

MODUL BILINGUAL SRLBS

Perubahan Lingkungan, Kelas X SMA/MA

SRLBS BILINGUAL MODULE

Environment Change, Class X SMA/MA

Erie Agusta, S.Pd., M.Pd.

Nita Nuraini, S.Pd., M.Pd.



ENVIRONMENT CHANGE

KELAS X SMA/MA



Modul Bilingual SRLBS

Perubahan Lingkungan, Kelas X SMA/MA

SRLBS Bilingual Module

Environment Change, Class X SMA/MA

Modul Bilingual SRLBS

Perubahan Lingkungan, Kelas X SMA/MA

SRLBS Bilingual Module

Environment Change, Class X SMA/MA

Erie Agusta, S.Pd., M.Pd.

Nita Nuraini, S.Pd., M.Pd.

Validator Materi/ *Material Validator:*

Dr. Yetty Hastiana, M.Si.

Validator Penyajian Modul/ *Module Presentation Validator:*

Dr. Saleh Hidayat, M.Si.

Validator Bahasa Indonesia/ *Indonesian Validator:*

Dr. Haryadi, M.d.

Validator Bahasa Inggris/ *English Validator:*

Rini Susanti, S.Pd., M.A.

Daftar Isi/ *Table List of Contents*

HALAMAN FRANCIS/ <i>FRANCIS PAGE</i>	i
HALAMAN JUDUL UTAMA/ <i>MAIN TITLE PAGE</i>	ii
DAFTAR ISI/ <i>TABLE LIST OF CONTENTS</i>	iv
DAFTAR TABEL/ <i>LIST OF TABLES</i>	viii
DAFTAR GAMBAR/ <i>LIST OF FIGURES</i>	x
PRAKATA/ <i>PREFACE</i>	xii
PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL/ <i>MODULE INSTRUCTIONS</i>	xvi
KEGIATAN 1 PENCEMARAN AIR/ <i>ACTIVITY 1 WATER POLLUTION</i>	
A. Deskripsi Singkat/ <i>Short Description</i>	1
B. Relevansi/ <i>Relevance</i>	1
C. Analisis Topik/ <i>Topic Analysis</i>	2
1. Indikator Pencapaian Kompetensi/ <i>Indicator of Competency Achivement</i>	2
2. Tujuan Pembelajaran/ <i>Learning Objectives</i>	2
D. Uraian Materi/ <i>Material Description</i>	5
E. Pengamatan/ <i>Observation</i>	20
F. Perumusan Pertanyaan/ <i>Problem Formulation</i>	23
G. Perencanaan/ <i>Planning</i>	24
H. Pengumpulan Informasi/ <i>Information Accumulation</i>	27
I. Pengasosiasian/ <i>Assosiation</i>	28
J. Presentasi/ <i>Presentation</i>	29
K. Evaluasi/ <i>Evaluation</i>	30
L. Modifikasi/ <i>Modification</i>	32
M. Info Biologi/ <i>Biology Info</i>	34
N. Rangkuman/ <i>Summary</i>	38
O. Tes Formatif/ <i>Formative Test</i>	41
P. Kunci Jawaban/ <i>Anwer Key</i>	41

Q. Umpan Balik dan Tindak Lanjut/ <i>Feedback and Follow Up</i>	43
KEGIATAN II PENCEMARAN TANAH/ <i>ACTIVITY 2 LAND POLLUTION</i>	
A. Deskripsi Singkat/ <i>Short Description</i>	44
B. Relevansi/ <i>Relevance</i>	44
C. Analisis Topik/ <i>Topic Analysis</i>	45
1. Indikator Pencapaian Kompetensi	45
<i>Indicator of Competency Achivement</i>	45
2. Tujuan Pembelajaran/ <i>Learning Objectives</i>	46
D. Uraian Materi/ <i>Material Description</i>	48
E. Pengamatan/ <i>Observation</i>	57
F. Perumusan Pertanyaan/ <i>Questions Formulation</i>	59
G. Perencanaan/ <i>Planning</i>	60
H. Pengumpulan Informasi/ <i>Information Accumulation</i>	63
I. Pengasosiasian/ <i>Assosiation</i>	64
J. Presentasi/ <i>Presentation</i>	65
K. Evaluasi/ <i>Evaluation</i>	67
L. Modifikasi/ <i>Modification</i>	69
M. Info Biologi/ <i>Biology Info</i>	71
N. Rangkuman/ <i>Summary</i>	73
O. Tes Formatif/ <i>Formative Test</i>	75
P. Kunci Jawaban/ <i>Anwers Key</i>	75
Q. Umpan Balik dan Tindak Lanjut/ <i>Feedback and Follow Up</i>	77
KEGIATAN 3 PENCEMARAN UDARA/ <i>ACTIVITY 3 AIR POLLUTION</i>	
A. Deskripsi Singkat/ <i>Short Description</i>	78
B. Relevansi/ <i>Relevance</i>	78
C. Analisis Topik/ <i>Topic Analysis</i>	79
1. Indikator Pencapaian Kompetensi	79
<i>Indicator of Competency Achivement</i>	79
2. Tujuan Pembelajaran/ <i>Learning Objectives</i>	80

D. Uraian Materi/ <i>Material Description</i>	82
E. Pengamatan/ <i>Observation</i>	93
F. Perumusan Pertanyaan/ <i>Questions Formulation</i>	96
G. Perencanaan/ <i>Planning</i>	97
H. Pengumpulan Informasi	101
<i>Information Accumulation</i>	101
I. Pengasosiasian/ <i>Assosiation</i>	103
J. Presentasi/ <i>Presentation</i>	104
K. Evaluasi/ <i>Evaluation</i>	105
L. Modifikasi/ <i>Modification</i>	108
M. Info Biologi/ <i>Biology Info</i>	110
N. Rangkuman/ <i>Summary</i>	113
O. Tes Formatif/ <i>Formative Test</i>	116
P. Kunci Jawaban/ <i>Answer Keys</i>	116
Q. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	118
<i>Feedback and Follow Up</i>	118
 KEGIATAN 4 PENCEMARAN SUARA/ <i>ACTIVITY 4 SOUND POLLUTION</i>	
A. Deskripsi Singkat/ <i>Short Description</i>	119
B. Relevansi/ <i>Relevance</i>	120
C. Analisis Topik/ <i>Topic Analysis</i>	120
1. Indikator Pencapaian Kompetensi	120
<i>Indicator of Competency Achivement</i>	120
2. Tujuan Pembelajaran/ <i>Learning Objectives</i>	121
D. Uraian Materi/ <i>Material Description</i>	123
E. Pengamatan/ <i>Observation</i>	129
F. Perumusan Pertanyaan/ <i>Question Formulation</i>	131
G. Perencanaan/ <i>Planning</i>	132
H. Pengumpulan Informasi/ <i>Information Accumulation</i>	133
I. Pengasosiasian/ <i>Assosiation</i>	136

J. Presentasi/ <i>Presentation</i>	137
K. Evaluasi/ <i>Evaluation</i>	138
L. Modifikasi/ <i>Modification</i>	141
M. Info Biologi/ <i>Biology Info</i>	144
N. Rangkuman/ <i>Summary</i>	146
O. Tes Formatif/ <i>Formative Test</i>	148
P. Kunci Jawaban/ <i>Answer Keys</i>	148
Q. Umpan Balik dan Tindak Lanjut/ <i>Feedbacka and Follow Up</i>	150
GLOSARIUM/ <i>GLOSSARY</i>	151
DAFTAR PUSTAKA/ <i>BIBLIOGRAPHY</i>	155
INDEKS/ <i>INDEX</i>	158
BIOGRAFI PENULIS/ <i>WRITERS' BIOGRAPHY</i>	159

Daftar Tabel/ List of Tables

Tabel 1.1 Penyakit Bawaan Air dan Agennya.....	9
<i>Table 1.1 Water Inbred Diseases and the Agents.....</i>	<i>9</i>
Tabel 1.2 Daftar Pilihan Alat dan Bahan Pencemaran Air	24
<i>Table 1.2 Tools and Materials Option List of Water Pollution</i>	<i>24</i>
Tabel 1.3 Daftar Alat dan Bahan Pencemaran Air.....	25
<i>Table 1.3 Tools and Materials List of Water Pollution</i>	<i>25</i>
Tabel 1.4 Hasil Percobaan Pencemaran Air	27
<i>Table 1.4 Observation Result of Water Pollution</i>	<i>27</i>
Tabel 1.5 Pengasosiasiian	28
<i>Table 1.5 Associating</i>	<i>28</i>
Tabel 1.6 Kesimpulan Hasil Presentasi	29
<i>Table 1.6 The Conclusion of Presentation Result</i>	<i>29</i>
Tabel 1.7 Modifikasi	32
<i>Table 1.7 Modification</i>	<i>32</i>
Tabel 2.1 Daftar Pilihan Alat dan Bahan Pencemaran Tanah	60
<i>Table 2.1 Tools and Materials Option List of Land Pollution</i>	<i>60</i>
Tabel 2.2 Daftar Alat dan Bahan Pencemaran Tanah	61
<i>Table 2.2 Tools and Materials List of Land Pollution</i>	<i>61</i>
Tabel 2.3 Hasil Percobaan Pencemaran Tanah	63
<i>Table 2.3 Observation Result of Land Pollution</i>	<i>63</i>
Tabel 2.4 Pengasosiasiian	64
<i>Table 2.4 Associating</i>	<i>64</i>
Tabel 2.5 Kesimpulan Hasil Presentasi	66
<i>Table 2.5 The Conclusion of Presentation Result</i>	<i>66</i>
Tabel 2.6 Modifikasi	69
<i>Table 2.6 Modification</i>	<i>69</i>

Tabel 3.1 Daftar Pilihan Alat dan Bahan Pencemaran Udara	97
<i>Table 3.1 Tools and Materials Option List of Air Pollution</i>	<i>97</i>
Tabel 3.2 Daftar Alat dan Bahan Pencemaran Udara	98
<i>Table 3.2 Tools and Materials List of Air Pollution</i>	<i>98</i>
Tabel 3.3 Hasil Percobaan Pencemaran Udara	101
<i>Table 3.3 Observation Result of Air Pollution</i>	<i>101</i>
Tabel 3.4 Pengasosiasiian	103
<i>Table 3.4 Assosiating</i>	<i>103</i>
Tabel 3.5 Kesimpulan Hasil Presentasi	104
<i>Table 3.5 The Conclusion of Presentation Result</i>	<i>104</i>
Tabel 3.6 Modifikasi	108
<i>Table 3.6 Modification</i>	<i>108</i>
Tabel 4.1 Hasil Diskusi Pencemaran Suara	132
<i>Table 4.1 Discussion Result of Sound Pollution</i>	<i>132</i>
Tabel 4.2 Pengasosiasiian	136
<i>Table 4.2 Assosiating</i>	<i>136</i>
Tabel 4.3 Kesimpulan Hasil Presentasi	137
<i>Table 4.3 The Conclusion of Presentation Result</i>	<i>137</i>
Tabel 4.4 Modifikasi	141
<i>Table 4.4 Modification</i>	<i>141</i>

Daftar Gambar/ *List of Figures*

Gambar 1.1 Aktivitas Masyarakat Menggunakan Detergen	22
<i>Figure 1.1 People activities using Detergent</i>	<i>22</i>
Gambar 1.2 Sungai yang Tercemar Limbah detergen	22
<i>Figure 1.2 Polluted River by detergent waste</i>	<i>22</i>
Gambar 1.3 Ikan Mati Akibat Tercemar	22
<i>Figure 1.3 Fish is died due to Polluted</i>	<i>22</i>
Gambar 2.1 Kondisi Tanah yang Tercemar	58
<i>Figure 2.1 The condition of Polluted Land</i>	<i>58</i>
Gambar 2.2 Dampak Tanah yang Tercemar Bagi Kelangsungan Makhluk Hidup.....	58
<i>Figure 2.2 The Impact of Land Pollution for continuity of living things.....</i>	<i>58</i>
Gambar 2.3. Solusi Mengatasi Polusi Merkuri	58
<i>Figure 2.3. Solution to overcome Mercury Pollution</i>	<i>58</i>
Gambar 3.1 Pencemaran Udara Akibat Debu	94
<i>Figure 3.1 Air Pollution caused by Dust</i>	<i>94</i>
Gambar 3.2 Pencemaran Udara Akibat Kendaraan Bermotor	113
<i>Figure 3.2 Air Pollution caused by motorcycle.....</i>	<i>113</i>
Gambar 3.3 Bata Pembersih Udara	113
<i>Figure 3.3 The Brick is air purifier</i>	<i>113</i>
Gambar 4.1 Pencemaran Suara oleh Kendaraan Roda Empat, Roda Tiga dan Roda Dua	130
<i>Figure 4.1 Sound Pollution by four-wheel vehicle, three-wheel, and two-wheel</i>	<i>130</i>
Gambar 4.2 Penggunaan Headset yang Berlebihan dapat Menyebabkan Pencemaran Suara	130
<i>Figure 4.2 The excessive use of Headset can cause sound pollution</i>	<i>130</i>
Gambar 4.3 Pencemaran Suara yang Disebabkan oleh Aktivitas Kendaraan	131
<i>Figure 4.3 Sound Pollution caused by transportation activities</i>	<i>131</i>

Gambar 4.4 Pesawat Listrik	144
----------------------------------	-----

<i>Figure 4.4 Aircraft</i>	<i>144</i>
----------------------------------	------------

Prakata

Puji syukur dipersembahkan kehadirat Allah SWT atas rahmat, kekuatan dan ridho-Nya kami dapat menyelesaikan modul bilingual SRLBS ini dengan baik dan tepat waktu. Modul bilingual SRLBS ini memuat materi pencemaran lingkungan terdiri dari pencemaran air, pencemaran tanah, dan pencemaran udara. Modul ini berisi kegiatan yang akan dilaksanakan siswa selama proses pembelajaran meliputi 9 tahapan, yaitu: Menganalisis Topik (*Analyze*), Mengamati, Menanya, Merencanakan (*Plan*), Mengumpulkan informasi (*Implement*), Mengasosiasikan (*Comprehend & Problem Solve*), Mengkomunikasikan, Mengevaluasi (*Evaluate*) dan Memodifikasi.

Thank to Almighty God who has given His bless to the writer for finishing this SRLBS Bilingual Module well and on time. This SRLBS Bilingual Module contains environment pollotion materials consisting of Water Pollution, Land Pollution, and Air Pollution. This module contains the activities that will be done by the students while learning process consisting of 9 steps, i.e: Analysing Topic (Analyze), Observing, Asking, Planning (Plan), Accumulating Information (Implement), Assosiating (Comprehend & Problem Solve), Communicating, Evaluating (Evaluate) and Modifying.

Modul ini bertujuan untuk membantu siswa selama pembelajaran yang dilengkapi dengan lembar kerja siswa (LKS) dan disajikan sesuai sintak/tahapan SRLBS. Tahap ke-1 adalah kegiatan awal siswa berupa analisis topik yakni penyampaian KD, indikator, dan tujuan pembelajaran. Kegiatan ini bertujuan agar siswa mengetahui *goal* pembelajaran yang akan dicapai. Tahap ke-2 yakni mengamati permasalahan berdasarkan wacana yang disajikan dan penambahan gambar yang berkaitan dengan permasalahan yang harus dipecahkan siswa pada kegiatan selanjutnya. Gambar dan topik disusun sedemikian rupa agar menimbulkan minat keingintahuan siswa. Kegiatan mengamati (tahap 2) akan menimbulkan pertanyaan dibenak para siswa (tahap ke-3). Tahap ke-4 berisi kegiatan diskusi kelompok untuk menentukan rencana kegiatan pemecahan masalah/strategi pemecahan masalah terkait dengan pertanyaan yang didapat.

Hasil kegiatan eksperimen selanjutnya digunakan baik sebagai referensi, acuan maupun bahan informasi. Selanjutnya Tahap ke-5 (mengumpulkan informasi) juga dilakukan melalui kegiatan studi pustaka untuk menunjang hasil penelitian. Informasi yang telah terkumpul selanjutnya dicatat dalam bentuk ringkasan.

This module aimed to help the students while learning process that completed by student worksheet (LKS) and presented according to syntax/steps of SRLBS. Step 1 is the students first activity that are Explaining KD, Indicator, and learning objectives. This activity aimed to the students in knowing learning goal that will be reached. Step 2 is observing the problems based on texts that presented and adding the figures that related by the problem that must be faced by the students on next activities. The Figures and Topics are arranged in such a way that can cause students' curiosity interest. The activity observes (step 2) will cause the questions on students' mind (Step 3). Step 4 consists of group discussion activity to determine the plan of problem solving activities/problem solving strategy related to the questions that be gotten. The next Experiment activity result used both as references, guides, or information objects. Next Step 5 (Collecting Information) also done through literature review activity to support research result. The collected informations are written to be summary.

Tahap ke-6 mengasosiasi tidak hanya berisi kegiatan untuk melakukan pengumpulan informasi/mengasosiasi saja, tetapi juga mengarahkan siswa untuk memeriksa kembali pemahaman informasi yang mereka dapatkan (*comprehend*) serta mencari pemecahan masalah mengenai informasi yang belum mereka pahami (*problem solving*). Kesadaran akan kekurangan pada diri merupakan suatu wahana untuk melakukan perbaikan, proses ini memberikan tanggung jawab langsung kepada diri siswa bersangkutan untuk menjalani proses dan mencapai produk belajar yang optimal (Grotzer & Mittlefehldt, 2012:95). Tahap ke-7 mengkomunikasikan dilakukan setelah semua informasi terkumpul serta dianalisis kebenarannya. Kegiatan ini bertujuan untuk saling bertukar informasi atas informasi/hasil yang telah mereka peroleh. Tahapan ke-8 mengevaluasi bertujuan untuk *mereview* semua kegiatan yang telah dilaksanakan dari awal hingga akhir, apabila terdapat kesalahan baik pada langkah maupun informasi siswa dapat menuliskan dan menyampaikan pada guru untuk selanjutnya dilakukan perbaikan pada sintaks selanjutnya.

Step 6, Assosating is not only about the activities in collecting information/just assosiating, but also guide teh students to recheck information comprehension that they are gotten (comprehend) and looking for the problem solving about the information that has not been understood (problem solving). The awareness of self waeknesses is a mode in doing the enhancement, this process gives the responsibility directly to the students to do the process and reach optimal learning product (Grotzer & Mittlefehldt, 2012:95). Step 7 communicating is done after all informations are collected and analyzed the truth. This activity aimed to exchange each other of information/result obtained. Step 8 Evaluating aimed to review all of activities that has been done from beginning to ending, if there are the mistakes from both on the steps or the informations, the students can write and explain to the teachers and next, doing the enhancement on next syntax.

Terakhir, Tahap ke-9 pada strategi SRLBS memberikan suatu perbaikan perencanaan dalam menjawab rumusan pertanyaan. Tahapan ini diletakkan terakhir, karena kegiatan perbaikan/modifikasi tentunya berdasarkan hasil evaluasi yang telah dilaksanakan. Perbaikan ini tentunya diberikan jika siswa mengalami suatu kendala atau kesalahan dalam mencapai tujuan pembelajaran yang diharapkan. Perbaikan ini dapat berupa merevisi strategi yang mereka gunakan, dan memperbaiki hasil informasi yang telah mereka peroleh. Modul bilingual SRLBS ini juga dilengkapi dengan KD, indikator, uraian materi, rangkuman, info biologi, tes formatif, petunjuk penilaian, tugas individu, refleksi diri, kunci jawaban, glosarium dan daftar pustaka. Modul bilingual SRLBS bertujuan untuk memberikan *impact* bagi siswa dalam bentuk peningkatan kemampuan metakognitif, penguasaan konsep biologi, dan kemampuan berbahasa asing dengan melaksanakan seluruh rangkaian proses pembelajaran secara sistematis.

Finally, Step 9 on SRLBS strategy gives a planning improvement in answering questions formulation. This step is taken place at last, because improvement/modification activities based on evaluation result that has been done. This improvement given if the students meet some obstacles and problems in reaching expected learning objectives This Improvement can revise the strategy that they used, and repair information result that has been gotten. This SRLBS bilingual module also completed by KD, Indicator, material description, summary, biology info, formative

test, Assessment guide, Individual task, self reflection, Answer keys, glosary and bibliography. SRLBS Bilingual Module aimed to give the impact for the students in form of Metacognitive ability enhancement, Mastery Biology concept, and foreign language ability by doing whole learning process sistematically.

Akhir kata, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penulisan modul ini serta mengharapkan kritik dan saran yang membangun sebagai perbaikan agar modul ini menjadi lebih baik lagi.

The last word, the writers thanked to all participants who have helped in writing this module and expect criticism and suggestions as the improvement for better module.

Palembang, Februari 2018
Palembang, February 2018

Penulis
The Writers

Petunjuk Penggunaan Modul SRLBS

The Instructions for Using SRLBS Module

(Analisis Topik, Mengamati, Menanya, Merencanakan, Mengumpulkan Informasi, Mengasosiasikan, Mengkomunikasikan, Mengevaluasi, dan Memodifikasi)
(Analysing Topic, Observing, asking, planning, collecting information, associating, communicating, evaluating, and modifying)

1. Siswa membaca dengan teliti setiap petunjuk yang tertulis di dalam modul sebelum melaksanakan kegiatan
The Students read every instructions carefully that written on module before do the activities.
2. Siswa melakukan setiap kegiatan yang terdapat dalam modul sesuai tahap-tahap yang tertulis secara sistematis
The Students do every activity contained on module appropriate to the steps that written systematically.
3. Siswa membaca wacana yang terdapat dalam modul, lalu menganalisis permasalahan sesuai dengan wacana yang telah disajikan (sintaks 1)
The Students read the text contained on module, and analyze the problems that appropriate to the presented text (syntax 1)
4. Siswa mengamati permasalahan melalui gambar yang disajikan (sintaks 2)
The Students observe the problems through the presented (syntax 2)
5. Siswa membuat pertanyaan yang didasarkan pada permasalahan yang disajikan (sintaks 3)
The Students make the questions based on the presented problems (syntax 3)
6. Siswa melakukan diskusi kelompok untuk menentukan rencana kegiatan pemecahan masalah/strategi pemecahan masalah terkait dengan pertanyaan yang didapat (sintaks 4)
The Students do group discussion to determine the activity plan of solving problem/solving problem strategy related to the questions that are gotten (syntax 4)
7. Siswa mengumpulkan informasi melalui studi pustaka untuk menunjang hasil penelitian (sintaks 5)
The Students collect the informations through literature view to support research result (syntax 5)
8. Siswa mengolah/menyusun informasi yang telah terkumpul dan dianalisis kebenarannya sebagai jawaban dari pertanyaan yang dibuat (sintaks 6)
The Students manage/arrange the collected information and analyzed the truth as the answer of the created information. (syntax 6)

9. Siswa mengkomunikasikan hasil yang mereka peroleh kepada siswa lainnya (sintaks 7)
The Students communicate the result that they have obtained to other students. (syntax 7)
10. Siswa mereview semua kegiatan yang telah dilaksanakan dari awal hingga akhir (langkah dan informasi) (sintaks 8)
The Students review all of activities that have been done from beginning to the last (syntax 8)
11. Siswa melakukan memodifikasi/perbaikan berdasarkan hasil evaluasi (sintaks 9)
The Students do the modification/enhancement based on evaluation result (syntax 9)
12. Siswa boleh melakukan diskusi apabila mengalami kesulitan.
The Students may do discussion if they meet the difficulty.
13. Siswa mempelajari materi sampai tuntas sebelum beranjak ke bab berikutnya
The Students study the material completely before going to next
14. Siswa mengerjakan semua soal yang terdapat dalam modul
The Students do all of questions contained on module.
15. Siswa mengumpulkan modul untuk selanjutnya diperiksa oleh guru
The Students collect module and check by the teacher.

Kegiatan
1/Activity 1

Pencemaran **Air** **Water** **Pollution**

A. Deskripsi Singkat/Short Description

Perubahan lingkungan identik dengan adanya sebuah pencemaran. Berdasarkan tempatnya, pencemaran terbagi menjadi 3, yakni (1) pencemaran air, (2) tanah, (3) udara dan (4) suara. Pencemaran air merupakan pokok bahasan pertama yang akan dipelajari. Pencemaran ini paling sering ditemui untuk wilayah Sumatera Selatan yang dikelilingi oleh Sungai. Pencemaran ini bisa terjadi karena banyaknya polutan yang masuk dan menyebabkan air tidak dapat digunakan sebagaimana mestinya. Beberapa bahan yang menyebabkan terjadinya pencemaran air antara lain: (1) limbah pabrik, (2) detergen, (3) minyak, dan (4) pestisida.

Environmental change is identic with the existence of a pollution. Based on the area, pollution is divided into 3, namely (1) water, (2) land, (3) air and (4) sound. Water pollution is the first subject that will be studied. This pollution is most commonly encountered for South Sumatra area surrounded by a river. This pollution can occur because of large number of pollutants that enter and cause water can not be used properly. Some of the substances that cause water pollution include: (1) factory waste, (2) detergents, (3) oils, and (4) pesticides.

B. Relevansi/Relevance

Materi ini akan menjelaskan penyebab pencemaran air, upaya pencegahan, dan solusi. Pengetahuan awal tentang pencemaran air dapat membantu siswa dalam mempelajari materi pencemaran yang lain, seperti udara maupun tanah yang

akan dibahas pada materi selanjutnya. Selanjutnya akan dijelaskan mengenai indikator pencapaian kompetensi dan tujuan pembelajaran.

This material will explain water pollution causes, prevention efforts, and solutions. Initial knowledge about water pollution can help students in studying other pollution material, such as air or soil which will be discussed in the next material. Furthermore, it will be explained about indicators of competence achievement and learning objectives.

C. Analisis Topik / *Topic Analysis*

Kegiatan analisis topik merupakan langkah pertama dalam pembelajaran strategi SRLBS. Kegiatan ini akan membantu siswa untuk memahami tujuan pembelajaran yang sedang berlangsung. Kegiatan ini akan memaparkan dua hal yakni (1) indikator pencapaian kompetensi dan (2) tujuan pembelajaran.

Topic analysis activity is the first step in learning SRLBS strategy. This activity will help students to understand ongoing learning objectives. This activity will describe two things: (1) Competency achievement indicators and (2) learning objectives.

1. Indikator Pencapaian Kompetensi/ *Indicator of Competency Achievements*

- 3.11.1. Siswa dapat menjelaskan definisi pencemaran air

The Students can explain the definition of water pollution.

- 3.11.2. Siswa dapat menjelaskan faktor penyebab pencemaran air

The Students can explain cause factors water pollution.

- 3.11.3. Siswa dapat menganalisis dampak yang terjadi akibat pencemaran air

The Students can analyze the impact that occur cause water pollution.

- 3.11.4. Siswa dapat menganalisis upaya pencegahan terhadap pencemaran air

The Students can analyze prevention effort for water pollution.

- 3.11.5. Siswa dapat menyimpulkan solusi terhadap pencemaran air

The Students can conclude the solution for water pollution.

- 4.11.1. Siswa dapat merancang percobaan pencemaran air

The Students can design the water pollution observation.

4.11.2. Siswa dapat melakukan percobaan pencemaran air

The Students can do the water pollution observation.

4.11.3. Siswa dapat mengkomunikasikan hasil percobaan dalam bentuk presentasi

The Students can communicate the observation result in presentation.

4.11.4. Siswa dapat menyajikan gagasan solusi (modifikasi) kegiatan pencemaran air

The Students can present the solution idea (modification) of water pollution activity.

2. Tujuan Pembelajaran/ *Learning Objective*

3.11.1. Siswa dapat menjelaskan definisi pencemaran air melalui kegiatan diskusi dengan benar

The Students can explain water pollution definition through discussion activity correctly.

3.11.2. Siswa dapat menjelaskan faktor penyebab pencemaran air melalui diskusi kelompok dengan benar

The Students can explain factors cause water pollution through group discussion correctly.

3.11.3. Siswa dapat menganalisis upaya pencegahan terhadap pencemaran air melalui diskusi kelompok dengan benar.

The Students can analyze the prevention effort for water pollution through group discussion correctly.

3.11.4. Siswa dapat menyimpulkan solusi terhadap pencemaran air melalui kegiatan diskusi kelompok dengan benar

The Students can conclude the solutions for water pollution through group discussion correctly.

4.11.1. Siswa dapat merancang percobaan pencemaran air melalui kegiatan praktikum dengan benar

The Students can design water pollution observation through practice activities correctly.

4.11.2. Siswa dapat melakukan kegiatan percobaan pencemaran air dengan benar

The Students can do observation activities of water pollution correctly.

4.11.3. Siswa dapat mengkomunikasikan hasil percobaan dalam bentuk presentasi dengan benar.

The Students can communicate observation result in presentation correctly.

4.11.4. Siswa dapat menyajikan gagasan solusi (modifikasi) kegiatan pencemaran air melalui kegiatan diskusi dengan benar.

The Students can present solution idea (modification) of water pollution activities through discussion activity correctly.

Uraian Materi

Material Description

A. Definisi Pencemaran Air/*Definition of Water Pollution*

Air adalah salah satu komponen yang penting dan mutlak diperlukan semua makhluk hidup. Setiap aktivitas manusia seperti minum, memasak, mandi, dan kegiatan di persawahan membutuhkan air. Air merupakan sumber daya alam yang dapat diperbaharui dan tersedia melimpah dalam jumlah yang konstan dan memiliki siklus tetap. Namun, saat ini jumlah air jernih yang tersedia sudah berkurang jumlahnya karena berbagai faktor. Kriteria air yang jernih dan tidak tercemar ada 3 yaitu: tidak berwarna, berbau, dan tidak berasa. Apabila salah satu kriteria tersebut tidak terpenuhi, maka air dikatakan tercemar atau terkena polusi.

