

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan diuraikan mengenai pustaka terkait penelitian yang dilakukan yaitu pendekatan kontekstual, keterampilan proses sains, keterampilan berkomunikasi, serta deskripsi materi mengenai pencemaran lingkungan.

A. Pendekatan Kontekstual

Penerapan pembelajaran dengan pendekatan kontekstual pertama kali diusulkan oleh John Dewey pada tahun 1916, Dewey mengusulkan suatu kurikulum dan metodologi pengajaran yang dikaitkan dengan minat dan pengalaman siswa. Pendekatan kontekstual merupakan suatu pendekatan pembelajaran yang menekankan pada proses keterlibatan siswa secara penuh untuk dapat menemukan materi yang dipelajari dan menghubungkannya dengan situasi kehidupan nyata sehingga mendorong siswa untuk dapat menerapkannya dalam kehidupan mereka (Sanjaya, 2005).

Pembelajaran dengan pendekatan kontekstual melibatkan tujuh komponen utama, yaitu konstruktivisme, inkuiri, bertanya, masyarakat belajar, pemodelan, refleksi, dan penilaian nyata (Saefudin Sa'ud, 2008). Berikut ini akan dijelaskan mengenai ketujuh komponen pendekatan kontekstual tersebut.

1. Konstruktivisme (*constructivism*)

Konstruktivisme merupakan landasan filosofis (berpikir) pendekatan kontekstual, yaitu proses membangun atau menyusun pengetahuan baru dalam struktur kognitif siswa berdasarkan pengalaman. Jean Piaget dalam Sanjaya

(2005) menganggap bahwa pengetahuan itu terbentuk bukan hanya dari objek semata, tetapi juga dari kemampuan individu sebagai subjek yang menangkap setiap objek yang diamatinya. Pengetahuan bukanlah seperangkat fakta-fakta, konsep, dan kaidah yang siap diambil dan diingat, manusia harus mengkonstruksinya terlebih dahulu pengetahuan tersebut dan memberikan makna melalui pengalaman nyata. Untuk itu, dalam pembelajaran siswa perlu dibiasakan memecahkan masalah, menemukan sesuatu yang berguna bagi dirinya, dan mengembangkan ide-ide yang ada pada dirinya.

2. Menemukan (*inquiry*)

Menemukan merupakan kegiatan inti dalam pembelajaran dengan pendekatan kontekstual. Kegiatan menemukan merupakan proses pembelajaran berdasarkan pada pencarian dan penemuan melalui proses berpikir secara sistematis. Pengetahuan bukanlah sejumlah fakta hasil dari mengingat, tetapi hasil dari proses menemukan sendiri. Dalam kegiatan inkuiri, pembelajaran dapat dilakukan melalui beberapa langkah sistematis, yaitu:

- a. Merumuskan masalah
- b. Mengamati atau melakukan observasi, seperti; mengamati dan mengumpulkan data sebanyak-banyaknya dari sumber atau objek yang diamati.
- c. Menganalisis dan menyajikan hasil dalam tulisan, gambar, laporan, bagan, tabel, dan karya lainnya.
- d. Mengkomunikasikan atau menyajikan hasil karya pada pembaca, teman sekelas, guru, atau audiens yang lain, seperti;

- 1) Karya siswa disampaikan kepada teman sekelas atau orang banyak untuk mendapatkan masukan
- 2) Melakukan tanya jawab dengan teman
- 3) Memunculkan ide-ide baru

3. Bertanya (*questioning*)

Bertanya merupakan strategi dalam pembelajaran berbasis kontekstual. Bertanya dalam pembelajaran dipandang sebagai upaya guru untuk mendorong siswa mengetahui sesuatu, membimbing siswa dalam memperoleh informasi, sekaligus mengetahui perkembangan kemampuan berpikir siswa. Bagi siswa, kegiatan bertanya merupakan bagian penting dalam melaksanakan pembelajaran berbasis inkuiri, yaitu menggali informasi, mengkonfirmasi apa yang sudah diketahui, dan mengarahkan perhatian pada aspek yang belum diketahuinya. Dalam sebuah pembelajaran yang produktif, kegiatan bertanya berguna untuk:

- a. Menggali informasi tentang kemampuan siswa dalam penguasaan materi pelajaran,
- b. Membangkitkan motivasi siswa untuk belajar,
- c. Merangsang keingintahuan siswa terhadap sesuatu,
- d. Memfokuskan siswa pada sesuatu yang diinginkan, dan
- e. Membimbing siswa untuk menemukan atau menyimpulkan sendiri.

4. Masyarakat belajar (*learning community*)

Konsep masyarakat belajar dalam pembelajaran kontekstual menyarankan agar hasil pembelajaran diperoleh melalui kerja sama dengan orang lain (*team*

work). Kerja sama itu dapat dilakukan dalam berbagai bentuk baik dalam kelompok belajar yang dibentuk secara formal maupun dalam lingkungan secara alamiah. Hasil belajar dapat diperoleh secara *sharing* dengan orang lain, antar teman, antar kelompok berbagi pengalaman pada orang lain. Inilah hakikatnya dari masyarakat belajar, masyarakat yang saling berbagi. Dalam kelas pembelajaran kontekstual, penerapan asas masyarakat belajar dapat dilakukan melalui kelompok belajar. Siswa dibagi dalam beberapa kelompok yang anggotanya bersifat heterogen, baik dilihat kemampuannya maupun kecepatan belajar, minat dan bakatnya. Dalam kelompok mereka saling membelajarkan, jika perlu guru dapat mendatangkan seseorang yang memiliki keahlian khusus untuk membelajarkan siswa tersebut.

5. Pemodelan (*modelling*)

Asas modeling adalah proses pembelajaran dengan memperagakan sesuatu contoh yang dapat ditiru oleh siswa, misalnya cara mengoperasikan suatu alat, menunjukkan hasil karya, dan mempertontonkan suatu penampilan. Cara pembelajaran seperti ini akan lebih cepat dipahami siswa daripada hanya bercerita atau memberikan penjelasan kepada siswa tanpa ditunjukkan modelnya atau contohnya, sebab melalui modeling siswa dapat terhindar dari pembelajaran yang teoritis-abstrak yang mengundang terjadinya verbalisme.

6. Refleksi (*reflection*)

Refleksi adalah proses pengendapan pengalaman yang telah dipelajari, dilakukan dengan cara mengurutkan kembali kejadian atau peristiwa pembelajaran yang telah dilaluinya. Melalui proses refleksi, pengalaman

belajar itu dimasukkan dalam struktur kognitif siswa yang pada akhirnya akan menjadi pengetahuan yang dimilikinya.

7. Penilaian nyata (*authentic assessment*)

Penilaian nyata adalah proses yang dilakukan guru untuk mengumpulkan informasi tentang perkembangan belajar yang dilakukan siswa. Gambaran perkembangan belajar siswa perlu diketahui oleh guru agar bisa memastikan bahwa siswa mengalami proses pembelajaran dengan benar, sehingga jika dalam pembelajaran siswa mengalami kemacetan, maka guru segera bisa mengambil tindakan yang tepat agar siswa terbebas dari kemacetan belajar. Penilaian yang autentik dilakukan secara terintegrasi dengan proses pembelajaran. Penilaian ini dilakukan secara terus menerus selama kegiatan pembelajaran berlangsung dan meliputi seluruh aspek domain penilaian. Oleh sebab itu, tekanannya diarahkan kepada proses belajar bukan kepada hasil belajar.

