



**AKTIVITAS DAN HASIL BELAJAR SISWA PADA
PEMBELAJARAN MATERI PENANGANAN LIMBAH
DENGAN PENERAPAN PENDIDIKAN LINGKUNGAN
BERBASIS TEKNOLOGI DI SMKN 11 SEMARANG**

skripsi
disusun sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Biologi

Oleh
Wartono
4401406065

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

2011

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini saya :

Nama : Wartono

Nim : 4401406065

Prodi / Jurusan : Pendidikan Biologi/ Biologi

Fakultas : MIPA (Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam)

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “*Aktivitas dan Hasil Belajar Siswa pada Pembelajaran Materi Penanganan Limbah dengan Penerapan Pendidikan Lingkungan Berbasis Teknologi di SMKN 11 Semarang*” ini benar-benar karya sendiri, yang dihasilkan melalui proses bimbingan, penelitian, diskusi dan ujian. Semua kutipan yang diperoleh dari sumber kepustakaan, wahana elektronik, wawancara langsung, maupun sumber lainnya baik yang langsung maupun tidak langsung telah disertai keterangan mengenai identitas sumbernya dengan cara sebagaimana yang lazim dalam penulisan skripsi. Dengan demikian, walaupun Tim Penguji dan Tim Pembimbing penulisan skripsi ini membubuhkan tandatangan sebagai tanda keabsahannya, seluruh skripsi ini tetap menjadi tanggung jawab saya sendiri.

Demikian, harap pernyataan ini dapat digunakan seperlunya.

Semarang, Februari 2011

**Wartono
NIM. 4401406065**

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul:

Aktivitas dan Hasil Belajar Siswa pada Pembelajaran Materi Penanganan Limbah dengan Penerapan Pendidikan Lingkungan Berbasis Teknologi di SMKN 11 Semarang

Disusun oleh:

Nama : Wartono

NIM : 4401406065

Telah dipertahankan di hadapan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang pada tanggal 21 Februari 2011

Panitia,

Ketua

Sekretaris

Dr.Kasmadi Imam S., M.S
195111151979031001

Dra. Aditya Marianti, M.Si
196712171993032001

Ketua Penguji

Drs. Nugroho Edi K, M.Si
196112131989031001

Anggota Penguji /
Pembimbing Utama

Anggota Penguji /
Pembimbing Pembantu

Dra. Sri Ngabekti, M.S
195909011986012001

Dr. Siti Harnina B, M.S
196008141987102001

ABSTRAK

Wartono. 2011. Aktivitas dan Hasil Belajar Siswa pada Pembelajaran Materi Penanganan Limbah dengan Penerapan Pendidikan Lingkungan Berbasis Teknologi di SMKN 11 Semarang. Skripsi, Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Semarang. Dra. Sri Ngabekti, M.S dan Dr. Siti Harnina B., M.S.

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara diketahui bahwa aktivitas dan hasil belajar siswa dalam pendidikan lingkungan di SMKN 11 Semarang masih belum optimal. Guru mengalami kesulitan karena siswa cenderung menganggap mata pelajaran adaptif seperti IPA itu tidak penting. Siswa lebih mementingkan mata pelajaran yang terkait praktik. Kecenderungan ini terutama pada siswa jurusan produksi (PD) dan persiapan produksi (PS). Untuk itu perlu dicoba menerapkan pendidikan lingkungan berbasis teknologi pada materi penanganan limbah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui aktivitas dan hasil belajar siswa pada materi penanganan limbah dengan penerapan pendidikan lingkungan berbasis teknologi di SMKN 11 Semarang.

Populasi dalam penelitian ini adalah siswa kelas XI jurusan produksi dan jurusan persiapan produksi tahun ajaran 2009/2010 sebanyak 10 kelas. Penelitian dilaksanakan pada semester gasal tahun ajaran 2010/2011 saat siswa duduk di kelas XII. Sampel yang digunakan adalah kelas XII PD 1, XII PD 2 dan XII PD 3 yang diambil dengan teknik *purposive sample*. Penelitian ini menggunakan desain penelitian *Pre Eksperimental* yaitu dengan menggunakan model *One-Shot Case Study*. Data utama penelitian ini berupa aktivitas siswa dan hasil belajar siswa. Data pendukung berupa data kinerja guru, data tanggapan siswa dan data hasil wawancara dengan guru tentang pembelajaran yang telah dilaksanakan. Data penelitian yang diperoleh dianalisis secara deskriptif kuantitatif dan deskriptif persentase.

Hasil penelitian menunjukkan siswa aktif dengan nilai 7 secara klasikal mencapai 85%. Masih terdapat siswa yang memiliki nilai 6 namun hanya dijumpai pada kelas XII PD 1 dan XII PD 2 dengan jumlah relatif kecil dan tidak selalu dijumpai pada tiap pertemuan. Siswa yang mencapai nilai optimum secara klasikal pada kelas XII PD 1, XII PD 2 dan XII PD 3 secara berturut-turut adalah 82,86%, 68,57% dan 71,43%. Guru menunjukkan kinerja yang baik atau sangat baik dengan nilai B dan A. Diketahui baik siswa maupun guru tertarik terhadap penerapan pendidikan lingkungan berbasis teknologi.

Simpulan dari penelitian ini adalah penerapan pendidikan lingkungan berbasis teknologi dapat meningkatkan aktivitas dan hasil belajar siswa pada pembelajaran materi penanganan limbah di SMKN 11 Semarang. Guru perlu berkoordinasi dengan pihak sekolah agar saat dibutuhkan pengamatan berulang kali pada kegiatan praktikum dapat terlaksana dengan baik..

Kata kunci: aktivitas belajar, hasil belajar dan pendidikan lingkungan berbasis teknologi.

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

- ❖ “Wahai orang-orang yang beriman takutlah kalian kepada Allah dengan sungguh-sungguh takut dan jangan sekali-kali mati kecuali kalian dalam keadaan Islam. Dan berpegang teguhlah dengan tali Allah dengan berjama’ah dan jangan berfirqoh-firqoh.” (Q.S. Ali Imron: 102-103)
- ❖ Mencari ilmu (mengaji) merupakan suatu kewajiban bagi setiap orang Islam. (HR. Ibnu Majah)
- ❖ Perbaikilah dirimu maka manusia akan berbuat baik padamu (Abu Bakar As-Shiddiq)

PERSEMBAHAN

Karya sederhana ini merupakan persembahkan untuk:

- ❖ Ibu dan Bapak yang sangat ku sayangi, yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan do’anya.
- ❖ Kakak-kakaku tercinta Mas Kusmanto, Mas Suraji, Mas Zaenuri, Mbak Puji.
- ❖ Jamaah pengajian Masjid Miftakhul Huda-Desa Ngijo, yang telah mengantarkanku pada hidayah dan barokah kemurnian Islam yang sejati.
- ❖ Mutiara hatiku yang senantiasa menjadi pengobar semangatku untuk terus berjuang.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbillalamin. Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi dengan judul "Aktivitas dan Hasil Belajar Siswa pada Pembelajaran Materi Penanganan Limbah dengan Penerapan Pendidikan Lingkungan Berbasis Teknologi di SMKN 11 Semarang". Skripsi ini diajukan dalam rangka menyelesaikan studi strata satu untuk mencapai gelar sarjana pendidikan.

Penulis menyadari bahwa dalam menyusun skripsi ini tidak lepas dari peran berbagai pihak. Oleh karena itu penulis dalam kesempatan ini mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada :

1. Rektor Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan kesempatan untuk menyelesaikan studi di Universitas Negeri Semarang.
2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan ijin penelitian dalam rangka penyusunan skripsi.
3. Ketua Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan kemudahan dan kelancaran dalam penyusunan skripsi.
4. Dra. Sri Ngabekti, M.S., selaku dosen pembimbing I yang dengan penuh kesabaran membimbing dan memberi motivasi sehingga skripsi ini dapat selesai.
5. Dr. Siti Harnina B, M.S., selaku dosen pembimbing II yang selalu memberikan dukungan dan arahan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat selesai.
6. Drs. Nugroho Edi K., M.Si yang telah menguji dan memberikan masukan terhadap perbaikan skripsi ini.
7. Kepala sekolah SMK Negeri 11 Semarang yang telah memberi kesempatan dan kemudahan kepada penulis dalam melakukan penelitian.
8. Dra. Dwiyacitta Prasasti, selaku guru mata pelajaran IPA dan koordinator lingkungan hidup di SMK Negeri 11 Semarang yang telah dapat bekerjasama dengan penulis.

Serta semua pihak yang tidak mungkin penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu demi terselesaikannya skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu dengan penuh rendah hati penulis akan menerima saran dan kritik untuk menyempurnakan skripsi ini.

Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang terkait pada umumnya dan bagi penulis pada khususnya.

Semarang, Februari 2011

Penulis



DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERNYATAAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK.....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	5
C. Penegasan Istilah.....	5
D. Tujuan Penelitian.....	6
E. Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN HIPOTESIS.....	8
A. Tinjauan Pustaka.....	8
1. Hakikat pembelajaran sains.....	8
2. Pendidikan lingkungan.....	9
3. Limbah dan teknologi pengolahannya.....	14
4. Materi penanganan limbah.....	19
B. Kerangka Berpikir dan Hipotesis.....	20
1. Kerangka berpikir.....	20
2. Hipotesis.....	21
BAB III METODE PENELITIAN.....	22
A. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	22
B. Populasi dan Sampel.....	22
C. Variabel Penelitian.....	22
D. Rancangan Penelitian.....	23
E. Prosedur Penelitian.....	23
F. Data dan Cara Pengambilan Data.....	28
G. Metode Analisis Data.....	29
H. Indikator Kinerja.....	32
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	33

A. Hasil Penelitian.....	33
B. Pembahasan.....	39
BAB V PENUTUP.....	52
A. Simpulan.....	52
B. Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA.....	53
LAMPIRAN.....	56

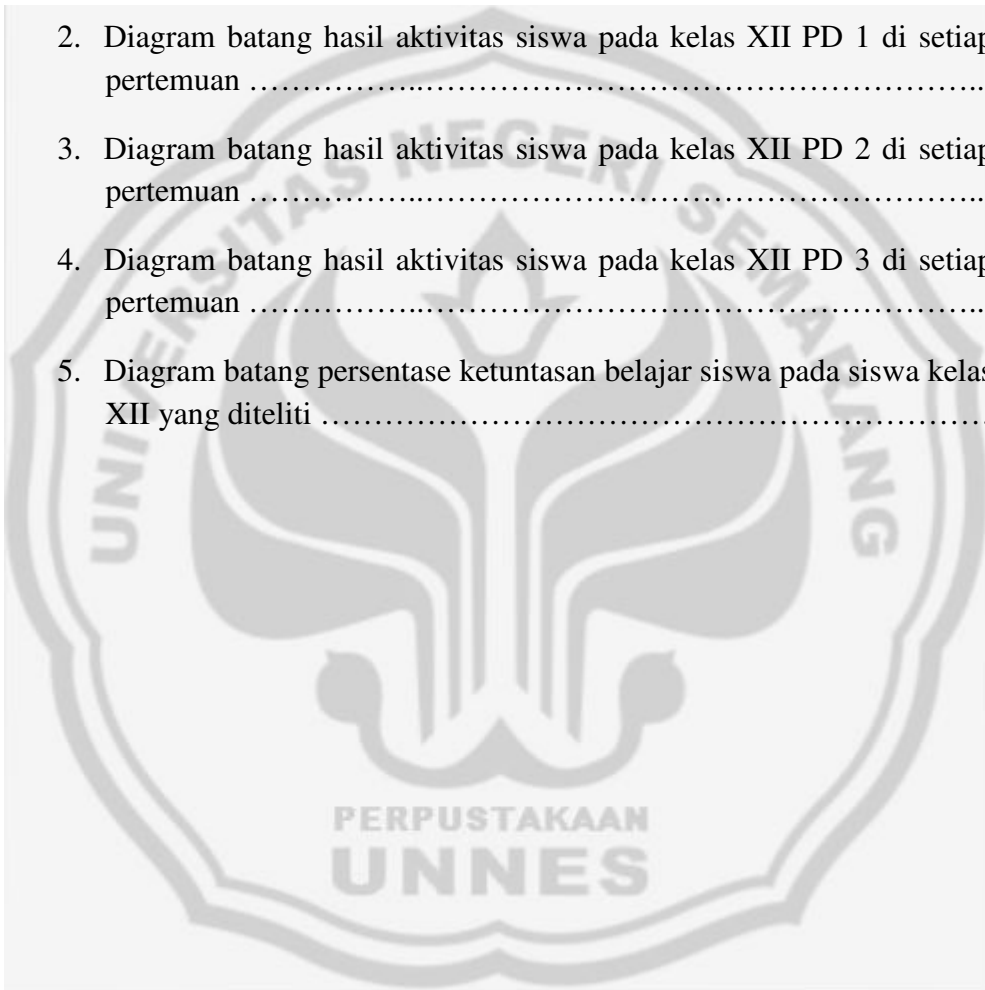


DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Rancangan penelitian.....	23
2. Hasil analisis validitas butir soal uji coba	25
3. Kriteria tingkat reliabilitas	26
4. Hasil analisis Reliabilitas soal uji coba	26
5. Nomor soal yang digunakan dan tidak digunakan (dibuang)	27
6. Skala 11 (acuan penentuan nilai aktivitas siswa)	29
7. Skala 5 (acuan penentuan kriteria kinerja guru)	31
8. Lembar analisis hasil wawancara guru	32
9. Hasil penilaian kinerja pada kegiatan pembelajaran kelas XII yang diteliti.....	36
10. Rekapitulasi hasil Angket tanggapan siswa secara klasikal pada kegiatan pembelajaran kelas XII yang diteliti	37
11. Hasil wawancara dengan guru	38
12. Hasil belajar siswa yang tidak mencapai KKM pada kegiatan pembelajaran kelas XII yang diteliti	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Skema ringkasan kerangka berpikir penerapan pendidikan lingkungan berbasis teknologi pada materi penanganan limbah di SMKN 11 Semarang	20
2. Diagram batang hasil aktivitas siswa pada kelas XII PD 1 di setiap pertemuan	33
3. Diagram batang hasil aktivitas siswa pada kelas XII PD 2 di setiap pertemuan	34
4. Diagram batang hasil aktivitas siswa pada kelas XII PD 3 di setiap pertemuan	34
5. Diagram batang persentase ketuntasan belajar siswa pada siswa kelas XII yang diteliti	35



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Surat keterangan sudah melakukan penelitian	57
2. Silabus	58
3. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)	60
4. Naskah soal uji coba	66
5. Lembar Kegiatan Siswa (LKS)	77
6. Rubrik penilaian LKS	95
7. Analisis validitas dan reliabilitas soal uji coba	97
8. Kisi-kisi soal posttest	98
9. Naskah Soal posttest	99
10. Lembar kunci jawaban posttest	106
11. Daftar kelompok siswa kelas XII PD 1, XII PD 2 dan XII PD 3...	108
12. Lembar observasi aktivitas siswa pertemuan pertama dan keempat	109
13. Lembar observasi aktivitas siswa pertemuan kedua dan ketiga	110
14. Rubrik penskoran aktivitas siswa	111
15. Hasil analisis aktivitas siswa	112
16. Hasil Nilai LKS siswa	124
17. Hasil Nilai Akhir siswa	125
18. Lembar observasi kinerja guru Pertemuan pertama	126
19. Lembar observasi kinerja guru Pertemuan kedua dan ketiga	127
20. Lembar observasi kinerja guru Pertemuan keempat	128
21. Rubrik penskoran kinerja guru	129
22. Hasil analisis lembar observasi kinerja guru	132
23. Lembar angket tanggapan siswa	133
24. Hasil analisis angket tanggapan siswa	135
25. Lembar wawancara guru	136
26. Foto-foto penelitian	138
27. Surat penetapan dosen pembimbing	140
28. Surat ijin observasi	141
29. Surat ijin penelitian	142

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

SMKN 11 Semarang merupakan salah satu lembaga pendidikan yang bertanggung jawab melaksanakan peranan, fungsi, dan cita-cita luhur untuk mencapai tujuan pendidikan sekolah kejuruan. Kualitas pembelajaran di SMKN 11 Semarang sudah cukup baik. Kedisiplinan dan ketertiban siswa dan guru dalam melaksanakan kegiatan belajar mengajar juga sudah baik. Demikian juga sistem pengelolaan lingkungan di SMKN 11 Semarang terbilang istimewa. Mereka bahkan berhasil meraih Juara II untuk kategori SMK berwawasan lingkungan pada “*Toyota Youth*” Tahun 2009 antar SMK se-Jawa Tengah. Guru IPA (Ibu Dwiyacitta) menuturkan, prestasi ini seyogyanya diiringi dengan keberhasilan siswanya dalam memahami pentingnya pengelolaan lingkungan, terutama lingkungan disekitar mereka, agar saat terjun ke dunia kerja mereka juga dapat berperan sebagai agen perubahan yang senantiasa menjaga kelestarian lingkungan hidup (komunikasi pribadi di SMKN 11 Semarang (2010)).

Upaya untuk memberikan pemahaman siswa terhadap pemeliharaan lingkungan dan pengolahan limbah dapat diberikan guru melalui pembelajaran ilmu pengetahuan alam (IPA) dengan konsep pendidikan lingkungan. Pendidikan lingkungan yang baik bertujuan agar siswa dapat memahami pentingnya menjaga lingkungan dan bagaimana mengolah limbah yang ada di lingkungan sekitar mereka. Sebagaimana yang tertuang pada Permendiknas No. 22 tahun 2006 bahwa kelompok mata pelajaran ilmu pengetahuan dan teknologi pada sekolah menengah kejuruan (SMK) dimaksudkan untuk menerapkan ilmu pengetahuan dan teknologi, membentuk kompetensi, kecakapan dan kemandirian kerja. Sehingga kegiatan pembelajaran perlu diarahkan untuk mendukung kegiatan mereka didunia kerja. Siswa perlu dilibatkan dalam pendidikan lingkungan tersebut sehingga tujuan dari pendidikan itu dapat tercapai dengan baik. Sejalan dengan itu, Susilowati (2003) berpendapat untuk menanggulangi masalah kerusakan lingkungan, diperlukan perubahan persepsi manusia mengenai lingkungan hidup serta perubahan cara hidup baik secara

individu maupun sebagai kelompok masyarakat. Perubahan ini akan terwujud melalui proses pendidikan lingkungan. Sedangkan menurut Leksono (2008), pembelajaran konservasi, lingkungan dan pengelolaan bencana alam di sekolah hendaknya menarik dan tidak membosankan. Perlu adanya inovasi pembelajaran dengan cara permainan-permainan sehingga peserta didik tertarik dan paham akan arti pentingnya konservasi, memelihara lingkungan hidup dan tanggap terhadap bencana alam. Selanjutnya Leksono (2008) menjelaskan bahwa daerah mempunyai permasalahan konservasi, lingkungan hidup dan bencana alam yang berbeda-beda, maka pembelajaran tentang permasalahan konservasi, lingkungan hidup dan bencana alam harus disesuaikan dengan daerah masing-masing. Dengan demikian pendidikan lingkungan di SMKN 11 Semarang seyogyanya perlu disesuaikan dengan karakteristik dari lingkungan sekolah.

Berdasarkan hasil observasi dan diskusi dengan guru mata pelajaran IPA di SMKN 11 Semarang, guru memiliki kendala mengenai pendidikan lingkungan melalui pembelajaran sains/IPA di SMKN 11 Semarang. Siswa cenderung menganggap mata pelajaran kelompok adaptif, termasuk IPA, sebagai mata pelajaran yang tidak bermanfaat dan tidak dibutuhkan kemampuan sains di dunia kerja mereka. Anggapan ini terutama dominan pada siswa jurusan persiapan produksi dan jurusan produksi. Kebanyakan dari mereka hanya mementingkan mata pelajaran yang terkait dengan praktik. Anggapan mereka inipun berdampak terhadap hasil belajar terutama mata pelajaran IPA, dimana kebanyakan siswa memiliki nilai dibawah kriteria ketuntasan minimal (KKM). Sebagai sekolah bertaraf internasional, KKM yang ditetapkan memang cukup tinggi yaitu minimal sebesar 75 untuk semua mata pelajaran termasuk pelajaran IPA. Berdasarkan data nilai siswa diketahui pada kompetensi dasar sebelumnya yaitu mengidentifikasi jenis polusi pada lingkungan kerja, siswa dari kelas XI produksi 1 yang mencapai KKM hanya 12 siswa dari 35 siswa atau hanya 34,28% siswa yang mencapai nilai minimal 75. Demikian juga siswa dari kelas XI produksi 2 yang mencapai KKM hanya 12 siswa dari 35 siswa. Bahkan untuk kelas XI produksi 3 yang mencapai KKM hanya 11 dari 35 siswa. Untuk siswa dari kelas XI produksi 4 yang mencapai KKM 14 siswa dari 35 siswa. Untuk kelas XI produksi 5 kompetensi dasar yang sama sedikit lebih baik yaitu siswa

yang mencapai KKM sebanyak 20 siswa dari 35 siswa. Banyak siswa yang walaupun sudah memperoleh nilai cukup baik yaitu antara 71-74 tetap harus mengikuti *remidial test* karena masih dibawah KKM. Selain permasalahan mengenai banyaknya siswa yang tidak mencapai KKM, berdasarkan penuturan guru yang bersangkutan, aktivitas belajar mereka juga rendah.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam suatu kegiatan belajar mengajar yaitu tujuan pembelajaran, subyek belajar, materi pelajaran, strategi pembelajaran, media pembelajaran dan komponen penunjang lainnya. Dalam proses pembelajaran di SMKN 11 Semarang, guru kurang mengoptimalkan penggunaan alam sekitar sebagai sarana belajar sains terutama pada materi penanganan limbah. Pada saat melakukan daur ulang, siswa kurang diajak untuk mengeksplorasi lingkungan sekitar. Semua bahan dan alat sudah disiapkan dan siswa tinggal melakukan kegiatan daur ulang. Siswa tidak dikondisikan untuk menerapkan kinerja ilmiah melalui pengamatan, perumusan masalah dan penyusunan hipotesis. Selain itu kegiatan daur ulang hanya berupa simulasi dan tidak melibatkan siswa secara penuh. Hasil observasi dan wawancara juga menunjukkan beberapa macam limbah dapat dimanfaatkan dengan lebih baik pada proses pembelajaran. Limbah yang dihasilkan di SMKN 11 Semarang antara lain: limbah organik berupa dedaunan dan limbah hasil produksi percetakan. Limbah organik di SMKN 11 Semarang sebagian diolah sebagai pupuk kompos dan sebagian dibuang. Untuk limbah hasil produksi berupa kertas, kaleng, dan plastik di jual dan sebagian didaur ulang. Selain itu juga terdapat limbah berupa sisa tinta yang merupakan bahan berbahaya dan beracun (B3). Berdasarkan peraturan pemerintah (PP) no. 18 tahun 1999 menyatakan bahwa pengolahan limbah B3 adalah oleh badan usaha yang mengoperasikan sarana pengolahan limbah B3. Mengikuti peraturan tersebut maka pihak sekolah disini hanya sebagai pengumpul limbah B3 yaitu badan usaha yang melakukan kegiatan pengumpulan dengan tujuan untuk mengumpulkan limbah B3 sebelum dikirim ke tempat pengolahan dan/atau pemanfaatan dan/atau penimbunan limbah B3. Berdasarkan wawancara dengan guru IPA, diketahui bahwa langkah pengumpulan limbah yang dilakukan sekolah adalah dengan membuat sumur kedap. Selanjutnya secara berkala limbah tinta tersebut diserahkan

pengolahannya kepada pihak yang berkompeten, dalam hal ini diolah di incenerator rumah sakit umum (RSU) Kariadi Semarang. Siswa perlu mengetahui sistem pengolahan limbah tersebut agar tahu dan mengerti cara penanganan limbah baik limbah organik maupun limbah hasil produksi percetakan. Hal ini dapat mendidik mereka agar bisa bertanggungjawab atas limbah yang ada di sekitar mereka dan yang dihasilkan dari proses produksi percetakan.

Permasalahan mengenai rendahnya hasil belajar dan aktivitas siswa pada mata pelajaran IPA, juga mengenai permasalahan limbah di SMKN 11 Semarang perlu diselesaikan dengan cara bijak. Aspek yang sangat menunjang penyelesaian masalah tersebut adalah dengan penerapan strategi belajar yang tepat. Strategi yang dapat diterapkan untuk mengatasi masalah tersebut diantaranya dengan pendidikan lingkungan berbasis teknologi. Menurut Saptono (2009) diperlukan beberapa prinsip untuk menunjang pembelajaran yaitu pembelajaran berpusat pada aktivitas siswa (*student centered learning*), siswa diarahkan untuk belajar melalui kegiatan (*learning by doing*), kondisi pembelajaran diupayakan menyenangkan dan tidak menekan siswa (*joyful learning*), pembelajaran juga harus memberi makna pada siswa (*meaningful learning*) dan siswa dikondisikan untuk belajar memecahkan masalah sehari-hari (*the daily life problem solving*) yaitu melalui pemanfaatan lingkungan sekitar. Pengolahan limbah di SMKN 11 Semarang sudah cukup baik, namun kegiatan tersebut kurang melibatkan siswa. Variasi dalam pengolahan limbah juga masih kurang. Padahal siswa seyogyanya mengetahui permasalahan limbah yang merupakan hasil samping dari kegiatan belajar mereka. Sehingga ketika siswa sudah terjun ke dunia kerja mereka dapat lebih peka terhadap keadaan permasalahan lingkungan selain dari kemampuan dan kompetensi mereka di bidang kejuruannya.

Pendidikan lingkungan di SMK perlu diperhatikan dengan meningkatkan penelitian lebih lanjut mengenai sistem pembelajarannya. Untuk itu akan diteliti mengenai pemanfaatan lingkungan sekitar sebagai sumber belajar siswa, meliputi limbah yang dihasilkan di SMKN 11 Semarang. Kegiatan pembelajaran

yang dilakukan siswa adalah pengolahan limbah melalui penerapan teknologi sederhana yang praktis dan aplikatif.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka masalah yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah:

Bagaimanakah aktivitas dan hasil belajar siswa pada pembelajaran materi penanganan limbah dengan penerapan pendidikan lingkungan berbasis teknologi di SMKN 11 Semarang?

C. Penegasan Istilah

Dalam penelitian ini perlu dijelaskan istilah yang berkaitan dengan judul penelitian agar tidak terjadi salah penafsiran. Istilah yang perlu dijelaskan adalah:

1. Aktivitas dan Hasil Belajar Siswa

Menurut Munib (2004) aktivitas belajar merupakan kegiatan yang dilakukan siswa dalam proses pembelajaran untuk mencapai hasil belajar. Hasil belajar merupakan perubahan perilaku yang diperoleh siswa setelah mengalami aktivitas belajar. Aktivitas belajar yang dimaksud pada penelitian ini adalah kegiatan siswa dalam pemanfaatan lingkungan sekitar melalui penerapan pendidikan lingkungan berbasis teknologi pada materi penanganan limbah yang ditunjukkan berdasarkan nilai aktivitas siswa. Sedangkan hasil belajar yang dimaksud yaitu hasil belajar yang ditunjukkan dengan nilai akhir proses pembelajaran, meliputi nilai laporan, nilai LKS dan nilai post test.

2. Pendidikan Lingkungan Berbasis Teknologi

Menurut Iriani (2006) pendidikan lingkungan adalah sebuah usaha untuk mengarahkan kembali tujuan pendidikan sehingga kompetensi dan pemahaman tentang pendidikan lingkungan dimunculkan kembali sebagai salah satu tujuan dasarnya di samping kompetensi personal dan kompetensi sosial. Dalam penelitian ini yang dimaksud dengan pendidikan lingkungan

berbasis teknologi adalah suatu metode pendidikan yang memanfaatkan lingkungan sekitar melalui kegiatan peduli lingkungan, yaitu pengolahan limbah dengan menerapkan teknologi pengolahan limbah sederhana yang praktis dan aplikatif dan sesuai dengan lingkungan di SMKN 11 Semarang.

3. Materi Penanganan Limbah

Berdasarkan kurikulum tingkat satuan pendidikan (KTSP) materi penanganan limbah merupakan salah satu materi yang diajarkan pada mata pelajaran IPA di SMK. Pelajaran IPA di SMK masuk dalam kelompok pelajaran adaptif. Materi tersebut diajarkan di kelas XI pada semester genap. Standar kompetensinya adalah memahami polusi dan dampaknya pada manusia dan lingkungannya. Sedangkan kompetensi dasarnya adalah mendeskripsikan cara-cara menangani limbah.

D. Tujuan Penelitian

Tujuan diadakannya penelitian ini adalah untuk mengetahui: Aktivitas dan hasil belajar siswa pada pembelajaran materi penanganan limbah dengan penerapan pendidikan lingkungan berbasis teknologi di SMKN 11 Semarang.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Siswa, dapat memberikan suasana belajar yang berbeda, menyenangkan dan siswa dapat lebih memahami pengelolaan lingkungan utamanya cara pengolahan limbah sehingga siswa dapat memanfaatkan limbah yang ada di lingkungan sekitar dengan lebih baik.
2. Bagi Guru, sebagai informasi dan pertimbangan bagi guru dalam meningkatkan kemampuan mengajar dan menerapkan pendidikan lingkungan berbasis teknologi dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap pengetahuan lingkungan.

3. Bagi Sekolah, dapat memberikan sumbangan untuk peningkatan pengelolaan limbah di sekolah,yaitu dengan inovasi sistem pengolahan limbah sederhana dan aplikatif yang sesuai dengan kondisi sekolah. Diharapkan SMKN 11 Semarang tidak hanya unggul dalam bidang akademik melainkan juga unggul dalam pendidikan lingkungan,pengolahan limbah, memiliki peran sentral dalam pelestarian lingkungan sekitar dan untuk kedepannya dapat menjelma menjadi sekolah bertaraf internasional yang berwawasan lingkungan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN HIPOTESIS

A. Tinjauan Pustaka

1. Hakikat pembelajaran sains

Kata sains berasal dari bahasa latin "scientia" yang berarti pengetahuan (Anonim 2006). Berdasarkan KBBI Daring (2010), sains diartikan sebagai ilmu pengetahuan pada umumnya atau pengetahuan sistematis tentang alam dan dunia fisik, termasuk didalamnya, botani, fisika, kimia, geologi, zoologi, secara umum disebut ilmu pengetahuan alam (IPA). Diartikan pula sebagai pengetahuan sistematis yang diperoleh dari sesuatu observasi, penelitian dan uji coba yang mengarah pada penentuan sifat dasar atau prinsip sesuatu yang sedang diselidiki, dipelajari, dan sebagainya.