Water is one of the most important and absolute components that is required for all the living things. Every human activity such as drinking, cooking, bathing, and activities in the rice fields requires water. Water is a natural resource that can be renewed and available abundant in a constant amount and it has a fixed cycle. However, the current amount of clear water available is reduced in number due to various factors. The criteria of clear and uncontaminated water are 3, namely: colorless, smelly, and tasteless. If one of these criteria is not met, then water is said to be polluted or exposed to pollution.

Definisi pencemaran air mengacu pada definisi lingkungan hidup yang ditetapkan dalam UU tentang lingkungan hidup yaitu UU No. 23/1997. Dalam PP No. 20/1990 tentang Pengendalian Pencemaran Air, pencemaran air didefinisikan sebagai; “Pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya” (Pasal 1, angka 2).

Water pollution definition refers to life environment definition specified in the Law on environment that is Law no. 23/1997. In PP no. 20/1990 about Water Pollution Control, water pollution is defined as; "Water pollution is entry or inclusion of living things, substances, energy

and or other components into the water by human activities so that water quality drops to a certain level that cause water is unfunction anymore in according to this purpose" (Article 1, item 2).

Pencemaran air dapat menimbulkan masalah, baik regional maupun global, dan sangat berhubungan dengan pencemaran udara serta penggunaan lahan tanah atau daratan. Walaupun air merupakan sumber daya alam yang dapat diperbaharui, tetapi air mudah terkontaminasi oleh aktivitas manusia untuk tujuan yang bermacam-macam sehingga dengan mudah dapat tercemar (Darmono, 1995). Indikator yang umum diketahui pada pemeriksaan pencemaran air adalah pH atau konsentrasi ion hydrogen, oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen* atau DO), kebutuhan oksigen biokimia (*Biochemiycal Oxygen Demand* atau BOD) serta kebutuhan oksigen kimiawi (*Chemical Oxygen Demand* atau COD).

Water pollution can cause some problems, both regional and global, and it was much related to air pollution and the use of land and mainland. Although water is renewable natural resource, but water is contaminated easily by human activities for various purposes that can be polluted aesity (Darmono, 1995). General Indicator known at water pollution inquiry is PH or ion hydrogen consentration, Dissolved Oxygen (Dissolved Oxygen or DO), Biochemiycal Oxygen Demad (Biochemiycal Oxygen Demand or BOD) and Chemical Oxygen Demand (Chemical Oxygen Demand or COD).

B. Penyebab Pencemaran Air/ *The Cause of Water Pollution*

Banyak faktor yang mempengaruhi atau menyebabkan terjadinya pencemaran air, di antaranya:

Many factors that influence and cause water pollution are:

1. Adanya polutan yang masuk ke dalam tatanan perairan yang mengakibatkan berubahnya ekosistem dan cenderung merusak

The pollutants that enter to waters system that cause the change of ecosystem and tend to damage.

2. Masih rendahnya kesadaran manusia untuk peduli terhadap lingkungan khususnya perairan

Still low of human awareness to care the environment especially the waters.

3. Pabrik-pabrik yang kurang bertanggung jawab untuk mengolah limbahnya.

The factories that are less responsibility to process their waste.

4. Penggunaan pupuk dan pestisida yang berlebih pada kegiatan pertanian

The excessive use of fertilizer and pesticides on agriculture activities

Pencemaran air dapat terjadi disebabkan oleh berbagai hal dengan karakteristik yang berbeda-beda, antara lain (Sukarno, 1993):

Water pollution can occur due to various things with different characteristic, among others (Sukarno, 1993):

1. Sampah organik seperti air comberan menyebabkan peningkatan kebutuhan oksigen pada air yang menerimanya mengarah pada berkurangnya oksigen yang dapat berdampak parah terhadap seluruh ekosistem.

Organic trash such as ditch water cause oxygen demand enhancement on water that accept it and lead on diminished oxygen that can give an impact toward whole ecosystems.

2. Industri yang membuang berbagai macam polutan ke dalam air, limbahnya seperti logam berat, toksin organik, minyak, nutrien dan padatan. Air limbah tersebut memiliki efek termal, terutama yang dikeluarkan oleh pembangkit listrik, yang dapat mengurangi oksigen dalam air.

Industry that waste the various pollutant on the water, such as heavy metal, organic toxin, oil, nutrients and solids. The waste water has thermal effect, especially that be issued by power plants that can reduce oxygen on water.

C. Dampak Pencemaran Air/ *The Impact of Water Pollution*

Pencemaran air memiliki dampak sangat luas. Misalnya dapat meracuni air minum, meracuni makanan hewan, menjadi penyebab ketidakseimbangan ekosistem sungai dan danau. Kegiatan pertanian juga menyebabkan terjadinya pertumbuhan tanaman air yang tidak terkendali yang disebut eutrofikasi (*eutrofication*). Eutrofikasi dapat menyebabkan oksigen yang seharusnya digunakan bersama oleh seluruh hewan/tumbuhan air, menjadi berkurang. Ketika tanaman air tersebut mati, dekomposisinya menyedot lebih banyak oksigen. Akibatnya ikan akan mati dan aktivitas bakteri akan menurun.

Water pollution has very wide impact. For example, it can poison drinking water, poisoning animal foods, causing an imbalance of the river and lake ecosystems. Agricultural activity also causes uncontrolled growth of aquatic plants called eutrophication (eutrofication). Eutrophication can cause oxygen that should be shared by all animals / aquatic plants, being reduced. When the water plant has died, its decomposition sucks more oxygen. As a result the fish will die and bacterial activity will decrease.

Kementerian Lingkungan Hidup (2004) juga menjelaskan dampak pencemaran terbagi menjadi 4 kategori, yaitu:

The Ministry of Environment (2004) also explains the pollution impacts, divided into 4 categories, as follows:

1. Dampak terhadap kehidupan biota air/ *The Impact on water biota life*

Pada pembahasan sebelumnya telah diketahui bahwa eutrofikasi dapat menyebabkan oksigen di dalam air menjadi berkurang. Sehingga menyebabkan kehidupan dalam air yang membutuhkan oksigen akan terganggu serta mengurangi perkembangannya. Selain itu kematian biota air juga dapat disebabkan adanya zat beracun yang juga menyebabkan kerusakan pada tanaman dan tumbuhan air.

On Previous discussion, it has been known that eutrophication can reduce the oxygen in the water. So that life in the water that requires oxygen will be disrupted and reduce its development. In addition, water biota death also can be caused by toxic substances that also cause the damage to plants and aquatic plants.

2. Dampak terhadap kualitas air tanah/ *The Impact on Soil Water Quality*

Pencemaran air tanah dapat disebabkan oleh tinja yang biasa diukur dengan *faecal coliform* telah terjadi dalam skala yang luas.

Soil water pollution can be caused by the feces that usual measured by faecal coliform has been happened in large scale.

3. Dampak terhadap kesehatan/ *The Impact on health*

Air adalah komponen penting bagi keberlangsungan makhluk hidup, sehingga apabila air tersebut tercemar maka secara tidak langsung akan berdampak pada kesehatan makhluk hidup. Air merupakan media untuk hidup vektor penyakit. Penyakit ini dapat menyebar bila mikroba penyebabnya dapat masuk ke dalam sumber air yang dipakai masyarakat untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Adapun beberapa penyakit bawaan air dan agennya tersaji pada tabel 1.1 Berikut:

Water is the important component for living things survival, so that if the water is polluted, so undirectly will impact to living things health. Water is media for disease vector to live. This disease can spread if the cause is microba that can be entered into water source that used by people for complying the daily needs. As for some diseases of water congenital and its agent are presented on table 1.1 below:

Tabel 1.1 Penyakit Bawaan Air dan Agennya/ *Table.1.1. water inbred diseases and the agents.*

Agen	<i>Agent</i>	Penyakit	<i>Disease</i>
Virus	<i>Virus</i>		
Rotavirus	<i>Rotavirus</i>	Diare pada anak	<i>Diarrhea in children</i>
Virus hepatitis A	<i>Virus hepatitis A</i>	Hepatitis A	<i>Hepatitis A</i>
Virus Poliomyelitis	<i>Virus Poliomyelitis</i>	Polio (myelitis anterior acuta)	<i>Polio (myelitis anterior acuta)</i>
Bakteri	<i>Bacteria</i>		
<i>Vibrio cholerae</i>	<i>Vibrio cholera</i>	Cholera	<i>Cholera</i>
<i>Escherichia Coli</i>	<i>Escherichia Coli</i>	Diare/Dysenterie	<i>Diare/Dysenterie</i>
Enteropatogenik	<i>Enteropatogenik</i>		
<i>Salmonella typhi</i>	<i>Salmonella typhi</i>	Thypus abdominalis	<i>Thypus abdominalis</i>
<i>Salmonella paratyphi</i>	<i>Salmonella paratyphi</i>	Paratyphus	<i>Paratyphus</i>
<i>Shigella dysenteriae</i>	<i>Shigella dysenteriae</i>	Dysentrie	<i>Dysentrie</i>
Protozoa	<i>Protozoa</i>		
<i>Entamuba histolytica</i>	<i>Entamuba histolytica</i>	Dysentrie amoeba	<i>Dysentrie amoeba</i>
<i>Balantidia coli</i>	<i>Balantidia coli</i>	Balantidiasis	<i>Balantidiasis</i>
<i>Giarda lamblia</i>	<i>Giarda lamblia</i>	Giardiasis	<i>Giardiasis</i>

Metazoa	<i>Metazoa</i>		
<i>Ascaris lumbricoides</i>	<i>Ascaris lumbricoides</i>	Ascariasis	<i>Ascariasis</i>
<i>Clonorchis sinensis</i>	<i>Clonorchis sinensis</i>	Clonorchiasis	<i>Clonorchiasis</i>
<i>Diphyllobothrium latum</i>	<i>Diphyllobothrium latum</i>	Diphyllobothriasis	<i>Diphyllobothriasis</i>
<i>Taenia saginata/solium</i>	<i>Taenia saginata/solium</i>	Taeniasis	<i>Taeniasis</i>
<i>Schistosoma</i>	<i>Schistosoma</i>	Schistosomiasis	<i>Schistosomiasis</i>

(Sumber: Kementerian Lingkungan Hidup, 2004)

(Source: Kementerian Lingkungan Hidup, 2004)

4. Dampak terhadap estetika lingkungan/ *The Impact on Environment Aesthetic*

Pencemaran air disebabkan oleh berbagai faktor, misalnya limbah rumah tangga, pabrik, pertanian, dan lain-lain. Semua limbah tersebut apabila dibuang di lingkungan perairan dapat menyebabkan perairan semakin tercemar. Dampaknya terjadi penumpukan limbah, bau menyengat serta penurunan estetika lingkungan.

Water pollution is caused by various factors, such as household waste, factory, agriculture, and so on. If all of waste are thrown away in waters, it can cause the waters is increasingly polluted. The impacts are build up of waste, stinging smell, and environment aesthetic decrease.

A. Upaya Pencegahan Pencemaran Air/ *The Prevention Efforts of Water Pollution*

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas dan Pengendalian Pencemaran Air. Pemerintah telah berupaya melakukan pengendalian pencemaran air melalui kegiatan Program Kali Bersih (PROKASIH). Program ini merupakan upaya untuk menurunkan beban limbah cair khususnya yang berasal dari kegiatan usaha skala menengah dan besar, serta dilakukan secara bertahap untuk mengendalikan beban pencemaran dari sumber-sumber lainnya. Program ini juga berusaha untuk menata pemukiman di bantaran sungai dengan melibatkan masyarakat setempat (Kementerian Lingkungan Hidup, 2004).

Based on the Government Regulation No. 82 tahun 2001 about quality management and water pollution control, The Government has tried to do water pollution control through PROKASIH program. This program is an effort to reduce liquid waste load especially that come from medium and large scale businesses activities, and done continually to control the pollution from another sources. This program also tries to organize the settlement in the riverbanks by involving local community. (Kementerian Lingkungan Hidup, 2004).

Pada prinsipnya ada 2 (dua) usaha yang dapat dilakukan untuk menanggulangi pencemaran, yaitu secara non-teknis dan secara teknis.

In Principle, there are 2 efforts that can be done to overcome pollution, there are non-technically and technically.

1. Penanggulangan secara non-teknis merupakan usaha yang dilakukan untuk mengurangi pencemaran lingkungan dengan cara menciptakan peraturan perundangan. Meliputi: merencanakan, mengatur dan mengawasi segala macam bentuk kegiatan industri dan teknologi sehingga tidak terjadi pencemaran. Peraturan perundangan ini hendaknya dapat memberikan gambaran secara jelas tentang kegiatan industri yang akan dilaksanakan, misalnya meliputi AMDAL, pengaturan dan pengawasan kegiatan dan menanamkan perilaku disiplin.

Non-technically Prevention is the effort that is done to decrease environment pollution by creating the regulations, include: planning, organizing, and supervising all of industry and technology activities so that there is no the pollution. This regulation should be able to give description obviously about industry activities that will be implemented, such as including AMDAL, Settlement and supervision of activities and instilling dicipline behavior.

2. Penanggulangan secara teknis bersumber pada perlakuan industri terhadap perlakuan buangnya, misalnya dengan mengubah proses, mengelola limbah atau menambah alat bantu yang dapat mengurangi pencemaran.

Technically Prevention is sourced on industry treatment to the waste treatment, such as by changing the process, managing the waste or adding the aids that can decrease the pollution.

Upaya lain yang dapat dilakukan untuk mencegah dan mengatasi pencemaran air, antara lain (Sukarno, 1993):

Other effort that can be done to prevent and cope water pollution, among others (Sukarno, 1993):

1. Menempatkan daerah industri atau pabrik jauh dari daerah pemukiman atau perumahan

Locating the industry and factory area away from residential area or housing.

2. Pembuangan limbah industri diatur sehingga tidak mencemari lingkungan atau ekosistem

Wasting disposal of Industry is arranged so it does not pollute environment or ecosystem.

3. Pengawasan terhadap penggunaan jenis- jenis pestisida dan zat – zat kimia lain yang dapat menimbulkan pencemaran

Controlling the use of pesticide types and other chemical substances that can cause the pollution.

4. Memperluas gerakan penghijauan

Expending the greening movement

5. Tindakan tegas terhadap perilaku pencemaran lingkungan

The firm action for environment pollution behavior.

6. Memberikan kesadaran terhadap masyarakat tentang arti lingkungan hidup sehingga manusia lebih mencintai lingkungannya

Giving the society's awareness about the meaning of life environment so that the human is love the environment more.

7. Melakukan intensifikasi pertanian

Doing the agriculture intensification

Pada hakikatnya upaya pencegahan dan penanggulangan pencemaran air dapat dimulai dari diri kita sendiri. Misalnya dengan tidak membuang limbah (rumah tangga, pabrik, dan pertanian) pada area perairan. Hal mengurangi produksi sampah yang kita hasilkan setiap hari serta melakukan kegiatan daur ulang (*recycle*) dan mendaur pakai (*reuse*) sampah menjadi sesuatu yang lebih berguna. Serangkaian upaya pencegahan pencemaran ini dilakukan agar pencemaran dapat berkurang dan didapat sumber air yang aman, bersih dan sehat (Warlina, 2004).

In essence, the prevention effort and the control of water pollution can be started from ourselves. For example, by not throwing the waste (household, factory, and agriculture) on the waters. Reducing the waste production that we produce everyday and doing recycle, reuse the waste to be something that is more useful. Some of these prevention efforts are done in order the pollution can be reduced and it will be gotten, fresh, and health water source (Warlina, 2004).

D. Solusi Pencemaran Air/ *The solution of water pollution*

Beberapa strategi yang dapat dilakukan sebagai bentuk solusi mengatasi pencemaran air, antara lain (Herlambang, 2006):

Some strategies that can be done as the solution for resolving water pollution, as follows. (Herlambang, 2006):

1. Pengaturan Tata Ruang/ *Spatial Setting*

Tata Ruang memegang peranan penting dalam pengelolaan lingkungan. Tata Ruang yang baik mengatur pemanfaatan ruang dengan mempertimbangkan beban lingkungan yang akan muncul jika ruangnya sudah terpakai. Tata Ruang yang berwawasan lingkungan akan menghasilkan model-model kota atau desa yang akrab dengan lingkungan. Pengaturan tata ruang dapat dilakukan dengan bantuan penegak hukum dan pembinaan secara konsisten.

Spatial has important role in environment management. Good spatial sets the space utilization by considering environment burden that will occur if the space has been used. The insigthful spatial will produce city models or village that is better for environment. The spatial setting can be done by helping of law enforcement and founding consistently.

2. Aspek Legal: Pembinaan dan Penegakan Hukum/ *Legal aspect: The Law Enforcement and Founding*

Pelanggaran lingkungan banyak terjadi karena sebagian masyarakat belum membaca atau memahami peraturan-peraturan yang ada serta penegakan hukum yang belum maksimal. Penegakan peraturan harus diikuti pula oleh monitoring yang handal untuk mendukung data-data pencemaran. Penegakan hukum dilakukan agar seluruh lapisan masyarakat dapat menyadari pentingnya air bersih bagi kelangsungan hidup sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun

2001. Dalam pasal 8, PP No 82 Tahun 2001 dikenal kriteria mutu air berdasarkan kelas, klasifikasinya adalah sebagai berikut.

Many environmental violations occur because some people have not read or understood the existing regulations and the law enforcement has not been maximized. Regulatory enforcement must also be followed by reliable monitoring to support pollution data. Law enforcement is carried out so that all levels of society can realize the importance of clean water for survival in accordance with Government Regulation Number 82 in 2001. In article 8, PP No. 82 of 2001 is known as a class of water quality criteria, the classification is as follows.

Kelas satu, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut

Class one, the water whose designation can be used for raw water for drinking water, and / or other uses that require the same water quality as these uses

- a. Kelas dua, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana / sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan ,air untuk mengairi pertamanan, dan atau peruntukkan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;

Class Two, water whose designation can be used for water recreation infrastructure or facilities, freshwater fish cultivation, livestock, water to irrigate landscaping, and or other uses that require the same water quality as these uses;

- b. Kelas tiga, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertamanan, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan air yang sama dengan kegunaan tersebut;

Class three, water whose designation can be used for the cultivation of freshwater fish, livestock, water to irrigate landscaping, and or other uses which require the same water as these uses;

- c. Kelas empat, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi, pertamanan dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Class Four, water whose designation can be used for irrigating, landscaping and / or other uses that require the same water quality as those uses.

3. Baku Mutu / *Quality Standard*

Standard buangan mengacu pada standard baku mutu. Untuk baku mutu buangan tergantung kepada jenis kegiatannya, misalnya:

The waste Standard refers to quality basic standard. For waste quality basic depends on types of activities, for examples:

- a. Baku mutu limbah cair bagi Kegiatan Industri diatur oleh KEPMEN LH Nomor 51/MENLH/10/1995;

The quality basic of liquid waste for industry activity regulated by KEPMEN LH Nomor 51/MENLH/10/1995;

- b. Baku mutu limbah cair bagi kegiatan hotel diatur oleh KEPMEN LH Nomor 52/MENLH/10/1995;

The quality basic of liquid waste for hotel activity regulated by KEPMEN LH Nomor 52/MENLH/10/1995;

- c. Baku mutu limbah cair bagi kegiatan rumah sakit diatur oleh KEPMEN LH Nomor 58/MENLH/12/1995;

The quality basic of liquid waste for the hospital regulated by KEPMEN LH Nomor 58/MENLH/12/1995;

- d. Baku mutu limbah cair bagi kegiatan minyak dan gas serta panas bumi diatur oleh KEPMEN LH Nomor 42/MENLH/10/1996.

The quality basic of liquid waste for the activity of oil, gas, and geothermal regulated by KEPMEN LH Nomor 42/MENLH/10/1996.

- e. Baku mutu limbah domestik belum diatur secara khusus. Namun demikian baku mutu yang lebih mendekati untuk limbah domestik adalah baku mutu limbah hotel, yang diatur dalam KEPMEN LH Nomor 52/MENLH/10/1995.

The quality basic of domestic waste has not been regulated yet particularly. But, the quality basic is closer for domestic waste is quality basic of hotel waste that regulated by KEPMEN LH Nomor 52/MENLH/10/1995.

Setiap kegiatan yang dilakukan memiliki standar baku masing-masing, sehingga tidak lagi ada alasan bagi oknum atau pihak yang melakukan kegiatan pencemaran dan merusak lingkungan dengan alasan tidak tahu.

Every activity that is done has its own standard, so that there is no reason for any person or party to do pollution and damage the environment by not knowing reason.

4. Perlindungan Sumber Air/ *Water Source Protection*

Perlindungan sumber air meliputi perlindungan daerah resapan air dengan cara pembatasan bangunan, pelarangan penebangan hutan, dan pembukaan hutan. Penguasaan sumber-sumber air oleh individu atau pengambilan yang berlebihan, perlindungan dari pencemaran baik oleh domestik maupun oleh Industri. Sebagai langkah pencegahan sumber air perlu dilindungi dari pencemaran pemerintah telah menetapkan perlindungan Sumberdaya Air melalui Undang-undang Nomor 7 tahun 2004.

Protection of water sources includes protection of water catchment areas by building restrictions, banning logging and clearing forests. Mastery of water sources by individuals or over-taking, protection from pollution by both domestic and by the Industry. As a precautionary measure, water sources need to be protected from pollution, the government has determined the protection of Water Resources through Law No. 7 of 2004.

5. Monitoring dan Evaluasi / *Monitoring and Evaluation*

Penegakan hukum akan terlaksana dengan baik apabila diimbangi dengan kegiatan monitoring dan evaluasi. Kegiatan ini dilakukan untuk mencegah terjadinya pelanggaran oleh oknum atau pihak yang tidak bertanggungjawab. Data hasil monitoring sangat berguna untuk evaluasi kegiatan atau program yang telah dan sedang berjalan, apakah ada perbaikan kondisi lingkungan atau tidak.

The law enforcement will be done well I fit is balanced by monitoring and evaluating activities. This activity is done to prevent the occurrence of violation by irresponsibility person or

party. The data of Monitoring result is very useful for activity evaluation or the program that has been and running. Is there any improvement of environment condition or not.

6. Kelembagaan/ *Institutional*

Kelembagaan sangat menentukan dalam pengelolaan lingkungan, misalnya: Kementerian Lingkungan Hidup, Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup (BPLHD), dan lain-lain. kelembagaan dan seluruh lapisan masyarakat dapat secara bersama-sama berperan lebih aktif dalam perbaikan lingkungan.

Institutional is very decisive in environmen management. For example, Ministry of Environment, Environmental management Department (BPLHD), and others. The institutional and whole society can be more active together in improvement the environment.

7. Kelompok Sadar Lingkungan dan Lembaga Swadaya Masyarakat/ *The Environment Awareness Group and Non-Governmental Organization*

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, bahwa sebuah program tidak akan berjalan dengan baik tanpa kerjasama dan bantuan dari semua lapisan masyarakat, termasuk kegiatan kegiatan penanganan lingkungan. Pembentukan Kelompok Sadar Lingkungan (Darling) dan LSM bertujuan untuk menciptakan lingkungan yang lebih baik, berkembang dan sehat.

As mentioned previously, a program will not work properly without the cooperation and assistance of all society levels, including environment management activities. The establishment of Environmental Awareness Group (Darling) and LSM aimed to create a better, developed and healthy environment.

8. Produksi Bersih/ *Clean production*

Produksi bersih merupakan kegiatan internal dari pemilik usaha, mulai dari pemilihan bahan baku, pemilihan proses yang akrab lingkungan, pengepakan, sampai dengan proses pengiriman produk. Produksi bersih merupakan langkah awal yang harus diperhatikan oleh semua pihak industri agar mereka lebih waspada terhadap proses yang akan dilakukan akrab lingkungan atau tidak, sehingga tidak menyebabkan terjadinya pencemaran.

Clean production is the owner's internal product, start from the selection of raw materials, the process selection that environment friendly, packing, until product delivery process. Clean production is the first step that must be attended by all industry parties so that they are more careful to the process that will be done by environment friendly or not, so that is not cause the pollution.

9. Teknologi Pengolahan Limbah/ *The technology of waste processing*

Teknologi Pengolahan Limbah memiliki banyak macam dan ragamnya. Setiap jenis limbah mempunyai kekhususan dalam teknologi, tergantung jenis limbah yang akan diolah dan tingkat kesulitan dalam pengolahan. Pemilihan teknologi pengolahan harus disesuaikan dengan karakter limbah yang akan diolah. Dengan mengetahui karakter limbah maka akan menentukan proses pengolahan limbah yang akan dilakukan, waktu yang dibutuhkan untuk proses pengolahan, bahan dan energi yang akan digunakan, serta biaya konstruksi dan operasi yang akan dikeluarkan.

The technology of waste processing has many types. Every type has the specificity in technology, depends on waste type that will be proceed and the difficulty type in processing. The selection of processing technology must be adjusted by waste characters that will be produced. By knowing waste character so will determine the process of waste processing that will be done, the time that will be used, and the construction cost and the operation that be taken out.

10. Pajak dan Bank Lingkungan / *The Tax and Environment Bank*

Bank Lingkungan digunakan untuk mengumpulkan dana dari Pajak Lingkungan untuk mendanai perbaikan lingkungan dan pembangunan Industri lingkungan. Perbaikan lingkungan diharapkan dapat mengatasi masalah lingkungan yang ada serta berdampak bagi kesejahteraan bersama.

Environment Bank is used for collecting the data from Environment tax to fund environment repair and environment industry developement. The environment repair is expected can resolve environment problems that are exist, and impacted to commonweal.

11. Industri Lingkungan / *Environment Industry*

Permasalahan lingkungan bukan hanya menjadi urusan atau tanggung jawab pemerintah, tapi seluruh lapisan masyarakat. Pembangunan Industri yang bergerak di bidang lingkungan juga merupakan solusi yang tepat dilakukan, tujuannya agar industri tersebut dapat menjadi partner pemerintah dalam mengatasi masalah lingkungan.

The environment problems are not only becomes the government's business and responsibility, but also whole society. The building of Industry that engages in the enviroment field is the right solutions to be done. the purpose is to make that industry becomes the government partner in facing environment problems.

Pengamatan/ *Observation*

Perhatikan Wacana di Bawah Ini!/ Pay attention to this text !

Pencemaran sungai yang terjadi di wilayah Jakarta Barat ternyata sebagian besar disebabkan oleh limbah rumah tangga, yakni dari sabun cuci pakaian atau detergen sejenisnya. Kepala Kantor Lingkungan Hidup (KLH) Kota Administrasi Jakarta Barat Supardiyo mengatakan pencemaran yang disebabkan oleh limbah rumah tangga mencapai 85 persen. “Usaha ‘laundry’ (binatu) paling banyak menggunakan detergen dan sulit untuk kami kendalikan,” kata Supardiyo, di Jakarta, Senin (27/10).

River pollution that happens in West Jakarta region, it turns out the majority caused by household waste, namely detergent. Head Office of life environment (KLH) Administration city of west Jakarta Supardiyo says the pollution that caused by household waste reached 85%. “Laundry (binatu) business is more widely using detergent and it is hard for us to controlled,” said Supardiyo, at Jakarta, Monday (27/10).

Busa yang dikeluarkan saat pemakaian sabun cuci, kata dia, merupakan zat kimia berbahaya yang dapat membunuh hewan yang hidup di sungai. “Di sungai ini hanya mampu hidup ikan sapu-sapu dan lele, sedangkan ikan lainnya seperti ikan mas tidak dapat hidup,” ujarnya. Dia mengungkapkan tingkat pencemaran sungai-sungai di wilayah Jakarta rata-rata mencapai 45-50 persen. Supardiyo mengatakan pihaknya sulit untuk mengendalikan penggunaan sabun cuci di rumah warga karena terjadi secara terus-menerus. “Bagi masyarakat sabun cuci ini suatu kebutuhan yang tidak bisa ditinggalkan,” ujarnya. Selain sabun cuci pakaian, katanya, sabun pencuci rambut juga berpotensi mengakibatkan pencemaran sungai. “Busa shampoo ini mengandung zat-zat kimia yang berbahaya bagi makhluk hidup di sungai,” katanya.

The foam which are issued while the usage of detergent, said him, it is danger chemical substances that can kill animal that live in the river. “In the river is only plecos fish and catfish that are able to live, while other fish such as gold fish can not live,” he said. He explains the rivers pollution level in Jakarta avarage reach 45-50 percent. Supardiyo says his parties are difficult to control detergent usage at citizen’s home because happened continually. “For people, this detergent is a need that can no be left,” he said. Except detergent, Shampoo also potentially cause river pollution. “This shampoo foam contains the danger chemical substances for living things in the river”” he said.

Ia mengimbau masyarakat untuk menggunakan sabun cuci pakaian atau sabun pencuci rambut yang sedikit busanya untuk mengurangi tingkat pencemaran sungai. Supardiyo mengatakan sungai-sungai di Jakarta Barat juga tercemar akibat pembuangan limbah pabrik yang masuk ke sungai. Ia mengatakan perusahaan tekstil merupakan salah satu pabrik yang paling

berpotensi mencemari sungai karena banyak menggunakan bahan kimia untuk pewarnaan pakaian. “Limbah pewarnaan pada bahan pakaian itu potensi pencemarannya sangat tinggi,” katanya. Ia mengatakan para pengusaha tekstil harus mengolah terlebih dahulu limbah pabrik sebelum dibuang ke saluran air yang mengarah ke sungai (Sumber: <http://www.aktual.com/limbah-detergen-pencemar-utama-sungai-di-jakarta-barat/>)

He appealed to the people using detergent or shampoo that have little foam to reduce river pollution level. Supardiyo says the rivers at west Jakarta cause factory waste that enters to the river. He says Textile Company is one of factory that most potential to pollute the river because use many chemical materials for coloring cloth. “The coloring waste on cloth material is potentially to be high pollution. He said. He says the entrepreneurs have to precede first the factory waste before it thrown to waterways dan flow to the river (Sumber: <http://www.aktual.com/limbah-detergen-pencemar-utama-sungai-di-jakarta-barat/>)



Gambar 1.1 Aktivitas Masyarakat Menggunakan Detergen

Figure 1.1 People activity using detergent

(Sumber/Source: <http://angkitri44.web.unej.ac.id/2015/09/15/kerusakan-lingkungan-dan-solusinya/>)



Gambar 1.2 Sungai yang Tercemar Limbah Detergen

Figure 1.2 The polluted river by detergent waste

(Sumber/Source: <http://www.tribunnews.com/regional/2015/04/27/sungai-berbusa-akibat-limbah>)



Gambar 1.3 Ikan Mati Akibat Tercemar

Figure 1.3 The fish is died due to polluted

(Sumber/Source: <https://www.merdeka.com/peristiwa/tak-ada-sinar-matahari-ratusan-ton-ikan-di-waduk-cirata-mati.html>)

Berdasarkan wacana dan gambar di atas, tuliskan beberapa informasi yang dapat Anda ambil, pada kolom di bawah ini.

