

ANALISIS EKONOMI PEMANFAATAN LIMBAH CAIR DI KEBUN SAWIT SEI MANDING, RIAU

MARYADI

Peneliti Pada Pusat Kebijakan Teknologi Pengembangan Wilayah-BPPT

Abstract

The growth of the oil palm industry in Indonesia has been phenomenal. With only 106.000 ha planted in 1968, it has increased to more than 3,393 million ha in 2000. Fertilizer has played a major role in contributing to the advancement of sustainable oil palm yields. Currently with Asian economies experiencing an economic slow down and locally with the depreciation of rupiah, fertilizer costs have inevitably gone up causing the increase of production costs. Recently some plantations are trying to use waste water for fertilising purpose since it known that waste water contains some potential nutrient such as N, P, K and Mg. In Sei Manding this usage increases the production up to 27%.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Krisis ekonomi yang melanda Indonesia sejak tahun 1997 telah memperkuat keyakinan tentang pentingnya pembangunan industri yang berbasis sumber daya alam. Salah satu contohnya adalah pembangunan industri kelapa sawit. Pada awal masa krisis ekonomi, ekspor minyak sawit menjadi salah satu sumber devisa penting. Hasil ekspor minyak sawit pada tahun 1997 tercatat sebesar \$US 1,784 milyar. Jumlah ini lebih besar dibandingkan dengan devisa hasil ekspor komoditas andalan sebelumnya, yaitu karet alam yang nilainya hanya sebesar \$US 1,499 milyar. Nilai ekspor minyak sawit ini kurang lebih 34% dari seluruh nilai ekspor hasil-hasil perkebunan pada waktu itu yang jumlahnya sebesar \$US 5,278 milyar (Tondok, 1998).

Produk utama dari industri sawit di Indonesia sampai sekarang adalah minyak sawit mentah yang sering disebut dengan Crude Palm Oil (CPO). Produksi CPO di Indonesia setiap tahunnya cenderung terus meningkat sejalan dengan semakin luasnya kebun sawit di Indonesia. Patut diketahui pada tahun 1968 luas kebun sawit di seluruh Indonesia baru sekitar 106.000 hektar. Namun pada tahun 2000 telah meningkat menjadi 3,393 juta hektar. Dari luasan tersebut sekitar 48,5 % diantaranya dimiliki

oleh perkebunan besar milik swasta, sedangkan sisanya dimiliki oleh rakyat (33,5%) dan perusahaan negara (18%). Luas perkebunan sawit di Indonesia masih dapat ditingkatkan karena potensi lahan untuk kepentingan tersebut masih sangat luas. Menurut Pusat Penelitian Kelapa Sawit di Medan, di seluruh Indonesia terdapat 21 juta hektar lahan yang dapat digunakan untuk budidaya tanaman sawit. Ini berarti luas kebun yang ada sekarang baru sekitar 14% dari luas lahan potensial.

Sampai dengan tahun 2000 di seluruh wilayah Indonesia terdapat 249 pabrik kelapa sawit. Jumlah terbesar berada di P. Sumatera, terutama di Propinsi Sumatera Utara, Riau dan Jambi. Dalam proses pengolahan buah sawit menjadi minyak sawit mentah akan dihasilkan limbah padat dan limbah cair. Jumlah limbah cair berkisar antara 55% - 67% dari jumlah bahan yang diproses. Ini berarti dari satu ton buah sawit yang diolah akan dihasilkan limbah cair sebanyak 550 – 670 kg. (Pamin *et.al*, 2000) Semula banyak kalangan yang tidak mengetahui bahwa limbah tersebut dapat dimanfaatkan untuk menyuburkan tanaman, sehingga hanya dianggap sebagai *by product* dan dibuang begitu saja. Namun setelah diketahui mengandung beberapa unsur penting yang bermanfaat bagi pertumbuhan dan produksi sawit seperti N,

P, K dan Mg, mulai ada yang memanfaatkan sebagai pupuk.

