

PENGARUH LIMBAH INDUSTRI TERHADAP LINGKUNGAN DI INDONESIA

Supraptini *

Abstrak

Untuk meningkatkan taraf hidup bangsa Indonesia perlu pertumbuhan ekonomi yang pesat dengan cara memajukan pembangunan. Salah satu unsur penting dalam pembangunan tersebut adalah pembangunan di bidang industri. Namun dalam kegiatan industri akan diikuti dengan dampak negatif limbah industri terhadap lingkungan hidup manusia. Limbah industri yang toksik akan memperburuk kondisi lingkungan dan akan meningkatkan penyakit pada manusia dan kerusakan pada komponen lingkungan lainnya.

Dengan cara mereview hasil-hasil penelitian dan tulisan-tulisan yang ada, akan diulas dampak negatif limbah industri yang dapat mempengaruhi kualitas lingkungan kita.

Dari hasil penelitian diketahui bahwa limbah industri dapat menghasilkan bahan toksik terhadap lingkungannya. yang berdampak negatif terhadap manusia dan komponen lingkungan lainnya. Limbah cair industri paling sering menimbulkan masalah lingkungan seperti kematian ikan, keracunan pada manusia dan ternak, kematian plankton, akumulasi dalam daging ikan dan moluska, terutama bila limbah cair tersebut mengandung zat racun seperti : As, CN, Cr, Cd, Cu, F, Hg, Pb atau Zn.

Saran yang dapat disampaikan : limbah industri harus ditangani dengan baik dan serius oleh Pemerintah Daerah dimana wilayahnya terdapat industri. Pemerintah harus mengawasi pembuangan limbah industri dengan sungguh-sungguh. Pelaku industri harus melakukan cara-cara pencegahan pencemaran lingkungan dengan melaksanakan teknologi bersih, memasang alat pencegahan pencemaran, melakukan proses daur ulang dan yang terpenting harus melakukan pengolahan limbah industri guna menghilangkan bahan pencemaran atau paling tidak meminimalkan bahan pencemaran hingga batas yang diperbolehkan. Di samping itu perlu dilakukan penelitian atau kajian-kajian lebih banyak lagi mengenai dampak limbah industri yang spesifik (sesuai jenis industrinya) terhadap lingkungan serta mencari metoda atau teknologi tepat guna untuk pencegahan masalahnya.

Pendahuluan

Kegiatan industri merupakan salah satu unsur penting dalam menunjang pembangunan guna meningkatkan pertumbuhan ekonomi yang diharapkan dapat meningkatkan taraf hidup bangsa Indonesia. Akan tetapi kegiatan industri selain dapat berdampak positif juga dapat berdampak negatif. Dampak positifnya menghasilkan barang dan jasa, meningkatkan lapangan kerja

yang pada akhirnya akan dapat meningkatkan kualitas hidup dan dampak negatifnya menghasilkan limbah dan pencemaran lingkungan serta dapat menimbulkan kerusakan sumber daya alam dan menurunkan kualitas hidup karena lingkungan hidup menjadi kotor dan tercemar.

Untuk itu dalam melaksanakan pembangunan industri harus sudah diperhitungkan dampak negatif yang mungkin akan timbul dan harus diusahakan untuk meminimalkan dampak negatif tersebut.

* Peneliti Puslitbang Ekologi Kesehatan,
Badan Litbangkes.

Untuk dampak positifnya dapat ditingkatkan dengan penerapan kebijaksanaan pembangunan yang berkelanjutan (*sustainable development*).

Perhatian Pemerintah Indonesia terhadap lingkungan mulai tampak sejak 1978, dengan dibentuknya Kementerian Negara Lingkungan Hidup. Pada saat itu Presiden Soeharto mengangkat seorang Menteri Negara Pengawasan Pembangunan dan Lingkungan Hidup dalam Kabinet Pembangunan III (1978-1983)¹⁾

Pemerintah Indonesia telah melakukan berbagai upaya untuk menekan dampak negatif industri antara lain dengan menganjurkan teknologi bersih, memasang alat pencegah pencemaran, melakukan proses daur ulang dan menetapkan wajib melakukan pengolahan limbah bagi industri-industri. Sayangnya usaha-usaha tersebut belum dapat berjalan secara optimal karena alasan kurang biaya, terutama untuk industri-industri kelas menengah ke bawah (modal kecil) atau karena ketidaktahuan dari pemilik industri.

Dalam tulisan ini akan dicoba mengulas dampak negatif apa saja dari industri yang ada di Indonesia yang dapat mempengaruhi kualitas lingkungan kita. Bahan tulisan merupakan tinjauan (*review*) dari hasil penelitian serta tulisan-tulisan yang telah ada.