Nentwig dalam Mayasopa (2007) mengemukakan bahwa pembelajaran kontekstual dapat dilakukan melalui tahapan berikut:

1. Tahap Kontak

Pada tahap ini dikemukakan isu-isu, masalah yang ada di masyarakat atau menggali berbagai peristiwa yang terjadi di sekitar siswa dan mengaitkannya dengan materi yang akan dipelajari sehingga siswa menyadari pentingnya memahami materi tersebut. Topik yang dibahas dapat bersumber dari berita, artikel, atau pengalaman siswa sendiri.

2. Tahap Kuriositi

Pada tahap ini dikemukakan pertanyaan-pertanyaan, dimana jawabannya membutuhkan pengetahuan sains yang dapat mengundang rasa penasaran dan keingintahuan siswa.

3 Tahap Elaborasi

Pada tahap ini dilakukan eksplorasi, pembentukan dan pemantapan konsep sampai pertanyaan pada tahap kuriositi dapat terjawab. Eksplorasi, pembentukan dan pemantapan konsep tersebut dapat dilakukan dengan berbagai metode, misalnya ceramah bermakna, diskusi dan kegiatan praktikum, atau gabungan dari ketiganya. Melalui kegiatan inilah berbagai kemampuan siswa akan tergalil lebih dalam, baik aspek pengetahuan, keterampilan proses, maupun nilai dan sikap.

4 Tahap Nexus

Pada tahap ini dilakukan proses pengambilan intisari (konsep dasar) dari materi yang dipelajari, kemudian mengaplikasikannya pada konteks yang lain (*dekontekstualisasi*), artinya masalah yang sama diberikan dalam konteks yang berbeda dimana memerlukan konsep pengetahuan yang sama untuk pemecahannya. Tahap ini dilakukan agar pengetahuan yang diperoleh lebih aplikatif dan bermakna di luar konteks pembelajaran.

5. Tahap Evaluasi

Pada tahap ini dilakukan evaluasi pembelajaran secara keseluruhan yang berguna untuk menilai keberhasilan belajar siswa. Evaluasi dilakukan bukan

hanya untuk menilai aspek pengetahuan saja, tetapi juga aspek keterampilan proses dan konteks aplikasi sains.

B. Keterampilan Proses IPA

Pembelajaran yang menggunakan pendekatan kontekstual lebih menekankan pada proses belajar itu sendiri dan hasil tidak terlalu diperhatikan, karena hasil yang diperoleh tergantung pada proses belajar yang dilakukan. Oleh karena itu, dalam pembelajaran kontekstual dapat dikembangkan keterampilan proses IPA. Menurut Semiawan (1994), keterampilan proses IPA merupakan keterampilan yang dapat menyebabkan siswa mampu menemukan dan mengembangkan sendiri fakta dan konsep, serta menumbuhkan dan mengembangkan sikap dan nilai yang dituntut.

Menurut Dahar (1986), dalam pembelajaran IPA itu mencangkup dua hal, yaitu IPA sebagai produk dan IPA sebagai proses. IPA sebagai produk meliputi sekumpulan pengetahuan yang terdiri dari fakta-fakta, konsep-konsep, dan prinsip-prinsip IPA. Sedangkan IPA sebagai proses meliputi keterampilan-keterampilan dan sikap-sikap yang dimiliki oleh para ilmuwan untuk memperoleh dan mengembangkan pengetahuan IPA. Keterampilan-keterampilan inilah yang disebut keterampilan proses IPA. Dahar (1986) membagi keterampilan proses tersebut menjadi delapan yaitu keterampilan mengamati, menafsirkan pengamatan, meramalkan, menggunakan alat dan bahan, menerapkan konsep, merencanakan penelitian, berkomunikasi dan mengajukan pertanyaan. Untuk

lebih jelasnya mengenai keterampilan-keterampilan proses tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1.
Keterampilan Proses IPA

No.	Keterampilan proses	Sub keterampilan proses
1.	Mengamati	a. Menggunakan indera b. Mengumpulkan fakta-fakta yang relevan c. Mencari kesamaan dan perbedaan
2.	Menafsirkan pengamatan	a. Mencatat setiap data hasil pengamatan secara terpisah b. Menghubungkan hasil-hasil pengamatan c. Menemukan suatu pola dalam satu seri pengamatan d. Menarik kesimpulan
3.	Meramalkan	Berdasarkan hasil-hasil pengamatan mengemukakan apa yang mungkin diamati
4.	Menggunakan alat dan bahan	Terampil menggunakan alat dan bahan dan mengetahui mengapa harus demikian menggunakannya
5.	Menerapkan konsep	a. Menggunakan konsep-konsep yang telah dipelajari dalam suatu situasi baru b. Menerapkan konsep pada pengalaman baru c. Menyusun hipotesis
6.	Merencanakan percobaan	a. Menentukan alat, bahan, dan sumber b. Menentukan variabel c. Menemukan variabel tetap dan berubah d. Menemukan apa yang akan diamati, diukur dan dicatat e. Menentukan langkah kerja f. Menentukan bagaimana mengolah data untuk mengambil kesimpulan
7.	Berkomunikasi	a. Menyusun dan menyampaikan laporan secara sistematis dan jelas b. Menjelaskan hasil penelitian c. Mendiskusikan hasil penelitian d. Menggambarkan data dengan grafik, tabel dan diagram e. Membaca grafik, tabel, dan diagram.
8.	Mengajukan pertanyaan	a. Bertanya apa, bagaimana, dan mengapa b. Bertanya untuk meminta penjelasan c. Mengajukan pertanyaan yang berlatar belakang hipotesis.

(Dahar, 1986)

C. Keterampilan Berkomunikasi

1. Pengertian Komunikasi

Komunikasi adalah bagian yang tidak terpisahkan dari segala aktivitas manusia. Kata komunikasi atau *communication* berasal dari bahasa latin “*communis*” yang berarti “sama”. “Sama” disini maksudnya adalah sama maknanya. Komunikasi minimal harus mengandung kesamaan makna antar dua pihak yang terlibat. Dikatakan minimal karena kegiatan komunikasi tidak hanya informatif, yakni agar orang lain mengerti dan tahu, tetapi juga persuasif, yaitu agar orang lain bersedia menerima suatu paham atau keyakinan, melakukan suatu perbuatan atau kegiatan, dan lain-lain (Effendy, 2007).

Menurut Gunadi dalam Wahiddien (2008) komunikasi adalah proses kegiatan manusia yang diungkapkan melalui bahasa lisan dan tulisan, gambar-gambar, isyarat, bunyi-bunyian dan bentuk lain yang mengandung arti dan dimengerti oleh orang lain. Sementara itu, menurut Carl I. Hovland dalam Effendy (2007) mengungkapkan bahwa komunikasi adalah proses mengubah perilaku orang lain (*communication is the process to modify the behavior of other individuals*). Seseorang dapat mengubah sikap, pendapat, atau perilaku orang lain apabila komunikasinya itu memang komunikatif.

