

KAJIAN POTENSI PEMANFAATAN LIMBAH *SLUDGE* KOLAM ANAEROB DAN AEROB PENGOLAHAN LIMBAH PABRIK KELAPA SAWIT

(STUDY OF UTILIZATION OF SLUDGE IN ANAEROBIC AND AEROBIC PONDS FROM WASTE PALM OIL PROCESSING)

Oleh :

Nuraeni Dwi D.¹⁾, Andreas Wahyu K.¹⁾ dan Eric Andrian Putra ²⁾

¹⁾Staf Pengajar Jurusan Teknik Pertanian, Fak. Tekn. Pertanian, Institut Pertanian Stiper Yogyakarta

²⁾Alumni Jurusan Teknik Pertanian, Fak. Teknologi Pertanian, INSTIPER Yogyakarta

INTISARI

Salah satu bentuk limbah dari pabrik kelapa sawit (PKS) adalah limbah cair. Limbah cair yang dihasilkan pabrik kelapa sawit (PKS) bersifat asam dan masih banyak mengandung bahan-bahan organik tersuspensi yang terdiri dari selulosa dan residu minyak. Limbah ini bersifat merusak lingkungan jika langsung dibuang ke lingkungan (sungai), karena itu setiap PKS melakukan perlakuan/pengolahan limbah hingga cukup aman dibuang ke lingkungan. Penelitian dilaksanakan di PT. Tunggal Perkasa Plantation (TPP), Riau. Pengolahan limbah dilakukan dengan metode "Two Phase Activated Sludge System" yaitu dengan menggunakan kolam-kolam yang mempunyai fungsi bertahap yaitu kolam Klarifikasi, kolam Pendingi, kolam Pencampur, kolam Anaerob, kolam Pengendapan, dan kolam Aerob.

*Makalah ini mengkaji potensi pemanfaatan lumpur (sludge) pengolahan limbah minyak kelapa sawit sebagai penambah unsur hara pada tanaman kelapa sawit (*Elaeis gueneensis jacq*) dengan penyetaraan pupuk yang biasa digunakan di PT. Tunggal Perkasa Plantation. Untuk itu dilaksanakan penelitian mencakup analisis kecukupan/ketersediaan kandungan unsur hara/pupuk dalam sludge yang diambil dari kolam Aerob, dibandingkan terhadap kebutuhan pemupukan kelapa sawit dengan parameter yang diuji, yakni: kadar N, kadar P, kadar K, kadar Ca dan Mg.*

Hasil penelitian menunjukkan limbah sludge di kolam anaerob mengandung unsur hara N (0,047%), Ca(0,111%), P(0,004%), C(0,016%), Mg(0,09%), dan K(0,161%. Sedang di kolam aerob mengandung unsur hara N (0,041%), Ca(0,145%), P(0,003%), C(0,017%), Mg(0,083%), dan K(0,131%).

Setelah dilakukan penyetaraan dengan pupuk yang biasa diaplikasikan di PT. TPP dibutuhkan pemupukan dengan sludge untuk memenuhi unsur N adalah 550,9 kg/pokok, unsur P=12.842,6 kg, Mg =162,1 kg, dan K= 342,7 kg/pkk. Pupuk dari limbah cair bisa dipergunakan sebagai pelengkap pupuk anorganik, dengan kelemahan jumlah yang besar dan keuntungan ramah lingkungan. Supaya secara ekonomis tetap layak, aplikasi limbah cair untuk pupuk membutuhkan teknik khusus.

Kata kunci: limbah cair, sludge, unsur hara, elaeis gueneensis jacq, two phase activated sludge system

PENDAHULUAN

Limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS) berasal dari tiga sumber, yaitu berupa air kondensat yang dihasilkan dari stasiun rebusan (*sterilizer*), limbah dari stasiun klarifikasi (*clarifier*) dan limbah dari *hydrocyclone*.

