

PENGENDALIAN LIMBAH CAIR PABRIK KELAPA SAWIT SECARA BIOLOGIS DI INDONESIA

P.L. Tobing dan Z. Poeloengan

ABSTRAK

Prinsip penanganan lingkungan hidup dilingkup pertanian dan sub sektor perkebunan pada dasarnya mengacu kepada pemanfaatan sumberdaya alam yang berkelanjutan. Selain itu pengembangan sumberdaya manusia pelaku agribisnis harus mampu melaksanakan pembangunan pertanian berwawasan lingkungan dan memanfaatkan teknologi akrab lingkungan. Peraturan pemerintah menyatakan bahwa sungai merupakan salah satu sumberdaya alam yang harus dilindungi dan dijaga kelestariannya, ditingkatkan fungsi dan kemanfaatannya dan dikendalikan daya rusaknya terhadap lingkungan. Upaya pencegahan pencemaran harus dipertimbangkan sedini mungkin pada setiap tahapan kegiatan, baik dalam penyusunan peraturan, kebijaksanaan perancangan produk dan proses produksi. Pencegahan pencemaran dapat dilakukan pada keseluruhan daur hidup produk, mulai dari tahap pengambilan, pengadaan bahan baku sampai tahap pembuangan akhir produk tersebut. Pengendalian pencemaran limbah pabrik kelapa sawit di Indonesia telah dilakukan dengan cara biologis dengan mikroorganisme anaerobik.

Kata kunci : dampak lingkungan, limbah cair PKS.

LATAR BELAKANG

Pengendalian limbah cair pabrik kelapa sawit di Indonesia > 95% dilakukan dengan cara biologis yakni dengan menggunakan mikroorganisme dalam kondisi anaerobik, fakultatif, dan aerobik.

Pengendalian limbah cair bertujuan untuk membuang atau mengurangi kandungan limbah yang membahayakan kesehatan, dan tidak menimbulkan kerugian terhadap lingkungan tempat pembuangannya. Dampak yang ditimbulkan terhadap sumber daya dan lingkungan hidup antara lain kualitas sumber daya alam, dan lingkungan hidup. Upaya meningkatkan dan melestarikan kemampuan sumberdaya alam mutlak dilaksanakan, agar kemampuan berproduksi dapat berlangsung secara berkesinambungan (2).

Perkembangan isu lingkungan dewasa ini juga ikut mewarnai persaingan dalam dunia bisnis internasional. Oleh karena itu, kalangan dunia usaha harus bersiap diri dalam menghadapi persaingan tersebut. Perkembangan lain yang terjadi dewasa ini ialah meningkatnya kesadaran konsumen akan produk-produk yang akrab lingkungan.

Prinsip penanganan lingkungan hidup lingkup pertanian dan sub sektor perkebunan pada dasarnya mengacu pada empat hal yakni, penerapan konsep *intertemporal choice* atau pilihan antar waktu dalam perencanaan, pemanfaatan, dan penerahan sumberdaya alam untuk menjamin kelanjutan pembangunan; penerapan konsep *internalized external cost*, menginternalisasikan biaya sosial yang selama ini ditanggung oleh masyarakat be-

rupa penurunan kualitas lingkungan ke dalam biaya perusahaan; pengembangan sumberdaya manusia pelaku agribisnis agar mampu melaksanakan pembangunan pertanian berwawasan lingkungan, dan keempat ialah pengembangan dan pemanfaatan teknologi akrab lingkungan (2, 4).

Dalam upaya mewujudkan keseimbangan dan kelestarian tersebut, maka dampak negatif yang ditimbulkan oleh pabrik kelapa sawit merupakan kewajiban dan keharusan untuk dikurangi apabila tidak mungkin dihilangkan.