Masalah Limbah Industri di Indonesia

Pencemaran industri adalah kegiatan industri yang menyebabkan penurunan kualitas lingkungan karena masuknya zat-zat pencemar yang dihasilkan ke suatu lingkungan, yaitu tanah, air atau udara berupa bahan buangan/hasil sampingan dari proses produksi industri yang berbentuk padat/debu, cair atau gas yang dapat menimbulkan pencemaran. Gas yang keluar dari industri biasanya dikendalikan dengan cara memasang cerobong asap, alat penyerap atau pencegah pencemaran lainnya yang biasa dilakukan oleh industri yang berskala besar dan sebagian industri kelas menengah.

Beberapa jenis limbah tidak terlalu menjadi masalah karena dapat dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar atau oleh industri lain seperti limbah industri bahan penyedap masakan yang dapat digunakan untuk pupuk tanaman. Limbah padat yang berbahaya dapat ditangani dengan jalan insinerasi atau disimpan untuk menunggu pengolahan oleh pihak lain.

Namun bagi industri yang berskala kecil maupun menengah masih ada yang melaksanakan pembuangan limbahnya bersama dengan sampah kota. Yang banyak menjadi masalah adalah limbah cair dan limbah yang berwujud lumpur, masih banyak industri di Indonesia yang langsung membuangnya ke sungai tanpa mengalami pengolahan lebih dulu. Hanya industri besar dan sebagian menengah yang telah mengolah limbahnya sebelum membuangnya ke perairan.

Pada era tahun 80-an di Indonesia mulai dipromosikan perlunya pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*), yaitu pembangunan yang dapat memenuhi kebutuhan masa kini tanpa mengorbankan hak pemenuhan kebutuhan generasi mendatang. Untuk menegakkan pembangunan berkelanjutan Pemerintah telah melakukan berbagai upaya antara lain dengan mengeluarkan berbagai peraturan.

Di bidang industri telah dikeluarkan beberapa SK seperti Surat Keputusan Menteri Perindustrian No.134/M/SK/1988 tentang Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran Sebagai Akibat Kegiatan Usaha Industri Terhadap Lingkungan Hidup; dan Surat Keputusan Menteri Perindustrian No.148/M/SK/1985 tentang Pengamanan Bahan Beracun dan Berbahaya di Perusahaan Industri.

Pada tahun 1994 telah dikeluarkan peraturan pemerintah yang berkaitan dengan lingkungan yang dikenal dengan PP No .19/1994 tentang Pengolahan Bahan Berbahaya dan Beracun. Sebagai contoh limbah bahan berbahaya dan beracun adalah zat kimia limbah industri kayu dan zat kimia khlorin pada industri pulp yang dapat membentuk senyawa organokhlorin yang sangat berbahaya karena dapat menjadi penyebab kanker. Maka sudah selayaknya ada peraturan pengolahan limbah sebelum dibuang ke perairan. Masalahnya masih banyak industri di Indonesia yang belum memperhatikan pengolahan limbahnya dengan benar dan serius.

Dampak Limbah Industri Terhadap Lingkungan

Dampak limbah industri terhadap lingkungan telah terbukti besar pengaruhnya terhadap kesehatan manusia seperti penyakit Minamata dan Itai-Itai di Jepang¹⁾. Penyakit Minamata yang diakibatkan oleh pencemaran Merkuri (Hg) mengakibatkan gangguan pusat syaraf sehingga penderita tidak dapat

mengontrol gerakan anggota tubuhnya. Sedangkan penyakit Itai-Itai disebabkan karena pencemaran Kadmium (Cd) yang terakumulasi di dalam hati dan ginjal sehingga akan merusak kedua organ tersebut. Maka dari itu pengolahan limbah industri sebelum dibuang ke lingkungan sangatlah penting dilakukan.

Di samping menghasilkan limbah yang dapat mencemari lingkungan bila tidak dikelola secara baik, kegiatan industri juga dapat menyebabkan timbulnya bau, bising, panas, dan radiasi.

1. Limbah Industri Berbentuk Gas, Debu Dan Butiran-Butiran Halus/ Partikel Kecil, Penanganan dan Dampaknya Terhadap Lingkungan.

Limbah industri berupa gas debu, dan butiran-butiran halus yang keluar dari cerobong asap harus dikelola dengan baik. Limbah tersebut harus dikeluarkan lewat cerobong yang mampu mengeluarkannya ke udara yang cukup tinggi sehingga dapat diencerkan oleh udara sekitar tanpa mencemari manusia, hewan, tanaman dan komponen lingkungan lainnya. Bila limbah industri yang dihasilkan cukup berbahaya misalnya Pb (timbal), sebelum keluar dari cerobong harus dilewatkan ke alat pencegah pencemaran atau dilakukan penyerapan dahulu seperti absorpsi oleh cairan atau zat padat tertentu. Proses ini biasanya sudah menjadi satu kesatuan dengan proses produksi keseluruhan.

Dalam proses absorpsi biasanya bahan cairan atau zat padat yang digunakan dapat diregenerasi untuk digunakan kembali, dan sekali waktu perlu ditambah sebagai pengganti cairan yang hilang selama proses. Untuk zat padat absorpsi walau sudah dilakukan regenerasi, pada suatu saat perlu penggantian bila aktivitasnya sudah menurun.