Setiap ton tandan buah segar (TBS) yang diolah dapat menghasilkan limbah cair sekitar 0,7 ton (LUBIS, A. 1992), Limbah segar yang dihasilkan pabrik kelapa sawit (PKS) tersebut bersifat asam dan masih banyak mengandung bahan-bahan organik tersuspensi yang terdiri dari selulosa dan residu minyak (MA, A.N dan A.S.H. 1985). Dengan demikian limbah

tersebut dapat mencemari lingkungan apabila dibuang langsung ke sungai tanpa pengolahan terlebih dahulu. Menurut keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.51/men.LH/10/95, baku mutu LCPKS yang dapat dibuang ke sungai adalah kandungan *biological oxygen demand* (BOD) maksimum sebesar 100 mg/L, *chemical oxygen demand* (COD) maksimum sebesar 350mg/L, total padatan tersuspensi (*total suspended solid* /TBS) maksimum sebesar 250mg/L, dan pH berkisar antara 6 – 9 (BAPEDAL. 1995).

Pengusahaan kelapa sawit berkelanjutan yang diformulasikan ke dalam *Roundtable on Sustainable Palm Oil* (RSPO) menuntut tidak adanya pengaruh buruk budidaya dan pengolahan kelapa sawit terhadap lingkungan. Setiap limbah harus diolah sehingga aman untuk lingkungan. Dari sisi produktivitas finansial, sedapat mungkin limbah dapat menghasilkan pendapatan atau mendukung sistem produksi sehingga lebih efisien.

Sistem pengolahan limbah cair yang ada saat ini menghasilkan limbah yang di dalamnya masih terdapat unsur-unsur yang dapat dimanfaatkan bagi pertumbuhan tanaman. Diperlukan kajian lebih rinci mengenai potensi pemanfaatan limbah cair dari kolam aerob untuk pemupukan tanaman, sehingga limbah selain aman juga bermanfaat secara ekonomi dan lingkungan (*economic and environment beneficiary*)

Makalah ini bertujuan membahas potensi pemanfaatan limbah sludge/lumpur pengolahan kelapa sawit sebagai sumber unsur hara untuk tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis jacq*), berdasarkan penelitian di PKS PT. Tunggal Perkasa Plantation, Riau .

1. Kebutuhan Hara Tanaman Kelapa Sawit

Tanaman kelapa sawit terdiri dari 92 unsur, tetapi hanya 16 unsur esensial yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan perkembangannya. Dari 16 unsur tersebut, unsur C, H, dan O diperoleh dari udara dan air (dalam bentuk CO₂ dan H₂O), sedangkan 13 unsur mineral esensial lainnya diperoleh dari dalam tanah dan secara umum digolongkan sebagai "hara".

Unsur hara makro (N,P,K,S,Ca, dan Mg) dibutuhkan tanaman dalam jumlah besar yang kandungan (nilai) kritisnya antara 2–30 g/kg berat kering tanaman. Unsur hara makro tersebut terdiri dari unsur hara utama (N,P,K) dan unsur hara sekunder (S,Ca,Mg). Unsur hara utama diberikan dalam bentuk pupuk pada seluruh jenis tanaman dan seluruh jenis tanah. Dalam hal ini, N diserap dalam bentuk ion NH₄⁺, P dalam kation P₅⁺, dan K dalam kation K⁺. Sementara unsur hara sekunder hanya diberikan pada beberapa jenis tanaman pada jenis tanah tertentu. Dalam hal ini, S diserap dalam bentuk anion SO₄²⁻, Ca dalam kation Ca²⁺ dan Mg dalam kation Mg²⁺.

Unsur hara mikro (7 unsur) dibutuhkan dalam jumlah relatif kecil yang kandungan kritisnya berkisar antara 0,3–50 mg/kg berat kering tanaman. Dari unsur hara mikro ini, 5 unsur merupakan logam berat (Fe, Mn, Zn, Cu, dan Mo) yang diserap tanaman dalam bentuk kation divalen atau kelat, kecuali Mo yang diserap dalam bentuk anion divalen molibdat (MoO₄). Dua unsur hara bukan-logam (Cl dan B) diserap tanaman dalam bentuk anion Cl⁻ dan kation B³⁺. Beberapa unsur hara mineral memberikan pengaruh yang menguntungkan (*beneficial*) pada beberapa jenis tanaman, tetapi tidak bersifat esensial seperti Na, Si, Co, Cl, dan Al.

2. Diagnosis Kebutuhan Pupuk

Diagnosis kebutuhan pupuk dilakukan untuk mengetahui jumlah pupuk yang harus diaplikasikan. Hal tersebut penting untuk diperhatikan agar diperoleh hasil (produk) yang optimal.