2. Pengertian Keterampilan Berkomunikasi

Keterampilan berkomunikasi, menurut Suderadjat (2003) adalah kecakapan menyampaikan informasi pada orang lain melalui bahasa lisan atau simbol-simbol tertulis, termasuk chart, peta atau alat demonstrasi lainnya. Kecakapan komunikasi yang dimaksud bukan sekedar menyampaikan pesan atau

informasi saja, tetapi isi pesannya sampai dan disertai dengan kesan baik yang dapat menumbuhkan hubungan harmonis.

Kecakapan komunikasi (*communication skill*) adalah bagian dari kecakapan hidup (*Life skill*) yang harus dimiliki setiap orang dalam menghadapi berbagai permasalahan dalam kehidupan. Depdiknas (2003) dalam Wahiddien (2008) mendefinisikan kecakapan hidup sebagai kemampuan dan keberanian untuk menghadapi problema kehidupan, kemudian secara proaktif dan kreatif, mencari dan menemukan solusi untuk mengatasinya.

Menurut Wynne Harlen dalam Farmawati (2006) keterampilan berkomunikasi memiliki beberapa indikator, diantaranya:

- a. mengikuti penjelasan verbal
- b. menjelaskan suatu kegiatan secara lisan, menggunakan diagram/tulisan termasuk ketepatan mengurutkan peristiwa-peristiwa dengan benar
- c. mengikuti penjelasan secara tertulis atau dalam bentuk diagram
- d. menggunakan tabel, grafik, model dan lain-lain untuk menyajikan informasi
- e. memilih cara yang paling tepat untuk menyajikan informasi
- f. menghargai adanya perbedaan pendapat dari audiens dan memilih metode yang paling tepat untuk berkomunikasi
- g. mendengarkan laporan, saran-saran, dan menanggapi
- h. menggunakan sumber tidak langsung untuk memperoleh informasi
- i. memberikan sumbangan saran pada kelompok diskusi
- j. menggunakan teknologi informasi yang tepat

3. Jenis Keterampilan Berkomunikasi

Keterampilan berkomunikasi ada dua jenis yaitu keterampilan berkomunikasi tulisan dan lisan. Berikut ini akan dibahas lebih rinci mengenai dua jenis keterampilan berkomunikasi tersebut.

a. Keterampilan Berkomunikasi Melalui Tulisan

1) Keterampilan menuliskan data hasil observasi

Keterampilan menuliskan data hasil observasi merupakan bagian dari keterampilan berkomunikasi tulisan untuk menafsirkan data hasil pengamatan. Menurut Sriyono dalam Wahiddien (2008), menafsirkan (menginterpretasikan) adalah keterampilan menafsirkan berupa benda, kenyataan, peristiwa, konsep, atau informasi yang telah dikumpulkan melalui pengamatan, perhitungan, penelitian, atau eksperimen. Dalam menafsirkan pengamatan maka perlu dilakukan pencatatan data secara terpisah. Hal ini dilakukan untuk mempermudah dalam menghubungkan hasil pengamatan dengan teori yang ada. Setelah ditemukan hubungan antara hasil pengamatan dengan teorinya, maka akan ditemukan suatu pola dalam suatu seri pengamatan dan terakhir dapat menarik kesimpulan.

Keterampilan mengamati merupakan keterampilan ilmiah yang paling mendasar yang harus dimiliki oleh siswa. Hal ini sejalan dengan pendapat Dimiyati dan Mudjiono (2002) dalam Wahiddien (2008), yang mengemukakan bahwa keterampilan mengamati merupakan keterampilan paling mendasar dalam proses memperoleh ilmu pengetahuan serta merupakan hal terpenting untuk mengembangkan keterampilan-keterampilan proses yang lain.

2) Keterampilan membuat tabel

Tabel merupakan salah satu alat bantu untuk merangkum gagasan-gagasan tertentu dan sekaligus untuk dijadikan alat komunikasi antara peneliti dengan pembacanya (Surachmad, dalam Koentjaraningrat, 1997). Tabel memperlihatkan data yang telah diklasifikasikan menurut suatu sistematik tertentu, dalam jumlah-jumlah menurut kesatuan-kesatuan yang tertentu. Dalam membuat tabel, seorang penyusun perlu terlebih dahulu menentukan kriteria-kriteria yang kemudian dapat dipakai untuk mengklasifikasikan datanya, sedangkan untuk menentukan kriteria yang efektif, mereka perlu memperhatikan lebih dahulu apakah setiap kriteria mempunyai dasar logis dan kategoris. Untuk memperoleh bentuk tabel yang fungsional perlu lebih dahulu: (1) dirumuskan tujuan dari tabel serta sifat-sifat apakah dari data yang hendak dikemukakan didalamnya; (2) diperhatikan efisiensi dari tabel dengan pengisian hanya dengan satu tema pokok didalamnya.

Dalam menyusun sebuah tabel, seorang penyusun sebaiknya memperhatikan unsur-unsur dari tabel, diantaranya judul, kolom, baris, judul, baris, anak kolom, dan anak baris. Judul tabel biasanya diletakkan di atas tabel, harus dapat merumuskan secara singkat, padat, dan jelas pokok yang terkandung dalam tabel itu, harus dapat menerangkan pertanyaan apa, dimana dan kapan dari gejala yang tergambar dalam tabel. Kolom dalam tabel adalah unsur untuk menggambarkan data menurut kategori dan kesatuan tertentu. Baris dari tabel menggambarkan jumlah dari kesatuan data dari jenis tertentu yang termaktub dalam kolom. Judul baris serupa dengan judul kolom, bermaksud memberi keterangan tentang jumlah kesatuan data yang tergambar dalam baris. Anak

kolom merupakan perincian dari kolom yang berbentuk kolom-kolom vertikal khusus, dengan judul-judul anak kolom yang khusus. Anak baris juga merupakan perincian dari baris-baris, dengan judul-judul anak baris yang khusus. Judul kolom merupakan suatu tanda, istilah, atau rumus singkat, yang bermaksud memberi keterangan tentang jenis data yang terkandung dalam kolom data. Judul tersebut ditulis secara horizontal di atas kolom yang bersangkutan.

3) Keterampilan membuat bagan kerja

Bagan kerja disebut juga sebagai bagan alir, pada umumnya berbentuk garis-garis berpanah (Surachmad, dalam Koentjaraningrat, 1997). Bagan alir biasanya dipergunakan untuk menggambarkan suatu proses yang sedang berlangsung, serta segala hal yang berhubungan dengan gerak, seperti proses suatu produksi dari bahan mentah dengan bahan campuran sampai hasil jadinya. Bagan alir dapat juga digambarkan dengan pertolongan lambang dan gambar untuk menjadikannya lebih menarik atau lebih indah. Dalam dunia pendidikan, bagan alir bermanfaat sebagai media pembelajaran dalam menyampaikan informasi. Hal ini dikuatkan oleh Latihuru (1988) dalam Salasata (2000), yang mengungkapkan bahwa terdapat beberapa manfaat dari penggunaan bagan sebagai media yaitu untuk merangkum suatu keterangan secara sederhana, memperlihatkan hubungan antara data yang satu dengan data yang lain secara jelas dan mudah, serta mendorong siswa berpikir secara kritis dan analisis.