Limbah cair yang baru dihasilkan dari suatu proses pengolahan buah sawit memiliki kandungan BOD antara 20.000 – 30.000 mg/l. Dalam kondisi seperti ini terkandung unsur hara N, P, K dan Mg yang cukup tinggi. Di dalam setiap liter terkandung unsur N sebanyak 500-900 ml, unsur P 90-140 ml, unsur K 1000-1975 ml dan unsur Mg 250-340 ml. Namun dengan kandungan BOD-nya yang masih tinggi apabila limbah cair tersebut dibuang ke sungai atau ke tempat pembuangan lainnya akan membahayakan manusia atau biota hidup lainnya. Oleh karena itu Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. Kep-51/ menLH /10/95 mewajibkan setiap limbah yang dialirkan ke perairan bebas harus diproses terlebih dulu hingga tingkat BOD-nya sebesar 100 mg/l dengan pH sekitar 6. Menurut Darmono, *et.al.* (2000) dalam kondisi seperti ini kandungan unsur N yang ada tinggal sebesar 40-70 ml, unsur P antara 3-15 ml, unsur K antara 330-650 ml dan Mg antara 17-40 ml. Walaupun demikian unsur-unsur tersebut masih dapat memperbaiki

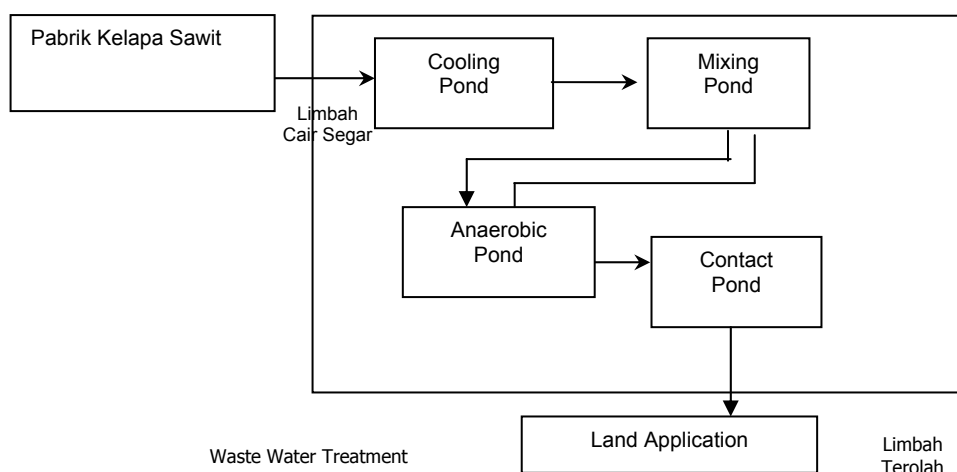
kesuburan tanah. Salah satu perusahaan perkebunan yang memanfaatkan limbah cair untuk kegiatan pemupukan adalah

PT. Eka Dura Indonesia, yaitu sebuah perusahaan yang berada di bawah naungan PT. Astra Agrolestari dan berlokasi di Kabupaten Pasir Pangarayan, Riau. Sebelum dialirkan, limbah tersebut diolah terlebih dulu sesuai dengan ketentuan yang ada (Bagan 1)

Karena jumlah limbah yang dihasilkan terbatas, tidak semua areal kebun milik perusahaan perkebunan tersebut dialiri limbah cair hasil buangan pabriknya yang berkapasitas olah sebesar 60 ton/jam. Areal paling luas yang dialiri adalah Afdeling B dan C yang berada di Kebun Sei Manding. Dari sekitar 340 hektar luas afdeling itu, sekitar 111 hektar yang dapat dialiri secara rutin. Tulisan ini akan membahas dampak pemanfaatan limbah cair terhadap produksi tanaman

Data tersebut kemudian dianalisis dengan cara menghitung produksi dari masing-masing perlakuan pada sawit pada areal tersebut dan melakukan analisis terhadap keuntungan finansialnya.