Masalah yang akan timbul adalah bagaimana menangani zat absorben padat tersebut agar tidak mencemari lingkungan apalagi bila bahan yang diserap cukup berbahaya, misalnya Pb.

Dampak negatif limbah gas, debu dan butiran-butiran halus terhadap kesehatan manusia antara lain:

- a. Gas beracun :
 - CO, dapat menyebabkan gangguan fungsi otak
 - SO₂, Nitrogen Dioksida (NO₂), Ozon, NH₃, beberapa senyawa aromatik, H₂S dapat menimbulkan gangguan pernafasan, dan / atau iritasi mata
- b. Smog (kabut/asap) :
 - dapat mengganggu penglihatan serta pernafasan
- c. Debu :
 - mengganggu pernafasan dan bila beracun (contohnya Pb) dapat menimbulkan gangguan syaraf, saluran pernafasan dan menyebabkan anemia.
 - debu yang mengandung serat asbes dapat menimbulkan kanker.

Dampak terhadap tanaman, pencemaran yang ada di atmosfer dapat menimbulkan pengaruh yang kronis, jauh di luar titik emisi. Yang besar pengaruhnya adalah: Ozon (O₃), Oksida Sulfur (SO₂) dan Oksida Nitrogen (NO₂) yang dapat merusakkan pohon-pohonan. Gas SO₂ dan NO₂ dapat menimbulkan hujan asam yang akan mengakibatkan²⁾:

- Peningkatan *leaching kation* dari tanah dan permukaan daun.
- Perubahan struktur dari komunitas tanaman daratan dan perairan (akuatik)
- Pengaruh produktivitas hutan dan fiksasi nitrogen

Dampak gas dan debu terhadap hewan, dapat menimbulkan gangguan pernafasan maupun akumulasi cemaran karena memakan makanan yang sudah tercemar. Bila produk hewan tersebut dimakan manusia, secara tidak langsung akan mempengaruhi manusia yang memakannya (seperti sapi yang makan rumput yang sudah tercemar Pb susu sapi yang dihasilkan akan mengandung Pb pula).

Akibat pencemaran gas, debu dan butiran-butiran halus tersebut tidak saja berpengaruh dalam jangka pendek namun juga jangka panjang. Tidak hanya berpengaruh secara lokal namun juga global. Contohnya efek rumah kaca, yaitu kenaikan suhu bumi akibat meningkatnya kadar CO₂ di dalam

udara, menipisnya lapisan ozon dan lain-lain. Pemanasan global yang terjadi akibat terakumulasinya gas rumah kaca dalam jumlah yang berlebihan dapat membawa pengaruh langsung dan tidak langsung pada kesehatan³⁾.

Pengaruh langsung antara lain

- adanya kematian akibat gelombang panas seperti yang pernah terjadi di Yunani dan India;
- meningkatkan kanker kulit;
- perubahan respon kekebalan tubuh dan;
- meningkatkan katarak

Pengaruh tidak langsung antara lain

- menurunkan produksi pangan yang berkaitan dengan gizi;
- meningkatkan penyakit menular melalui vektor;
- meningkatkan penyakit menular yang berkaitan dengan kualitas air, tanah dan udara, dan migrasi penduduk dengan segala konsekuensi kesehatannya.

Sedangkan zat-zat radio aktif dapat menimbulkan gangguan kesehatan kronis seperti leukemia, masa hidup pendek dan terjadinya perubahan generatif terhadap alat-alat, mesin-mesin dan bangunan, gas-gas pencemar terutama yang bersifat asam/basa akan menyebabkan korosi.

Dari hasil penelitian tentang industri minyak bumi yang sudah dilakukan saat ini menunjukkan gas-gas hasil pembakaran bahan bakar fosil yang diteliti toksisitasnya hanya SO₂, NO₂ dan CO⁴⁾. Pembakarannya juga masih terbatas pada dapur di rumah tangga dan kendaraan bermotor. Dampak yang diteliti terhadap kesehatan manusia terutama dihubungkan dengan gangguan saluran pernafasan. Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi SO₂ dan NO₂ dalam rumah mempunyai hubungan bermakna dengan kejadian ISPA dan Asma pada Anak Balita⁵⁾. Jenis bahan bakar untuk memasak, kepadatan rumah dan kelembaban relatif ternyata berhubungan bermakna dengan kejadian ISPA. Anak Balita hampir 4 kali berisiko mendapatkan ISPA di rumah-rumah yang menggunakan minyak tanah sebagai bahan bakar memasak dibandingkan dengan yang menggunakan elpiji. Tetapi hasil penelitian lain yang dilakukan pada rumah-

rumah di Indramayu tidak menunjukkan hal demikian⁶⁾.

Dampak gas buangan pembakaran bahan bakar fosil pernah dipelajari secara keseluruhan, misalnya bagaimana pengaruh gas buang kendaraan umum terhadap paru-paru pengemudinya. Hasilnya menunjukkan pengaruhnya lebih besar pada kendaraan bermotor yang mesinnya di bawah tempat duduk pengemudinya dibanding dengan yang mesinnya di depan⁷⁾.