Kemampuan tanah dalam menyediakan hara mempunyai perbedaan yang sangat menyolok, tergantung pada jumlah hara yang tersedia, adanya proses fiksasi dan mobilisasi, serta kemudahan hara tersedia (secara kimia) untuk mencapai zona perakaran tanaman. Oleh karena itu, diperlukan metode empiris untuk menentukan status hara di dalam tanah dan tanaman untuk memberikan pedoman yang efektif bagi praktik pemupukan.

a. Diagnosis secara visual

Diagnosis secara visual dilakukan dengan pengamatan langsung dengan memperhatikan beberapa kriteria. Kunci ringkas untuk melihat tanda dan gejala defisiensi hara dapat dilihat pada Tabel 1.

b. Diagnosis secara kimia.

Diagnosis secara kimia dilakukan dengan melakukan analisis tanah dan analisis jaringan. Diagnosis secara kimia ini lebih presisi dan ilmiah jika dibandingkan dengan diagnosis secara visual.

Tabel 1. Tanda, gejala dan defisiensi hara

NO	TANDA & GEJALA	DEFISIENSI
Pada daun tertua		
1	Daun menguning (klorosis) mulai dari ujung anak daun	N
2	Bagian tepi anak daun mengering (nekrosis)	K
3	Terjadi klorosis pada daerah sekitar tulang daun sedangkan sebagian helaian daunnya masih hijau	Mg
4	Daun menjadi kecoklatan, kelabu dengan bercak-bercak putih	Mn
5	Anak daun dan pelepah menjadi kemerah-merahan	P
Pada daun termuda		
1	Daun menjadi hijau kekuningan dengan tulang daun kekuningan	S
2	Daun menjadi hijau kekuningan dengan tulang daun tetap hijau	Fe
3	Muncul bercak-bercak hitam kecoklatan	Mn
4	Ujung daun termuda memutih	Cu
5	Daun termuda menjadi kecoklatan, membengkok (<i>hook leaf</i>), tumbuh pendek sehingga ujung pelepah melingkar (<i>rounde frond tip</i>), anak daun pada ujung pelepah muda berubah bentuk menjadi kecil seperti rumput (<i>bristle tip</i>) atau tumbuh rapat pendek, seolah-olah bersatu, dan padat (<i>little leaf</i>)	B

c. Diagnosis berdasar hasil percobaan pemupukan.

Diagnosis ini berdasarkan pada penelitian dan pencatatan produksi yang dirangkai dalam rancangan percobaan.

3. Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit

Limbah cair pengolahan sawit adalah larutan yang mengandung bahan organik seperti protein, minyak/ lemak, karbohidrat dan lain-lain yang penguraiannya dapat mempengaruhi keseimbangan hidup makhluk hidup di sekitarnya. Limbah jenis ini dihasilkan beberapa tahapan proses yang aktifitasnya mencakup pemisahan bahan oleh dan dengan bahan yang tidak terpakai, yaitu berupa air kondensat yang dihasilkan dari stasiun rebusan (*sterilizer*), limbah dari stasiun klarifikasi (*clarifier*) dan limbah dari *hydrocyclone*.

Effluent Treatment merupakan suatu cara penanganan atau pemurnian limbah cair secara biologis, dimana peranan mikrobia digunakan sebagai bahan pengurai limbah dalam suatu proses fermentasi sehingga dihasilkan limbah yang memenuhi syarat baku mutu limbah cair (PP/KEP.51/10/1996)

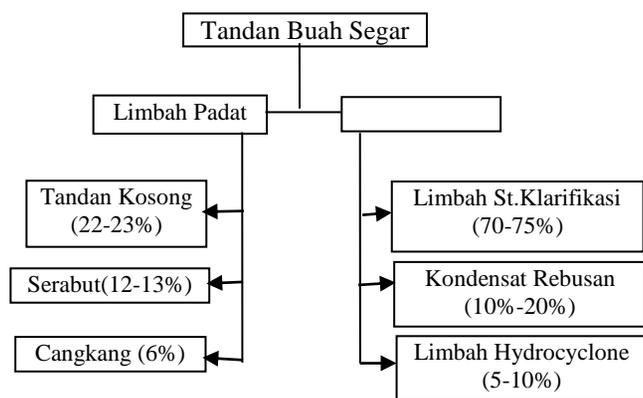
Tabel 2. Baku Mutu Limbah Cair PMKS

No	Parameter	Kadar Maksimum (Mg/Ltr. Limbah)	Beban Pencemaran Max.Kg/Ton Produk
1	BOD	250	1-5
2	COD	500	3
3	Suspendid Solid	300	1-8
4	Amoniacal Nitrogen (N-NH3)	20	0-12
5	Minyak dan Lemak	30	0-18
6	PH	6-9	6-9
7	Debit Limbah Max	-	6