Bagan 1: Bagan Alir Proses Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Pada PT. Eka Dura Indonesia – Riau



2. TUJUAN

Seperti yang telah disampaikan di muka, tujuan dari analisis ini adalah untuk mengetahui produksi tanaman sawit yang mendapat aliran limbah cair hasil buangan pabrik pengolah sawit sebagai sumber nutrisi

dan kemudian membandingkannya dengan produksi dari kebun atau areal tanam yang dipupuk secara konvensional. Selanjutnya dilakukan analisis finansial untuk mengetahui keuntungan-keuntungan yang diperoleh dari pemanfaatan limbah cair dan kenaikan produksi tersebut.

3. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam kegiatan ini adalah metode survai dengan jalan mengumpulkan data. Afdeling B dan C yang ada di Kebun Sei Manding dan kemudian membandingkannya. Hasil analisis produksi kemudian digunakan sebagai dasar analisis finansial biaya pemupukan secara keseluruhan dan yang terakhir menghitung keuntungan finansial yang dapat diperoleh oleh perusahaan. Patut diketahui bahwa dalam melakukan pemupukan, perusahaan tersebut menggunakan Urea sebanyak 348 kg/ha/th, MOP sebanyak 252 kg/ha/th, SP-36 sebanyak 144 kg/ha/th dan Kieserit sebanyak 204 kg/ha/thn.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis Produksi

a. Areal Tanam

Untuk memahami kondisi yang ada pada areal penelitian, berikut ini akan disajikan data dalam bentuk tabel tentang luas serta jumlah tanaman yang ada pada areal tanam seperti yang dimaksud di muka. Dari tabel di atas diketahui bahwa lahan yang tidak mendapat aliran limbah (Non LA) luasnya dua kali lipat.

Tabel 1. Areal penelitian

LA/ Non LA	AFD	Blok	Luas (ha)	Jml Tnm	Thn Tnm
LA	B	B-3	36,30	4.721	1990
		B-6	16,98	2.088	1988
	C	C-1	15,60	2.031	1988
		C-2	4,30	557	1988
		C-5	19,20	2.502	1988
		C-6	18,70	2.431	1988
Total			111,08	14.330	
Non LA	B	B-3	45,44	5.577	1990
		B-6	30,52	4.009	1988
	C	C-1	54,75	6.608	1988
		C-2	52,30	6.394	1988
		C-5	25,66	3.178	1988
		C-6	21,48	2.635	1988
Total			230,15	28.401	

Ket : LA = Land Application / yang mendapat aliran limbah

Sumber : PT. Eka Dura Indonesia. 2002

Dari tabel di atas diketahui bahwa lahan yang tidak mendapat aliran limbah (Non LA) luasnya dua kali lipat. Sedangkan dilihat dari tahun tanamnya, umur tanaman di lokasi tersebut rata-rata telah lebih dari 10 tahun dan hal ini menunjukkan bahwa semua tanaman telah berada pada umur produktif. Selain itu dapat diketahui pula bahwa areal pada afdeling B dan C yang sama-sama mendapat aliran limbah cair, luasnya relatif sama. Sedangkan pada areal yang dipupuk dengan pupuk konvensional, luas afdeling B kurang lebih 35% dari luas areal afdeling C

b. Jumlah limbah dan BOD-nya

Jumlah limbah dan BOD-nya yang dialirkan ke areal tanam berbeda setiap bulannya. Perbedaan ini sangat ditentukan oleh aktifitas yang ada di dalam pabrik. Semakin mendekati kapasitas olah limbah yang dihasilkan akan semakin besar, demikian pula sebaliknya. Sedangkan besar kecilnya aktifitas pabrik sangat ditentukan oleh jumlah buah sawit yang terkumpul untuk diolah. Jumlah limbah dan BOD-nya yang dialirkan dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini

