curah hujan per tahun (1 mm ECHT = 10.000 liter/ha/thn)

**) Satu kali per 2 bulan masing-masing sebanyak 1/6 x 76 mm = 12,66 mm ECH (Ekvivalen curah hujan)

**) Satu kali per bulan sebanyak 1/12 x 125 mm = 12,66 mm ECH

****) Pupuk urea, RP, MOP, dan kiserit

Sumber : Sutarta *et al.*, 2000.

Dari hasil penelitian Liwang *et al.* (2006) menunjukkan bahwa aplikasi limbah cair kelapa sawit pada daerah yang kekurangan air 1-2 bulan memberikan dampak positif pada kandungan hara di daun terutama unsur K dan Mg, namun tidak menunjukkan dampak nyata pada unsur N dan P (Tabel 15). Sedangkan aplikasi limbah cair pada daerah yang kekurangan air 4 bulan tidak menunjukkan perubahan yang nyata pada semua unsur.

Tabel 15. Kadar hara di daun pada tiap perlakuan

Perlakuan	Kandungan Nutrisi (%)							
	Kalimantan Selatan				Riau			
	N	P	K	Mg	N	P	K	Mg
Kontrol, pupuk konvensional	(ns)	(ns)	(**)(#)	(**)(#)	(ns)	(ns)	(ns)	(ns)
Setiap bulan, 360 m ³ /ha/thn	2,68	0,17	1,00 a	0,28 a	2,48	0,15	0,74	0,38
Setiap bulan, 360 m ³ /ha/thn	2,73	0,17	1,12 b	0,34 b	2,62	0,16	0,83	0,36
Setiap bulan, 750 m ³ /ha/thn	2,69	0,17	1,11 b	0,34 b	2,55	0,16	0,78	0,38
Setiap bulan, 1080 m ³ /ha/thn	2,70	0,17	1,11 b	0,36 b	2,58	0,16	0,81	0,37
Setiap dua bulan, 360 m ³ /ha/thn	2,69	0,17	1,13 b	0,34 b	2,55	0,15	0,79	0,37
Setiap dua bulan, 750 m ³ /ha/thn	2,73	0,18	1,14 b	0,35 b	2,56	0,15	0,82	0,35
Setiap dua bulan, 1080 m ³ /ha/thn	2,71	0,18	1,13 b	0,34 b	2,54	0,16	0,84	0,35
Setiap empat bulan, 360 m ³ /ha/thn	2,65	0,17	1,16 b	0,33 b	2,44	0,15	0,79	0,35
Setiap empat bulan, 750 m ³ /ha/th	2,71	0,17	1,12 b	0,33 b	2,51	0,15	0,85	0,35
Setiap empat bulan, 1080 m ³ /ha/thn	2,79	0,18	1,14 b	0,33 b	2,55	0,15	0,74	0,36

Keterangan : ns : not significant ($p > 0,05$)

** : significant ($p > 0,01$)

: significant differences in means are indicated with different letters at the same row ($p < 0,05$)

Sumber : Liwang *et al.*, 2006.

Pengaruh LCPKS Terhadap Kualitas Air Tanah

Pengamatan kualitas air tanah yang dilakukan oleh Sutarta *et al.* (2000) pada berbagai jarak dari lokasi aplikasi limbah cair menunjukan tidak adanya pengaruh negatif dari limbah aplikasi limbah tersebut terhadap air tanah di sekitar aplikasi (Tabel 16). Kadar dari beberapa parameter-parameter pencemaran tersebut umumnya masih dibawah kadar maksimum yang diperbolehkan berdasarkan persyaratan air minum dalam peraturan Menteri Kesehatan RI No. 416/MENKES/PER/IX/1990.

Tabel 16. Pengaruh pemberian limbah cair PKS terhadap kualitas air tanah pada percobaan aplikasi limbah cair di kebun Aek Nabara Selatan PTPN III pada 1999.