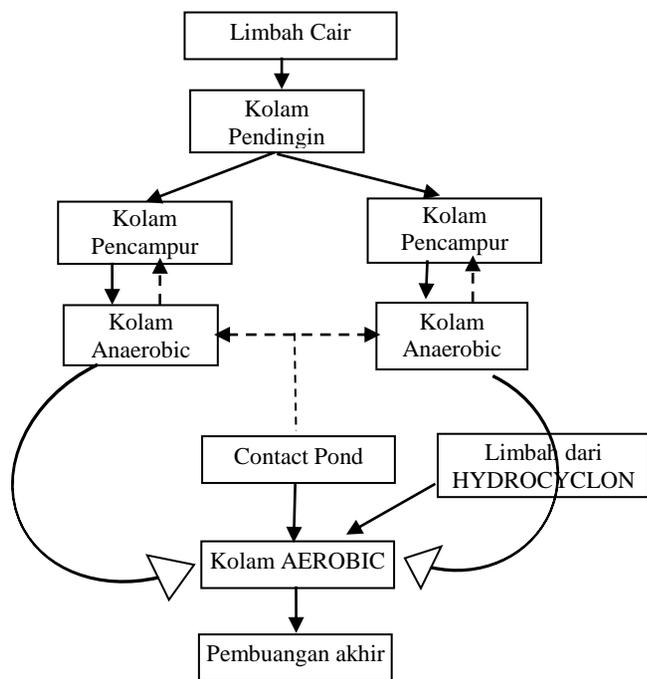
Sumber:

Kep-Men LH No. KEP.51/MENLH/10/1996

Dalam lumpur hasil endapan kolam pengolahan limbah industri akan ditemukan tiga unsur hara makro yaitu nitrogen, fosfor, kalium, selain unsur hara makro ditemukan juga unsur mikro. Unsur mikro Na, Mn, Zn, dan CL (Azis, 2003).



Gambar 1. Proporsi limbah kelapa sawit



Gambar 2. Bagan Proses Pengolahan Limbah Cair PKS metode "Two Phase Activated Sludge System"

Adanya logam berat dalam limbah perlu mendapatkan perhatian dalam kaitannya dengan alternatif pemanfaatan sebagai pupuk

tananam, logam berat dapat terakumulasi dalam tanaman. Akumulasi logam berat pada tanaman dapat terjadi pada bagian akar, daun, dan bunga (Krause & Kaiser, 1997).

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Unit Pengolahan Limbah Cair PT. Tunggal Perkasa Plantation (TPP) Kabupaten Indra Giri Hulu, RIAU. Analisis sampel limbah dilakukan di laboratorium PT Tunggal Perkasa Plantation dan di laboratorium Analisis Tanah Instiper Yogyakarta.

Sampel diambil pada titik keluar kolam anaerob dan aerob. Dari sampel tersebut dianalisis kadar N Total, kadar Phosphat PO₄ /P, kadar K, kadar Ca, dan Mg, dan kadar Bahan Organik. Kemudian dikaji kandungan unsur dalam pupuk anorganik yang ada di pasaran yang dipergunakan PT TPP, meliputi: Nama pupuk (Merek Dagang), Jenis Unsur, Kadar Unsur.

Selain itu juga dilakukan pencatatan kebutuhan pemupukan untuk budidaya kelapa sawit, meliputi jenis dan dosisnya.