Menurut Kholil (2009), belajar sains tidak sekedar belajar informasi sains tentang fakta, konsep, prinsip, hukum dalam wujud 'pengetahuan deklaratif' akan tetapi belajar sains juga belajar tentang cara memperoleh informasi sains, cara sains dan teknologi bekerja dalam bentuk pengetahuan prosedural, termasuk kebiasaan bekerja ilmiah dengan metode ilmiah dan sikap ilmiah. Sains selain sebagai produk juga sebagai proses tidak dapat dipisahkan satu sama lain. Sebagai proses sains dipandang sebagai kerja atau sesuatu yang harus dilakukan dan diteliti yang dikenal dengan proses ilmiah atau metode ilmiah, melalui keterampilan menemukan antara lain: mengamati, mengklasifikasi, mengukur, menggunakan keterampilan spesial, mengkomunikasikan, memprediksi, menduga, mendefinisikan secara operasional, merumuskan hipotesis, menginterpretasikan data, mengontrol variabel, melakukan eksperimen. Sebagai sikap, sains dipandang sebagai sikap ilmiah yang mencakup rasa ingin tahu, berusaha untuk membuktikan, menjadi skeptis, menerima perbedaan, bersikap kooperatif, menerima kegagalan sebagai suatu hal yang positif.

Siswa yang belajar sains tidak hanya menghafal ataupun mengerti saja. Siswa juga perlu memahami dan yang lebih penting dapat

mempraktekkan ilmu yang diperoleh paling tidak untuk dirinya sendiri lebih-lebih bagi kemaslahatan masyarakat. Hal tersebut bisa terjadi jika siswa benar-benar mencintai sains secara tulus tanpa adanya unsur keterpaksaan. Siswa juga diharapkan dapat memahami hakikat dari sains itu sendiri.

Penjelasan mengenai definisi di atas dapat dipahami bahwa hakikat ilmu pengetahuan alam merupakan kejadian alam yang dikemas melalui metode ilmiah menjadi kumpulan teori maupun konsep-konsep yang dicetuskan manusia. Teori maupun konsep yang terorganisir ini hendaknya dipahami oleh siswa agar bisa menjadi inspirasi terciptanya teknologi yang dapat dimanfaatkan bagi kehidupan manusia. Siswa yang memahami hakikat ilmu pengetahuan alam dapat mengetahui pentingnya mempelajari alam sehingga akan membawa manusia pada kehidupan yang lebih baik. Siswa diharapkan akan mengalami pembentukan pola berpikir dalam mempelajari alam sehingga menjadi mengerti untuk selanjutnya dapat menjaga alam dan lebih mensyukuri karunia Tuhan.

IPA (sains) berupaya membangkitkan minat manusia agar mau meningkatkan kecerdasan dan pemahamannya tentang alam seisinya yang penuh dengan rahasia yang tak habis-habisnya. Dengan tersingkapnya tabir rahasia alam itu satu persatu, serta mengalirnya informasi yang dihasilkannya, jangkauan sains semakin luas dan lahirlah sifat terapannya, yaitu teknologi adalah lebar. Namun dari waktu jarak tersebut semakin lama semakin sempit, sehingga semboyan "Sains hari ini adalah teknologi hari esok" merupakan semboyan yang berkali-kali dibuktikan oleh sejarah. Bahkan kini Sains dan teknologi manunggal menjadi budaya ilmu pengetahuan dan teknologi yang saling mengisi (komplementer), ibarat mata uang, yaitu satu sisinya mengandung hakikat Sains (*the nature of Science*) dan sisi yang lainnya mengandung makna teknologi (*the meaning of technology*) (Anonim 2010).

2. Pendidikan lingkungan

Menurut Undang-undang Republik Indonesia Nomor 20 tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional, pendidikan adalah usaha sadar dan terencana untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar

peserta didik secara aktif mengembangkan potensi dirinya untuk memiliki kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia, serta keterampilan yang diperlukan dirinya, masyarakat, bangsa dan bernegara.

Menurut Munib (2004), pendidikan adalah usaha sadar dan sistematis, yang dilakukan oleh orang-orang yang disertai tanggung jawab untuk mempengaruhi peserta didik agar mempunyai sifat dan tabiat sesuai dengan cita-cita pendidikan. Sedangkan lingkungan adalah sekeliling tempat organisasi beroperasi, termasuk udara, air, tanah, sumberdaya alam, flora, manusia, dan hubungan di antaranya. Sekeliling dalam hubungan ini jangkauannya dari dalam hingga sistem global (Sunu 2001).

Menurut Henning (1991), pendidikan lingkungan adalah proses pendidikan yang berkaitan dengan hubungan timbal balik manusia dengan lingkungan. Pendidikan lingkungan pada dasarnya berkaitan dengan proses pengetahuan, pemahaman, sikap, nilai, ketrampilan dan tanggung jawab terhadap masalah lingkungan. Kebutuhan akan pendidikan lingkungan akan selalu berlangsung terus sebab setiap generasi baru perlu mempelajari konservasi untuk generasi tersebut.

Pendidikan lingkungan tersebut perlu diterapkan pada pembelajaran di sekolah secara terintegrasi. Hal ini merupakan upaya yang sadar untuk mendidik setiap generasi secara terus menerus. Artinya diupayakan pendidikan lingkungan terus diajarkan kepada siswa di setiap jenjang pendidikan yang disesuaikan dengan keadaan lingkungan maupun kurikulum yang ada.

Institusi pengajaran melalui pendidikan formal merupakan cara yang paling tepat membangkitkan kesadaran dan kecintaan orang banyak terhadap lingkungan hidup (LH). Pendidikan pengetahuan lingkungan hidup berperan untuk memastikan keadaan LH dapat dijaga dan tidak mengalami kerusakan lagi sepenuhnya untuk terlaksananya pembangunan berkelanjutan yaitu upaya sadar dan terencana, yang memadukan LH, termasuk sumberdaya, ke dalam proses pembangunan untuk menjamin kemampuan kesejahteraan, dan mutu hidup generasi masa kini dan generasi masa depan (Yustina 2006).

Upaya menanamkan kesadaran terhadap lingkungan hidup telah dilakukan dengan berbagai aspek, salah satunya melalui pendidikan. Para ahli pendidikan telah melakukan berbagai macam pendekatan pembelajaran yang bertujuan untuk mencari pendekatan yang paling efektif, terutama pada pendidikan formal dari SD (sekolah dasar) sampai perguruan tinggi. Salah satu pendekatan pembelajaran yang dinilai cukup efektif adalah pendekatan pembelajaran kontekstual, di mana siswa didesain tidak hanya memahami secara teoretik saja, tetapi hasil belajarnya dapat dikaitkan dengan kehidupan nyata. Pendekatan-pendekatan lain yang diterapkan sebelumnya masih belum teruji seefektif pendekatan kontekstual. Pendekatan ini bercirikan berbasis masalah, memanfaatkan lingkungan sebagai sumber belajar, memberikan aktivitas kelompok, memberikan aktivitas individu, memberikan kesempatan bekerjasama dengan masyarakat, dan memberikan penilaian autentik. Pendekatan pembelajaran kontekstual akan sangat efektif jika diterapkan dalam pendidikan lingkungan hidup (Wiyono 2006).

Pendidikan lingkungan memberikan latihan kepada anak didik berpikir menyeluruh (*comprehensive*) mengenai segala dimensi kehidupan manusia. Disamping itu juga melatih berpikir secara sistematis yang menggunakan dimensi waktu lengkap (kemaren, kini, esok) dan dimensi ruang. Dimensi waktu penting karena lingkungan bersifat dinamis baik berdasarkan asalnya maupun berdasarkan hubungan saling ketergantungan dengan manusia (*interrelationship*). Kejadian yang berlangsung pada masa lampau menghasilkan akibat pada masa kini dan berlangsung saat ini yang nantinya akan menghasilkan akibat pada masa mendatang. Dimensi ruang penting karena lingkungan merupakan fakta geografi. Akibat dari suatu tindakan tertentu yang terjadi pada daerah tertentu belum terjadi pula di daerah lain atau harus juga terjadi di daerah lain dengan perlakuan yang sama. Menilai ketergantungan antar komponen lingkungan dan antara lingkungan dan manusia dalam dimensi waktu dan ruang dapat mengembangkan penalaran analitis yang tuntas (Notohadiprawiro 2006).

Pendidikan lingkungan yang diajarkan secara baik dan menyeluruh dapat mendidik siswa lebih peka terhadap lingkungan sekitar. Siswa menjadi

lebih mengetahui persoalan lingkungan yang ada di sekitar mereka termasuk persoalan limbah di sekolah. Siswa juga akan mengetahui bahwa persoalan lingkungan terutama ditimbulkan oleh kegiatan manusia dan industri. Secara potensial kedua macam kegiatan itu merupakan sumber dampak berat atas lingkungan.

Menurut Notohadiprawiro (2006), beberapa faktor yang mempengaruhi persoalan lingkungan diantaranya sebagai berikut:

- 1) Manipulasi lingkungan sehingga menjauhi keadaan semula tanpa memberikan kompensasi sepadan.
- 2) Banyak menggunakan dan menghasilkan zat atau bahan yang asing bagi lingkungan pada umumnya.
- 3) Limbah yang dihasilkan banyak yang tak didaur ulang.
- 4) Intensitas kegiatan per satuan tempat dan/atau waktu relatif tinggi.

Faktor-faktor tersebut saling berkaitan erat. Memakai dan mengolah bahan yang asing bagi lingkungan menghasilkan limbah yang asing pula. Karena intensitas kegiatan tinggi maka laju penghasilan limbah menjadi tinggi pula. Mengingat ini semua maka persoalan dampak atas lingkungan dapat dikembalikan ke persoalan limbah.

Persoalan limbah perlu ditekankan kepada siswa karena persoalan tersebut ternyata memberikan dampak yang berat atas lingkungan. Pendidikan lingkungan yang diajarkan secara menyeluruh harus memenuhi beberapa aspek agar siswa paham hubungan antara persoalan limbah dengan dampak lingkungan sekitar dan efeknya bagi diri mereka sendiri. Pendidikan lingkungan tersebut dapat meliputi pembelajaran umum mengenai konservasi atau pemeliharaan sumberdaya alam, ilmu mengenai lingkungan hidup menyangkut lingkungan biotik dan abiotik, serta dampak buruk lingkungan terhadap kehidupan manusia misalnya bencana alam.

Menurut Leksono (2008), pada prinsipnya ada dua macam cara untuk memasukkan pembelajaran konservasi, lingkungan dan mitigasi bencana (pendidikan lingkungan) dalam pembelajaran di sekolah, yaitu melalui metode infusi dan metode blok.

a. *Metode infusi*

Metode ini disebut juga sebagai metode sisip, yaitu memadukan muatan dan proses pelestarian alam, lingkungan dan mitigasi bencana dengan kurikulum yang telah ada. Permasalahan pelestarian alam, lingkungan dan mitigasi bencana tersebut secara tradisional telah memasuki pelajaran IPA, IPS, dan Sejarah. Selain itu permasalahan pelestarian alam, lingkungan dan bagaimana menanggapi bencana alam juga dapat disisipkan ke semua subjek pelajaran dalam Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP). Berikut adalah contoh cara menyisipkan pembelajaran pendidikan lingkungan, konservasi dan mitigasi bencana (penanggulangan bencana alam) ke dalam mata pelajaran IPA dalam kurikulum KTSP. Pada mata pelajaran IPA, pembelajaran pendidikan lingkungan, konservasi dan mitigasi bencana dapat disisipkan pada kompetensi dasar: (1) pengetahuan tentang dinamika alam dan manusia yang menyebabkan bencana; (2) pengetahuan tentang hubungan manusia dan alam; (3) kemampuan mengamati sumber daya alam; (3) kemampuan memanfaatkan sumber daya alam (4) kemampuan menyampaikan pikiran dalam karya tulis; (5) kemampuan wawancara; dan (6) kemampuan meneliti; (7) pengetahuan tentang keanekaragaman hayati.

Kegiatan pembelajaran metode infusi ini dapat berupa (1) ceramah dan diskusi tentang permasalahan lingkungan, konservasi dan mitigasi bencana. Guru dapat memutar film dokumenter atau membuat kliping dan didiskusikan dalam kelas. (2) Wawancara, yaitu guru mengajak siswa untuk mewawancarai ahli atau masyarakat mengenai permasalahan lingkungan, konservasi dan mitigasi bencana sesuai dengan tempat tinggalnya. (3) Wisata belajar, yaitu guru mengajak siswa ke hutan, wilayah bencana dan daerah rawan bencana, kemudian hasilnya dibuat karya ilmiah atau cerita yang berupa gambar, komik atau puisi.

b. Metode blok

Metode ini disebut juga pelajaran khusus. Metode blok adalah pembelajaran pendidikan lingkungan, konservasi dan mitigasi bencana dengan mata pelajaran yang berdiri sendiri. Ada dua cara dalam pembelajaran metode ini, yaitu dengan memasukkan ke dalam kurikulum sekolah dan di luar kurikulum sekolah. Jika dimasukkan ke dalam kurikulum sekolah, biasanya berupa mata pelajaran muatan lokal (mulok). Jika tidak dimasukkan dalam kurikulum sekolah maka permasalahan konservasi, lingkungan hidup dan mitigasi bencana dimasukkan dalam ekstrakurikuler.

3. Limbah dan teknologi pengolahannya

a. Pengertian dan jenis limbah

Menurut Undang-undang No 32 tahun 2009, yang dimaksud limbah adalah sisa suatu usaha dan/atau kegiatan. Sedangkan limbah bahan berbahaya dan beracun atau disingkat B3 adalah setiap limbah yang mengandung bahan berbahaya dan/atau beracun yang karena sifat dan/atau jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung dapat merusak dan/atau mencemarkan lingkungan hidup dan/atau membahayakan kesehatan manusia.

Berdasarkan jenisnya limbah dibedakan menjadi limbah padat, cair dan gas serta limbah energi. Limbah padat berupa benda padat yang di buang ke lingkungan, misalnya partikel padat yang dikeluarkan dalam cerobong asap dan aliran air, detergen padat, logam serta limbah lainnya. Limbah cair dapat berupa minyak, asam sulfat, air raksa yang larut di udara dan air serta lainnya. Limbah berupa gas antara lain karbon dioksida, karbon monoksida yang keluar dari knalpot kendaraan bermotor, cerobong asap, amoniak yang dibuangke lingkungan sekitar dan sebagainya. Ukuran pencemaran udara yang banyak dikenal dinyatakan dengan ppm singkatan dari *part per million* yang artinya banyaknya limbah yang menunjukkan satu bagian per 1.000.000 bagian, memiliki nilai 1×10^{-6} dapat pula dinyatakan dalam mililiter per satu meter kubik

udara. Limbah energi terjadi akibat energi bunyi misalnya terjadinya kebisingan akibat mesin menghasilkan bunyi yang keras (Supriadi 2006).

Jenis limbah yang berbeda-beda tersebut memiliki cara penanganan yang juga berbeda. Hal tersebut sangat terkait dengan sifat dan karakter limbah itu sendiri. Pemahaman mengenai jenis-jenis limbah dibutuhkan siswa terutama untuk penanganan suatu limbah. Siswa yang mengetahui sifat dan karakter limbah dalam melakukan penanganan limbah akan berbeda dengan siswa yang belum tahu. Pengetahuan itu penting karena penanganan limbah yang salah dapat membahayakan siswa dan lingkungan sekitar. Terutama ketika siswa dihadapkan pada limbah yang membutuhkan perlakuan khusus seperti limbah B3.

Limbah yang digolongkan dalam limbah B3 adalah limbah yang memenuhi salah satu atau lebih ciri-ciri berikut: mudah terbakar, mudah meledak, beracun, menyebabkan infeksi, bila diuji dengan metode toksikologi termasuk jenis limbah B3, bersifat reaktif dan bersifat korosif (Sunu 2001). Untuk mengetahui sumber limbah dan karakteristiknya, maka limbah B3 dapat dibedakan menurut jenisnya yang meliputi: (1) dari sumber yang tidak spesifik, yaitu limbah B3 yang berasal bukan dari proses utamanya, tetapi dari kegiatan pemeliharaan alat, pencucian, inhibitor korosi, pelarutan kerak, pengemasan, dan lain-lain. (2) Dari sumber yang spesifik, yaitu limbah B3 sisa proses suatu kegiatan industri atau kegiatan tertentu. (3) Dari bahan sisa, yaitu limbah B3 seperti bahan kimia kedaluarsa, tumpahan, sisa kemasan, limbah yang tidak memenuhi spesifikasi.

b. Pengolahan limbah

Pengelolaan limbah adalah kegiatan terpadu yang meliputi kegiatan pengurangan (*minimization*), segregasi (*segregation*), penanganan (*handling*), pemanfaatan dan pengolahan limbah. Pengolahan limbah adalah upaya terakhir dalam sistem pengelolaan limbah setelah sebelumnya dilakukan optimasi proses produksi dan pengurangan serta pemanfaatan limbah. Pengolahan limbah dimaksudkan untuk menurunkan

tingkat cemaran yang terdapat dalam limbah sehingga aman untuk dibuang ke lingkungan (Sulaeman 2009).

Menurut Rachmawan (2001), pengolahan limbah padat terbagi atas dua cara tanpa usaha memanfaatkannya secara langsung, yaitu : (1) digunakan sebagai penimbun/pengisi tanah, (2) dibakar secara terkendali di suatu tempat yang dapat memungkinkan mengendalikan nyala apinya. Selain dua cara tersebut, limbah padat bila akan dimanfaatkan misalnya untuk pembuatan kompos, biogas, makanan ternak dan lain-lain biasanya secara fisik diolah dulu. Pengolahan limbah padat secara fisik yang biasanya digunakan adalah:

- 1) Pengecilan ukuran dengan cara memotong kecil-kecil limbah padat tersebut sesuai kebutuhan. Tujuan pengecilan ukuran ini untuk mengurangi volume limbah yang ada.
- 2) Pemadatan dengan cara pengepresan, tujuannya untuk mengurangi volume juga.

Menurut Isroi (2008), kompos atau humus adalah sisa-sisa makhluk hidup yang telah mengalami pelapukan, bentuknya sudah berubah seperti tanah dan tidak berbau. Kompos memiliki kandungan hara NPK (nitrogen, phosphor, kalium) yang lengkap meskipun persentasenya kecil. Kompos juga mengandung senyawa-senyawa lain yang sangat bermanfaat bagi tanaman. Selanjutnya Isroi (2008) menyatakan bahwa membuat kompos sangat mudah. Secara alami bahan organik akan mengalami pelapukan menjadi kompos, tetapi waktunya lama antara setengah sampai satu tahun tergantung bahan dan kondisinya. Agar proses pengomposan dapat berlangsung lebih cepat perlu perlakuan tambahan.

Pembuatan kompos dipercepat dengan menambahkan aktivator atau inokulum atau biang kompos. Aktivator ini adalah jasad renik (mikroba) yang bekerja mempercepat pelapukan bahan organik menjadi kompos. Bahan organik yang lunak dan ukurannya cukup kecil dapat dikomposkan tanpa harus dilakukan pencacahan. Tetapi bahan organik yang besar dan keras, sebaiknya dicacah terlebih dahulu. Aktivator kompos harus dicampur merata ke seluruh bahan organik agar proses

pengomposan berlangsung lebih baik dan cepat. Bahan yang akan dibuat kompos juga harus cukup mengandung air. Air ini sangat dibutuhkan untuk kehidupan jasad renik di dalam aktivator kompos. Bahan yang kering lebih sulit dikomposkan. Akan tetapi kandungan air yang terlalu banyak juga akan menghambat proses pengomposan. Jadi basahnya harus cukup. Bahan juga harus cukup mengandung udara. Seperti halnya air, udara dibutuhkan untuk kehidupan jasad renik aktivator kompos. Untuk melindungi kompos dari lingkungan luar yang buruk, kompos perlu ditutup. Penutupan ini bertujuan untuk melindungi bahan/jasad renik dari air hujan, cahaya matahari, penguapan, dan perubahan suhu. Bahan didiamkan selama beberapa waktu hingga kompos matang. Lama waktu yang dibutuhkan antara 2 minggu sampai 6 minggu tergantung dari bahan yang dikomposkan. Bahan-bahan yang lunak dapat dikomposkan dalam waktu yang singkat, 2–3 minggu. Bahan-bahan yang keras membutuhkan waktu antara 4–6 minggu. Ciri kompos yang sudah matang adalah bentuknya sudah berubah menjadi lebih lunak, warnanya coklat kehitaman, tidak berbau menyengat, dan mudah dihancurkan/remah (Isroi 2008).

Limbah yang berupa kertas dapat dimanfaatkan lagi dengan dijual ataupun dibuat kertas daur ulang. Menurut Park (2002) produksi kertas meningkat secara drastis dalam dekade ini. Enam puluh persen limbah padat mudah terbakar berasal dari limbah kertas. Baru-baru ini, dengan peningkatan pemahaman konsep daur ulang, sudah 50% dari koran sampah dan 90% dari karton yang didaur ulang di Jepang. Daur ulang dapat diartikan sebagai proses untuk menjadikan suatu bahan bekas/limbah menjadi bahan baru yang memiliki manfaat dan nilai guna bagi manusia. Siswa perlu diarahkan oleh guru untuk mendaur ulang barang-barang yang sudah tidak dipakai agar menghasilkan barang baru yang bermanfaat. Hal ini berguna untuk mengurangi sampah/limbah yang ada. Salah satu metode daur ulang yang mudah dan bisa diterapkan di sekolah misalnya dengan mendaur ulang kertas. Menurut Wang (2011) daur ulang limbah kertas biasanya menghasilkan produk kertas yang lebih rendah kelasnya karena

pemendekan panjang serat dalam prosedur pengembalian tinta dan pemutihan. Menurut statistik terbaru (Juni 2010), rasio maksimal untuk daur ulang kertas menjadi kertas lagi hanya 65%.

Santoso (2009), menjelaskan mengenai pembuatan kertas daur ulang kertas. Bahan-bahan yang bisa di gunakan ada dua jenis yaitu dari limbah kertas dan tanaman hasil pertanian atau tanaman-tanaman non produktif. Keduanya dapat diolah atau didaur ulang menjadi kertas dengan hasil yang berbeda. Didalam proses pembuatan kertas daur ulang dari limbah koran maupun limbah kertas lainnya, pertama-tama yang harus dilakukan adalah kertas limbah tadi di potong kecil-kecil kemudian direndam di dalam air kurang lebih satu hari, baru kemudian setelah lunak kemudian di blender sampai menjadi bubur kertas. Setelah semua menjadi bubur, proses selanjutnya adalah di cetak dengan menggunakan alat cetak dari kawat kasa yang telah terpasang pada sebuah spanram dengan ukuran kurang lebih 21,5 cm x 33 cm (kertas ukuran F4).

Selain limbah padat ada juga limbah yang berwujud cair atau biasa disebut limbah cair. Limbah cair perlu pengolahan yang tentunya memiliki perbedaan dengan pengolahan limbah padat. Tujuan utama pengolahan limbah cair adalah untuk mengurangi BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), partikel tercampur, atau membunuh organisme patogen. Selain itu, diperlukan juga tambahan pengolahan untuk menghilangkan bahan nutrisi, komponen beracun, serta bahan yang tidak dapat didegradasikan agar konsentrasi yang ada menjadi rendah. Untuk itu pengolahan secara bertahap agar bahan tersebut di atas dapat dikurangi (Rachmawan 2001).

Sunu (2001) menjelaskan bahwa untuk mengefektifkan pengolahan limbah cair diperlukan kombinasi beberapa proses secara berurutan sesuai dengan peruntukannya dan jenis limbah cair yang akan diolah. Jadi apabila pengolahan limbah cair hanya menggunakan satu proses saja misalnya pengolahan primer, maka hasilnya belum maksimal. Adapun tahap-tahap pengolahan air limbah misalnya: (1) penanganan primer, yaitu suatu proses pengolahan limbah dengan membuang bahan-

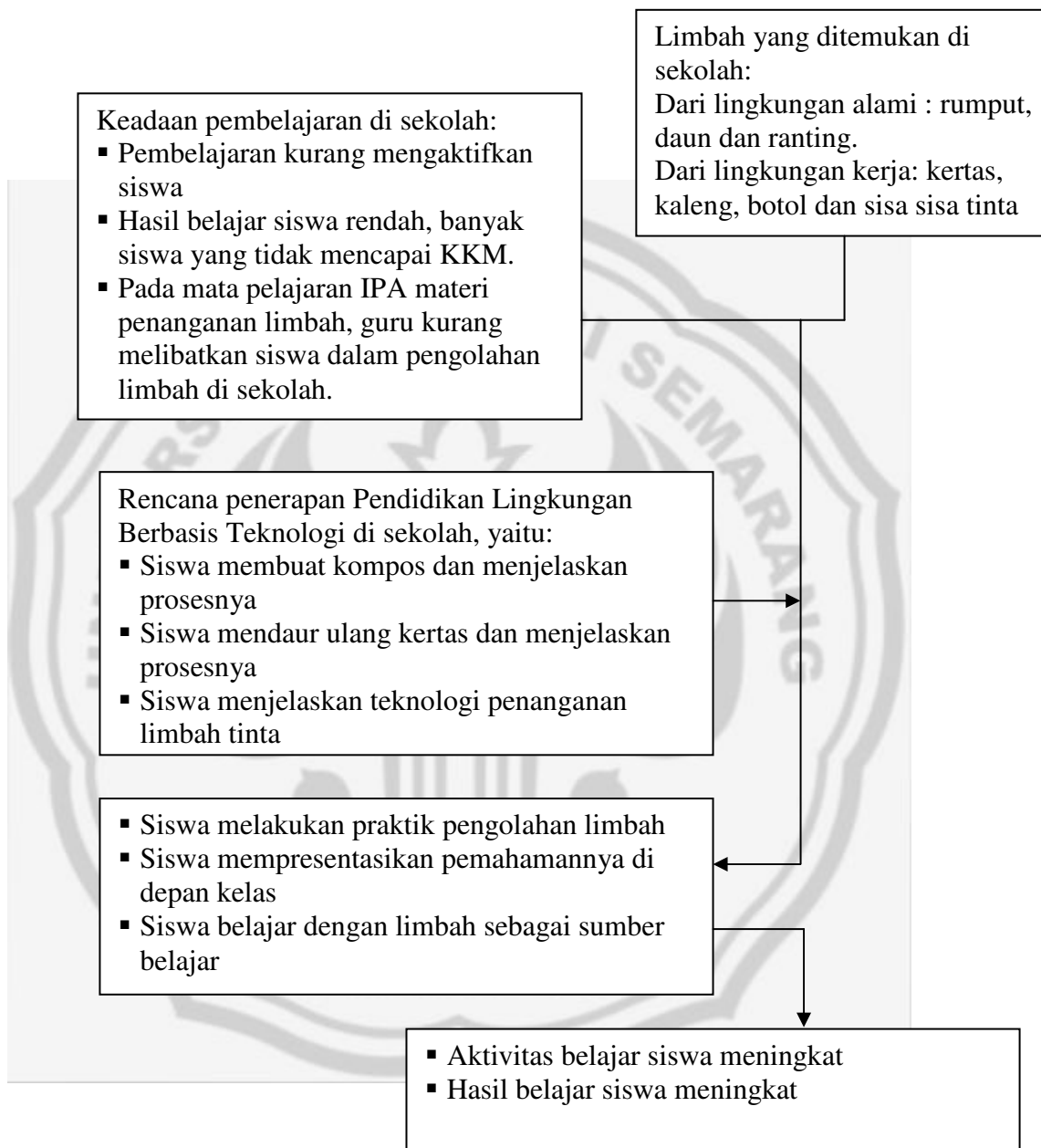
bahan padatan yang mengendap atau mengapung. (2) Penanganan sekunder, yaitu suatu proses dekomposisi bahan-bahan padatan secara biologis pada pengolahan limbah cair. (3) Pengendapan, yaitu suatu proses pengolahan limbah cair dengan menghilangkan komponen-komponen fosfor dan padatan tersuspensi. (4) Adsorpsi, yaitu suatu proses pengolahan limbah cair dengan menghilangkan bahan-bahan organik terlarut. (5) Elektrodialisis, yaitu suatu proses pengolahan limbah cair dengan menurunkan konsentrasi garam-garam terlarut. (6) Klorinasi, yaitu suatu proses pengolahan limbah cair dengan menghilangkan organisme penyebab penyakit.

4. Materi penanganan limbah

Dalam Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) Mata Pelajaran IPA untuk SMK, materi penanganan limbah memiliki standar kompetensi yaitu “memahami polusi dan dampaknya pada manusia dan lingkungannya”. Sedangkan kompetensi dasar yang hendak dicapai yaitu “mendeskripsikan cara-cara menangani limbah”. Materi penanganan limbah mempelajari mengenai sumber polutan, jenis limbah dan cara menanganinya. Pada penelitian ini dititik beratkan pada upaya untuk menangani limbah yang ada di lingkungan sekitar melalui pendidikan lingkungan berbasis teknologi sederhana pengolahan limbah.

B. Kerangka Berpikir dan Hipotesis

1. Kerangka berpikir



Gambar 1. Skema ringkasan kerangka berpikir penerapan pendidikan lingkungan berbasis teknologi pada materi penanganan limbah di SMKN 11 Semarang

2. Hipotesis

Berdasarkan latar belakang dan tinjauan pustaka di atas, maka disusun hipotesis sebagai berikut:

Aktivitas siswa dan hasil belajar siswa pada pembelajaran materi penanganan limbah dengan penerapan pendidikan lingkungan berbasis teknologi di SMKN 11 Semarang mencapai nilai yang optimum.



BAB III

METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di SMKN 11 Semarang dengan alamat Jalan Cemara Raya Banyumanik, Semarang. Waktu penelitian yang semula direncanakan pada semester genap tahun ajaran 2009/2010 diundur pada awal semester ganjil tahun ajaran 2010/2011 karena siswa sedang praktik kerja industri (prakerin).