No	Uraian	Jarak sumur dari parit pengaliran			
		Sumur pantau			Sumur penduduk
		1 m	25 m	50 m	500 m
1	pH	5,2	4,9	5,1	5,3
2	BOD, mg/l	1,1	1,3	1,2	1,0
3	COD, mg/l	2,0	2,0	2,0	2,0
4	NH ₃ -N, mg/l	1,2	1,4	1,5	tt
5	Total N, mg/l	3,5	3,3	3,2	1,5
6	Total P, mg/l	0,20	0,22	0,21	0,24
7	Total K, mg/l	2,2	2,1	2,2	2,1
8	Total Mg, mg/l	0,18	0,18	0,20	0,22
9	Total Ca, mg/l	1,2	1,3	1,2	1,8
10	Total Zn, mg/l	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
11	Total Cu, mg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
12	Total Ni, mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
13	Cr valensi 6, mg/l	tt	tt	tt	tt
14	Aluminium (Al), mg/l	tt	tt	tt	tt
15	Sulfat (SO ₄)	1,4	1,5	1,2	1,5
16	Coliform, SPT**)	60	36	38	15
17	E. Coli, SPT	18	15	10	5

Keterangan :

*) ECHT : Ekvivalen curah hujan per tahun (1 mm ECHT = 10.000 liter/ha/thn)

**) Satu kali per 2 bulan masing-masing sebanyak 1/6 x 76 mm = 12,66 mm ECH (Ekvivalen curah hujan)

***) Satu kali per bulan sebanyak 1/12 x 125 mm = 12,66 mm ECH

****) Pupuk urea, RP, MOP, dan kiserit

Sumber : Sutarta et al., 2000.

Jumlah bakteri yang berbahaya bagi manusia antara lain *Coliform* dan *Escherichia coli* ditemukan dalam jumlah semakin menurun pada jarak yang semakin jauh dari dari aplikasi limbah cair. Dolmet et al. (1987) menyebutkan jumlah bakteri seperti *Coliform*, *E.Coli* dan *Streptococci* dalam air tanah pada aplikasi limbah cair lebih rendah dibandingkan dengan jumlah bakteri – bakteri tersebut dalam limbah itu sendiri (Tabel 16). Pengurangan jumlah bakteri tersebut disebabkan perubahan lingkungan yang dapat menyebabkan kematian bakteri.

Studi yang dilakukan oleh Zakaria *et al.* (1995) menyatakan bahwa pembangunan instalasi aplikasi limbah cair membutuhkan biaya yang relatif cukup besar (Tabel 17). Namun menurut kajian dari Tim PT. SP (2000) investasi pembangunan instalasi aplikasi limbah cair ini diikuti dengan peningkatan produksi TBS dan penghematan biaya pupuk sehingga penerimaan perusahaan juga meningkat. Hasil kajian dari Tim PT. SP di tahun 2000 menunjukkan bahwa produksi TBS yang diperoleh pada areal yang diaplikasi limbah cair dengan dosis 15,2 cm rey dapat menghemat biaya pemupukan sebesar 45,6 % per ha dengan hasil ini memberikan keuntungan perusahaan mencapai Rp 2.543.153 per ha pada tahun kedua.

Tabel 17. Biaya pembangunan instalasi teknik aplikasi limbah cair.

Teknik aplikasi	Biaya / ha (Rp)	Biaya operasi/ha/thn (Rp)
Sprinkler	4.500.000 – 7.800.000	725.000 – 780.000
Flatbed	4.500.000	587.500
Longbed	4.200.000	450.000
Traktor tangki	960.000	270.000

Sumber : Z. Zin Zakaria, et al. (PORIM, 1995) dalam Sutarta et al. (2000)

Jika dibandingkan dengan pembangunan instalasi pengolahan limbah cair untuk menurunkan BOD limbah cair PKS menjadi ± 100 mg/l dengan PH 6-9, maka biaya pembangunan instalasi aplikasi limbah cair masih lebih murah. Biaya yang diperlukan untuk pembangunan instalasi pengolahan limbah adalah Rp. 0,7 – 1 milyar dengan biaya pemeliharaan per tahun yang juga cukup tinggi.

Land Application (LA) atau aplikasi limbah cair PKS pada tanaman kelapa sawit merupakan salah satu pilihan dalam mengatasi limbah cair di PKS. Namun tidak seluruh limbah cair dapat digunakan untuk teknik ini, sehingga dalam pengolahan dan pemanfaatan limbah cair perlu dilakukan secara terpadu dari teknologi-teknologi pengolahan LCPKS yang tersedia, antara lain :

- Penerapan LA yang dipadukan dengan teknologi pengomposan TKS yang dapat menyerap lebih dari 50% LCPKS.
- Integrasi teknologi terpadu antara LA, pengomposan TKS dan teknologi RANUT (*fixed bed anaerobic reactor*) yang mampu mengolah lebih dari 70% LCPKS dan mempercepat laju penurunan COD.
- Integrasi teknologi terpadu antara LA, pengomposan TKS, teknologi RANUT dan teknologi elektrokoagulasi yang mampu mempercepat laju penurunan COD dan menyerap LCPKS lebih dari 75%.
- Penerapan LA dan/atau dipadukan dengan teknologi penutupan kolam stabilisasi (*cover lagoon*), perpaduan teknologi ini mampu mengolah LCPKS dengan efisiensi tinggi dan dapat mencegah emisi gas metan, sehingga sering menjadi alternatif dalam pengajuan proyek teknologi bersih atau CDM (*clean development mechanism*).