Tabel 2. Jumlah Limbah Cair dan Kadar BOD-nya Pada Tahun 2002

Bulan	Jumlah limbah (M ³)	BOD(mg/l)
Januari	4.405	4393
Pebruari	4.741	4393
Maret	14.532	4393
April	5.078	4393
Mei	8.871	195
Juni	6.473	195
Juli	7.647	2629
Agustus	8.656	2629
September	9.591	2629
Oktober	11.373	6086
November	8.669	6086

Desember	6.098	6086
Rata-rata	8.011	3675

Sumber : PT. Eka Dura Indonesia, 2002

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa jumlah limbah yang dialirkan setiap bulannya rata-rata mencapai 8.011 M³. Ini berarti lahan yang mendapat aplikasi limbah cair setiap hektarnya mendapat aliran sebanyak 72 M³. Kalau dalam setiap hektar terdapat 130 tanaman, berarti setiap tanaman mendapat aliran sebanyak 0,55 M³ per bulan dengan rata-rata BOD sebesar 3675. Sayangnya PT. Eka Dura Indonesia belum memiliki laboratorium untuk mengukur kandungan nutrisi dalam limbah yang dialirkan tersebut sehingga jumlah nutrisi tidak diketahui secara pasti, walaupun secara teori semakin tinggi BOD akan semakin tinggi kandungan nutrisinya.

Dari tabel di atas juga terlihat bahwa pada bulan Januari dan Pebruari 2002 jumlah limbah yang dialirkan lebih sedikit dibandingkan dengan bulan-bulan lainnya. Hal ini kemungkinan besar disebabkan bulan-bulan tersebut adalah puncak musim penghujan sehingga aktifitas pabrik berkurang sebagai akibat berkurangnya jumlah buah sawit yang terkumpul. Dapat diterangkan di sini bahwa pada musim penghujan, jalan-jalan kebun biasanya rusak berat sehingga truk pengangkut buah sawit tidak dapat bekerja secara maksimal.

Seperti yang digambarkan pada Bagan 1, limbah cair yang dihasilkan baru akan dialirkan setelah mengalami proses pengolahan terlebih dulu untuk menurunkan kadar BOD-nya. Limbah tersebut dialirkan ke areal tanam melalui parit-parit kecil yang dibuat diantara tanaman. Parit-parit tersebut selalu dirawat agar tidak mengalami pendangkalan

c. Produksi

Data pada beberapa perkebunan sawit menunjukkan bahwa aplikasi limbah cair cukup berpengaruh terhadap kenaikan produksi per satuan luas. Pengamatan dari tahun 1993 sampai 1996 di Perkebunan Langga Payung menunjukkan adanya peningkatan produksi sebesar 9,3% (Liwang dan Siregar, 2000). Hasil yang sama terjadi pula di Kebun Sei Manding dan data kenaikan produksi tersebut dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Produksi Tandan Buah Sawit di Kebun Sei Manding (ton)

Bulan	LA (111 ha)	Non LA (230 ha)
Januari	269.340	431.830
Pebruari	189.150	283.720
Maret	233.940	355.280
April	209.600	335.830
Mei	258.660	395.310
Juni	249.530	372.180
Juli	282.950	438.020
Agustus	245.210	395.070
September	296.470	498.060
Oktober	320.150	497.880
November	276.660	431.210
Desember	276.660	372.500
Rata-rata/ha/bln	23.335.7	17.426.3

Sumber : PT. Eka Dura Indonesia, 2002.

Dari tabel di atas diketahui adanya perbedaan produksi yang cukup berarti dari dua perlakuan yang berbeda. Perbedaan itu mencapai lebih 5,9 ton per hektar. Kalau dihitung produktifitas per pohonnya, tanaman yang mendapat aplikasi limbah cair menghasilkan tandan buah segar (TBS) sebanyak 18 kg/bulan; sedangkan yang dipupuk secara konvensional hanya sebesar 14,16 kg/ bulannya. Ini berarti ada selisih produksi sebesar 3, 84 kg (27%). Selisih produksi ini dapat dikatakan cukup besar, walaupun menurut Parmin et.al (2000) di Malaysia perbedaan produksi ini dapat mencapai sampai 60 %