B. Populasi dan Sampel

Populasi dari penelitian ini adalah seluruh siswa kelas XI dari jurusan persiapan produksi dan jurusan produksiyang masing-masing berjumlah 5 kelas. Cara pengambilan sampel dilakukan dengan teknik *purposive sample* yaitu pemilihan sampel bertujuan dilakukan dengan memilih kelas yang hasil belajarnya rendah dan keaktifan siswanya kurang. Cara ini digunakan agar dapat diketahui adanya pengaruh penerapan pendidikan lingkunganberbasis teknologi terhadap aktivitas dan hasil belajar siswa. Penelitian ini dilakukan setelah sampel melakukan prakerin atau pada saat kelas XII. Berdasarkan data siswa dan saran dari guru mata pelajaran maka dipilih kelas XII Produksi 1, kelas XII Produksi 2 dan kelas XII Produksi 3.

C. Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini variabel yang akan diteliti, yaitu:

1. Variabel bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah penerapan pendidikan lingkungan hidup berbasis teknologi pada materi penanganan limbah.

2. Variabel terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah aktivitas siswa dan hasil belajar siswa dalam pembelajaran penanganan limbah.

D. Rancangan Penelitian

Rancangan dalam penelitian ini menggunakan desain penelitian *Pre Eksperimental* yaitu dengan menggunakan model *One-Shot Case Study* (Sugiyono 2010).

Tabel 1. Rancangan penelitian

Kelompok (kelas)	Variabel Independen/bebas (treatment atau perlakuan)	Variabel Dependen/terikat (hasil pengukuran)
XII Produksi1	X	T ₀
XII Produksi2	X	T ₀
XIIProduksi3	X	T ₀

Keterangan:

X adalah treatment menggunakan pendidikan lingkungan berbasis teknologi.

- a. Siswa memanfaatkan teknologi sederhana pengolahan limbah untuk menjelaskan dampak limbah yang ada di lingkungan sekolah.
- b. Siswa menjelaskan proses pembuatan kompos sampai terbentuk kompos yang sempurna.
- c. Siswa melakukan daur ulang kertas sisa produksi untuk menjelaskan pemanfaatan limbah kertas di sekolah.
- d. Siswa membuat poster mengenai teknologi penanganan limbah tinta dan mempresentasikannya di depan kelas untuk menjelaskan manfaat teknologi dalam penanganan limbah.

T₀ adalah hasil pengukuran sesudah treatment. Dihitung berdasarkan hasil analisis data aktivitas siswa, hasil belajar siswa dan analisis angket.

E. Prosedur Penelitian

Langkah-langkah penelitian yang dilakukan meliputi tahapan persiapan, tahap pelaksanaan penelitian, dan tahap penulisan laporan.

1. Persiapan penelitian

a. Observasi awal

Peneliti mengadakan pertemuan dengan guru bidang studi IPA di SMKN 11 Semarang untuk mengetahui kegiatan belajar mengajar dan untuk mengetahui pengelolaan limbah di sekolah tersebut.

b. Pengumpulan data

Peneliti mengumpulkan arsip nama siswa dan data nilai ulangan semester gasal IPA, data mengenai profil sekolah dan observasi kegiatan belajar mengajar di SMKN 11 Semarang.

c. Penyusunan perangkat pembelajaran

Perangkat pembelajaran yang digunakan dalam penelitian ini adalah silabus, RPP, LKS dan soal post test.

d. Penyusunan instrumen soal uji coba

Langkah penyusunan instrumen soal post test adalah sebagai berikut:

- 1) Membatasi materi yang akan digunakan untuk tes
- 2) Menentukan batas waktu untuk mengerjakan soal
- 3) Menentukan kisi-kisi soal
- 4) Menentukan tipe soal
- 5) Menentukan jumlah soal atau butir soal yang akan diujikan

e. Uji coba instrumen soal

Uji coba instrumen soal dilakukan untuk mengetahui apakah instrumen yang dibuat oleh peneliti baik dan dapat digunakan untuk penelitian. Uji coba ini dilakukan di sekolah yang sama dan pada tingkat kelas sama tapi yang telah mendapatkan materi penanganan limbah yaitu di kelas XII Produksi 4 yang sebelumnya guru telah menginformasikan kepada siswa untuk mempelajari materi penanganan limbah.

f. Analisis instrumen soal uji coba

1) Validitas

Validitas adalah suatu ukuran yang menunjukkan tingkat-tingkat kevalidan atau kesahihan suatu instrument. Menurut Arikunto (2002) bahwa tes dikatakan baik apabila mampu mengukur apa yang hendak diukur. Cara menghitung validitas butir

soal tes dalam penelitian adalah dengan cara mengkorelasikan antara skor total dengan skor butir soal ke dalam rumus r_{pbis} :

$$r_{pbis} = \frac{M_p - M_t}{S_t} \sqrt{\frac{p}{q}}$$

Keterangan:

- r_{pbis} = Koefisien korelasi *Point biserial*
 M_p = Rata-rata skor total yang menjawab benar pada butir soal.
 M_t = Rata - rata skor total
 S_t = Standart deviasi skor total
 p = Proporsi siswa yang menjawab benar pada setiap butir soal
 q = $1 - p$

Hasil perhitungan r_{pbis} yang diperoleh dikonsultasikan dengan r_{tabel} product moment dengan taraf signifikan 5 %. Jika $r_{pbis} > r_{tabel}$ product moment, maka item soal yang diuji bersifat valid.

Klasifikasi validitas butir soal yang baik adalah:

- $0,800 \leq r \leq 1,000$: Sangat tinggi,
 $0,600 \leq r \leq 0,800$: Tinggi,
 $0,400 \leq r \leq 0,600$: Cukup,
 $0,200 \leq r \leq 0,400$: Rendah, dan
 $0,000 \leq r \leq 0,200$: Sangat rendah.

Dari 40 butir soal yang telah diujicobakan sebelum penelitian, makahasil analisisnya dapat disajikan pada Tabel 2. berikut:

Tabel 2. Hasil Analisis Validitas Butir Soal Uji Coba

Keterangan	Valid	Tidak Valid
Nomor Butir	1, 2, 3, 6, 8, 10, 11, 13, 14, 16, 17,	4, 5, 7, 9, 12,
Soal	18, 19, 20, 21, 22, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40	15, 23, 25, 32, 39

2) Reliabilitas

Reliabilitas adalah keajegan atau ketetapan suatu tes dapat dikatakan mempunyai taraf kepercayaan tinggi jika tes tersebut dapat memberikan hasil yang tetap. Suatu soal dikatakan reliabel jika mampu mengungkap data secara meyakinkan atau dapat

dipercaya. Reliabilitas adalah konsistensi (kemantapan) pengukuran dalam jangka waktu tertentu (Arikunto 2002). Reliabilitas dapat diukur dengan rumus K – R 21 sebagai berikut :

$$r_{11} = \left(\frac{K}{K-1} \right) \left(1 - \frac{M(K-M)}{K.V_t} \right)$$

Keterangan :

r_{11} = reliabilitas instrumen
 K = banyaknya butir soal
 M = skor rata-rata (Mean)
 V = variasi total (Arikunto 2002)

Jika r_{11} hitung > r tabel maka perangkat soal tersebut reliabel dan jika sebaliknya yaitu r_{11} hitung < r tabel maka soal tersebut tidak reliabel (Arikunto 2002).

Tabel 3. Kriteria tingkat reliabilitas

Interval	Kriteria
$r_{11} \leq 0,2$	Sangat rendah
$0,2 < r_{11} \leq 0,4$	Rendah
$0,4 < r_{11} \leq 0,6$	Sedang
$0,6 < r_{11} \leq 0,8$	Tinggi
$0,8 < r_{11} \leq 1,0$	Sangat tinggi

Berdasarkan hasil ujicoba soal, diketahui bahwa instrumen soal telah reliabel, yang berarti soal tersebut dapat digunakan sebagai soal tes tertulis karena memiliki taraf kepercayaan tinggi.

Tabel 4. Hasil analisis reliabilitas soal uji coba

Σ Siswa(N)	r tabel	r11	Kriteria	Koefisien korelasi
35	0.344	0.837	Reliabel	Sangat tinggi

Dari hasil analisis validitas dan reliabilitas soal di atas, maka item yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

Tabel 5. Nomor soal yang digunakan dan tidak digunakan (dibuang)

Nomor Butir Soal / Kriteria	
Digunakan	Dibuang
1, 2, 3, 6, 8, 10, 11, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40	4, 5, 7, 9, 12, 15, 23, 25, 32, 39

Berdasarkan hasil analisis terlihat bahwa 30 item dari 40 item yang diujicobakan layak untuk dipakai yaitu dengan kriteria valid dan reliable, memiliki tingkat kesukaran dan daya pembeda yang bervariasi, sehingga soal tersebut dapat digunakan. Jadi untuk keperluan pengambilan data, digunakan 30 soal dengan waktu 30 menit.

2. Tahap pelaksanaan penelitian

- a) Membentuk kelompok diskusi, satu kelas ada 6 kelompok dan setiap kelompok terdiri dari 5-6 orang.
- b) Memberikan pembelajaran melalui penerapan pendidikan lingkungan berbasis teknologi yaitu diskusi mengenai metode penanganan limbah yang sesuai dengan sifat dan wujud limbah, siswa menjelaskan proses terbentuk kompos melalui praktik membuat kompos, menjelaskan daur ulang kertas melalui praktik daur ulang kertas dan menjelaskan dampak limbah cair terhadap lingkungan. Kegiatan siswa tersebut adalah dengan memanfaatkan lingkungan sekitar sebagai sumber belajar.
- c) Melakukan observasi aktivitas siswa selama pembelajaran, pengambilan data mengenai kinerja guru, tanggapan siswa dan tanggapan guru.
- d) Memberikan tes akhir untuk mengetahui hasil belajar siswa dengan penerapan pendidikan lingkungan berbasis teknologi.

F. Data dan Cara Pengumpulan Data

1. Sumber data

Sumber data penelitian ini adalah siswa dan guru SMK Negeri 11 Semarang. Data yang diambil ada 2 macam yaitu data utama meliputi: aktivitas dan hasil belajar siswa, dan data pendukung meliputi: data kinerja guru, data tanggapan siswa dan tanggapan guru terhadap proses pembelajaran.

2. Jenis data

Jenis data yang diperoleh terdiri atas :

- a. Aktivitas siswa selama proses pembelajaran
- b. Hasil belajar siswa
- c. Kinerja guru selama proses pembelajaran
- d. Tanggapan siswa terhadap proses pembelajaran
- e. Tanggapan guru terhadap proses pembelajaran

3. Cara pengumpulan data

Data diperoleh dengan metode observasi, tes dan dokumentasi

- a. Data aktivitas siswa diambil dengan menggunakan *Descriptive Graphic Rating Scale*
- b. Data hasil belajar siswa diambil dari:
 - 1) Nilai dari LKS
 - 2) Hasil postest diakhir proses pembelajaran, soal postest berupa soal *multiple chois*.
- c. Data kinerja guru selama proses pembelajaran diambil dengan memberi *check list* pada lembar observasi kinerja guru.
- d. Data tanggapan siswa mengenai proses pembelajaran diambil dengan menggunakan angket.
- e. Data tanggapan guru mengenai proses pembelajaran diambil dengan menggunakan lembar wawancara.

G. Metode Analisis Data

Metode analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah menggunakan analisis deskriptif kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif berupa angka hasil belajar siswa dan persentase hasil observasi dideskripsikan dengan kata-kata. Data kualitatif berupa tanggapan siswa dan guru juga dideskripsikan dengan kata-kata.

1. Analisis aktivitas siswa

Data tentang aktivitas siswa diolah dengan memberikan skor pada tiap *item performance* dan kemudian skor tersebut diubah dalam bentuk nilai dengan menggunakan skala 11.

Tabel 6. Skala 11(acuan penentuan nilai aktivitas siswa)

No.	Persentase Skor Aktivitas	Batas Atas	Batas Bawah	Nilai
1	95% - 100%	100% x SMI	95% x SMI	10
2	85% - 94%	94% x SMI	85% x SMI	9
3	75% - 84%	84% x SMI	75% x SMI	8
4	65% - 74%	74% x SMI	65% x SMI	7
5	55% - 64%	64% x SMI	55% x SMI	6
6	45% - 54%	54% x SMI	45% x SMI	5
7	35% - 44%	44% x SMI	35% x SMI	4
8	25% - 34%	34% x SMI	25% x SMI	3
9	15% - 24%	24% x SMI	15% x SMI	2
10	5% - 14%	14% x SMI	5% x SMI	1
11	0% - 4%	4% x SMI	0% x SMI	0

2. Analisis terhadap hasil belajar siswa

Data hasil belajar siswa di analisis dengan cara deskriptif kuantitatif

a. Menghitung nilai LKS dengan cara:

$$\text{Nilai LKS} = \frac{\text{Nilai LKS1} + \text{Nilai LKS2} + \text{Nilai LKS3} + \text{Nilai LKS4}}{4} \times 100$$

b. Menghitung nilai post test dengan cara:

$$\text{Nilai post test} = \frac{\text{jumlah skor yang diperoleh}}{\text{jumlah skor maksimal}} \times 100$$

c. Menghitung Nilai Akhir (NA) dengan cara:

$$\text{NA} = \frac{\text{Nilai LKS} + \text{Nilai Post test}}{2} \times 100$$

d. Menentukan rata-rata kelas

Menurut Sudjana (2002) untuk mengetahui nilai rata-rata kelas adalah sebagai berikut :

$$X = \frac{\sum X}{N}$$

Keterangan :

X = nilai rata-rata
 $\sum X$ = jumlah nilai seluruh kelas
 N = banyaknya siswa yang mengikuti tes

e. Menentukan ketuntasan belajar klasikal

Rumus yang digunakan untuk mengetahui ketuntasan belajar klasikal yaitu :

$$P = \frac{\sum n1}{n} \times 100 \%$$

Keterangan :

P = persentase ketuntasan belajar klasikal
 $\sum n1$ = jumlah siswa tuntas belajar
 n = jumlah siswa

3. Analisis kinerja guru selama proses pembelajaran

Pengolahan data kinerja guru dilakukan dengan pemberian skor pada tiap item performance yang kemudian skor tersebut diubah dalam bentuk nilai dengan menggunakan skala 5. Sebelum menentukan nilai hasil konversi dilakukan penentuan skor maksimal ideal (SMI) pada setiap pertemuan.

Tabel 7. Skala 5 (acuan penentuan kriteria kinerja guru)

No.	Persentase Skor Kinerja	Batas Atas	Batas Bawah	Nilai	Kriteria Kinerja Guru
1	85% - 100%	100% x SMI	85% x SMI	A	Sangat Baik
2	70% - 84%	84% x SMI	70% x SMI	B	Baik
3	60% - 69%	69% x SMI	60% x SMI	C	Cukup
4	50% - 59%	59% x SMI	50% x SMI	D	Kurang
5	<50%	50% x SMI	50% x SMI	E	Sangat Kurang

4. Analisis tanggapan siswa

Hasil jawaban angket siswa dianalisis menggunakan skala likert untuk mengetahui tingkat persetujuan angket, dan dianalisis menggunakan analisis deskriptif prosentase untuk mengetahui nilai persetujuan angket (Ridlo 2002). Dalam penelitian ini angket yang digunakan mempunyai jawaban yang terdiri dari empat kategori jawaban yang terdiri dari poin a, b, c, dan d. Jawaban poin a mempunyai skor 4, poin b mempunyai skor 3, poin c mempunyai skor 2 dan poin d mempunyai skor 1.

Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

- a) Untuk mengetahui tingkat persetujuan angket

$$\text{Tingkat persetujuan} = \frac{\text{jumlah skor yang diperoleh}}{\text{jumlah skor ideal}} \times 100 \%$$

Dengan :

Jumlah skor yang diperoleh = jumlah skor (a+b+c+d)

Jumlah skor a = banyaknya orang yang menjawab poin a x skor jawaban a

Jumlah skor b = banyaknya orang yang menjawab poin b x skor jawaban b

Jumlah skor c = banyaknya orang yang menjawab poin c x skor jawaban c

Jumlah skor d = banyaknya orang yang menjawab poin d x skor jawaban d

Jumlah skor ideal = skor tertinggi x jumlah responden

- b) Untuk mengetahui nilai persetujuan angket

$$\text{Nilai} = \frac{\text{jumlah skor yang diperoleh}}{\text{jumlah skor maksimal}} \times 100 \%$$

Kriteria penilaiannya adalah sebagai berikut :

85% - 100% = A (Sangat baik)

70% - 84% = B (Baik)

60% - 69% = C (Cukup baik)

50% - 59% = D (Kurang)

< 50% = E (Jelek), tidak lulus

5. Analisis tanggapan guru

Data hasil wawancara (tanggapan guru terhadap pembelajaran) direkap kedalam suatu tabel dan selanjutnya dianalisis secara kualitatif. Tabel yang dimaksud adalah sebagai berikut:

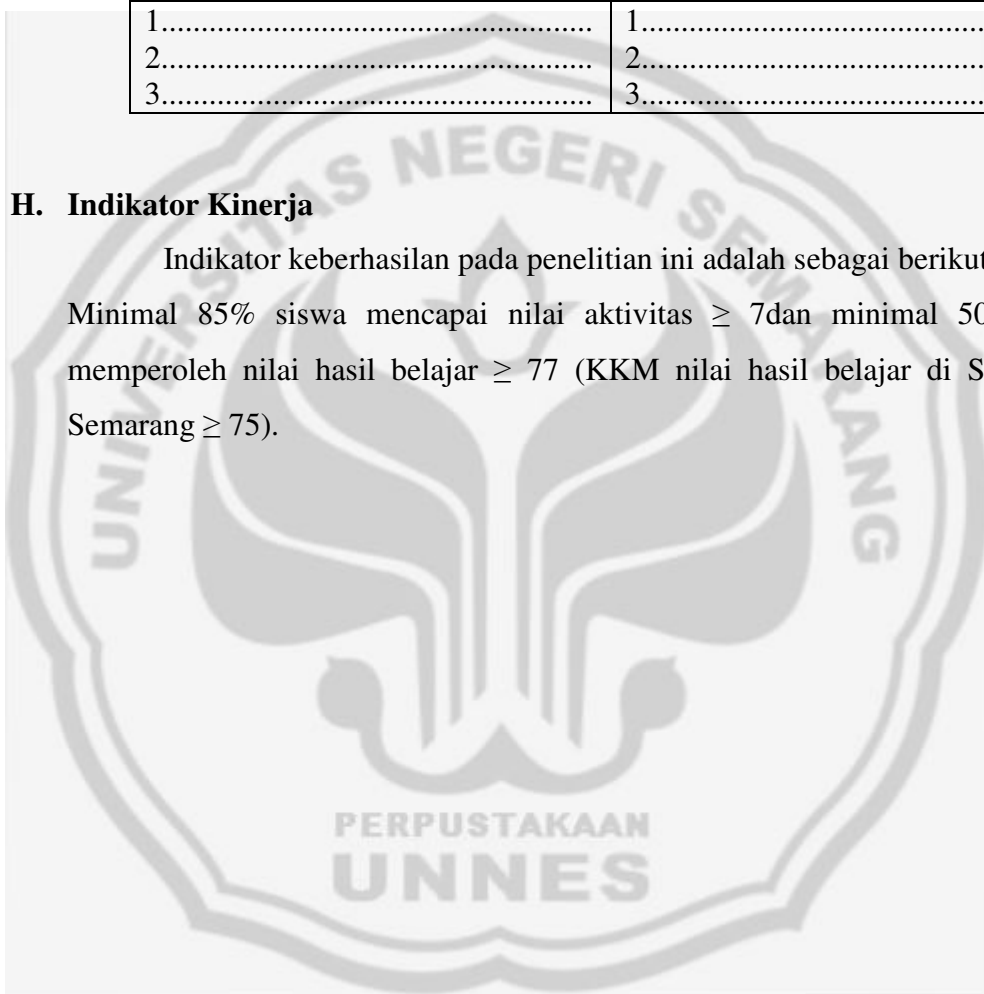
Tabel 8. Lembar rekapitulasi hasil wawancara guru

Pertanyaan	Tanggapan Guru
1.....	1.....
2.....	2.....
3.....	3.....

H. Indikator Kinerja

Indikator keberhasilan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

Minimal 85% siswa mencapai nilai aktivitas ≥ 7 dan minimal 50% siswa memperoleh nilai hasil belajar ≥ 77 (KKM nilai hasil belajar di SMKN 11 Semarang ≥ 75).



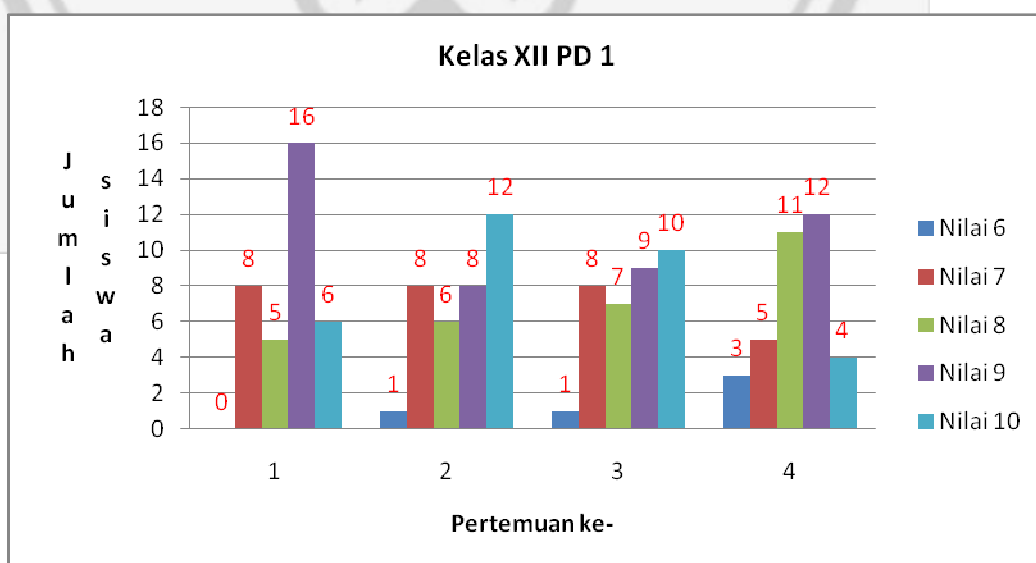
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

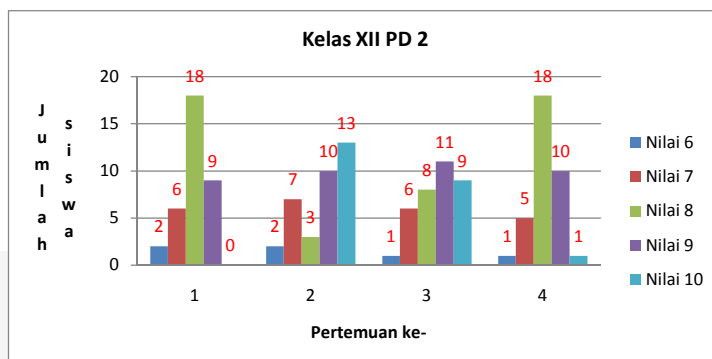
Pembelajaran dengan penerapan pendidikan lingkungan berbasis teknologi telah dilaksanakan dan diperoleh berbagai macam data. Data tersebut antara lain data utama dan data pendukung. Data utama meliputi: data tentang aktivitas siswa dan data hasil belajar siswa. Data pendukung meliputi: data hasil observasi kinerja guru, data angket tanggapan siswa terhadap pembelajaran, dan data hasil wawancara kepada guru tentang pembelajaran yang telah dilaksanakan.

1. Data Aktivitas Siswa Selama Pembelajaran

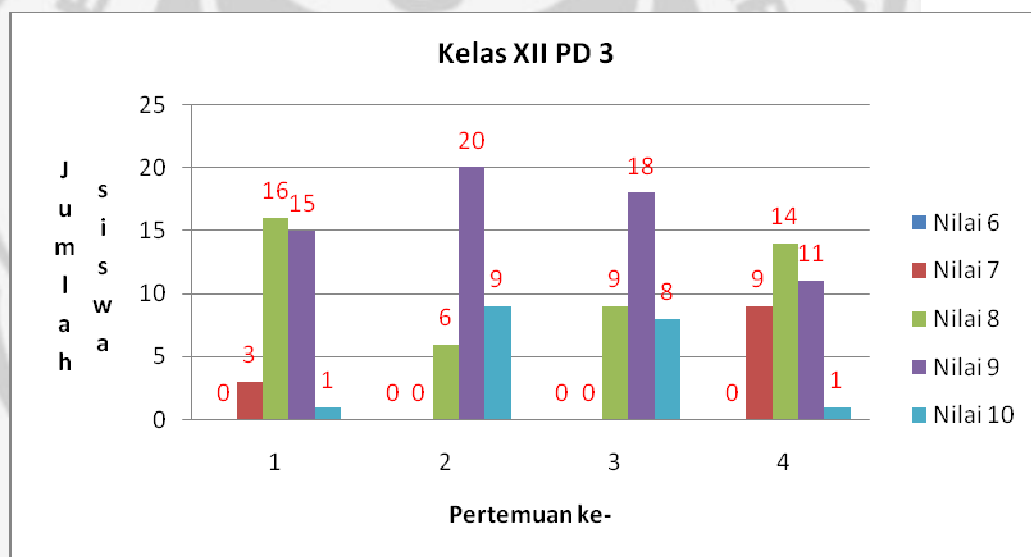
Data aktivitas siswa digunakan untuk mengetahui nilai aktivitas siswa selama pembelajaran. Data tersebut diambil dengan menggunakan lembar observasi aktivitas siswa dan rubrik penilaian hasil observasi siswa yang formatnya dapat dilihat pada Lampiran 12 dan 13. Berdasarkan hasil analisis data aktivitas siswa diperoleh hasil pencapaian nilai aktivitas siswa seperti disajikan pada Gambar 2, Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 2. Diagram batang hasil aktivitas siswa pada kelas XII PD 1 di setiap pertemuan



Gambar 3. Diagram batang hasil aktivitas siswa pada kelas XII PD 2 di setiap pertemuan



Gambar 4. Diagram batang hasil aktivitas siswa pada kelas XII PD 3 di setiap pertemuan

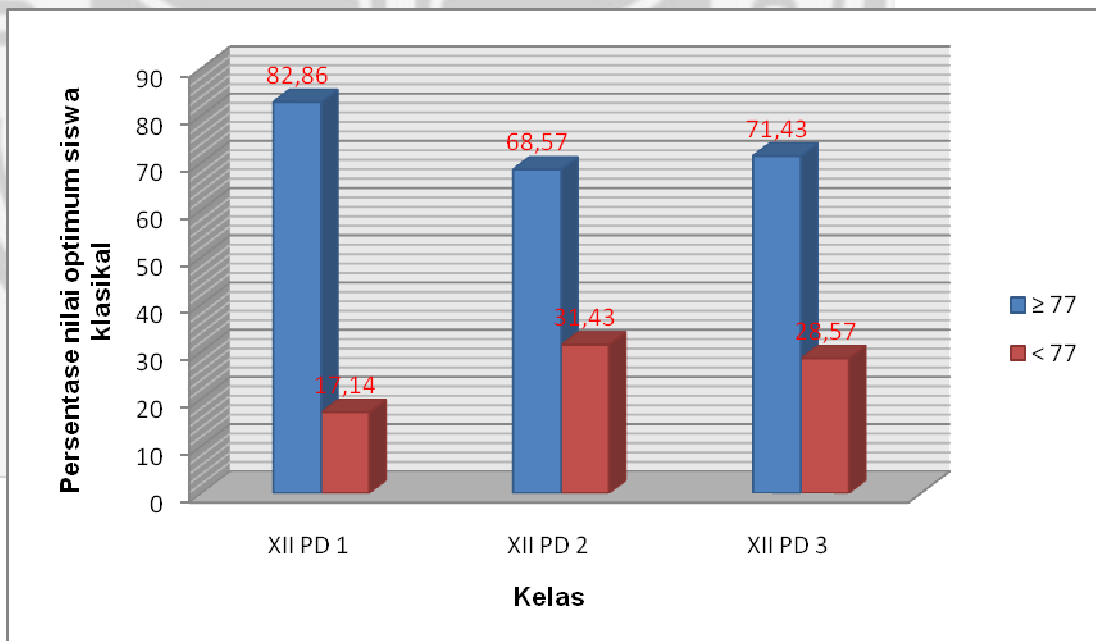
Keterangan: Data lengkap pada lampiran 14

Hasil observasi aktivitas siswa menunjukkan bahwa siswa yang memperoleh nilai aktivitas siswa minimal 7 secara klasikal pada kelas XII PD 1, XII PD 2 dan XII PD 3 telah mencapai lebih dari 85% disemua pertemuan. Presentase 85% tersebut dapat diketahui dari jumlah siswa yang mempunyai nilai Aktivitas ≥ 7 mencapai jumlah siswa minimal 30 siswa dari total 35 siswa. Jumlah siswa yang mencapai minimal nilai aktivitas 7 pada kelas XII

PD 1 secara berurutan per pertemuan adalah 35, 34, 34 dan 32. Nilai aktivitas siswa yang mencapai nilai 7 pada Kelas XII PD 2 berurutan per pertemuan adalah 33, 33, 34 dan 34. Sedangkan untuk kelas XII PD 3 semua siswa mempunyai nilai aktivitas minimal 7 disemua pertemuan. Hal ini menunjukkan bahwa pencapaian nilai aktivitas siswa sudah sesuai dengan indikator kinerja yang diharapkan.

2. Data Hasil Belajar Siswa

Data hasil belajar siswa diperoleh dari penjumlahan nilai LKS yang mencakup LKS pertemuan 1 (soal diskusi), pertemuan 2 (laporan kompos), pertemuan 3 (laporan daur ulang kertas) dan pertemuan 4 (nilai poster). Nilai LKS selanjutnya dirata-rata dan ditambahkan dengan nilai postest kemudian dibagi 2 (rata-rata). Berdasarkan analisis data hasil belajar siswa diperoleh persentase siswa yang mencapai nilai optimum sebesar 77 seperti yang tersaji pada Gambar 5.



Gambar5. Diagram batang persentase nilai optimum hasil belajar siswa secara klasikal pada siswa kelas XII yang diteliti.

Keterangan: Data lengkap pada Lampiran 17

Hasil perhitungan hasil belajar siswa menunjukkan bahwa pencapaian nilai hasil belajar optimum siswa secara urut pada Kelas XII PD 1, XII PD 2 dan XII PD 3 adalah 82,86%, 68,57% dan 71,43%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa seluruh kelas secara klasikal telah mencapai minimal 50% siswa yang memperoleh nilai optimum dan sesuai dengan indikator kinerja yang di harapkan.