Penelitian tentang debu dilakukan pada industri dan mengaitkannya dengan gangguan saluran pernafasan, misalnya industri semen dan pemintalan. Hasil penelitian pada industri semen menunjukkan bahwa pekerja yang berhubungan dengan debu selama 4 tahun mempunyai risiko terkena gangguan saluran pernafasan 4 kali lebih besar⁸⁾.

Dari hasil penelitian kualitas udara di pusat transportasi umum dan di kawasan industri di Surabaya diketahui bahwa bahan pencemar yang cukup tinggi kadarnya untuk daerah transportasi adalah CO dan NO₂, sedangkan di daerah industri SO₂ dan debu⁹⁾. Dari analisis timah hitam (Pb) dalam udara dan pengaruhnya terhadap kesehatan diperoleh hasil bahwa makin besar nilai Pb udara makin besar pula Pb darah, dan makin besar kadar Pb darah maka akan berakibat makin kecil kadar Hb darah ($p < 0,01$)¹⁰⁾.

Dari hasil penelitian Fuad Amsari dkk mengenai kualitas udara di zona Industri Gresik serta pengaruhnya terhadap kesehatan penduduk diketahui bahwa pencemaran udara yang cukup berat terutama di lokasi sekitar Petrokimia, terjadi peningkatan gejala gangguan kesehatan, kelainan obstruksi maupun restriksi, juga bronkhitis kronis dan asmaticbronkhitis¹¹⁾.

Penelitian Ruspeni Daesusi tentang kadar debu dan SO₂ sekitar Industri Kapur dan kaitannya dengan Status Faal Paru Penduduk Desa Sukomulyo, Kecamatan Manyar, Kabupaten Gresik, hasilnya menunjukkan kadar debu pada daerah terpapar berbeda secara bermakna dengan kontrol ($p < 0,01$) dengan kadar tertinggi pada terpapar berat 0.38 mg/m³ (telah melampaui batas maksimal yang diperbolehkan 0,26 mg/m³).

Hasil analisis *trend linier* menunjukkan adanya hubungan dosis-efek, di mana semakin besar dosis paparan yang diterima semakin besar kasus

penyakit yang ditimbulkan. Penelitian ini membuktikan bahwa terjadi pencemaran di sekitar industri kapur Desa Sukomulyo, Kecamatan Manyar Gresik dan berpengaruh terhadap status faal paru penduduk di sekitarnya¹²⁾.

Hasil-hasil penelitian di atas dapat dipakai sebagai acuan bagaimana dampaknya terhadap lingkungan bila limbah industri mengandung gas/debu serupa.

2. Limbah Industri Cair dan Dampaknya Terhadap Lingkungan.

Limbah industri cair sering menimbulkan masalah. Dari semua air yang digunakan industri (termasuk air pendingin untuk generator tenaga termis) menurut estimasi hanya 0.2% yang ke luar dalam bentuk bagian dari produk. Dengan anggapan 2% hilang karena penguapan dapat dibayangkan betapa banyak air buangan industri yang telah berubah mutunya.

Diperkirakan penggunaan air pendingin merupakan 90% dari seluruh penggunaan air industri, berarti jumlah inilah yang mengalami perubahan suhu. Sedang 10% lainnya akan mengalami perubahan sifat biologi, kimiawi atau fisika, yang akan terlihat dari warnanya, kekeruhannya, timbulnya buih, timbulnya rasa maupun bau. Bila tidak dilakukan pengolahan sama sekali limbah cair industri akan mencemari air di sekitar. Dampak negatif limbah cair industri terhadap kesehatan manusia dapat dilihat pada Tabel 1.

Dari Tabel 1 terlihat jenis-jenis kontaminan dan pencemar dari industri yang sering pula terdapat dalam air buangan rumah tangga yaitu: As, CN, Cr, Cd, Cu, F, Hg, Pb dan Zn. Besarnya kandungan zat ini tergantung dari sumbernya dan seberapa jauh telah dilakukan pemisahan atau pengolahan limbah dan pengolahan air buangan sebelum dibuang ke perairan bebas.

Tampak dari butir 2 sampai dengan 6 senyawa-senyawa kimia membahayakan. Yang bersifat racun adalah: As, CN, Cr, Cd, Formalin. Hidrogen Peroksida dan Phenol yang dapat mematikan mikro organisme akuatik. Sedang ion-ion Fe, Ca, Mg, Cl,