Analisis dilakukan dengan menghitung kecukupan/ketersediaan kandungan unsur hara/pupuk dalam sludge dibandingkan terhadap kebutuhan pupuk anorganik untuk kelapa sawit:

- Mengkaji kandungan unsur-unsur dalam sludge meliputi jenis dan kadarnya.
- Menghitung kebutuhan pupuk anorganik untuk kelapa sawit yang diaplikasikan di PT TPP.
- Menghitung kesetaraan dosis pemberian sludge untuk tingkatan umur tanaman kelapa sawit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pabrik kelapa sawit obyek penelitian, yakni milik PT PT. Tunggal Perkasa Plantations, Riau mempunyai kapasitas olah 60 ton TBS/jam. Areal tertanam yang dilayani pabrik seluas 14.309,81 ha, terdiri atas 23 afdeling. Berdasarkan data tahun 1998-2002, rata-rata TBS diolah sebesar 170.995.023 kg/th, CPO dihasilkan =109.237.646 kg/th, dan kernel

sebesar 11.965.339 kg/th. Bila tiap ton TBS diolah menghasilkan 0,7 ton limbah cair, maka tiap tahun proses ini menghasilkan 119.696,5 ton limbah cair. Volume yang sangat besar ini menyimpan potensi untuk dimanfaatkan, karena di dalam endapan kolam pengolahan limbah cair (*sludge*) terkandung unsur hara.

1. Hasil Analisa Limbah Cair Terhadap Baku Mutu Limbah Cair Industri.

Sesuai dengan program pengelolaan kelapa sawit secara berkelanjutan, setiap limbah yang dihasilkan dari sistem budidaya dan pengolahan kelapa sawit dipersyaratkan tidak merusak lingkungan dan aman bagi kehidupan sekitarnya, atau memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan.

Analisa terhadap sampel limbah cair PT TPP pada tahun 2007 memberikan kesimpulan bahwa limbah cair setelah melalui pengolahan memenuhi persyaratan untuk digunakan sebagai air limbah (lihat Tabel 3). Sedang penelitian di sungai menunjukkan

Tabel 3. Hasil analisa parameter limbah cair obyek penelitian pada th 2007(Balai Laboratorium Pengujian, Din. Kimpraswil, Riau)

No	Parameter	Sat.	Kadar Maks.**	Hasil Analisa
1	pH	-	6,0– 9,0	6,2
2.	BOD 5	mg/l	5000	540,9
3	COD	mg/l	*	1259
4	NH3 – N	mg/l	*	168,7
5	Minyak dan Lemak	mg/l	*	9,0
6	TSS	mg/l	*	2400
7	TDS	mg/l	*	5170
8	Timbal (Pb)	mg/l	*	0,024
9	Tembaga (Cu)	mg/l	*	0,009
10	Kadmium (Cd)	mg/l	*	-
11	Seng (Zn)	mg/l	*	0,105

Ket : * = tidak dipersyaratkan.

**=Kep Men LH no.28 th 2003

airnya kurang memenuhi syarat, dari parameter BOD, COD, dan kadar belerang. Hal

ini memperlihatkan limbah cair PKS PT TPP dapat digunakan untuk tujuan lain, misalnya pemupukan.

2. Kandungan Unsur Hara Dalam Lumpur Hasil Pengolahan Limbah Cair

Bahan yang digunakan untuk penelitian berupa endapan (*sludge*) hasil pengolahan limbah cair yang sampelnya diambil dari 2 kolam pengolahan limbah, yaitu kolam anaerob dan kolam supernatan aerob.

Hasil uji laboratorium terhadap kandungan hara yang dibutuhkan tanaman tersaji dalam tabel 4. Tabel 4 menunjukkan bahwa baik dalam kolam anaerob maupun aerob ketersediaan hara berturut-turut dari yang terbanyak adalah: kalium (K), calsium(Ca), magnesium(Mg), carbon(C), nitrogen(N), dan phospor(P).

Tabel 4. Kandungan unsur hara di dalam limbah cair (*sludge*)

Parameter Limbah	UI- 1 (%)	UI-2 (%)	UI- 3 (%)	Rerata (%)
Kolam ANAEROB				
Nitrogen	0.0420	0.0474	0.0519	0.0471
Calsium	0.1019	0.1168	0.1144	0.1110
Phospor	0.0041	0.0038	0.0040	0.0040
Carbon	0.0118	0.0156	0.0196	0.0157
Magnesium	0.0928	0.0893	0.0886	0.0902
Kalium	0.1604	0.1612	0.1619	0.1612
Kolam AEROB				
Nitrogen	0.0396	0.0415	0.0415	0.0408
Calsium	0.1442	0.1542	0.1368	0.1451
Phospor	0.0029	0.0033	0.0031	0.0031
Carbon	0.0194	0.0155	0.0147	0.0165
Magnesium	0.0862	0.0824	0.0812	0.0833
Kalium	0.1310	0.1318	0.1310	0.1313

Ketersediaan hara tersebut memungkinkan aplikasi limbah cair (*sludge/lumpur*) baik dari kolam anaerob maupun aerob. Lumpur limbah cair setelah melalui pengolahan bisa melengkapi/ menggantikan pupuk-pupuk Urea (N), Super phospate 36 (P), Potash (MOP/KCl utk K), Keiserite (Magnesium Sulphate, Mg), dan Limestone Dust (Ca).