3. Data Hasil Observasi Kinerja Guru

Data mengenai observasi kinerja guru dalam penelitian ini meliputi segala kegiatan guru selama proses pembelajaran yang dikaitkan dengan rencana pembelajaran konsep pengelolaan lingkungan yang telah disusun. Data observasi kinerja guru berfungsi sebagai data penunjang penelitian. Data ini dipergunakan untuk mengetahui sejauh mana guru menerapkan RPP yang telah disusun kedalam praktik pelaksanaan pembelajaran yang sesungguhnya. Hasil observasi kinerja guru dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil penilaian kinerja guru pada kegiatan pembelajaran kelas XII yang diteliti.

Kelas	XII PD 1				XII PD 2				XII PD 3			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Pertemuan ke-												
Skor (%)	55	43	43	47	51	41	41	45	50	43	41	44
Kriteria	Sangat baik	Sangat baik	Sangat baik	Sangat baik	Sangat baik	Sangat baik	Sangat baik	Sangat baik	Baik	Sangat baik	Sangat baik	Baik

Keterangan: Data lengkap pada lampiran 22

Data kinerja guru di atas dianalisis per pertemuan dengan penskoran yang tidak sama. Tabel 9 menunjukkan bahwa kinerja guru pada kelas XII PD 1 dan XII PD 2 mencapai kriteria sangat baik di setiap pertemuan. Kinerja guru pada Kelas XII PD 3 menunjukkan kriteria sangat baik dicapai pada pertemuan ke-2 dan ke-3 sedangkan pada pertemuan ke-1 dan ke-4 guru memiliki kinerja dengan kriteria baik. Hasil analisis data tersebut menunjukkan bahwa selama pembelajaran guru memiliki kinerja yang baik atau sangat baik.

4. Data Hasil Angket Tanggapan Siswa

Data hasil angket tanggapan siswa diperoleh dengan menganalisis lembar angket tanggapan siswa yang diberikan pada akhir proses pembelajaran. Hasil analisis tanggapan siswa tersaji pada Tabel 10.

Tabel 10. Rekapitulasi hasil angket tanggapan siswa secara klasikal pada kegiatan pembelajaran kelas XII yang diteliti.

No	Pertanyaan	XII PD 1		XII PD 2		XII PD 3	
		Nilai (%)	Krite- ria	Nilai (%)	Krite- ria	Nilai (%)	Krite- ria
1	Apakah anda senang mengikuti pendidikan lingkungan hidup berbasis teknologi pada materi penanganan limbah?	78.5	Baik	83.1	Baik	79.3	Baik
2	Apakah anda menyukai suasana kelas saat pembelajaran mengenai penanganan limbah dengan pendidikan lingkungan hidup berbasis teknologi?	66	Cukup baik	77.9	Baik	75	Baik
3	Bagaimanakah pemahaman anda terhadap materi penanganan limbah setelah diterapkan pendidikan lingkungan berbasis teknologi?	70.1	Baik	77.2	Baik	71.4	Baik
4	Apakah anda setuju jika pembelajaran menggunakan diskusi dan kegiatan kelompok?	80.6	Baik	86.8	Sangat baik	85	Sangat Baik
5	Apakah teman anda membantu anda dalam kegiatan kelompok, terutama dalam memahami materi penanganan limbah?	71.5	Baik	80.1	Baik	76.4	Baik

Keterangan: Data lengkap pada lampiran 24

Berdasarkan data diatas diketahui bahwa sebagian besar siswa dari ketiga kelas senang mengikuti pendidikan lingkungan berbasis teknologi, menyukai suasana kelas, memahami materi yang disampaikan, dan berkontribusi dalam kegiatan kelompok. Namun demikian ada sebagian kecil siswa yang ketertarikannya pada pembelajaran masih rendah.

5. Data Hasil Tanggapan Guru

Data hasil tanggapan guru diperoleh melalui wawancara kepada guru secara langsung setelah pembelajaran selesai. Hasil wawancara disajikan pada Tabel 11 di bawah ini.

Tabel 11. Hasil wawancara dengan guru

No	Pertanyaan	Jawaban
1	Bagaimana kesan ibu terhadap penerapan pendidikan lingkungan melalui teknologi sederhana pengolahan limbah?	Sangat berkesan karena SMK memang memerlukan suatu aplikasi teknologi sederhana dengan teknologi yang sekarang berkembang (modern), contohnya dengan menggunakan EM-4 dalam pembuatan kompos.
2	Bagaimana aktivitas siswa selama proses pembelajaran dengan penerapan pendidikan lingkungan berbasis teknologi?	Siswa cukup antusias dan bersemangat dalam mengikuti pembelajaran dengan penerapan pendidikan lingkungan berbasis teknologi dan akan menambah pengetahuan siswa mengenai aplikasi di lapangan.
3	Bagaimana hasil belajar siswa setelah mengikuti pendidikan lingkungan berbasis teknologi?	Lebih meningkat dibandingkan sebelum mereka mengikuti pendidikan lingkungan berbasis teknologi.
4	Menurut ibu, adakah kelebihan penerapan pendidikan lingkungan berbasis teknologi? Jika ada, apa kelebihannya?	Ada, anak menjadi lebih mengetahui aplikasi yang dibutuhkan pada waktu di lapangan, selain itu siswa juga dapat mengetahui perkembangan teknologi yang sedang berkembang tidak hanya teknologi tradisional.
5	Adakah kesulitan dalam penerapan pendidikan lingkungan berbasis teknologi? Jika ada, apa kesulitannya?	Ada, kesulitannya adalah dalam melakukan pengamatan yang membutuhkan beberapa kali pengamatan pada waktu yang berbeda, seperti pada pengamatan proses terbentuknya sampah organik menjadi kompos yang sempurna.
6	Apakah ibu tertarik untuk menerapkan pendidikan lingkungan berbasis teknologi pada materi lain?	Ya tertarik, karena siswa harus diberikan pelajaran dan pemahaman mengenai pentingnya pendidikan lingkungan pada semua materi dengan menerapkan teknologi yang tepat.

Berdasarkan hasil wawancara dengan guru yang tersaji pada Tabel 11 diketahui bahwa penerapan pendidikan lingkungan berbasis teknologi pada materi penanganan limbah memberi kesan yang baik kepada guru. Guru menilai bahwa aktivitas dan hasil belajar siswa meningkat dibandingkan pembelajaran sebelumnya. Guru menyatakan bahwa penerapan pendidikan lingkungan berbasis teknologi menjadikan siswa lebih mengetahui aplikasi yang dibutuhkan pada waktu di lapangan, selain itu siswa juga dapat mengetahui perkembangan teknologi yang sedang berkembang tidak hanya teknologi tradisional. Guru mengalami kesulitan saat melakukan pengamatan yang membutuhkan beberapa kali pengamatan pada waktu yang berbeda. Guru juga tertarik untuk menerapkan metode yang sama pada materi lain. (Lampiran 25).

B. Pembahasan

1. Aktivitas Siswa

Berdasarkan hasil analisis data mengenai aktivitas siswa, diketahui bahwa nilai aktivitas siswa pada seluruh kelas penelitian memiliki nilai aktivitas pada rentang yang berbeda. Kelas XII PD 1 dan XII PD 2 memiliki nilai aktivitas secara klasikal pada rentang 6-10, sedangkan Kelas XII PD 3 memiliki nilai aktivitas pada rentang 7-10. Data tersebut menunjukkan bahwa pada kelas XII PD 1 dan XII PD 2 masih terdapat siswa yang memiliki nilai aktivitas di bawah nilai 7 atau dengan kata lain nilai aktivitasnya masih rendah. Walaupun masih terdapat siswa yang memiliki nilai 6, nilai tersebut tidak selalu ada disetiap pertemuan dan tidak lebih dari 3 siswa dari pertemuan tersebut.

Gambar 2 menunjukkan gambaran aktivitas siswa di Kelas XII PD 1. Nilai 6 menunjukkan grafik yang meningkat dimana pada pertemuan pertama tidak terdapat siswa yang memiliki nilai 6 sedangkan dipertemuan selanjutnya secara berurutan terdapat 1 siswa, 1 siswa dan 3 siswa. Pembelajaran pada pertemuan kedua terdapat satu siswa yang memiliki nilai

aktivitas 6 yaitu siswa dengan kode S-5-2. Nilai aktivitas siswa yang rendah dikarenakan siswa sudah tidak memiliki ketertarikan dengan pembelajaran. Hal ini terlihat pada angket tanggapan siswa dimana pertanyaan pertama dan kedua dijawab bahwa siswa tidak senang mengikuti pembelajaran dan tidak suka dengan suasana kelas saat pembelajaran mengenai penanganan limbah dengan pendidikan lingkungan hidup berbasis teknologi. Hal ini terutama berpengaruh terhadap minat belajar siswa. Walaupun pada pertanyaan selanjutnya siswa menjawab bahwa siswa paham terhadap materi yang diajarkan, setuju dengan pembelajaran diskusi dan kegiatan kelompok, siswa juga merasa terbantu saat kegiatan kelompok, namun hal tersebut tidak merubah minat belajar siswa yang sudah rendah.

Pembelajaran pada pertemuan ketiga di kelas XII PD 1 terdapat satu siswa yang memiliki nilai aktivitas 6 yaitu siswa dengan kode S-5-1. Siswa tersebut satu kelompok dengan siswa kode S-5-2 dan berperan sebagai ketua kelompok tersebut (kelompok 5). Jika dilihat dari angket tanggapan siswa, siswa tersebut menunjukkan tanggapan yang baik dengan skor pertanyaan secara berurutan adalah 3, 3, 3, 4 dan 3. Rendahnya nilai aktivitas belajar siswa dapat dimungkinkan karena terpengaruh dengan temannya satu kelompok. Selanjutnya pada pembelajaran keempat terdapat 3 siswa yang memiliki nilai aktivitas siswa 6 yaitu siswa dengan kode S-1-1, S-5-1 dan S-6-5. Siswa yang pertama dengan kode S-1-1 jika dilihat dari angket tanggapan siswa memberikan tanggapan yang secara umum baik dengan skor pertanyaan secara berurutan adalah 4, 2, 3, 3 dan 3. Data tersebut menunjukkan bahwa siswa sangat senang mengikuti pembelajaran, tapi tidak suka dengan suasana kelas saat pembelajaran mengenai penanganan limbah dengan pendidikan lingkungan hidup berbasis teknologi. Sikap tidak suka siswa ini yang dimungkinkan menjadi pemicu rendahnya aktivitas belajar siswa. Siswa yang kedua adalah siswa yang sama dimana pada pertemuan sebelumnya juga memiliki nilai 6 untuk nilai aktivitas siswa. Siswa yang ketiga dengan kode S-6-5 jika dilihat dari angket tanggapan siswa memberikan tanggapan yang secara umum baik dengan skor pertanyaan secara berurutan adalah 3, 3, 3, 3 dan 2. Data tersebut menunjukkan bahwa

siswa memberi tanggapan baik terhadap pembelajaran, namun siswa merasa temannya tidak membantu pada kegiatan kelompok. Akibatnya siswa tersebut juga merasa tidak perlu membantu teman lainnya dalam kegiatan kelompok sehingga nilai aktivitas belajarnya rendah.

Gambar 3 menunjukkan gambaran aktivitas siswa di Kelas XII PD 2. Nilai 6 menunjukkan grafik yang menurun dimana pada pertemuan pertama terdapat siswa yang memiliki nilai aktivitas 6 sebanyak 2 orang dan dipertemuan selanjutnya secara berurutan terdapat 2 siswa, 1 siswa dan 1 siswa. Pembelajaran pada pertemuan pertama terdapat 2 siswa yang memiliki nilai aktivitas 6 yaitu siswa dengan kode S-1-2 dan S-1-4. Kode S-1 menunjukkan bahwa kedua siswa tersebut berada pada kelompok 1. Siswa kode S-1-2 pada angket tanggapan siswa menyatakan tidak suka dengan suasana kelas saat pembelajaran mengenai penanganan limbah dengan pendidikan lingkungan hidup berbasis teknologi. Hal inilah yang kemungkinan menjadi faktor penyebab rendahnya aktivitas siswa. Siswa selanjutnya dengan kode S-1-4 pada angket tanggapan memberikan tanggapan baik pada semua pertanyaan dengan skor 3 disemua pertanyaan angket. Siswa memiliki nilai aktivitas pada batas siswa yang memiliki aktivitas tinggi dengan siswa yang memiliki aktivitas rendah, sehingga siswa tersebut juga dapat dimasukkan ke daftar siswa yang memiliki nilai aktivitas tinggi walaupun memiliki nilai aktivitas 6.

Pertemuan kedua di kelas XII PD 2 terdapat siswa yang memiliki nilai aktivitas 6 yaitu siswa dengan kode S-5-5 dan S-6-5. Siswa dengan kode S-5-5 cenderung merasa tidak dibantu temannya dalam kegiatan kelompok, akibatnya siswa tidak bisa bekerjasama dengan baik dalam kegiatan kelompok. Siswa dengan kode S-6-5 secara umum memberikan tanggapan baik dan rendahnya nilai aktivitas dimungkinkan tidak berasal dari diri siswa tetapi kemampuan siswa untuk bekerjasama yang memang rendah. Pertemuan ketiga terjadi penurunan jumlah siswa yang mempunyai nilai 6, dimana hanya terdapat satu orang siswa yaitu siswa dengan kode S-6-5. Siswa tersebut juga menunjukkan aktivitas yang rendah pada pertemuan yang kedua. Selanjutnya pada pertemuan keempat siswa yang memiliki nilai aktivitas 6 adalah siswa

dengan kode S-1-6. Siswa memberikan jawaban pada angket dengan skor secara berurutan 3, 3, 2, 1 dan 2. Minat siswa terhadap pembelajaran sebenarnya tinggi. Hal ini terlihat pada jawaban pertanyaan pertama dan kedua yang menunjukkan bahwa siswa senang mengikuti pembelajaran dan siswa juga suka terhadap suasana pembelajaran. Namun siswa merasa tidak paham dengan materi yang diajarkan, siswa bahkan sangat tidak setuju pembelajaran dengan diskusi maupun kegiatan kelompok, siswa merasa tidak mendapat bantuan dari teman dalam kegiatan kelompok. Hal itulah faktor yang menjadikan siswa memiliki nilai aktivitas rendah.

Gambar 4 merupakan gambaran nilai aktivitas siswa pada kelas XII PD 3 yang terlihat tidak ada satupun siswa yang memiliki nilai aktivitas di bawah 7. Nilai aktivitas siswa berada pada kisaran 7-10 yang menandakan aktivitas siswa pada kelas XII PD 3 tinggi. Data tersebut menunjukkan bahwa kelas tersebut tidak memiliki masalah terhadap aktivitas siswa. Nilai aktivitas siswa dapat menunjukkan beberapa hal diantaranya aktivitas siswa yang tinggi menunjukkan bahwa siswa memiliki ketertarikan yang tinggi pula terhadap pembelajaran. Aktivitas juga bisa menjadi indikator efektivitas suatu pembelajaran dan menentukan hasil suatu pembelajaran.

Aktivitas pembelajaran yang dilaksanakan pada pembelajaran materi penanganan limbah ini berupa kegiatan yang berusaha merangsang aktivitas siswa dalam kelompok. Diantaranya kegiatan bertanya, berdiskusi, menjawab pertanyaan yang diharapkan siswa menjadi lebih aktif. Aktivitas siswa yang baik diharapkan dapat memberikan hasil belajar memperoleh hasil yang baik pula. Sebagaimana menurut Dimiyati & Mudjiono (2009) bahwa aktivitas siswa seperti bertanya, berpendapat dan menjawab pertanyaan menjadikan pembelajaran menjadi lebih bermakna dan meningkatkan hasil belajar siswa.

Pencapaian aktivitas siswa dari ketiga kelas secara umum menunjukkan hasil yang tinggi. Data aktivitas siswa tersebut menunjukkan bahwa telah tercapai indikator kinerja yang diharapkan yaitu minimal 85% siswa memperoleh nilai ≥ 7 . Data tersebut menggambarkan bahwa siswa aktif dalam diskusi kelompok, responsif terhadap penjelasan guru, lancar dalam mengungkapkan pendapat, efisien dalam memanfaatkan waktu, aktif dalam

praktikum dan bersikap kooperatif. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penerapan pendidikan lingkungan berbasis teknologi telah berhasil membuat siswa menjadi aktif. Selanjutnya, melalui aktivitas siswa yang tinggi terhadap pembelajaran diharapkan hasil belajar siswa juga tinggi.

2. Hasil Belajar Siswa

Berdasarkan analisis hasil belajar siswa pada Gambar 5 diketahui bahwa masih ada siswa yang tidak mencapai nilai Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) yang ditetapkan sebesar 75. Jumlah siswa yang tidak mencapai KKM berturut-turut pada kelas XII PD 1, XII PD 2 dan XII PD 3 adalah 4, 4, dan 3 dengan persentase 11,42%, 14,28% dan 8,57%. Namun secara klasikal seluruh kelas telah mencapai 85% siswa memperoleh nilai hasil belajar optimum yang ditetapkan yaitu sebesar 77. Hal ini menunjukkan bahwa telah tercapai indikator kinerja yang diharapkan. Perhitungan hasil belajar siswa tersebut ditentukan berdasarkan nilai LKS (Lembar Kegiatan Siswa) dari pertemuan pertama sampai keempat dan dari nilai posttest. Sehingga hasil belajar secara langsung dipengaruhi dari kedua nilai tersebut.

Aktivitas siswa yang tinggi telah menunjukkan pengaruh yang baik terhadap hasil belajar siswa. Namun faktor yang lain juga berpengaruh terhadap ketidaktercapaian KKM siswa. Faktor lain tersebut adalah faktor yang berpengaruh secara langsung yaitu kedua nilai diatas. Hasil nilai tersebut memberikan bobot yang sama sehingga memberikan pengaruh yang sama terhadap hasil belajar secara keseluruhan. Siswa yang tidak mencapai KKM dikarenakan memiliki nilai LKS atau nilai posttest yang rendah atau tidak mencapai 75. Data tersebut dapat dilihat pada Tabel 12 di bawah ini.

Tabel 12. Hasil belajar siswa yang tidak mencapai KKM pada kegiatan pembelajaran kelas XII yang diteliti.

Kelas	Kode Siswa	Rata-rata nilai LKS	Nilai Post Test	Nilai Akhir
XII PD 1	S-2-3	74.875	73.33	74.1025
	S-2-4	72.875	76.67	74.7725
	S-2-5	77.125	70	73.5625
	S-4-4	78.5	66.67	72.585
XII PD 2	S-2-1	76.25	73.33	74.79
	S-3-1	75.625	73.33	74.4775
	S-5-3	77.25	70	73.625
	S-6-1	76.875	70	73.4375
XII PD 3	S-1-5	75.625	73.33	74.4775
	S-4-1	78.125	70	74.0625
	S-4-2	74.625	73.33	73.9775

Keterangan: Data lengkap pada lampiran 17

Siswa yang masih belum memenuhi KKM pada Kelas XII PD 1 sebanyak 4 siswa yaitu siswa dengan kode S-2-3, S-2-4, S-2-5 dan S-4-4. Data tersebut menunjukkan bahwa tiga dari keempat siswa yang tidak memenuhi KKM berada pada kelompok yang sama (kelompok 2). Analisis mengenai nilai aktivitas siswa kode S-2-3, S-2-4 dan S-2-5 menunjukkan bahwa ketiga siswa memiliki nilai aktivitas yang tinggi, sebagai contoh dilihat pada pertemuan ke 3 secara berurutan dengan nilai 9, 10 dan 10. Data tersebut menunjukkan bahwa siswa yang memiliki aktivitas tinggi tidak selalu berpengaruh terhadap nilai hasil belajar yang tinggi. Jika diruntut lebih jauh pada angket tanggapan siswa, ternyata terdapat masalah pada kelompok 2. Hal ini terlihat pada tanggapan siswa S-2-5 yang merasa tidak dibantu oleh temannya dalam kerja kelompok. Tanggapan tersebut juga dikuatkan oleh teman satu kelompoknya yaitu siswa dengan kode S-2-6 yang juga merasa tidak terbantu pada kegiatan kelompok. Siswa tersebut sudah mencapai KKM, namun hasil belajarnya tidak mencapai nilai optimum yaitu dengan nilai 75,8. Siswa selanjutnya dengan kode S-4-4 yang juga tidak mencapai KKM, tetapi memiliki nilai aktivitas yang relatif tinggi, sebagai contoh pada pertemuan ke 3 mencapai nilai 8. Namun jika ditinjau dari angket tanggapan

siswa, siswa merasa tidak suka dengan suasana pembelajaran. Ternyata faktor tersebutlah yang lebih mempengaruhi hasil belajar siswa tersebut.

Siswa Kelas XII PD 2 yang tidak mencapai KKM terdapat 5 siswa dengan kode siswa S-2-1, S-3-1, S-4-5, S-5-3 dan S-6-1. Data tersebut menunjukkan dari kelima siswa tersebut, ketiganya merupakan ketua kelompok yaitu siswa kode S-2-1, S-3-1 dan S-6-1. Dilihat dari tanggapan siswa, ketiganya memberikan tanggapan yang baik. Demikian juga jika dilihat dari nilai aktivitas siswa, ketiganya juga memperlihatkan aktivitas yang tinggi. Kemungkinan rendahnya hasil belajar siswa karena siswa merasa terbebani karena menjadi ketua kelompok. Siswa selanjutnya adalah siswa dengan kode S-4-5. Siswa tersebut memiliki nilai aktivitas yang sangat tinggi, nilai aktivitasnya secara berurutan per pertemuan adalah 9, 10, 10 dan 10. Data tersebut menunjukkan bahwa ketidaktercapaian KKM siswa dengan kode S-4-5 tidak dikarenakan aktivitasnya yang rendah. Berdasarkan analisis angket diketahui bahwa siswa tersebut memberikan jawaban angket dengan skor secara berurutan 4, 1, 1, 3 dan 2. Hal itu menunjukkan bahwa siswa tersebut tidak menyukai suasana kelas selama pembelajaran, siswa juga merasa tidak paham dengan materi yang diajarkan dan siswa merasa tidak dibantu oleh temannya dalam kegiatan kelompok. Faktor tanggapan siswa yang rendah tersebut kemungkinan besar yang menjadi faktor utama ketidaktercapaian KKM siswa dengan kode S-4-5. Selanjutnya siswa dengan kode S-5-3 tidak mencapai KKM kemungkinan lebih dikarenakan kegiatan siswa dalam kelompok. Berdasarkan angket siswa merasa tidak terbantu saat kegiatan kelompok. Tanggapan tersebut berkaitan dengan aktivitas kelompok sehingga secara tidak langsung akan memberi pengaruh terhadap nilai aktivitas siswa dan akhirnya pada hasil belajar siswa tersebut.

Siswa kelas XII PD 3 yang tidak mencapai KKM terdapat 3 siswa yaitu siswa dengan kode S-1-5, S-4-1 dan S-4-2. Dua siswa berada dalam satu kelompok yaitu siswa kode S-4-1 dan S-4-2. Keduanya memperlihatkan aktivitas dan tanggapan yang baik selama pembelajaran. Siswa dengan kode S-1-5 juga memperlihatkan aktivitas dan tanggapan yang baik selama pembelajaran. Ketidaktercapaian KKM ketiga siswa tersebut tidak bisa

dianggap karena siswa memiliki aktivitas rendah ataupun karena siswa memberi tanggapan yang tidak baik. Ketidaktercapaian KKM dimungkinkan karena faktor dari diri siswa tersebut.

Nilai posttest siswa yang tidak mencapai KKM diatas memiliki nilai yang tidak terlalu jauh dari batas ketuntasan. Batas ketuntasan yang diterapkan di SMKN 11 Semarang adalah 75 karena merupakan sekolah bertaraf internasional. Nilai siswa yang tidak mencapai KKM berada pada kisaran 72-74. Hal itu menunjukkan bahwa nilai siswa tersebut tidak terlalu buruk dan ketidaktercapaian KKM siswa tersebut masih bisa dianggap wajar. Nilai KKM tersebut kemudian dinaikkan menjadi 77 yang selanjutnya pada penelitian ini ditetapkan sebagai nilai optimum. Dilihat dari nilai optimum terdapat beberapa siswa yang telah mencapai KKM tapi tidak mencapai nilai optimum yang ditetapkan. Jumlah siswa tersebut pada Kelas XII PD 1, XII PD 2 dan XII PD 3 berurutan adalah 4 siswa, 10 siswa dan 7 siswa. Siswa-siswa tersebut perlu mendapat perhatian yang lebih agar dapat meningkatkan hasil belajarnya demikian juga siswa yang tidak mencapai KKM.

Data hasil belajar siswa dengan penerapan pendidikan lingkungan berbasis teknologi menunjukkan bahwa hasil belajar siswa secara umum meningkat. Hal ini sangat terlihat jika dibandingkan dengan hasil belajar siswa saat observasi yaitu pada kompetensi dasar sebelumnya, mengidentifikasi jenis polusi pada lingkungan kerja, dimana ketuntasan (KKM) secara klasikal tidak mencapai 35%. Adanya peningkatan hasil belajar siswa yang signifikan tersebut, menggambarkan bahwa penerapan pendidikan lingkungan berbasis teknologi mampu meningkatkan hasil belajar siswa pada pembelajaran materi penanganan limbah di SMKN 11 Semarang. Sebagaimana menurut Dimiyati & Mudjiono (2009) bahwa hasil belajar merupakan perubahan perilaku yang diperoleh pembelajar setelah mengalami aktivitas belajar. Penelitian ini menunjukkan bahwa terjadi perubahan aktivitas siswa dari yang semula pasif menjadi lebih aktif sehingga berdampak pada hasil belajar siswa yang juga meningkat.

Kegiatan pembelajaran dengan penerapan pendidikan lingkungan berbasis teknologi mengarahkan siswa untuk belajar secara langsung. Siswa

diarahkan untuk aktif dalam proses pembuatan kompos maupun aktif dalam melakukan proses daur ulang kertas dengan teknik bubur kertas. Menurut Sudjana dan Rivai (2002) cara pembelajaran yang membawa subjek belajar langsung ke objek yang akan dipelajari akan lebih bermakna karena siswa dihadapkan dengan peristiwa dan keadaan sebenarnya. Selain itu menurut Hariyanti (2006) materi pelajaran yang dialami secara langsung melalui kegiatan pembelajaran (*experimental learning*), dengan mengalami materi secara langsung diharapkan siswa dapat lebih membangun makna atau kesan dalam ingatannya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan pendidikan lingkungan berbasis teknologi berusaha untuk mengantarkan siswa kepada cara belajar siswa yang aktif dimana siswa bisa membangun makna dan memahami materi lingkungan dengan lebih baik.

3. Kinerja Guru

Keberhasilan suatu proses pembelajaran tidak terlepas dari peran guru yang tidak hanya sebagai pendidik namun juga sebagai motivator dan sebagai fasilitator. Menurut Delfi R & W Katarko (2007) sistem lembaga pendidikan khususnya guru, kompetensi mengajar merupakan produk utama dari kurikulum karena kurikulum merupakan pengetahuan, pengalaman belajar, kegiatan belajar yang terorganisasi dan terencana serta dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan pengembangan intelektual peserta didik. Suatu kegiatan pembelajaran dapat dikatakan berhasil apabila guru dapat melaksanakan kegiatan pembelajaran sesuai dengan RPP yang disusun. Berdasarkan hasil analisis kinerja guru selama pembelajaran diketahui bahwa guru memberikan kinerja yang sangat baik dan baik selama proses pembelajaran di semua kelas yang diteliti. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 13 dimana di kelas XII PD 1 dan XII PD 2 guru menunjukkan kinerja yang sangat baik disemua pertemuan. Kinerja guru di Kelas XII PD 3 menunjukkan kinerja yang baik pada pertemuan pertama dan keempat, sedangkan pada pertemuan kedua dan ketiga guru menunjukkan kriteria yang sangat baik.

Analisis kinerja guru menggunakan penskoran yang tidak sama. Hal ini karena setiap pertemuan memiliki karakter yang berbeda dengan pertemuan lainnya. Karakter kegiatan pembelajaran pertemuan pertama lebih dititik beratkan pada kegiatan diskusi. Pertemuan kedua dan ketiga memiliki karakter yang sama, dimana kegiatan lebih difokuskan pada praktikum, sedangkan pada pertemuan keempat lebih ditekankan pada presentasi.

Sugandhi (2004) menyatakan bahwa dalam pembelajaran siswa aktif, guru banyak berperan sebagai fasilitator yang memberikan berbagai kemudahan kepada siswa dalam belajar, baik dalam mengoperasikan bahan, pendekatan pembelajaran maupun pengadaan media pembelajaran. Penerapan pendidikan lingkungan berbasis teknologi pada materi penanganan limbah menuntut siswa untuk aktif dan guru berperan sebagai fasilitator yang memfasilitasi siswa untuk aktif belajar. Penilaian mengenai kinerja guru berfungsi untuk mengetahui sejauh mana peran guru tersebut dapat terlaksana pada pembelajaran. Hasil observasi terhadap kinerja guru menunjukkan bahwa guru memiliki kinerja yang baik dan sangat baik.

Kinerja guru yang baik tentunya sangat mempengaruhi terhadap proses pembelajaran yang berlangsung. Kinerja yang baik mengindikasikan guru telah memberikan pembelajaran sesuai dengan RPP yang disusun. Kinerja guru yang baik menunjukkan bahwa dalam memulai pembelajaran guru selalu memotivasi siswa, menyampaikan tujuan pembelajaran dan menggali pengetahuan awal siswa. Awal pembelajaran adalah modal yang penting, karena dengan awal yang baik siswa akan mudah menerima pembelajaran yang diberikan. Selanjutnya pada pembelajaran inti guru terlebih dahulu memberikan informasi tentang kegiatan, guru juga membentuk kelompok dengan baik, membagi LKS disertai dengan penjelasannya. Selama praktikum guru membimbing siswa, demikian juga selama diskusi, guru memberi kesempatan kelompok untuk presentasi dan memberikan tanggapan terhadap kelompok presentasi. Diakhir pembelajaran inti guru juga tak lupa untuk membimbing siswa menarik kesimpulan dan memberikan penegasan kembali terhadap konsep-konsep yang essensial. Sebelum menutup kegiatan pembelajaran, guru selalu membimbing siswa untuk melakukan refleksi dan

guru juga memberi kesempatan siswa untuk mencatat yang diperlukan. Guru melakukan *feed-back* dengan memberi pertanyaan dan tak lupa guru juga memberi tugas untuk pertemuan selanjutnya.