dan SO_4 dapat mengubah kualitas air. Logam berat lainnya yang sering ada di muara sungai adalah Pb atau timbal yang dapat menyebabkan gangguan pada sistem hematopoetik yang dapat menimbulkan anemia, dapat pula menimbulkan gangguan sistem syaraf pusat, gangguan psikologis seperti timbul gangguan belajar, perubahan perilaku dan gangguan intelegensi. Dapat pula timbul gangguan sistem pencernaan yang berupa konstipasi, diare, nyeri epigastrik, mual, kehilangan nafsu makan dan kolik¹³⁾. Logam berat lainnya lagi yang sering ada di muara sungai adalah Cr atau Chromium yang dapat menyebabkan iritasi pada kulit terutama Cr dengan Valensi 6. Sedangkan semua pengoksidasi dan reduksi seperti : Amonia, Nitrit, Nitrat, Sulfida dan Sulfit, dapat menimbulkan perubahan yang tidak dikehendaki pada badan air penerima, seperti yang tertera di Tabel 1 nomor 6. Karena air sungai seringkali digunakan sebagai bahan air minum maka sangatlah berbahaya bila limbah cair yang mengandung bahan pencemar tersebut mencemari air sungai.

Beberapa komponen dari limbah industri dapat memberikan gangguan perairan secara fisik seperti padatan terapung, buih, zat warna, bahan yang menyebabkan kekeruhan, baik secara langsung maupun melalui terjadinya suatu reaksi.

Tingginya BOD menyebabkan menurunnya kadar oksigen terlarut, sehingga dapat menimbulkan kematian organisme akuatik dan terjadinya oksidasi anaerob yang menimbulkan bau pada perairan. Bahan-bahan yang berbau baik yang terkandung dalam limbah sebagai hasil reaksi yang terjadi di perairan, atau sebagai hasil peruraian anaerob dari padatan yang mengendap, sering merupakan tanda adanya pencemaran berat. Lemak dan minyak juga dapat menimbulkan gangguan tidak saja pada penampilan (estetika), tetapi secara langsung juga mempengaruhi flora dan fauna perairan seperti mempengaruhi rasa ikan. Minyak dan zat warna yang mengambang di permukaan perairan dapat menghalangi menembusnya sinar matahari ke dalam air, sehingga mengganggu keseimbangan ekosistem perairan.

Tabel 1.
Komponen Yang Tidak Dikehendaki Dalam Air Limbah Industri,
Pengaruhnya dan Sumber-sumbernya²⁾

NO	JENIS KOMPONEN	PENGARUH	SUMBER/INDUSTRI
1	Bahan yang dapat dibioksidasi dinyatakan dalam BOD	Deoksigenasi, keadaan anaerob, kematian, bau	Karbohidrat yang dapat larut Dalam jumlah besar, pabrik gula, pengalengan, pabrik alkohol, bir, susu, pabrik pulp dan kertas
2	Zat racun: AS, CN, Cr, Cd, Cu, F, Hg, Pb, Zn	Kematian ikan, keracunan pada manusia dan ternak, kematian plankton, akumulasi dalam daging ikan dan moluska	Pembersih logam, <i>plating</i> pengasaman, pemurnian fosfat dan bauxite, pabrik yang mengeluarkan khlor, pembuat batere, penyamakan kulit
3	Asam dan alkali	Gangguan sistem penyangga pH, perubahan sistem ekologi	Drainasi tambang batubara, pengasaman besi, pabrik bahan kimia, pabrik tekstil, wool.
4	Disinfektan: Cl ₂ , H ₂ O ₂ , formalin, phenol	Kematian mikroorganisme secara selektif, rasa dan bau	Pemucatan kertas dan tekstil, resin sintesis, penisilin, zat warna dan pabrik bahan kimia
5	Ion-ion, Fe, Ca, Mg, Mn, Cl, SO ₄	Perubahan sifat-sifat air: menimbulkan warna/noda, <i>staining</i> , kesadahan, salinitas dan pembentukan karat	Metalurgi, semen, keramik, sumur, minyak bumi
6	Bahan pengoksidasi, dan pereduksi NH ₃ , NO ₂ , NO ₃ , SO ₃	Mengubah ketimbangan kimia: kehilangan oksigen secara cepat, kelebihan nutrisi (<i>eutrophication</i>), bau, pertumbuhan mikroba tertentu	Pabrik gas & coke, pupuk, bahan peledak, industri tekstil dan pencelupan, pulp, pemucatan

Hasil eksperimen yang dilakukan untuk melihat daya absorpsi karbon aktif terhadap polutan-polutan dalam limbah cair salah satu industri garmen di Pulo Gadung, Jakarta Timur, terbukti bahwa *Granular Activated Carbon* (GAC) dapat menurunkan turbiditas (sebagai salah satu variabel warna limbah cair tekstil), COD dan BOD¹⁴⁾. Penelitian dampak limbah industri kulit pada sungai Ponokawan melalui pencemaran sumur gali penduduk dan pengaruhnya terhadap diare di Kecamatan Krian Sidoarjo menunjukkan hasil

terdapat perbedaan bermakna kualitas air sumur antara yang terpapar dengan kontrol, terdapat pengaruh jarak sumur dari sungai terhadap kandungan Timbal ($p < 0,01$). Terdapat hubungan bermakna prevalensi diare dengan kadar Sulfida dan Timbal ($p < 0,01$), proporsi diare pada kadar Sulfida dan Timbal di atas Nilai Ambang Batas¹⁵⁾ (NAB) lebih tinggi secara bermakna dibandingkan dengan yang kadar di bawah NAB.