Dengan menerapkan beberapa teknologi pengolahan LCPKS, masalah LCPKS dapat ditangani dan beberapa manfaat dapat diperoleh baik secara langsung maupun tidak langsung. Saat ini penerapan teknologi kompos TKS yang terintegrasi dengan pabrik menjadi salah satu alternatif terbaik dalam menangani masalah limbah di PKS, khususnya TKS dan LCPKS. Melalui penerapan teknologi ini seluruh TKS dapat dikonversi menjadi kompos dan selama proses pengomposan setidaknya 50% LCPKS terserap. Selanjutnya kompos TKS yang dihasilkan dapat dimanfaatkan langsung pada tanaman kelapa sawit atau dipasarkan.

Aplikasi LCPKS pada tanaman kelapa sawit menjadi salah satu alternatif dalam mengatasi masalah limbah cair di pabrik. Teknik ini dapat mengurangi waktu proses pengolahan limbah, dan limbah cair yang dialirkan ke kebun dapat memberikan manfaat sebagai pupuk dan memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah serta mampu meningkatkan produksi TBS tanpa menyebabkan pengaruh buruk terhadap kualitas air tanah.

Teknologi pengolahan LCPKS secara terpadu dengan menerapkan berbagai teknologi yang tersedia saat ini menjadi suatu pilihan yang bijaksana, baik dalam upaya menangani masalah limbah cair maupun memberikan manfaat positif bagi pabrik dan kebun kelapa sawit serta memperbaiki kualitas lingkungan sekitarnya.



Daftar Pustaka

- Erningpraja, L. dan Darnoko. 2005. Seri Buku Saku 04 : Pengelolaan limbah pabrik kelapa sawit ramah lingkungan. Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Medan.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 28 Tahun 2003 tentang Pedoman teknis pengkajian pemanfaatan air limbah dari industri minyak sawit pada tanah di perkebunan kelapa sawit.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 29 Tahun 2003 tentang Pedoman syarat dan tata cara perizinan pemanfaatan air limbah industri minyak sawit pada tanah di perkebunan kelapa sawit.
- Liwang, T., M.A. Widodo, Pujiyanto, dan F. A. Siregar. 2006. Impacts of POME application to oil palm production and soil properties. Proceeding International Oil Palm Conference. Bali.
- Lubis, B. dan P.L. Tobing. 1989. Potensi pemanfaatan limbah pabrik kelapa sawit. Buletin Perkebunan 20(1). Hal 49-56.
- Naibaho, P.M. 1998. Teknologi pengolahan kelapa sawit. Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Medan.
- Sutarta, E.S., Winarna, P.L. Tobing, dan Sufianto. 2000. Aplikasi limbah cair pabrik kelapa sawit pada perkebunan kelapa sawit. Prosiding Pertemuan Teknis Kelapa Sawit 2000 : Penanganan Terpadu Limbah Industri Kelapa Sawit yang Berwawasan Lingkungan. Pusat Penelitian Kelapa Sawit.
- Tim PT. SP. 2000. Produksi bersih pengolahan tandan buah segar di pabrik kelapa sawit (pengalaman PT. Salim Indoplantation di Riau). Makalah Lokakarya Pelaksanaan Produksi Bersih pada Industri Minyak Sawit. Pekanbaru, 2-3 Maret 2000.
- Tobing, P.L. 1997. Minimalisasi dan pemanfaatan limbah cair-padat pabrik kelapa sawit dengan cara daur ulang. Pelatihan Calon Manajer Pabrik Kelapa Sawit . Direktorat Jenderal Perkebunan dan Pusat Penelitian Kelapa Sawit.
- Turner, P.D. dan R.A. Gillbanks. 2003. Oil palm cultivation and management. Incomp Soc. Planters. Kuala Lumpur.