Based on the texts and the figures above, write some informations obtained on the table below.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Perumusan Pertanyaan/ *Question Formulation*

Buatlah pertanyaan sesuai dengan wacana dan gambar di atas, lalu tuliskan pada kolom di bawah ini!

Create the questions based on the texts and the figures above, then write on the table below.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Pilihlah salah pertanyaan untuk dibuktikan pada kegiatan percobaan, namun sebelumnya buatlah rancangan percobaan terlebih dahulu dengan mengikuti petunjuk berikut.

Select one of the question to be proven in observation activity, but please create observation design first by following these instructions.

Perencanaan/ Planning

1. Tentukan tujuan percobaan dengan menentukan pilihan di bawah ini!

Determine the observation purpose by determining the options below!

a. Untuk mengetahui pengaruh detergen terhadap pernapasan ikan.

To find out the influence of detergent on the fish respiratory.

b. Untuk mengetahui pengaruh detergen terhadap reproduksi ikan.

To find out the influence of detergent on the fish reproduction.

c. Untuk mengetahui pengaruh detergen terhadap warna ikan.

To find out the influence of detergent on the fish color.

2. Perhatikan daftar alat dan bahan yang tersedia berikut ini!

Pay attention to the following list of tools and materials!

Tabel 1.2 Daftar Pilihan Alat dan Bahan Pencemaran Air

Table 1.2 Tools and materials List of water pollution

Alat	<i>Tools</i>	Bahan	<i>Materials</i>
Alat Tulis	<i>Stationary</i>	Air Sumur	<i>Well water</i>
Galah Panjang	<i>Long Pole</i>	Air Selokan	<i>Sewage</i>
pH Meter	<i>pH Meter</i>	Air Sungai	<i>River Water</i>
Baskom (4 buah)	<i>Basin (4 pcs)</i>	Air Danau	<i>Lake Water</i>
Termometer	<i>Thermometer</i>	Air di Bak Mandi	<i>Water in the tub</i>
Tali	<i>Rope</i>	4 ekor ikan hias	<i>4 Decorative fish</i>
Karet Panjang	<i>Long Rubber</i>	4 ekor serangga	<i>4 insects</i>
Erlenmeyer	<i>Erlenmeyer</i>	Detergen	<i>Detergent</i>
Pipet tetes	<i>Drop pipette</i>	Pupuk	<i>Fertilizer</i>
Stopwatch	<i>Stopwatch</i>	Pestisida	<i>Pesticide</i>

Berdasarkan daftar di atas, pilihlah alat dan bahan yang sesuai untuk digunakan dalam percobaan Anda, lalu tuliskan pada tabel di bawah ini!

Based on the table above, choose the tool and material that were appropriate to be used on your observation, then write on the table below!

Tabel 1.3 Daftar Alat dan Bahan Pencemaran Air

Table 1.3 The List of Tools and Materials of water pollution

Alat/ <i>Tools</i>	Bahan/ <i>Materials</i>

3. Susunlah langkah percobaan secara sistematis berdasarkan pilihan di bawah ini!

Arrange the observation steps systematically based on the options below!

- a. Masukkan detergen ke dalam baskom yang telah disiapkan, dengan ketentuan sebagai berikut: baskom 1: 0,5 sdm; baskom 2: 1 sdm; baskom 3: 2 sdm; baskom 4: tanpa detergen (kontrol)

Put in the detergent into the prepared, by the provisions: basin 1: 0,5 spoon, basin 2: 1 spoon; basin 3: 2 spoons; basin 4: without detergent (control).

- b. Masukkan air ke dalam baskom/ *Put in the water into basin.*

- c. Sediakan 4 baskom/ *Prepare 4 basins*

- d. Aduk detergen yang sudah dimasukkan ke dalam baskom sampai larut/ *Stir detergent which has been put in into the basin until dissolved*

- e. Amati aktivitas ikan dengan melihat pergerakan insang (membuka dan menutup)/ *Observe the fish activities by looking gill movement (open and close).*

- f. Masukkan ikan ke dalam baskom yang berisi air dan larutan detergen/ *Put in the fish into basin which has been filled the water and detergent solvent*

- g. Catat pergerakan insang tiap 1 menit selama 5 menit/ *Note the gill movement every 1 minute during 5 minutes.*
- h. Catat hasil pengamatan pada tabel/ *Note the observation result on this table.*

--

Pengumpulan Informasi/ *Information Collection*

Tulis hasil percobaan pencemaran air pada tabel 1.4 berikut!

Write the observation result of water pollution in the table 1.4.

Perlakuan/ <i>Treatment</i>	Waktu Percobaan <i>Observation Time</i>				
	1 menit <i>1 Minute</i>	1 menit <i>1 Minute</i>	1 menit <i>1 Minute</i>	1 menit <i>1 Minute</i>	1 menit <i>1 Minute</i>
Baskom 1 <i>Basin 1</i>					
Baskom 2 <i>Basin 2</i>					
Baskom 3 <i>Basin 3</i>					
Baskom 4 <i>Basin 4</i>					

Diskusikan hasil percobaan bersama dengan teman Anda, lalu kumpulkan beberapa referensi dari berbagai sumber untuk mendukung hasil percobaan.

Discuss the observation result with your friends, then collect some references from various sources to support the observation result.

Tulis informasi yang diperoleh

Write the information obtained



Pengasosiasian/ Assosiation

1. Periksa kembali kebenaran hasil percobaan dan informasi yang Anda peroleh.

Re-check the truth of observation result and the informations that have been obtained.

2. Diskusikan bersama teman kelompok Anda, silakan catat hal-hal yang belum Anda pahami pada tabel 1.5 di bawah ini!

Discuss together with your group, then please note the things that have not been understood in the table 1.5 below!

No.	Hal-hal yang belum dimengerti <i>the things that have not been understood</i>

Presentasi/ *Presentation*

1. Presentasikan hasil diskusi berkaitan dengan praktikum secara bergantian.

Present the discussion result that correlated with the practicum in turn

2. Catat tanggapan dan masukan terhadap hasil presentasi, lalu tulis pada kolom di bawah ini!

Note the responses and suggestions to the presentation result, then write on the coloum below!

Kolom Tanggapan/ *Responses Column*

--

3. Buatlah kesimpulan hasil presentasi kelompok lain pada Tabel 1.6 di bawah ini.

Make a conclusion of other group's presentation result on the table 1.6 below!

No.	Kesimpulan/ <i>Conclusion</i>

Evaluasi/ *Evaluation*

Setelah melaksanakan serangkaian kegiatan berkaitan dengan pencemaran air, selanjutnya silakan lakukan kegiatan evaluasi mengenai apa yang telah Anda kerjakan dan Anda peroleh. Tuliskan pokok-pokoknya pada bagian berikut .

After doing some activities about water pollution, then please do the evaluation activity about what you have been done and obtained. Write the points on this following sections.

1. Tuliskan hambatan atau kendala yang Anda temukan pada kegiatan pengamatan?

Write the obstacles that you found from observation activity?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Tuliskan hambatan atau kendala yang Anda temukan pada kegiatan perumusan pertanyaan?

Write the obstacles that you found on question formulation?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Tuliskan Tuliskan hambatan atau kendala yang Anda temukan pada kegiatan perencanaan percobaan?

Write the obstacles that you found on the observation planning activity?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. Tuliskan hambatan atau kendala yang Anda temukan pada kegiatan pengumpulan informasi?

Write the obstacles that you found on information collecting activities?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. Tuliskan hambatan atau kendala yang Anda temukan pada kegiatan pengasosiasian?

Write the obstacles that you found in the association activities?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. Tuliskan hambatan atau kendala yang Anda temukan pada kegiatan presentasi?

Write the obstacles that you found on presentation activity?

.....

.....

.....

Modifikasi/ *Modification*

Berdasarkan hasil evaluasi, tuliskan solusi yang dapat Anda berikan, lalu tuliskan pada Tabel 1.7 berikut!

Based on evaluation result, write the solutions that you can give, and then write on the table 1.7!

No	Perbaikan untuk kegiatan Pengamatan <i>Revision for Observation activity</i>
	Perbaikan untuk kegiatan Perumusan pertanyaan <i>Revision for question formulation activity</i>
	Perbaikan untuk kegiatan Pengumpulan informasi <i>Revision for information collection activity</i>

	Perbaikan untuk kegiatan Pengasosiasian <i>Revision for Association activity</i>
	Perbaikan untuk kegiatan Presentasi <i>Revision for presentation activity</i>

Info Biologi/ *Biology Info*

Limbah Ampas Kopi Terbukti Turunkan Pencemaran Logam Berat Pada Air

The Coffee Grounds Waste are proven to reduce heavy metal pollution on water

Ampas kopi merupakan limbah yang seringkali dibuang dan tidak bernilai. Namun, melalui penelitian lima mahasiswa Fakultas Kesehatan Masyarakat, Jurusan Kesehatan Lingkungan, Universitas Jember (FKM UNEJ), yakni Puput Baryatik, Uswatun Asihita, Wita Nurcahyaningasih, Azzumrotul Baroroh, dan Herdian Riskianto, limbah ampas kopi menjadi bahan yang berguna untuk menyerap racun dalam air, khususnya logam berat Cadmium (Cd) yang dapat memicu banyak penyakit pada masyarakat.

The coffee grounds are waste which were often discarded and useless. However, based on the research conducted by five students of the Public Health Faculty, Department of Environmental Health, Jember University (FKM UNEJ); Puput Baryatik, Uswatun Asihita, Wita Nurcahyaningasih, Azzumrotul Baroroh, and Herdian Riskianto, coffee grounds waste become useful material to absorb toxins in water, especially Cadmium heavy metals (Cd) that can trigger many diseases on public.

Menurut Anita Dewi Moelyaningrum, dosen pembimbing di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember, limbah industri dan limbah rumah tangga yang belum dikelola dengan baik, sering menjadi penyebab pencemaran lingkungan khususnya pada air tanah. Tiga unsur logam berat yaitu timah hitam, Merkuri dan Cadmium, sering ditemukan pada air tanah atau sumur yang tercemar logam berat akibat limbah industri dan rumah tangga.

According to Anita Dewi Moelyaningrum, an advisor of Public Health Faculty of Jember University, Industry waste and household waste have not been managed yet well, they often become the causes of environment pollution especially on groundwater. There are three heavy

metal elements; lead, Mercury and Cadmium, often found in groundwater or wells that are heavily contaminated by industrial and household wastes.

Limbah yang dikumpulkan masyarakat atau limbah yang masuk ke tempat pembuangan akhir (TPA) sampah ini tidak ada pemilahan antara organik dan anorganik, jadi limbah baterai, limbah plastik kemasan, limbah medis kadang-kadang ada yang keluar ke TPA, kemudian limbah kemasan pestisida itu kadang-kadang masih bercampur di satu lokasi di tempat pembuangan akhir sampah. Nah di sana kemudian ada hujan, dengan bantuan proses alam juga maka berbagai macam logam berat itu bisa keluar, mengalir melalui air tanah kemudian bisa masuk ke dalam sumur, kata Anita Dewi Moelyaningrum, Dosen Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Jember. Pemanfaatan limbah ampas kopi yang banyak dibuang masyarakat penikmat kopi di Jember, menjadi bahan penelitian dan uji coba mahasiswa Universitas Jember ini untuk menemukan model pengelolaan lingkungan berbasis limbah organik.

The waste that was collected by people or the waste that enter to the waste landfills (TPA) there are no sorting between organic and anorganic, where there is no separation between organic and inorganic waste, so the battery waste being battery waste, plastic waste packaging, medical waste sometimes exit from the TPA. Then, the pesticide waste packaging is sometimes still in one location of landfills. Then, there is the rain, and also by help of natural processes so that some heavy metals can be exit, flow through land water then enter the well, Anita Dewi Moelyaningrum's statement, a lecturer at public health of Jember University. The use of coffee grounds that is wasted by the people who enjoy coffee in Jember becomes the research material and the test of Jember University student to find out the environment management model based organis waste.

Puput Baryatik, salah seorang mahasiswa yang melakukan penelitian mengatakan, hasil pemrosesan limbah ampas kopi terbukti mampu menurunkan kadar Cadmium dalam air yang tercemar logam berat hingga lebih dari 50 persen. "Jember sendiri merupakan salah satu sentra budidaya kopi robusta terbesar di Jawa Timur. Dari hasil penelitian diperoleh penurunan kadar Cadmium sebesar 55,75 persen dengan konsentrasi arang aktif ampas kopi sebesar 10 gram per liter," jelas Puput Baryatik, Ketua Kelompok Mahasiswa Peneliti. Anita Dewi

menambahkan, daya serap ampas kopi dapat menjadi lebih optimal setelah diubah ke bentuk arang aktif.

Puput Baryatik, a student who conducted the research says, the result of coffee grounds waste is proven to reduce Cadmium levels in heavy metal contaminated water by more than 50 percent. "Jember itself is one of the biggest centers of robusta coffee cultivation in East Java. From the results of the study, it was found that the decrease in Cadmium level was 55.75 percent with the concentration of activated coffee grounds was 10 grams per liter, "explained by Puput Baryatik, The head of Students Researcher Group. Anita Dewi added, the absorption capacity of coffee grounds can be more optimal after being converted to activated charcoal,

“Supaya bisa daya serapnya ini lebih optimal, maka diubah unsurnya ke bentuk arang, jadi diarangkan kemudian diaktifkan dengan HCl, kemudian dinetralkan lagi, baru kemudian dipaparkan dengan air yang mengandung cemaran logam berat cadmium,” jelas Anita Dewi Moelyaningrum.

“In order for this absorption to be more optimal, the elements are converted into charcoal, so it nested then actived by HCL, so they are then activated with HCl, then neutralized again, then exposed to water containing heavy metal cadmium contamination, "explained Anita Dewi Moelyaningrum.

Puput berharap, hasil penelitian yang dilakukan mahasiswa Universitas Jember ini dapat membantu masyarakat, khususnya yang tinggal di sekitar tempat pembuangan akhir (TPA) sampah maupun daerah yang airnya sudah tercemar, agar dapat memanfaatkan limbah ampas kopi untuk memperbaiki kualitas air tanah di sekitar tempat tinggal mereka. “Harapannya yaitu dapat mengurangi kadar Cadmium dalam air sumur tersebut, di mana Cadmium ini merupakan logam berat yang sanagt bersifat toksin bagi tubuh, yaitu dapat menyerang syaraf, dapat menyebabkan kelainan janin, selain itu dapat menyebabkan gangguan ginjal, jantung dan hati, yang nantinya dapat menyebabkan kematian,” imbuh Puput Baryatik. (Sumber: <http://nationalgeographic.co.id/berita/2016/07/limbah-ampas-kopi-terbukti-turunkan-pencemaran-logam-berat-pada-air>)

Puput expects, The research result that was conducted by the students of Jember University can help the society, especially for those who stay around hasil the landfills and the areas where the

water has been polluted, in order to utilize coffee grounds to improve the quality of groundwater around their houses. "The hope is that it can reduce the level of Cadmium in the well water, where Cadmium is a heavy metal which is very toxic to the body, it can attack the nerves, can cause fetal abnormalities, besides it can cause kidney, heart and liver disorders, where later it can cause death," added Puput Baryatik. (source:<http://nationalgeographic.co.id/berita/2016/07/limbah-ampas-kopi-terbukti-turunkan-pencemaran-logam-berat-pada-air>)

Rangkuman

Conclution

- A. **Definisi:** Pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya (Pasal 1, angka 2). Indikator yang umum diketahui pada pemeriksaan pencemaran air adalah pH, oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen* atau DO), kebutuhan oksigen biokimia (*Biochemiycal Oxygen Demand* atau BOD) serta kebutuhan oksigen kimiawi (*Chemical Oxygen Demand* atau COD).

Definition: Water pollution is the entry or inclusion of living things, substances, energy, and / or other components into the water by human activity so that the quality of the water drops to a certain level which causes the water to no longer have function according to its designation (Article 1, number 2). Indicators commonly known in the examination of water pollution are pH, dissolved oxygen (Dissolved Oxygen or DO), biochemical oxygen demand (Biochemiycal Oxygen Demand or BOD) and chemical oxygen demand (COD).

- B. **Penyebab Pencemaran Air:** adanya polutan yang masuk ke dalam tatanan perairan yang mengakibatkan berubahnya ekosistem dan cenderung merusak, masih rendahnya kesadaran manusia untuk peduli terhadap lingkungan khususnya perairan, pabrik-pabrik yang kurang bertanggung jawab untuk mengolah limbahnya sendiri dan lain-lain, penggunaan pupuk maupun pestisida yang berlebih pada kegiatan pertanian, dan sampah organik.

The causes of water pollution: The pollutants that enter the watershed results the changes in ecosystems and tend to damage, the low human awareness to care for the environment, especially waters, factories that are less responsible for processing their own waste and others, the use of excess fertilizer and pesticides in agricultural activities, and organic waste.

C. **Dampak Pencemaran Air:** pencemaran air dapat berdampak terhadap kehidupan biota air, kualitas air tanah, kesehatan, dan estetika lingkungan.

The Impact of Water Pollution: the water pollution can affect the aquatic biota life, groundwater quality, health, and environmental aesthetics.

D. **Upaya Pencegahan Pencemaran Air:** dapat dilakukan dengan beberapa cara, antara lain: kegiatan Program Kali Bersih (PROKASIH), penanggulangan secara non-teknis (menciptakan peraturan perundangan yang dapat merencanakan, mengatur dan mengawasi segala macam bentuk kegiatan industri dan teknologi sehingga tidak terjadi pencemaran, misalnya meliputi AMDAL), penanggulangan secara teknis (perlakuan industri terhadap perlakuan buangnya, misalnya dengan mengubah proses, mengelola limbah atau menambah alat bantu yang dapat mengurangi pencemaran), menempatkan daerah industri atau pabrik jauh dari daerah pemukiman atau perumahan, pengawasan terhadap penggunaan jenis-jenis pestisida dan zat-zat kimia, memperluas gerakan penghijauan, tindakan tegas terhadap perilaku pencemaran lingkungan, memberikan kesadaran terhadap masyarakat tentang arti lingkungan, serta melakukan intensifikasi pertanian

The Water Pollution Prevention Efforts: it can be done in several ways, including: Clean River Program activities (PROKASIH), non-technical countermeasures (creating legislation that can plan, regulate and supervise all forms of industrial and technological activities so as not to occur pollution, for example covering AMDAL), technical countermeasures (industrial treatment of the discharge treatment, for example by changing processes, managing waste or adding assistive devices that can reduce pollution), placing industrial areas or factories away from residential areas, monitoring the use of pesticides types and chemicals, expanding the greening movement, decisive action on environmental pollution behavior, giving awareness to the public about the meaning of the environment, and conducting agricultural intensification

E. **Solusi Pencemaran Air:** pengaturan tata ruang, pembinaan dan penegakan hukum, penerapan standar baku mutu, perlindungan sumber air, monitoring dan evaluasi, membentuk kelembagaan, kelompok sadar lingkungan dan lembaga swadaya masyarakat, menerapkan produksi bersih, memanfaatkan

teknologi pengolahan limbah, menerapkan pajak dan bank lingkungan, membentuk industri lingkungan.

The Solution of Water Pollution: Spatial Setting, guidance, and and law enforcement, implementing the quality standard, water source protection, monitoring and evaluation, forming institutions, environmentally, Awareness Group and Non-Governmental Organization, applying clean production, utilizing waste treatment technology, applying taxes and environmental banks, forming industries environment.

Tes Formatif

Formative Test

A. Soal/ *Questions*

1. Jelaskan definisi pencemaran air!

Explain the definition of water pollution!

2. Jelaskan faktor-faktor penyebab terjadinya pencemaran air!

Explain the factors that cause the water pollution!

3. Analisislah dampak yang dapat terjadi akibat adanya pencemaran air!

Analyze the impacts that can be occurred due to water pollution!

4. Analisislah berbagai upaya yang dapat dilakukan untuk mencegah terjadinya pencemaran air!

Analyze the various efforts that can be done to prevent water pollution!

5. Simpulkan menurut pendapat Anda tentang solusi yang dapat dilakukan bagi pencemaran air!

Make a conclusion based on your opinion about the solution that can be done to water pollution!

B. Kunci Jawaban/ *Answer Key*

1. Pencemaran air terjadi apabila makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain masuk ke dalam air dan menyebabkan kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu.

The water pollution occurs when living things, substances, energy, or other components enter the water and cause water quality drops to a certain level

2. Faktor penyebab pencemaran air antara lain adalah aktivitas manusia yang menghasilkan limbah, terdiri atas: kegiatan rumah tangga, kegiatan pertanian, kegiatan pabrik, dan lain-lain.

The factors cause water pollution are human activities that produce waste, include: household activity, agriculture activity, factory activity, and so on.

3. Dampak pencemaran air sangat merugikan bagi kehidupan makhluk hidup, mulai dari terganggunya kehidupan biota air, kualitas air tanah, kesehatan, dan estetika lingkungan.

The impact of water pollution is very detrimental to the lives of living things, starting from the disruption to the life of aquatic biota, groundwater quality, health, and environmental aesthetics.

4. Ada berbagai upaya pencegahan yang dapat dilakukan terhadap pencemaran air, misalnya dengan penanggulangan secara non-teknis dan penanggulangan secara teknis.

There are some prevention efforts that can be done to water pollution such as; with non-technical and technical countermeasures.

5. Solusi bagi pencemaran air, antara lain: pengaturan tata ruang, pembinaan dan penegakan hukum, penerapan standar baku mutu, perlindungan sumber air, monitoring dan evaluasi, memanfaatkan teknologi pengolahan limbah, dan lain-lain.

The solution for water pollution are: spatial setting, coaching and law enforcement, implementing the quality standard, water source protection, monitoring and evaluation, utilizing waste treatment technology, and others.

Umpan Balik/ Feedback

Bagaimana pemahaman Anda tentang Kegiatan 1 ini? Apabila sudah paham tentu Anda dapat menjawab soal latihan dengan tepat bukan? Jika Anda berhasil menjawab semua soal dengan benar atau minimal 75%, maka selanjutnya silakan pelajari kegiatan 2. Namun, seandainya BELUM, cobalah pelajari ulang secara lebih cermat. Anda pasti berhasil.

How is your understanding about activity 1? If you have understood, surely you can answer the questions appropriately. If you are successful in answering all questions correctly or minimal 75%, so next please learn the activity 2. But, try to review it more carefully. You have to be successful.

Good Luck

Tindak Lanjut/ Follow Up

Pelajari ulang bagian-bagian yang belum Anda pahami dengan membaca buku, jurnal, dan sumber lainnya untuk lebih memperdalam materi.

Review the parts that have not been understood yet by reading a book, journal, and other sources for more understanding

Kegiatan
2/Activity 2

Pencemaran Tanah

Land Pollution

A. Deskripsi Singkat/ Short Description

Pencemaran tanah disebabkan oleh berbagai faktor, di antaranya: kegiatan pertanian yang menggunakan pestisida, insektisida, dan fungisida, serta kegiatan pabrik yang menghasilkan banyak limbah yang akhirnya meresap ke dalam lapisan tanah yang menyebabkan tanah tersebut tercemar dan tidak lagi berfungsi dengan baik. Pencemaran tanah juga dapat disebabkan oleh limbah rumah tangga yang banyak dihasilkan, seperti: sampah plastik, kaleng dan logam yang tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme apabila ditimbun.

Land Pollution causes by various factors, those are: agriculture activity that uses pesticide, insecticide, and fungicide, and factory activity that produces much waste that finally absorb to soil that causes the land to be polluted and not functioning properly. Land Pollution also can be caused by household waste, such as: plastic waste, cans, and metal that can not be elaborated by microorganism when it was stockpiled.

B. Relevansi/ Relevance

Materi ini akan menjelaskan penyebab pencemaran tanah, upaya pencegahan, dan solusi. Pencemaran tanah merupakan kelanjutan dari materi pencemaran air, karena sebagian besar faktor penyebab terjadinya pencemaran hampir sama. Pemahaman tentang materi pencemaran tanah akan sangat membantu dalam kehidupan sehari-hari terutama bagi para individu yang gemar bercocok tanam dengan memanfaatkan tanah. Pengetahuan tentang pencemaran tanah dapat membantu siswa dalam mempelajari materi pencemaran yang lain.

Selanjutnya akan dijelaskan mengenai indikator pencapaian kompetensi dan tujuan pembelajaran.

This material will explain the cause of land pollution, the prevention effort, and solution. Land pollution is the continuity of water pollution material, because the most caused factors of pollution are same. The understanding of land pollution will help in daily life especially for individual who likes farming by utilizing the land. The knowledge about land pollution can help students in learning other pollution material. Next, it will be explained about indicator of competency achievement and learning objectives.

C. Analisis Topik / Topic Analysis

Kegiatan analisis topik merupakan langkah pertama dalam pembelajaran strategi SRLBS. Kegiatan ini akan membantu siswa untuk memahami tujuan pembelajaran yang sedang berlangsung. Kegiatan ini akan memaparkan dua hal yakni (1) indikator pencapaian kompetensi dan (2) tujuan pembelajaran.

Topic Analysis activity is the first step on SRLBS strategy learning. This activity will help the students to understand the learning objectives that is running. This activity will explain two things that are (1) the indicator of competency achievement (2) Learning Objectives.

1. Indikator Pencapaian Kompetensi/ Indicator of Competency Achievements

- 3.11.1. Siswa dapat menjelaskan definisi pencemaran tanah

The Students can explain the definition of land pollution.

- 3.11.2. Siswa dapat menjelaskan faktor penyebab pencemaran tanah

The Students can explain the factors cause land pollution.

- 3.11.3. Siswa dapat menganalisis dampak yang terjadi akibat pencemaran tanah

The Students can analyze the impacts that occur cause land pollution.

- 3.11.4. Siswa dapat menganalisis upaya pencegahan terhadap pencemaran tanah

The Students can analyze the prevention effort for the land pollution.

- 3.11.5. Siswa dapat menyimpulkan solusi terhadap pencemaran tanah

The Students can conclude the solution for land pollution.

- 4.11.1. Siswa dapat merancang percobaan pencemaran tanah
The Students can design the land pollution experiment.
- 4.11.2. Siswa dapat melakukan percobaan pencemaran tanah
The Students can do the land pollution experiment.
- 4.11.3. Siswa dapat mengkomunikasikan hasil percobaan dalam bentuk presentasi
The Students can communicate the observation result in presentation
- 4.11.4. Siswa dapat menyajikan gagasan solusi (modifikasi) kegiatan pencemaran tanah
The Students can present the solution idea (modification) of land pollution activity.

2. Tujuan Pembelajaran/ *Learning Objectives*

- 3.11.1. Siswa dapat menjelaskan definisi pencemaran tanah melalui kegiatan diskusi dengan benar
The Students can explain land pollution definition through discussion activity correctly.
- 3.11.2. Siswa dapat menjelaskan faktor penyebab pencemaran tanah melalui diskusi kelompok dengan benar
The Students can explain the factors cause the land pollution through group discussion correctly.
- 3.11.3. Siswa dapat menganalisis upaya pencegahan terhadap pencemaran tanah melalui diskusi kelompok dengan benar.
The Students can analyze the prevention effort for land pollution through group discussion correctly.
- 3.11.4. Siswa dapat menyimpulkan solusi terhadap pencemaran tanah melalui kegiatan diskusi kelompok dengan benar
The Students can conclude the solutions for land pollution through group discussion correctly.
- 4.11.1. Siswa dapat merancang percobaan pencemaran tanah melalui kegiatan praktikum dengan benar

The Students can design land pollution experiment through practice activities correctly.

- 4.11.2. Siswa dapat melakukan kegiatan percobaan pencemaran tanah dengan benar

The Students can do experimental activities of land pollution correctly.

- 4.11.3. Siswa dapat mengkomunikasikan hasil percobaan dalam bentuk presentasi dengan benar

The Students can communicate observation result in presentation correctly.

- 4.11.4. Siswa dapat menyajikan gagasan solusi (modifikasi) kegiatan pencemaran tanah melalui kegiatan diskusi dengan benar.

The Students can present solution idea (modification) of land pollution activities through discussion activity correctly.

Uraian Materi

Material Description

A. Definisi Pencemaran Tanah/ *The Definition of Land Pollution*

Lingkungan hidup terdiri dari komponen biotik dan abiotik. Salah satu komponen abiotik yang mempengaruhi kelestarian lingkungan hidup adalah tanah. Menurut Peraturan Pemerintah RI No. 150 tahun 2000 tentang Pengendalian kerusakan tanah untuk produksi biomassa, tanah adalah salah satu komponen lahan berupa lapisan teratas kerak bumi yang terdiri dari bahan mineral dan bahan organik serta mempunyai sifat fisik, kimia, biologi, dan mempunyai kemampuan menunjang kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya.

