

PEMANFAATAN LIMBAH CAIR INDUSTRI UNTUK SEKTOR KEHUTANAN

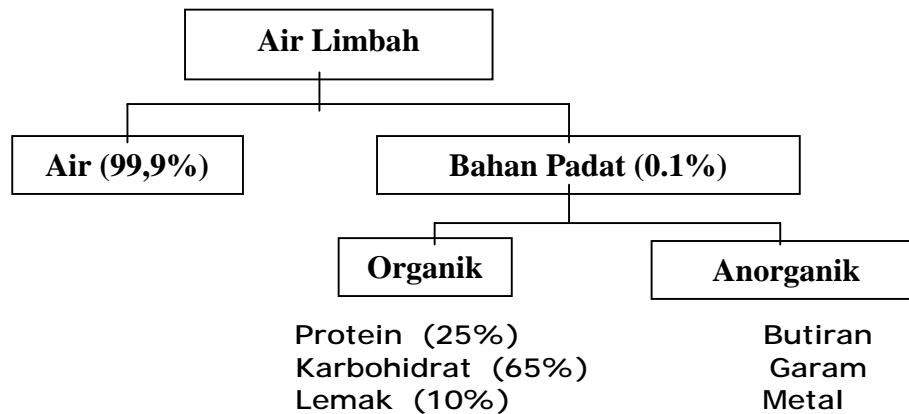
YUNASFI

**Fakultas Pertanian
Jurusan Ilmu Kehutanan
Universitas Sumatera Utara**

I. PENDAHULUAN

Jumlah industri untuk menghasilkan berbagai macam produk, guna memenuhi kebutuhan manusia pada saat ini semakin meningkat. Selain menghasilkan produk yang dapat digunakan oleh manusia, kegiatan produksi ini juga menghasilkan produk lain yang belum begitu banyak dimanfaatkan yaitu limbah. Seiring dengan peningkatan industri ini, juga akan terjadi peningkatan jumlah limbah. Limbah yang dihasilkan dapat memberikan dampak negatif terhadap sumber daya alam dan lingkungan, seperti gangguan pencemaran alam dan pengurusan sumber daya alam, yang nantinya dapat menurunkan kualitas lingkungan antara lain pencemaran tanah, air, dan udara jika limbah tersebut tidak diolah terlebih dahulu. Berbagai macam limbah industri yang dapat mencemari lingkungan antara lain : limbah industri tekstil, limbah agroindustri (limbah kelapa sawit, limbah industri karet remah dan lateks pekat, limbah industri tapioka, dan limbah pabrik pulp dan kertas), limbah industri farmasi, dan lain-lain. Selain kegiatan industri, diperkotaan limbah juga dihasilkan oleh hotel, rumah sakit dan rumah tangga. Bentuk limbah yang dihasilkan oleh komponen kegiatan yang disebut di atas adalah limbah padat dan limbah cair. Menurut Sugiharto (1987) air limbah adalah kotoran yang berasal dari masyarakat dan rumah tangga dan juga berasal dari industri, air tanah, air permukaan, serta buangan lainnya. Secara garis besar zat-zat yang terdapat di dalam air limbah dapat dilihat pada Gambar 1.

Bahan buangan yang dihasilkan dari kegiatan industri dapat menimbulkan dampak yang merugikan bagi lingkungan yang selanjutnya akan mengganggu atau mempengaruhi kehidupan masyarakat itu sendiri. Dampak dari kegiatan industri yang berpengaruh buruk tersebut terutama disebabkan oleh bahan-bahan pencemar yang dihasilkan oleh pabrik-pabrik industri. Bahan-bahan buangan tersebut dapat mencemari udara, perairan, dan tanah terutama disekitar kawasan industri tersebut. Perairan di kawasan itu dapat tercemar oleh bahan-bahan buangan yang sebagian besar berbentuk cair maupun limbah padat.



Gambar 1. Skema pengelompokan bahan yang terkandung didalam air limbah (Sugiharto, 1987 diacu oleh Soedira, 1997)

Sifat-sifat Air Tercemar

Menurut Odum (1971) parameter fisika dan kima dapat digunakan untuk menduga kualitas lingkungan hidup perairan. Beberapa peubah fisik dan kimia yang diukur meliputi kekeruhan, pH, amoniak, fosfat, kalsium, magnesium, klorida, dan beberapa logam berat.

Kekeruhan

Kekeruhan atau kecerahan menurut Wardoyo (1981) yaitu adanya partikel koloid dan suspensi dari suatu bahan pencemar, antara lain berupa bahan organik dan an-organik dari buangan industri, rumah tangga, budidaya perikanan dan sebagainya yang terkandung dalam perairan. Adapun menurut Suraiwiria (1993) kekeruhan air dapat dtimbulkan oleh adanya bahan-bahan organik yang dihasilkan oleh buangan industri.

Kekeruhan dapat disebabkan oleh bahan-bahan tersuspensi yang bervariasi dari ukran koloidal sampai dispensi kasar, tergantung derajat turbulensinya (Saeni, 1989)

pH Air

pH suatu larutan menunjukkan aktivitas ion hidrogen dalam larutan tersebut dan dinyatakan sebagai konsentrasi ion hidrogen (dalam mole per liter) pada suhu tertentu (Sulistiono, 1991). Menurut Saeni (1989) nilai pH suatu perairan mencirikan keseimbangan antara asam dan basa dalam air.