Dalam pembelajaran, bagan kerja digunakan untuk memudahkan seseorang mengkomunikasikan hasil pemikirannya sehingga mudah dipahami oleh orang lain, misalnya guru memberikan informasi untuk siswa, atau siswa

mengkomunikasikan hasil diskusi bersama kelompoknya kepada siswa lain. Agar bagan kerja yang dibuat bersifat komunikatif maka bagan kerja tersebut harus dibuat secara sistematis (alurnya berurutan) sehingga mudah dipahami oleh pembaca.

Dalam menyusun bagan, seorang penyusun harus selalu memperhatikan bahwa pesan atau berita merupakan tujuan utama yang akan disampaikan melalui bagan. Bentuk dan warna tidak boleh diutamakan, apabila akan mengurangi efektivitas pemberitaan bagan. Apabila penyusun bagan telah mengetahui persyaratan yang perlu diperhatikan dalam menyusun bagan serta kemungkinan-kemungkinan yang ada dalam bagan, penyusun akan dapat memilih bentuk penyajian grafis yang mempergunakan unsur-unsur seperti garis, lajur, kotak, panah, lambang-lambang, lingkaran, dan peta (Surachmad, dalam Koentjaraningrat, 1997).

4) Keterampilan membuat slogan

Slogan adalah perkataan atau kalimat pendek yang menarik atau mencolok dan mudah diingat untuk memberitahukan suatu informasi. Kata-kata dan kalimat dalam slogan disusun sedemikian rupa agar dapat mempengaruhi pembaca. Slogan merupakan kalimat ajakan yang bersifat persuasif (mempengaruhi) agar pembaca turut mengikuti visi atau misi tertentu.

Fungsi slogan ialah untuk pendidikan masyarakat, memacu semangat, cita-cita, iklan komersial, atau propaganda politik. Hal yang harus diingat mengenai slogan adalah bahwa slogan merupakan suatu ekspresi, gagasan, atau tujuan yang diulang-ulang agar melekat dalam pikiran setiap pembaca.

b. Keterampilan Berkomunikasi Melalui Lisan

1) Keterampilan berkomunikasi lisan saat diskusi dalam kelompok.

Diskusi dalam kelompok disebut juga sebagai komunikasi kelompok. Michael Burgoon (1978) dalam Wiryanto (2004), mendefinisikan komunikasi kelompok sebagai berikut:

“Group communication is the face to face interaction of three or more individuals, for a recognized purpose such as information sharing, self maintenance, or problem solving, such that the members are able to recall personal characteristics of the other members accurately. (Komunikasi kelompok adalah interaksi secara tatap muka antara tiga orang atau lebih, dengan tujuan yang telah diketahui, seperti berbagi informasi, menjaga diri, pemecahan masalah, yang mana anggota-anggotanya dapat mengingat karakteristik pribadi anggota-anggota yang lain secara tepat).”

Diskusi kelompok (komunikasi kelompok) dalam pembelajaran kontekstual merupakan penerapan dari asas masyarakat belajar (*learning community*). Dalam diskusi kelompok akan terjadi *sharing* antar anggota kelompok, yaitu salah satu anggota akan memberikan usulan (ide) dan anggota yang lain menanggapi. Memberikan usulan (ide) dan memberikan tanggapan terhadap ide yang disampaikan oleh temannya merupakan salah satu bagian dari keterampilan berkomunikasi lisan, yaitu menyampaikan pendapat. Dalam menyampaikan pendapat agar pesan yang disampaikan dapat diterima oleh pendengar, maka seorang penyampai pesan (komunikator) harus memperhatikan beberapa hal berikut:

- a) Pesan yang disampaikan harus menarik perhatian, sehingga menarik untuk dibahas.
- b) Cara penyampaian harus komunikatif, sehingga mudah dipahami oleh pendengar. Agar penyampaian pesan mudah dipahami oleh pendengar, maka

seorang komunikator harus memperhatikan tata bahasa yang digunakan. Syarat yang harus diperhatikan dalam berbahasa, yaitu memilih kata atau menyusun kalimat yang baik dan benar, menggunakan ejaan dengan tepat, dan menggunakan imbuhan yang beraturan (Liliwari, 1991 dalam Farmawati, 2006).

- c) Kesungguhan dalam menyampaikan pesan. Seorang komunikator yang berbicara dan membahas suatu topik dengan menunjukkan kesungguhan akan menimbulkan kepercayaan pihak komunikan kepadanya (Effendy, 1986 dalam Farmawati, 2006).

Dalam diskusi kelompok, siswa diharapkan mampu bekerja sama sehingga tujuan yang diharapkan dapat tercapai. Dengan bekerja sama, para anggota kelompok kecil akan mampu mengatasi berbagai rintangan, bertindak mandiri dan penuh tanggung jawab, mengandalkan bakat setiap anggota kelompok, meyakini orang lain, mengeluarkan pendapat, dan mengambil keputusan. Sebuah tim akan sukses jika bekerja sama, karena bekerja sama adalah sesuatu yang alami dalam kehidupan ini. Seorang dokter yang juga ahli biologi ternama, Lewis Thomas (1975) dalam Johnson (2007), mengatakan, “kebanyakan pengelompokan yang terjadi di antara makhluk-makhluk hidup yang kita kenal bentuknya adalah kerja sama, semacam simbiosis. Kita bukanlah makhluk soliter. Setiap makhluk, dalam pengertian tertentu saling berhubungan dan bergantung pada yang lain.”

Dalam diskusi kelompok, siswa mampu bekerja sama karena setiap anggota kelompok mempunyai rasa memiliki terhadap kelompoknya, sehingga setiap individu ikut serta dalam diskusi tersebut dengan cara menyumbangkan

idenya dan menanggapi ide yang disampaikan oleh temannya. Menurut Wiryanto (2004), keikutsertaan individu menjadi anggota kelompok disebabkan alasan-alasan sebagai berikut:

- a) Perhatian dan keikutsertaan individu ditumbuhkan oleh solidaritas kelompok.
- b) Perubahan sikap lebih mudah terjadi apabila individu berada dalam satu kelompok, selanjutnya keputusan-keputusan kelompok akan lebih mudah diterima dan dilaksanakan apabila individu terlibat dalam pengambilan keputusan.
- c) Kepercayaan besar yang diberikan kepada kelompok.

Jaringan komunikasi kelompok merupakan perangkat hubungan yang menunjukkan lingkaran pergaulan antara individu satu dengan yang lainnya, atau anggota-anggota kelompok dalam membicarakan isu-isu tertentu. Keberhasilan komunikasi kelompok disebabkan oleh keterbukaan anggota menanggapi, kesediaan anggota dengan senang hati menerima informasi, kemauan anggota merasakan apa yang dirasakan anggota lain, situasi kelompok yang mendukung komunikasi berlangsung efektif, perasaan positif terhadap diri anggota kelompok, dorongan terhadap orang lain agar lebih aktif berpartisipasi, dan kesetaraan bahwa setiap anggota kelompok memiliki gagasan yang penting untuk disumbangkan kepada kelompok.

2) Keterampilan berkomunikasi lisan saat diskusi antar kelompok

Diskusi antar kelompok yaitu diskusi yang terdiri atas beberapa kelompok kecil. Dalam diskusi antar kelompok, salah satu kelompok tampil sebagai penyaji dan kelompok lain sebagai peserta diskusinya.

a) Kelompok penyaji

Kelompok penyaji yaitu kelompok yang mempresentasikan hasil diskusi kelompoknya ke kelompok lain. Dalam melakukan presentasi kelompok penyaji dibagi menjadi tiga komponen, yaitu penyaji (yang memberikan penjelasan), pemimpin diskusi (moderator), dan penjawab pertanyaan.