Living environment consists of biotic and abiotic component. One of abiotic components that influences the sustainability of living environment is land. According to goverment regulation RI No. 150 in 2000 about soil damage control to produce biomass, land is one of soil components of the top layer of the earth's crust consisting of mineral and organic materials and has physical, chemical, biological characteristics and has the capability to support human life and other living things.

Tanah memiliki peranan dalam menunjang kehidupan makhluk hidup di muka bumi. Namun, saat ini tanah sudah mengalami banyak kerusakan akibat pencemaran oleh aktivitas manusia dan faktor alam. Pada PP No. 150 th. 2000 di sebutkan bahwa “Kerusakan tanah untuk produksi biomassa adalah berubahnya sifat dasar tanah yang melampaui kriteria baku kerusakan tanah. Kerusakan tanah akan berdampak pada lingkungan hidup dan makhluk hidup yang hidup di dalamnya.

Land has a role in supporting the living things' life on earth. However, currently the land suffered a lot of damage due to pollution from human activities and natural factors. In PP no. 150 th. 2000 stated that "The land damage in producing biomass is the change of natural land that exceeds the standard criteria of land damage. The land damage will have an impact on the environment and living things that live in it.

Menurut UU Pokok Pengelolaan Lingkungan Hidup No. 4 Tahun 1982: Pencemaran adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat energi, dan atau komponen lain ke dalam lingkungan, atau berubahnya tatanan lingkungan oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam sehingga kualitas lingkungan turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya.

According to UU The Principles of Environmental Management No. 4 in 1982: Pollution is the entry or inclusion of living things, energy substances, funds or other components into the environment, or the change of environmental setting caused by human activities or by natural processes so that environment quality is decreased into a certain level that causes the environment to be less or unfunction anymore in accordance with its designation.

Suatu zat berbahaya/beracun yang masuk ke dalam tanah akan menyebabkan tanah menjadi tercemar. Pencemaran yang masuk ke dalam tanah akan terendap sebagai zat kimia beracun di tanah dan dapat berdampak langsung kepada manusia ketika bersentuhan. Pencemaran ini juga dapat mencemari air tanah dan udara di atasnya. Limbah yang paling banyak mencemari tanah dan sering dijumpai di sekitar kita adalah logam, plastik, kertas, dan kaleng bekas yang sulit diuraikan oleh mikroorganisme. Kegiatan pertanian yang memanfaatkan insektisida, fungisida, herbisida, serta pupuk juga dapat menyebabkan limbah bagi tanah. Berdasarkan pengertian di atas dapat disimpulkan bahwa pencemaran tanah adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam tanah oleh kegiatan manusia atau proses alam sehingga kualitas tanah menurun sampai ke tingkat tertentu dan menyebabkan tanah tidak berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya.

A danger substance that enters the land will pollute the land. The pollution that enters to the land will be submerged as toxic chemical substances in land and it also can have a direct impact on humans when touching. This pollution can also pollute the ground water and air above it. The most polluting land and often found around us is metal, plastic, paper, and used cans which are difficult to be broken down by microorganisms. Agricultural activities that utilize insecticides, fungicides, herbicides, and fertilizers can also cause waste to the land. Based on the understanding above, it can be concluded that land pollution is

the entry or inclusion of living things, substances, energy and / or other components into the land by human activity or natural processes so that the quality of the land decreases to a certain level and causes the land to no longer function according to its designation.

pollute land water and the air above. The most waste that pollute the land and often founded around us are metal, plastic, paper, and used cans that hard elaborated by microorganism. Agriculture activity utilizing insecticide, fungicide, herbicide, and fertilizer also can cause waste for land. Based on the statement above, it can be concluded that land pollution is entry living things, substances, energy, and or other components into the land by human activities or natural processes so that land quality is decreased into certain levels and cause the land is unfunction anymore in accordance with its designation.

B. Penyebab Pencemaran Tanah/ *The cause of land pollution*

Ada berbagai sumber dan penyebab pencemaran yang dapat mengakibatkan mundurnya kualitas tanah, diantaranya: penggunaan bahan-bahan agrokimia, limbah industri, kegiatan pertambangan dan limbah rumah tangga. Ada beberapa faktor penyebab pencemaran tanah (Ningsih, 2002), yaitu:

There are some sources and the pollution causes that can cause the decrease of land quality, those are: agrochemical materials utilization, Industry waste, mining activity and household waste. There are some factors of land pollution, those are: (Ningsih, 2002),

1. Faktor alami, terjadi karena peristiwa atau bencana alam. Misalnya: aktivitas gunung berapi, terbakarnya semak-semak, dan lain-lain.

Natural Factor, it occurs because the incident or natural disasters. Such as: volcano activity, burning bushes, and so on.

2. Faktor buatan, terjadi karena aktivitas atau kegiatan yang dilakukan oleh manusia, antara lain:

Artificial Factor, it occurs because human activities, those are:

- a. Limbah domestik, merupakan limbah yang berasal dari daerah pemukiman penduduk, perdagangan/pasar/tempat usaha, hotel, kelembagaan, dan tempat wisata. Limbah domestik dapat berupa limbah padat dan cair.

Limbah padat tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme (*non-biodegradable*), seperti: plastik bekas, dan kaleng/botol bekas. Sedangkan limbah cair berupa tinja, deterjen, oli, cat dan lain-lain.

Domestic waste, is waste that comes from residential areas, trade/markets/business places, hotels, institutions, and tourist attractions. Domestic waste can be solid and liquid waste. Solid waste cannot be decomposed by microorganisms (non-biodegradable), such as: used plastic, and cans / used bottles. While liquid waste is in the form of feces, detergent, oil, paint and so on.

- b. Limbah industri, merupakan limbah yang berasal dari daerah pabrik, manufaktur, industri kecil, dan industri perumahan. Limbah industri juga dapat berupa limbah padat (limbah padatan, lumpur, dan bubur dari pengolahan pabrik) dan limbah cair (limbah industri logam, kimia, dan lain-lain).

Industry waste, is waste that comes from factory area, manufacture, small factory, and housing industry. Industry waste also can be solid waste (solid waste, mud, and slurry from factory processing) and liquid waste (metal industry waste, chemical, and so on).

- c. Limbah pertanian, merupakan limbah yang berasal dari kegiatan pertanian, seperti: sisa pupuk, pestisida, fungisida, herbisida, dan lain-lain.

Agriculture waste, is waste that comes from agriculture activities, such as: residual fertilizer, pesticide, fungicide, herbicide, and so on.

- d. Pencemaran melalui air dan udara, terjadi apabila air yang mengandung polutan mengubah susunan kimia tanah, sehingga mengganggu jasad hidup yang ada di permukaan tanah. Udara yang mengandung polutan juga menyebabkan hujan yang mengandung bahan pencemar dan mengakibatkan tanah ikut tercemar (Sastrawijaya, 1991).

Pollution occurs through water and air, occurs when water contains pollutants that change the chemical composition of the land, this disrupts the living bodies on the land surface. Air containing pollutants also causes rain which contains pollutants and causes the soil to be polluted (Sastrawijaya, 1991).

C. Dampak Pencemaran Tanah/ *The Impact of land pollution*

Dampak pencemaran tanah tidak dapat dilihat secara langsung, terutama yang disebabkan oleh zat kimia dan unsur logam berat. Zat berbahaya selanjutnya akan masuk dan meresap ke dalam jaringan tumbuhan (mempengaruhi aktivitas fotosintesis yang menggunakan unsur hara dan air dari dalam tanah). Tanaman sebagai hasil pertanian ini selanjutnya akan dikonsumsi oleh manusia, sehingga zat berbahaya yang masuk ke dalam tubuh secara tidak langsung akan berdampak pada kesehatan. Pendapat lain juga menyebutkan bahwa akumulasi logam berat dapat menurunkan kualitas tanah, mengurangi hasil panen dan kualitas produk pertanian, sehingga berdampak terhadap kesehatan manusia, hewan, dan ekosistem (Nagajyoti, Lee, & Sreekanth, 2010).

The impact of land pollution cannot be seen directly, especially that caused by chemical substances and unheavy metal elements. The substances will continue to enter and absorb into the plant tissue (influencing photosynthesis activity using nutrient and water from the land).

The plant as this agriculture result will be consumed by human, so that the danger substances that enter in our body indirectly will impact to the healthy. Another opinion also says that heavy metal accumulation can decrease the land quality, reduce the yield and agriculture product quality, so it will give an impact on human health, animals, and ecosystem. (Nagajyoti, Lee, & Sreekanth, 2010).

Penggunaan pestisida dalam budi daya pertanian meninggalkan residu pada tanah, air, biji atau buah, dan tanaman, bahkan sampai badan air/sungai dan perairan umum. Namun, dalam konsentrasi sangat rendah, logam berat akan terakumulasi di dalam tubuh makhluk hidup, dan lambat laun akan berpengaruh buruk terhadap kesehatan (dalam jangka Panjang). Dampak pencemaran tanah terhadap kesehatan tergantung pada tipe polutan, jalur masuk ke dalam tubuh dan kerentanan populasi yang terkena.

The pesticide utilization in agriculture cultivation leaves the residue on the land, water, seed or fruit, plants, water/river and also public waters. However, in the very low concentration, the heavy metal will be accumulated in living things' body, and gradually will be bad influence for healthy (in long-term). The impact of land pollution for the health depends on pollutant type, pathway into the body and the vulnerability of the affected population.

D. Upaya Pencegahan Pencemaran Tanah/ *The prevention effort of land pollution*

1. Penanggulangan secara fisik, dapat dilakukan dengan beberapa cara, diantaranya: pemanasan dan peyerapan menggunakan arang aktif, zeolit, dan bentonit (Endrawanto & Winarno, 1996), pengolahan tanah dan teknik pengairan (Suharsih & Sopiawati, 2000), pencucian atau drainase (Sukmana, Prawirasumantri, & Rustandi, 1986); (Kurnia & Sutrisno, 2008).

The prevention physically, can be done by some ways, those are: heating and absorbing by using active charcoal, zeolite, and bentonite (Endrawanto & Winarno, 1996) the land processing and irrigation technique (Suharsih & Sopiawati, 2000), washing or drainage (Sukmana, Prawirasumantri, & Rustandi, 1986); (Kurnia & Sutrisno, 2008).

2. Penganganan secara kimia, tujuannya untuk mengurangi dan meminimalisir dampak pencemaran. Penanganan dapat dilakukan dengan menggunakan bahan-bahan alami seperti pupuk anorganik dan organik, serta pupuk kandang pada kegiatan pertanian sebagai upaya memperbaiki kualitas tanah.

The chemical handling aims to reduce and minimize the impact of pollution. The handling can be done by using natural materials such as inorganic and organic fertilizers, as well as manure in agricultural activities as an effort to improve land quality.

3. Pengendalian secara biologi, dapat dilakukan dengan melakukan fitoremediasi dan bioremediasi yang bertujuan untuk menyerap logam berat dari dalam tanah

The control biologically can be done by doing fitoremediation and bioremediation which aimed to absorb heavy metal from the land.

E. Solusi Pencemaran Tanah/ *The Solution of land pollution*

Berbagai solusi yang dapat dilakukan sebagai bentuk solusi untuk mencegah pencemaran tanah, diantaranya:

Some solutions that can be done as the solution to prevent the land pollution are:

1. Melakukan kampanye dan penyuluhan mengenai pengurangan penggunaan pestisida di lahan pertanian secara berlebihan untuk mencegah pencemaran pestisida terkandung pada bahan makanan (Darmono, Lingkungan Hidup dan Pencemaran: Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam, 2001).

Doing campaigns and counseling about the reduction of pesticide utilization in agriculture area excessively to prevent pesticide pollution that contained in food materials (Darmono, Lingkungan Hidup dan Pencemaran: Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam, 2001).

2. Pengawasan terhadap penggunaan pestisida. Penggunaan pestisida baik pada bidang kesehatan masyarakat ataupun pertanian harus dimonitor oleh perwakilan WHO pada tingkat nasional untuk membantu pengembangan strategi manajemen resistensi dan petunjuk penggunaan pestisida secara aman dan terbatas, dan perjanjian penggunaan pestisida pada tingkat internasional (WHO, 2001) dan (WHO, Food Safety Issues Associated with Products from Aquaculture. WHO Technical Report Series ; 883. FAO/NACA/WHO, 1999).

The monitoring of pesticide utilization, both on public health or agriculture must be monitored by WHO representative on national level for helping the development of resistency management strategy and the instructions of the pesticide utilization safely and limited, and the agreement of pesticide utilization on international level (WHO, 2001) and (WHO, Food Safety Issues Associated with Products from Aquaculture. WHO Technical Report Series ; 883. FAO/NACA/WHO, 1999).

3. Sistem pertanian *back to nature*. Sistem pertanian dengan konsep *back to nature* merupakan salah satu solusi yang menarik untuk mengurangi penggunaan pestisida dalam bidang pertanian. Dalam konsep ini dikembangkan sistem pertanian yang tidak menggunakan pestisida dalam mengendalikan hama tanaman, tapi dengan mengatur jenis tanaman dan waktu tanam, memilih varietas yang tahan hama, memanfaatkan predator alami, menggunakan hormon serangga, memanfaatkan daya tarik seks pada serangga, serta sterilisasi (Departemen Kesehatan, 2000).

The back to nature agriculture system. The agriculture system with back to nature concept is one of interesting solution to reduce pesticide utilization in agriculture area. This concept is developed agriculture system that is not using pesticide in controlling plant pest, but by setting types and time plant, choosing durable varieties, utilizing natural predator, using insect hormone, utilizing the insect's sex appeal, and sterilization (Departemen Kesehatan, 2000).

Ada beberapa cara lain yang dapat dilakukan sebagai solusi pencemaran tanah, antara lain:

There are some other ways that can be done as the solution of land pollution, there are:

1. Remediasi merupakan kegiatan untuk membersihkan permukaan tanah yang tercemar. Ada dua jenis remediasi tanah, yaitu *in-situ* atau *on-site* dan *ex-situ* atau *off-site*. Pembersihan *on-site* adalah pembersihan di lokasi. Pembersihan ini lebih murah dan lebih mudah, terdiri dari *phytoremediation* dan *bioremediation*.
The remediation is the activity aims to clean the polluted land surface. There are two types of land remediation, there are in-site and off-site, and ex-site or off-site. The on-site cleaning is the cleaning at location. This cleaning is cheaper and easier that consists of phytoremediation and bioremediation.
2. *Bioremediation* merupakan pengembangan dari bidang bioteknologi lingkungan dengan memanfaatkan proses biologi dalam mengendalikan pencemaran (Munir, 2006). Pendapat lain menjelaskan bahwa *bioremediation* merupakan proses penguraian limbah organik atau anorganik polutan secara biologi dalam kondisi terkendali dengan tujuan mengontrol, mereduksi atau bahkan mereduksi bahan pencemar dari lingkungan (Vidali, 2001). Pada proses *bioremediation* terjadi *degradasi* bahan organik berbahaya secara biologis menjadi senyawa lain seperti karbon dioksida (CO₂), metan, dan air (Cireksoko, 1996). Dapat disimpulkan bahwa *bioremediation* berpotensi menjadi salah satu teknologi lingkungan yang bersih, alami, dan paling murah untuk mengantisipasi masalah-masalah lingkungan (Sunarko,

2001). Teknik bioremediasi terbagi menjadi 2, yaitu: in situ (*on-site*) (dapat dilakukan langsung di lokasi tanah tercemar) dan ex situ (*off-site*) (tanah tercemar digali dan dipindahkan ke dalam penampungan yang lebih terkontrol).

Bioremediation is the development of environment biotechnology area by utilizing biology process in controlling the pollution (Munir, 2006). Other opinion explains that bioremediation is decomposition process of organic or anorganic waste pollutant biologically in undercontrol condition by the purpose of controlling, reducting, even reducting the pollutant materials from the environment. (Vidali, 2001). On bioremediation proses there is degredation of danger organic materials biologically thet becomes other compounds such as carbondioxide (CO₂), methane, and water (Ciroreksoko, 1996). It can be concluded that bioremediation has a potential to be be one of fresh environment technology, natural, and the cheapest for antisipating the environment problems (Sunarko, 2001). Bioremediation technique is divided into two, namely: in situ (on-site) (can bu done directly at the polluted land area) and ex situ (off-site) (the digged and polluted land, and moved to more controlled shelter).

Pengamatan/ *Observation*

Perhatikan Wacana di Bawah Ini!/ Pay Attention to the text below

Badan Lingkungan Hidup (BLH) Kota Yogyakarta meminta jasa laundry atau binatu memilih deterjen yang tak mengandung fosfat tinggi karena bisa menjadi pencemar atau polutan air tanah. “Banyak usaha binatu yang tak mengolah limbahnya terlebih dahulu. Mereka lebih suka memilih deterjen dengan busa berlimpah, padahal limbah deterjen itu bisa mencemarkan air tanah,” kata Suyana, Kepala Dinas Badan Lingkungan Hidup Kota Yogyakarta, Selasa (25/5).

Yogyakarta Environmental Department (BLH) asks laundry service to choose detergent that is not containing high phosphate because it can be pollutant or water land pollutant “Some laundry businesses do not process the waste first. They prefer to choose detergent with overflow foams, even though detergent waste can pollute water land said Suyana, The head of Yogyakarta Environmental Department Tuesday (25/5).

Menanggapi upaya penertiban oleh Dinas Ketertiban Yogyakarta, yang menemukan ada 36 jasa binatu yang melanggar izin gangguan (HO) maupun perilaku membuang limbah cair, sementara 29 di antaranya membuang limbah sembarangan, UM Yogyakarta mengimbau penggunaan deterjen yang ramah lingkungan. Pemilik usaha binatu sebenarnya bisa menerapkan teknologi sederhana pengelolaan limbah deterjen. Salah satunya dengan pembuatan septic tank khusus, penambahan arang aktif untuk menyerap limbah bisa dilakukan. Hanya saja, ongkos untuk pengolahan limbah disebutkan mahal. “Tanah itu bisa melakukan pemurniannya sendiri secara alamiah. Kalau untuk penjernihan bisa menggunakan arang aktif yang rutin diganti agar hasilnya bisa maksimal,” kata Suyana. Selama tiga bulan kedepan, Dinas Ketertiban dan BLH akan terus memetakan dan memantau jasa binatu. Promosi deterjen yang tanpa busa perlu terus dilakukan (Sumber: <http://www.menlh.go.id/limbah-deterjen-pencemar-kualitas-air-tanah/>)

Respond to the disciplinary effort, Yogyakarta Discipline Department has found there are 36 laundry services that against the disturbance permission (HO) or the behavior of disposing of liquid waste, while 29 of them throw away waste carelessly, UM Yogyakarta asks for the use of environmental detergents. Laundry business owners can actually implement the simple technology for detergent waste management. One of them is by making special septic tanks, adding active charcoal to absorb waste can be done. Besides that, the cost for waste treatment is expensive. "The land can do its own purification naturally.

For purification, you can use activated charcoal which is routinely replaced so that the results can be maximized," said Suyana. Over the next three months, the Department of Order and BLH will continue to map and monitor laundry services. Detergent promotion without foam needs to be continued (Source: <http://www.menlh.go.id/limbah-deterjen-pencemar-kualitas-air-tanah/>)



Gambar 2.1 Kondisi Tanah yang Tercemar

Figure 2.1 the polluted land Condition

(Sumber/Source:

<https://daerah.sindonews.com/read/794086/25/ke-keringan-lahan-tani-warga-retak-retak-1381716229>)

Gambar 2.2 Dampak Tanah yang Tercemar Bagi Kelangsungan Makhhluk Hidup

Figure 2.2 The impact of polluted land for the continuity of living things.

(Sumber/Source: <http://ilmulingkungan.com/5-dampak-pencemaran-tanah-bagi-lingkungan/>)

Berdasarkan wacana dan gambar di atas, tuliskan beberapa informasi yang dapat Anda ambil, pada kolom di bawah ini.

Based on the text and the figures above. Please write some informations that can be gotten, on column below.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Perumusan Pertanyaan/ *Question Formulation*

Buatlah pertanyaan sesuai dengan wacana dan gambar di atas, lalu tuliskan pada kolom di bawah ini!

Create the questions based on the text and the figures above, then please write on column below!

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Pilihlah salah pertanyaan untuk dibuktikan pada kegiatan percobaan, namun sebelumnya buatlah rancangan percobaan terlebih dahulu dengan mengikuti petunjuk berikut

Please choose one question to be proven in observation activity, but create observation design first by following these instructions.

Perencanaan/ Planning

1. Tentukan tujuan percobaan dengan menentukan pilihan di bawah ini!

Specify the observation objective by determining the options below!

- a. Untuk mengetahui pencemaran tanah akibat pestisida

To find out the land pollution caused by pesticide

- b. Untuk mengetahui pencemaran tanah akibat limbah pabrik

To find out the land pollution caused by factory waste

- c. Untuk mengetahui pencemaran tanah akibat detergen

To find out the land pollution caused by detergent

2. Perhatikan daftar alat dan bahan yang tersedia berikut ini!

Tabel 2.1 Daftar Pilihan Alat dan Bahan Pencemaran Tanah

Table 2.1. The List of Tools and Materials of Land Pollution

Alat	<i>Tools</i>	Bahan	<i>Materials</i>
Alat Tulis	<i>Stationary</i>	Air sumur (secukupnya)	<i>Well water (sufficiently)</i>
Botol (4 buah)	<i>Bottle (4 pcs)</i>	Air es (secukupnya)	<i>Ice water (sufficiently)</i>
Gelas kaca (4 buah)	<i>Glass cup (4 pcs)</i>	Cacing tanah (20 ekor)	<i>Earthworms (20)</i>
Baki tanah (4 buah)	<i>Tray (4 pcs)</i>	Ikan (4 ekor)	<i>Fish (4)</i>
Sendok (1 buah)	<i>spoon (1 pcs)</i>	Detergen (secukupnya)	<i>Detergent (sufficiently)</i>
Gelas plastik (4 buah)	<i>Plastic cup (4 pcs)</i>		

Berdasarkan daftar di atas, pilihlah alat dan bahan yang sesuai untuk digunakan dalam percobaan Anda, lalu tuliskan pada tabel di bawah ini!

Based on the lists above, choose the tool and material which were appropriate to be used in your observation, then please write on the table below!

Tabel 2.2 Daftar Alat dan Bahan Pencemaran Tanah

Tabel 2.2 The List of tools and materials of land pollution

Alat/ <i>Tools</i>	Bahan/ <i>Materials</i>

3. Susunlah langkah percobaan secara sistematis berdasarkan pilihan di bawah ini!

Arrange the observation step systematically based on the options below!

- a. Tumpahkan tanah pada baki masing-masing. Tuangkan air sumur dan detergen 0,5 sendok, dan detergen 1 sendok pada masing-masing tanah pada baki.

Spill the land on each trays. Pour water well and 0,5 spoon of detergent and 1 spoon of detergent 1 on each tray.

- b. Siapkan 4 gelas plastik dan 4 baki. Kemudian beri label keempat gelas dan baki dengan nama air sumur, detergen 0,5 sendok, dan detergen 1 sdm.

Prepare 4 plastic cups and 4 trays, then give the label to four cups and trays with the name; water well, 0,5 spoon of detergent, 1 spoon of detergent.

- c. Isi keempat gelas dengan tanah hingga $\frac{3}{4}$ bagiannya

Fill the four cups with the land up to $\frac{3}{4}$ of their parts

- d. Biarkan selama 15 menit, setelah 15 menit amati keadaan cacing

Let it until 5 minutes, after 15 minutes, observe the earthworms condition

- e. Campurkan larutan tersebut dengan tanah hingga merata

Mix the solvent with the land until evenly distributed

- f. Masukkan kembali campuran tanah dan larutan ke dalam masing-masing gelas

Re-put the land and solvent mixture into each cup

- g. Masukkan cacing tanah masing-masing 5 ekor ke dalam gelas

Put 5 earthworms into the each cup

- h. Catat hasil pengamatan pada tabel yang telah disediakan!

Note the observation result on available table!

--

Pengumpulan Informasi/ *Information Collection*

Tulis hasil percobaan pencemaran tanah pada tabel 2.3 berikut!

Write the observation result of land pollution on table 2.3 below!

No	Nama Gelas/ <i>Cup Name</i>	Jumlah Cacing <i>The Number of Earthworms</i>	
		Cacing Hidup/ <i>Live worm</i>	Cacing Mati/ <i>Die worm</i>
1	Air Sumur/ <i>Water well</i>		
2	Detergen 0,5 sendok/ <i>0,5 spoon of Detergent</i>		
3	Detergen 1 sendok/ <i>1 spoon of Detergent</i>		

Diskusikan hasil percobaan bersama dengan teman Anda, lalu kumpulkan beberapa referensi dari berbagai sumber untuk mendukung hasil percobaan.

Discuss the observation result with your friends, then collect some references from various sources to support the observation result.

Tulis informasi yang diperoleh

Write the informations obtained



Pengasosiasian/ Association

1. Periksa kembali kebenaran hasil percobaan dan informasi yang Anda peroleh.

Re-check the truth of observation result and informasion obtained!

2. Diskusikan bersama teman kelompok Anda, silakan catat hal-hal yang belum Anda pahami pada tabel 2.4 di bawah ini!

Discuss with your group, and please note the things that have not been understood yet on table 2.4 below!

No.	Hal-hal yang belum dimengerti/ <i>The things that have not been understood yet</i>

Presentasi/ *Presentation*

1. Presentasikan hasil diskusi berkaitan dengan praktikum secara bergantian.

Present the discussion result related with practicum in turn!

2. Catat tanggapan dan masukan terhadap hasil presentasi, lalu tulis pada kolom di bawah ini!

Note the responses and suggestions to the presentation result. Then write on column below!

Kolom Tanggapan/ *Responses Column*

--

3. Buatlah kesimpulan hasil presentasi kelompok lain pada tabel 2.5 di bawah ini.

Make the conclusion of other group's presentation result on table 2.5 below!

No.	Kesimpulan/ <i>Conclusion</i>

Evaluasi/ Evaluation

Setelah melaksanakan serangkaian kegiatan berkaitan dengan pencemaran tanah, selanjutnya silakan lakukan kegiatan evaluasi mengenai apa yang telah anda kerjakan, dan Anda peroleh. Tuliskan pokok-pokoknya pada bagian berikut.

After doing some activities about land pollution, next please do the evaluation activity about what you have done, and gotten. Write the points in the following section.

1. Tuliskan hambatan atau kendala yang Anda temukan pada kegiatan pengamatan?

Write the obstacles and the problems you found from observation activity?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Tuliskan hambatan atau kendala yang Anda temukan pada kegiatan perumusan pertanyaan?

Write the obstacles that you found on question formulation?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Tuliskan Tuliskan hambatan atau kendala yang Anda temukan pada kegiatan perencanaan percobaan?

Write the obstacles and the problems you found on the observation planning activity?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. Tuliskan hambatan atau kendala yang Anda temukan pada kegiatan pengumpulan informasi?

Write the obstacles that you found on information collecting activities?

5. Tuliskan hambatan atau kendala yang Anda temukan pada kegiatan pengasosiasian?

Write the obstacles and the problems that you found on association activities?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. Tuliskan hambatan atau kendala yang Anda temukan pada kegiatan presentasi?

Write the obstacles and the problems you found on presentation activity?

.....

.....

.....

Modifikasi/ *Modification*

Berdasarkan hasil evaluasi, tuliskan solusi yang dapat Anda berikan, lalu tuliskan pada tabel 2.6 berikut!

Based on the evaluation result, write the solutions that you can give, then write on table 2.6 below!

No	Perbaikan untuk kegiatan Pengamatan/ <i>Revision for Observation activity</i>
	Perbaikan untuk kegiatan Perumusan pertanyaan/ <i>Revision for question formulation activity</i>
	Perbaikan untuk kegiatan Pengumpulan informasi/ <i>Revision for information collection activity</i>

	Perbaiki untuk kegiatan Pengasosiasian/ <i>Revision for Association activity</i>
	Perbaiki untuk kegiatan Presentasi/ <i>Revision for Presentation activity</i>

Solusi Baru Atasi Polusi Merkuri

The New solution for resolving Mercury Pollution



Gambar 2.3. Solusi Mengatasi Polusi Merkuri

(Sumber: <http://www.hijauku.com/2013/10/28/solusi-baru-atasi-polusi-merkuri/>)

Figure 2.3. The solution for resolving mercury pollution

(Sumber: <http://www.hijauku.com/2013/10/28/solusi-baru-atasi-polusi-merkuri/>)

Polusi merkuri mencemari endapan air dan tanah, merusak ekosistem, dan meracuni jaringan pangan lokal. Penelitian Program Lingkungan PBB (UNEP) menunjukkan pencemaran merkuri terus meningkat di negara-negara berkembang. PBB juga telah mengadopsi Konvensi Minamata guna mengontrol dan mengurangi pencemaran merkuri. Logam berat berbahaya ini mencemari lingkungan dan mengancam kesehatan hingga berpuluh tahun bahkan beribu tahun lamanya.

Mercury Pollution pollutes water and land sediment, damages the ecosystem, and poisons local food system. The Research of Environment Program PBB (UNEP) shows the mercury

pollution always increases in developing countries. PBB also has adopted Minamata Convention for controlling and reducing mercury pollution. This danger heavy metal pollutes the environment and endanger the health until for decades even thousand of years.

Membersihkan polusi merkuri memerlukan biaya yang tinggi dan tidak jarang merusak lingkungan. Tim peneliti dari *Smithsonian Environmental Research Center dan University of Maryland*, Baltimore menemukan cara baru yang lebih murah dan tidak merusak lingkungan untuk menyerap merkuri yang mencemari tanah. Selama ini, pencemaran merkuri ditangani dengan mengeruk tanah atau endapan air dan membuang hasil kerukan tersebut ke lokasi pembuangan limbah. Cara ini bisa menimbulkan kerusakan lingkungan dalam skala yang besar.