d. Jumlah Janjang/Tandan Buah

Produksi tanaman sawit selain dilihat dari bobot yang dihasilkan juga sering diukur dengan jumlah tandan buah atau janjang yang dihasilkan.. Jumlah tandan buah yang dihasilkan akan menunjukkan frekuensi panen per tanaman. Pada tanaman yang tumbuh dengan baik biasanya akan diperoleh tandan buah yang lebih banyak dan hal ini berarti frekuensi panennya juga lebih banyak. Sebagai gambaran tentang jumlah tandan buah atau janjang yang dihasilkan dari dua perlakuan yang berbeda, pada Tabel 4 berikut ini akan disajikan data tentang jumlah tandan atau janjang yang berhasil dipetik atau dipanen selama tahun 2002 .

Tabel 4. Jumlah Tandan Buah Yang Dihasilkan Selama Tahun 2002

Bulan	LA (111 ha)	Non LA (230 ha)
Januari	13.192	22.554
Pebruari	9.009	14.659
Maret	10.938	18.065
April	9.970	17.159
Mei	11.901	19.522
Juni	11.663	18.566
Juli	12.923	21.325
Agustus	10.738	19.175
September	12.989	23.338
Oktober	13.839	23.311
November	11.895	20.259
Desember	11.895	17.644
Rata-rata/ tanaman/bln	0,82	0,74

Sumber : PT. Eka Dura Indonesia, 2002.

Dari tabel di atas diketahui bahwa pada lahan yang mendapat aplikasi limbah cair, rata-rata dari setiap tanaman per bulannya dihasilkan 0,82 janjang. Sedangkan yang mendapat pemupukan konvensional hanya 0,72. Ini berarti pada areal yang mendapat aplikasi limbah cair, setiap tanaman dalam setahun dapat dilakukan panen sebanyak 10 kali. Sedangkan pada tanaman yang pupuknya menggunakan pupuk konvensional hanya dapat dilakukan panen sebanyak 9 kali.. Perbedaan frekuensi panen inilah yang mempengaruhi perbedaan produksi secara keseluruhan.

e. Berat Janjang/Tandan Buah

Produksi kelapa sawit biasanya dihitung dengan menimbang secara keseluruhan tandan buah yang dihasilkan. Namun untuk menjaga kualitas produk, tandan buah yang dapat diterima untuk kemudian diproses harus

memenuhi persyaratan tertentu. Salah satu persyaratan tersebut adalah persyaratan berat. Perusahaan-perusahaan besar biasanya mensyaratkan tandan yang dapat diterima beratnya lebih dari 12 kg. Secara teori semakin baik pertumbuhan tanaman berarti akan semakin berat pula tandan buah yang dihasilkan. Pertumbuhan tanaman di Kebun Sei Manding dapat dilihat pada Tabel 5 berikut ini

Tabel 5. Berat Rata-rata Tandan Buah Segar Di Kebun Sei Manding Tahun 2002

Bulan	LA (Kg)	Non LA (Kg)
Januari	20,38	19,14
Pebruari	20,67	19,28
Maret	21,01	19,78
April	20,94	19,67
Mei	21,56	20,24
Juni	21,22	20,06
Juli	21,88	20,60
Agustus	22,71	20,70
September	22,82	21,34
Oktober	23,34	21,49
November	23,26	21,71
Desember	23,26	21,13
Rata-rata	21,92	20,42

Dari tabel di atas diketahui bahwa berat rata-rata tandan buah yang dihasilkan dari areal yang memperoleh pemupukan dari limbah cair adalah sebesar 21,92 kg. Sedangkan yang dipupuk secara konvensional hanya 20,42 kg. Ini berarti ada perbedaan berat sebesar 0,5 kg (7,35 %). Berat janjang atau tandan buah yang dihasilkan di Kebun Sei Manding ini dapat dikatakan cukup besar dan memenuhi kriteria sebagai buah yang baik sebagaimana yang dipersyaratkan.