Kinerja guru yang baik ataupun sangat baik tersebut selayaknya dipertahankan dan terus ditingkatkan karena memberikan dampak yang baik terhadap pembelajaran. Guru yang memiliki kinerja optimal akan mampu mengelola komponen-komponen pembelajaran sehingga mampu memaksimalkan kualitas pembelajaran yang mana akan berdampak pula terhadap aktivitas dan hasil belajar siswa.

4. Tanggapan Siswa

Angket tanggapan siswa diberikan diakhir pembelajaran untuk mengetahui balikan yang diberikan siswa terhadap keseluruhan proses pembelajaran yang dilakukan oleh guru. Berdasarkan hasil analisis angket, sebagian besar siswa menyatakan senang mengikuti pembelajaran pendidikan lingkungan berbasis teknologi. Hal ini ditunjukkan dengan nilai tanggapan siswa pada pertanyaan pertama semua kelas secara klasikal memberi tanggapan yang baik.

Pertanyaan angket yang kedua mengenai tanggapan siswa terhadap suasana kelas menunjukkan bahwa 2 kelas secara klasikal memberi tanggapan baik yaitu kelas XII PD 2 dan XII PD 3, sedangkan satu kelas yang lain secara klasikal memberi tanggapan yang cukup baik yaitu kelas XII PD 1 dengan tingkat persetujuan angket 68,06%. Suasana kelas sangat memberi dampak terhadap kegiatan pembelajaran. Menurut Hamalik (2003) belajar merupakan suatu proses, suatu kegiatan, dan bukan hanya mengingat, akan tetapi lebih luas dari itu, yaitu mengalami pengalaman diperoleh berkat interaksi antara individu dengan lingkungan. Pernyataan tersebut berarti bahwa suasana lingkungan belajar sangat mempengaruhi hasil belajar seorang siswa. Hasil analisis angket tanggapan siswa Kelas XII PD 1 secara klasikal menunjukkan bahwa kebanyakan siswa tidak terlalu menyukai suasana kelas

selama pembelajaran. Siswa merasa tidak/belum terbiasa dengan pembelajaran yang aktif.

Pertanyaan keempat mengenai penerapan diskusi dan kegiatan kelompok, siswa kelas XII PD 1 memberi tanggapan yang baik dan pada dua kelas yang lain memberi tanggapan yang sangat baik. Tanggapan siswa tersebut berarti siswa setuju dengan penerapan pendidikan lingkungan berbasis teknologi yang diantaranya dengan diskusi dan kerja kelompok. Sedangkan pada pertanyaan kelima mengenai kerja kelompok, seluruh kelas memberi tanggapan yang baik, artinya kerja kelompok dapat berjalan dengan baik.

Berdasarkan hasil tanggapan siswa menunjukkan bahwa penerapan pendidikan lingkungan berbasis teknologi sesuai jika diterapkan pada materi penanganan limbah. Suasana pembelajaran dirancang untuk mengaktifkan siswa melalui kegiatan kelompok yang menarik agar siswa tidak bosan. Penerapan pendidikan lingkungan berbasis teknologi berusaha menjadikan siswa lebih aktif dan lebih tertarik dengan pembelajaran yang diberikan. Siswa menjadi lebih termotivasi untuk belajar sehingga materi yang disampaikan lebih mudah dipahami dan hasil belajar menjadi lebih optimal.

5. Tanggapan Guru

Lembar wawancara guru bertujuan untuk mengetahui pendapat guru terhadap penerapan pendidikan lingkungan berbasis teknologi pada materi penanganan limbah. Hasil wawancara menunjukkan bahwa guru memberi tanggapan dan kesan yang baik terhadap penerapan pendidikan lingkungan berbasis teknologi.

Berdasarkan hasil wawancara guru menyatakan berkesan terhadap penerapan pendidikan lingkungan berbasis teknologi. Menurutnya, SMK memang memerlukan suatu aplikasi teknologi sederhana dengan teknologi yang sekarang berkembang (modern), contohnya dengan menggunakan EM-4 dalam pembuatan kompos. Guru Ilmu Pengetahuan Alam selaku pengampu mata pelajaran IPA juga melihat tanggapan yang baik dari siswa didiknya.

Siswa cukup antusias dan bersemangat dalam mengikuti pembelajaran dengan penerapan pendidikan lingkungan berbasis teknologi. Menurutnya hal itu akan menambah pengetahuan siswa mengenai aplikasi di lapangan dan siswa juga dapat mengetahui perkembangan teknologi yang sedang berkembang, tidak hanya teknologi tradisional. Sebagaimana pendapat Johnson & Johnson dalam Ibrahim (2000) menyatakan bahwa belajar berdasarkan pengalaman, dimana pengalaman sendiri memberikan pengalaman berupa wawasan, pemahaman dan teknik-teknik yang sulit dipaparkan kepada seseorang yang tidak memiliki pengalaman serupa.

Guru IPA juga menyatakan bahwa hasil belajar siswa lebih meningkat dibandingkan sebelum mereka mengikuti pendidikan lingkungan berbasis teknologi. Walaupun demikian, guru menyadari bahwa masih ada kesulitan dalam penerapan pendidikan lingkungan berbasis teknologi. Kesulitan tersebut antara lain kesulitan dalam melakukan pengamatan yang membutuhkan beberapa kali pengamatan pada waktu yang berbeda, seperti pada pengamatan proses terbentuknya sampah organik menjadi kompos yang sempurna. Pengamatan beberapa kali sulit dilakukan karena dibutuhkan pengaturan jadwal siswa dan koordinasi terhadap siswa. Namun walaupun demikian, guru menyatakan tertarik terhadap pendidikan lingkungan berbasis teknologi. Hasil wawancara juga diketahui bahwa Guru IPA tertarik untuk menerapkan pendidikan lingkungan berbasis teknologi pada materi yang lain. Guru menyatakan bahwa siswa harus diberikan pelajaran dan pemahaman mengenai pentingnya pendidikan lingkungan pada semua materi dengan menerapkan teknologi yang tepat.

BAB V

PENUTUP

A. Simpulan

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan, disimpulkan bahwa:

1. Penerapan pendidikan lingkungan berbasis teknologi pada materi penanganan limbah terbukti meningkatkan aktivitas siswa dengan dicapai 85% siswa secara klasikal memperoleh nilai aktivitas minimal 7.
2. Hasil belajar siswa pada materi penanganan limbah dengan penerapan pendidikan lingkungan berbasis teknologi secara klasikal mencapai 50% siswa memperoleh nilai optimum yang ditetapkan yaitu 77.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, maka dapat diberikan beberapa saran antara lain:

1. Guru perlu mengkomunikasikan pada siswa sebelum diterapkannya pendidikan lingkungan berbasis teknologi agar siswa lebih paham terhadap pembelajaran yang akan dilaksanakan dan siswa lebih siap dengan pembelajaran.
2. Guru perlu mengkoordinasikan dengan pihak sekolah agar dalam pengamatan praktikum yang berulang kali (seperti pembuatan kompos) dapat terlaksana dengan lebih baik.
3. Siswa perlu diarahkan untuk bisa memanfaatkan hasil pengolahan limbah yang mereka buat.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2006. Science definition. *On line at* <http://www.sciencemadesimple.com/science-definition.html> [accessed 7 Maret 2010].
- _____. 2010. Hakekat Sains dan Pembelajaran Sains di Sekolah Dasar. *On line at* http://id.wikipedia.org/wiki/Ilmu_Pengetahuan_Alam [accessed 7 Maret 2010].
- Arikunto S. 2002. *Prosedur Penelitian Satuan Pendekatan Praktek*. Jakarta : Bumi Aksara.
- Delfi R & W Katarko. Kinerja Guru dalam Melaksanakan Pembelajaran di Kelas: Studi Evaluatif terhadap Lulusan Program Akta Mengajar FKIP-UT. *Jurnal Pendidikan, Volume 8, Nomor 2, September 2007, 110-116*. FKIP-Universitas Terbuka.
- Dimiyati & Mudjiono. 2009. *Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Hamalik O. 2003. *Proses Belajar Mengajar*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Hariyanti E. 2006. Pembelajaran Pendidikan Luar Ruang. *On line at* http://www.duniaguru.com/index.php?option=com_content&task=view&id=72&Itemid=26 (accessed 17 Januari 2010)
- Henning DH. 1991. Pendidikan Lingkungan dan Taman Nasional. *On line at* www.akademik.unsri.ac.id/.../Daniel_H_Henning_pendidikan_lingkungan.pdf [accessed 28 Januari 2010].
- Ibrahim M. 2000. *Pembelajaran Kooperatif*. Surabaya: Pusat Sains dan Matematika Sekolah Pascasarjana UNESA.
- Iriani S. 2006. *Arti Penting Pendidikan Lingkungan*. *On line at* www.ychi.org/index2.php?option=com_content&do_pdf=1... [accessed 3 Maret 2010].
- Isroi. 2008. *Kompos: dari tanah kembali ke tanah*. *On line at* <http://isroi.wordpress.com/2008/11/15/kompos-dari-tanah-kembali-ke-tanah/#more-1140> [accessed 7 Maret 2010].
- [KBBI] *Kamus Besar Bahasa Indonesia Daring*. *On line at* <http://pusatbahasa.diknas.go.id/kbbi/index.php> [accessed 6 Maret 2010].
- Kholil A. 2009. *Hakikat Pembelajaran IPA*. *On line at* <http://anwarholil.blogspot.com/.../hakikat-pembelajaran-ipa.html> [accessed 7 Maret 2010].
- Leksono SM. 2008. *Pengembangan Kurikulum Pembelajaran Konservasi, Lingkungan Hidup dan Mitigasi Bencana Alam*. Laporan Penelitian. Banten: Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

Munib A. 2004. Pengantar Ilmu Pendidikan. Semarang: UPT Percetakan & Penerbitan UNNES Press.

Notohadiprawiro T. 2006. Pendidikan Lingkungan. *Repro: Ilmu Tanah Universitas Gajahmada*. On line at <http://soil.faperta.ugm.ac.id/tj/19XX/19xx%20PENDIDIKAN.pdf> [accessed 28 Januari 2010].

Park EY, Y Ikeda & N Okuda. 2002. Empirical evaluation of cellulose on enzymatic hydrolysis of waste office paper. *Biotechnol. Bioprocess Eng.*, 7: 268-274.

[Permendiknas] Peraturan Menteri Pendidikan Nasional no. 22 tahun 2006. Tentang: Standar Isi untuk Satuan Pendidikan Dasar dan Menengah.

Rachmawan O. 2001. Dasar Pengolahan Limbah secara Fisik, Modul Dasar Bidang Keahlian Kode Modul SMK1H01-03DBK. Jakarta: Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan.

Ridlo S. 2002. *Evaluasi Pembelajaran*. Semarang: Jurusan Biologi FMIPA UNNES.

Santoso U. 2009. *Kertas Daur Ulang*. On line at <http://uripsantoso.wordpress.com/2009/06/09/kertas-daur-ulang/> [accessed 7 Maret 2010].

Saptono S. 2009. *Buku Ajar Strategi Belajar Mengajar Biologi*. Semarang: FMIPA UNNES.

Sudjana N. 2002. *Metoda Statistika*. Bandung: Tarsito.

Sudjana N dan Rivai A. 2002. *Media Pembelajaran*. Bandung: Sinar Baru Algesindo.

Sudjiono A. 2003. *Pengantar Statistik Pendidikan*. Jakarta: PT. Raja Grafindo.

Sugandhi A dan Haryanto. 2004. *Teori Pembelajaran*. Semarang: UPT MKK UNNES.

Sugiyono. 2010. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung : Alfabeta.

Sulaeman D. Pengelolaan Limbah Agroindustri. *Makalah disampaikan pada acara penyusunan "Pedoman Desain Teknik IPAL Agroindustri"*. Bogor 14 Mei 2009.

Supriadi. 2006. *Hukum Lingkungan di Indonesia, Sebuah Pengantar*. Jakarta: Sinar Grafika.

Sunu P. 2001. *Melindungi Lingkungan dengan Menerapkan ISO 14001*. Jakarta: Grasindo.

Susilowati SME. 2003. Pendidikan Lingkungan dengan Pendekatan Partisipatif untuk Menanamkan Kesadaran Lingkungan pada Siswa SD Kelurahan Gunungpati Semarang. *Laporan Penelitian*. Semarang: UNNES.

Undang-undang Republik Indonesia No. 20 Th 2003. *Tentang: Sistem Pendidikan Nasional*.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009. *Tentang: Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*.

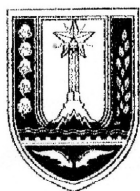
Yustina. Hubungan Pengetahuan Lingkungan dengan Persepsi, Sikap dan Minat dalam Pengelolaan Lingkungan Hidup pada Guru Sekolah Dasar di Kota Pekanbaru. *Jurnal Biogenesis Vol. 2(2):67-71, 2006*. Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Riau.

Wang X, A Song, L Li, X Li, R Zhang & J Bao. 2011. Effect of calcium carbonate in waste office on enzymatic hydrolysis efficiency and enhancement procedures. *Korean J. Chem. Eng.*, 28 (2): 550-556.

Wiyono M. Pengembangan Pendidikan Lingkungan Hidup melalui Pendekatan Pembelajaran Kontekstual. *Makalah disampaikan pada Konferensi Nasional XVIII Badan Koordinasi Pusat Studi Lingkungan seluruh Indonesia. Banjarmasin 15-16 Mei 2006*.



LAMPIRAN I.



P E M E R I N T A H K O T A S E M A R A N G
D I N A S P E N D I D I K A N
SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN (SMK) NEGERI 11 SEMARANG
SEKOLAH BERTARAF INTERNASIONAL

Jl. Cemara Raya Banyumanik Semarang 50267 Telp. (024) 7472008/7477483 Fax. 7472008
 Email : smkn11_smg@yahoo.co.id Website :
<http://www.smkn11smg.com>



SURAT KETERANGAN
Nomor : 800/450/2010

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Drs. L. Joko Rakito, M.Pd.
 NIP : 196202111987021004
 Pangkat/Gol.Ruang : Pembina (Gol IV/a)
 Jabatan : Kepala SMK Negeri Semarang

Menerangkan bahwa :

Nama : Wartono
 NIM : 4401406065
 Jurusan/Fakultas : Pendidikan Biologi
 Institusi : Universitas Negeri Semarang

Telah mengadakan Penelitian di SMK Negeri 11 Semarang dengan judul "*Aktivitas dan Hasil Belajar Siswa pada Pembelajaran Materi Penanganan Limbah dengan Penerapan Pendidikan Lingkungan Berbasis Teknologi di SMK Negeri 11 Semarang*" yang dilaksanakan dari tanggal 26 Juli 2010 s.d. 28 Agustus 2010.

Demikian Surat Keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 6 September 2010
 Kepala Sekolah,

Drs. L. Joko Rakito, M.Pd.
NIP 196202111987021004

SILABUS

Nama Sekolah : SMKN 11 Semarang
 Mata Pelajaran : IPA Sekolah Menengah Kejuruan
 Kelas/Semester : XI/2
 Standar Kompetensi : 2. Memahami polusi dan dampaknya pada manusia dan lingkungannya

Kompetensi Dasar	Indikator	Materi Pembelajaran	Kegiatan Pembelajaran	Penilaian			Alokasi Waktu			Sumber Belajar
				Jenis Tagihan	Bentuk Tagihan	Contoh Instrumen	TM	PS	P I	
2.4 Mendeskripsikan cara-cara menangani limbah	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Memilih metode penanganan limbah yang sesuai dengan sifat dan wujud limbah ▪ Menjelaskan cara membuat kompos dari limbah organik 	Cara-cara penanganan limbah	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Guru menjelaskan metode-metode penanganan limbah. ▪ Membuat kompos dan menganalisis proses terbentuknya kompos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lembar Kegiatan Siswa ▪ Post test ▪ Lembar Kegiatan Siswa ▪ Post test 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ LKS 1 ▪ Pilihan ganda* ▪ LKS 2 ▪ Pilihan ganda* 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Laporan hasil praktikum dan lembar diskusi siswa ▪ Sumur kedap merupakan metode sementara dalam pengolahan limbah, limbah berikut yang umumnya dibuat sumur kedap adalah.... ▪ Amati proses terbentuknya kompos! ▪ Dalam proses pengomposan dibutuhkan suhu yang optimal, berapakah suhu yang sesuai dalam proses 	(2)	1 (2)		Buku Ilmu Pengetahuan Alam untuk Sekolah menengah Kejuruan, Suparwoto, hal 68-86. Lingkungan sekitar Lembar Kegiatan Siswa

	<ul style="list-style-type: none"> Menjelaskan cara menangani limbah kertas melalui pendaurulangan kertas menjadi barang berdaya guna Menjelaskan teknologi pengolahan limbah tinta/limbah cair 		<ul style="list-style-type: none"> Mendaurulang limbah kertas menjadi kerajinan tangan yang bermanfaat. Mempresentasikan teknologi pengolahan limbah tinta di depan kelas 	<ul style="list-style-type: none"> Lembar Kegiatan Siswa Post test Lembar Kegiatan Siswa Post test 	<ul style="list-style-type: none"> LKS 3 Pilihan ganda* LKS 4 (poster) Pilihan ganda* 	<p>pengomposan....</p> <ul style="list-style-type: none"> Lakukan pengamatan terhadap kertas daur ulang yang dibuat ! Perbedaan penanganan kertas putih dan kertas koran pada pembuatan kertas daur ulang adalah.... Presentasi poster yang telah dibuat. Berikut ini yang <i>tidak</i> termasuk cara pengolahan air limbah adalah.... <i>a. Pengenceran</i> <i>b. cresspool</i> <i>c. seepage pit</i> <i>d. septic tank</i> <i>e. scrubbing</i> 	1 (2)	
--	---	--	---	--	---	---	----------	--

Ket: * post test dilaksanakan satu kali diakhir pembelajaran.

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

Satuan Pendidikan	: SMK Negeri 11 Semarang
Mata Pelajaran	: Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) SMK
Kelas / Semester	: XI/2
Pertemuan Ke	:
Standar Kompetensi	: 2. Memahami polusi dan dampaknya pada manusia dan lingkungannya
Kompetensi Dasar	: 2.4 Mendeskripsikan cara-cara menangani limbah
Indikator	: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Memilih metode penanganan limbah yang sesuai dengan sifat dan wujud limbah ▪ Menjelaskan cara membuat kompos dari limbah organik ▪ Menjelaskan cara menangani limbah kertas melalui pendaurulangan kertas menjadi barang berdaya guna ▪ Menjelaskan teknologi pengolahan limbah tinta/limbah cair
Alokasi Waktu	: 8 x 45 menit (4 x pertemuan)

I. Tujuan Pembelajaran

Setelah pelaksanaan pembelajaran diharapkan siswa dapat :

1. Siswa dapat memilih metode penanganan limbah yang sesuai dengan sifat dan wujud limbah
2. Siswa dapat menjelaskan cara membuat kompos dari limbah organik
3. Siswa dapat menjelaskan cara menangani limbah kertas melalui pendaurulangan kertas menjadi barang berdaya guna.
4. Siswa dapat menjelaskan teknologi pengolahan limbah tinta/limbah cair

II. Materi Ajar

Limbah adalah suatu bahan yang terbuang atau dibuang dari sumber aktivitas manusia maupun alam yang belum memiliki nilai ekonomis. Berdasarkan wujudnya limbah dibedakan menjadi tiga yaitu: limbah padat, limbah cair dan limbah gas. Berdasarkan bahan asalnya limbah digolongkan menjadi dua yaitu limbah organik dan limbah anorganik. Sedangkan berdasarkan sifatnya dapat digolongkan menjadi limbah beracun dan limbah tidak beracun. Limbah beracun juga sering disebut sebagai bahan berbahaya dan beracun (B3). Dalam penanganannya limbah membutuhkan perlakuan yang berbeda, karena sifat-sifat dari limbah juga berbeda-beda. Limbah yang belum memiliki nilai ekonomis tersebut perlu dimanfaatkan sehingga dapat mengurangi dampak bahayanya terhadap lingkungan dan bukan tidak mungkin akan memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Berikut ini beberapa cara penanganan limbah:

1. Penanganan limbah organik

Limbah organik, baik limbah cair maupun padat memiliki prospek yang sama baiknya apabila dimanfaatkan dengan tepat sesuai karakter dan keadaan limbah tersebut. Penentuan cara pemanfaatan yang tepat terutama tergantung atas sifat fisika, sifat kimia dan sifat biologi limbah yang akan dimanfaatkan. Beberapa potensi pemanfaatan limbah organik yaitu sebagai makanan, sebagai pakan ternak, sebagai pupuk, sebagai energi, sebagai pulp (bubur kertas), sebagai bahan kimia sebagai bahan obat-obatan maupun sebagai bahan bangunan.

2. Penanganan limbah anorganik

Limbah anorganik adalah limbah yang berasal dari proses kimiawi. Limbah yang berupa padatan dapat digunakan kembali ataupun didaurulang, seperti botol dari plastik maupun dari gelas. Untuk limbah cair penanganannya juga dapat dengan didaurulang tergantung dari sifat limbah tersebut.

3. Penanganan limbah B3

Limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) adalah limbah yang memenuhi salah satu atau lebih ciri-ciri berikut: mudah terbakar, mudah meledak, beracun, menyebabkan infeksi, bila diuji dengan metode toksikologi termasuk jenis limbah B3, bersifat reaktif dan bersifat korosif. Penanganan limbah B3 harus hati-hati dan sesuai prosedur karena berbahaya bagi lingkungan maupun makhluk hidup. Diantara cara yang direkomendasikan adalah dengan membakarnya pada tungku pembakar khusus atau biasa disebut incenerator.

III. Pendekatan dan Metode Pengajaran

1. Pendekatan : Kontekstual
2. Metode : diskusi dan praktikum.

IV. Alat dan Bahan

Pertemuan kedua

Kebutuhan per kelompok

Alat:

Ember	1 buah
Cetok	1 buah
Pisau	4 buah
Gunting	3 buah
Kantong plastik besar	1 buah
Gayung	1 buah
Termometer	1 buah

Bahan:

Sampah organik	10 Kg
Aktivator kompos	5 sendok makan
Larutan gula tetes	5 sendok makan
Air	10 liter

Pertemuan ketiga

Kebutuhan per kelompok

Alat:

Screen dengan bingkai	1 buah
-----------------------	--------

Ember	1 buah
Batako	2 buah

Setrika	1 buah	Meja	1 buah
Kain katun	1 lembar	Bahan:	
Blender	1 buah	Kertas	secukupnya
Baskom	1 buah	Pewarna alami	secukupnya
Papan kayu	1 lembar	Air	secukupnya

V. Langkah Pembelajaran

A. Pertemuan pertama (2 x 45 menit)

1. Kegiatan awal
 - a. Salam pembuka
 - b. Presensi
 - c. Apersepsi : "Pada materi sebelumnya kalian telah mempelajari mengenai sifat dan wujud limbah, tentunya faktor tersebut sangat mempengaruhi metode yang digunakan dalam menangani limbah tersebut, lalu bagaimanakah metode yang sesuai?"
 - d. Motivasi : "dalam pembelajaran kali ini kita akan sama-sama belajar tentang metode penanganan limbah yang sesuai dengan sifat dan wujud limbah"
 - e. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran.
 - f. Guru menanyakan persiapan siswa sebelum pembelajaran dimulai. Guru membagikan LKS dan menjelaskan isi esensial dari LKS tersebut..
2. Kegiatan Inti
 - a. Siswa dibagi kedalam 6 kelompok, masing-masing kelompok beranggotakan 5-6 orang.
 - b. Guru menyampaikan materi pembelajaran mengenai macam-macam metode penanganan limbah yang sesuai dengan sifat dan wujud limbah.
 - c. Guru menyampaikan mengenai penanganan limbah cair dengan contoh tinta di sekolah dan teknologi penanganannya.
 - d. Guru mengkondisikan siswa untuk melakukan diskusi kelompok.
 - e. Guru membimbing siswa dalam diskusi.
 - f. Salah satu kelompok mempresentasikan hasil diskusi di depan kelas. Kelompok lain menanggapi dan guru membimbing jalannya presentasi.
3. Kegiatan Akhir
 - a. Guru membimbing siswa membuat kesimpulan.
 - b. Guru memberi penguatan.
 - c. Guru memberikan tugas kepada siswa secara kelompok untuk membuat poster mengenai teknologi penanganan limbah tinta di sekolah. Poster tersebut merupakan visualisasi pemahaman mengenai teknologi penanganan limbah tinta yang telah dijelaskan oleh guru sebelumnya. Poster dikumpulkan pada pertemuan keempat dan beberapa kelompok mempresentasikan poster yang dihasilkan.
 - d. Guru menginformasikan kepada siswa bahwa pada pertemuan selanjutnya membuat kompos, siswa diminta mempelajari LKS dan mempersiapkan bahan dan alat yang dibutuhkan.
 - e. Salam penutup.

B. Pertemuan Kedua (2 x 45 menit)

1. Kegiatan awal
 - a. Salam pembuka
 - b. Presensi
 - c. Apersepsi : "apabila ibu/kalian memasak tentu menyisakan limbah rumah tangga berupa potong-potongan sayur, selain itu disekitar kita juga banyak rerumputan maupun dedaunan, apa yang kalian lakukan dengan limbah tersebut?"
 - d. Motivasi : "kita akan melakukan pengolahan limbah organik yang ada di lingkungan sekitar kita menjadi kompos yang bermanfaat"
 - e. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran.
 - f. Guru menanyakan persiapan siswa sebelum pembelajaran mengenai cara pengolahan limbah organik.
2. Kegiatan Inti
 - a. Guru menyampaikan materi pembelajaran mengenai metode penanganan limbah organik dan cara membuat kompos.
 - b. Siswa berkelompok sesuai dengan kelompok pada pertemuan sebelumnya.
 - c. Guru mengkondisikan siswa untuk membuat kompos dari limbah organik yang ada di lingkungan sekolah.
 - d. Guru membimbing siswa membuat kompos.
 - e. Siswa melaksanakan kegiatan yang ada di LKS dengan bimbingan guru.
 - f. Guru menginformasikan agar kompos tersebut diurus hingga menjadi kompos yang sempurna.
 - g. Guru menginformasikan agar setiap minggu siswa melaporkan proses pengomposan melalui laporan sementara. Laporan akhir praktikum dikumpulkan setelah kompos jadi dengan sempurna.
3. Kegiatan Akhir
 - a. Guru membimbing siswa membuat kesimpulan sementara.
 - b. Guru menginformasikan kepada siswa agar pada pertemuan selanjutnya membawa bahan-bahan untuk daur ulang kertas.
 - c. Guru mengingatkan siswa untuk membuat laporan praktikum kompos dan agar siswa mempersiapkan diri mengenai materi daur ulang kertas.
 - d. Salam penutup.

C. Pertemuan ketiga (2 x 45 menit)

1. Kegiatan awal
 - a. Salam pembuka
 - b. Presensi
 - c. Guru meminta siswa mengumpulkan laporan sementara praktikum pembuatan kompos.
 - d. Apersepsi : "sebagai siswa SMK Grafika, kalian tentu tidak asing dengan limbah kertas? Itu merupakan hasil samping dari kegiatan produksi kalian. Lalu apa yang akan kita lakukan terhadap limbah kertas yang menumpuk tersebut?"

- e. Motivasi : "salah satu langkah penanggulangan limbah kertas adalah dengan mendaurulangnya. Dari daur ulang kertas tersebut bisa kita jadikan peluang usaha yang menjanjikan."
- f. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran

2. Kegiatan inti

- a. Guru menyampaikan materi menjelaskan teknis daur ulang kertas yang ada di LKS.
- b. Siswa tetap berkelompok seperti kelompok pada pertemuan sebelumnya. Tiap kelompok melakukan daur ulang kertas dan tiap kelompok menggunakan pewarna alami yang berbeda.
- c. Guru membimbing kegiatan praktikum dan memberikan penguatan materi di sela-sela kegiatan praktikum secara bergantian ke setiap kelompok.

3. Kegiatan akhir

- a. Guru membimbing siswa membuat kesimpulan.
- b. Guru mengingatkan siswa mengenai laporan praktikum sebelumnya dan juga untuk membuat laporan praktikum daur ulang kertas. Laporan praktikum dikumpulkan pada pertemuan selanjutnya.
- c. Guru mengingatkan untuk mengumpulkan poster mengenai teknologi penanganan limbah tinta dan pada jam pertama pertemuan selanjutnya siswa diminta mempresentasikan poster yang dihasilkan.
- d. Guru menginformasikan pada jam kedua pertemuan selanjutnya diadakan post test materi penanganan limbah
- e. Salam penutup.

D. Pertemuan keempat (2 x 45 menit)

Jam pertama (1 x 45 menit)

Kegiatan pembelajaran

- a. Salam pembuka
- b. Presensi
- c. Guru meminta siswa mengumpulkan laporan praktikum pembuatan kompos dan laporan praktikum daur ulang kertas.
- d. Apersepsi : "sebagai siswa SMK Grafika, kalian tentu tidak asing dengan tinta? Kalian tentu tau bahwa tinta yang sudah terpakai menyisakan limbah yang berbahaya, untuk itu dibutuhkan teknologi pengolahan limbah tinta yang tepat agar limbah tinta tertangani dengan baik."
- e. Motivasi : "pertemuan yang lalu ibu juga sudah menjelaskan gambaran umum mengenai pengolahan limbah cair, dan kalian mendapat tugas untuk membuat poster kan? Nanti beberapa kelompok maju untuk mempresentasikan hasil posternya, untuk yang lain silahkan menanggapi."
- f. Beberapa kelompok secara bergantian diminta untuk mempresentasikan posternya.
- g. Kelompok yang lain diminta menanggapi dan menanyakan hal-hal yang masih belum dipahami.
- h. Siswa dibimbing memberikan kesimpulan.

- i. Guru memberi penguatan dan mempersiapkan untuk post test

Jam kedua (1 x 45 menit)

Kegiatan pembelajaran

- a. Siswa diminta berdoa sebelum post test dimulai
- b. Guru membagi soal post test
- c. Pelaksanaan post test 30 menit
- d. Siswa mengumpulkan jawaban post test.

VI. Sumber Belajar / Media Belajar

Sumber Belajar

1. Ilmu Pengetahuan Alam untuk Sekolah menengah Kejuruan, Suparwoto, hal 68-86.
2. Lingkungan sekitar
3. Lembar Kegiatan Siswa

Media Belajar

Media belajar yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Alam sekitar
2. Limbah organik dan limbah kertas.