Cleaning the mercury pollution needs expensive cost and not often damages the environment. The researcher team from Smithsonian Environmental Research Center and University of Maryland, Baltimore found the cheaper and not damaging the environment to absorb the mercury that polluted the land. All this time, mercury pollution is handled by dredging the land or land sediment and threw the dredge output to the waste disposal location. This way can cause environment damage in large scale.

Cynthia Gilmour (SERC), Upal Ghosh (UMBC) dan tim berhasil membuktikan bahwa karbon aktif, arang yang telah diproses untuk meningkatkan kemampuannya mengikat bahan kimia, bisa mengurangi polusi di lokasi yang tercemar berat merkuri. Penelitian ini telah diterbitkan dalam jurnal “*Environmental Science & Technology*”. Tim ilmuwan menguji teknologi ini di laboratorium guna mengatasi polusi pada endapan merkuri dari empat lokasi: sungai, danau air tawar dan dua lokasi air payau. Tidak hanya menyerap merkuri di lingkungan, teknologi ini juga mampu mengurangi polusi metil merkuri yang diserap oleh cacing tanah. “Polusi metil merkuri (merkuri organik) lebih beracun dan lebih mudah masuk dalam jaringan pangan dibanding polusi merkuri non-organik,” ujar Gilmour, yang memimpin penelitian ini. “Polusi metil merkuri diproduksi oleh bakteri alami. Untuk membuat lahan kembali aman, polusi metil merkuri pada binatang juga harus dikurangi”.

Cynthia Gilmour (SERC), Upal Ghosh (UMBC) and team are successful in proving that active carbon, charcoal that have been processed to increase the ability for binding chemical

materials, can reduce the pollution at location that has been polluted so much by mercury. This research has been published in “Environmental Science & Technology journal”. The scientist team examined this technology in laboratory for resolving pollution on mercury sediment from four locations: river, freshwater lake, and two brackish water locations. Not only absorbing the mercury on environment, this technology can also reduce the methyl mercury pollution that absorbed by the earthworms. “The methyl mercury pollution (organic mercury) is more poisonous and easy to get into food system than non-organic mercury pollution,” said Gilmour, who lead this research. “methyl mercury pollution is produced by natural bacteria. For making the land is being secure, methyl mercury pollution on animals is also needed to be reduced”.

Dengan menyebar karbon aktif di 5% permukaan lahan yang sudah tercemar, jumlah polusi metil merkuri yang diserap oleh cacing bisa dikurangi hingga lebih dari 90%. “Teknologi ini memberikan cara baru guna mengurangi pencemaran merkuri pada tanah – yang mampu mengurangi kerusakan lingkungan akibat penggalian atau pengerukan,” ujar Ghosh. Karbon aktif bisa disebar ke permukaan endapan atau tanah tanpa mengganggu endapan atau tanah yang sudah tercemar merkuri tersebut. Karbon aktif yang menyerap polusi merkuri ini pada akhirnya bercampur dengan lapisan tanah. Penelitian ini adalah penelitian pertama yang memanfaatkan karbon aktif untuk mengurangi pencemaran merkuri dalam tanah dan endapan-endapan air (Sumber: <http://www.hijauku.com/2013/10/28/solusi-baru-atasi-polusi-merkuri/>)

By spreading the carbon active in 5% of polluted land, the methyl mercury pollution amount that is absorbed by the earthworms can be reduced into more than 90%. “This technology gives new way for reducing mercury pollution on the land – that can also reduces the environment damage caused by excavation and dredging,” said Ghosh. The active Carbon can be spread to the sediment surface or the land without disturbing the sediment or land which are polluted by mercury. The active Carbon that absorbed this mercury pollution finally mixed with subsoil. This research is the first research which utilizes active carbon to reduce mercury pollution on the land and sediments water.(Source: <http://www.hijauku.com/2013/10/28/solusi-baru-atasi-polusi-merkuri/>)

Rangkuman

Conclusion

- A. **Definisi:** pencemaran tanah adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam tanah oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam sehingga kualitas tanah menurun sampai ke tingkat tertentu dan menyebabkan tanah tidak berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya.

The Definition: The land pollution is entering or is entered the living things, substances, energy, and or other components into the land by human activities or by natural processes so that the land quality is decreased into certain level and causes the environment to be less or unfunction anymore in accordance with its designation.

- B. **Penyebab Pencemaran Tanah:** 2 penyebab pencemaran tanah (Ningsih, 2002), yaitu: (1) Faktor alami (aktivitas gunung berapi, terbakarnya semak-semak); (2) Faktor buatan (limbah domestik, limbah industri, limbah pertanian, pencemaran melalui air dan udara (Sastrawijaya, 2000).

The causes of land pollution: there are 2 causes of land pollution (Ningsih, 2002), there are: (1) natural factors (volcanic activity, burning of bushes); (2) Artificial factors (domestic waste, industrial waste, agricultural waste, pollution through water and air (Sastrawijaya, 2000).

- C. **Dampak Pencemaran Tanah:** Zat berbahaya akan masuk dan meresap ke dalam tanah dan menurunkan kualitas tanah, mengurangi hasil panen dan kualitas produk pertanian, sehingga berdampak terhadap kesehatan manusia, hewan, dan ekosistem.

The impact of land pollution: The danger substances will be entered and absorbed into the land and reduce the land quality, reduce the yield and agriculture product quality, that gives an impact on human health, animals, and ecosystem.

- D. **Upaya Pencegahan Pencemaran Tanah:** (1) penanggulangan secara fisik (pemanasan dan peyerapan menggunakan arang aktif, zeolit, dan bentonit

(Endrawanto dan Winarno, 1996), pengolahan tanah dan teknik pengairan (Suharsih et al, 2000), pencucian atau drainase (Sukmana et al, 1986; Kurnia et al, 2003); (2) penanganan secara kimia (menggunakan bahan-bahan alami seperti pupuk anorganik dan organik); (3) pengendalian secara biologi (melakukan fitoremediasi dan bioremediasi).

The Prevention effort of land pollution: (1) Prevention physically (heating and absorbing by using active charcoal, zeolite, and bentonite (Endrawanto dan Winarno, 1996), the land processing and the waters technique (Suharsih et al, 2000), washing and drainage (Sukmana et al, 1986; Kurnia et al, 2003); (2) The handling chemically (By using natural materials such as anorganic and organic fertilizer); (3) The handling biologically (doing fitoremediation and bioremediation).

4. **Solusi Pencemaran Tanah:** (1) melakukan kampanye dan penyuluhan mengenai pengurangan penggunaan pestisida; (2) pengawasan terhadap penggunaan pestisida; (3) sistem pertanian *back to nature*; (4) remediasi; (5) bioremediasi.

The solution of land pollution: (1) Doing campaign and caunseling about the reduction of pesticide utilization; (2) supervising for pesticide utilization (3) back to nature agriculture system; (4) remediation; (5) bioremediation.

Tes Formatif

Formative Test

A. Soal/ *Questions*

1. Jelaskan definisi pencemaran tanah!

Explain the definition of land pollution!

2. Jelaskan faktor-faktor penyebab terjadinya pencemaran tanah!

Explain the factors that cause the land pollution!

3. Analisislah dampak yang dapat terjadi akibat adanya pencemaran tanah!

Analyze the impacts that can be occurred due to land pollution!

4. Analisislah berbagai upaya yang dapat dilakukan untuk mencegah terjadinya pencemaran tanah!

Analyze the various efforts that can be done to prevent land pollution!

5. Simpulkan menurut pendapat Anda tentang solusi yang dapat dilakukan bagi pencemaran tanah!

Make a conclusion based on your opinion about the solution that can be done for land pollution!

B. Kunci Jawaban/ *Answer Key*

1. Pencemaran tanah terjadi apabila makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain masuk ke dalam tanah oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam sehingga kualitas tanah menurun sampai ke tingkat tertentu dan menyebabkan tanah tidak berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya.

The land pollution occurs when the living things, substances, energy, and or other components that enter the land by human activities or by natural processes so that the land quality is decreased into certain level and causes the environment to be less or unfunction anymore in accordance with its designation.

2. Faktor penyebab terjadinya pencemaran tanah ada 2, yaitu: faktor alami dan faktor buatan.

There are 2 causative factors of land pollution, namely natural factors and artificial factors.

3. Dampak yang terjadi akibat pencemaran tanah diantaranya: Pencemaran Tanah: penurunan kualitas tanah, hasil penurunan hasil panen dan kualitas panen, sehingga berdampak pada kesehatan makhluk hidup.

The impacts which are caused by land pollution are the decrease of land quality, the decrease of yield that gave the impacts on living thing health.

4. Beberapa upaya Pencegahan yang dapat dilakukan bagi pencemaran tanah, antara lain: (1) penanggulangan secara fisik; (2) penanganan secara kimia; dan (3) pengendalian secara biologi.

Some prevention efforts that can be done for the land pollution are: (1) The prevention physically; (2) The handling chemically; and (3) The controlling biologically.

5. Solusi bagi pencemaran tanah, antara lain: (1) melakukan kampanye dan penyuluhan mengenai pengurangan penggunaan pestisida; (2) pengawasan terhadap penggunaan pestisida; (3) sistem pertanian *back to nature*; (4) remediasi; (5) bioremediasi.

The solutions for land solution, that are: (1) Doing campaign and caunseling about the reduction of pesticide utilization; (2) supervising for pesticide utilization (3) back to nature agriculture system; (4) remediation; (5) bioremediation.

Umpan Balik/feedback

Bagaimana pemahaman Anda tentang Kegiatan 2 ini? Apabila sudah paham tentu Anda dapat menjawab soal latihan dengan tepat bukan? Jika Anda berhasil menjawab semua soal dengan benar atau minimal 75%, maka selanjutnya silakan pelajari kegiatan 3. Namun, seandainya BELUM, cobalah pelajari ulang secara lebih cermat. Anda pasti berhasil.

Selamat Belajar

How is your understanding about the activity 2? If you have understood, surely you can answer the questions appropriately. If you are successful in answering all questions correctly or minimal 75%, so next please learn the activity 3. But, try to review it more carefully. You have to be successful.

*Good Luck**

Tindak Lanjut/ Follow Up

Pelajari ulang bagian-bagian yang belum Anda pahami dengan membaca buku, jurnal dan sumber lainnya untuk lebih memperdalam materi.

Review the parts that have not been understood yet by reading a book, journal, other sources for more understanding.

Kegiatan 3/
Activity 3

Pencemaran **Udara** *Air Pollution*

A. Deskripsi Singkat/ *Short Description*

Udara merupakan campuran dari berbagai macam gas, salah satunya yaitu O₂. Gas ini merupakan komponen penting yang dapat menunjang kehidupan semua Makhluk hidup. Udara yang tercemar dapat disebabkan oleh berbagai faktor, salah satunya adalah aktivitas manusia. Banyak kegiatan manusia yang dapat menyebabkan udara tercemar, seperti: kegiatan rumah tangga, kegiatan industry, serta kegiatan pertanian. Dampak yang terjadi akibat pencemaran udara juga akan dirasakan langsung oleh makhluk hidup, seperti: gangguan kesehatan, hujan asam, dan lain-lain.

Air is the mixture of various gases, one of them is O₂. This gas is an important component that can support life of all living things. The polluted air can be caused by various factors, one of them is human activity. Many human activities can cause the air become polluted, such as: household activities, industry activities, and agriculture activities. The Impacts that occur due to air pollution will also be felt directly by living things, such as: health problems, acid rain, and others.

B. Relevansi/ *Relevance*

Pencemaran air, tanah, dan udara memiliki keterkaitan satu dengan yang lain, misalnya dalam hal penyebab pencemaran. Banyak kegiatan manusia yang akan berdampak langsung pada air, tanah dan juga udara. Contohnya kegiatan industri. Apabila limbah kegiatan industri yang dialirkan ke area perairan akan menyebabkan pencemaran air, sedangkan limbah industri yang dibuang langsung di area tanah terbuka akan menyebabkan tanah menjadi rusak dan tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya. Kegiatan industri biasanya juga menghasilkan

asap hitam melalui cerobong asap pada masing-masing pabrik. Asap hitam ini secara langsung juga akan berdampak terhadap kualitas udara di sekitar kita.

The pollution of water, land, and air have a correlation each other, such as in case of the pollution causes. Many human activities will cause directly on water, land, and air, for example in industry activity. If the waste of industry activities is flowed to the waters area it will cause the water pollution, while the industry waste that thrown away directly to the opened land area will damage the land and cannot give its function properly. The Industry activity usually also produces black smoke through the chimneys in each factory. This black smoke will also directly affect to the air quality around us.

C. Analisis Topik / *Topic analysis*

Kegiatan analisis topik merupakan langkah pertama dalam pembelajaran strategi SRLBS. Kegiatan ini akan membantu siswa untuk memahami tujuan pembelajaran yang sedang berlangsung. Kegiatan ini akan memaparkan dua hal yakni (1) indikator pencapaian kompetensi dan (2) tujuan pembelajaran.

Topic Analysis activity is the first step in SRLBS strategy learning. This activity will help the students to understand the running learning objectives. This activity will explain two things that are (1) indicator of competency achievement (2) Learning Objectives.

1. Indikator Pencapaian Kompetensi/ *Indicator of Competency Achievements*

3.11.1. Siswa dapat menjelaskan definisi pencemaran udara

The Students can explain the definition of air pollution.

3.11.2. Siswa dapat menjelaskan faktor penyebab pencemaran udara

The Students can explain the cause factors of air pollution.

3.11.3. Siswa dapat menganalisis dampak yang terjadi akibat pencemaran udara

The Students can analyze the impact that is caused by air pollution.

3.11.4. Siswa dapat menganalisis upaya pencegahan terhadap pencemaran udara

The Students can analyze prevention effort for the air pollution.

3.11.5. Siswa dapat menyimpulkan solusi terhadap pencemaran udara

The Students can conclude the solution for air pollution.

- 4.11.1. Siswa dapat merancang percobaan pencemaran udara

The Students can design the air pollution experiment.

- 4.11.2. Siswa dapat melakukan percobaan pencemaran udara

The Students can do the air pollution experiment.

- 4.11.3. Siswa dapat mengkomunikasikan hasil percobaan dalam bentuk presentasi

The Students can communicate the observation result in presentation.

- 4.11.4. Siswa dapat menyajikan gagasan solusi (modifikasi) kegiatan pencemaran udara

The Students can present the solution idea (modification) of air pollution activity.

2. Tujuan Pembelajaran

- 3.11.1. Siswa dapat menjelaskan definisi pencemaran udara melalui kegiatan diskusi dengan benar

The Students can explain air pollution definition through discussion activity correctly.

- 3.11.2. Siswa dapat menjelaskan faktor penyebab pencemaran udara melalui diskusi kelompok dengan benar

The Students can explain the factors cause the air pollution through group discussion correctly.

- 3.11.3. Siswa dapat menganalisis upaya pencegahan terhadap pencemaran udara melalui diskusi kelompok dengan benar.

The Students can analyze the prevention effort for air pollution through group discussion correctly.

- 3.11.4. Siswa dapat menyimpulkan solusi terhadap pencemaran udara melalui kegiatan diskusi kelompok dengan benar

The Students can conclude the solutions for air pollution through group discussion correctly.

4.11.1. Siswa dapat merancang percobaan pencemaran udara melalui kegiatan praktikum dengan benar

The Students can design air pollution observation through practice activities correctly.

4.11.2. Siswa dapat melakukan kegiatan percobaan pencemaran udara dengan benar

The Students can do observation activities of air pollution correctly.

4.11.3. Siswa dapat mengkomunikasikan hasil percobaan dalam bentuk presentasi dengan benar

The Students can communicate observation result in presentation correctly.

4.11.5. Siswa dapat menyajikan gagasan solusi (modifikasi) kegiatan pencemaran udara melalui kegiatan diskusi dengan benar.

The Students can present the solution idea (modification) of air pollution activities through discussion activity correctly.

Uraian Materi

Material Description

A. Definisi Pencemaran Udara/ *The Definition of Air Pollution*

Udara merupakan salah satu komponen lingkungan yang penting dalam kehidupan perlu dipelihara dan ditingkatkan kualitasnya sehingga dapat memberikan daya dukungan bagi makhluk hidup untuk dapat hidup secara optimal. Pencemaran udara umumnya diartikan sebagai udara yang mengandung suatu atau lebih bahan kimia dalam konsentrasi yang cukup tinggi untuk dapat menyebabkan gangguan atau bahaya terhadap manusia, binatang, tumbuh-tumbuhan, dan harta benda (Zakaria & Azizah, 2013).

Air is one of important environmental components in life that its quality needs to be maintained and improved to give the support for living things in living optimally. Air pollution is generally defined as air that contains one or more chemicals in high enough concentrations to cause the disturbance or danger to humans, animals, plants, and property (Zakaria & Azizah, 2013).

Pencemaran udara adalah kehadiran satu atau lebih substansi fisik, kimia, atau biologi di atmosfer dalam jumlah yang dapat membahayakan kesehatan manusia, hewan, dan tumbuhan, mengganggu estetika dan kenyamanan, atau merusak properti. Pencemaran udara dapat ditimbulkan oleh sumber-sumber alami maupun kegiatan manusia (Murdani, 2016).

Air pollution is the presence of one or more physical, chemical or biological substances in the atmosphere in an amount that can endanger human, animal and plant, disturbing aesthetics and comfort, or damage property. Air pollution can be caused by natural sources or human activities (Murdani, 2016)

Prinsip pencemaran udara adalah apabila di dalam udara terdapat unsur-unsur pencemar (biasa disebut polutan baik primer maupun polutan sekunder yang bersumber dari aktivitas manusia dan sebagian kecil dari aktivitas alam) yang dapat mempengaruhi keseimbangan udara normal dan mengakibatkan

gangguan terhadap kehidupan manusia, hewan, tumbuh-tumbuhan mikroba, dan benda-benda lain (Zulkifli, 2014).

The air pollution principle is when in the air there are pollutant elements (commonly they are called primary and secondary pollutants that are sourced from human activities and a small part of the natural activities) that can affect the normal air balance and cause disturbance to human life, animals, microbial plants, and other objects (Zulkifli, 2014).

Pencemaran udara dapat digolongkan ke dalam tiga kategori, yaitu: (1) pergesekan permukaan, pergesekan permukaan adalah penyebab utama pencemaran partikel dapat di udara dan ukurannya bervariasi; (2) penguapan, penguapan merupakan perubahan fase cair menjadi gas. Penyubliman juga dapat menambahkan uap di udara. Polusi udara banyak disebabkan zat yang mudah menguap seperti pelarut cat dan perekat; (3) pembakaran, pembakaran merupakan reaksi kimia yang berjalan cepat dan membebaskan energi, cahaya atau panas. Pada pembakaran banyak digunakan oksigen dan dihasilkan berbagai oksida (Hastiana, 2013).

Air pollution can be classified into three categories: (1) surface friction, surface friction is the main cause of particle pollution in the weather and their varies of size; (2) Evaporation, evaporation is liquid into a gas phase change. The sublimation can also adds steam in the air. Air pollution is mostly due to volatile substances such as paint solvents and adhesives; (3) combustion, combustion is a fast-running chemical reaction and frees energy, light or heat. In combustion the oxygen is so much used and produced as various oxides (Hastiana, 2013).

B. Penyebab Pencemaran Udara/ *The causes of Air Pollution*

Pencemaran udara disebabkan adanya pembakaran yang tidak sempurna dari minyak bumi, batubara, asap rokok, dan gas-gas lain yang mencemari udara, misalkan gas CO, CO₂, NO, NO₂, SO, SO₂, CH₄, CFC₃. Kadar polutan di udara dinyatakan dengan ppm (*part per million*), yaitu jumlah cm³ polutan per m³ udara. Polutan yang dimaksud disini dapat berbentuk partikel, cairan, atau gas. Sedangkan menurut Nizkon (2015), pencemaran udara dibedakan menjadi dua yaitu: pencemaran primer dan pencemaran sekunder. Pencemaran primer adalah substansi pencemar yang ditimbulkan langsung dari sumber pencemaran udara,

contoh: karbon monoksida karena hasil pembakaran. Sedangkan pencemar sekunder adalah substansi pencemar yang terbentuk dari reaksi pencemar-pencemar primer di atmosfer, contoh: pembentukan ozon dalam smog fotokimia (Anshori & Martono, 2009).

Air pollution is caused by unperfectly burning from crude oil, coal, cigarette smoke, and other gases polluting air, such as CO, CO₂, NO, NO₂, SO, SO₂, CH₄, CFC₃ gases. Air pollutant levels are expressed as ppm (parts per million) that is the quantity cm³ of pollutant per m³ of the air. Pollutant that is meant here can be shaped of particles, liquid, or gases. Meanwhil, according to Nizkon (2015), Air pollution is divided into 2, they are: Primary pollution and secondary pollution. Primary Pollution is pollutant substance that directly occured by air pollution source. Such as: Carbon monoxide due to burning output. While secondary pollutant is pollutant substance shaped by primary pollutants reaction in atmospher, such as ozone formation in photochemical smog (Anshori & Martono, 2009).

1. Kegiatan manusia/ *Human Activities*
 - a) Transportasi/ *Transportation*
 - b) Industri/ *Industry*
 - c) Pembangkit listrik/ *Power Plants*
 - d) Pembakaran (perapian, kompor, fumace, incinerator dengan berbagai jenis bahan bakar)/ *Burning (fireplace, stove, furnace, incinerator with various types of fuel)*
 - e) Gas buang pabrik yang menghasilkan gas berbahaya seperti (CFC)/ *Factory exhaust gas that produces danger gases such as (CFC)*
2. Sumber alami/ *Natural Sources*
 - a) Gunung berapi/ *Volcano*
 - b) Rawa-rawa/ *Swamp*
 - c) Pembakaran hutan/ *Burning Forest*
 - d) Nitrifikasi dan denitrifikasi biologi/ *Nitrification and biological denitrification*
3. Sumber-sumber lain/ *Other Sources*
 - a) Transportasi ammonia/ *Amonia Transportation*
 - b) Kebocoran tangki klor/ *Leaking of chlorine tank*

c) Timbulan gas metana dari tempat pembuangan akhir sampah/ *Methana gas from landfill*

d) Uap pelarut organik/ *Organic solvent flumes*

Ada tujuh pencemar utama terdiri dari (Sudjoko, 2009):

There are seven main pollutants, i.e (Sudjoko, 2009):

1. Benda partikulat/ *Particulate Object*

Zat ini sering disebut sebagai asap atau jelaga. Partikulat ini sering merupakan pencemar udara yang mudah dirasakan, dan biasanya juga paling berbahaya.

This substance is often called as smoke or soot. This particulate is often air pollutants that is easily felt, and it is usually also the most dangerous

2. Sulfur dioksida/ *Sulfur dioxide*

Emisi sulphur terutama timbul dari pembakaran bahan fosil yang mengandung belerang (sulfur), terutama batubara yang digunakan untuk pembangkit tenaga listrik atau pemanasan rumah.

Sulfur emissions primarily arises from the burning of fossil materials containing sulfur, especially coal used for power generation or home heater.

3. Ozon atau kabut fotokimiawi/ *Ozone or photochemical smog*

Ozon terdiri dari beratus-ratus zat kimia yang terdapat dalam asam kabut, terbentuk ketika hidrokarbon pekat di perkotaan bereaksi dengan oksida nitrogen. Tetapi karena salah satu zat kimiawi itu, yaitu ozon adalah yang paling dominan, pemerintah menggunakannya sebagai tolak ukur untuk menetapkan konsentrasi oksidan secara umum.

Ozone consists of hundreds of chemicals contained in fog acid, formed when concentrated hydrocarbons in urban react with nitrogen oxides. But because one of these chemicals, ozone, is the most dominant, the government uses it as a benchmark for determining general oxidant concentrations.

4. Karbon monoksida/ *Carbon Monoxide*

Asap kendaraan merupakan sumber hampir seluruh CO (karbon monoksida) yang dikeluarkan di banyak daerah perkotaan. Karena itu strategi penurunan kadar CO yang berhasil bergantung pada pengendalian emisi

otomatis seperti pengubah kalitis, yang mengubah sebagian besar CO menjadi karbon monoksida.

Vehicle smoke is a source of almost all CO (carbon monoxide) released in many urban areas. Because of this, a successful CO reduction strategy depends on controlling automatic emissions such as a catalytic converter, which converts most CO into carbon monoxide.

5. Nitrogen oksida/ **Nitrogen oxides**

Nitrogen oksida yang terjadi ketika panas pembakaran menyebabkan bersatunya oksigen dan nitrogen yang terdapat di udara memberikan berbagai ancaman bahaya.

Nitrogen oxide that occurs in burning heat causes the combining of oxygen and nitrogen contained in the air gives a variety of hazards.

6. Hidrokarbon / **Hydrocarbons**

Hidrokarbon merupakan uap bensin yang tidak terbakar dan produk samping dari pembakaran tak sempurna. Jenis-jenis hidrokarbon lain, yang sebagian menyebabkan leukimia, kanker atau penyakit-penyakit serius lainnya.

Hydrocarbon is unburned gasoline vapor and by products of incomplete burning. Other types of hydrocarbon which partly causes leukimia, cancer, or other serious diseases.

7. Timbal/ **Lead**

Logam berwarna kelabu keperakan yang amat beracun dalam setiap bentuknya ini merupakan ancaman yang amat berbahaya bagi anak dibawah usia 6 tahun, yang biasanya tertelan dalam bentuk serpihan cat pada dinding rumah. Dampak yang ditimbulkan oleh logam berat ini akan merusak kecerdasan, menghambat pertumbuhan, mengurangi kemampuan untuk mendengar dan memahami bahasa dan menghilangkan konsentrasi.

The highly toxic silver-gray metals of every shape is a very dangerous threat to children under 6 years old, that is usually swallowed in the form of paint flakes on the house walls. The impact caused by heavy metals will damage intelligence, inhibit growth, reduce the ability to hear and understand the language and eliminate the concentration.

C. Dampak Pencemaran Udara/ *The Impact of Air Pollution*

Beberapa dampak pencemaran udara adalah sebagai berikut (Nizkon, 2015):

Some impacts of air pollution, as follows (Nizkon, 2015):

1. Dampak negatif pencemaran udara/ *Negative Impact of Air Pollution*

Pencemaran udara dapat memberikan dampak negative bagi makhluk hidup, manusia, hewan, dan tumbuh-tumbuhan. Kebakaran hutan dan gunung api yang meletus menyebabkan banyak hewan yang kehilangan tempat berlindung, banyak hewan dan tumbuhan mati bahkan punah. Gas-gas oksida belerang (SO_2 dan SO_3) bereaksi dengan uap air dan air hujan dapat menyebabkan terjadinya hujan asam yang dapat merusak gedung-gedung, jembatan sehingga mengakibatkan tumbuhan mati atau tidak bisa tumbuh. Gas karbon monoksida bila terhisap masuk ke dalam paru-paru bereaksi dengan haemoglobin menyebabkan terjadinya keracunan darah dan masih banyak lagi dampak negative yang disebabkan oleh pencemaran udara.

Air Pollution can give negative impacts for living things, humans, animals, and plants. The forest fire and volcano that erupted cause many animals that lost their homes, many animals and plants are death and extinct. Sulfur oxide gases (SO_2 dan SO_3) are reacted with water vapor and rain water can cause acid rain which can damage buildings, bridge, even cause the plants death and cannot grow. If Carbon monoxide gas inhaled into the lungs reacted with haemoglobin causes the blood poisoning and many more negative impacts caused by air pollution.

2. Dampak positif pencemaran udara/ *Positive Impact of Air Pollution*

Pencemaran udara selain memberikan dampak negative, juga dapat memberikan dampak positif antara lain, lahar dan partikulat-partikulat yang disebarkan gunung berapi yang meletus, bila sudah dingin menyebabkan tanah menjadi subur, pasir dan batuan yang dikeluarkan gunung berapi yang meletus dapat dimanfaatkan sebagai bahan bangunan. Gas karbon monoksida bila bereaksi dengan udara menghasilkan gas karbondioksida bisa dimanfaatkan bagi tumbuh-tumbuhan untuk melangsungkan fotosintesis untuk menghasilkan karbohidrat yang dapat berguna bagi manusia hidup.

Besides giving negative impact, air pollution also can give positive impact, there are lava and particulates spewed by erupted volcanoes when it gets cold it causes the land becomes fertile, sand and rocks released by erupted volcanoes can be utilized as building materials. If Carbon monoxide gas reacted by the air producing carbonmonoxide gas, it can be utilized for plants to carry on photosynthesis in producing carbohidrate that can be useful for living things.

Pendapat lain juga menambahkan beberapa dampak dari pencemaran udara terhadap kerusakan lingkungan atas penurunan kualitas lingkungan adalah sebagai berikut (Zulkifli, 2014):

Other Opinion also added some impacts from air pollution to the environment damage on decrease of environment quality, as follows (Zulkifli, 2014):

1. Gangguan visibilitas adalah gangguan pada tanah dan air karena adanya endapan partikulat dari pengaruh deposisi atmosfer dan dapat memberikan efek yaitu: deplesi nutrient tanah, memengaruhi diversitas ekosistem, pengasaman pada danau dan sungai, dan lain-lain.

The disturbance disruption is the disturbance on land and water because there is particulate sediment from the influence of atmosphere deposition and it can give the effects, they are: land nutrient, influencing ecosystem diversity , and acidification on lake and river, and so on.

2. Adanya ground level azone yang dapat merusak ekosistem yaitu mengganggu kemampuan tanaman bereproduksi dan merusak keadaan lingkungan disekitar.

There is ground level azone that can damage the ecosystem by disturbing the plant ability in reproduction and damages environment around.

3. Pengasaman air hujan karena transformasi H_2O bercampur SO_2 dan NO_2 mengakibatkan sulfur menjadi asam sulfur (H_2SO_4) dan nitrogen menjadi asam nitrit (HNO_3).

Acidification of rainwater because the transformation of H_2O mixed SO_2 and NO_2 causes the sulfuric is being sulfuric acid (H_2SO_4) and nitrogen is being nitric acid (HNO_3).