Seorang penyaji dalam memberikan penjelasan, pesan yang disampaikan harus jelas sehingga mudah dipahami oleh peserta diskusi. Agar pesan yang disampaikan jelas maka dalam menyampaikan pesan harus menggunakan tata bahasa yang baik. Selain itu, seorang penyaji dalam memberi penjelasan harus tenang atau tidak gugup. Agar seseorang tenang dalam memberi penjelasan, maka harus menguasai materi. Menurut Machfoedz (2005), penguasaan materi merupakan kunci ketenangan bagi seseorang untuk tampil di depan forum.

Seorang moderator merupakan pemimpin dalam diskusi, yaitu seorang yang tugasnya mengatur jalannya pembicaraan dalam diskusi serta menjaga keteraturan diskusi. Keterampilan-keterampilan yang harus dimiliki oleh seorang moderator diantaranya adalah keterampilan membuka diskusi, keterampilan berbicara, dan keterampilan memimpin diskusi. Dalam membuka diskusi, seorang moderator yang baik akan menggunakan pernyataan yang ringkas tentang materi yang akan dibahas, jika pernyataan yang digunakan panjang lebar maka dapat membuat peserta diskusi menjadi merasa bosan. Selain itu, dalam membuka diskusi juga seorang moderator harus mampu bersikap tenang karena jika gugup dapat mempengaruhi jalannya diskusi.

b) Peserta diskusi

Peserta diskusi adalah perseorangan atau wakil instansi yang ikut serta secara aktif dalam pembahasan masalah. Untuk menjadi peserta diskusi yang baik, diperlukan berbagai kecakapan. Seorang pakar komunikasi, Herbert Meyer dalam Machfoedz (2005), mengatakan “seorang peserta diskusi yang baik perlu mengetahui cara mendengarkan, cara mengikuti diskusi, cara bergabung dengan orang lain dalam mencapai suatu keputusan yang jelas, dan cara menyatakan kesetujuan yang konstruktif.”

Peran utama seorang peserta diskusi adalah memberikan kontribusi positif sehingga memperoleh solusi yang tepat terhadap permasalahan yang sedang dibahas. Peserta diskusi bukan sekedar hadir dan duduk tanpa melibatkan diri dalam perkembangan yang terjadi selama diskusi berlangsung. Ada beberapa alasan yang mendorong seseorang untuk menjadi peserta aktif dalam diskusi, *pertama*, memberi masukan berupa ide sebagai solusi terhadap masalah yang sedang dibahas; *kedua*, dengan berpartisipasi aktif maka seorang peserta diskusi akan mengetahui lebih banyak tentang permasalahan yang sedang dibahas.

Keterampilan berkomunikasi lisan yang dapat dimiliki seorang peserta diskusi adalah keterampilan menyampaikan usulan (ide) yang berbeda dengan penyaji dan keterampilan bertanya.

(1) Menyampaikan usulan (ide)

Dalam menyampaikan usulan ide, seorang peserta diskusi harus memperhatikan beberapa hal, diantaranya:

(a) Usulan ide yang disampaikan harus menarik perhatian seluruh peserta diskusi, sehingga menarik untuk dibahas dan dapat diterima oleh seluruh peserta diskusi. Agar usulan ide tersebut menarik untuk dibahas maka usulan ide yang disampaikan harus inovatif.

(b) Penyampaian usulan ide harus disampaikan secara komunikatif, sehingga mudah dimengerti oleh seluruh peserta diskusi.

(2) Keterampilan bertanya

Bertanya merupakan indikator seseorang berpikir. Secara umum berfikir dianggap sebagai proses kognitif, tindakan mental untuk memperoleh pengetahuan (Arifin, 2003). Keterampilan bertanya erat kaitannya dengan proses inkuiri, disini siswa dituntut untuk memecahkan masalah yang menitikberatkan pada penalaran deduktif dan induktif agar diperoleh kegiatan belajar yang menunjang berfikir kreatif (Arifin, 2003). Bentuk pertanyaan untuk mengkomunikasikan merupakan suatu usaha untuk menyatakan dengan jelas apa yang telah diamati dan ditemukan. Bentuk pertanyaan yang sifatnya mengkomunikasikan harus disusun sedemikian rupa sehingga orang lain dapat memahaminya. Dalam mengajukan pertanyaan yang perlu diperhatikan dengan hati-hati, pertama sehubungan dengan bentuk kalimatnya dan cara mengajukan pertanyaan perlu diingat terutama dalam situasi yang lebih kompleks (Forsyth, 1993 dalam Farmawati, 2006).

D. Tinjauan Materi Pencemaran Lingkungan

1. Pengertian Pencemaran Lingkungan

Pencemaran lingkungan adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi atau komponen lain ke dalam lingkungan, atau berubahnya tatanan lingkungan oleh kegiatan manusia atau proses alam sehingga kualitas lingkungan turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya (Kertawidjaya, 1993). Salah satu penyebab terjadinya pencemaran lingkungan adalah sampah. Sampah merupakan barang-barang atau bahan-bahan buangan rumah tangga atau pabrik yang tidak digunakan lagi atau tidak terpakai. Sampah dapat berada pada tiga wujud materi, yaitu: padat, cair, atau gas.

Berdasarkan penyusunnya sampah terdiri dari dua jenis, yaitu: sampah organik dan anorganik.

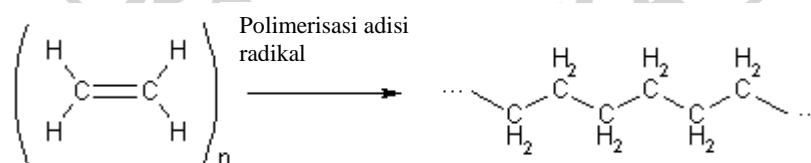
a. Sampah organik

Sampah organik adalah sampah yang penyusunnya berasal dari senyawa-senyawa organik dan dapat terurai oleh mikroorganisme. Menurut HAM (2005), senyawa organik adalah senyawa yang mengandung unsur C dan H sebagai unsur utama, dan unsur lain seperti N, P, dan S dengan kekhasan antar atom C membentuk rantai C. Berdasarkan proses terurainya oleh mikroorganisme, sampah organik dibedakan menjadi dua jenis yaitu sampah organik plastik dan non-plastik. Sampah organik plastik yaitu sampah yang memerlukan waktu lama dalam proses terurainya (40-50 tahun), contohnya: pipa paralon, steroform, botol plastik, dan kantong plastik. Sedangkan sampah organik non-plastik yaitu sampah

yang memerlukan waktu relatif cepat dalam proses penguraiannya, contohnya: sisa tumbuhan, makanan sisa, kayu, dan kertas.

Berikut ini akan dijelaskan dua jenis sampah yang termasuk ke dalam sampah organik.