PERATURAN DAN PERUNDANG-UNDANGAN

Dalam Garis-garis Besar Haluan Negara (GBHN) tahun 1993, pembangunan lingkungan hidup bertujuan meningkatkan mutu, memanfaatkan sumberdaya berkelanjutan, merehabilitasi kerusakan lingkungan, mengendalikan pencemaran dan meningkatkan kualitas lingkungan. Untuk mendapatkan hasil yang optimal dalam penerapan kebijaksanaan pembangunan lingkungan hidup di Indonesia, telah mengesahkan Undang-undang Republik Indonesia No. 23 tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup untuk menggantikan UU No. 4/1982 (6).

Isu lingkungan yang utama dalam setiap penyusunan studi analisis mengenai dampak lingkungan (AMDAL) perkebunan dan pabrik pengolahannya ialah terjadinya penurunan kualitas air, tanah dan udara akibat limbah yang dihasilkan pabrik kelapa sawit. Dalam Bab III Pasal 6 (1), setiap orang yang melakukan usaha dan/atau kegiatan berkewajiban memberikan informasi yang benar dan akurat mengenai pengelolaan lingkungan hidup. Pada

Pasal 15 (1), setiap rencana usaha dan/atau kegiatan yang kemungkinan dapat menimbulkan dampak besar dan penting terhadap lingkungan hidup, wajib memiliki analisis mengenai dampak lingkungan hidup.

Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup R.I N0. KEP-11/MENLH/3/94 tentang jenis kegiatan usaha yang wajib dilengkapi dengan AMDAL, salah satu diantaranya ialah usaha perkebunan tanaman tahunan dengan luas ≥ 10.000 ha.

Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup N0. KEP-12/MENLH/3/94 tentang pedoman umum upaya pengelolaan lingkungan (UKL) dan upaya pemantauan lingkungan (UPL) memutuskan kegiatan yang tidak ada dampak pentingnya, dan atau secara teknologi dapat dikelola dampak pentingnya diharuskan melakukan UKL dan UPL sesuai dengan yang ditetapkan di dalam syarat-syarat perizinannya menurut peraturan yang berlaku (3).

Peraturan Pemerintah R.I No. 35 tahun 1991 tentang sungai, pada Bab III Pasal 7(2), sungai merupakan salah satu sumberdaya alam yang harus dilindungi dan dijaga kelestariannya, ditingkatkan fungsi dan kemanfaatannya, dan dikendalikan daya rusaknya terhadap lingkungan.

Upaya pencegahan pencemaran harus dipertimbangkan sedini mungkin pada setiap tahapan kegiatan baik dalam penyusunan peraturan-peraturan, kebijaksanaan, pelaksanaan proyek, perancangan produk dan proses produksi serta pola konsumsi. Pencegahan pencemaran dapat dilakukan pada keseluruhan daur hidup produk, mulai dari tahap pengambilan, pengadaan bahan baku sampai tahap pembuangan akhir produk tersebut.

KARAKTERISTIK LIMBAH CAIR PKS

Limbah cair yang dikeluarkan PKS mengandung bahan organik dan mineral yang cukup tinggi dengan *Biochemical Oxygen Demand (BOD)* sekitar 25000 mg/l, dan apabila dibuang langsung ke sungai atau perairan lainnya dapat menyebabkan penurunan kualitas lingkungan air dan tanah tempat pembuangannya dan selanjutnya akan menimbulkan pencemaran.

Jika PKS dioperasikan dengan efisien dan efektif serta menggunakan alat-alat ukur pemakaian air proses, maka limbah cair yang dihasilkan antara 0,6-0,8 ton per ton TBS. Namun dari hasil penelitian Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) pada tahun 1992-1993 terhadap lebih dari 75 unit PKS di Indonesia menunjukkan bahwa volume limbah cair yang dihasilkan berkisar antara 1,0-1,3 m³ per ton TBS. Jumlah dan volume limbah cair yang dihasilkan dari beberapa unit proses adalah sebagai berikut :