D. Upaya Pencegahan Pencemaran Udara/ *The Effort of Air Pollution Prevention*

Upaya pencegahan yang dapat dilakukan untuk mengatasi emisi udara yang ditimbulkan oleh kendaraan bermotor yakni dengan melakukan perencanaan sistem transportasi perkotaan melalui kegiatan pemulihan kualitas udara perkotaan. Pernyataan ini dapat dilihat dari hasil analisis kegiatan Hari Bebas Kendaraan Bermotor (HBKB) yang dilakukan di Provinsi DKI Jakarta yang menunjukkan konsentrasi polutan CO, NO dan debu (PM) mengalami penurunan yang cukup signifikan dari tahun 2007-2009 (Gusnita, 2010). Selain dari perencanaan sistem transportasi perkotaan, upaya pencegahan yang dapat dilakukan yang dapat dilakukan sebagai berikut (Widiantono, 2009):

The prevention effort that can be done to prevent air emission that is caused by motor vehicle is by planning the Urban transportation system through the recovery activity of urban air quality. This statement can be seen from analysis result of Car Free Day activity (HBKB) that is done in DKI Jakarta province showed the pollutant concentration CO, NO, and dust (PM) decrease significantly from 2007-2009 (Gusnita, 2010). Besides the planning of urban transportation system, the prevention result that can be done, as follows: (Widiantono, 2009):

1. Mendorong peningkatan okupansi kendaraan melalui kebijakan *ride-sharing*, *three-in-one*, *car-pooling* dan lain-lain.

Encouraging the enhancement of vehicle occupancy through ride-sharing, three-in-one, car-pooling policy and so on.

2. Menyediakan sarana angkutan umum yang cepat, murah dan nyaman yang dapat menjangkau seluruh bagian kota.

Providing the fast, cheap, and comfortable public transportation that can reach by all parts of city.

3. Menyediakan fasilitas untuk mendorong penggunaan sarana angkutan tak bermotor seperti jalur sepeda, jalur pejalan kaki yang dapat mengurangi ketergantungan kepada kendaraan bermotor.

Providing the facility to encourage the use of non-motorized transportation, such as bicycle lane, pedestrian path which can reduce the dependence on motor vehicle.

4. Menerapkan jam kerja yang lebih fleksibel atau penggeseran waktu kerja (*staggering work hours*) dan pemisahan waktu kerja dan sekolah untuk mengurangi beban lalu lintas pada jam puncak.

Implementing the work hours is more flexible or work hours shift (staggering work hours) and the separation of work and school hours and for reducing the traffic load on rush hour.

5. Membatasi penggunaan kendaraan pribadi melalui penerapan pembatasan plat nomor kendaraan yang dapat dioperasikan pada kawasan atau waktu tertentu.

Limiting the use of private vehicles through the application of vehicle number plate restrictions which can be operated in a particular area or time.

6. Menerapkan *congestion pricing*, pengenaan tarif parkir yang tinggi pada kawasan-kawasan CBD untuk memberikan disinsentif bagi pengguna kendaraan pribadi.

Implicating congestion pricing, high parking rates imposition on CBD areas for giving disincentives for private vehicle users

Senada dengan Widiantono (2009), (Santi, 2001) memaparkan 3 pendekatan yang dapat dilakukan sebagai upaya pencegahan pencemaran udara, yakni:

Similar with Widiantono (2009), (Santi, 2001) explained 3 approaches that can be done as the efforts of air pollution prevention, i.e:

1. Pendekatan teknis dapat dilakukan dengan cara mengendalikan bahan bakar yang akan digunakan oleh kendaraan bermotor. Misalnya menggantikan Tetra Ethil Lead (TEL) yakni bahan tambahan yang mengandung Pb pada bensin dengan anti *knocing* yang lain yang tidak mengandung Pb. Kemudian usaha pendekatan teknis ini juga dapat dilakukan dengan menyiapkan bahan bakar alternatif berupa air, listrik, dan gas.

Technical Approach can be done by controlling the fuel that will be used by motor vehicle. Such as replacing Tetra Ethil Lead (TEL) that is the additives containing Pb on gasoline with other anti-knocking that is not containing Pb. Then, this technical approach effort also can be done by preparing alternative fuel, there are water, electricity, and gas.

2. Pendekatan planatologi, administrasi, dan hukum. Pendekatan ini cukup logis diberikan karena hukum adalah bentuk upaya untuk mencegah dan menaggulangi akibat yang ditimbulkan emisi gas kendaraan bermotor. Harapannya peraturan perundang-undangan ditetapkan sebagai syarat yang harus dipatuhi oleh setiap warga masyarakat.

Planatology, Administration, and Law Approach. This approach is logical enough to be given because law is the effort to prevent and overcome the effect the cause of motorcycle emission. Hopely, The set of legislation as requirement that must be obeyed by every cictizen.

3. Pendekatan Edukatif. Pendekatan ini juga dirasakan cukup sederhana dan efektif digunakan. Hal ini dikarenakan dengan mengetahui dampak bahayanya timbal (Pb) dari asap kenalpot kendaraan, diharapkan timbul kesadaran masyarakat untuk melakukan upaya pencegahan. Selain itu, pendekatan ini juga dapat diwujudkan dengan melakukan pendidikan pelatihan pada orang penyebab meningkatnya pencemaran Pb seperti pengemudi, pemilikkendaraan bermotor, mekanik/teknisi yang melakukan perawatankendaraan.

Educative Approach. This approach is also felt, simple and effective to be used. It is caused by knowing the danger impact of lead (Pb) from the smoke, it is hoped there will be the awareness of people in doing prevention efforts. Besides it, this approach also can be realized by doing training learning to people who cause the increase of Pb pollution such as driver/rider, motorcycle owner, mechanic/technician who do vehicle maintenance.

E. Solusi Pencemaran Udara/ *The Solution for Air Pollution*

Penghijauan dan reboisasi dapat menurunkan polusi udara oleh CO₂. Demikian juga pembuatan jalur hijau di kota-kota besar menjadi hal yang sangat berarti. Secara alamiah tumbuhan menyerap CO₂ untuk fotosintesis, dengan penghijauan berarti akan meningkatkan pengambilan CO₂ udara oleh tumbuhan. Hal lain yang tidak kalah penting adalah memasang penyaring udara pada cerobong asap pabrik untuk menyaring partikel-partikel yang bercampur asap agar tidak terbebas ke udara. Menetapkan kawasan industri yang jauh dari kawasan pemukiman warga, mengurangi pemakaian minyak bumi dan batu bara pada industri dan pembangkit listrik. Memanfaatkan energi alternatif yang lebih ramah lingkungan, seperti energi biogas, energi surya dan energi panas bumi untuk

menggantikan energi minyak bumi dan batu bara. Pengawasan yang ketat di wilayah hutan yang rawan terbakar dan melarang warga membakar semak belukar di sekitar hutan dalam membuka lahan pertanian. Disamping itu perlu diberikan sanksi yang tegas pada pihak-pihak yang secara sengaja melakukan pembakaran lahan atau hutan. Memakai masker pada saat udara tercemar oleh asap menjadi penting untuk dilakukan, paling tidak dapat mengurangi dampak yang lebih buruk. Perlunya ketentuan hukum internasional yang mengikat bagi semua negara yang melakukan percobaan nuklir di kawasan terbuka. Pemberian sanksi yang tegas bagi negara yang melakukan pelanggaran diharapkan dapat mengurangi polusi radioaktif. Demikian juga pengawasan yang ketat pada reaktor nuklir dari bahaya radiasi dan kebocoran (Subardi & Pramono, 2009).

The Greening and reforestation can reduce the air pollution by CO₂. Likewise, the creation of green lines in big cities is very meaningful. Naturally plant absorbs CO₂ for photosynthesis, with reforestation means that it will increase the uptake of CO₂ by plants. Another thing that is not less important is to use an air filter in the factory chimney to filter smoke-mixed particles so that it will not come out to the air. Establishing industrial area that is far from residential area reduces the use of oil and coal in industry and power plant. Utilizing the alternative energy that is better for environment, such as biogas energy, solar energy and geothermal energy to replace oil and coal energy, having strict supervision in forest areas which are easy to get burn, and forbid the citizen to burn the bushes around the forest to open agricultural land. In addition, strict punishment must be given to parties who deliberately do burning of land or forests. Wearing a mask when the air is contaminated with smoke becomes important to do, at least it can reduce the worse impact. The needs of binding international law provisions to all countries that conduct nuclear experiments in open areas. The giving of strict punishment for violating countries is expected to reduce radioactive pollution. Likewise, strict supervision of nuclear reactors from radiation and leakage hazards (Subardi & Pramono, 2009).

Pengamatan/Observation

Perhatikan Wacana di Bawah Ini!/ Pay attention to the text below

Polusi debu kini mengancam kualitas udara di Kabupaten Gorontalo. Badan Lingkungan Hidup (BLH) Kabupaten Gorontalo, Provinsi Gorontalo menyatakan kualitas udara di daerah itu mulai tercemar polusi debu yang timbul akibat musim kemarau panjang tahun ini. "Berdasarkan hasil pantauan BLH beberapa waktu lalu, kualitas udara di Kabupaten Gorontalo kian memburuk akibat banyaknya partikel debu yang beterbangan di mana-mana," kata kepala BLH Kabupaten Gorontalo Husni Deka, Selasa (13/10/2015).

Dust pollution now threatens the air quality at Kabupaten Gorontalo. Life Environment Department (BLH) of Kabupaten Gorontalo, Gorontalo province declared that the air quality in that district starts to be polluted by dust pollution that occurred as the cause of long summer season in this year. "Based on the BLHs' observation result some time ago, Air quality in Kabupaten Gorontalo is getting worse because the number of dust particles is flying everywhere," said the head of BLH, Kabupaten Gorontalo, Husni Deka, Tuesday (13/10/2015).

Partikel debu yang terbang di udara saat ini dideteksi telah melebihi ambang batas normal baku mutu, sehingga diprediksi dapat mengancam kesehatan masyarakat yang tinggal di daerah itu. Menurut dia, pencemaran udara yang sangat tinggi di daerah ini, terjadi di wilayah di mana arus lalu lintas kendaraan cukup tinggi, seperti di daerah-daerah sepanjang jalan trans Sulawesi. "Di sana lalu lalang mobil bus angkutan umum, serta truk besar pengangkut barang sangat banyak, sehingga menimbulkan tebaran debu yang tidak sedikit pula," ujarnya. Selain itu polusi debu juga banyak terjadi di beberapa ruas jalan, yang saat ini dalam proses pekerjaan, debu yang berasal dari material timbunan jalan terus terangkat ke permukaan saat angin bertiup kencang di siang hari.

The flying Dust particle on the air now is detected to have exceeded the normal threshold of quality standards, so it is predicted to threaten the health of the people living in the area. From his explanation, air pollution is very high in this area, occurs in areas where the vehicle traffic is quite high, such as in areas along the trans-Sulawesi road. "There, the passing of public transport bus cars, as well as big trucks transporting goods is very large, that causes a lot of dust," he said. In addition, dust pollution also occurs on several roads, which is currently in the process of work, the dust coming from the road pile material continues to rise to the surface when the wind blows hard during the day.

BLH meminta masyarakat untuk waspada terhadap berbagai penyakit yang dapat ditimbulkan akibat cuaca ekstrem saat ini, potensi Penyakit Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) sedapat mungkin dapat diantisipasi. Masyarakat juga diimbau agar senantiasa menggunakan masker pada saat melakukan aktivitas di

luar rumah, apalagi saat berkendara, sebab udara banyak mengandung debu yang dinilai kurang baik untuk kesehatan. Husni menambahkan, guna meminimalisir dampak tersebut perlu ada pola pengawasan dan pengaturan terhadap aktivitas-aktivitas yang memicu terjadinya debu, seperti proyek pengerukan bangunan, agar tanahnya tidak sampai mengotori jalan. Selain itu perlu dibuat sebuah aturan yang mewajibkan setiap angkutan material, terutama angkutan tanah galian C untuk menjaga kebersihan, artinya angkutan tidak membuat material terjatuh dan berserakan di jalan raya (Sumber: <http://kabar24.bisnis.com/read/20151013/78/481867/polusi-debu-kualitas-udara-gorontalo-mulai-tercemar>).

BLH asks people to be alert toward some diseases that can be occurred by extreme weather at this time, disease potential of Acute Respiratory Infections (ISPA) as anticipated as possible. The community is also encouraged to always use masks in doing activities outside the home, especially when driving, because the air contains a lot of dust which is considered not good for health. Husni added, in order to minimize this impact, there should be a pattern of supervision and regulation of activities that trigger dust, such as building dredging projects, so that the land does not contaminate the road. In addition, it is necessary to make a rule that requires every material transportation, especially transportation of excavation C to maintain cleanliness, means that the transportation does not make material fall and scattered on the highway. (Source: <http://kabar24.bisnis.com/read/20151013/78/481867/polusi-debu-kualitas-udara-gorontalo-mulai-tercemar>).



Gambar 3.1 Pencemaran Udara Akibat Debu

Figure 3.1 Air Pollution caused by Dust

(Sumber/Source: <http://keluargazulfadhli.blogspot.co.id/2012/10/pakah-efek-eksploitasi-batu-bar.html>)



Gambar 3.2 Pencemaran Udara Akibat Kendaraan Bermotor

Figure 3.2 Air Pollution caused by Motorcycle

(Sumber/Source: <https://news.detik.com/berita/2285347/indeks-pencemaran-udara-di-riau-di-level-bahaya>)

Berdasarkan wacana dan gambar di atas, tuliskan beberapa informasi yang dapat Anda ambil, pada kolom di bawah ini.

Based on the texts and figures above, write some informations that can be gotten on the column below!.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Perumusan Pertanyaan/ *Question Formulation*

Buatlah pertanyaan sesuai dengan wacana dan gambar di atas, lalu tuliskan pada kolom di bawah ini!

Create the questions based on the texts and figures above, then write on the column below!

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Pilihlah salah pertanyaan untuk dibuktikan pada kegiatan percobaan, namun sebelumnya buatlah rancangan percobaan terlebih dahulu dengan mengikuti petunjuk berikut

Please choose one question for being proven in observation activity, but create observation design first by following the instructions.

Perencanaan/ Planning

1. Tentukan tujuan percobaan dengan menentukan pilihan di bawah ini!

Determine the observation purposes by determining the options below!

- a. Untuk mengetahui kondisi lingkungan udara yang dingin dan panas
To find out cold and warm air environment condition.
- b. Untuk membedakan kondisi lingkungan udara yang sudah tercemar dan yang belum tercemar
To distinguish the air environment condition that has been polluted and has not been polluted yet.
- c. Untuk membedakan kondisi lingkungan udara yang bersih dan sejuk
To distinguish the clean and fresh air environment condition.

2. Perhatikan daftar alat dan bahan yang tersedia berikut ini!

Pay attention to the following list of tools and materials!

Tabel 3.1 Daftar Pilihan Alat dan Bahan Pencemaran Udara

Table 3.1 Tools and Materials List of air pollution

Alat	<i>Tools</i>	Bahan	<i>Materials</i>
Alat Tulis	<i>Stationary</i>	Air Sumur	<i>Well Water</i>
Benang nilon (secukupnya)	<i>Nylon String (sufficiently)</i>	Tanah	<i>Land</i>
pH Meter (1 buah)	<i>pH Meter (1 pcs)</i>	Air Sungai	<i>River Water</i>
Gunting (1 buah)	<i>Scissor (1 pcs)</i>	Air Danau	<i>Lake Water</i>
Kertas karton (4 lembar)	<i>Paperboard (4 pcs)</i>	Mentega	<i>Butter</i>
Plastik (secukupnya)	<i>Plastic (sufficiently)</i>		
Karet Panjang (secukupnya)	<i>Long rubber (sufficiently)</i>		

Kayu lidi (secukupnya)	<i>Stick Wood (sufficiently)</i>		
Kaca pembesar (1 buah)	<i>Magnifying glass (1 pcs)</i>		
Ember (4 buah)	<i>Bucket (4 pcs)</i>		
Timbangan	<i>Scales</i>		
Cawan petri	<i>Petri dish</i>		

Berdasarkan daftar di atas, pilihlah alat dan bahan yang sesuai untuk digunakan dalam percobaan Anda, lalu tuliskan pada tabel di bawah ini!

Based on the table above, choose the tool and material that were appropriate to be used on your observation, then write on the table below!

Tabel 3.2 Daftar Alat dan Bahan Pencemaran Udara

Table 3.2 List of air pollution Tools and Materials

Alat/ <i>Tools</i>	Bahan/ <i>Materials</i>

3. Susunlah langkah percobaan secara sistematis berdasarkan pilihan di bawah ini!

Arrange the observation steps systematically based on the options below!

- a. Potong benang nilon dan ikatkan pada lubang kertas karton, ikatlah sehingga benar-benar kuat.

Cut nylon string and tie on paperboard hole, and tie so it is very strong.

- b. Buat penyangga kayu pada kertas (agar pada percobaan kertas tidak menggulung)

Make wood buffer on paper (to make paper will not scroll during the observation)

- c. Potong kertas karton putih membentuk lingkaran dengan diameter 5 cm.
Buatlah sebanyak 4 lembar

Cut white paperboard into circle with 5 cm diameter, make into 4 pcs

- d. Lubangilah kertas karton menggunakan gunting pada bagian atasnya.

Hole paperboard by using scissor on the top part.

- e. Gantungkan kertas karton tersebut di udara terbuka dekat dengan banyak kendaraan yang berlalu lalang. Tinggalkan selama 1 malam.

Hang the paperboard on the opened air near many transportation passing by. Left it for 1 night.

- f. Amatilah kertas karton dengan menggunakan mata telanjang, lalu periksalah dengan kaca pembesar. Seberapa kotorkah kertas karton tersebut.

Observe paperboard by using the eyes, then check it by using magnifying glass. How dirty the paperboard is.

- g. Olesi kertas karton dengan lapisan minyak goreng menggunakan tanganmu, agar dapat menangkap benda partikulat di udara.

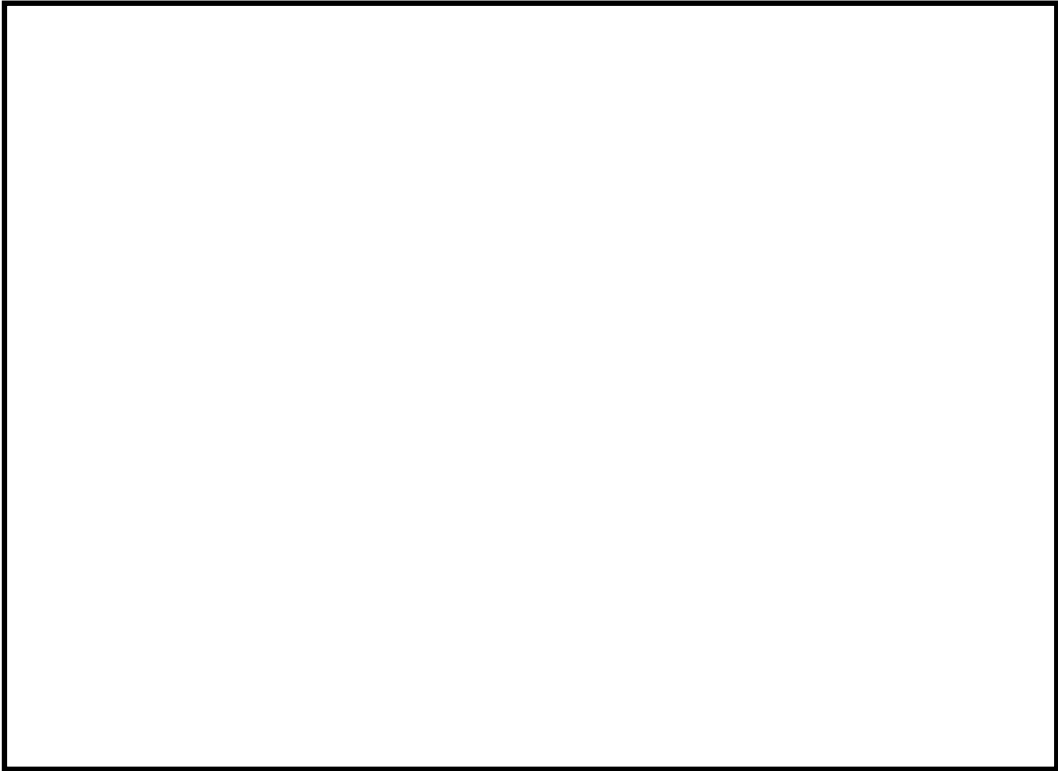
Basting the papaerboard with cooking oil by using your hand, in order to catch particulate object on the air.

- h. Setelah diamati kemas kertas karton menggunakan plastik agar hasil percobaan tidak hilang dan terlihat rapi.

After observed, pack paperboard using plastic to make the observation result is not lost and neat.

- i. Catat hasil pengamatan pada tabel yang telah disediakan!

Note the observation result on the available table.



Pengumpulan Informasi/ *Information Collection*

Tulis hasil percobaan pencemaran udara pada tabel 3.3 berikut!

Write the observation result of air pollution on the table below.

No	Letak/ <i>Location</i>	Gambar/ <i>Figure</i>		Keterangan/ <i>Explanation</i>
		Sebelum Perlakuan/ <i>Before treatment</i>	Setelah Perlakuan/ <i>After treatment</i>	
1	Jalan Raya yang Ramai/ <i>Highways</i>			
2	Jalan Raya yang Sepi/ <i>Quiet highway</i>			

Diskusikan hasil percobaan bersama dengan teman Anda, lalu kumpulkan beberapa referensi dari berbagai sumber untuk mendukung hasil percobaan.

Discuss the observation result with your friends, then collect some references from some sources for supporting the observation result.

Tulis informasi yang diperoleh

Write the informations obtained

A large, empty, light green rounded rectangle with a thin dark green border, intended for writing information.

Pengasosiasian/ Association

1. Periksa kembali kebenaran hasil percobaan dan informasi yang Anda peroleh.

Re-check the truth of observation result and information that that have been obtained!

2. Diskusikan bersama teman kelompok Anda, silakan catat hal-hal yang belum Anda pahami pada tabel 3.4 di bawah ini!

Discuss with your group friends, and please note the things that have not been understood yet on table 3.4 below!

No.	Hal-hal yang belum dimengerti/ <i>The things that have not been understood yet</i>

Presentasi/ *Presentation*

1. Presentasikan hasil diskusi berkaitan dengan praktikum secara bergantian.

Present the discussion result related with the practicum in turn

2. Catat tanggapan dan masukan terhadap hasil presentasi, lalu tulis pada kolom di bawah ini!

Note the responses and suggestions to the presentation result, then write on the column below!

Kolom Tanggapan/ *Responses Column*

--

3. Buatlah kesimpulan hasil presentasi kelompok lain pada tabel 3.5 di bawah ini.

Make a conclusion of other group's presentation result on table 3.5 below!

No.	Kesimpulan/ <i>Conclusion</i>

Evaluasi/ *Evaluation*

Setelah melaksanakan serangkaian kegiatan berkaitan dengan pencemaran udara, selanjutnya silakan lakukan kegiatan evaluasi mengenai apa yang telah anda kerjakan, dan Anda peroleh. Tuliskan pokok-pokoknya pada bagian berikut.

After doing the activities related with air pollution, next please do evaluation activities about what you have been done and obtained. Write the points on this following sections.

1. Tuliskan hambatan atau kendala yang Anda temukan pada kegiatan pengamatan?

Write the obstacles and the problems you found from observation activity?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Tuliskan hambatan atau kendala yang Anda temukan pada kegiatan perumusan pertanyaan?

Write the the obstacles that you found on question formulation?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Tuliskan hambatan atau kendala yang Anda temukan pada kegiatan perencanaan percobaan?

Write the obstacles that you found on the observation planning activity ?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. Tuliskan hambatan atau kendala yang Anda temukan pada kegiatan pengumpulan informasi?

Write the obstacles that you found on information collecting activities?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. Tuliskan hambatan atau kendala yang Anda temukan pada kegiatan pengasosiasian?

Write the obstacles that you found in the association activities?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. Tuliskan hambatan atau kendala yang Anda temukan pada kegiatan presentasi?

Write the the obstacles that you found on presentation activity?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Modifikasi/ *Modification*

Berdasarkan hasil evaluasi, tuliskan solusi yang dapat Anda berikan, lalu tuliskan pada tabel 3.6 berikut!

Based on the evaluation result, write the solutions that you can you give, then write on table 3.6 below!

No	Perbaikan untuk kegiatan Pengamatan <i>Revision for Observation activity</i>
	Perbaikan untuk kegiatan Perumusan pertanyaan <i>Revision for Question Formulation activity</i>
	Perbaikan untuk kegiatan Pengumpulan informasi <i>Revision for Information Collection activity</i>

	Perbaikan untuk kegiatan Pengasosiasian <i>Revision for Association activity</i>
	Perbaikan untuk kegiatan Presentasi <i>Revision for Presentation activity</i>

Info Biologi/ *Biology Info*

Bata Jalan yang Membersihkan Udara

Stone Road cleaning the air



Gambar 3.3 Bata Pembersih Udara

Figure 3.3 The Brick is air purifier

(Sumber/Source: http://www.godsdirectcontact.or.id/news/news182/ga_43.htm)

Pemerintah Hong Kong tengah giat memperkenalkan Kampanye Aksi Langit Biru dengan harapan bahwa rangkaian peraturan baru ini akan meningkatkan kualitas udara di Hong Kong. Salah satu penemuan terbaru yang dapat membantu mewujudkan tujuan ini adalah batu jalan pembersih udara. Tidak seperti batu bata padat umumnya, batu bata jalan yang baru ini memiliki lapisan 5 mm titaniumdioksida. Dengan pancaran sinar matahari, lapisan ini berfungsi sebagai katalis untuk mengubah polusi seperti nitrooksida dari pembuangan gas kendaraan menjadi nitrat yang tidak berbahaya bagi lingkungan.

Hong Kong government is actively introducing the campaign of blue sky action with the expectation that some these new rules will increase Hong Kong air quality. One of them, the new

discovery can help to realize this aim is The brick is air purifier. It is not like solid bricks in general, this new road bricks have 5 mm of titaniumdioxide layer. With sun exposure, this layer functionate as catalyst for changing pollution such as nitrooxide from the exhaust of vehicle gas being nitrate that undanger for environment.

Hasil uji coba menunjukkan bahwa batu bata pembersih udara ini dapat menghilangkan 20% polusi udara. Penemuan ini memenangkan Penghargaan Produk Ramah Lingkungan Hong Kong (Hong Kong Eco-Product Award) dan Piagam Bangunan Hijau (Green Building Award) tahun 2006. Dipamerkan dalam Pameran Rancang & Inovasi Hong Kong bulan Nopember Tahun Emas 3 (2006), rancangan bata tersebut memperoleh penghargaan berkat penelitian yang dilakukan oleh Lam Chi Sin, Chan Chun Wan, dan Wong Chi Ho dari Universitas Politeknik Hong Kong.

Observation result shows that this brick is air purifier can lose 20% of air pollution. This discovery won the award of Hong Kong's eco-friendly product and Green Building Award in the year 2006. Exhibited in Hong Kong Design and Innovation Exhibition on November Golden years 3 (2006), the bricks design get award because the research that done by Lam Chi Sin, Chan Chun Wan, dan Wong Chi Ho dari Universitas Politeknik Hong Kong

Tiga pemuda ini telah menunjukkan daya cipta dan semangat kerja untuk memperkecil dampak lingkungan. Mereka telah mendapatkan paten teknologi di kantor setempat atas penemuan mereka dan kerja sama dari universitas mereka untuk memproduksi batu bata jalan terserbut dengan mendirikan Laputta Eco-Construction Material Company, Ltd, untuk memproduksi batu bata secara lokal dan menjualnya.

Three teenagers have been showed creativity and spirit of work to reduce environment impact. They have been gotten technology patent at local office for their discovery and cooperation from their university to produce the road bricks by building Laputta Eco-Construction Material Company, Ltd, to produce the bricks locally and sell it.

Batu bata jalan pembersih udara bukan hanya efektif melindungi lingkungan, tetapi juga diproduksi dari bahan baku yang ramah lingkungan termasuk pecahan-pecahan kaca, debu dari hasil pembakaran arang, dan batu kerikil. Pecahan kaca

diperoleh dari penghancuran botol gelas daur ulang dan pasir halus diperoleh dari sisa pembangunan, dengan demikian juga mengurangi sampah di lokasi setempat. Konsep berwawasan lingkungan milik Laputa telah menarik minat perusahaan besar dan sekarang mereka telah menerima botol gelas dari Coca-cola.

The road bricks are air purifier not only protect environment effectively, but also produced from eco-friendly raw materials including broken glass, dust from breaking recycle glass bottle and small sand gotten from construction fritter, therefore, it also reduce garbage at local area. Environment concept of Laputa has interest big company and now they has receive glass bottle from Coca-cola.

Ada juga kekhawatiran bahwa pelapis dioksida titanium akan memudar secara perlahan-lahan. Namun demikian, lapisan batu bata tersebut adalah suatu campuran dioksida titanium dan batu, yang bisa bertahan 10 hingga 20 tahun dengan daya tahan tekanan berat manusia maupun kendaraan. Batu bata tersebut merupakan barang anti-licin dan tahan terhadap tekanan. Batu bata tersebut dibuat untuk bisa menahan berat 60ton untuk yang di pinggir jalan dan 90ton untuk yang di tengah jalan. Keragaman rancangan yang ada serta kegunaannya terhadap lingkungan, maka dapat dipastikan kelak akan digunakan secara luas di Hong Kong (Sumber: http://www.godsdirectcontact.or.id/news/news182/ga_43.htm).