- 1) Plastik, merupakan bahan sintetik yang mengandung atau terdiri dari polimer senyawa organik, dan dicetak dalam beberapa tahap dengan alat tertentu (HAM, 2005). Plastik merupakan polimer yang bersifat konduktif. Polimer konduktif adalah polimer terkonjugasi yang menunjukkan perubahan ikatan tunggal dan ganda antara atom-atom karbon pada rantai utama polimer. Ikatan ganda diperoleh dari karbon yang memiliki empat elektron valensi, namun pada molekul terkonjugasi hanya memiliki tiga (kadang-kadang dua) atom lain. Elektron yang tersisa membentuk ikatan π , elektron yang terdelokalisasi pada seluruh molekul. Suatu zat dapat bersifat polimer konduktif jika mempunyai ikatan rangkap yang terkonjugasi. Contoh dari polimer terkonjugasi adalah plastik tradisional (*polyethylen*), sedangkan polimer konduktif antara lain: *polyacetilen*, *polpyrol*, *polytiopen*, *polyaniline* dan lain lain. Berikut ini adalah salah satu contoh reaksi polimerisasi plastik.




Sumber: <http://id.wikipedia.org/wiki/plastik>

Gambar 2.1. Polimerisasi dari etena menjadi polietena

Dari Gambar 2.1. terlihat bahwa polietena (polietilena) merupakan gabungan dari monomer etena melalui reaksi polimerisasi adisi radikal. Polietena memiliki sifat tembus cahaya, buram, fleksibel, berkilau, mudah dipotong,

melunak dalam air panas, dan sangat mudah terbakar, digunakan sebagai pembungkus. Selain polietena, terdapat beberapa jenis plastik yang merupakan turunan dari etena diantaranya dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2.
Beberapa Jenis Plastik dan Manfaatnya

Plastik	Monomer	Sifat dan kegunaan
Polivinilklorida (PVC)	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$	Tembus cahaya, keras, kaku, mudah dipotong, sukar terbakar, digunakan untuk pipa saluran, dan perabot rumah tangga.
Polipropilena	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$	Kuat, fleksibel, kerapatan besar, dapat terbakar, digunakan untuk serat, tali, dan bahan perahu
Teflon (politetrafluoroetena)	$\text{CF}_2=\text{CF}_2$	Sangat keras, tahan asam, tidak dapat terbakar, lentur, gesekannya kecil, digunakan sebagai pengganti logam.
Akrilan (polisianoetena)	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CN}$	Kuat, fleksibel, dapat terbakar, digunakan sebagai pengganti logam
Polistirena (polifeniletena)	$\text{CH}_2=\text{CH}$ 	Putih, kenyal, sukar dipotong, dapat terbakar, dapat digunakan untuk pembungkus, insulator listrik, sol sepatu, dan berbagai peralatan
Perpex (polimetilmetakrilat)	$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{COOCH}_3$	Permukaan halus, terang, keras, kaku, mudah dipotong, dapat terbakar, digunakan sebagai pengganti gelas, jendela pesawat terbang, peralatan bedah, kacamata debu, dan sebagai reflector di jalan raya

Sumber: <http://id.wikipedia.org/wiki/plastik>

- 2) Kertas, merupakan bahan yang diperoleh dari hasil pengolahan terhadap bahan dasar yang mengandung selulosa seperti kayu, merang dan sebagainya. Tipe atau mutu kertas bergantung pada teknik pengolahan dan bahan campuran yang digunakan (HAM, 2005). Proses pembuatan kertas diawali dengan pembuatan pulp dari kayu kemudian dilakukan proses kraft atau biasa disebut proses sulfat, karena Na_2SO_4 digunakan sebagai make-up kimia untuk sisa larutan pemasaknya. Setelah itu dicetak dengan menggunakan mesin Fourdrinier dan mesin silinder.

b. Sampah anorganik

Sampah anorganik adalah sampah yang penyusunnya berasal dari senyawa-senyawa anorganik dan tidak dapat terurai oleh mikroorganisme. Menurut HAM (2005), senyawa anorganik adalah senyawa yang bukan berasal dari makhluk hidup; mempunyai ciri umum antara lain kebanyakan berupa padatan kristal; ikatannya bersifat ionik; bertitik leleh tinggi, tidak dapat terbakar, tidak mengandung rantai karbon; dan dapat larut dalam air. Contoh sampah anorganik diantaranya: potongan-potongan/pelat-pelat dari logam, berbagai jenis batu-batuan, pecahan-pecahan gelas, dan tulang-belulang.

Berikut ini akan dijelaskan beberapa jenis sampah yang termasuk ke dalam sampah anorganik.

- 1) Tulang-belulang, merupakan reservoir terbesar dari kalsium dan fosfat. 99% kalsium terdapat di tulang (1000 gram) dari jumlah kalsium tubuh, sedangkan fosfat dalam tulang mencapai 90% dari fosfat dalam tubuh.
- 2) Kaleng, adalah lembaran tipis yang terbuat dari besi, permukaannya dilapisi oleh logam timah. Timah dipilih karena relatif tidak beracun dan menambah daya tarik kemasan karena berkilat dan tahan karat.
- 3) Kaca, merupakan bahan amorf tembus pandang; merupakan campuran dari oksida silikon (SiO_2) dan oksida basa (CaO atau Na_2O).

2. Dampak yang Ditimbulkan Sampah

a. Pencemaran udara

Pembakaran sampah akan menghasilkan gas dan residu pembakaran. Gas-gas hasil pembakaran diantaranya adalah CO_2 , CO , SO_2 , dan NO_x . Gas-gas

tersebut jika melebihi batas normal keberadaannya di udara, maka akan menjadi polutan yang menyebabkan terjadinya pencemaran udara. Tabel 2.3 menunjukkan tentang baku mutu kualitas udara ambien.

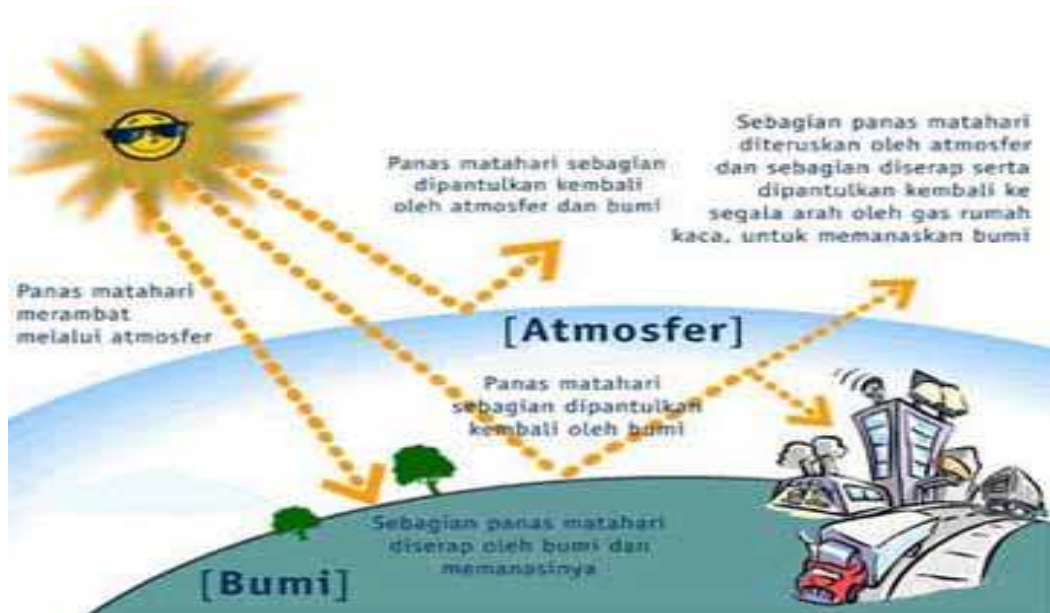
Tabel 2.3.
Baku Mutu Kualitas Udara Ambien