Goncangan pH perairan dapat terjadi karena terbentuknya asam dan basa kuat, gas-gas dalam perombakan bahan organik, reduksi karbon organik, dan proses metabolisme air. pH yang baik bagi air minum dan air limbah adalah netral yaitu 7 (Sugiharto, 1987).

Amoniak (NH₃) dan Fosfat

Menurut Boyd (1982) amoniak di perairan dihasilkan oleh proses dekomposisi. Reduksi nitrit oleh bakteri, kegiatan pemupukan dan ekskresi organisme-organisme yang ada di dalamnya.

Dalam keadaan aerob (kandungan O₂ cukup), nitrogen dari udara diikat oleh mikroorganisme dan diubah menjadi bentuk nitrat. Sebaliknya dalam keadaan anaerob, nitrit dan nitrat diubah menjadi bentuk amonia yang kemudian bersenyawa

dengan air menjadi amonium (Wardoyo, 1981). Nitrogen di dalam tanaman merupakan unsur yang sangat penting untuk pembentukan protein, daun-daunan, dan berbagai persenyawaan organik lainnya. Unsur fosfor dalam tanaman dapat berfungsi sebagai bahan mentah untuk pembentukan sejumlah protein tertentu dan berperan dalam berbagai proses fisiologis (Rinsema, 1983).

Kalsium (Ca) dan Magnesium (Mg)

Kalsium (Ca), fosfor (P) dan magnesium (Mg) merupakan logam essential yang hampir selalu ditemukan di air, dalam kondisi normal jumlah yang terdapat dalam air sangat sedikit (Darmono, 1995). Ion kalsium bersama-sama magnesium ikut menyusun kesadahan air (Saeni, 1989).

Kalsium diserap tanaman dalam bentuk ion Ca^{2+} . Unsur ini berperan memperkaya tanah dengan nitrogen dan memobilisasi zat makanan tanaman. Magnesium untuk tanaman penting sebagai unsur pertumbuhan hijau daun. Magnesium terkuras kuat pada pH yang rendah karena ion-ion H^+ menghambat diserapnya ion-ion Mg^{2+} (Rinsema, 1983)

Klorida (Cl) dan Mangan (Mn)

Kadar klorida di dalam air alami dihasilkan dari rembesan klorida yang ada di dalam batuan dan tanah serta dari daerah pantai dan rembesan air laut (Sugiharto, 1987). Kation dari garam - garam klorida dalam air terdapat dalam keadaan mudah larut, dan ion klorida umumnya tidak membentuk senyawa kompleks yang kuat dengan ion-ion logam dalam air. Ion ini tidak secara langsung toksik namun, kelebihan garam-garam ini dapat menyebabkan penurunan kualitas air yang disebabkan oleh besarnya salinitas (Saeni, 1989).

Toksisitas mangan relatif sudah nampak pada konsentrasi rendah. Untuk keperluan domestik, batas yang diijinkan adalah sangat rendah, dibawah 0.05 mg/l (Saeni,1989). Mangan termasuk unsur mikro yang keberadaannya oleh tanaman dibutuhkan untuk pembentukan hijau daun (Rinsema,1983).

Kalium

Konsentrasi kalium di dalam air tawar umumnya lebih rendah daripada konsentrasi logam alkali lainnya. Hal ini disebabkan karena kalium tidak mudah dilepaskan dari sumbernya dan unsur ini mudah sekali diadsorpsi oleh mineral-mineral. Kalium adalah hara tanaman esensial dan bergabung ke dalam bahan tanaman. Konsentrasi kalium yang ditemukan dalam perairan umumnya beberapa mg/l (Saeni,1989).

Tembaga (Cu)

Logam tembaga banyak digunakan pada pabrik yang memproduksi alat-alat listrik, gelas, dan zat warna yang biasanya bercampur dengan logam lain seperti perak (Ag), kadmium (Cd), timah putih (Sn) dan seng (Zn) (Darmono, 1995).

Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd)

Timbal merupakan timah hitam merupakan logam lunak dan berwarna coklat kehitaman, serta mudah dimurnikan dari pertambangan. Dalam pertambangan, logam ini berbentuk sulfida logam (PbS). Timbal mungkin tidak merupakan masalah utama dalam air minum, kecuali dalam kasus dimana timbal yang telah tua digunakan. Timbal merupakan zat yang menyusun patri (solder) dan beberapa formulasi penyambung pipa. Air yang tersimpan dalam alat-alat yang dibuat dari hasil pematiran untuk jangka waktu yang lama dapat mengakumulasi sejumlah

timbal yang sangat tinggi bersama-sama dengan seng, kadmium, dan tembaga (Saeni, 1989)

Zat pencemar kadmium dalam air dapat berasal dari buangan industri dan limbah pertambangan. Secara kimia kadmium sangat mirip dengan seng dan kedua logam ini menjalani proses geokimia bersama-sama. Kedua logam didapat dalam air dengan bilangan oksidasi +II (Saeni,1989). Logam kadmium diserap oleh tanaman dari tanah melalui akarnya dan didistribusikan dalam bagian tanaman. Jumlah Cd yang diserap oleh tanaman dipengaruhi oleh beberapa faktor termasuk pH tanah, kandungan mineral lain (Ca), dan pemupukan tanah oleh fosfat (Darmono, 1995).

Boron (Bo)

Menurut Rinsema (1983), boron mungkin mempunyai peran pada transportasi karbohidrat dalam tanaman. Boron yang ditemukan dalam perairan alami dan air limbah umumnya berasal dari batu bara, deterjen, dan limbah industri. Logam ini bersifat toksik terhadap beberapa tanaman.