There is a concern that titanium dioxide coating will be faded slowly. But, bricks stratum are a mixture of titanium dioxide and stone, that can survive 10 until 20 years with durability of human and vehicle weight pressure. The brick is anti-slippery thing toward the pressure. The bricks are made to be able withstand weight 60 ton for in the roadside and 90 ton for in the middle of road. Design variety and the usability for environment, so it can be confirmed later will be used extensively in Hong Kong.

(Sumber: http://www.godsdirectcontact.or.id/news/news182/ga_43.htm).

Rangkuman

Conclusion

- A. Definisi: udara yang mengandung suatu atau lebih bahan kimia dalam konsentrasi yang cukup tinggi untuk dapat menyebabkan gangguan atau bahaya terhadap manusia, binatang, tumbuh-tumbuhan, dan harta benda (Zakaria & Azizah, 2013). Pencemaran udara adalah kehadiran satu atau lebih substansi fisik, kimia, atau biologi di atmosfer dalam jumlah yang dapat membahayakan kesehatan manusia, hewan, dan tumbuhan, mengganggu estetika dan kenyamanan, atau merusak properti.

Definition: Air pollution is generally defined as air containing one or more chemicals in high concentrations enough to cause disturbance or danger to humans, animals, plants, and property (Zakaria & Azizah, 2013). Air pollution is presence of one or more physical, chemical, or biological substances in the atmosphere in quantity that can harm human, animal and plant health, impair aesthetics and comfort, or damage property.

- B. Penyebab Pencemaran Udara: (1) pembakaran yang tidak sempurna dari minyak bumi, batubara, asap rokok, dan gas-gas lain (gas CO, CO₂, NO, NO₂, SO, SO₂, CH₄, CFC₃); (2) kegiatan manusia (transportasi, industri, pembangkit listrik, pembakaran, gas buang pabrik); (3) sumber alami (gunung berapi, rawa-rawa, pembakaran hutan, nitrifikasi dan denitrifikasi biologi) disebut sebagai asap atau jelaga. Partikulat ini sering merupakan pencemar udara yang mudah terasakan, dan biasanya juga paling berbahaya.

The causes of air pollution: (1) Unperfectly burning from crude oil, coal, cigarette smoke, and other gases polluting air. (CO, CO₂, NO, NO₂, SO, SO₂, CH₄, CFC₃); (2) Human Activities (Transportation, Industry, Power Plants, Burning Factory exhaust) ; (3) Natural Sources (Volcano, Swamp, Burning Forest, Nitrification and biological denitrification. This substance is often called as smoke or soot. These particulates are often air that easy to be felt, and usually it is also the most dangerous.

- C. **Dampak Pencemaran Udara:** (1) dampak negatif pencemaran udara (banyak hewan yang kehilangan tempat berlindung, banyak hewan dan tumbuhan mati bahkan punah, terjadinya hujan asam, keracunan darah); (2) dampak positif pencemaran udara (tanah menjadi subur, pasir dan batuan dapat dimanfaatkan sebagai bahan bangunan); (3) gangguan visibilitas; (4) adanya *ground level azone* yang dapat merusak ekosistem.

The Impacts of air pollution: (1) The negative impacts of air pollution (many animals that lost their homes, many animals and plants are death and extinct, acid rain, blood poisoning); (2) the positive impact (the land is being fertile, the sand and rocks released by erupted volcanoes can be utilized as building materials). (3) Visibilty disruption (4) There is ground level azone that can damage the ecosystem.

- D. **Upaya Pencegahan Pencemaran Udara:** (1) melakukan perencanaan sistem transportasi perkotaan melalui kegiatan pemulihan kualitas udara perkotaan; (2) Mendorong peningkatan okupansi kendaraan melalui kebijakan *ride-sharing, three-in-one, car-pooling* dan lain-lain; (3) Menyediakan sarana angkutan umum yang cepat, murah dan nyaman yang dapat menjangkau seluruh bagian kota; (4) Menyediakan fasilitas untuk mendorong penggunaan sarana angkutan tak bermotor seperti jalur sepeda; (5) Menerapkan jam kerja yang lebih fleksibel dan sekolah untuk mengurangi beban lalu lintas pada jam puncak; (6) Membatasi penggunaan kendaraan pribadi; (7) Menerapkan *congestion pricing*. Selain itu, ada 3 pendekatan yang dapat dilakukan sebagai upaya pencegahan pencemaran udara, yakni: (1) Pendekatan teknis; (2) Pendekatan planatologi; (3) Pendekatan Edukatif.

The Effort of Air Pollution Prevention: (1) doing the planning of Urban transportation system through the recovery activity of urban air quality. (2) Encouraging the enhancement of vehicle occupancy through ride-sharing, three-in-one, car-pooling policy. (3) Providing the fast, cheap, and comfortable public transportation that can reach by all parts of city. (4) Providing the facilities to encourage the use of non-motorized transportation such as bicycle lane, pedestrian, (5) Implementing the work hours is more flexible or work hours shift (staggering work hours) and the separation of work and school

hours and reducing the traffic load on peak hour.(6) Limiting the use of private vehicle through the implication of vehicle's number plate limitation that can be operated on certain area and time. (7) Implicating congestion pricing. There are 3 approaches that can be done to prevent the air pollution, thy are (1) Technical Approach (2) Planatology, Administration, and Law Approach. (3) Educative Approach.

- E. **Solusi Pencemaran Udara:** (1) penghijauan dan reboisasi; (2) memasang penyaring udara pada cerobong asap pabrik untuk menyaring partikel-partikel yang bercampur asap agar tidak terbebas ke udara; (3) menetapkan kawasan industri yang jauh dari kawasan pemukiman warga; (4) mengurangi pemakaian minyak bumi dan batu bara pada industri dan pembangkit listrik; (5) memanfaatkan energi alternatif yang lebih ramah lingkungan; (6) pengawasan yang ketat di wilayah hutan yang rawan terbakar dan melarang warga membakar semak belukar di sekitar hutan; (7) memberikan sanksi yang tegas pada pihak-pihak yang secara sengaja melakukan pembakaran lahan atau hutan; (8) memakai masker pada saat udara tercemar.

The Solution of Air Pollution : (1) The Greening and reforestation (2) installing air filter on factory's chimney for filtering the particles mixed with smoke so it will be not come out to the air. (3) Specify industry areas that are far from resident area, (4) reduce the use of petroleum and coal on industry and power plant, (5) utilize alternative energy that is better for environment (6) The strict control at forest area that is prone to burned and prohibit people to burn the shrubs around forest. (7) giving the strict punishment to everyone who intentionally doing the area and forest burning. Using mask in the polluted air

Tes Formatif

Formative Test

A. Soal/ *Questions*

1. Jelaskan definisi pencemaran udara!

Explain the definition of air pollution!

2. Jelaskan faktor-faktor penyebab terjadinya pencemaran udara!

Explain the factors that cause the air pollution!

3. Analisislah dampak yang dapat terjadi akibat adanya pencemaran udara!

Analyze the impact that can be occurred due to air pollution!

4. Analisislah berbagai upaya yang dapat dilakukan untuk mencegah terjadinya pencemaran udara!

Analyze the various efforts that can be done to prevent air pollution!

5. Simpulkan menurut pendapat Anda tentang solusi yang dapat dilakukan bagi pencemaran udara!

Make a conclusion based on your opinion about the solution that can be done for air pollution!

B. Kunci Jawaban/ *Answer Key*

1. Pencemaran udara adalah kehadiran satu atau lebih substansi fisik, kimia, atau biologi di atmosfer dalam jumlah yang dapat membahayakan kesehatan manusia, hewan, dan tumbuhan, mengganggu estetika dan kenyamanan, atau merusak properti.

Air pollution is presence of one or more physical substance, chemical, or biological substances in the atmosphere in quantity that can harm the health of human, animal and plant, disturbs the aesthetics and comfort, or damage property.

2. Faktor penyebab pencemaran udara: (1) pembakaran yang tidak sempurna; (2) kegiatan manusia; dan (3) sumber alami.

The causes of air pollution: (1) Unperfectly burning; (2) Human Activities; (3) Natural Sources.

3. Dampak pencemaran udara terdiri dari 2: (1) dampak negatif ; (2) dampak positif; (3) gangguan visibilitas; (4) adanya *ground level azone* yang dapat merusak ekosistem.

Air pollution impacts concludes : (1) negative impact (2) positive impact; (3) the ground level azone that can damage the ecosystem.

4. Upaya pencegahan pencemaran udara dapat dilakukan dengan beberapa pendekatan, seperti: (1) Pendekatan teknis; (2) Pendekatan planatologi; (3) Pendekatan Edukatif.

The prevention efforts of air pollution can be done by some approaches (1) technical approach (2) Planatology approach; (3) Educative approach.

5. Solusi bagi pencemaran udara: (1) penghijauan dan reboisasi; (2) memasang penyaring udara pada cerobong asap; (3) penetapan kawasan industri yang jauh dari kawasan pemukiman warga; (4) mengurangi pemakaian minyak bumi dan batu bara pada industri dan pembangkit listrik; (5) memanfaatkan energi alternatif ramah lingkungan; dan lain-lain.

The Solution of Air Pollution (1) The Greening and reforestation (2) installing air filter on factory's chimney for filtering the particles mixed with smoke so it will not come out to the air. (3) Specify the industry areas that are far from resident area, (4) reduce the use of petroleum and coal on industry and power plant, (5) utilize the alternative energy that is better for environment and so on.

Umpan Balik/Feedback

Bagaimana pemahaman Anda tentang Kegiatan 3 ini? Apabila sudah paham tentu Anda dapat menjawab soal latihan dengan tepat bukan? Jika Anda berhasil menjawab semua soal dengan benar atau minimal 75%, maka selanjutnya silakan pelajari kegiatan 4. Namun, seandainya BELUM, cobalah pelajari ulang secara lebih cermat. Anda pasti berhasil.

Selamat Belajar

How is your understanding about this activity 3? If you have understood, surely you can answer the questions appropriately. If you are successful in answering all questions correctly or minimal 75%, so next please learn the activity 4. But, try to review it more carefully. You have to be successful.

Good Luck*

Tindak Lanjut/Follow Up

Pelajari ulang bagian-bagian yang belum Anda pahami dengan membaca buku, jurnal dan sumber lainnya untuk lebih memperdalam materi.

Review the parts that have not been understood yet. Understand by reading a book, journal, and other sources for more understanding



Pencemaran Suara *Sound Pollution*

A. Deskripsi Singkat/ Short Description

Berdasarkan Surat Keputusan (SK) Menteri Negara Lingkungan Hidup No: Kep.Men-48/MEN.LH/11/1996, kebisingan adalah bunyi yang tidak diinginkan dari suatu usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan, termasuk ternak, satwa, dan sistem alam. Pencemaran tidak hanya terjadi pada air, tanah, maupun udara tapi juga pada suara. Polusi suara terutama di area perkotaan dianggap sebagai jenis pencemaran lingkungan yang paling serius ketiga oleh *World Health Organisation* (WHO). Secara umum polusi suara di daerah perkotaan dihasilkan melalui sumber yang berbeda, di antaranya lalu lintas jalan, konstruksi dan kegiatan komersial, industri, bandara dan daerah perumahan.

Based on the Decree (SK) State Minister of Environment No: Kep.Men-48 / MEN.LH / 11/1996, noise is an unwanted sound from a business or activity at a certain level and time that can cause the problems of human health and comfort environment, including livestock, animal and natural system. Pollution does not only occur in water, soil or air but also in sound.

Voice pollution, especially in urban areas, is considered as the third most serious type of environmental pollution by World Health Organisation (WHO). In general, noise pollution in urban areas is generated through different sources, including road traffic, construction and commercial activities, industry, airports and residential areas.

B. Relevansi/ *Relevance*

Pencemaran air, tanah, udara dan juga suara juga memiliki dampak bagi kesehatan manusia. Siswa yang sudah mempelajari pencemaran pada kegiatan sebelumnya akan lebih mudah menemukan dampak dan penyebab pencemaran suara yang sering dirasakan di lingkungan sekitar mereka.

Water, land, air, and sound pollution also have the impact for human health. The students who have learned this activity before will be easier to find the impact and cause of sound pollution that is often felt in the environment around them.

C. Analisis Topik/ *Topic Analysis*

Kegiatan analisis topik merupakan langkah pertama dalam pembelajaran strategi SRLBS. Kegiatan ini akan membantu siswa untuk memahami tujuan pembelajaran yang sedang berlangsung. Kegiatan ini akan memaparkan dua hal yakni (1) indikator pencapaian kompetensi dan (2) tujuan pembelajaran.

Topic analysis activity is first step in SRLBS learning strategy. This activity will help the students to understand the running learning objectives. This activity will present two things, there are: (1) The indicator of competency achievement and (2) Learning Objectives.

1. Indikator Pencapaian Kompetensi/ *Indicator of Competency Achievements*

- 3.11.1. Siswa dapat menjelaskan definisi pencemaran suara.

The Students can explain the definition of sound pollution.

- 3.11.2. Siswa dapat menjelaskan faktor penyebab pencemaran suara.

The Students can explain factors cause sound pollution.

- 3.11.3. Siswa dapat menganalisis dampak yang terjadi akibat pencemaran suara.

The Students can analyze the impact that is caused by sound pollution.

- 3.11.4. Siswa dapat menganalisis upaya pencegahan terhadap pencemaran suara.

The Students can analyze prevention effort for the sound pollution.

- 3.11.5. Siswa dapat menyimpulkan solusi terhadap pencemaran suara.

The Students can conclude the solution for sound pollution.

- 4.11.1. Siswa dapat mengkomunikasikan hasil diskusi dalam bentuk presentasi.

The Students can communicate the observation result in presentation.

- 4.11.2. Siswa dapat menyajikan gagasan solusi (modifikasi) kegiatan pencemaran suara.

The Students can present solution idea (modification) sound pollution activity.

2. Tujuan Pembelajaran/ *Learning Objectives*

- 3.11.1. Siswa dapat menjelaskan definisi pencemaran suara melalui kegiatan diskusi dengan benar.

The Students can explain sound pollution definition through discussion activity correctly.

- 3.11.2. Siswa dapat menjelaskan faktor penyebab pencemaran suara melalui diskusi kelompok dengan benar.

The Students can explain factors cause the sound pollution through group discussion correctly.

- 3.11.3. Siswa dapat menganalisis upaya pencegahan terhadap pencemaran suara melalui diskusi kelompok dengan benar.

The Students can analyze the prevention effort for sound pollution through group discussion correctly.

- 3.11.4. Siswa dapat menyimpulkan solusi terhadap pencemaran suara melalui kegiatan diskusi kelompok dengan benar.

The Students can conclude the solutions for sound pollution through group discussion correctly.

- 4.11.1. Siswa dapat merancang percobaan pencemaran suara melalui kegiatan praktikum dengan benar.

The Students can design sound pollution observation through practice activities correctly.

4.11.2. Siswa dapat melakukan kegiatan percobaan pencemaran suara dengan benar.

The Students can do observation activities of sound pollution correctly.

4.11.3. Siswa dapat mengkomunikasikan hasil percobaan dalam bentuk presentasi dengan benar.

The Students can communicate observation result in presentation correctly.

4.11.4. Siswa dapat menyajikan gagasan solusi (modifikasi) kegiatan pencemaran suara melalui kegiatan diskusi dengan benar.

The Students can present solution idea (modification) of sound pollution activities through discussion activity correctly.

Uraian Materi

Material Description

A. Definisi Pencemaran Suara/ *Definition of Sound Pollution*

Suara merupakan tekanan bolak-balik dan kumpulan molekul dalam medium elastik, yang terdeteksi oleh penerima sebagai perubahan tekanan. Struktur dalam telinga dan juga kebanyakan alat penerima yang dibuat oleh manusia sensitif terhadap perubahan tekanan suara ini. Akibat dari sensitifitas yang dimiliki oleh mahluk hidup ini, maka terdapat batas toleransi terhadap frekuensi tertentu suara yang masih dapat dianggap tidak mengganggu. Apabila kemudian suara itu memiliki frekuensi di luar batas toleransi maka akan dapat menimbulkan gangguan (Supangat, 2006).

Sound is back and forth pressure and molecule set on elastic medium which are detected by receiver as the pressure change. The structure in the ears and also many receiver tools that made by human are sensitive to this sound pressure change. The cause of sensitivity that owned by this living thing, so there is tolerance limit to the certain sound frequency that still can be considered not disturbed. Then, if the sound has frequency beyond tolerance limit so it will cause the interferences (Supangat, 2006).

Pencemaran suara merupakan salah satu isu lingkungan yang terjadi di wilayah perkotaan (Suarna, 2007). Suara bising saat ini semakin tidak terkendali, dimana bising dapat diartikan sebagai suara yang tidak dikehendaki dan mengganggu aktivitas manusia (Guntur, 2014). Pencemaran suara merupakan pencemaran serius, karena dapat menimbulkan cacat pendengaran permanen dengan intensitas kebisingan atau bunyi di atas 50 db (Widayati, 2009). Bunyi-bunyian yang menyebabkan terjadinya pencemaran suara (kebisingan) biasanya ditimbulkan dari mesin sepeda motor, mobil kereta api, kapal, pesawat terbang dan mesin-mesin industri (Kristinnah & Lestari, 2009).

Sound pollution is one of environment issue that happen at cities area (Suarna, 2007). Noise sound at this time is more uncontrol where the noise can be defined as the unwanted sound and

disturb human activities (Guntur, 2014). Sound pollution is serious pollution, because it can cause hearing defect permanently with the noise intensity or sound is more than 50 db (Widayati, 2009). The sounds that cause sound pollution (noise) sometimes comes from motorcycle machine, car, train, ship, plane, and industry machines. (Kristinnah & Lestari, 2009).



Gambar 4.1 Pencemaran Suara oleh Kendaraan Roda Empat, Roda Tiga dan Roda Dua

Figure 4.1 The sound pollution from four-wheel, three-wheel, and two-wheel transportation

(Sumber/Source: (Markin, 2013))

B. Penyebab Pencemaran Suara/ *The Causes of Sound Pollution*

Polusi suara disebabkan oleh suara bising kendaraan bermotor, kapal terbang, deru mesin pabrik, radio/taperecorder yang berbunyi keras sehingga mengganggu pendengaran (Budiati, 2009). Pencemaran suara dapat ditimbulkan oleh adanya suara bising yang disebabkan oleh suara mesin pabrik, mesin penggilingan padi, mesin las, pesawat, kendaraan bermotor yang berlalu-lalang, dan suara kereta api (Sulistyorini, 2009). Sesuai dengan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. Kep 48/MENLH/11/1996 tentang baku tingkat kebisingan menyebutkan bahwa kebisingan adalah bunyi yang tidak diinginkan dari suatu usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan.

Sound pollution is caused by the noise of motorcycle, plane, factory machine roar, the loud of radio/tape recorder that disturbs the hearing (Budiati, 2009). Sound pollution can be occurred by the noise that caused by factory machine sound, rice mill machine, welding machine, plane, motorcycle, and train sound (Sulistyorini, 2009). According to the decree of Ministry state of life Environment No. Kep 48/MENLH/11/1996 about noise standard level mentions that the noise is

undesirable sound from one effort or activity in certain level and time that cause human health interference environment comfort.

Pencemaran suara disebabkan oleh suara bising yang berlangsung secara terus menerus. Satuan kekuatan suara dikenal dengan satuan desibel (dB) (Anshori & Martono, 2009). Dibawah ini dijelaskan gambaran mengenai polusi udara, antara lain.

Sound pollution is caused by continuous noise. Sound power units are known as decibels (dB) (Anshori & Martono, 2009). Below is described the description of air pollution, among others.

1. Percakapan normal : 40 dB/ *Normal Conversation : 40 dB*
2. Keributan : 80 dB/ *Noise : 80 dB*
3. Suara kereta api : 95 dB/ *Train Sound : 95 dB*
4. Pesawat jet lepas landas : 150 dB/ *Jet planes take off : 150 dB*

Suara yang timbul apabila melebihi kadar dapat mengganggu pendengaran dan mempengaruhi sistem metabolisme antara lain:

The sound that arises when it exceeds the level can interfere the hearing and affect the metabolic system, including:

1. Perubahan tekanan darah,/ *Blood Pressure change,*
2. Gangguan jantung,/ *Heart Problem,*
3. Perubahan denyut nadi,/ *Pulse Change,*
4. Stress, dan kontraksi perut/ *Stress, and Stomach contraction*

C. Dampak Pencemaran Suara/ *The Impact of Sound Pollution*

Adapun dampak pencemaran suara adalah sebagai berikut:

The impact of sound pollution are:

1. Bagi kesehatan, yaitu suara-suara bising ini dapat menyebabkan terganggunya pendengaran manusia. Selain itu, lama-kelamaan suara bising ini akan menimbulkan berbagai keluhan pada tubuh kita, misalnya, pusing, mual, jantung berdebar-debar, sulit tidur, badan kaku, dan naiknya tekanan darah (Sulistyorini, 2009).

For health, these noises can cause the lost of human hearing. Over time these noises will cause various complaints on our body, for example, dizziness, nausea, heart palpitations, insomnia, stiff body, and rising blood pressure (Sulistyorini, 2009).

2. Pengaruh bising secara psikologi, yaitu berupa penurunan efektivitas kerja dan kinerja seseorang (Suarna, 2007).

Phsycologically, the influence of noises is the decrease of person's activity and performance. (Suarna, 2007).

3. Intensitas bising (bunyi) mempunyai pengaruh yang nyata terhadap memori jangka pendek, semakin tinggi intensitas kebisingan akan semakin menurun memori jangka pendek seseorang, variasi intensitasnya antara 30 dB sampai dengan 95 dB (Suarna, 2007).

Noise intensity has real inluence for short-term memory, the higher noise intensity so it will drop person's short-term memory, intensity variation between 30 dB until 95 dB (Suarna, 2007).

D. Upaya Pencegahan Pencemaran Suara/ The Prevention Effort of Sound Pollution

Upaya yang dapat dilakukan untuk meminimalisir pencemaran suara adalah dengan tidak menggunakan kendaraan secara berlebihan sehingga volume bunyi knalpot dapat mengganggu lingkungan masyarakat. Selain itu, para anak muda diharapkan tidak melakukan balapan liar pada jam malam agar tidak menciptakan kebisingan dan mengganggu ketentraman masyarakat. Para anakn muda juga hendaknya tidak memodifikasi kendaraan bermotor dengan berbagai variasi knalpot yang berbunyi melengking.

The effort that can be done to minimize sound pollution is by not over in using transportations so the sound volume can disturb people around. In addition, the teenagers are expected not doing illegal street racing at midnight that can disturb peoples' comfort. The teenegers are also not modificating the motorcyle with various shrill exhaust variation

E. Solusi Pencemaran Suara/ *The Solutions of Sound Pollution*

Agar kebisingan tidak mengganggu kesehatan atau membahayakan perlu diambil tindakan seperti penggunaan peredam pada sumber bising, penanaman pohon, pembuatan bukit buatan ataupun pengaturan tata letak ruang dan penggunaan alat pelindung diri sehingga kebisingan tidak mengganggu kesehatan atau membahayakan (Djalante, 2010).

To make the noise does not interfere or harm the health, it needs to be taken actions such as the use of dampers at noise sources, planting trees, making artificial hills or setting the layout of space and the use of personal protective equipment so that noise does not interfere or harm the health (Djalante, 2010).

Pengamatan/Observation

Perhatikan Wacana di Bawah Ini!

TRIBUNNEWS.COM, BANDUNG - Kepala Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup (BPLH) Kota Bandung Ahmad Rekotomo mengungkapkan, ambang batas polusi kebisingan di Kota Bandung Bandung melebihi ambang batas yang ditetapkan. "Ambang batas polusi kebisingan dapat ditoleransi sebesar 60 db (A), sementara Kota Bandung berada diatas 60 db (A)," ujar Rekotomo di Balaikota, Selasa (21/6/2011). Menurut Rekotomo, sumber kebisingan lebih banyak berasal dari suara kendaraan yang terletak di 16 titik kebisingan diantaranya di terminal-terminal. Rekotomo mengatakan, peningkatan polusi kebisingan terjadi sejak lima tahun yang lalu, sedangkan untuk polusi udara, masih dalam batas kewajaran.

TRIBUNNEWS.COM, BANDUNG – The head of Life Environment Management Department (BPLH) Ahmad Rekotomo says, noise pollution threshold in Bandung exceeds the set threshold. "The noise pollution threshold can be tolerated at 60 db (A), while Bandung is above 60 db (A)," Rekotomo said at City Hall on Tuesday (06/21/2011). According to Rekotomo, more noise sources came from the sound of vehicles located in 16 noise points including those at terminals. Rekotomo said, the increase of noise pollution occurred five years ago, while for air pollution, it was still within reasonable limits.

Indeks polusi udara di Kota Bandung berada pada kisaran 500-1.000 masih dalam ambang batas kewajaran atau masuk dalam baku mutu. "Udara di Kota Bandung masih aman, saat ini tingkat indeks polusi udara tersebut hanya mempengaruhi estetika tanaman, yaitu tanaman yang ditemplei debu," ujar Rekotomo. Menurut Rekotomo dampaknya terhadap kesehatan jika kebisingan melebihi ambang batas yaitu ketidak nyamanan dan mengganggu pendengaran. "Dalam jangka waktu yang lama dapat meningkatkan stress orang yang mengalaminya. Rekotomo mengatakan untuk penanggulangan kebisingan dapat dilakukan dengan cara penghijaun untuk meredam kebisingan di ruang terbuka. Untuk di sumber kebisingan dapat dilakukan melalui modifikasi alat atau membuat dinding peredam. Sedangkan untuk penerima menggunakan headset atau earplug (Sumber: <http://www.tribunnews.com/regional/2011/06/21/polusi-suara-di-bandung-lebihi-ambang-batas>)

Air pollution Index of Bandung is in range 500-1.000 which is still within a reasonable threshold or included in the quality standard. "The air in Bandung is still safe, at this time the level of air pollution index only affects the aesthetics of plants, namely plants that are covered with dust," Rekotomo said. According to Rekotomo, the impact on health if the noise exceeds the threshold are discomfort and disturbing hearing. "In a long period of time it can increase the stress of the person who experienced it. Rekotomo said that noise management can be done by greening

to reduce noise in open spaces. The source of noise can be done through modification of tools or making a silencer wall. For receivers using a headset or earplug (Source: <http://www.tribunnews.com/regional/2011/06/21/polusi-suara-di-bandung-lebihi-ambang-batas>)



Gambar 4.2 Penggunaan Headset yang Berlebihan dapat Menyebabkan Pencemaran Suara

(Sumber: <http://dodirullyandapgsd.blogspot.co.id/2015/11/bahaya-menggunakan-headsetearphone-bagi.html>)

Figure 4.2 The over use of Headset can cause sound pollution

(Source: <http://dodirullyandapgsd.blogspot.co.id/2015/11/bahaya-menggunakan-headsetearphone-bagi.html>)



Gambar 4.3 Pencemaran Suara yang Disebabkan oleh Aktivitas Kendaraan

(Sumber: <https://pollutiononmyearth.weebly.com/pencemaran-suara.html>)

Figure 4.3 Sound pollution that is caused by transportation activity

(Source: <https://pollutiononmyearth.weebly.com/pencemaran-suara.html>)

Berdasarkan wacana dan gambar di atas, tuliskan beberapa informasi yang dapat Anda ambil, pada kolom di bawah ini.

Based on the texts and figures above, write some informations obtained on the column below.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Perumusan Pertanyaan/ *Question Formulation*

Buatlah pertanyaan sesuai dengan wacana dan gambar di atas, lalu tuliskan pada kolom di bawah ini!

Create the questions according to the texts and figures above, then write on the column below

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Pilihlah salah pertanyaan untuk dibuktikan pada kegiatan diskusi, namun sebelumnya ikuti petunjuk diskusi di bawah ini secara sistematis.

Please choose one question for being proven in observation activity, before that follow discussion instructions below systematically

Perencanaan/ Planning

1. Tentukan tujuan diskusi dengan menentukan pilihan di bawah ini!

Determine discussion purpose by determining the options below!

- a. Untuk mengetahui tingkat pencemaran suara di sekitar sekolah.
To find out the sound pollution level around the school.
- b. Untuk mengetahui tingkat pencemaran suara dari berbagai sumber.
To find out the sound pollution level from some sources.
- c. Untuk mengetahui tingkat pencemaran air dari berbagai sumber yang ada di sekolah.
To find out the sound pollution level from some sources at school.

--

4. Berdasarkan tujuan diskusi di atas, selanjutnya silakan ikuti mekanisme diskusi berikut secara sistematis!

Based on the discussion purposes above, next please follow the discussion mechanism systematically!

- a. Lakukan diskusi tentang pencemaran suara bersama kelompok masing-masing.
Do the discussion about sound pollution with each group.
- b. Kumpulkan informasi tentang pencemaran suara dari berbagai sumber.
Collect the information about sound pollution from some sources.
- c. Catat hasil diskusi pada tabel yang telah disediakan.
Note the discussion result on the available table.
- d. Presentasikan hasil diskusi kepada kelompok lain untuk memperoleh tanggapan dan perbaikan terkait materi diskusi.
Present the discussion result to other group to get responses and revisions about discussion materials.

Pengumpulan Informasi/ *Information Collection*

Tulis hasil diskusi pencemaran suara pada tabel 4.1 berikut!

Write the discussion result of sound pollution on the table 4.1 below!