No	Parameter	Waktu Pengukuran	Baku Mutu
1	SO ₂	24 jam	0,01 ppm
2	CO	8 jam	20,00 ppm
3	NO _x	24 jam	0,05 ppm
4	O _x	1 jam	0,10 ppm
5	Debu	24 jam	0,26 mg/m ³
6	Pb	24 jam	0,06 mg/m ³
7	H ₂ S	30 min	0,03 ppm
8	NH ₃	24 jam	2,00 ppm
9	HC	3 jam	0,24 ppm

Sumber: KEP-2/MENKLH/I/1988 (dalam Slamet, 1994)

Dampak pencemaran yang muncul akibat dari gas-gas hasil pembakaran, diantaranya sebagai berikut:

- 1) Gas CO₂ merupakan gas rumah kaca yang menyebabkan terjadinya efek rumah kaca. Dalam keadaan normal efek rumah kaca dibutuhkan, karena dengan adanya efek rumah kaca maka perbedaan suhu antara siang dan malam di bumi tidak jauh berbeda. Namun, jika melebihi batas normal maka efek rumah kaca dapat meningkatkan suhu rata-rata bumi sekitar (1-5)⁰C, yang dikenal dengan pemanasan global. Efek rumah kaca terjadi sebagai akibat sinar matahari yang diadsorpsi dipantulkan kembali dalam bentuk radiasi infra-merah oleh awan dan permukaan bumi. Namun sebagian besar radiasi infra-merah yang dipancarkan bumi tertahan oleh awan dan gas CO₂ serta gas rumah kaca lainnya, untuk dikembalikan ke permukaan bumi sehingga membuat suhu bumi menjadi panas. Gambar 2.2. menunjukkan tentang efek rumah kaca.



Sumber: <http://hend-learning.blogspot.com/>

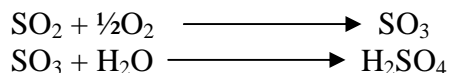
Gambar 2.2. Efek Rumah Kaca

- 2) Gas CO merupakan gas beracun yang dihasilkan dari pembakaran yang tidak sempurna dari bahan bakar yang mengandung karbon dan oleh pembakaran pada tekanan dan suhu tinggi yang terjadi pada mesin. Gas ini dikatakan beracun karena lebih mudah mengikat Hb, sehingga menghalangi pengikatan O₂ oleh Hb. Hal ini mengakibatkan tubuh kekurangan O₂, dan dampaknya proses oksidasi dalam tubuh menjadi terganggu karena suplai O₂ terganggu. Gas CO dapat terikat dengan Hb melalui reaksi berikut:



Hemoglobin lebih kuat mengikat CO daripada mengikat O₂, karena berat molekul CO lebih ringan dibandingkan dengan O₂.

- 3) Gas SO₂ dan NO_x merupakan penyebab terjadinya hujan asam. Hujan asam adalah hujan yang presipitasi asamnya dengan pH < 5,6. Terjadinya hujan asam dapat dijelaskan melalui reaksi berikut:



Dampak yang diakibatkan oleh hujan asam yaitu: korosi terhadap logam, kerusakan bangunan atau patung, keracunan bagi tumbuhan tingkat rendah pada konsentrasi $1,5 \text{ mg/m}^3$, iritasi mata, batuk, dan lain-lain

b. Pencemaran tanah

Tanah merupakan tempat penampungan banyak limbah-limbah dari rembasan penumpukan sampah (*landfill*), kolam lumpur (*lagoon*), dan sumber-sumber lainnya. Pembuangan kotoran dan penampungan sampah secara berlebihan dapat menyebabkan terjadinya pencemaran tanah. Pencemaran tanah terjadi akibat sampah yang menumpuk mengalami dekomposisi baik secara aerobik ataupun anaerobik, dan fakultatif. Dekomposisi sampah secara anaerobik akan menghasilkan cairan yang disebut '*leachate*' beserta gas. '*Leachate*' atau lindi merupakan cairan yang mengandung zat padat tersuspensi yang sangat halus dan hasil penguraian mikroba, biasanya terdiri atas Ca, Mg, Na, K, Fe, klorida, sulfat, fosfat, Zn, Ni, CO_2 , H_2O , N_2 , NH_3 , H_2S , asam organik, dan H_2 . Tergantung dari kualitas sampah, maka di dalam '*leachate*' bisa pula terdapat mikroba patogen, logam berat dan zat lainnya yang berbahaya, dan akan sangat membahayakan jika logam-logam berbahaya tersebut merembes ke dalam tanah, karena akan mencemari air tanah atau sumber air tanah.

Tercemarnya air tanah akan sangat membahayakan bagi kesehatan manusia, karena akan membuat tubuh manusia mengalami disfungsi. Berikut ini akan dijelaskan mengenai beberapa logam berat yang berbahaya bagi tubuh manusia, yaitu:

- 1) Arsen (As), merupakan metal yang mudah patah, berwarna keperakan dan sangat toksik. Keracunan akut menimbulkan gejala muntaber disertai darah, disusul dengan koma, dan bila dibiarkan dapat menyebabkan kematian. Secara kronis keracunan As dapat menimbulkan anorexia, kolik, mual, diare atau konstipasi, icterus, perdarahan pada ginjal, dan kanker kulit. As dapat menimbulkan iritasi, alergi, dan cacat bawaan.
- 2) Kadmium (Cd), adalah metal berbentuk kristal putih keperakan. Keracunan akut akan menyebabkan gejala gasterointestinal, dan penyakit ginjal. Gejala klinis keracunan Cd sangat mirip dengan penyakit glomerulo-nephritis biasa, hanya pada fase lanjut ditemukan pelunakan dan fraktur (patah) tulang-tulang punggung yang multiple.
- 3) Timbal (Pb), adalah metal kehitaman. Keracunan Pb akan menimbulkan gejala: rasa logam di mulut, garis hitam pada gusi, gangguan GI, anorexia, muntah-muntah, kolik, encephalitis, wrist drop, irritable, perubahan kepribadian, kelumpuhan dan kebutaan. Basophilic stippling dari sel darah merah merupakan gejala patognomonis bagi keracunan Pb. Gejala lain keracunan ini berupa anemia dan albuminuria.
- 4) Air raksa (Hg), adalah metal yang menguap pada temperature kamar. Keracunan Hg akan menimbulkan gejala susunan saraf pusat seperti kelainan kepribadian dan tremor, convulsi, pikun, insomnia, kehilangan kepercayaan diri, iritasi, depresi, dan rasa ketakutan.