a) air kondensat rebusan antara 15-20%,

b) limbah atau air drab/sludge dari stasiun klarifikasi antara 70-75%, dan

c) air buangan dari hidrosiklon antara 5-10%

Karakteristik fisik dan kimia limbah cair yang berasal dari setiap unit proses tersebut tidak sama. Hal ini dapat disebabkan karena peralatan yang digunakan, jumlah dan voume air proses berbeda. Oleh karena itu sebelum melakukan pengolahan limbah cair secara biologis, terlebih dahulu dilakukan minimalisasi atau reduksi limbah pada sumbernya dengan cara segregasi, menjaga kebersihan lingkungan pabrik (*in-hosue keeping*) dan pemeliharaan peralatan proses. Reduksi limbah pada sumbernya merupakan upaya yang dilakukan pertama dalam pengelolaan limbah, karena hal ini bersifat mencegah atau mengurangi terjadinya limbah yang keluar dari proses produksi. Pada umumnya lebih dari 95% PKS di Indonesia mengolah limbah cair tanpa reduksi pada sumbernya. Karakteristik fisik kimia limbah cair PKS seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik fisik kimia limbah cair PKS

Parameter	Rebusan (kisaran)	Klarifikasi (rata-rata)	Hidrosiklon (kisaran)	Fat-Pit (kisaran)
pH	4,0-4,5	4,4	4,5-6,2	4,0-4,6
Suhu, °C	35-88	-	37-77	60-80
TS, mg/l	6.000-30.500	60.000	800-1.600	30.000-70.000
TSS, mg/l	-	35.000	-	15.000-40.000
TDS, mg/l	-	25.000	-	15.000-30.000
BOD, mg/l	5.500-20.000	35.000	1.100-1.750	20.000-60.000
COD, mg/l	10.300-52.500	60.000	1.800-3.600	40.000-120.000
Minyak, mg/l	1.100-6.100	12.500	800-1.600	7.000-12.500
Total N, mg/l	60-590	-	20-30	500-900
Total P, mg/l	43-320	150	20-25	90-140
Total K, mg/l	-	-	-	1.000-2.000
Total Ca, mg/l	-	-	-	260-400
Total Mg, mg/l	-	-	-	250-300
Total Fe, mg/l	-	-	-	80-200

TEKNIK PELAKSANAAN PENGENDALIAN LIMBAH CAIR

1. Pembangunan instalasi pengolahan air limbah (IPAL)

Untuk membangun satu unit IPAL PKS diperlukan data dasar seperti berikut:

a. Data dasar

Kapasitas olah PKS	= 30 ton TBS/jam
Waktu pengolahan	= 20 jam/hari
Air keperluan proses	= 1,0 - 1,25 m ³ /ton TBS
Volume limbah cair/hari	= 600 m ³
BOD awal	= 25000 mg/l

b. Ukuran IPAL yang direkomendasi

Untuk memenuhi baku mutu limbah cair PKS, rancangan pembangunan IPAL dapat disesuaikan dengan proses sebagai berikut :

- Anaerobik dan aerasi lanjut
- Anaerobik, fakultatif dan aerobik
- Anaerobik dan aplikasi limbah cair ke areal tanaman

Ukuran dari setiap unit IPAL disajikan pada Tabel 2, 3, dan 4.

Jika waktu penahanan hidrolis (WPH) selama 2 x 40 hari di dalam kolam anaerobik primer, diperlukan kolam dengan volume sebesar $80 \times 600 \text{ m}^3 = 48.000 \text{ m}^3$.

Tabel 2. Ukuran IPAL dengan proses anaerobik dan aerasi lanjut

Uraian IPAL	WPH hari	Kedalaman, luas dan volume IPAL		
		M	M ²	M ³
Kolam Pengasaman, 2 unit	2 x 2,5	3	500	1.500
Kolam Anaerobik primer, 2 unit	2 x 40	5,0	4.800	24.000
Kolam anaerobik sekunder,, 2 unit	2 x 20	5,0	2.400	12.000
Kolam aerobik, 1 unit	1 x 15	3,5	3.000	10.500
Kolam pengendapan, 1 unit	1 x 2,5	2,5	480	1.200
Bak pengering lumpur, 4 unit	-	0,5	200	100