3. Limbah Industri Berbentuk Padat dan Dampaknya Terhadap Lingkungan.

Limbah industri buangan padat dapat berupa lumpur yang terjadi dari proses produksi atau dari proses pengolahan limbah, sisa-sisa logam bekas kemasan, kerak dan lain-lain. Umumnya limbah tersebut tidak terlalu sulit penanganannya, kecuali lumpur yang keluar bercampur dengan limbah cair. Pada umumnya limbah padat diolah dengan pembakaran (*insinerasi*) atau dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar atau oleh industri lain.

Dari hasil penelitian Zakianis yang dilakukan terhadap limbah padat dan limbah cair industri pulp dan kertas, ternyata limbah padat dan limbah cair ini mampu menyerap Cr dalam limbah cair *electroplating* sampai 65%. Cr merupakan logam berat yang dapat mengganggu lingkungan. Logam berat lainnya yang dapat mengganggu lingkungan adalah Pb, Hg, dan Cd⁽⁶⁾.

Toksikologi logam berat paling banyak dipelajari dibandingkan dengan zat toksik lainnya. Di antara logam-logam berat, Pb merupakan yang paling banyak diteliti. Sebagian besar penelitian Pb yang dilakukan ialah pada media udara dan akumulasi Pb dalam darah^(17,18,19,20,21). Penelitian lain yang dilakukan adalah akumulasi Pb dalam daun pohon *Swietenia magahoni* dan *Ficus pandurata*⁽¹⁹⁾. Keberadaan Pb dalam darah biasanya dikaitkan dengan nilai normal yang telah ditetapkan WHO. Seperti hasil dari penelitian Djaja dkk, diketahui bahwa kandungan Pb dalam darah polisi di DKI Jakarta berkisar 0,85-32,6 µg% dengan nilai rata-rata 10,0 µg%⁽¹⁹⁾. Dengan nilai normal 25 µg%, kandungan Pb dalam darah polisi di DKI Jakarta masih di anggap normal, karena di Amerika Serikat ketika Bahan Bakar minyak (BBM) masih mengandung timbal (1978 - 1981) kadar Pb darah penduduknya rata-rata 13µg%⁽²³⁾. Bahan yang diidentifikasi sebagai buangan industri/pabrik dan mencemari lingkungan dapat dilihat pada Tabel 2 sebagai berikut⁽²⁴⁾:

Bahan pencemar yang dihasilkan industri/pabrik tersebut dapat berpengaruh terhadap lingkungan yang dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Pengaruh fisik seperti padatan tersuspensi yang menyebabkan kekeruhan pada air, buangan air pendingin yang akan menaikkan temperatur, dan lapisan minyak yang akan menghalangi reoksigenasi air.

2. Pengaruh oksidasi yaitu disebabkan aktivitas bakteri atau oksidasi kimia dari zat-zat organik dan anorganik yang mengurangi kadar oksigen terlarut.
3. Pengaruh senyawa atau bahan kimia beracun, yang menyebabkan perubahan fisiologik langsung atau kumulatif pada tanaman, binatang, atau manusia.
4. Pengaruh nutrisi kimia yang menyebabkan kandungan nitrat dan fosfat yang tinggi.
5. Pengaruh patogen yang disebabkan oleh mikroorganisme, di mana bakteri dan virus akan timbul dalam jumlah yang cukup untuk menyebabkan bahaya terhadap kesehatan manusia.
6. Pengaruh radionuklida yang disebabkan akumulasi senyawa radioaktif dalam makanan organisme yang menyebabkan perubahan fisiologik dalam tubuh manusia.

Pengaruh lain dengan adanya berbagai penelitian yang dilakukan, akan menimbulkan perkembangan bioteknologi yang dapat menghasilkan sumber bahan makanan baru di luar hasil pertanian yang konvensional.

Kesimpulan

1. Limbah industri dapat menghasilkan bahan toksik yang berbahaya terhadap lingkungannya.
2. Limbah industri yang mengandung bahan pencemar akan berpengaruh terhadap lingkungan dan komponen (komunitas) lingkungan yang ada, baik jangka pendek maupun panjang, lokal maupun global.
3. Limbah cair dari industri paling sering menimbulkan masalah lingkungan, seperti kematian ikan, keracunan pada manusia dan ternak, kematian plankton, akumulasi dalam daging ikan dan moluska, terutama limbah cair yang mengandung zat racun seperti: As, CN, Cr, Cd, Cu, F, Hg, Pb atau Zn.
4. Kegiatan industri dapat menyebabkan bau, kebisingan, panas bahkan radiasi.
5. Penelitian mengenai metoda/teknologi tepat guna untuk pemecahan masalah pencemaran lingkungan akibat limbah industri belum banyak dilakukan di Indonesia.