VII. Penilaian Hasil Belajar

1. Aktivitas siswa dalam kegiatan praktikum dan diskusi
2. Lembar kerja siswa
3. Laporan praktikum
4. Post test

SOAL POST TEST (uji coba)

Mata pelajaran : IPA SMK
 Kelas/semester : XI/Genap
 Materi Pokok : Penanganan Limbah
 Waktu mengerjakan : 40 menit

Petunjuk Pengerjaan Soal!

1. Tulislah terlebih dahulu nama dan kelas anda di lembar jawaban yang telah tersedia.
2. Jumlah soal sebanyak 40 soal
3. Berilah tanda silang (X) pada huruf jawaban yang anda anggap benar
4. Apabila ada jawaban yang anggap salah dan ingin memperbaiki, maka coretlah dengan dua garis mendatar pada jawaban yang salah, kemudian berilah tanda silang (X) pada jawaban yang anda anggap benar.

Contoh: pilihan semula: A ~~X~~ C D E

A ~~X~~ C D ~~X~~

Soal:

1. Berikut ini yang *tidak* termasuk cara pengolahan air limbah adalah....
 - a. Pengenceran
 - b. *cresspool*
 - c. *seepage pit*
 - d. *septic tank*
 - e. *scrubbing*

2. Salah satu tahapan dalam pengolahan limbah cair adalah proses pengolahan lumpur, urutan yang benar dalam tahap pengolahan lumpur adalah....
 - a. stabilisasi-pengaturan-pemekatan-pengurangan air-pengeringan
 - b. pemekatan-stabilisasi-pengaturan-pengurangan air-pengeringan
 - c. pengaturan-pengurangan air-pemekatan-stabilisasi-pengeringan
 - d. pemekatan-pengaturan-stabilisasi-pengurangan air-pengeringan
 - e. pengurangan air-stabilisasi-pengaturan-pemekatan-pengeringan

3. Langkah yang tepat dalam penanganan limbah padat yang mengandung bahan organik yang dapat membusuk oleh aktivitas mikroorganisme pengurai adalah dengan....
- dumping in water
 - segera mengolahnya
 - seepage pit
 - salvaging
 - didaur ulang
4. Limbah cair industri dalam pengolahannya melalui beberapa tahap, proses pengolahan secara biologi berada pada tahap....
- preliminary treatment*
 - primary treatment*
 - secondary treatment*
 - tertiary treatment*
 - ultimate disposal*
5. perbedaan penanganan kertas putih dan kertas koran pada pembuatan kertas daur ulang adalah....
- kertas putih direndam 2 hari, kertas koran direndam 4 hari
 - sebelum direndam kertas koran direbus dulu, kertas putih tidak perlu direbus
 - sebelum direndam kertas putih direbus dulu, kertas koran tidak perlu direbus
 - kertas putih direndam 3 hari, kertas koran direndam 1 hari
 - kertas putih tidak perlu direndam, kertas koran direndam satu malam
6. Untuk mengurangi sampah dapur dalam rumah tangga, berikut yang tepat dilakukan dengan....
- membeli makanan di warung/restoran
 - sisa makanan yang tidak digunakan ditimbun saja
 - makanan yang sudah basi dibuang
 - memasak makanan sesuai dengan kebutuhan
 - menyediakan cadangan makanan sebanyak mungkin

7. Berikut yang merupakan limbah organik yang dapat langsung dimanfaatkan tanpa proses daur ulang adalah....
- a. plastik dan styrofoam
 - b. sisa-sisa kaleng
 - c. kertas koran dan kardus
 - d. oli bekas dan batu baterai
 - e. sisa makanan
8. Perhatikan hal-hal berikut ini!
- 1) Membuang sampah ke selokan
 - 2) Land fill
 - 3) Membuang sampah ke tempat sampah
 - 4) Sand fill
- Pengolahan limbah dapat dilakukan dengan cara....
- a. 1, 2, dan 3
 - b. 1 dan 3
 - c. 2 dan 4
 - d. 4
 - e. semuanya benar
9. Limbah yang dihasilkan dari rumah tangga pada umumnya berupa sampah dapur (sisa makanan). Hal ini dapat dimanfaatkan untuk....
- a. pupuk
 - b. makanan ternak
 - c. kertas/plastik pembungkus
 - d. obat tradisional
 - e. bahan baku konveksi
10. Pupuk dengan menggunakan *Effective Microorganism* (EM) adalah proses pembuatan pupuk organik melalui....
- a. teknologi pengolahan dengan menambahkan zat-zat kimia yang dibutuhkan oleh tanaman
 - b. proses fermentasi yang menggunakan bakteri
 - c. penimbunan sampah organik dalam tanah tanpa melibatkan mikroorganismen fermentatif
 - d. teknologi kultur jaringan tumbuhan
 - e. proses industri yang menggunakan peralatan modern

11. Limbah cair dari kegiatan cuci cetak foto banyak mengandung krom yang merupakan bahan kimia yang sangat beracun. Untuk mengurangi tingkat racun dari krom tersebut adalah dengan....
- a. reaksi redoks
 - b. reaksi asam-basa
 - c. kolam equalisasi
 - d. osmosis
 - e. penyerapan
12. Bahan dasar/limbah dalam pembuatan pupuk dengan menggunakan *Effective Microorganism* (EM) dapat dengan menggunakan macam-macam limbah dibawah ini, kecuali....
- a. kotoran ternak
 - b. bakteri
 - c. jerami padi
 - d. daun-daunan
 - e. jawaban b, c, dan d benar
13. Penanganan limbah yang paling tepat untuk limbah cair yang mengandung bahan padatan organik adalah....
- a. penanganan kimiawi
 - b. penanganan biologi
 - c. pembakaran
 - d. sanitary landfill
 - e. pengendapan
14. Dalam proses pengomposan dibutuhkan suhu yang optimal, berapakah suhu yang sesuai dalam proses pengomposan....
- a. 85°-91°C
 - b. 75°-86°C
 - c. 60°-74°C
 - d. 37°-59°C
 - e. 15°-30°C
15. Alat-alat dibawah ini yang biasanya *tidak* digunakan dalam proses pembuatan daur ulang kertas adalah....
- a. blender
 - b. setrika
 - c. baskom
 - d. meja
 - e. solder

16. Untuk menghasilkan kompos yang baik jumlah mikroba yang optimum untuk ditambahkan adalah sebesar

- a. 1/10 bagian
- b. $\frac{1}{2}$ - $\frac{3}{4}$ bagian
- c. 1/8 bagian
- d. 1/25 bagian
- e. $\frac{1}{5}$ - $\frac{1}{4}$ bagian

17. Pengolahan limbah sisa tinta percetakan disarankan menggunakan teknologi limbah B3 karena limbah sisa tinta....

- a. mudah terbakar dan bersifat korosif
- b. beracun dan mengandung logam berat
- c. menyebabkan infeksi dan mudah menguap
- d. bersifat reaktif dan mengotori lingkungan
- e. menyebabkan iritasi dan mudah meledak

18. Perhatikan keterangan dibawah ini!

- 1) Daun kenari yang mengandung racun
- 2) Alang-alang yang belum menghasilkan benih
- 3) Tumbuhan yang berpenyakit.
- 4) Tumbuhan berwarna merah
- 5) Daging
- 6) Tulang

Dari pernyataan diatas, bahan-bahan yang sebaiknya dihindari dalam pembuatan kompos adalah....

- a. 1, 2, 3, 5, dan 6
- b. 1, 3, 5 dan 6
- c. 1, 3, 4, 5 dan 6
- d. 2, 3, 4, dan 6
- e. Semua pernyataan benar

19. Kadar air yang cocok untuk proses pengomposan adalah....

- a. 10-15%
- b. 17-27%
- c. 30-42%
- d. 48-55%
- e. 70-85%

20. Sumur kedap merupakan metode sementara dalam pengolahan limbah, limbah berikut yang umumnya dibuat sumur kedap adalah....

- a. kotoran sapi, limbah rumah sakit, limbah sayuran
- b. sisa tinta, oli bekas, limbah tinja
- c. daun kering, oli bekas, botol bekas
- d. sisa tinta, limbah cair rumah sakit, oli bekas
- e. limbah tinja, sisa tinta, limbah organik

21. Perhatikan keterangan dibawah ini!

- 1) warna seperti warna tanah.
- 2) bahan tidak mudah hancur, kering dan lunak.
- 3) berbau tajam
- 4) tampak ada miselium.
- 5) mengandung unsur hara makro dan unsur mikro yang seimbang.
- 6) C/N ratio antara 5-10

Dari pernyataan diatas yang merupakan ciri telah berakhirnya proses pembuatan kompos dengan sempurna adalah pernyataan

- a. 1, 2, 3, 4
- b. 3, 4, 5, 6
- c. 1, 4, 5
- d. 1 dan 6
- e. 2, 4, 6

22. Limbah kertas yang diproses menjadi kreasi daur ulang merupakan contoh dari prinsip....

- a. *replace*
- b. *recycle*
- c. *reduce*
- d. *remove*
- e. *reuse*

23. Kondisi pH yang sesuai dalam proses pembuatan kompos adalah sebesar....

- a. 1-2,5
- b. 3,5
- c. 4,5-6,5
- d. 7
- e. 7,5-8,5

24. Dalam pembuatan kompos, seember air membutuhkan aktivator kompos sebanyak.....

- a. 15-20 mL
- b. 5 sendok teh
- c. 5 mL
- d. 10 gr
- e. 5 sendok makan

25. Berikut ini yang *bukan* termasuk syarat dalam pembuatan kompos yaitu....

- a. suhu
- b. aerasi
- c. kuantitas
- d. pH
- e. jumlah mikroba perombak

26. Perhatikan istilah dibawah ini!

- 1) Kolam equalisasi
- 2) Penurunan Fe dan Mn
- 3) *Trickling Filter*
- 4) Penapisan (*screening*)
- 5) Stabilisasi
- 6) Penyaringan (filtrasi)

Yang termasuk dalam pengolahan pendahuluan pada pengolahan limbah cair di industri adalah istilah nomor....

- a. 3 dan 6
- b. 1 dan 4
- c. 1 dan 6
- d. 4 dan 5
- e. 2 dan 3

27. Pembakaran limbah cair yang termasuk limbah B3 seperti limbah tinta oleh pabrik atau badan pengolahan khusus sampah disebut....

- a. *dumping*
- b. *landfill*
- c. *composting*
- d. *incineration*
- e. *burning*

28. Yang termasuk jenis pewarna alami dan dapat digunakan sebagai pewarna kertas daur ulang adalah *kecuali*....

- a. perasan kunyit
- b. daun jati
- c. daun suji
- d. arang daun pisang
- e. alkohol

29. Pengaliran udara ke dalam air untuk meningkatkan kandungan oksigen dengan memancarkan air atau melewatkan gelembung udara ke dalam air dalam proses pembuatan kompos disebut....

- a. respirasi
- b. infiltrasi
- c. ekstraksi
- d. aerasi
- e. kondensasi

Untuk soal no 30 dan 31 perhatikan istilah di bawah ini!

- A. Proses kimia
- B. Insenerasi
- C. Destilasi
- D. Elektolisis
- E. Destruksi suhu tinggi

30. Teknik pengolahan limbah yang sesuai untuk limbah yang mengandung zat bervalensi tinggi adalah istilah....

- a. A
- b. B
- c. C
- d. D
- e. E

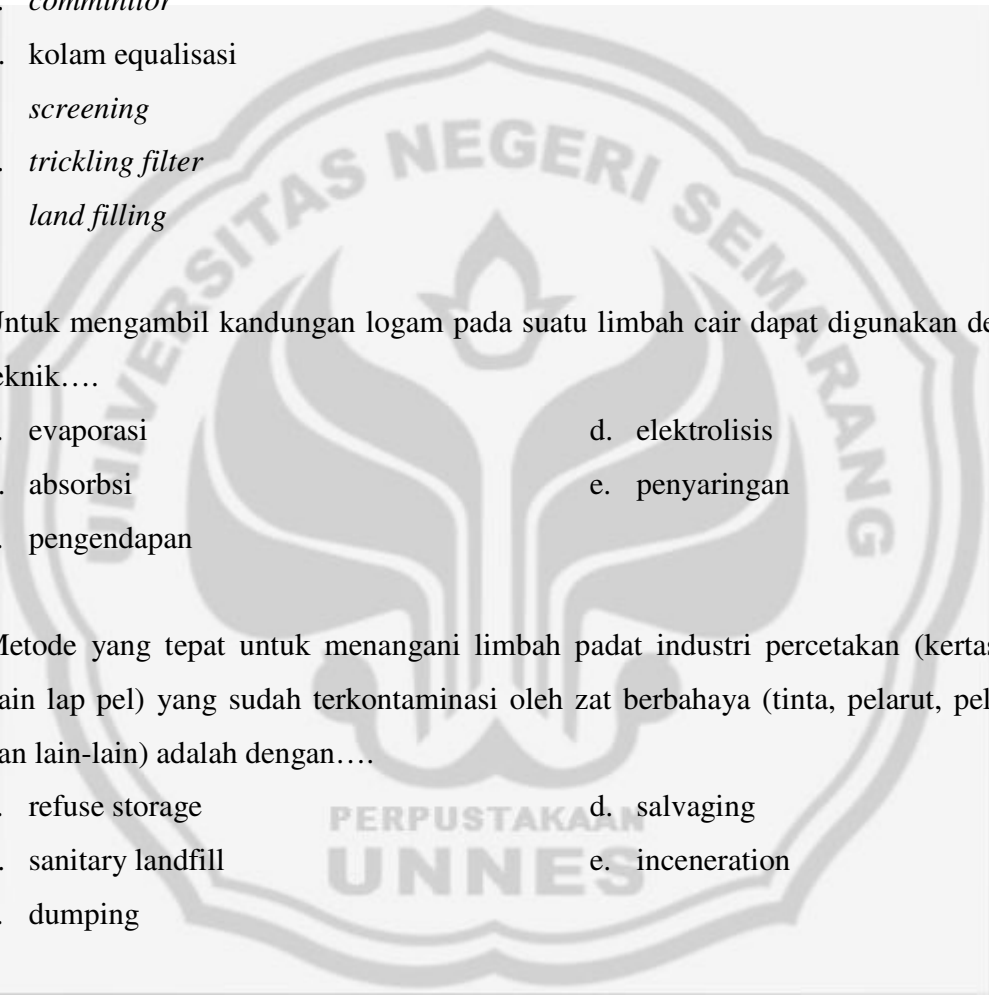
31. Teknik pengolahan limbah yang digunakan untuk memisahkan cairan yang memiliki perbedaan titik didih adalah istilah....

- a. A
- b. B
- c. C
- d. D
- e. E

32. Berikut ini barang kreasi yang dapat dibuat dari kertas daur ulang adalah, *kecuali*....

- a. bingkai photo
- b. kartu undangan

- c. tempat pensil
d. tempat air minum
- e. kotak kado
33. Zat yang berfungsi untuk mengurangi atau membunuh mikroorganisme patogen yang ada dalam pengolahan limbah cair disebut....
- a. disinfektan
b. sterilisator
c. aktivator
d. stabilisator
e. koagulan
34. Proses pembuatan kompos dengan menggunakan aktivator kompos hingga menjadi kompos yang sempurna umumnya dibutuhkan waktu selama....
- a. 1 minggu
b. 1-2 minggu
c. 3-4 minggu
d. 1-2 bulan
e. 2 bulan lebih
35. Untuk menambah kerekatan bubur kertas pada pembuatan kertas daur ulang adalah menggunakan....
- a. lem tapioka
b. semen
c. katalis
d. resin
e. gamping
36. Dalam teknologi pengolahan limbah B3 (termasuk tinta), uap dari evaporator kemungkinan masih mengandung bahan berbahaya, sehingga sebelum dibuang ke lingkungan uap tersebut harus mengalami proses....
- a. elektrolisis dan osmosis
b. discrubber dan inceneration
c. screening dan inceneration
d. oksidasi-reduksi dan inceneration
e. discrubber dan osmosis
37. Temulawak merupakan pewarna alami yang ditambahkan ke bubur kertas agar dihasilkan kertas daur ulang yang menghasilkan warna....

- a. kuning
b. hijau
c. merah
d. coklat
e. merah muda
38. Untuk membuang atau mengurangi bahan padat (*solid particle*) yang akan berpengaruh terhadap pengolahan air limbah selanjutnya adalah dengan metode....
- a. *comminitor*
b. kolam equalisasi
c. *screening*
d. *trickling filter*
e. *land filling*
39. Untuk mengambil kandungan logam pada suatu limbah cair dapat digunakan dengan teknik....
- a. evaporasi
b. absorpsi
c. pengendapan
d. elektrolisis
e. penyaringan
40. Metode yang tepat untuk menangani limbah padat industri percetakan (kertas dan kain lap pel) yang sudah terkontaminasi oleh zat berbahaya (tinta, pelarut, pelumas dan lain-lain) adalah dengan....
- a. refuse storage
b. sanitary landfill
c. dumping
d. salvaging
e. incineration
- 

Kunci Jawaban soal uji coba

1. E	11. A	21. C	31. C
2. D	12. B	22. B	32. D
3. B	13. B	23. E	33. A
4. C	14. D	24. E	34. C
5. B	15. E	25. C	35. A
6. D	16. B	26. B	36. B
7. E	17. B	27. D	37. A
8. C	18. B	28. E	38. C
9. B	19. D	29. D	39. D
10. B	20. D	30. D	40. E



Lembar Kegiatan Siswa (LKS)

PENANGANAN LIMBAH



*Untuk kelas
XI semester 2
IPA SMK*

Nama Kelompok :

Ketua Kelompok :

Anggota Kelompok:

**SMK Negeri 11 Semarang
2010**

PENANGANAN LIMBAH

Standar Kompetensi : 2. Memahami polusi dan dampaknya pada manusia dan lingkungannya

Kompetensi Dasar : 2.4 Mendeskripsikan cara-cara menangani limbah

Indikator :

- Memilih metode penanganan limbah yang sesuai dengan sifat dan wujud limbah
- Menjelaskan cara membuat kompos dari limbah organik
- Menjelaskan cara menangani limbah kertas melalui pendaurulangan kertas menjadi barang berdaya guna
- Menjelaskan teknologi pengolahan limbah tinta/limbah cair

Pendahuluan

Kurangi, Gunakan Kembali, Daur Ulang, Gantikan [Reduce, Reuse, Recycle, Replace]

Mengapa hal ini penting?

Dengan melakukan ini, kita membantu mengurangi dampak sampah/limbah terhadap lingkungan. Indonesia memang memiliki wilayah yang luas, namun bukan berarti lantas kita jadikan tempat sampah. Jika sampah tidak tertanggulangi, bukan tidak mungkin tanah luas ini pun akan penuh dengan sampah.

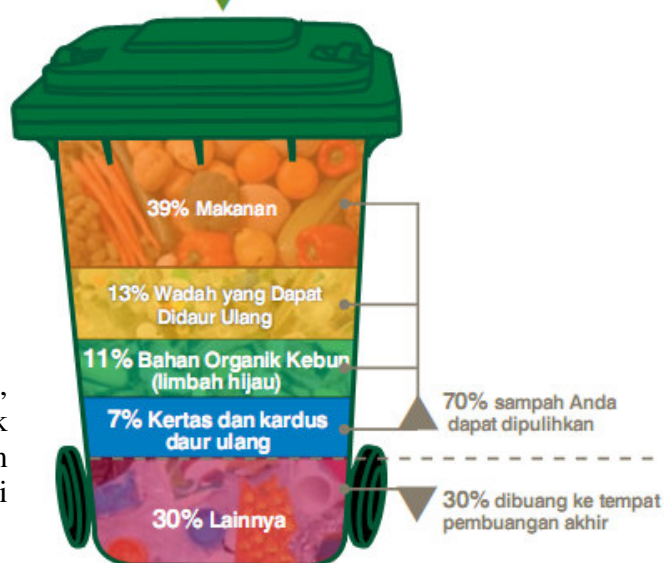
Mendaur ulang adalah cara yang mudah untuk 'memulihkan' sumber daya –

Dengan memulihkan barang-barang seperti beling, plastik, kertas dan bahkan makanan, agar tidak menjadi limbah, kita menghemat sumber daya alam serta energi yang dibutuhkan untuk memproduksi sesuatu dari bahan baku yang baru.

Bagaimana proses selanjutnya?

Pisahkan dan pilah-pilah sampah/limbah kemudian dikirimkan ke berbagai tempat untuk diproses ulang. Barang dari plastik mungkin akan diproses ulang menjadi pakaian, misalnya kupluk atau jaket. Kaleng aluminium dapat digunakan untuk membuat pesawat terbang.

Apa isi tempat sampah Anda?



Daur ulang menghemat sumber daya alam yang berharga seperti air. Daur ulang juga mengurangi konsumsi energi secara keseluruhan.

Apalagi yang dapat kita lakukan?

Tindakan yang juga penting adalah dengan membuang sampah pada tempatnya. Lakukan juga pemisahan sampah agar lebih memudahkan dalam proses daur ulang.

Anda juga dapat melakukan proses daur ulang sendiri. Cobalah untuk mendaur ulang sampah/limbah yang ada di lingkungan sekitar anda. Dari lingkungan rumah tinggal kita, lingkungan sekitar kita, sampai lingkungan desa maupun sekolah anda.

Jagalah Lingkungan Anda agar Bersih dan Rapi!

Di lingkungan sekolah, proses belajar mengajar sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Dengan lingkungan yang baik tentu kita akan bisa belajar dengan baik pula.



Untuk diingat

✦ Pisahkan sampah dari barang yang akan didaur ulang

Pertemuan I

Manakah metode penanganan limbah yang tepat?

Industri percetakan menghasilkan beberapa jenis limbah. Untuk penanganan limbah tersebut harus di sesuaikan dengan karakteristiknya masing-masing. Penanganan limbah membutuhkan metode yang tepat agar dapat tertangani dengan baik dan optimal. Secara umum limbah yang dihasilkan industri percetakan terdiri dari limbah padat dan limbah cair.

Limbah padat percetakan terdiri atas:

1. Kertas potongan penjilidan
2. Kertas dari kesalahan cetak atau hasil percetakan yang tidak lolos quality control
3. Kain lap mesin cetak yang pada umumnya telah terkontaminasi dengan tinta atau bahan pelarut/pembersih lainnya.
4. Plastik, dan lain-lain.

Sedangkan limbah cair industri percetakan terdiri dari:

1. Tinta yang rusak
2. Bahan pelarut
3. Bahan pencair
4. Bahan pengering

Limbah cair ini banyak mengandung bahan kimia berbahaya seperti alkohol atau aseton dan esternya dan juga mengandung logam berat seperti krom, cobalt (bahan keputih-putihan terdapat pada besi dan nikel), mangan dan timah yang dapat larut ke dalam berbagai bahan pengikat.

Teknologi Pengolahan Limbah Industri Percetakan

Tujuan dari pengolahan limbah industri percetakan adalah untuk mengubah jenis, jumlah dan karakteristik limbah supaya menjadi tidak berbahaya dan/atau tidak beracun atau jika memungkinkan agar limbah percetakan dapat dimanfaatkan kembali (daur ulang).

Ada beberapa teknik pengolahan limbah percetakan yang direkomendasikan, antara lain dengan proses kimia, pembakaran suhu tinggi (insenerasi), elektro plating, destilasi dan destruksi suhu tinggi, yang mana penerapannya harus disesuaikan dengan karakteristik dari limbah yang diolah.

1. Proses kimia (oksidasi-reduksi)

Oksidasi adalah reaksi kimia yang akan meningkatkan bilangan valensi materi yang bereaksi dengan melepaskan elektron. Reaksi oksidasi selalu diikuti dengan reaksi reduksi. Reduksi adalah reaksi kimia yang akan menurunkan bilangan valensi materi yang bereaksi dengan menerima elektron dari luar. Reaksi kimia yang melibatkan reaksi oksidasi dan reduksi ini dikenal dengan reaksi redoks. Reaksi redoks dapat merubah bahan pencemar yang bersifat racun menjadi tidak berbahaya atau menurunkan tingkat/daya racunnya.

2. Insenerator

Insenerator adalah alat untuk membakar sampah padat. Insenerator sering digunakan untuk mengolah limbah B3 yang memerlukan persyaratan teknis pengolahan dan hasil olahan yang sangat ketat. Supaya dapat menghilangkan sifat bahaya dan sifat racun bahan yang dibakar, insenerator harus dioperasikan pada kondisi di atas temperatur destruksi dari bahan yang dibakar.

Pengolahan secara insenerasi bertujuan untuk menghancurkan senyawa B3 yang terkandung di dalamnya menjadi senyawa yang tidak mengandung B3. ukuran, desain, dan spesifikasi insenerator yang digunakan disesuaikan dengan karakteristik dan jumlah limbah yang akan diolah. Insenerator dilengkapi dengan alat pencegah pencemar udara untuk memenuhi standar emisi.

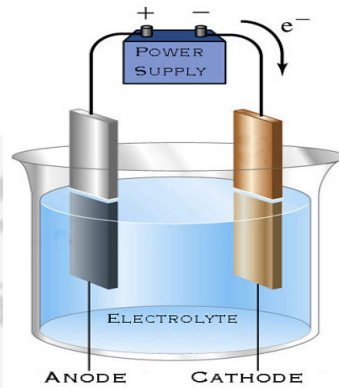
Abu dan asap insenerator harus aman untuk dibuang ke lingkungan. Kualitas hasil buangan (asap dan abu) banyak dipengaruhi oleh jenis dan karakteristik bahan yang dibakar serta kinerja dari insenerator yang digunakan, (dapat mendestruksi limbah menjadi CO_2 , H_2O dan abu) diperlukan suatu insenerator yang dapat bekerja dengan baik yang dilengkapi dengan suatu sistem kontrol pengendali proses pembakaran agar dapat dipastikan bahwa semua bahan dapat terbakar pada titik optimum pembakarannya dan hasilnya sesuai dengan yang diharapkan. Dengan demikian teknologi insenerator yang digunakan harus dapat mengatasi semua permasalahan dalam pembaungan dan pemusnahan limbah B3.

3. Elektrolisis

Prinsip dasar pengolahan limbah ini sama seperti pada prinsip pelapisan logam secara listrik, yaitu dengan penempatan ion logam yang ditambah elektron pada logam yang dilapisi, yang mana ion-ion logam tersebut didapat dari anoda dan elektrolit yang digunakan. Pada pengolahan limbah ini, limbah yang mengandung

logam terlarut bertindak sebagai elektrolit. Logam-logam terlarut yang telah bermuatan listrik akan tertarik oleh katoda dan menggumpal sehingga terpisahkan dari cairannya. Cairan yang telah bebas logam terlarut selanjutnya diproses dengan teknologi lain untuk menghilangkan sifat racunnya.

Secara elektrokimia, prinsip prosesnya dapat dilihat pada gambar sebagai berikut:



Gambar 1. Skema proses elektrokimia

Diskusikanlah!

- 1) Sebutkan masing-masing 2 karakter dan 2 jenis limbah yang sesuai untuk teknologi penanganan limbah di atas!
.....
.....
.....
- 2) Apakah fungsi anoda dan katoda pada percobaan elektrolisis? Berilah satu contoh reaksi elektrolisis dan jelaskan?
.....
.....
.....
.....
- 3) Carilah dalam buku referensi mengenai metode lain yang digunakan dalam penanganan limbah cair! Beri satu contoh dan jelaskan!
.....
.....
.....
.....

Tugas Rumah!

Buatlah sebuah poster mengenai teknologi penanganan limbah tinta dengan menggunakan program corel draw. Presentasikan hasil poster kalian pada pertemuan ke empat.

Pertemuan II

Mari Membuat Kompos

Kegiatan Eksperimen

Sampah yang kita lihat sehari-hari, dapat dipisahkan menjadi dua kelompok yaitu sampah organik dan sampah anorganik. Sampah organik berasal dari organisme hidup yang masih dapat diolah menjadi bahan pupuk organik (kompos).

Apakah Kompos itu?

Menurut Isroi (2008), kompos atau humus adalah sisa-sisa makhluk hidup yang telah mengalami pelapukan, bentuknya sudah berubah seperti tanah dan tidak berbau. Kompos memiliki kandungan hara NPK (nitrogen, phosphor, kalium) yang lengkap meskipun persentasenya kecil. Kompos juga mengandung senyawa-senyawa lain yang sangat bermanfaat bagi tanaman.

Kenapa saya harus membuat kompos?

1. Dengan mengkompos maka anda telah mengurangi sampah rumah tangga/organik dilingkungan anda sampai 75%.
2. Kompos sangat berguna. Memperbaiki kualitas fisik, kimia dan biologi tanah karena menambah kesuburan tanah.
3. Dapat menghemat uang untuk membeli pupuk
4. Lingkungan menjadi bersih, sehat dan indah.

Faktor apakah yang berpengaruh?

1. Rasio kandungan Karbon dan Nitrogen pada limbah (C/N ratio)

Mikroba membutuhkan nitrogen yang cukup untuk melakukan proses perombakan senyawa organik yang digunakan sebagai penunjang pertumbuhannya. Sehingga limbah yang kaya akan karbon perlu penambahan nitrogen diantaranya dari kotoran hewan, urea, dll. Penambahan senyawa sumber N ini mempengaruhi rasio C/N suatu substrat yang sangat menentukan keberhasilan suatu pengomposan.

2. Kelembaban limbah

Kadar air yang paling cocok untuk proses pengomposan ialah sekitar 48-55%. Limbah yang terlalu kering menyebabkan proses degradasi berlangsung lama.

3. Suhu

Suhu yang sesuai dalam proses pengomposan adalah 37°-59°C.

4. Aerasi

Aerasi adalah pengaliran udara ke dalam air untuk meningkatkan kandungan oksigen dengan memancarkan air atau melewati gelembung udara ke dalam air. Aerasi mempengaruhi pertumbuhan mikroba. Kurangnya aerasi akan menyebabkan terhambatnya pertumbuhan bakteri perombak.

5. pH

Pengaruh pH berbeda-beda tergantung pada jenis mikroba perombaknya. Pada umumnya pengomposan berlangsung baik pada pH antara 7,5-8,5. selama proses

pengomposan akan terjadi perubahan pH yang menunjukkan adanya aktivitas mikroba.