2. Penyetaraan Kebutuhan Pemupukan dengan Limbah Lumpur (*Sludge*) Terhadap Pupuk Anorganik.

Biaya pemupukan memiliki proporsi yang cukup besar dari keseluruhan biaya budidaya, karena itu aplikasinya harus dengan perhitungan yang tepat. Diagnosis kebutuhan pupuk dilakukan untuk mengetahui jumlah pupuk yang harus diaplikasikan, biasanya dilakukan per blok tanaman sehingga dapat diperoleh hasil (produk) yang optimal. Diagnosis dapat dilakukan terhadap jaringan tanaman (daun). Kandungan hara (di dalam jaringan) tanaman memberikan informasi tentang status hara tanaman. Dengan melihat status hara tersebut diperoleh gambaran jumlah pupuk yang harus ditambahkan di masa yang akan datang (umumnya dalam periode 1 tahun).

Tabel 5. Perhitungan dosis pemberian sludge setara dengan aplikasi pupuk anorganik untuk TBM-1 (kg/phn/th)

Nama Pupuk	Macam Unsur	Dosis Pupuk (kg)	Dosis Pemberian Sludge (kg)
Kolam ANAEROB			
Urea	Nitrogen	0,225	477,6
Super Phospate 36	Phospor	0,4	10.090,4
Magnesium sulphate (kieserite)	Magnesium	0,135	149,6
Potash (MOP/KCL)	Kalium	0,45	279,2
Kolam SUPERNATAN AEROB			
Urea	Nitrogen	0,225	550,9
Super Phospate 36	Phospor	0,4	12.842,6
Magnesium sulphate (kieserite)	Magnesium	0,135	162,1
Potash (MOP/KCL)	Kalium	0,45	342,7

Serapan unsur hara tanaman kelapa sawit biasanya terdiri dari unsur nitrogen, pospor, kalium dan magnesium. Pupuk yang digunakan dalam perkebunan kelapa sawit terdiri atas pupuk anorganik (pupuk buatan) dan pupuk

organik. Sejumlah pupuk anorganik telah dikembangkan untuk menambah hara sehingga dapat memenuhi kebutuhan hara tanaman yang cukup tinggi.

Umumnya, pupuk organik berupa garam, mineral, kecuali beberapa pupuk seperti urea. Urea terdiri dari amida (senyawa organik) yang secara mudah dapat berubah menjadi garam mineral.

Berdasarkan jenis-jenis pupuk organik, kandungan hara utama, dan dosis yang diaplikasikan pada TBM-1 di PT TPP, dapat ditentukan jumlah lumpur (*sludge*) yang bisa diaplikasikan sebagai pengganti pupuk anorganik. Hasil perhitungan tersaji pada Tabel 5.

Hasil perhitungan dalam tabel 5 menunjukkan bahwa jumlah pemberian lumpur (*sludge*) limbah cair untuk menggantikan pupuk anorganik cukup besar, yakni 149,6 kg (untuk magnesium) sampai 12.842 (untuk fosfat). Hal ini karena cukup kecilnya kandungan hara dalam limbah cair, dan sifat pupuk organik yang bervolume besar (*bulky*). Namun demikian penggunaan pupuk dari limbah cair tetap memberikan keuntungan antara lain:

- penempatan sisa proses (yang sangat besar) dengan tepat. Bila tidak digunakan, lumpur limbah cair hanya dibuang ke lingkungan tanpa nilai manfaat.
- pemanfaatan bahan sisa proses dengan mengembalikan limbah yang telah diolah ke lingkungan sebagai bahan hara pertumbuhan tanaman.
- dapat menggantikan sebagian pupuk anorganik.
- padatan lumpur setelah beberapa lama akan menjadi tanah dan memperbaiki struktur tanah, sehingga lebih ramah lingkungan.