Tabel 3. Ukuran IPAL dengan proses anaerobik, fakultatif dan aerobik

Uraian IPAL	WPH Hari	Kedalaman, luas dan volume IPAL		
		M	M ²	M ³
Kolam Pengasaman, 2 unit	2 x 2,5	3	500	1.500
Kolam Anaerobik primer, 2 unit	2 x 40	5,0	4.800	24.000
Kolam anaerobik sekunder,, 2 unit	2 x 20	5,0	2.400	12.000
Kolam fakultatif, 1 unit	1 x 20	2,5	1.200	10.500
Kolam aerobik, 3 unit	3 x 7	2,0	2.100	1.200
Bak pengering lumpur, 4 unit	-	0,5	200	100

Perlakuan awal (*Start-up*)

1. Tangki pengutipan minyak (*Oil recovery tank*)

Limbah cair yang berasal dari unit proses dialirkan ke dalam tangki pengutipan minyak atau fat-pit. Limbah cair mengandung bahan organik dan mineral, minyak dan asam lemak. Di dalam tangki ini minyak dikutip kembali dan dikembalikan ke unit proses, dan limbah cair di alirkan ke kolam pengasaman dan kolam pembiakan.

2. Kolam pembiakan

Diperlukan satu unit IPAL untuk pembiakan bakteri. Bahan yang digunakan untuk pembiakan dan adaptasi bakteri ialah:

- Limbah cair
- Calsium hidroksida
- Bakteri anaerobik
- Nutrisi

3. Kolam Pengasaman

Limbah cair yang berasal dari tangki pengutipan minyak dialirkan ke dalam kolam pengasaman dan dibiarkan selama 5 hari. Akan terjadi kenaikan asam-asam mudah menguap dari 1.000 mg/l menjadi 5.000 mg/l. Hal ini diperlukan untuk memudahkan proses selanjutnya di dalam kolam anaerobik primer. Bakteri menguraikan senyawa polimer secara hidrolisis menjadi monomer dan selanjutnya menjadi asam-asam mudah menguap.

4. Penurunan suhu dan netralisasi

Limbah cair yang berasal dari kolam pengasaman diturunkan suhunya dari 60-80°C menjadi < 40°C. Untuk menaikkan pH limbah cair dari 4,0 menjadi 7,0-7,5 ditambahkan Calsium Oksida atau Calsium hidroksida.

5. Pengendalian limbah cair

Pengendalian limbah cair PKS merupakan proses perombakan bahan pencemar yang terkandung di dalam limbah atau bahan organik majemuk menjadi bahan organik yang sederhana secara biologis dalam suasana anaerobik. Untuk meningkatkan efisiensi pengendalian LPKS agar mencapai baku mutu dilanjutkan dengan proses fakultatif dan aerobik (5).

5.1. Kolam anaerobik Primer I (*AnP I*)

Limbah cair yang telah dinetralkan di alirkan ke dalam kolam anaerobik I (*AnP I*). Dalam waktu yang bersamaan dialirkan bakteri yang telah diadaptasikan dari kolam pembiakan ke dalam *AnP I*. Proses perombakan bahan organik majemuk menjadi senyawa-senyawa asam mudah menguap berlangsung sangat cepat, dan biasanya diikuti dengan penurunan pH cairan. Namun untuk mengatasi penurunan pH limbah cair tersebut dapat dilakukan dengan cara resirkulasi dari cairan yang pH-nya lebih tinggi sebagai penyangga. Fermentasi anaerobik secara umum dilakukan oleh empat grup mikroba. Bakteri hidrolisis menguraikan senyawa polimer seperti polisakarida dan protein menjadi monomer. Penguraian ini berlangsung tanpa penurunan BOD dan COD yang berarti. Monomer kemudian dikonversi menjadi asam-asam mudah menguap dan sedikit gas hidrogen. Asam-asam yang terbentuk ialah asam asetat, propionat, butirrat dan lain-lain.