6. **Jumlah mikroba perombak**

Jumlah mikroba yang tinggi dapat mempercepat proses perombakan bahan-bahan organik. Untuk menghasilkan kompos yang baik jumlah mikroba yang optimum untuk ditambahkan adalah sebesar 50-75%.

✚ **Bagaimanakah ciri-ciri kompos yang baik?**

2. Warna kompos yang baik seperti warna tanah.
3. Bahan hancur, lembab dan tidak keras.
4. Tidak berbau, bau seperti tanah atau humus.
5. Tampak ada miselium.
6. Mengandung unsur hara makro nitrogen >1,5%, fosfat >1% dan kalium >1,5% disamping unsur mikro lainnya.
7. C/N ratio antara 15-20

✚ **Apa saja yang kita perlukan?**

Segala sesuatu yang dapat membusuk.

Hal yang harus dihindari:

- *Daging dan tulang* :
 - Bisa memikat binatang
 - Menyebabkan bau.
- *Beberapa materi dari tumbuhan*:
 - Daun kenari yang mengandung racun dan dapat menghambat proses
 - Alang-alang bisa dikompos selama belum menghasilkan benih
 - Tumbuhan yang berpenyakit juga ada baiknya kalau tidak digunakan.

Bahan yang lain : aktivator kompos, dedak halus, air, gula tetes.

Peralatan : ember, cetok, pisau, gunting, kantong plastik, gayung, termometer, pH meter/indikator universal.

✚ **Dimanakah lokasi terbaik untuk membuat kompos?**

- Tempat yang rindang (tumpukan kompos tidak akan kering) dan bebas dari genangan air.
- Perhatikan seberapa jauh anda harus berjalan untuk menambah material dan juga lokasi kebun, taman bunga atau tempat lain yang anda tanami, untuk penggunaan kompos yang telah jadi.

✚ **Apa yang kita lakukan?**

1. Kumpulkan sampah organik yang ada di lingkungan sekolahmu.
2. Potong dan guntinglah sampah organik menjadi bagian yang kecil-kecil. Semakin kecil akan semakin cepat menjadi kompos.
3. Siapkan seember air (\pm 10 liter), kemudian masukkan lima sendok makan gula tetes dan lima sendok makan aktivator kompos ke dalam ember, aduk hingga rata.

4. Ke dalam plastik, susunlah sampah organik di bagian bawah setebal 5 cm, lalu taburkan dedak halus dan siramlah dengan larutan aktivator kompos yang sudah diencerkan. Susunan diulang sampai semua sampah habis.
5. Tutuplah plastik rapat-rapat, lalu amati suhunya secara berkala. Bila terlalu panas, bukalah ikatan dan semprotkan air secukupnya, lalu tutup kembali.

🚩 Apa tugas saya selanjutnya?

1. Lakukanlah pengamatan terhadap kompos yang dibuat! Deskripsikan hasil pengamatan kalian secara rinci dan masukkan hasil pengamatann ke dalam tabel yang tersedia!
2. Amatilah perkembangan proses pembuatan kompos setiap minggunya!
3. Kesimpulan apakah yang dapat kalian buat dari dari penyelidikan ini?
4. Buatlah laporan kegiatan dari apa yang telah kalian lakukan sampai terbentuk pupuk kompos yang sempurna!
5. Kumpulkan laporan akhir setelah kompos benar-benar jadi, sertakan juga contoh kompos yang sudah jadi.

Laporan Sementara Kegiatan Kelompok

Nama kelompok :
Ketua kelompok :
Anggota kelompok :

Jumlah sampah organik: kg

Tabel pengamatan proses pengomposan sampah organik

Umur Kompos	Bau Kompos	Bentuk Kompos	Warna Kompos
Minggu ke-1			
Minggu ke-2			
Minggu ke-3			

*Lakukan pengamatan sampai terbentuk kompos yang sempurna!

Pertemuan III

Pengolahan Limbah Padat Industri Percetakan

Industri percetakan juga banyak menghasilkan limbah padat. Limbah padat yang dihasilkan antara lain: kertas, kain lap yang sudah terkontaminasi (tinta, pelarut, pelumas, dan lain-lain). Limbah kertas pada umumnya dapat dimanfaatkan kembali atau didaur ulang sebagai bahan baku produksi kertas tisu atau untuk kertas kerajinan.

Limbah padat kain yang telah terkontaminasi dapat menimbulkan pencemaran terhadap lingkungan, sebab bahan kontaminan yang ada umumnya masuk dalam kategori bahan berbahaya. Untuk menghindari terjadinya pencemaran akibat limbah padat ini, maka kain lap bekas dari industri percetakan harus dikelola dengan baik. Pengelolaan dapat dilakukan bersama-sama dengan kegiatan yang menghasilkan limbah yang sejenis. Limbah padat ini ditempatkan pada suatu wadah dan dihindari terjadinya kontak dengan udara terbuka maupun air hujan.



Gambar 2. Foto insenerator

Jika terjadi kontak dengan udara secara langsung, maka kontaminan bahan pelarut pada kain lap bekas dapat menguap ke udara bebas dan menimbulkan pencemaran udara. Jika terjadi kontak dengan air hujan, maka bahan kontaminan yang menempel pada kain lap dapat larut dan terbawa oleh aliran air sehingga akan mencemari lingkungan sekitarnya.

Pewadahan harus tertutup dan dalam selang waktu tertentu diangkut untuk dibakar dengan insenerator. Limbah jenis ini, biasanya dihasilkan dalam jumlah yang relatif kecil, sehingga jika setiap industri percetakan akan melakukan pembakaran dengan insenerator sendiri akan memerlukan biaya investasi maupun operasional yang lebih mahal. Untuk mengatasi hal ini, maka pembakaran dapat dilakukan bersama dengan para penghasil limbah yang sejenis dan yang telah memiliki fasilitas insenerasi, seperti rumah sakit.

Dalam paradigma baru sampah dapat dilihat sebagai sumber daya. Konsep pengelolaan sampah paradigma baru itu ialah dengan konsep 3R (*reduce, reuse* dan *recycle*). Termasuk juga kertas, yang tadinya dianggap sebagai sampah kini telah mulai terlihat sebagai salah satu sumber daya yang dapat dimanfaatkan, sehingga pemilihan dan penggunaannya pun harus dilakukan secara bijak. Kegiatan mengurangi (*reduce*) pemakaian kertas dapat berupa sikap menghindari pemakaian kertas yang boros. Sedangkan untuk guna ulang (*reuse*), misalnya, kertas atau box karton yang telah kita pakai bias dipakai kembali untuk keperluan lain. Untuk daur ulang (*recycle*) sampah kertas bisa dijadikan art paper atau untuk bahan baku kualitas rendah.

Sementara itu, agar sampah kertas dapat dimanfaatkan secara optimal proses pemilahan sampah kertas sebaiknya dilakukan secara langsung di sumbernya. Tanpa terpilah terlebih dahulu sampah kertas akan bercampur dengan sampah jenis lainnya sehingga akan mudah terdekomposisi atau hancur. Akibatnya sampah kertas tersebut tidak dapat dimanfaatkan atau didaur ulang lagi. Pemilahan sampah kertas di sumbernya perlu dioptimalkan entah itu di rumah tangga, pertokoan, perkantoran atau industri yang memakai kertas. Peran aktif masyarakat merupakan kunci utama dalam proses pemilahan. Penyebaran informasi tentang pentingnya pemilahan sampah kertas dapat dilakukan dalam bentuk penyuluhan, brosur, dsb. Kegiatan penyebaran informasi sebaiknya dilakukan oleh pemerintah.

Tindak lanjut setelah terpilahnya sampah kertas adalah menjualnya langsung ke lapak atau memanfaatkannya menjadi kertas daur ulang atau *art paper*. Daur ulang kertas sebaiknya juga terintegrasi dengan kegiatan pemanfaatan jenis sampahnya yang lain seperti plastik, logam, sampah organik yang terintegrasi dalam bentuk industri kecil daur ulang (IKDU) sampah. Dalam IKDU, keterlibatan para pengelola sampah sangat penting. Para pihak tersebut antara lain pemerintah, masyarakat umum, LSM, pengusaha daur ulang, dan pemulung. Para pihak harus mempunyai peranan yang seimbang dalam mendukung pengelolaan sampah.

Pada pertemuan kali ini kita akan mempraktekkan penanganan limbah kertas melalui kegiatan daur ulang kertas. Dari kegiatan ini kalian diharapkan dapat menjelaskan bagaimana proses membuat kertas daur ulang dan bagaimana mengolahnya menjadi barang yang bernilai tinggi, seperti barang kerajinan.

Mari Membuat Kertas Daur Ulang

✚ Kegiatan Eksperimen

Kegiatan percetakan utamanya bidang produksi tidak dapat lepas dari penggunaan kertas. Hasil samping dari kegiatan tersebut adalah menumpuknya limbah kertas. salah satu cara penanganan limbah kertas adalah dengan mendaur ulangnya. Lalu bagaimanakah cara daur ulang kertas?

✚ Bagaimanakah prinsipnya?

Limbah/sampah kertas bekas yang diolah menjadi beraneka ragam kerajinan ini mengikuti prinsip waste to product. Secara sederhana, istilah waste to product berarti limbah bekas atau yang sudah berkurang nilai ekonomisnya, harus dapat digunakan kembali sebagai bahan baku untuk membuat produk lainnya.

✚ Bagaimana kertas dibuat ?

Kertas dapat dibuat dari bahan yang mengandung selulosa (serat), seperti kulit kayu, rumput-rumputan, gandum, padi, atau batang tebu. Prinsip yang mendasari proses pembuatan kertas adalah dengan melepas serat dari bahan pokoknya. Proses pelepasan serat ini dalam dunia industri biasa disebut *pulping*. Jaman dahulu, *pulping* dilakukan dengan mencampur bahan baku kertas dengan air dan abu kemudian ditumbuk.

Dijaman modern seperti sekarang ini, *pulping* kertas dilakukan secara mekanik maupun secara kimia. Secara mekanik dilakukan dengan menggiling dan menumbuk selulosa. Sifat kertas yang dihasilkan yaitu: lunak, mudah sobek jika basah, mampu menyerap tinta, dan cepat kering. Jenis pulp (hasil *pulping*) ini sangat baik untuk membuat kertas koran. Untuk pulp kimia menghasilkan kertas yang memiliki kualitas lebih baik, kuat dan tidak mudah rusak. *Pulping* secara kimia yaitu: pertama-tama batangan kayu dipecah atau dihancurkan sehingga menjadi remah-remah kecil menggunakan mesin. Setelah itu, dimasak pada suhu dan tekanan tinggi bersama bahan kimia peluruh ikatan antar seratnya yang mempercepat terbentuknya bubur kayu (*pulp*). Bahan kimia yang dipakai adalah kaustik soda dan sodium sulfat untuk menghasilkan kertas jenis karft (kertas karton atau *packing*). Untuk menghasilkan kertas tulis dan cetak dengan kualitas tinggi digunakan amonium sulfit dan kalsium sulfit.

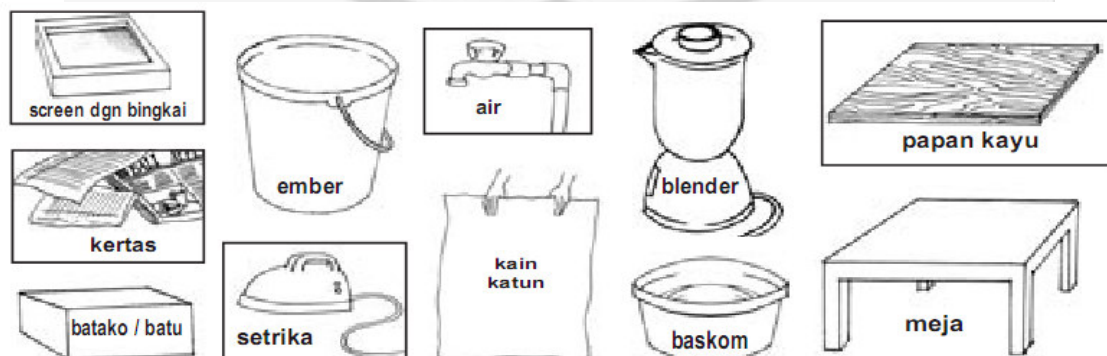
✚ Bagaimanakah kualitas kertas daur ulang?

Kertas daur ulang memiliki kualitas yang tak sebaik kertas yang langsung berasal dari *pulping* kayu. Walaupun pada proses pembuatan dan alat yang digunakan sama dengan pembuatan pulp kayu. Misalnya daur ulang kertas dari *karft*, meskipun dari hasil daur ulang dapat dibuat *karft* lagi, namun kualitas yang dihasilkan lebih buruk. Tetapi proses daur ulang memiliki beberapa manfaat yang tentunya sangat menguntungkan.

✚ Lalu, apa manfaat mendaur ulang kertas?

1. Dapat mengurangi limbah sampah kertas
2. Sangat menunjang kelestarian alam
3. Membuka peluang kerja
4. Menumbuhkan ide kreatif untuk membuat kerajinan dari kertas daur ulang
5. Memberi nilai ekonomi lebih tinggi dibanding bila hanya menjual kertas begitu saja

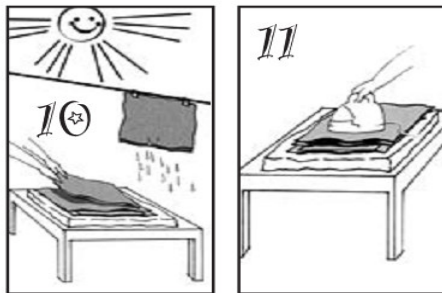
✚ Alat dan bahan apa saja yang dibutuhkan?



✚ Bagaimana cara membuatnya?

1. Robek kecil kertas bekas & pendam di air selama satu hari.
2. Blender kertas sampai seperti bubur.
3. Tuangkan kedalam baskom yang beris air & diaduk.
4. Letakkan spons di atas meja, lalu taruh kain yang sudah dibasahi diatasnya
5. Saring campuran (jangan terlalu tebal) di baskom memakai screen sablon.
6. Letakkan di atas spon yang sudah dilapisi kain dengan posisi terbalik, gosok sedikit screennya & angkat hati-hati.
7. Tutup dengan kain yang sudah dibasahi. Tambah satu lapis lagi kain basah, ulangi langkah 5 & 6.
8. Sesudah beberapa lapis, press dengan menaruh papan besar diatasnya dan beri pemberat (batako atau batu).

Biarkan selama sekitar satu jam agar airnya berkurang. Sebelum di angkat pastikan sudah cukup kering.



Angkat sepasang demi sepasang & jemur di tempat yang panas.

Setrika sepasang demi sepasang kemudian buka kainnya pelan-pelan

* Pastikan langkah pertama sudah kalian lakukan satu hari sebelum praktik daur ulang kertas

**Sekarang Kertas Daur Ulang
Siap Digunakan !**

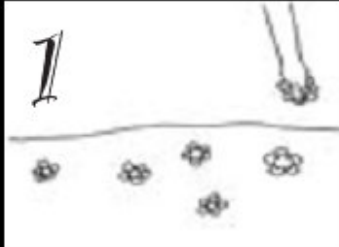
Bahan Alami yang bisa dipakai untuk mewarnai kertas....

Kalau mau coba buat kertas dengan warna baru: saat kertas bekas yang kecil-kecil mau di rendam di air selama 1 hari, isilah airnya (sesudah di siram) dengan macam-macam bahan yang bisa memberikan warna bagus....

- Kunyit atau temulawak: air perasannya untuk menghasilkan warna kuning.
- Daun jati muda: air perasannya untuk menghasilkan warna merah.
- Daun pandan wangi, daun singkong atau daun pepaya untuk menghasilkan warna hijau.
- Air daun teh menghasilkan warna coklat.
- Pacar cina: kalau diparut & disaring, menghasilkan warna merah muda
- Arang daun pisang untuk menghasilkan warna hitam.
- Nila: kalau diparut & disaring, menghasilkan warna biru

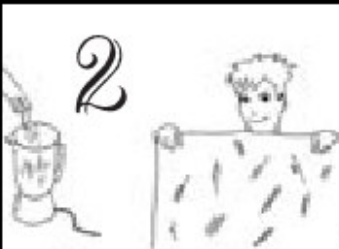
✚ Mari berinovasi dan berkreasi!

Jika Anda ingin membuat motif khusus, cobalah beberapa proses dibawah ini...



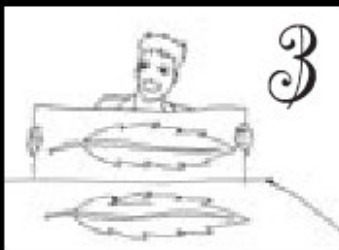
1. Proses Tempelan

Sebelum anda menutup campuran bubur kertas dengan kain yang sudah dibasahi, tempelkan bunga, rumput atau daun kecil-kecil di atasnya.



2. Proses Campuran

Ketika memblender kertas, tambahkan bunga, rumput atau bahan alami lain, yang akan memberikan warna dan pola khusus.



3. Proses Press

Ketika sedang mengepres kertasnya, taruhlah daun atau sesuatu yang bermotif bagus. Taruhlah papan di atasnya & beri pemberat.

Contoh barang yang bisa dibuat dengan kertas daur ulang...



- Kertas untuk menggambar / karya seni
- Pembungkus buku, tempat pensil, dll.
- Undangan, amplop, map, dll.

Kertas daur ulang juga bagus sekali untuk ditempel diatas karya-karya yang bisa anda bikin dari karton...



- Kotak pensil
- Bingkai foto
- Kotak kado

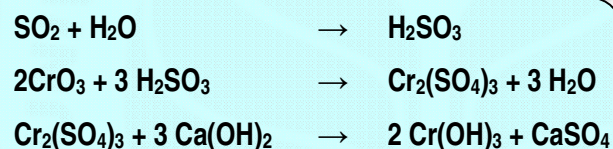
✚ Apa tugas saya selanjutnya?

1. Setiap kelompok memilih satu pewarna alami sebagai pewarna kertas daur ulang.
2. Lakukanlah pengamatan terhadap kertas daur ulang yang dibuat! Apakah warna yang ditimbulkan jelas?
3. Buatlah satu kerajinan tangan dari kertas daur ulang tersebut, kemudian hadiahkan hasil kerajinan kalian ke sekolah.

Pertemuan IV

Pengelolaan Limbah Cair Industri Percetakan

Limbah cair dari kegiatan cuci cetak foto banyak mengandung krom. Krom valensi enam (krom heksavalen) merupakan bahan kimia yang sangat beracun, sehingga keberadaannya di dalam limbah harus ditangani dengan sangat hati-hati. Untuk menurunkan tingkat racun dari krom heksavalen ini dapat dilakukan dengan mengadakan reaksi redoks. Krom heksavalen dapat direduksi menggunakan sulfur dioksida (SO_2) menjadi krom trivalent yang mempunyai tingkat/daya racun jauh lebih rendah dari pada krom heksavalen. Krom trivalen lebih aman dari pada krom heksavalen sehingga lebih dapat diterima di lingkungan. Reaksi dasar dari krom ini adalah sebagai berikut:



Limbah yang berbentuk cair mudah masuk ke dalam tanah maupun perairan umum. Mobilisasi limbah ini sangat cepat dengan jangkauan yang luas karena limbah cair mudah sekali terbawa oleh aliran air yang ada. Dengan adanya sifat yang demikian ini maka pengawasan limbah cair lebih sulit untuk dilakukan daripada yang berbentuk padat. Mobilisasi limbah yang cepat dan luas ini juga mengakibatkan limbah ini akan mudah sekali masuk ke dalam jaring-jaring rantai makanan, yang pada akhirnya akan masuk ke dalam tubuh manusia.

Limbah cair industri percetakan harus ditampung dengan menggunakan alat penampungan khusus dan terhindar dari kotoran lainnya, sebab adanya bahan pengotor lain dapat mengganggu dalam proses elektrolisis sehingga dapat meningkatkan biaya pengelolaannya. Alat penampungan limbah cair harus dibuat dari bahan yang tahan terhadap karat dan tertutup rapat, bersih dan diberi label “LIMBAH BERACUN” serta dipasang label yang menunjukkan bahwa isi dalam kemasan merupakan bahan yang beracun.

Bahan kemasan dapat terbuat dari jerigen plastik yang kuat, sementara label dapat terbuat dari kertas yang disablon sehingga warnanya tidak luntur atau dicat langsung ke kemasan. Jauhkan kemasan dari jangkauan anak-anak dan binatang peliharaan serta nyala

api. Dalam jangka waktu tertentu limbah ini dapat dikirim ke perusahaan pengolahan limbah cair B3 secara langsung atau lewat perusahaan pengumpul limbah B3.



Gambar 3. Kemasan dan pelabelan limbah beracun

Pengolahan limbah cair yang mengandung logam dapat dilakukan dengan teknik elektrolisis guna mengambil kembali kandungan logam yang ada. Logam hasil pemisahan ini dapat dimanfaatkan kembali atau untuk membuat produk lain yang bermanfaat. Cairan hasil pemisahan logam dipanaskan di dalam boiler kemudian dipisahkan dengan evaporator. Sludge hasil pemekatan dari evaporator dikeringkan dalam drum dryer kemudian disimpan dan dikirim ke landfill/ unit penimbunan limbah uap B3. Uap dari evaporator sebelum dibuang disublimasi terlebih dahulu untuk melarutkan bahan berbahaya yang kemungkinan masih terikat di dalam uap tersebut. Uap yang telah disublimasi kemudian dibakar dengan menggunakan insenerator, baru kemudian dibuang ke lingkungan. Diagram alir teknik pengolahan limbah B3 cair tersebut dapat dilihat pada lampiran LKS ini.

Membuat Poster Teknologi Pengolahan Limbah Tinta

✚ Fakta & Solusi

Taukah kalian bahwa selama ini kalian menghasilkan limbah B3? Sisa tinta yang kalian hasilkan dari kegiatan produksi merupakan limbah B3, termasuk dalam limbah B3 karena limbah tersebut beracun dan berbahaya bila dibuang langsung ke lingkungan. Lalu bagaimanakah penanganan limbah tinta tersebut?

Carilah solusi pemecahan masalah tersebut dengan mencari referensi di internet dan buku mengenai penanganan limbah cair B3! Diskusikan dengan teman sekelompok kalian dan buatlah poster teknologi pengolahan limbah cair B3 yang dapat diterapkan di sekolah kalian.

✚ Apakah Limbah B3 itu?

Limbah bahan berbahaya dan beracun atau disingkat B3 adalah setiap limbah yang mengandung bahan berbahaya dan/atau beracun yang karena sifat dan/atau jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung dapat merusak dan/atau mencemarkan lingkungan hidup dan/atau membahayakan kesehatan manusia.

LEMBAR DISKUSI SISWA

Kelompok :

Nama/Absen :

Topik:

Teknologi pengolahan limbah tinta hasil samping produksi percetakan.

Tujuan:

Siswa dapat menjelaskan teknologi pengolahan limbah tinta melalui poster

Petunjuk Diskusi!

1. Pada pertemuan sebelumnya kalian telah melakukan pengolahan limbah organik berupa rumput dan dedaunan dengan membuat kompos. Kalian juga telah membuat karya yang berdayaguna dari hasil daur ulang kertas. Selanjutnya masih ada limbah yang setiap saat kalian hasilkan yang perlu kalian pikirkan!
2. Bagaimanakah nasib limbah tinta hasil produksi kalian?
3. Kalian sudah mendapatkan tugas dari guru untuk membuat poster mengenai teknologi pengolahan limbah tinta pada pertemuan sebelumnya, selanjutnya presentasikanlah poster kalian di depan kelas!
4. Cetak poster kalian pada ukuran A5 dan A3. Untuk ukuran A5 tempelkan poster kalian pada lembar di bawah ini. Untuk ukuran A3 tempelkan poster kalian di mading sekolah!
5. Poster tersebut merupakan bentuk kepedulian kalian terhadap lingkungan sekolah kalian.



Dan akhirnya.....

Ingatlah empat langkah untuk mencegah limbah memenuhi tempat pembuangan akhir, yaitu:

1. Menghindari

- ✚ Belilah barang yang awet dan dapat digunakan kembali
- ✚ Sewa atau pinjam barang yang jarang Anda pakai

2. Mengurangi

- ✚ Belilah barang yang tidak dikemas atau berkemasan sedikit
- ✚ Belilah barang yang Anda butuhkan saja
- ✚ Membuat kompos atau membiakkan cacing

3. Menggunakan Kembali

- ✚ Perbaiki barang bila bisa
- ✚ Belilah barang yang dibuat dari bahan daur ulang dan
- ✚ Berbelanjalah di toko amal, toko barang bekas atau toko yang peduli terhadap kelestarian lingkungan

4. Daur Ulang

- ✚ Daur ulanglah sampah yang bisa anda daur ulang.

Daftar Pustaka

Anonim. Cara Membuat Kertas Daur Ulang. On line at http://akuingin.hijau.files.wordpress.com/.../pembuatan_kertas_daur_ulang.pdf [accessed 14 februari 2010]

City of Sidney. Petunjuk Limbah dan Daur ulang. On line at www.cityofsydney.nsw.gov.au/.../WasteRecycling_Guide_V2_%20Indo-Low.pdf [accessed 5 Maret 2010]

Muliartha IK, dkk. 2004. *Pedoman Teknis Pengolahan Limbah Cair Industri Kecil*. Jakarta : Kementrerian Lingkungan Hidup dengan PT. Envirotekno Karya Mandiri.

LAMPIRAN 6.**Rubrik Penilaian LKS**

Kunci Jawaban LKS pertemuan pertama

1. Karakter dan jenis limbah yang sesuai dengan metode penanganan limbah yang disebutkan adalah:

a. Proses kimia (oksidasi-reduksi)

Karakter: berwujud cair, beracun, mengandung zat kimia bervalensi tinggi

Jenis: limbah tinta, limbah industri logam, limbah industri tekstil, dll.

b. Insenerator

Karakter: mengandung zat berbahaya, berbahaya jika dibakar secara langsung, bersifat padat atau cair, menggunakan suhu tinggi

Jenis: limbah padat beracun, kain bekas tinta, plastic, dll

c. Elektrolisis

Karakter: mengandung logam terlarut, bersifat cair, menggunakan listrik

Jenis: limbah cair yang mengandung logam terlarut, limbah tinta, limbah industri logam, dll.

Tiap item memiliki skor 1, skor maksimal 12

2. Fungsi anoda : sebagai bahan pelapis, di mana arus listrik mengalir ke perangkat listrik terpolarisasi

Fungsi katoda : sebagai benda kerja, di mana arus listrik mengalir keluar dari perangkat listrik terpolarisasi.

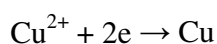
Menjawab fungsi anoda dengan benar memperoleh skor 2

Menjawab fungsi katoda dengan benar memperoleh skor 2

Contoh reaksi elektrolisis: Skor maksimal 6

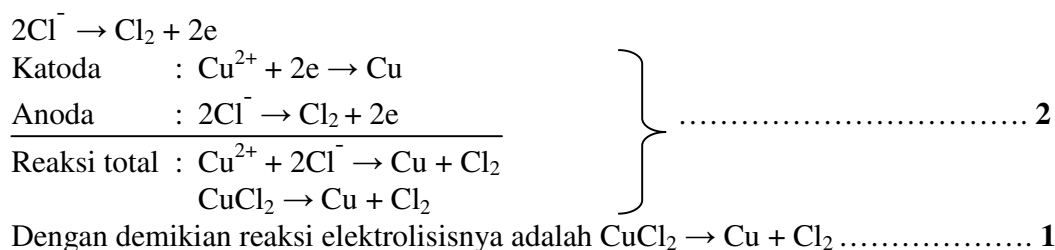
Contoh reaksi elektrolisis larutan CuCl_2 dengan elektroda Pt. 1

Karena bukan termasuk logam golongan IA dan IIA, maka pada katoda yang direduksi adalah kation logam Cu



Anoda dengan elektroda inert (tidak bereaksi) jika anionnya tidak mengandung O, maka yang dioksidasi adalah anion tersebut.

..2



3. Beberapa contoh metode penanganan limbah cair: (Siswa cukup menyebutkan dan menjelaskan satu teknologi pengolahan limbah cair, dapat juga teknologi limbah cair yang lain)

- Lumpur aktif (*activated sludge*) adalah proses pertumbuhan mikroba tersuspensi. Proses ini pada dasarnya merupakan pengolahan aerobik yang mengoksidasi material organik menjadi CO_2 dan H_2O , NH_4 dan sel biomassa baru. Proses ini menggunakan udara yang disalurkan melalui pompa blower (*diffused*) atau melalui aerasi mekanik. Sel mikroba membentuk flok yang akan mengendap di tangki penjernihan. Kemampuan bakteri dalam membentuk flok menentukan keberhasilan pengolahan limbah secara biologi, karena akan memudahkan pemisahan partikel air limbah. Lumpur aktif dicirikan oleh beberapa parameter antara lain: Indeks Volume Lumpur (*sludge volume index* = SVI) dan *Stirred Sludge Volume Index* (SSVI).
- Teknologi penyaringan, misalnya penggabungan proses aerasi dan penyaringan dengan media filter pasir silika, mangan zeolit dan karbon aktif atau dengan media mangan zeolit dan karbon aktif. Teknologi sederhana ini dapat digunakan untuk memurnikan air yang mengandung zat besi dan mangan. Zat besi atau mangan dalam air umumnya berada dalam bentuk ion Fe^{2+} atau Mn^{2+} , yaitu berupa senyawa yang larut air dan tidak berwarna. Jika air tersebut berhubungan dengan udara maka ion Fe^{2+} atau ion Mn^{2+} secara perlahan akan teroksidasi menjadi bentuk senyawa ferri (Fe^{3+}) atau senyawa mangandioksida (Mn^{4+}) yang tak larut air. Senyawa ini berwarna coklat dan dapat menimbulkan bau dan rasa yang kurang enak. Dengan menggunakan filter mangan zeolit dan karbon aktif yang dilengkapi filter cartridge dan sterilisator ultraviolet akan dapat menghasilkan air olahan yang siap minum.