II. TEKNIK PENGOLAHAN LIMBAH

Pengolahan Limbah Pabrik Tekstil

Proses pengolahan air limbah pabrik tekstil meliputi tiga tahap pemrosesan yaitu:

1. Proses Primer, merupakan perlakuan pendahuluan (pretreatment) yang meliputi : (a) penyaringan kasar, (b) penghilangan warna (decolouring), (c) equalisasi, (d) penyaringan halus, (e) pendinginan.
2. Proses Sekunder, Proses biologi, dan sedimentasi.
3. Proses Tersier, merupakan tahap lanjutan proses biologi dan sedimentasi.

Proses Primer

a. Penyaringan kasar

Air limbah dari proses pencelupan dan pembilasan melalui saluran pembuangan terbuka menuju pengolahan air limbah. Saluran tersebut terbagi menjadi dua bagian yaitu saluran berwarna (water colour) dan saluran tidak berwarna (uncolour water). Untuk mencegah agar sisa-sisa benang atau kain dalam air limbah terbawa pada saat proses, maka air limbah disaring dengan saringan kasar berdiameter 50 mm dan 20mm.

b. Penghilangan Warna (decolouring)

Limbah cair berwarna yang berasal dari proses pencelupan setelah melewati tahap penyaringan ditampung dalam dua bak penampung, masing-masing berkapasitas 64 m³ dan 48 m³, air tersebut kemudian dipompakan ke dalam tangki koagulasi pertama (Volume 3.1 m³) yang terdiri atas tiga buah tangki, yaitu pada tangki pertama ditambahkan koagulasi FeSO₄ (Fero sulfat) konsentrasinya 600 – 700 ppm untuk pengikatan warna. Selanjutnya dimasukkan ke dalam tangki kedua dengan ditambahkan kapur (lime) konsentrasinya 150 – 300 ppm, gunanya untuk menaikkan pH yang turun setelah penambahan FeSO₄. Dari tangki kedua, limbah dimasukkan ke dalam tangki ketiga pada kedua tangki tersebut ditambahkan polymer berkonsentrasi 0.5 – 0.2 ppm, sehingga akan

terbentuk gumpalan-gumpalan besar (flock) dan mempercepat proses pengendapan. Setelah gumpalan-gumpalan terbentuk, akan terjadi pemisahan antara padatan hasil pengikatan warna dengan cairan secara gravitasi dalam tangki sedimentasi. Meskipun air hasil proses penghilangan warna ini sudah jernih, tetapi pH-nya masih tinggi yaitu 10 sehingga tidak bisa langsung dibuang ke perairan. Untuk menghilangkan unsur-unsur yang masih terkandung di dalamnya, air yang berasal dari koagulasi I diproses dengan sistem lumpur aktif. Cara tersebut merupakan perkembangan baru yang dinilai lebih efektif dibanding dengan cara lama yaitu air yang berasal dari koagulasi I digabung dalam bak equalisasi.

c. Equalisasi

Bak equalisasi atau disebut juga bak air umum, memiliki volume 650 m^3 menampung dua sumber pembuangan yaitu limbah cair tidak berwarna dan air yang berasal dari mesin pengempres lumpur. Kedua sumber pembuangan mengeluarkan air dengan karakteristik yang berbeda. Oleh karena itu untuk memperlancar proses selanjutnya air dari kedua sumber ini diaduk dengan menggunakan blower hingga mempunyai karakteristik yang sama yaitu pH 7 dan suhunya 32°C . Sebelum kontak dengan sistem lumpur aktif, terlebih dahulu air melewati saringan halus dan cooling tower, karena untuk proses aerasi memerlukan suhu 32°C . Untuk mengalirkan air dari bak equalisasi ke bak aerasi digunakan dua buah submersible pump ($Q 60 \text{ m}^3 / \text{jam}$).

d. Saringan halus (bar screen Q 0.25 inchi)

Air hasil equalisasi dipompakan menuju saringan halus untuk memisahkan padatan dan larutan sehingga air limbah yang diolah bebas dari padatan kasar berupa sisa-sisa serat benang yang masih terbawa.

e. Cooling tower

Karakteristik limbah produksi tekstil umumnya mempunyai suhu antara $35^{\circ} - 40^{\circ} \text{C}$, sehingga memerlukan pendinginan untuk menurunkan suhu yang bertujuan mengoptimalkan kerja bakteri dalam sistem lumpur aktif, karena suhu yang diinginkan antara $29^{\circ} - 30^{\circ} \text{C}$.

Proses Sekunder

a. Proses biologi

Di sini terdapat tiga bak aerasi yang mempunyai separator yang mutlak diperlukan untuk mensuplai oksigen ke dalam air bagi kehidupan bakteri. Parameter yang diukur dalam bak aerasi dengan sistem lumpur aktif adalah DO (Dissolved Oxygen), MLSS (Mixed Liquor Suspended Solid) dan suhu. Parameter-parameter tersebut dijaga kestabilannya sehingga penguraian polutan yang ada dalam limbah dapat diuraikan secara maksimal oleh bakteri. DO, MLSS dan suhu yang diperlukan oleh bakteri tersebut berkisar antara $0.5 - 2.5 \text{ ppm}$; $4000 - 6000$; $29^{\circ} - 30^{\circ} \text{C}$.

b. Proses Sedimentasi

Bak sedimentasi II (volume 407 m^3) mempunyai bentuk bundar pada bagian atasnya dan bagian bawahnya berbentuk konis yang dilengkapi dengan pengaduk (agitator) dengan putaran 2 kph. Desain ini dimaksudkan untuk mempermudah pengeluaran endapan dari dasar bak. Pada bak sedimentasi ini akan terjadi settling lumpur yang berasal dari bak aerasi dan endapan lumpur ini harus segera dikembalikan lagi ke bak aerasi (return sludge), karena kondisi pada bak sedimentasi hampir mendekati anaerob. Besarnya RS ditentukan berdasarkan

perbandingan nilai MLSS dan debit RS itu sendiri. Pada bak sedimentasi ini juga dilakukan pemantauan kaiment (ketinggian lumpur dari permukaan air) dan MLSS dengan menggunakan alat MLSS meter.