Bakteri yang berperan dalam oksidasi biokimia ini dikenal dengan bakteri penghasil asam, yang disebut sebagai *Obligatory hydrogen producing acetogenic* (OHPA). Bakteri ini mengkonversi asam yang lebih tinggi ikatannya menjadi asam asetat oleh bakteri asetogen. Efisiensi reaksi hidrolisis dijumpai pada tahap yang

optimal. Waktu penahanan hidrolis (WPH) selama 40 hari. Kemudian limbah cair ini mengalir secara gravitasi ke dalam kolam anaerobik primer II (AnP II).

5.2. Kolam anaerobik primer II (AnP II)

Di dalam kolam ini juga berlangsung reaksi tahap pertama yaitu perubahan komponen organik majemuk menjadi senyawa asam mudah menguap. Sebenarnya akhir dari reaksi hidrolisis dan awal reaksi pembentukan gas belum diketahui secara tepat. Bakteri yang berperan dalam proses ini adalah bakteri penghasil asam. Waktu penahanan hidrolis di dalam kolam selama 40 hari. Jika volume limbah cair PKS sebanyak 600 m³/hari dan dialirkan sebanyak 300 m³/hari ke dalam AnP I, dan sisanya ke dalam AnP II, maka WPH menjadi 80 hari lamanya.

Efisiensi penguraian di dalam kolam anaerobik primer I dan II adalah optimum, yakni bahan organik dengan BOD awal sebesar 25.000 mg/l turun menjadi 5000 mg/l atau pengurangan sebesar 80%. Selanjutnya limbah cair yang berasal dari AnP I dan AnP II secara gravitasi mengalir ke dalam kolam pematangan anaerobik sekunder I dan II.

5.3. Kolam Pematangan Anaerobik Sekunder I (AnS I)

Reaksi tahap kedua yaitu pengubahan asam mudah menguap menjadi gas-gas seperti metan, karbondioksida, hidrogen, hidrogen sulfida dan lain-lain. Bakteri yang berperan dalam tahapan reaksi ini ialah bakteri penghasil metan (*methanogenic producing bacteria*). Ada dua jenis metanogen yang akan mengkonversi asam asetat menjadi gas metan yaitu *methanothrix* dan *methano sarcina*. Pada suhu dan tekanan standar, sebanyak 0,454 kg COD atau penurunan BOD selama proses diubah

menjadi gas metan sebanyak 0,16 m³. Pertumbuhan sel bakteri selama fermentasi metan sangat bergantung pada kepekatan dan karakteristik limbah maupun masa retensi sel di dalam unit pemrosesan.

5.4. Kolam Pematangan Anaerobik Sekunder II (AnS II)

Pengubahan asam-asam mudah menguap menjadi gas-gas yang dilakukan oleh bakteri metanogen masih berlangsung di dalam kolam AnS II. Apabila pH limbah cair di AnP I dan AnP II turun <7,0 maka cairan dari kolam ini dapat diresirkulasi.

Waktu penahanan hidrolis di dalam kolam pematangan anaerobik sekunder I dan II selama 40 hari. Pertumbuhan bakteri penghasil metan lebih lambat jika dibandingkan dengan pertumbuhan bakteri penghasil asam. Hal ini disebabkan telah berkurangnya sumber energi dari substrat atau bahan organik limbah. Selama proses berlangsung di AnS I dan II, angka BOD awal sebesar 5000 mg/l akan berkurang menjadi < 1500 mg/l atau efisiensi penguraian sebesar 70%.

5.5. Kolam aerobik

Untuk meningkatkan efisiensi proses anaerobik dilanjutkan dengan proses aerobik, agar baku mutu limbah cair dapat dipenuhi sesuai dengan Kep. Men.LH No. 51/10/1995. Proses aerobik terdiri dari dua reaksi biokimia, yaitu pertumbuhan dan metabolisme bakteri, dan oksidasi dari selnya sendiri. Agar proses berlangsung dengan baik, sel bakteri harus tumbuh dan berkembang lebih cepat dari bahan yang dioksidasi. Selama proses ini berlangsung dihasilkan lumpur. Proses ini memerlukan sejumlah tertentu oksigen untuk mengoksidasi sisa bahan organik dan untuk keperluan pembentukan sel baru, dan sel ini diperlukan untuk menguraikan bahan