Tabel 2.
Bahan Pencemar yang Dihasilkan Industri/Pabrik-Pabrik

PENCEMAR (POTENSIAL)	TYPE INDUSTRI												
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13
Organik:													
Protein	v	v	v	V									v
Karbohidrat	v	v	v		v	V							v
Minyak & Lemak	v	v	v	V			v		v	v	v	v	v
Zat Warna			v	V	v	V							
Asam Organik						V							v
Phenol			v			V	v	v	v	v	v		
Detergen	v		v									v	v
Organopestisida		v											v
An-Organik:													
Asam			v			V				v	v		
Basa			v			V	v	v		v	v	v	
Logam			v		v	V				v	v		v
Garam Logam					v	V				v	v		v
Fosfat, Nitrat	v					V		v		v	v		v
Garam lain	v		v	v	v	V							
Pemutih			v		v							v	
Sulfida			v	v			v	v					
Sianida, Sianat								v		v	v		
Kromat				v			v			v	v		
Mineral/Tanah liat		v		v									V

Type Industri

01 Makanan sehari-hari	06 Kimia	10 Industri lain (elektro Plating, dll)
02 Pabrik makanan	07 Petrokimia	11 Metalurgi
03 Tekstil	08 Masakan/oven	12 Binatu
04 Tanning (pewarna)	09 Industri minyak	13 Pertanian
05 Kertas		

Saran

1. Limbah industri harus ditangani dengan baik dan serius sesuai peraturan yang telah ditetapkan Pemerintah Daerah dimana industri harus optimal mengadakan pengawasan terhadap pembuangan limbah industri.
2. Pelaku industri harus memikirkan dan melakukan cara agar dapat mencegah terjadinya pencemaran lingkungan dari limbah industrinya dengan melaksanakan teknologi bersih, memasang alat pencegah pencemaran, melakukan proses daur ulang dan yang terpenting melakukan pengolahan limbah

- industri guna menghilangkan bahan pencemar tersebut hingga batas yang diperbolehkan.
3. Perlu dilakukan penelitian atau kajian-kajian lebih banyak lagi yang spesifik sesuai jenis industri, mengenai dampak limbah industri terhadap lingkungan, serta mencari metoda atau teknologi tepat guna untuk pemecahan masalahnya, terutama di kota-kota yang sudah mulai banyak jenis industri.
 4. Perlu dilakukan penelitian lebih banyak lagi mengenai dampak limbah industri terhadap lingkungan dan metoda/teknologi tepat guna untuk pemecahan masalahnya, terutama di kota-kota yang sudah mulai banyak jenis industri.

Daftar Pustaka

1. Satriago Handry, *Himpunan Istilah Lingkungan Untuk Manajemen Institut Pengembangan Manajemen Indonesia* Penerbit PT. Gramedia, Pustaka Utama, Jakarta, 1996.
2. Sutamihardja RTM, Tinjauan Pelbagai Aspek Toksikologi Industri Sebagai Dampak Pembangunan P. Batam, Makalah disampaikan pada *Seminar Nasional Kesehatan Lingkungan III*, Himpunan Ahli Kesehatan Lingkungan Indonesia (HAKLI) di Batam 14- 17 Desember 1992.
3. Soesanto, Sri Soewasti, *Gas Rumah Kaca, Media Penelitian dan Pengembangan Kesehatan*, Vol. V, No.31 1995, hal.27, Jakarta, 1995.
4. Abdur Rohman, Tinjauan Perkembangan Studi Toksikologi Lingkungan Dalam Perspektif Kesehatan Masyarakat, *Lokakarya Toksikologi Lingkungan*, Badan Litbangkes Dep. Kes. RI dan World Health Organization, Ciloto, 19 - 21 April 1999.
5. Handayani, Y.S., *Hubungan Kualitas Udara dalam Rumah Dengan Gangguan Saluran Pernafasan Pada Anak Balita di Pemukiman Kumuh Kelurahan Kaliampar, Jakarta Barat*, Tesis S2 M. Kes, Program Pasca Sarjana Universitas Indonesia, Jakarta, 1996.
6. Sutrisna, B., *Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Kejadian Pneumonia Pada Balita*, Disertasi Doktor Kesehatan Masyarakat, Program Pasca Sarjana Universitas Indonesia, Jakarta, 1994.
7. Santoso, T, *Pengaruh Gas Buangan Terhadap Paru-paru Pengemudi Kendaraan Bermotor Penumpang Umum Dengan Mesin di Bawah Ruang Duduk*, Tesis S2 M Kes., Program Pasca sarjana Universitas Indonesia, Jakarta, 1990.
8. Soetardjo, D.S., *Hubungan Kegiatan Pabrik Semen Dengan Kejadian Penyakit Saluran Pernafasan Pada Masyarakat Sekitarnya*, Studi Kasus PT. Semen Tonasa di Sulawesi Selatan, Tesis S2 M. Kes, Program Pasca Sarjana Universitas Indonesia, Jakarta, 1995.
9. So'eib Siswanti, *Kualitas Udara di Pusat Transportasi Umum dan di Kawasan Industri di Kota Surabaya Serta Pengaruhnya Terhadap Kesehatan Penduduk*, Tesis S2, Program Pasca Sarjana Universitas Airlangga, Surabaya, 1991.
10. Juliardi Nanik Ratni, *Analisis Timah Hitam (Pb) Dalam Udara dan Pengaruhnya Terhadap Kesehatan*. Tesis S2, Program Pasca Sarjana Universitas Airlangga, Surabaya, 1996.
11. Fuad Amsari dkk, *Penelitian Kualitas Udara di Zona Industri Gresik serta Pengaruhnya Terhadap Kesehatan Penduduk*, Laporan Penelitian, 1987.
12. Daesusi Ruspeni, *Studi Kadar Debu dan SO₂ Sekitar Industri Kapur dan Kaitannya Dengan Status Faal Paru Penduduk Desa Sukomulyo. Kecamatan Manyar. Kabupaten Gresik*, Laporan Penelitian, 1999.
13. Ririh Yudhastuti, Lilis Sulistyorini, Windu Purnomo, *Pengaruh Logam Berat Hg. Cd dan Pb Pada Ikan Konsumsi Terhadap Kesehatan Masyarakat Di Kodya Surabaya*, Lap. Akhir Penel. Risbinkes 1997/1998, FKM Unair Bekerjasama dengan Balitbangkes.
14. Soemarto Supangat, *Studi Efektivitas Granular Activated Carbon Sebagai Absorben Bahan Organik Dalam Limbah Cair Industri Tekstil, Suatu Eksperimen*, Tesis S2 M. Kes, Program Pasca Sarjana Universitas Indonesia, Jakarta, 1993.
15. Amarmuntaha, *Analisis Dampak Limbah Industri Kulit Pada Sungai Ponokawan Melalui Pencemaran Sumur Gali Penduduk dan Pengaruhnya Terhadap Diare di Kecamatan Krian Sidoarjo*, Laporan Penelitian, 1995.