Proses Tersier

Pada proses pengolahan ini ditambahkan bahan kimia yaitu Aluminium Sulfat ($Al_2(SO_4)_3$), Polymer dan Antifoam (silicon base) untuk mengurangi padatan tersuspensi yang masih terdapat dalam air. Tahap lanjutan ini diperlukan untuk memperoleh kualitas air yang lebih baik sebelum air tersebut dibuang ke perairan.

Air hasil proses biologi dan sedimentasi ditampung dalam bak intermediet (volume 2 m^3) yang dilengkapi dengan alat yang disebut inverter untuk mengatur level air, kemudian dipompakan ke dalam tangki koagulasi (volume 3.6 m^3) dengan menggunakan pompa sentrifugal. Pada tangki koagulasi ditambahkan aluminium sulfat (konsentrasi antara 150 – 33 ppm) dan polymer (konsentrasi antara 0.5 – 2 ppm) sehingga terbentuk flock yang mudah mengendap. Selain kedua bahan koagulan tersebut juga ditambahkan tanah yang berasal dari pengolahan air baku (water treatment) yang bertujuan menambah partikel padatan tersuspensi untuk memudahkan terbentuknya flock.

Pada tangki ini terdapat mixer (pengaduk) untuk mempercepat proses persenyawaan kimia antara air dan koagulan, juga terdapat pH kontrol yang berfungsi untuk memantau pH effluent sebelum dikeluarkan ke perairan. Setelah penambahan koagulan dan proses flokulasi berjalan dengan sempurna, maka gumpalan-gumpalan yang berupa lumpur akan diendapkan pada tangki sedimentasi II (volume 178 m^3). Hasil endapan kemudian dipompakan ke tangki penampungan lumpur yang selanjutnya akan diolah dengan belt press filter machine.

Parameter-parameter yang diukur

1. Kimia

a. COD (Chemical Oxygen Demand)

Jumlah oksigen (ppm O_2) yang dibutuhkan untuk mengoksidasi $K_2Cr_2O_7$ yang digunakan sebagai sumber oksigen (oxydizing agent).

b. BOD (Biochemical Oxygen Demand)

Suatu analisis empiris yang mencoba mendekati secara global proses-proses mikrobiologi yang benar-benar terjadi di dalam air. Angka BOD adalah jumlah oksigen (ppm O_2) yang dibutuhkan oleh bakteri untuk mengoksidasi hampir semua zat organik yang terlarut dan sebagian zat organik yang tersuspensi dalam limbah cair.

c. DO (Dissolved Oxygen)

Jumlah oksigen (ppm O_2) yang terlarut dalam air dan merupakan kebutuhan mutlak bagi mikroorganisme khususnya bakteri dalam menguraikan zat-zat organik.

d. pH (Derajat Keasaman)

Didefinisikan sebagai $pH = -\log(H^+)$ yang menunjukkan tingkat keasaman atau kebasaaan.

II. Fisika

1. MLSS (Mixed Liquor Suspended Solid)

Jumlah seluruh padatan tersuspensi dalam suatu cairan (ppm) yang menggambarkan kepekatan lumpur pada kolam aerasi khususnya.

2. SV30 (Sludge Volume 30)

Lumpur yang mengendap secara gravitasi selama 30 menit (%) yang menunjukkan tingkat kelarutan oksigen dalam lumpur aktif.

III. Biologi

Parameter biologi yang diamati berupa mikroorganisme predator bakteri diantaranya protozoa dan avertebrata lainnya.

Pengolahan Limbah Cair Kelapa Sawit

Untuk menangani limbah cair kelapa sawit dilakukan dengan menggunakan sistem kolam (ponding system) yang terdiri dari 13 kolam yang ukurannya bervariasi sesuai dengan fungsinya. Sebelum memasuki sistem kolam, limbah cair yang keluar dari pabrik ditampung lebih dahulu di kolam penghilang minyak (fat pit) yang berukuran 20 x 10 x 1.5 m³. Minyak di kolam penghilang minyak diambil berdasarkan perbedaan berat jenisnya. Minyak yang mengambang di permukaan air akan mengalir ke piringan. Letak piringan diatur sesuai dengan ketinggian permukaan air limbah. Minyak yang masuk ke piringan kemudian dialirkan ke tangki minyak. Minyak mutu rendah tersebut masih laku dijual, karena masih dapat digunakan untuk membuat sabun. Adapun tahap-tahap pengolahan limbah cair kelapa sawit melalui tahapan sebagai berikut : (1) pengendalian suhu, (2) pengasaman, (3) pengendalian pH, (4) pembiakan bakteri anaerob, (5) pemeraman, (6) pematangan, (7) aerasi, (8) oksidasi, (9) netralisasi dan penyaluran air limbah ke tanaman kelapa sawit di kebun. Dari hasil penelitian Hidayati di Pabrik Minyak Kelapa Sawit (PMKS) Rejosari Lampung (1993 diacu oleh Djoefrie, 1993) kadar berbagai unsur air limbah sebelum dilakukan pengolahan, jauh diatas norma yang telah ditetapkan pemerintah (Tabel 1).