Tabel 4. Karakteristik fisik kimia limbah cair dan baku mutu

Uraian	WPH (hari)	BOD mg/l	COD mg/l	TSS mg/l	Minyak & lemak mg/l
Fat-pit	-	25.000	55.000	31.000	12.500
K. Anaerobik primer I dan II	80	3.500-5.000	8.750-12.750	4.500-6.250	1.500-2.000
K. Anaerobik Sekunder I dan II	40	2.000-3.000	4.750-6.500	2.500-3.600	525-650
K. aerobik	15	50-75	130-275	110-225	5-15
K. Sedimentasi	2	40-60	110-225	75-150	t.n-10
Baku mutu limbah cair PKS	-	100	350	250	25

organik. Waktu penahanan hidrolis pada proses ini selama 15 hari.

Jika dihitung lamanya pengendalian limbah cair PKS yakni sekitar 135 hari, maka limbah cair tersebut telah memenuhi baku mutu untuk dibuang ke sungai atau perairan lainnya. Efisiensi penguraian dengan menggunakan aerator permukaan >95%. Dengan demikian bahan organik dengan BOD 1.500 mg/l berkurang menjadi <100 mg/l.

5.6. Kolam sedimentasi

Kolam pengendapan berfungsi untuk memisahkan cairan dari lumpur yang mengalir secara kontinu dari kolam aerobik. Waktu penahanan hidrolis antara 2-4 hari. Pembuangan lumpur ke lahan dapat dilakukan dengan berbagai cara seperti menyediakan bak pengering atau kolam penampung lumpur.

Karakteristik fisik kimia limbah cair dari fat-pit dan unit pengolahan lainnya disajikan pada Tabel 4 (1).

KESIMPULAN

Pengendalian limbah cair PKS dapat dilakukan secara biologis dalam suasana anaerobik, fakultaif dan aerobik. Proses

biologis dalam suasana anaerobik akan efisien jika didasarkan pada:

- Waktu penahanan hidrolis yang optimum
- Keasaman dan alkalinitas (pH) yang optimum selama proses (7,0-7,5)
- Suhu yang optimum selama penanganan
- Konsentrasi nutrisi yang cukup
- Karakteristik fisik kimia limbah cair (substrat) yang sesuai
- Pengadukan dan atau resirkulasi yang optimum, dan
- Tanpa kehadiran inhibitor-senyawa yang beracun.

DAFTAR PUSTAKA

- BADAN PENGENDALIAN DAMPAK LINGKUNGAN. 1995. KepMen. LH. No. Kep-51/MenLH/10/95 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi kegiatan industri yang telah beroperasi. Jakarta. Hal : 1-25.
- BADAN PENGENDALIAN DAMPAK LINGKUNGAN WILAYAH I. 1999. Perkembangan Industri di Sumatera dan dampaknya terhadap lingkungan hidup. Sarasehan Sehari Pengendalian Limbah Cair PKS dengan sistem aplikasi lahan. Medan, 3 Mei 1999. Hal: 1-10.
- KEPMEN L.H. 1994. Jenis kegiatan usaha yang wajib dilengkapi dengan analisis mengenai dampak lingkungan, upaya pengelolaan lingkungan dan upaya pemanfaatan lingkungan.

- Kepmen LH No. 11 dan 12/MENLH/3/94. Jakarta. Hal: 1-15.
4. N. N. 1999. Permasalahan Pencemaran Lingkungan di Indonesia dan program pengendaliannya. Sarasehan Sehari Pengendalian Limbah Cair PKS dengan sistem aplikasi lahan. Medan, 3 Mei 1999. Hal : 1-12.
 5. P.L. TOBING. 1992. Pengendalian dan pengop-sian limbah pabrik kelapa sawit. Lembar. Teknis Puslitbun Medan 1992. Hal: 1-11.
 6. UNDANG-UNDANG REPUBLIK INDONE NO. 23. 1997. Pokok-pokok Pengele Lingkungan Hidup di Indonesia. Jakarta, 1. 1-57.