4.2. Analisis Finansial

Di depan telah disampaikan adanya kenaikan produksi dari suatu aplikasi limbah cair pada tanaman sawit. Dari kenaikan produksi ini dapat dihitung beberapa keuntungan finansialnya, seperti besarnya dana pemupukan yang dapat dihemat serta keuntungan perusahaan dari kenaikan produksi.

Berikut ini akan dilakukan analisis terhadap keuntungan-keuntungan tersebut berdasarkan pada areal aplikasi seluas 111 ha.. Analisis ini dilakukan dengan menghitung

semua biaya yang dikeluarkan untuk kegiatan pemupukan dan kemudian dikurangi dengan biaya untuk kepentingan aplikasi limbah cair. Biaya pemupukan terdiri dari biaya pembelian pupuk, tenaga pemupukan dan biaya pengangkutan dari gudang ke kebun. Sedangkan biaya aplikasi berupa biaya operator yang ditugaskan untuk menangani pembuangan limbah.

Selanjutnya keuntungan dari kenaikan produksi dilakukan dengan mengalikan perbedaan hasil dengan harga buah sawit yang berlaku pada waktu tahun 2002.

B.1. Penggunaan Pupuk Buatan

Biaya pembelian pupuk

Urea = $348 \text{ kg/ha/th} \times 111 \text{ ha} \times \text{Rp. } 1360/\text{kg} : 12$

= Rp. 4377.840 / bln.

MOP = $252 \text{ kg/ha/th} \times 111 \text{ ha} \times \text{Rp. } 1386/\text{kg} : 12$

= Rp. 3230.766 / bln

SP-36 = $144 \text{ kg/ha/th} \times 111 \text{ ha} \times \text{Rp. } 1475 : 12$

= Rp 1964.700 / bln

Kieserit = $204 \text{ kg/ha/th} \times 111 \text{ ha} \times \text{Rp. } 783 : 12$

= Rp. 1.477.521/ bln.

Dari biaya-biaya tersebut dapat dihitung besarnya biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan untuk keperluan pembelian pupuk setiap bulannya pada areal 111 ha tersebut, yaitu sebesar Rp. 11.050.827,- per bulan.

B.2. Biaya Tenaga Kerja

Standar untuk tenaga penebar pupuk pada PT. Eka Dura Indonesia pada tahun 2000 adalah 0,65 HK/ha dengan upah sebesar Rp. 19.200 / HK. Dengan ketentuan tersebut biaya yang dikeluarkan untuk membayar tenaga pemupukan pada areal 111 Ha adalah Rp. 861.120 per bulan.

B.3. Biaya Pengangkutan Pupuk

Biaya pengangkutan dari gudang penyimpanan ke lokasi kebun ditentukan sebesar Rp.23 / kg. Dengan jumlah pupuk yang harus diberikan sebanyak 78 kg/ha/bln, untuk areal seluas 111 ha memerlukan biaya pengangkutan sebesar $78 \times 111 \times \text{Rp } 23 = \text{Rp. } 199.134.$ per bulan,-

B.4. Total Biaya

Berdasar pada perhitungan di atas, total biaya yang harus dikeluarkan untuk pemupukan pada areal seluas 111 ha adalah Rp. 12.111.081. Seperti yang telah disebutkan, biaya ini adalah biaya-biaya yang harus dikeluarkan untuk pembelian pupuk, tenaga kerja dan biaya pengangkutan.

C. Aplikasi Limbah Cair

Walaupun limbah cair yang dimanfaatkan untuk pemupukan diperoleh secara cuma-cuma, namun dalam pelaksanaan aplikasinya tetap memerlukan biaya. Biaya ini adalah biaya untuk membayar tenaga operator sebanyak 8 orang dengan upah sebesar Rp. 513.000 per bulan. Dengan demikian untuk kegiatan ini diperlukan biaya sebesar Rp. 4.104.000 / bulan.