Tabel 1. Hasil Analisis Limbah Cair yang keluar dari PMKS Rejosari Lampung

Waktu	Peubah yang diamati					
	BO D	COD	TTS	NH3N	Lemak	PH
	-----mg/l-----					
29-09-1990	18 620	48 765	63 223	-	69 900	4.4
28-10-1991	16 400	34 074	1 133	0.10	3 974	5.8
11-11-1991	19 037	38 852	7 382	0.35	12 774	4.9
11-12-1991	13 440	27 684	7 104	0.50	2 459	5.2
12-03-1992	11 690	38 346	3 053	-	6 664	4.5
03-08-1992	10346	23 982	4 520	0.3	5 081	5.5
Norma	500	250	300	20	30	6-9

Sumber: Hidayati (1993 diacu oleh Djoefrie, 1993).

Pengendalian Suhu

Suhu air limbah dari fat fit sekitar 50⁰ C, suhu tersebut harus diturunkan menjadi 30⁰ - 45⁰ C agar bakteri an-aerob yang akan menguraikan limbah dapat hidup dan bekerja maksimal. Penurunan suhu dapat dilakukan dengan cara menyalurkan air limbah dalam parit terbuka yang panjang atau dengan menjatuhkannya dari ketinggian tertentu.

Pengasaman

Kolam pengasaman terdiri dari 2 kolam yang masing-masing berukuran 20 x 15 x 2.5 m³. Kolam tersebut terletak tepat di bawah menara pendingin. Air limbah tersebut bersifat asam, dengan dibiarkan di kolam tersebut selama 2 hari, air limbah akan tetap asam. Suhu air limbah di kolam pengasaman sekitar 30⁰ - 40⁰ C.

Tujuan pengasaman yaitu agar permukaan kolam tidak tertutup kerak (Casing). Suasana asam dan suhu yang masih tinggi menyebabkan minyak di permukaan air limbah tetap cair, sehingga dapat diambil untuk dijual. Kadar minyak di kolam tersebut sekitar 0.5 % (Ruspindi, 1992).

Pengendalian pH

Tujuan pengendalian pH yaitu agar pH menjadi netral, sehingga bakteri pengurai bahan organik dapat berkembang dengan baik. Air limbah di fat pit memiliki pH 4.5 – 5.5, terbentuknya VFA (Volatile Fatty Acid) dan CO₂ yang cepat akan menurunkan pH. Agar nilai pH naik ke dalam kolam tersebut dimasukan kapur tohor (CaO), soda api (NaOH) atau abu janjang hasil perabuan tandan kelapa sawit.

Pencampuran air limbah dengan abu janjang dilakukan di dalam bak khusus, agar endapannya tidak masuk ke kolam berikutnya (kolam pemeraman) yang dapat menyebabkan pendangkalan. Kegiatan pencampuran hanya dilakukan satu kali (saat petama pengolahan limbah). Air limbah yang sudah matang (pH-nya lebih dari 6) dapat digunakan untuk pembiakan bakteri an-aerob.

Pembiakan Bakteri An-aerob

Bakteri an-aerob akan dimasukkan ke dalam kolam pemeraman dan pematangan, tujuannya agar bahan organik yang terdapat dalam air limbah akan mudah diurai. Bakteri an-aerob tersebut di atas dibiakan di kolam biakan. Kolam tersebut sebanyak 2 kolam yang masing-masing berukuran 20 x 20 x 60 m³. Air limbah yang digunakan sebagai media yaitu air limbah yang pH-nya lebih rendah dari 6 dan diperkaya dengan 1.00 Kg Urea + 0.67 Kg TSP untuk setiap 10 m³ air limbah. Bakteri yang ditambahkan harus merata dalam air limbah.

Ciri-ciri pembiakan bakteri yang sudah berhasil yaitu terbentuknya gas metan dan asam sulfida yang berbau busuk. Air dari kolam pembiakan tersebut dialirkan ke kolam pemeraman atau kolam pematangan.

Kolam Pemeraman

Cairan limbah di kolam pemeraman pada awalnya berasal dari kolam pengasaman dan sirkulasi air limbah dari kolam oksidasi. Setelah bakteri an-aerob berkembang dengan baik, air limbah tersebut juga berasal dari kolam pengomposan (pembiakan).

Tujuan proses pemeraman yaitu untuk menguraikan bahan organik secara an-aerob dengan bantuan bakteri yang ditambahkan dari kolam kompos.

Kolam pemeraman terdiri dari 2 kolam yang masing-masing berukuran 40 x 20 x 60 m³. Dengan kedalaman 6 m diharapkan O₂ dan sinar matahari tidak sampai ke dasar kolam, sehingga bakteri an-aerob dapat berkembang dan dapat melakukan penguraian bahan organik yang terdapat di dalam air limbah. Air limbah di kolam pemeraman selama 30 – 40 hari.

Kolam Pematangan

Air limbah dari kolam pemeraman akan disempurnakan pematangannya di kolam pematangan. Perombakan bahan organik masih berlanjut di kolam pematangan, sisa-sisa bahan organik yang terdapat di dalam air limbah tinggal sedikit. Bahan organik tersebut akan diuraikan di kolam aerasi dan oksidasi.