Sumber Kebisingan/ <i>Noise Source</i>	Tingkat Kebisingan (dB)/ <i>Noise level (dB)</i>	Keterangan/ <i>Information</i>
Mesin Roket (dekat) <i>Rocket Machine (near)</i>		
Jet Lepas Landas (dekat) <i>Jet planes take off (near)</i>		
Ruangan Deck Pesawat <i>Airplane Deck room</i>		Batas Rasa Sakit <i>Limit of pain</i>
Jet Lepas Landas (60 m) <i>Jet planes take off (60 m)</i>		
Klakson Mobil (1 m) <i>Car Horn (1 m)</i>		
Konstruksi Bangun (3 m) <i>Build constraction (3 m)</i>		
Suara Teriakan (15 cm) <i>Shouting Sound (15 cm)</i>		
Kereta Api <i>Train</i>		Sangat Mengganggu <i>Very disturb</i>
Truk Berat (15 m) <i>Heavy truck (15 m)</i>		Jika terus menerus membahayakan pendengaran <i>If it is continuous, it will harm the hearing</i>

Kantor dengan Mesin <i>Office with Machine</i>		Mengganggu <i>Disturbing</i>
Kereta Barang (15 m) <i>Freight train (15 m)</i>		
Lalulintas Jalan Raya (15 m) <i>Highway traffic (15 m)</i>		Percakapan Telpon Sulit <i>Difficult telephone conversation</i>
Berbicara (1 m) <i>Talking (1 m)</i>		
Kantor <i>Office</i>		
Lalu lintas ringan (15 m) <i>Light Traffic (15 m)</i>		Tenang <i>Calm</i>
Kamar Tidur <i>Bedroom</i>		
Perpustakaan <i>Library</i>		Sangat Tenang <i>Very calm</i>
Studio <i>Studio</i>		
Suara Daun <i>Leaves sound</i>		Nyaris tidak terdengar <i>Almost unheard</i>
	0	Batas pendengaran <i>Hearing limitation</i>

Kumpulkan beberapa referensi dari berbagai sumber untuk mendukung hasil diskusi Anda tentang pencemaran suara. Lalu tuliskan pada kolom berikut!

Collect some references from various sources to support your discussion result about sound pollution. Then write on the colum below.

Tulis informasi yang diperoleh
Write the informations obtained

A large, empty, light green rounded rectangle with a dark green border, intended for writing the obtained information.

Pengasosiasian/ Association

1. Periksa kembali kebenaran hasil diskusi dan informasi yang Anda peroleh.

Re-check the truth of observation result and information that has been obtained!

2. Diskusikan bersama teman kelompok Anda, silakan catat hal-hal yang belum Anda pahami pada tabel 4.2 di bawah ini!

Discuss with your group, and please note the things that have not been understood yet on table 4.2 below!

No.	Hal-hal yang belum dimengerti <i>The things that have not been understood yet</i>

Presentasi/ *Presentation*

1. Presentasikan hasil diskusi tentang pencemaran suara secara bergantian!

Present the discussion result related with the practicum in turn!

2. Catat tanggapan dan masukan terhadap hasil presentasi, lalu tulis pada kolom di bawah ini!

Note the responses and suggestions to the presentation result. Then write on column below!

Kolom Tanggapan

Responses Column

3. Buatlah kesimpulan hasil presentasi kelompok lain pada tabel 4.3 di bawah ini!

Make the conclusion of other group's presentation result on table 4.3 below!

No.	Kesimpulan/ <i>Conclusion</i>

Evaluasi/ *Evaluation*

Setelah melaksanakan serangkaian kegiatan berkaitan dengan pencemaran air, selanjutnya silakan lakukan kegiatan evaluasi mengenai apa yang telah Anda kerjakan, dan Anda peroleh. Tuliskan pokok-pokoknya pada bagian berikut.

After doing the activities related with sound pollution, next please do evaluation activities about what you have done and obtained. Write the points in the following section.

1. Tuliskan hambatan atau kendala yang Anda temukan pada kegiatan pengamatan?

Write the obstacles and the problems you found from the observation activity?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Tuliskan hambatan atau kendala yang Anda temukan pada kegiatan perumusan pertanyaan?

Write the obstacles and the problems that are found on question formulation activities?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Tuliskan Tuliskan hambatan atau kendala yang Anda temukan pada kegiatan perencanaan diskusi?

Write the obstacles and the problems that you found on observation planning activity?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. Tuliskan hambatan atau kendala yang Anda temukan pada kegiatan pengumpulan informasi?

Write the obstacles and the problems that you found on information collection activities?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. Tuliskan hambatan atau kendala yang Anda temukan pada kegiatan pengasosiasian?

Write the obstacles and the problems that you found on association activity?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. Tuliskan hambatan atau kendala yang Anda temukan pada kegiatan presentasi?

Write the obstacles and the problems that you found on presentation activity?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Modifikasi/ *Modification*

Berdasarkan hasil evaluasi, tuliskan solusi yang dapat Anda berikan, lalu tuliskan pada tabel 4.4 berikut!

Based on the evaluation result, write the solution that you can give, then write on the table 4.4. below!

No	Perbaikan untuk kegiatan Pengamatan <i>Revision for observation activity</i>
	Perbaikan untuk kegiatan Perumusan pertanyaan <i>Revision for question formulation activity</i>
	Perbaikan untuk kegiatan Pengumpulan informasi <i>Revision for Information collection activity</i>

	Perbaikan untuk kegiatan Pengasosiasian <i>Revision for association activity</i>
	Perbaikan untuk kegiatan Presentasi <i>Revision for presentation activity</i>

Info Biologi

Biology info

*Kurangi Emisi, Norwegia akan Gunakan
Pesawat Listrik Pada 2040*

Reduce the emission, Norway will use Electric Plane in 2040



Gambar 4.4 Pesawat Listrik

(Sumber: <https://news.trubus.id/post/kurangi-emisi-norwegia-akan-gunakan-pesawat-listrik-pada-2040-5977>)

Figure 4.4 Electric Plane

(Source: <https://news.trubus.id/post/kurangi-emisi-norwegia-akan-gunakan-pesawat-listrik-pada-2040-5977>)

Norwegia sangat berambisi untuk menjadikan pengelola bandara pertama di dunia yang beralih ke transportasi udara berbasis listrik. Negara yang menjunjung tinggi nilai egalitarian tersebut menargetkan seluruh pesawat untuk penerbangan jarak pendek sudah menggunakan energi listrik pada 2040. "Menurut kami, semua penerbangan dengan waktu tempuh hingga 1,5 jam bisa memakai pesawat yang seluruhnya menggunakan energi listrik," terang Chief Executive Avinor Dag, Falk Petersen, Kamis (18/1). Petersen mengatakan untuk penerbangan dengan waktu tempuh 1,5 jam tersebut mencakup penerbangan domestik dan ibu kota negara-negara Skandinavia lainnya. Dalam waktu dekat,

Avinor berencana menggelar tender untuk menguji coba rute komersial yang menggunakan pesawat listrik dengan kapasitas 19 kursi pada 2025.

Norway is very ambitious to make the world's first airport manager to switch to electricity-based air transportation. The country that upholds the egalitarian value targets all aircraft for short-haul flights to use electricity in 2040. "In our opinion, all flights with up to 1.5 hours of travel time can use planes that all use electrical energy," explained Chief Executive Avinor Dag , Falk Petersen, Thursday (1/18). Petersen said that the 1.5-hour flight includes domestic flights and other Scandinavian capitals. In the near future, Avinor plans to hold a tender to test commercial routes that use electric plane with a capacity of 19 seats in 2025.

Sementara itu, perbandingan jumlah mobil listrik di negara Eropa Utara itu lebih banyak dibandingkan negara-negara lainnya di dunia. Di mana separuh kendaraan di sana merupakan mobil listrik dan mobil hibrida. Menurut data pemerintah, transportasi udara menyumbang 2,4% terhadap emisi gas rumah kaca di sektor transportasi Norwegia. Angkanya lebih besar dua kali lipat jika penerbangan internasional turut dihitung.

Meanwhile, the comparison of the number of electric cars in Northern Europe is more than other countries in the world. Where the half of Northern Europe vehicles are electric cars and hybrid cars. According to government data, air transportation accounts for 2.4% of greenhouse gas emissions in the Norwegian transportation sector. The figure is doubled if international flights are also calculated.

Falk Petersen menambahkan pesawat listrik juga akan mengurangi polusi suara dan biaya operasional maskapai. Namun, sebelum rencana itu direalisasikan, Avinor bakal lebih dulu menggunakan teknologi biofuel dan hibrida (Sumber: <https://news.trubus.id/post/kurangi-emisi-norwegia-akan-gunakan-pesawat-listrik-pada-2040-5977>).

Falk Petersen adds that the electrical plane also will reduce sound pollution and airline operational cost, but before the plan is realized, Avinor will use biofuel and hybrid first (Source: <https://news.trubus.id/post/kurangi-emisi-norwegia-akan-gunakan-pesawat-listrik-pada-2040-5977>).

Rangkuman

Conclusion

1. Definisi Pencemaran Suara: pencemaran suara merupakan pencemaran serius, karena dapat menimbulkan cacat pendengaran permanen dengan intensitas kebisingan atau bunyi di atas 50 desibel (Widayati, 2009). Bunyi-bunyian yang menyebabkan terjadinya pencemaran suara (kebisingan), biasanya ditimbulkan dari mesin, seperti sepeda motor, mobil, kereta api, kapal, pesawat terbang dan mesin-mesin industri (Kistinnah, 2009).

The Definition of Sound Pollution: Sound pollution is serious pollution, because it can cause hearing defect permanently with the noise intensity or sound is more than 50 db (Widayati, 2009). The sounds that cause sound pollution (noise) sometimes is caused from the machine of motorcycle car, train, ship, plane, and industry machines. (Kristinnah & Lestari, 2009).

2. Penyebab Pencemaran Suara: bising kendaraan bermotor, kapal terbang, deru mesin pabrik, mesin penggilingan padi, mesin las, dan suara kereta api.

The causes of Sound Pollution: Sound pollution can be occurred by the noise that caused by factory machine sound, rice mill machine, welding machine, plane, motorcycle, and train sound

3. Dampak Pencemaran Suara: (1) bagi kesehatan (terganggunya pendengaran manusia dan lama-kelamaan suara bising ini akan menimbulkan berbagai keluhan pada tubuh kita, misal: pusing, mual, jantung berdebar-debar, Sulit tidur, badan kaku, dan naiknya tekanan darah; (2) pengaruh psikologi; (3) Pengaruh terhadap memori jangka pendek (semakin tinggi intensitas kebisingan akan semakin menurun memori jangka pendek seseorang, variasi intensitasnya antara 30 dB - 95 dB) (Suarna, 2007).

The impact of Sound Pollution: (1) for health (disruption of human hearing and over the time this noise will cause various complaints in our body, for example: dizziness, nausea, palpitations, sleeping difficulty, stiff body, and increased blood pressure; (2) psychology

influence, (3) The effect on short-term memory (the higher the intensity of noise will decrease a person's short-term memory, the variation in intensity between 30 dB - 95 dB (Suarna, 2007).

4. **Upaya Pencegahan Pencemaran Suara:** tidak menggunakan kendaraan secara berlebihan sehingga volume bunyi knalpot dapat mengganggu lingkungan masyarakat. Selain itu, para anak muda diharapkan tidak melakukan balapan liar pada jam malam agar tidak menciptakan kebisingan dan mengganggu ketentraman masyarakat. Para anak muda juga hendaknya tidak memodifikasi kendaraan bermotor dengan berbagai variasi knalpot yang berbunyi melengking.

The Prevention Efforts of Sound Pollution: Not over in using transportations so that volume sound of exhaust will not disturb people. In addition, the teenagers are expected not doing illegal street racing at midnight so they will not disturb people comfort. The teenagers are also not modifying the motorcycle with various shrill exhaust variation

5. **Solusi Pencemaran Suara:** (1) penggunaan peredam pada sumber bising; (2) penanaman pohon; (3) pembuatan bukit buatan ataupun pengaturan tata letak ruang; (4) penggunaan alat pelindung diri sehingga kebisingan tidak mengganggu kesehatan atau membahayakan.

The Solution of Sound Pollution: (1) the use of dampers at noisy sources; (2) tree planting; (3) making artificial hills or spatial layout arrangements; (4) use of personal protective equipment so that noise does not interfere with health or harm.

Tes Formatif

Formative Test

A. Soal (Question)

1. Jelaskan definisi pencemaran suara!
Explain the definition of sound pollution!
2. Jelaskan faktor-faktor penyebab terjadinya pencemaran suara!
Explain the factors causes of sound pollution!
3. Analisislah dampak yang dapat terjadi akibat adanya pencemaran suara!
Analyze the impact that can be occurred due to sound pollution!
4. Analisislah berbagai upaya yang dapat dilakukan untuk mencegah terjadinya pencemaran suara!
Analyze some efforts that can be done to prevent sound pollution!
5. Simpulkan menurut pendapat Anda tentang solusi yang dapat dilakukan bagi pencemaran suara!
Conclude according to your opinion about the solution that can be done for sound pollution!

B. Kunci Jawaban (Answer Key)

1. Pencemaran suara merupakan pencemaran yang ditimbulkan dari mesin, seperti sepeda motor, mobil, kereta api, kapal, pesawat terbang dan mesin-mesin industri.
The sound pollution is the pollution that is caused from the machine of motorcycle, car, plane, and industry machines.
2. Beberapa penyebab pencemaran suara: suara bising kendaraan bermotor, kapal terbang, deru mesin pabrik, mesin penggilingan padi, mesin las, dan kereta api.
Some causes of sound pollution are : the noise of motorized vehicles, planes, roar of factory machinery, rice milling machines, welding machines and trains.

3. Dampak yang terjadi akibat pencemaran suara, meliputi: (1) dampak kesehatan; (2) dampak secara psikologi; (3) dampak terhadap intensitas bising (bunyi) mempunyai pengaruh yang nyata terhadap memori jangka pendek.

The impacts that can be occurred because of sound pollution, are: (1) Health impact; (2) phsycological impact ; (3) the higher noise intensity so it will drop person's short-term memory.

4. Upaya yang dapat dilakukan untuk mencegah pencemaran suara yaitu dengan meminimalisir penggunaan kendaraan secara berlebihan, menghindari balapan liar, tidak melakukan modifikasi pada knalpot kendaraan.

The efforts that can be done to prevent sound pollution are minimizing the over use of transportation, avoiding illegal street racing, and not doing modification on vehicle exhaust.

5. Solusi pencemaran suara: (1) penggunaan peredam pada sumber bising; (2) penanaman pohon; (3) pembuatan bukit buatan ataupun pengaturan tata letak ruang; (4) penggunaan alat pelindung diri sehingga kebisingan tidak mengganggu kesehatan atau membahayakan, dan lain-lain.

The Solution of Sound Pollution: (1) the silencer use on noise source, (2) tree planting, (3) Artificial hill making, (4) spatial setting and self-protector usage sothat the noises are not disturbing the health or endanger and so on.

Umpan Balik Feedback

Bagaimana pemahaman Anda tentang Kegiatan 4 ini? Apabila sudah paham tentu Anda dapat menjawab soal latihan dengan tepat bukan? Jika Anda berhasil menjawab semua soal dengan benar atau minimal 75%, maka selanjutnya silakan pelajari materi berikutnya. Namun, seandainya BELUM, cobalah pelajari ulang secara lebih cermat. Anda pasti berhasil.

How is your understanding about this activity 4? If you have understood, surely you can answer the questions appropriately. If you are successful in answering all questions correctly or minimal 75%, then you can continue to the next material. But, if you have not understood yet, try to review it more carefully. You have to be successful.

**Selamat Belajar*
Good Luck**

Tindak Lanjut Follow Up

Pelajari ulang bagian-bagian yang belum Anda pahami dengan membaca buku, jurnal dan sumber lainnya untuk lebih memperdalam materi

Review the parts that have not been understood yet. Understand by reading a book, journal, other sources for better understanding.

Glosarium

Pestisida	:	Semua zat atau campuran zat yang khusus untuk memberantas atau mencegah gangguan serangga, binatang pengerat, nematoda, cendawan, gulma, virus, bakteri, jasad renik yang dianggap hama kecuali virus, bakteri atau jasad renik yang terdapat pada manusia dan binatang lainnya.
Bioremediasi	:	Proses pembersihan lingkungan yang terkontaminasi oleh polusi kimia dengan menggunakan organisme hidup untuk mendegradasi materi yang berbahaya menjadi senyawa yang berkurang kadar toksiknya.
Remediasi	:	Kegiatan untuk membersihkan permukaan tanah yang tercemar. Ada dua jenis remediasi tanah, yaitu in-situ (atau on-site) dan ex-situ (atau off-site). Pembersihan on-site adalah pembersihan di lokasi.
Polutan	:	Adalah bahan/benda yang menyebabkan pencemaran, baik secara langsung maupun tidak langsung, seperti sampah.
Toksin	:	Zat beracun yang diproduksi di dalam sel atau organisme hidup, kecuali zat buatan manusia yang diciptakan melalui proses artifisial
BOD atau <i>Biological Oxygen Demand</i>	:	Karakteristik yang menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme (biasanya bakteri) untuk mengurai atau mendekomposisi bahan organik dalam kondisi aerobik
COD atau <i>Chemical Oxygen Demand</i>	:	Jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengurai seluruh bahan organik yang terkandung dalam air.

DO atau <i>Dissolved Oxygen</i>	: Adalah jumlah oksigen terlarut dalam miligram yang terdapat dalam satu liter air, berasal dari fotosintesa dan absorpsi atmosfer/udara.
Eutrofikasi	: Masalah lingkungan hidup yang diakibatkan oleh limbah fosfat (PO_3^-), khususnya dalam ekosistem air tawar. Definisi dasarnya adalah pencemaran air yang disebabkan oleh munculnya nutrient yang berlebihan ke dalam ekosistem air.
pH	: Adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan.
Mikroba	: Organisme yang berukuran sangat kecil sehingga untuk mengamatinya diperlukan alat bantuan. Mikroorganisme disebut juga organisme mikroskopik. Mikroorganisme seringkali bersel tunggal (<i>uniseluler</i>) maupun bersel banyak (<i>multiseluler</i>).
Daur ulang	: Proses untuk menjadikan suatu bahan bekas menjadi bahan baru dengan tujuan mencegah adanya sampah yang sebenarnya dapat menjadi sesuatu yang berguna, mengurangi penggunaan bahan baku yang baru, mengurangi penggunaan energi, mengurangi polusi, kerusakan lahan, dan emisi gas rumah kaca jika dibandingkan dengan proses pembuatan barang baru.
Komponen Biotik	: Komponen lingkungan yang terdiri atas makhluk hidup. Pada pokoknya makhluk hidup dapat digolongkan berdasarkan jenis-jenis tertentu, misalnya golongan manusia, hewan dan tumbuhan.
Komponen Abiotik	: komponen penyusun ekosistem yang terdiri dari benda-benda tak hidup, seperti: air, udara, cahaya matahari, tanah, topografi, dan iklim.

Zeolit	: Senyawa zat kimia alumino-silikat berhidrat dengan kation natrium, kalium dan barium. Secara umum, Zeolit memiliki molekular sruktur yang unik, di mana atom silikon dikelilingi oleh 4 atom oksigen sehingga membentuk semacam jaringan dengan pola yang teratur.
Herbisida	: Senyawa atau material yang disebarkan pada lahan pertanian untuk menekan atau memberantas tumbuhan yang menyebabkan penurunan hasil (gulma).
<i>Non-biodegradable</i>	: Tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme
CFC	: Adalah <i>klorofluorokarbon</i> , yaitu senyawa-senyawa yang mengandung atom karbon dengan klorin dan fluorin terikat padanya.
Nitrifikasi	: Proses pembentukan senyawa nitrat dari senyawa amonium. Proses ini merupakan proses di mana ion ammonium dioksidasi menjadi ion nitrit, serta ion nitrit menjadi ion nitrat. Proses ini dapat terjadi di tanah, air laut, maupun air tawar.
Lapisan Ozon	: Lapisan di atmosfer pada ketinggian 20-35 km di atas permukaan Bumi yang mengandung molekul-molekul ozon
Hujan asam	: Hujan dengan pH di bawah 5,6. Hujan secara alami bersifat asam (pH sedikit di bawah 6) karena karbondioksida (CO_2) di udara yang larut dengan air hujan memiliki bentuk sebagai asam lemah. Jenis asam dalam hujan ini sangat bermanfaat karena membantu melarutkan mineral dalam tanah yang dibutuhkan oleh tumbuhan dan binatang. Hujan asam disebabkan oleh belerang (sulfur) yang merupakan pengotor dalam bahan bakar fosil serta nitrogen di

udara yang bereaksi dengan oksigen membentuk sulfur dioksida dan nitrogen oksida.

- Timbal : Adalah logam berat yang terdapat secara alami di dalam kerak bumi dan tersebar ke alam dalam jumlah kecil melalui proses alami.
- Organik : Adalah semua bahan yang berasal dari makhluk hidup dan mengandung unsur karbon.

Daftar Pustaka

- Anshori, M., & Martono, D. (2009). *Biologi untuk SMA/MA*. Jakarta: Arcaya Media Utama.
- Budiati, H. (2009). *Biologi 1 SMA/MA Kelas X*. Jakarta: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Cirokeksoko, P. (1996). *Peranan Bioremediasi dalam Pengelolaan Lingkungan*. Cibinong: Bumi Aksara.
- Darmono. (1995). *Lingkungan Hidup dan Pencemaran Hubungannya dengan Taksologi Senyawa Logam*. Jakarta: UI Press.
- Darmono. (2001). *Lingkungan Hidup dan Pencemaran: Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Departemen Kesehatan. (2000). *Pencemaran Pestisida dan Pencegahannya*. Retrieved from [Infokesehatan.net.http://www.infokes.com/today/artikelview.html?item_ID=228&topic=keluarga](http://www.infokes.com/today/artikelview.html?item_ID=228&topic=keluarga).
- Djalante, S. (2010). Analisis Tingkat Kebisingan di Jalan Raya yang Menggunakan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APIL). *Jurnal Smartek*, 8 (4), 280-300.
- Endrawanto, & Winarno, H. (1996). Proses Pengolahan Limbah Secara Fisika dan Kimia. *Prosiding Pelatihan dan Lokakarya Peranan Bioremediasi dalam Pengelolaan Lingkungan*. LIPI BTTP HSF.
- Guntur, A. R. (2014). Analisis Tingkat Kekuatan Bunyi Klakson Kendaraan Ringan (Mobil Pribadi) di Kota Makassar. *Jurnal Tugas Akhir*.
- Gusnita, D. (2010). Green Transport: Transportasi Ramah Lingkungan dan Kontribusinya dalam Mengurangi Polusi Udara. *Berita Dirgantara*, 66-71.
- Hastiana, Y. (2013). *Bahan Ajar Pengetahuan Lingkungan*. Palembang: Universitas Muhammadiyah Palembang Press.
- Herlambang, A. (2006). Pencemaran Air dan Strategi Penanggulangannya. *JAI Vol. 2, No. 1*, 2006.
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor: 51/MENLH/2004 Tahun 2004, tentang penetapan baku mutu air laut dalam himpunan peraturan di bidang lingkungan hidup. Jakarta.

- Kristinnah, I., & Lestari, E. (2009). *Biologi Mkhhluk Hidup dan Lingkungannya SMA/MA untuk Kelas X Jilid 1*. Jakarta: Pusat Pembukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Kurnia, U., & Sutrisno, N. (2008). Strategi Pengelolaan Lingkungan Pertanian. *Jurnal Sumberdaya Lahan* Vol. 2 No. 1, Juli 2008.
- Markin, K. (2013). *Pencemaran Suara*. Retrieved from <http://kennymarkin.blogspot.co.id/2013/12/pencemaran-suara.html>
- Munir, E. (2006). *Pemanfaatan Mikroba dalam Bioremediasi: Suatu Teknologi Alternatif untuk Pelestarian Lingkungan*. Sumatera Utara: FMIPA Universitas Sumatera Utara.
- Murdani. (2016). Pengelolaan Polusi Udara dan Suara di Laboratorium Otomotif Jurusan Teknik Mesin. *Jurnal Penelitian Saintek*, 21 (1), 55-65.
- Nagajyoti, P., Lee, K., & Sreekanth, T. (2010). Heavymetals, Occurrence and Toxicity for Plants: a Review. *Environ Chem Lett*. 8 (3): 199-216.
- Ningsih, M. (2002). *Pencemaran*. Bandung: Pringgandani.
- Nizkon. (2015). *Kajian Biologi SMA 1*. Palembang: Universitas Muhammadiyah Palembang Press.
- Santi, D. N. (2001). *Pencemaran Udara oleh Timbal (Pb) serta Penanggulanganya*. Medan: Fakultas Kedokteran Sumatera Utara.
- Sastrawijaya, A. T. (1991). *Pencemaran Lingkungan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Suarna, I. W. (2007). *Permasalahan Kebisingan di Kota Denpasar*. Denpasar: Pusat Penelitian Lingkungan Hidup Universitas Udayana.
- Subardi, N., & Pramono, S. (2009). *Biologi untuk Kelas X SMA dan MA*. Jakarta: CV Usaha Makmur.
- Sudjoko. (2009). *Pendidikan Lingkungan Hidup*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Suharsih, P. S., & Sopiawati, T. (2000). Pengaruh Penggunaan Pupuk N Lambat Urai terhadap Emisi Gas N₂O pada Lahan Sawah Tadah Hujan. *Prosiding Seminar Nasional Budidaya Tanaman Pangan Berwawasan Lingkungan*. (pp. 67-72). Puslitbang Tanaman Pangan, Badan Litbang Pertanian.
- Sukarno, D. W. (1993). *Biologi I untuk Sekolah Menengah Umum*. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Sukmana, S., Prawirasumantri, M. S., & Rustandi, M. (1986). Laporan Penelitian Mengatasi Keracunan Limbah Pengeboran Minyak. *Pusat Penelitian Tnah-Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (mimeo)*.

- Sulistyorini, A. (2009). *Biologi I untuk Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah Kelas X*. Jakarta: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Sunarko, B. (2001). Beberapa Pendekatan Riset Bioremediasi. *Pusat Penelitian Bioteknologi-LIPI No. 3 Vol. 15*.
- Supangat, B. (2006). Berburu Harta Karu di Laut. *Jurnal Inovasi* 6 (18), 42-47.
- Vidali, M. (2001). Bioremediation. An Overview. *Pure Appl. Chem*, Vol. 73, No. 7, pp.1163-1172.
- Warlina, L. (2004). *Pencemaran Air: Sumber, Dampak dan Penanggulangannya*. Bogor: Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.
- WHO. (1999). *Food Safety Issues Associated with Products from Aquaculture*. WHO Technical Report Series ; 883. FAO/NACA/WHO. Spanyol: Study Group on Food Safety Issues Associated with Products from Aquaculture. .
- WHO. (2001). *Chemistry and Specification of Pesticides*. WHO Technical Report Series ; 899. Singapore: Expert Committee on Vector Biology and Control.
- Widayati, S. (2009). *Biologi SMA/MA Kelas X*. Jakarta: Pustaka Insan Mandiri.
- Widiantono, D. J. (2009). Green Transport: Upaya Mewujudkan Transportasi yang Ramah Lingkungan. *Buletin Tata Ruang Mei-Juni*, 32.
- Zakaria, N., & Azizah, R. (2013). Analisis Pencemaran Udara (SO₂), Keluhan Iritasi Tenggorokan dan Keluhan Iritasi Mata pada Pedagang Makanan di Sekitar Terminal Joyoboyo Surabaya. *Journal of Occupational Safety and Health*, 2 (1), , 75-81.
- Zulkifli, A. (2014). *Dasar-dasar Ilmu Lingkungan*. Jakarta: Salemba Teknika.

Indeks

Pestisida	: 1, 4, 7, 15, 24, 26, 30, 34, 35, 40, 51, 52, 105, 109, 112
Bioremediasi	: 35, 36, 51, 52, 105, 109, 110, 112
Remediasi	: 36, 51, 52, 105, 112
Polutan	: 1, 4, 26, 34, 36, 37, 56, 57, 60, 105, 112
Toksin	: 4, 25, 105, 112
BOD atau <i>Biological Oxygen Demand</i>	: 3, 26, 105, 112
COD atau <i>Chemical Oxygen Demand</i>	: 3, 26, 105, 112
DO atau <i>Dissolved Oxygen</i>	: 3, 26, 106, 112
Eutrofikasi	: 4, 5, 106, 112
pH	: 3, 15, 26, 66, 106, 107, 112
Mikroba	: 5, 56, 106, 110, 112
Daur ulang	: 7, 78, 106, 112
Komponen Biotik	: 32, 106, 112
Komponen Abiotik	: 32, 106, 112
Zeolit	: 34, 51, 107, 112
Herbisida	: 33, 34, 107, 112
<i>Non-biodegradable</i>	: 107, 112
CFC	: 57, 79, 107, 112
Nitrifikasi	: 57, 79, 107, 112
Lapisan Ozon	: 107, 112
Hujan asam	: 54, 59, 79, 107, 112
Timbal	: 59, 61, 108, 110, 112
Organik	: 4, 24, 26, 32, 35, 36, 50, 51, 57, 105, 108, 112

Biografi Penulis



Erie Agusta, S.Pd., M.Pd. lahir 31 Agustus 1990, di Sungailiat, Bangka, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Beliau saat ini merupakan dosen pendidikan biologi di program studi pendidikan biologi, FKIP, Universitas Muhammadiyah Palembang, Sumatera Selatan. Beliau menyelesaikan studi S1 di Universitas Muhammadiyah Palembang dalam bidang pendidikan biologi, September 2012. Studi S2 diselesaikan di program studi pendidikan biologi PPs Universitas Negeri Yogyakarta, Mei 2015.



Nita Nuraini, S.Pd., M.Pd. lahir di Batumarta, 26 Juni 1990. Memperoleh gelar Sarjana Pendidikan dari Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Surakarta tahun 2012. Tahun 2014 menyelesaikan jenjang S2 Pendidikan Sains (Minat Biologi) di Universitas Sebelas Maret. Saat ini bekerja sebagai staf pengajar di FKIP Universitas Muhammadiyah Palembang, Jurusan Pendidikan Biologi
Email: nitanuraini26@gmail.com

MODUL BILINGUAL SRLBS

(SELF REGULATED LEARNING BERBASIS SAINTIFIK)