c. Pencemaran air

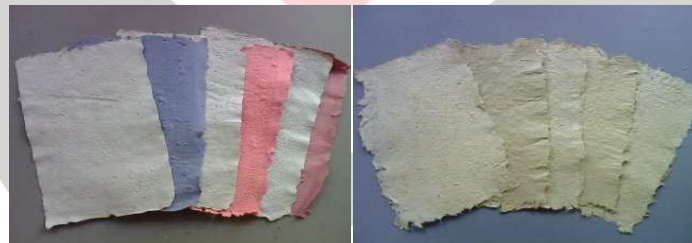
Pencemaran air terjadi apabila beberapa macam zat tertentu terdapat pada air sehingga melebihi standar yang telah ditentukan atau airnya tidak dapat digunakan untuk suatu keperluan yang tertentu. Salah satu faktor yang menyebabkan pencemaran air adalah sampah. Sampah tersebut dapat berasal dari sampah domestik, sampah industri ataupun sampah pertanian yang dibuang ke sungai. Banyaknya sampah yang dibuang ke sungai dapat menyebabkan berbagai dampak diantaranya:

- 1) Sampah plastik yang dibuang ke sungai dapat menutupi permukaan air sungai. Hal ini akan menghalangi sinar matahari masuk ke dalam air sungai, sehingga menyebabkan tumbuhan air tidak dapat melakukan fotosintesis. Melalui fotosintesis, tumbuhan air dapat memproduksi makanannya. Oleh karena tidak dapat memproduksi makanannya, maka tumbuhan air kekurangan makanan sehingga mati. Matinya tumbuhan air akan mempengaruhi makhluk air yang lainnya, sehingga menyebabkan sungai tersebut menjadi tidak ada kehidupan.
- 2) Limbah detergen yang dibuang ke sungai dapat menyebabkan eutrafikasi, yaitu fenomena pertumbuhan yang berlebihan pada alga disebabkan karena limbah yang dibuang ke sungai mengandung nitrat dan fosfat.

3. Pengolahan sampah

Pengolahan sampah dilakukan dengan tujuan untuk mengubah sampah menjadi material yang memiliki nilai ekonomis sehingga tidak membahayakan bagi lingkungan hidup. Salah satu contoh pengolahan sampah menjadi material bernilai ekonomis adalah sebagai berikut:

- a. Membuat kertas daur ulang, merupakan upaya pengolahan sampah kertas sehingga dapat digunakan kembali. Proses pendaur ulangan sampah kertas cukup sederhana, yaitu sebagai berikut: *pertama*, sampah kertas dikumpulkan terlebih dahulu; *kedua*, sampah yang sudah terkumpul kemudian dirajam menjadi lebih kecil setelah itu direndam di dalam air agar menjadi lunak; *ketiga*, setelah sampah kertas melunak kemudian dibuat menjadi bubur kertas dengan cara diblender; *keempat*, sampah kertas yang sudah menjadi bubur dicetak dengan cara satu gayung bubur kertas ditambah tiga gayung air dan satu gayung kanji yang telah diencerkan kemudian dicetak. Agar lebih menarik dapat diberi pewarna, baik dari pewarna alami seperti kunyit, cabe, dan daun suji, atau dengan pewarna buatan. Gambar 2.3. menunjukkan contoh kertas hasil daur ulang.



Sumber: <http://kertas-nyeni.blogspot.com/>

Gambar 2.3. Kertas Hasil Daur Ulang

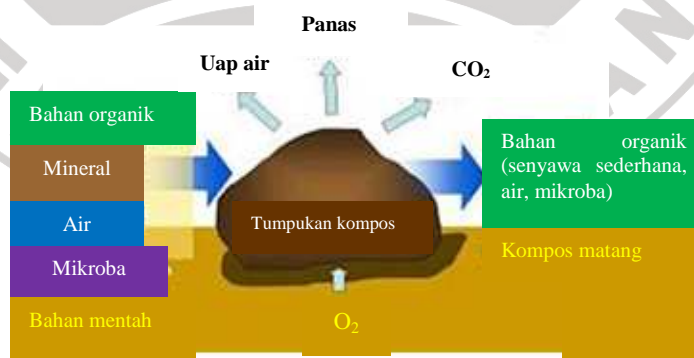
Kertas hasil daur ulang dapat diolah kembali dibuat kerajinan tangan, seperti; dibuat pigura, tempat tisu, celengan, tempat perhiasan dan lain sebagainya. Gambar 2.4. menunjukkan salah satu contoh hasil kerajinan tangan dari kertas daur ulang.



Sumber: <http://kertas-nyeni.blogspot.com/>

Gambar 2.4. Hasil Kerajinan Tangan Dari Kertas Daur Ulang

- b. Pengomposan, merupakan upaya pengolahan sampah sekaligus usaha mendapatkan bahan-bahan kompos yang dapat menyuburkan tanah. Sistem ini mempunyai prinsip dasar mengurangi atau mendegradasi bahan-bahan organik secara terkontrol menjadi bahan-bahan anorganik dengan memanfaatkan aktivitas mikroorganisme. Mikroorganisme yang berperan dalam pengolahan ini dapat berupa bakteri, jamur, khamir, insekta, dan cacing. Agar pertumbuhan mikroorganisme optimum maka diperlukan beberapa kondisi, diantaranya campuran yang seimbang dari berbagai komponen karbon dan nitrogen, suhu, kelembaban udara (tidak terlalu basah dan tidak terlalu kering), dan cukup kandungan oksigen (aerasi baik). Gambar 2.5. menunjukkan tentang proses pengomposan.



Sumber: <http://id.wikipedia.org/wiki/kompos>

Gambar 2.5. Proses Pengomposan

Proses pengomposan dapat terjadi secara aerobik (menggunakan oksigen) atau anaerobik (tidak ada oksigen). Proses yang dijelaskan pada Gambar 2.5. adalah

proses aerobik, dimana mikroba menggunakan oksigen dalam proses dekomposisi bahan organik. Proses dekomposisi dapat juga terjadi tanpa menggunakan oksigen yang disebut proses anaerobik. Namun, proses ini tidak diinginkan, karena selama proses pengomposan akan dihasilkan bau yang tidak sedap. Proses anaerobik akan menghasilkan senyawa-senyawa yang berbau tidak sedap, seperti: asam-asam organik (asam asetat, asam butirat, asam valerat, putrecine), amonia, dan H_2S .

- c. Biogas, adalah gas yang dihasilkan oleh aktivitas anaerobik atau fermentasi dari bahan-bahan organik termasuk diantaranya; kotoran manusia dan hewan, limbah domestik (rumah tangga), sampah *biodegradable* atau setiap limbah organik yang *biodegradable* dalam kondisi anaerobik. Kandungan utama dalam biogas adalah metana dan karbon dioksida. Biogas dapat digunakan sebagai bahan bakar kendaraan maupun untuk menghasilkan listrik. Komposisi biogas bervariasi tergantung dengan asal proses anaerobik yang terjadi. *Gas landfill* memiliki konsentrasi metana sekitar 50%, sedangkan sistem pengolahan limbah maju dapat menghasilkan biogas dengan 55-75% CH_4 . Tabel 2.4. menunjukkan tentang komposisi zat dalam biogas.

Tabel 2.4.
Komposisi Biogas

Komponen	%
Metana (CH_4)	55-75
Karbon dioksida (CO_2)	25-45
Nitrogen (N_2)	0-0.3
Hidrogen (H_2)	1-5
Hidrogen sulfida (H_2S)	0-3
Oksigen (O_2)	0.1-0.5

Sumber: <http://id.wikipedia.org/wiki/biogas>