-
16. Zakianis, *Pemanfaatan Limbah Padat dan Limbah Cair Industri Pulp dan Kertas Untuk Penyerapan Logam Kromium Dari Industri Lapis Listrik*, Skripsi Sarjana Kesehatan Masyarakat, FKM-UI, Depok, 1996.
 17. Achmadi Umar Fahmi, Analisis Risiko Efek Pencemaran Udara (CO dan Pb) Terhadap Penduduk Jakarta, *Majalah Kedokteran Indonesia* 40: 7 (1990).
 18. Wulandari, R.A., *Hubungan Antara Beberapa Faktor Yang Berpengaruh Pada Pemaparan Timah Hitam (Pb) Dalam Darah Pekerja Peleburan Aki Bekas di Jakarta Barat dan Kecamatan Ciampea Bogor*, Tesis S2 M. Kes, Program Pasca Sarjana Universitas Indonesia, Jakarta, 1992.
 19. Djaja, I. M., S. Kamso, Didin R, A. Rahman. B. Wispriyono, *Kesehatan Polisi di Jalan Raya DKI Jakarta, Laporan Penelitian Pemda DKI Jakarta/FKM-UI*, Jakarta, 1993.
 20. Puspitorini, S. S., *Profil Kadar Tmah Hitam (Pb) Dalam Darah Petugas Pompa Bensin di DKJ Jakarta*, Skripsi Sarjana Kesehatan Masyarakat, FKM-UI, Depok, 1994.
 21. Hafiz, M., *Gambaran Kadar Pb Dalam Darah Karyawan Kolektor Tol Cikampek*, Skripsi Sarjana Kesehatan Masyarakat, FKM-UI, Depok, 1995.
 22. Budiyanti, R. B., *Kemampuan Daun Pohon Swietenia Magahoni dan Fucus Pandurata Menyerap Bahan Cemarkan Udara (Pb) dan Polycyclic Aromatic Hydrocarbon (PAH)*. Tesis S2 M. Kes, Program Pasca Sarjana Universitas Indonesia, Jakarta, 1996.
 23. Pirkle. J. D. Brody, E. Gunter. R. Kramer. D. Pachal. K. Flegal. and T. Matte. *The Decline in Blood Levels in the United States*, *J Am. Med Assoc* 272: 284-291 (1994).
 24. Titiek Berniyanti, Fuad Amsyari, *Tantangan Toksikologi Lingkungan dalam Era Reformasi*, *Lokakarya Toksikologi Lingkungan*, Badan Litbangkes. Dep. Kes. RI dan World Health Organization, Ciloto, 19-21 April 1999.

RALAT :

Pada Media Vol. XI. No. 2/2001, terdapat kesalahan nama tanaman pada sampul muka, dimana tertulis nama tanaman adalah *Melia azedarach L* (Mindi), yang sebenarnya adalah Janggelan (*Mesona pallustris*). Dengan demikian kesalahan nama tanaman sudah kami perbaiki.