Kolam pematangan hanya ada sebuah dengan ukuran 40 x 20x 6 m³. Kolam tersebut mempunyai hubungan langsung dengan kolam pemeraman dan kolam biakan. Seperti halnya pada kolam pemeraman, akhir proses pematangan ditandai dengan bau busuk (gas) sebagai hasil akhir reaksi kimia dan terbentuknya semacam kerak (casing) setebal 10 – 30 cm yang menutupi permukaan kolam. Air limbah dari kolam pematangan dialirkan ke kolam aerasi.

Kolam Oksidasi

Dari kolam aerasi, air limbah dialirkan ke kolam oksidasi, air limbah tersebut dalam keadaan aerob. Di kolam oksidasi penguraian bahan organik oleh bakteri aerob masih terus berlanjut.

Kolam oksidasi terdiri atas 2 kolam yang masing-masing berukuran 30 x 20 x 2 m³. Air limbah di kolam oksidasi tersebut selama 2 hari. Setelah melewati kedua kolam oksidasi tersebut air limbah dialirkan ke kolam oksidasi yang terakhir berbentuk L seluas 1680 m² dengan kedalaman 1 m.

Sejak di kolam oksidasi, tanaman pionir (ganggang) sudah dapat tumbuh, sehingga masa tinggal air limbah di kolam oksidasi atau kolam netralisasi tidak boleh terlalu lama. Tumbuhan pioner yang ada di kolam dapat meningkatkan nilai BOD dan COD.

Hasil pengolahan limbah kelapa sawit Rejosari semakin lama semakin baik. Hasil analisis air limbah pada bulan Agustus 1992 sudah sesuai dengan norma yang ditetapkan (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil Analisis Limbah cair setelah mengalami pengolahan limbah

Waktu	Peubah yang diamati					
	BOD	COD	TTS	NH ₃ N	Lemak	PH
	-----mg/l-----					
29-09-1990	2 030	3 234		-	100	5.6
28-10-1991	945	2 070		*	290	6.8
11-11-1991	643	1 236		0.05	247	5.8
11-12-1991	340	691		0.30	19.5	6.1
12-03-1992	220	417		*	10	6.4
03-08-1992	207	469		*	28	8.0
Norma	500	250	300	20	30	6-9

Sumber: Hidayati (1993 diacu oleh Djoefrie, 1993).

Keterangan :

* tidak terukur, **BOD** : Biologgical Oxygen Demand, **COD** : Chemical Oxygen Demand, **TTS** : Total Suspend Solid, **NH₃N** : Total Amonia

Penyiraman Tanaman

Setelah mengalami netralisasi, air limbah dapat digunakan untuk menyiram tanaman. Air limbah yang sudah bersih dari pabrik minyak kelapa sawit Rejosari dapat mengairi kebun kelapa sawit seluas 16 ha.

III. PEMANFAATAN LIMBAH INDUSTRI UNTUK KEHUTANAN

Pembangunan Hutan Tanaman Industri

Salah satu kegiatan dalam pembangunan HTI adalah pemenuhan kebutuhan bibit dengan kuantitas dan kualitas yang tinggi . Untuk mendapatkan semua ini diperlukan kualitas media semai yang baik. Tanah merupakan media semai yang paling banyak digunakan, untuk memberikan hasil yang baik tanah memerlukan perbaikan, salah satu cara adalah dengan pemberian unsur hara yang diperlukan oleh bibit untuk dapat tumbuh dan berkembang.

Media yang baik harus dapat menghasilkan semai dengan kualitas tinggi mudah diperoleh dengan harga relatif murah, cukup ringan, mudah disterilkan, pencampurannya mudah, seragam dan relatif stabil, dapat disimpan dalam periode yang relatif pendek tanpa mengalami perubahan berarti pada sifat fisik maupun kimianya, mempunyai kapasitas penyimpanan air dan unsur hara yang cukup tinggi (Radjagukguk, 1984).

Untuk menanbah ketersediaan unsur hara bagi tanaman maka perlu dilakukan pemupukan yaitu pemberian zat hara tanaman ke dalam tanah yang bertujuan untuk memacu pertumbuhan tanaman. Unsur hara yang diberikan adalah dalam bentuk pupuk buatan, pupuk kandang, hijau dan kompos. Limbah sebagai hasil buangan industri yang selama ini lebih banyak disorot dampak negatifnya terhadap lingkungan, ternyata juga dapat dimanfaatkan sebagai salah satu potensi yang dapat dikembangkan sebagai sumber unsur hara bagi pertumbuhan tanaman.

Pengolahan limbah industri seperti kelapa sawit mungkin lebih memungkinkan untuk membantu pembangunan HTI karena, pada umumnya lokasi perkebunan kelapa sawit berdekatan dengan lokasi HTI. Adanya kedekatan lokasi ini menyebabkan biaya untuk pemanfaatan limbah kelapa sawit akan lebih murah.

Dari hasil pengolahan limbah kelapa sawit dapat diketahui kandungan unsur-unsur yang terkandung dalam cairan tersebut seperti COD, BOD dan pH bisa mencapai kondisi yang dipersyaratkan untuk dimanfaatkan. Dengan demikian limbah yang semestinya merugikan bisa dimanfaatkan. Berkemungkinan hasil pengolahan limbah kelapa sawit ini juga bisa digunakan untuk sektor kehutanan seperti pada persemaian dan untuk penyiraman tanaman HTI di lapang.