D. Keuntungan Yang Diperoleh

Berdasarkan pada perhitungan di atas dapat dihitung penghematan biaya dari aplikasi limbah cair ini. Penghematan dihitung dari biaya pemupukan dikurangi dengan upah operator yang menangani pengaliran limbah cair. Dengan demikian penghematan itu besarnya adalah $\text{Rp. } 12.111.081 - \text{Rp. } 4.104.000 = \text{Rp. } 8.007.081,-$ per bulan. Seperti yang telah disebutkan di muka, pada Tabel 3 diketahui adanya perbedaan produksi antara areal tanam yang mendapat aplikasi limbah cair dengan yang dipupuk secara konvensional. Perbedaan produksi tersebut sebesar 590,94 kg / ha / bulan. Apabila harga TBS per kg pada tahun itu Rp. 570, berarti perusahaan tersebut juga memperoleh keuntungan dari kenaikan produksi sebesar $591 \text{ kg/ha/bln} \times 111 \text{ ha} \times \text{Rp. } 570 = \text{Rp. } 37.392.570,-$

Dengan demikian aplikasi limbah cair pada areal tanam seluas 111 ha akan memberikan keuntungan sebesar $\text{Rp. } 8.007.081 + \text{Rp. } 37.392.570 = \text{Rp. } 45.399.651$ per bulan. Atau rata-rata sebesar Rp. 409 ribu / hektar / bulan.

5. KESIMPULAN

Dari hasil analisis di muka dapat disimpulkan bahwa aplikasi limbah cair sebagai pengganti penggunaan pupuk di kebun sawit sangat menguntungkan. Keuntungan tersebut bersifat keuntungan

finansial dan non finansial. Keuntungan finansial berasal dari keuntungan yang diperoleh dari peningkatan produksi serta penghematan biaya pembelian pupuk. Sedangkan keuntungan yang bersifat non finansial berupa tetap terjaganya lingkungan sekitar dari kegiatan pembuangan limbah.

Peningkatan produksi pada PT. Eka Dura Indonesia sebesar 27% relatif cukup tinggi, karena menurut Liwang dan Siregar (2000) peningkatan umumnya berkisar antara 10% – 20% walaupun menurut Dolmat seperti yang dikutip oleh Pamin *et.al* (2000) dapat meningkatkan sampai 60%.

Penggunaan limbah cair dan peningkatan produksi di Kebun Sei Manding dapat memberi keuntungan finansial kepada perusahaan sebesar Rp. 409 ribu per hektar per bulan. Dengan demikian dapatlah dikatakan bahwa limbah cair hasil kegiatan pabrik kelapa sawit memiliki potensi yang cukup tinggi untuk dipergunakan sebagai pupuk alternatif dari kelangkaan dan tingginya harga pupuk buatan. Selain itu bila dikelola dengan baik limbah tersebut dapat berperan dalam peningkatan kesuburan tanah.

Daftar Pustaka

1. Darmoko, E. Sutarta dan P.L. Tobing (2000). Kajian Implementasi Land Application Terhadap Aspek Teknis, Ekonomis, Sosial dan Lingkungan. Pusat Penelitian Kelapa Sawit, Medan. Laporan intern. Tidak diterbitkan
2. Lubis, A (1992). Kelapa sawit di Indonesia. Pusat Penelitian Perkebunan Marihat, Bandar Kuala.
3. Liwang, T dan F.A, Siregar (2000). Manfaat dan hambatan dalam pelaksanaan Land Application. Makalah pada seminar sehari Land Application dan Penerapannya di Indonesia. Jakarta 27 September 2000. Tidak diterbitkan.
4. Pamin, K, P.L. Tobing dan Darmosarkoro (2000). Pemanfaatan limbah cair pabrik kelapa sawit : Desain aplikasi dan dampaknya terhadap tanaman kelapa sawit. Pusat penelitian Kelapa Sawit, Medan. Laporan intern. Tidak diterbitkan.
5. Tondok, A. (1998). Production and marketing of the Indonesian Palm Oil : Past, Present and The Future. Proceeding 1998 International Oil Palm Conference.