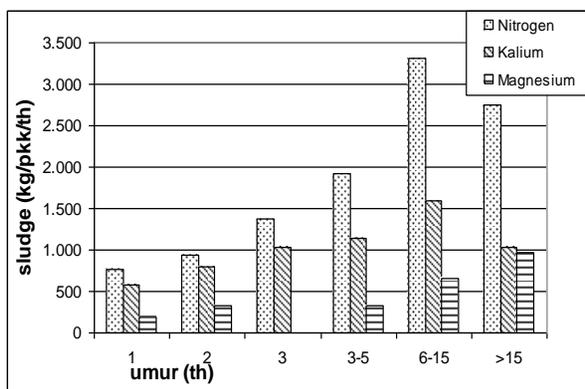
Hal yang perlu menjadi perhatian adalah teknik aplikasi. Bila dengan cara pengangkutan, maka akan membutuhkan biaya yang besar karena jumlah aplikasi yang besar. Metode aplikasi yang bisa dan telah dilakukan di beberapa perkebunan besar adalah dengan pemasangan jaringan pipa ke kebun. Namun cara ini hanya bisa terbatas pada kebun-kebun di sekitar lokasi pabrik/pengolahan limbah.

Pipa-pipa tersebut mengalirkan limbah cair hasil pengolahan kolam aerob ke rorak-rorak yang dibangun di antara baris tanaman (lihat Gambar (3))

Bila diperhitungkan kebutuhan aplikasi limbah sludge menurut umur tanaman kelapa sawit, didapatkan grafik seperti tersaji pada gambar 4. Tampak bahwa kebutuhan sludge untuk memenuhi unsur Nitrogen paling besar, sehingga untuk pemenuhan unsur N tetap menggunakan pupuk anorganik, sedang lumpur hasil olahan sebagai pelengkap.



Gambar 3. Rorak di antara baris tanaman kelapa sawit yang diisi hasil pengolahan limbah cair.



Gambar 4. Kebutuhan sludge untuk menggantikan pupuk anorganik menurut umur tanaman kelapa sawit.

KESIMPULAN

1. Air limbah hasil pengolahan Limbah cair di obyek penelitian memenuhi syarat untuk dipergunakan .

2. Limbah cair di kolam anaerob mengandung unsur hara N (0,047%), Ca(0,111%), P(0,004%), C(0,016%), Mg(0,09%), dan K(0,161%).
3. Limbah cair di kolam aerob mengandung unsur hara N (0,041%), Ca(0,145%), P(0,003%), C(0,017%), Mg(0,083%), dan K(0,131%).
4. Jumlah aplikasi limbah cair setara dosis pupuk urea adalah 550,9 kg, SP36 = 12.842,6 kg, Kieserite= 162,1kg, dan KCl = 342,7 kg.
5. Pupuk dari limbah cair bisa dipergunakan sebagai pelengkap pupuk anorganik, dengan kelemahan jumlah yang besar dan keuntungan ramah lingkungan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih Penulis ucapkan kepada: Ir. Harsunu Purwoto, M.Eng. dan Eric Andrian Putra, STP.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim (1997). *Pedoman Brevet Dasar I Pabrik Kelapa Sawit*. Astra Agro Lestari, Jakarta
- Anonim (2001). *Sifat Fisik dan Mekanika Tanah*, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Stiper, Yogyakarta.
- Anonim (1996). *Pedoman Laboratorium dan Pengawasan Proses Pengolahan Kelapa Sawit*. Astra Agro Niaga, Jakarta.
- BAPEDAL (1995). *Keputusan menteri Negara Lingkungan Hidup Tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri*. Deputi Bidang Pengendalian Pencemaran Air, Jakarta. p. 1-30.
- Lang Buana, Donald Siahaan, Sunardi A. (1995). *Kultur Teknis Kelapa Sawit, Modul*. Pusat Penelitian Kelapa Sawit, Medan.
- Lubis, A.(1992). *Kelapa Sawit (Elaeis Guineensis Jacq)*. Pusat Penelitian Perkebunan Bandar Kuala-Marihat, Medan.
- MA, A.N. and Ong, A.S.H. 1985. *Pollution Control in Palm Oil in Malaysia*. JAOCS 62 (@) : 261-266, Malaysia.
- Pahan, Iyung. 2006. *Panduan Lengkap Kelapa Sawit*, Cetakan 1. Penebar Swadaya, Jakarta.