Dalam pemanfaatan limbah ini yang perlu diperhatikan adalah jenis pohon yang akan ditanam dan unsur hara apa yang paling banyak diperlukan untuk pertumbuhannya. Ini erat kaitannya dengan limbah industri yang akan digunakan, sebab untuk setiap limbah yang diproduksi akan terdapat unsur-unsur tertentu yang terkandung dalam limbah tersebut. Dengan mengetahui kebutuhan unsur tanaman dan unsur yang dihasilkan oleh limbah industri, maka ada kemungkinan limbah industri yang dihasilkan tidak perlu dilakukan pengolahannya. Sehingga bagi para pengusaha industri akan lebih bisa mengurangi pengeluaran biaya untuk pengolahan limbah, sedangkan bagi pengusaha HTI akan mendapatkan keuntungan didapatkan pohon yang tumbuh baik dengan limbah tersebut. Namun untuk pelaksanaan kegiatan ini diperlukan penelitian yang intensif sehingga didapatkan informasi yang betul-betul akurat, sehingga bisa direkomendasikan untuk penerapannya.

Selain limbah kelapa sawit limbah lain yang berkemungkinan besar dimanfaatkan untuk kegiatan sektor kehutanan (HTI) adalah limbah cair pabrik kertas. Dari hasil penelitian Hutomo (1997) didapatkan bahwa pengolahan air limbah kertas dengan proses penyaringan dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi, diameter batang, panjang akar semai, tanaman sengon umur 5 bulan dibanding menggunakan air biasa dan air limbah kertas yang tidak disaring. Pada tanaman balsa berumur 5 bulan pemberian air limbah kertas dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi, diameter batang dan jumlah daun dibanding tanaman yang disiram dengan air biasa dan air limbah kertas yang tidak disaring.

Hasil analisis air limbah yang mengalami proses penyaringan menunjukkan terjadinya penurunan konsentrasi unsur-unsur yaitu Kalsium, Magnesium, Total Fosfat, Tembaga, Mangan, Boron, Timbal, Kalium per literinya, sedangkan Amoniak dan Klorida meningkat konsentrasinya (Hutomo, 1997). Dengan kondisi yang seperti ini kemungkinan unsur-unsur tersebut sudah tidak bersifat toksik lagi dan dapat digunakan oleh tanaman dengan baik untuk pertumbuhannya.

Pembangunan Hutan Kota

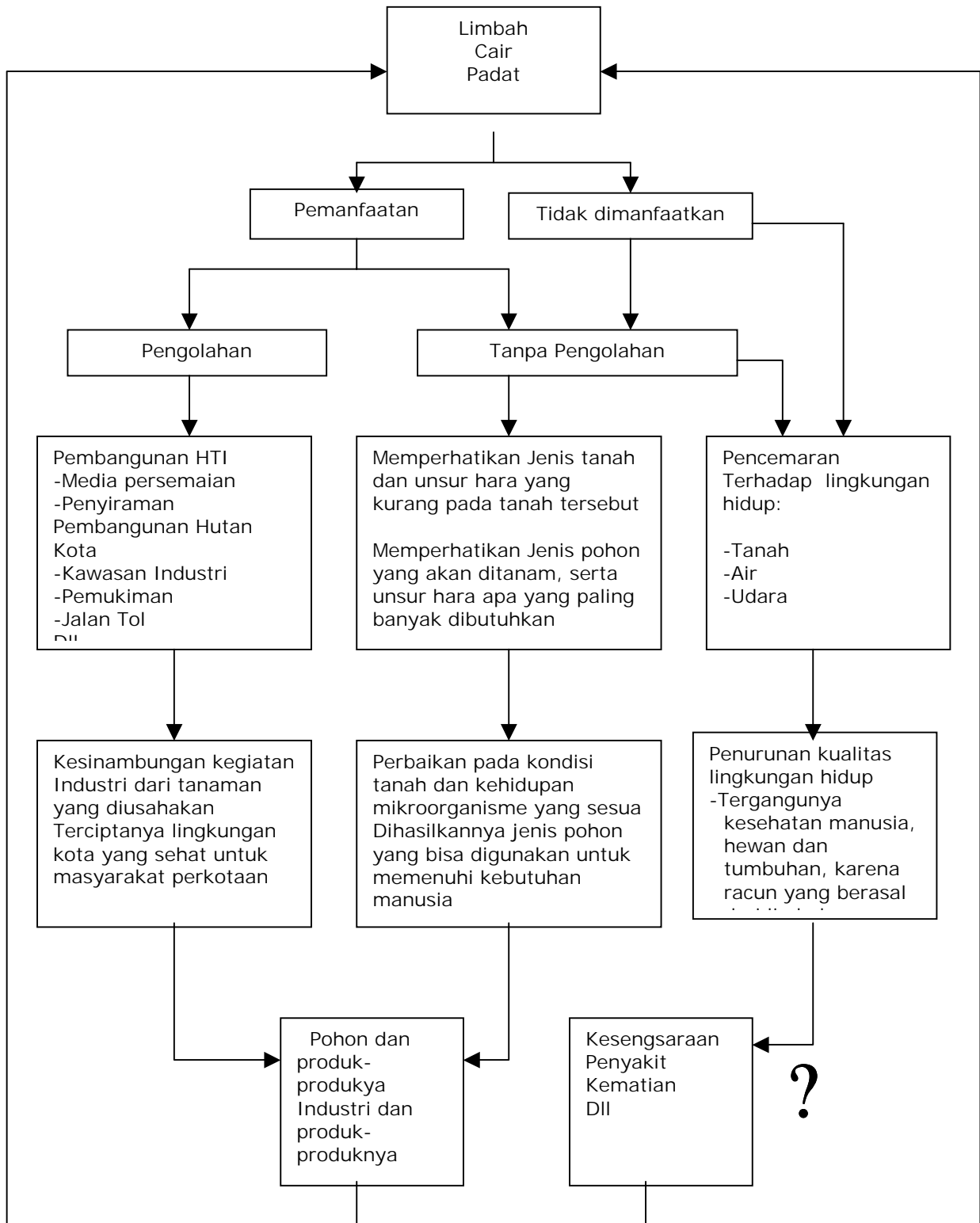
Masyarakat industri, kehidupan perkotaan, dan akibat kerja keras dalam pembangunan menuntut waktu luang untuk bersantai, berolah raga, menikmati keindahan alam yang bisa dinikmati kapan saja dan tidak memerlukan biaya yang terlalu mahal. Selain itu kebutuhan masyarakat akan lingkungan yang bersih, indah dan nyaman terbebas dari polusi semakin mendesak.

Peningkatan pertumbuhan penduduk akan berpengaruh terhadap peningkatan pemanfaatan lahan untuk pemukiman, industri, dan berbagai aktifitas kehidupan lainnya.

Wilayah perkotaan yang ditetapkan sebagai kawasan industri (industrial zone) khususnya jenis industri yang memerlukan areal luas akan menimbulkan polusi dari aktifitas kegiatan industri tersebut. Salah satu penyebab timbulnya polusi tersebut adalah berasal dari limbah industri disamping limbah rumah tangga, limbah rumah sakit dan lain-lain di perkotaan.

Dari sekian banyak limbah industri perkotaan tersebut, sampai saat ini mungkin belum banyak dimanfaatkan untuk kepentingan perkotaan itu sendiri. Salah satu bentuk alternatif pemanfaatan limbah industri di perkotaan adalah pada pembangunan hutan kota. Untuk pemanfaatan limbah industri perkotaan mungkin salah satu konsep yang bisa dikembangkan adalah dengan kebijaksanaan pemerintah, dan ini dijadikan salah satu persyaratan untuk bisa membangun kawasan industri. Kebijakan yang mungkin bisa diterapkan adalah mewajibkan kepada setiap industri yang mempunyai limbah untuk melakukan pengolahan limbah industri. Disamping itu untuk pemanfaatan limbah yang telah diolah tersebut, kepada setiap industri diwajibkan untuk mempunyai areal hutan kota yang akan mereka kelola. Areal hutan kota yang akan dikelola oleh industri tersebut paling tidak areal disekitar industri dan lingkungan sekitarnya, atau dengan kebijaksanaan pemerintah menetapkan areal tertentu untuk mereka kelola, sebagai areal tempat pembuangan limbah yang merupakan areal hutan kota.

Hal yang sama mungkin bisa diterapkan untuk rumah tangga, rumah sakit dan lain-lain, dengan adanya dukungan dari pemerintah dan perguruan tinggi untuk memberikan bantuan berupa bibit dan penyuluhan untuk pelaksanaan kegiatan tersebut. Dengan demikian limbah yang seharusnya dapat menimbulkan bencana dapat dimanfaatkan dengan baik dan lebih terjaminnya keseimbangan ekologi dan ekonomi, yang dapat berlangsung menurut semestinya. Skema konsep penanganan dan pemanfaatan limbah industri untuk kehutanan (Gambar 2).



Gambar 2. Skema Konsep penanganan dan pemanfaatan limbah industri untuk kehutanan

DAFTAR PUSTAKA

- Djoefrie, B. 1993.** Penanganan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit di Kebun Rejosari PTP X Lampung. Hlm 85 – 90 *dalam* Prosiding Seminar Nasional Penanganan Limbah Industri Tekstil dan Limbah Organik. Persada Cabang Bogor. Bogor.
- Darmono. 1995.** Logam dalam Sistem Biologi Mahluk Hidup. Ui-Press. Jakarta.
- Hutomo, S. 1997.** Pemanfatan Air Limbah Pabrik Kertas untuk Peningkatan Pertumbuhan Semai Sengon (*Paraserianthes falcataria*) dan Balsa (*Ochroma* sp). Jurusan Manajemen hutan. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.
- Odum, E. P. 1971.** Fundamentals of Ecology 3rd Ed. WB Sauders Company. Philadelpia.
- Radjagukguk, B. 1984.** Porpect of Tropical Peat as Container Medium Raising Tree Seedling, ini Symposium on Forest Regeneration in South East Asia.
- Saeni, M. S. 1989.** Kimia Lingkungan. Institut Pertanian Bogor.
- Sugiharto. 1987.** Dasar-dasar Pengelolaan Air Limbah. UI –Press. Jakarta.
- Suriawiria, U. 1993.** Mikrobiologi Air. Alumni/1993. Bandung.
- Utami, M. B. 1993.** Pengolahan Limbah Industri Tekstil di PT Unitex. Hlm 44 - 50 *dalam* Prosiding Seminar Nasional Penanganan Limbah Industri Tekstil dan Limbah Organik. Persada Cabang Bogor. Bogor.
- Wardoyo, S.T. H. 1981.** Kriteria Kualitas Air untuk Keperluan Pertanian dan Perikanan. Pusdi PSL Institut Pertanian Bogor. Bogor.