Hanya menyebutkan contoh mendapatkan skor 1

Skor untuk penjelasan maksimal 5

$$\begin{aligned}
 \text{Total skor} &= \text{no 1} + \text{no 2} + \text{no 3} \\
 &= 12 + 10 + 6 \\
 &= 28
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai} &= \text{total skor} \times 3,5 + 2 \\
 &= 28 \times 3,5 + 2 \\
 &= 100
 \end{aligned}$$

KISI-KISI PENULISAN SOAL POST TEST

Satuan pendidikan : SMK Jumlah soal : 30
 Tahun ajaran : 2009/2010 Waktu : 30 menit
 Mata pelajaran : IPA SMK Bentuk soal : pilihan ganda
 Standar kompetensi : 2. Memahami polusi dan dampaknya pada manusia dan lingkungannya

Kompetensi Dasar	Materi	Indikator	No. Soal	Ranah	Kunci
2.4 Mendeskripsikan cara-cara menangani limbah	Penanganan limbah	Memilih metode penanganan limbah yang sesuai dengan sifat dan wujud limbah	3, 6, 8, 9, 10, 11, 28, 29	C4, C2, C3, C4, C1, C1, C3, C2	B, C, A, D, D, C, C, D
		Menjelaskan cara membuat kompos dari limbah organik	7, 12, 13, 15, 16, 18, 19, 21, 23, 25	C2, C1, C1, C1, C3, C1, C4, C1, C1, C1	B, D, B, D, B, E, C, E, C, C
		Menjelaskan cara menangani limbah kertas melalui pendaurulangan kertas menjadi barang berdaya guna	5, 26, 27, 30	C2, C1, C1, C3	B, A, A, E
		Menjelaskan teknologi pengolahan limbah tinta/limbah cair	1, 2, 4, 14, 17, 20, 22, 24	C2, C1, C1, C4, C1, C1, C3, C1	D, E, C, B, D, A, B, B

Keterangan:

C1: Pengetahuan/hafalan/ingatan

C2: Pemahaman

C3: Penerapan

C4: Analisis

SOAL POST TEST

Mata pelajaran : IPA SMK
 Kelas/semester : XI/Genap
 Materi Pokok : Penanganan Limbah
 Waktu mengerjakan : 30 menit

Petunjuk Pengerjaan Soal!

1. Tulislah terlebih dahulu nama dan kelas anda di lembar jawaban yang telah tersedia.
2. Jumlah soal sebanyak 30 soal
3. Berilah tanda silang (X) pada huruf jawaban yang anda anggap benar
4. Apabila ada jawaban yang anggap salah dan ingin memperbaiki, maka coretlah dengan dua garis mendatar pada jawaban yang salah, kemudian berilah tanda silang (X) pada jawaban yang anda anggap benar.

Contoh: pilihan semula: A ~~X~~ C D E

A ~~X~~ C D ~~X~~

Soal:

1. Salah satu tahapan dalam pengolahan limbah cair adalah proses pengolahan lumpur, urutan yang benar dalam tahap pengolahan lumpur adalah....
 - a. stabilisasi-pengaturan-pemekatan-pengurangan air-pengeringan
 - b. pemekatan-stabilisasi-pengaturan-pengurangan air-pengeringan
 - c. pengaturan-pengurangan air-pemekatan-stabilisasi-pengeringan
 - d. pemekatan-pengaturan-stabilisasi-pengurangan air-pengeringan
 - e. pengurangan air-stabilisasi-pengaturan-pemekatan-pengeringan
2. Berikut ini yang *tidak* termasuk cara pengolahan air limbah adalah....

a. Pengenceran	d. <i>septic tank</i>
b. <i>cresspool</i>	e. <i>scrubbing</i>
c. <i>seepage pit</i>	
3. Langkah yang tepat dalam penanganan limbah padat yang mengandung bahan organik yang dapat membusuk oleh aktivitas mikroorganisme pengurai adalah dengan....

a. dumping in water	d. salvaging
b. segera mengolahnya	e. didaur ulang
c. seepage pit	

4. Limbah cair industri dalam pengolahannya melalui beberapa tahap, proses pengolahan secara biologi berada pada tahap....
- preliminary treatment*
 - primary treatment*
 - secondary treatment*
 - tertiary treatment*
 - ultimate disposal*
5. Perbedaan penanganan kertas putih dan kertas koran pada pembuatan kertas daur ulang adalah....
- kertas putih direndam 2 hari, kertas koran direndam 4 hari
 - sebelum direndam kertas koran direbus dulu, kertas putih tidak perlu direbus
 - sebelum direndam kertas putih direbus dulu, kertas koran tidak perlu direbus
 - kertas putih direndam 3 hari, kertas koran direndam 1 hari
 - kertas putih tidak perlu direndam, kertas koran direndam satu malam
6. Perhatikan hal-hal berikut ini!
- Membuang sampah ke selokan
 - Land fill
 - Membuang sampah ke tempat sampah
 - Sand fill
- Pengolahan limbah dapat dilakukan dengan cara....
- 1, 2, dan 3
 - 1 dan 3
 - 2 dan 4
 - 4
 - semuanya benar
7. Pupuk dengan menggunakan *Effective Microorganism* (EM) adalah proses pembuatan pupuk organik melalui....
- teknologi pengolahan dengan menambahkan zat-zat kimia yang dibutuhkan oleh tanaman
 - proses fermentasi yang menggunakan bakteri
 - penimbunan sampah organik dalam tanah tanpa melibatkan mikroorganisme fermentatif
 - teknologi kultur jaringan tumbuhan
 - proses industri yang menggunakan peralatan modern

8. Limbah cair dari kegiatan cuci cetak foto banyak mengandung krom yang merupakan bahan kimia yang sangat beracun. Untuk mengurangi tingkat racun dari krom tersebut adalah dengan....
- reaksi redoks
 - reaksi asam-basa
 - kolam equalisasi
 - osmosis
 - penyerapan
9. Sumur kedap merupakan metode sementara dalam pengolahan limbah, limbah berikut yang umumnya dibuat sumur kedap adalah....
- kotoran sapi, limbah rumah sakit, limbah sayuran
 - sisa tinta, oli bekas, limbah tinja
 - daun kering, oli bekas, botol bekas
 - sisa tinta, limbah cair rumah sakit, oli bekas
 - limbah tinja, sisa tinta, limbah organik

Untuk soal no 10 dan 11 perhatikan istilah di bawah ini!

- Proses kimia
 - Insenerasi
 - Destilasi
 - Elektrolisis
 - Destruksi suhu tinggi
10. Teknik pengolahan limbah yang sesuai untuk limbah yang mengandung zat bervalensi tinggi adalah istilah....
- A
 - B
 - C
 - D
 - E
11. Teknik pengolahan limbah yang digunakan untuk memisahkan cairan yang memiliki perbedaan titik didih adalah istilah....
- A
 - B
 - C
 - D
 - E
12. Dalam proses pengomposan dibutuhkan suhu yang optimal, berapakah suhu yang sesuai dalam proses pengomposan....
- 85°-91°C
 - 75°-86°C
 - 60°-74°C
 - 37°-59°C
 - 15°-30°C

13. Untuk menghasilkan kompos yang baik jumlah mikroba yang optimum untuk ditambahkan adalah sebesar
- 1/10 bagian
 - 1/2 - 3/4 bagian
 - 1/8 bagian
 - 1/25 bagian
 - 1/5 - 1/4 bagian
14. Pengolahan limbah sisa tinta percetakan disarankan menggunakan teknologi limbah B3 karena limbah sisa tinta....
- mudah terbakar dan bersifat korosif
 - beracun dan mengandung logam berat
 - menyebabkan infeksi dan mudah menguap
 - bersifat reaktif dan mengotori lingkungan
 - menyebabkan iritasi dan mudah meledak
15. Kadar air yang cocok untuk proses pengomposan adalah....
- 10-15%
 - 17-27%
 - 30-42%
 - 48-55%
 - 70-85%
16. Perhatikan keterangan dibawah ini!
- 1) Daun kenari yang mengandung racun
 - 2) Alang-alang yang belum menghasilkan benih
 - 3) Tumbuhan yang berpenyakit.
 - 4) Tumbuhan berwarna merah
 - 5) Daging
 - 6) Tulang
- Dari pernyataan diatas, bahan-bahan yang sebaiknya dihindari dalam pembuatan kompos adalah....
- 1, 2, 3, 5, dan 6
 - 1, 3, 5 dan 6
 - 1, 3, 4, 5 dan 6
 - 2, 3, 4, dan 6
 - Semua pernyataan benar
17. Pembakaran limbah cair yang termasuk limbah B3 seperti limbah tinta oleh pabrik atau badan pengolahan khusus sampah disebut....
- dumping*
 - landfill*
 - composting*
 - incineration*
 - burning*

18. Kondisi pH yang sesuai dalam proses pembuatan kompos adalah sebesar....

- | | |
|------------|------------|
| a. 1-2,5 | d. 7 |
| b. 3,5 | e. 7,5-8,5 |
| c. 4,5-6,5 | |

19. Perhatikan keterangan dibawah ini!

1. warna seperti warna tanah.
2. bahan tidak mudah hancur, kering dan lunak.
3. berbau tajam
4. tampak ada miselium.
5. mengandung unsur hara makro dan unsur mikro yang seimbang.
6. C/N ratio antara 5-10

Dari pernyataan diatas yang merupakan ciri telah berakhirnya proses pembuatan kompos dengan sempurna adalah pernyataan

- | | |
|---------------|------------|
| a. 1, 2, 3, 4 | d. 1 dan 6 |
| b. 3, 4, 5, 6 | e. 2, 4, 6 |
| c. 1, 4, 5 | |

20. Zat yang berfungsi untuk mengurangi atau membunuh mikroorganisme patogen yang ada dalam pengolahan limbah cair disebut....

- | | |
|-----------------|-----------------|
| a. disinfektan | d. stabilisator |
| b. sterilisator | e. koagulan |
| c. aktivator | |

21. Dalam pembuatan kompos, seember air membutuhkan aktivator kompos sebanyak.....

- | | |
|-----------------|-------------------|
| a. 15-20 mL | d. 10 gr |
| b. 5 sendok teh | e. 5 sendok makan |
| c. 5 mL | |

22. Dalam teknologi pengolahan limbah B3 (termasuk tinta), uap dari evaporator kemungkinan masih mengandung bahan berbahaya, sehingga sebelum dibuang ke lingkungan uap tersebut harus mengalami proses....

- a. elektrolisis dan osmosis
- b. diskrubber dan inceneration
- c. screening dan inceneration
- d. oksidasi-reduksi dan inceneration
- e. diskrubber dan osmosis

23. Berikut ini yang *bukan* termasuk syarat dalam pembuatan kompos yaitu....

- a. suhu
- b. aerasi
- c. kuantitas
- d. pH
- e. jumlah mikroba perombak

24. Perhatikan istilah dibawah ini!

1. Kolam equalisasi
2. Penurunan Fe dan Mn
3. *Trickling Filter*
4. Penapisan (*screening*)
5. Stabilisasi
6. Penyaringan (filtrasi)

Yang termasuk dalam pengolahan pendahuluan pada pengolahan limbah cair di industri adalah istilah nomor....

- a. 3 dan 6
- b. 1 dan 4
- c. 1 dan 6
- d. 4 dan 5
- e. 2 dan 3

25. Proses pembuatan kompos dengan menggunakan aktivator kompos hingga menjadi kompos yang sempurna umumnya dibutuhkan waktu selama....

- a. 1 minggu
- b. 1-2 minggu
- c. 3-4 minggu
- d. 1-2 bulan
- e. 2 bulan lebih

26. Untuk menambah kerekatan bubur kertas pada pembuatan kertas daur ulang adalah menggunakan....

- a. lem tapioka
- b. semen
- c. katalis
- d. resin
- e. gamping

27. Temulawak merupakan pewarna alami yang ditambahkan ke bubur kertas agar dihasilkan kertas daur ulang yang menghasilkan warna....

- a. kuning
- b. hijau
- c. merah
- d. coklat
- e. merah muda

28. Untuk membuang atau mengurangi bahan padat (*solid particle*) yang akan berpengaruh terhadap pengolahan air limbah selanjutnya adalah dengan metode....

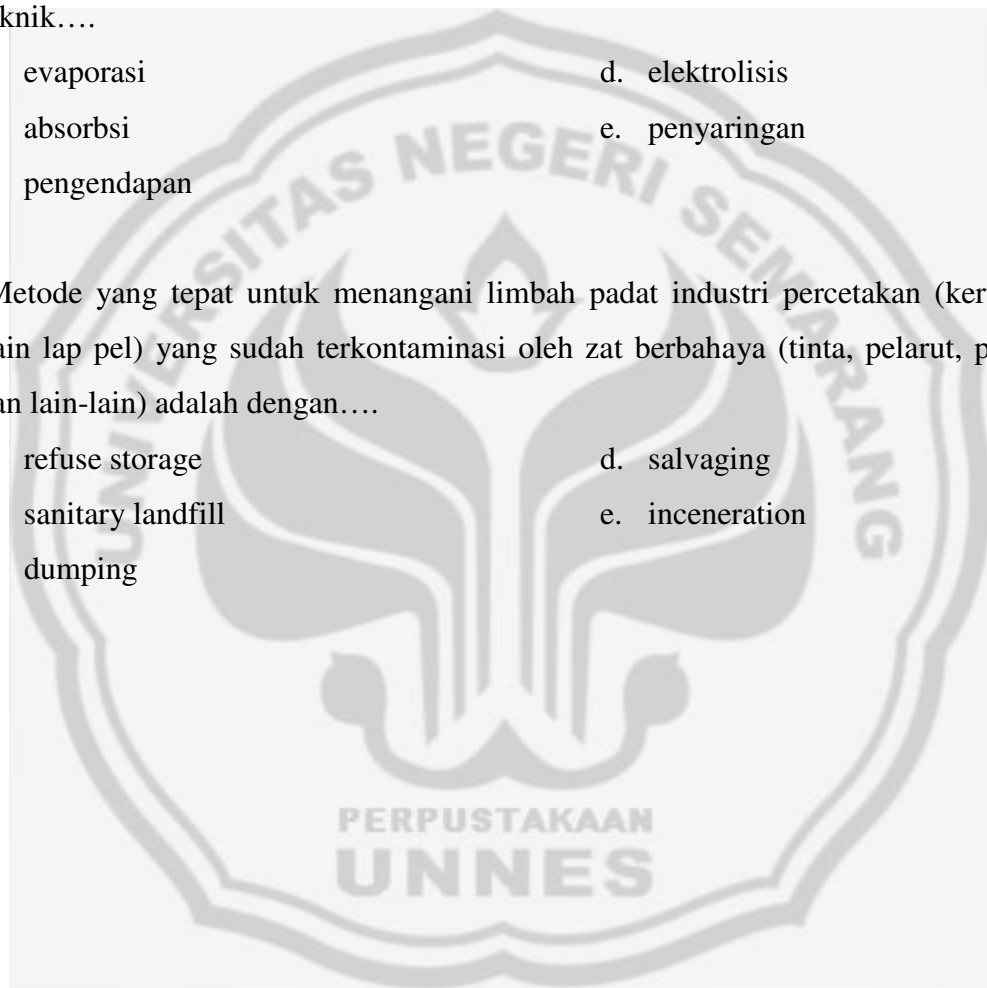
- a. *comminitor*
- b. kolam equalisasi
- c. *screening*
- d. *trickling filter*
- e. *land filling*

29. Untuk mengambil kandungan logam pada suatu limbah cair dapat digunakan dengan teknik....

- a. evaporasi
- b. absorpsi
- c. pengendapan
- d. elektrolisis
- e. penyaringan

30. Metode yang tepat untuk menangani limbah padat industri percetakan (kertas dan kain lap pel) yang sudah terkontaminasi oleh zat berbahaya (tinta, pelarut, pelumas dan lain-lain) adalah dengan....

- a. refuse storage
- b. sanitary landfill
- c. dumping
- d. salvaging
- e. incineration



LAMPIRAN 10.

Kunci Jawaban

- | | | |
|-------|-------|-------|
| 1. D | 11. C | 21. E |
| 2. E | 12. D | 22. B |
| 3. B | 13. B | 23. C |
| 4. C | 14. B | 24. B |
| 5. B | 15. D | 25. C |
| 6. C | 16. B | 26. A |
| 7. B | 17. D | 27. A |
| 8. A | 18. E | 28. C |
| 9. D | 19. C | 29. D |
| 10. D | 20. A | 30. E |



LEMBAR JAWABAN

Nama :

Kelas :

No. Absen :

- | | | |
|---------------|---------------|---------------|
| 1. A B C D E | 11. A B C D E | 21. A B C D E |
| 2. A B C D E | 12. A B C D E | 22. A B C D E |
| 3. A B C D E | 13. A B C D E | 23. A B C D E |
| 4. A B C D E | 14. A B C D E | 24. A B C D E |
| 5. A B C D E | 15. A B C D E | 25. A B C D E |
| 6. A B C D E | 16. A B C D E | 26. A B C D E |
| 7. A B C D E | 17. A B C D E | 27. A B C D E |
| 8. A B C D E | 18. A B C D E | 28. A B C D E |
| 9. A B C D E | 19. A B C D E | 29. A B C D E |
| 10. A B C D E | 20. A B C D E | 30. A B C D E |



Data Siswa PD1

Kode Siswa	Nama Siswa
S-1-1	Agus Murdiyanto
S-1-2	Arga Dodi Setyawan
S-1-3	Nur Afifah
S-1-4	Teguh Sentiko
S-1-5	Tommy Wicaksono
S-1-6	Luqman Nur Hidayat
S-2-1	Fery Indrayanto
S-2-2	Angga Priatama
S-2-3	Richy Setyawan
S-2-4	Miftah Choirul Yanda
S-2-5	Yasin Effendi
S-2-6	Muhchamad Kustiyono
S-3-1	Agung Mustofa
S-3-2	Alsalina Meilinar Rasyid Putranto
S-3-3	Shabrina Rahmatika
S-3-4	Muhammad Murodiansyah
S-3-5	Waras Ashuri
S-3-6	Niko Setiawan
S-4-1	Risang Ari Tonang
S-4-2	Farizal Fitri Andono
S-4-3	Indra Waskito Pamungkas
S-4-4	Mochamad Hendri Kusuma
S-4-5	Muchammad Nurfarid Ma'ruf
S-4-6	Dimas Sulisty
S-5-1	Eko Aribowo
S-5-2	Albertus Galih Kurniawan
S-5-3	Bachtiar Eka Satriya
S-5-4	Beny Prastomo
S-5-5	Eko Aribowo
S-5-6	Ganang Wicaksono
S-6-1	Taufik Imanata
S-6-2	Annas Satriyo Warnindo
S-6-3	Lilik Handoko Joko Saputro
S-6-4	Nuroisul Huda
S-6-5	Henricus Dwi Bagus Priambodo

Data Siswa PD2

Kode Siswa	Nama Siswa
S-1-1	Aditya Tri Yulianto
S-1-2	Abdus Salam
S-1-3	Difvo Rizal Rafley
S-1-4	Fauzul Adhim
S-1-5	Aris Tri Prasetyo
S-1-6	Rois Wicaksono
S-2-1	Agung Binarso
S-2-2	Febri Sulistianto
S-2-3	Fuguh Setyo Nugroho
S-2-4	Muhammad Ichwanudin
S-2-5	Riyan Widiyanto
S-2-6	Yohgi Prasetyo Kusmita
S-3-1	Aryanto
S-3-2	Edi Setyawan
S-3-3	Akbar Hamid
S-3-4	Christiandy
S-3-5	Dody Ardiyanto
S-3-6	Erfan Prasetyo
S-4-1	Agus Prastio
S-4-2	Dimas Bagus Priambada
S-4-3	Ahmad Suroso
S-4-4	Eko Wahyono
S-4-5	Mukhamad As'ari
S-4-6	Priyo Handoko
S-5-1	Deni Sagita Utama
S-5-2	Henri Pangestu
S-5-3	Oky Jalu Laksono
S-5-4	Tri Afif Murdiyanto
S-5-5	Wiwin Aleyong Saputra
S-5-6	Ahmad Shodiq
S-6-1	Fajar Mahendra Daniswara K
S-6-2	Bondan Waluyo
S-6-3	Mahardika Kusuma Putra
S-6-4	Ajy Ramadha
S-6-5	Reza Noor Najma

Data Siswa PD3

Kode Siswa	Nama Siswa
S-1-1	Chairul Afdhon
S-1-2	Dedi Septiawan
S-1-3	Sindhu Garnandhi
S-1-4	Mochamad Zuliyanto
S-1-5	Alfisah Ariyanto
S-1-6	Fery Eko Kustiyono
S-2-1	Aliv Tri Akhmadi
S-2-2	Andi Kurniawan
S-2-3	Agil Yudhiyantoro
S-2-4	Muhammad Lutfi Chakim
S-2-5	Petrus Dimas Joko Nugroho
S-2-6	Juva Arif Abinaim
S-3-1	Riyan Indriyanto
S-3-2	Septian Febianto
S-3-3	Asrobin
S-3-4	Agus Setiyono
S-3-5	Nuryoko
S-3-6	Alva Lilik Muliawan
S-4-1	Muhamad Sholahudin
S-4-2	Tri Ari Nurfiyanto
S-4-3	Khoirul Anam
S-4-4	Alridho Ade Triyantoro
S-4-5	Nova Candra Setyawan
S-4-6	M. Afroki
S-5-1	Sendi Azis Praditia
S-5-2	Sandi Rahma Susilo
S-5-3	Rizki Fitriani
S-5-4	Muslimin
S-5-5	Andreas Singgang Pradita
S-5-6	Agus Susanto
S-6-1	Erick Septiandi
S-6-2	Haryanto
S-6-3	Risal Pradana
S-6-4	Sofiyullah
S-6-5	Wiyanto

Descriptive Graphic Rating Scale pert. 1 dan 4
 Sekolah : Smk N II Semarang
 Kelas : XII P.D. I.
 Mata Pelajaran : IPA
 Materi : Penanganan limbah
 Tanggal : 06-08-2010
 Waktu :

Berilah tanda cek (V) pada grafik skala yang sesuai dengan keadaan siswa yang di observasi!

	4 3 2 1 ←————→
1. Bagaimana aktivitas siswa dalam diskusi kelompok?	Sangat Aktif ! <input checked="" type="checkbox"/> ! ! ! Tidak Aktif
2. Bagaimana perhatian siswa terhadap penjelasan guru?	Responsif <input checked="" type="checkbox"/> ! ! ! ! Tidak Responsif
3. Bagaimana kemampuan siswa mengemukakan pendapat?	Sangat Lancar ! <input checked="" type="checkbox"/> ! ! ! Tidak Lancar
4. Bagaimana siswa memanfaatkan waktu?	Efisien ! <input checked="" type="checkbox"/> ! ! ! Tidak Efisien
6. Bagaimana siswa bekerjasama?	Kooperatif <input checked="" type="checkbox"/> ! ! ! ! Tidak Kooperatif

Semarang, 06-08-2010

Observer


 (.....Adji Prabowo.....)

LAMPIRAN 13.

Descriptive Graphic Rating Scale pert. 2 dan 3
 Sekolah : SMKN 11 Semarang
 Kelas : XII P.D.I.
 Mata Pelajaran : IPA
 Materi : Penanganan Limbah
 Tanggal : 13 Agustus 2010
 Waktu :

Berilah tanda cek (V) pada grafik skala yang sesuai dengan keadaan siswa yang di observasi!

		4	3	2	1
2. Bagaimana perhatian siswa terhadap penjelasan guru?	Responsif	✓	✓	✓	✓
3. Bagaimana kemampuan siswa mengemukakan pendapat?	Sangat Lancar	✓	✓	✓	✓
4. Bagaimana siswa memanfaatkan waktu?	Efisien	✓	✓	✓	✓
5. Bagaimana aktivitas siswa selama praktikum?	Sangat Aktif	✓	✓	✓	✓
6. Bagaimana siswa bekerjasama?	Kooperatif	✓	✓	✓	✓

Semarang, 13 Agustus 2010

Observer

(Diana Husna)

LAMPIRAN 14.

Rubrik untuk Descriptive Graphic Rating Scale

No.	Kriteria	Skor
1	Bagaimana aktivitas siswa dalam diskusi kelompok?	
	Mengemukakan ide, menjawab pertanyaan teman, menghargai pendapat teman	4
	Mengemukakan ide, menghargai pendapat teman	3
	Mengemukakan ide	2
	Tidak beraktivitas	1
2	Bagaimana perhatian siswa terhadap penjelasan guru?	
	Memperhatikan, menyimak, mencatat	4
	Memperhatikan, mencatat	3
	Memperhatikan	2
	Kurang perhatian	1
3	Bagaimana kemampuan siswa mengemukakan pendapat?	
	Responsif, runtut, mudah dipahami, disertai contoh	4
	Responsif, runtut, mudah dipahami	3
	Responsif, runtut	2
	Tidak berpendapat	1
4	Bagaimana siswa memanfaatkan waktu?	
	Datang tepat waktu, siap mengikuti pelajaran, dapat menyelesaikan tugas tepat waktu	4
	Datang tepat waktu, dapat menyelesaikan tugas tepat waktu	3
	Datang tepat waktu atau dapat menyelesaikan tugas tepat waktu	2
	Tidak dapat memanfaatkan waktu	1
5	Bagaimana aktivitas siswa selama praktikum?	
	Siswa melakukan praktikum sesuai LKS, bekerjasama selama praktikum, tidak mengganggu teman	4
	Siswa melakukan praktikum sesuai LKS, bekerjasama selama praktikum	3
	Siswa melakukan kegiatan praktikum sesuai LKS	2
	Tidak beraktivitas	1
6	Bagaimana siswa bekerjasama?	
	Menjalin hubungan yang baik dengan teman sekelompok, mampu memimpin teman dalam kegiatan pembelajaran, bersikap baik terhadap guru dan teman lain.	4
	Menjalin hubungan yang baik dengan teman sekelompok, bersikap baik terhadap guru dan teman lain.	3
	Menjalin hubungan yang baik dengan teman sekelompok	2
	Tidak dapat bekerjasama dengan baik	1

LAMPIRAN 15.

Hasil analisis aktivitas siswa kelas XII PD 1 pertemuan pertama

6-Aug-10

Kode Siswa	Aspek pengamatan aktivitas siswa selama pembelajaran					$\Sigma 1$	Nilai Konversi skala 11	$(\Sigma 1/20) \times 100$
	1	2	3	4	6			
S-1-1	4	3	3	4	3	17	9	85
S-1-2	3	2	3	2	3	13	7	65
S-1-3	3	4	3	3	4	17	9	85
S-1-4	3	3	4	3	4	17	9	85
S-1-5	4	3	3	2	2	14	7	70
S-1-6	4	3	2	2	3	14	7	70
S-2-1	3	4	3	3	2	15	8	75
S-2-2	3	2	3	4	2	14	7	70
S-2-3	4	3	2	3	2	14	7	70
S-2-4	4	3	3	2	3	15	8	75
S-2-5	4	3	2	3	2	14	7	70
S-2-6	4	3	3	3	2	15	8	75
S-3-1	4	3	4	4	3	18	9	90
S-3-2	3	4	3	4	4	18	9	90
S-3-3	3	4	3	4	3	17	9	85
S-3-4	3	4	4	4	4	19	10	95
S-3-5	3	4	4	4	4	19	10	95
S-3-6	3	4	4	4	4	19	10	95
S-4-1	3	4	4	4	3	18	9	90
S-4-2	4	4	3	3	3	17	9	85
S-4-3	4	4	4	3	4	19	10	95
S-4-4	3	4	4	4	3	18	9	90
S-4-5	3	4	4	4	3	18	9	90
S-4-6	3	4	4	4	4	19	10	95
S-5-1	3	4	4	3	4	18	9	90
S-5-2	3	4	4	3	4	18	9	90
S-5-3	3	4	4	4	3	18	9	90
S-5-4	3	4	4	3	4	18	9	90
S-5-5	3	4	4	4	4	19	10	95
S-5-6	3	4	4	4	3	18	9	90
S-6-1	3	3	2	3	4	15	8	75
S-6-2	3	1	2	3	4	13	7	65
S-6-3	2	3	2	4	4	15	8	75
S-6-4	3	4	2	4	4	17	9	85
S-6-5	3	1	2	4	4	14	7	70

	Σ	%
Nilai 6	-	-
Nilai 7	8	22.85714
Nilai 8	5	14.28571
Nilai 9	16	45.71429
Nilai 10	6	17.14286
Σ	35	100

Hasil analisis aktivitas siswa kelas XII PD 1 pertemuan kedua

13-Aug-10

Kode Siswa	Aspek pengamatan aktivitas siswa selama pembelajaran					$\Sigma 2$	Nilai Konversi skala 11	$(\Sigma 2/20) \times 100$
	2	3	4	5	6			
S-1-1	4	3	4	4	4	19	10	95
S-1-2	3	4	4	4	4	19	10	95
S-1-3	4	4	4	4	4	20	10	100
S-1-4	4	4	4	4	4	20	10	100
S-1-5	4	4	3	4	4	19	10	95
S-1-6	4	4	4	4	3	19	10	95
S-2-1	4	3	3	4	4	18	9	90
S-2-2	4	4	3	4	4	19	10	95
S-2-3	3	4	4	4	4	19	10	95
S-2-4	3	4	3	3	4	17	9	85
S-2-5	3	4	4	4	4	19	10	95
S-2-6	4	4	4	3	4	19	10	95
S-3-1	4	4	4	4	4	20	10	100
S-3-2	3	2	4	4	4	17	9	85
S-3-3	2	3	4	4	4	17	9	85
S-3-4	2	3	4	4	4	17	9	85
S-3-5	3	3	4	4	4	18	9	90
S-3-6	2	3	4	4	4	17	9	85
S-4-1	4	4	4	4	4	20	10	100
S-4-2	3	2	3	3	3	14	7	70
S-4-3	2	3	4	4	4	17	9	85
S-4-4	2	2	4	4	4	16	8	80
S-4-5	2	2	4	4	4	16	8	80
S-4-6	2	2	4	4	4	16	8	80
S-5-1	3	2	2	3	4	14	7	70
S-5-2	3	2	1	3	3	12	6	60
S-5-3	3	3	3	2	2	13	7	65
S-5-4	3	2	2	3	3	13	7	65
S-5-5	3	2	3	4	2	14	7	70
S-5-6	3	2	3	2	3	13	7	65
S-6-1	3	3	3	2	3	14	7	70
S-6-2	3	4	3	2	3	15	8	75
S-6-3	3	2	3	4	3	15	8	75
S-6-4	3	4	3	2	2	14	7	70
S-6-5	3	4	3	2	3	15	8	75

	Σ	%
Nilai 6	1	2.857143
Nilai 7	8	22.85714
Nilai 8	6	17.14286
Nilai 9	8	22.85714
Nilai 10	12	34.28571
Σ	35	100

Hasil analisis aktivitas siswa kelas XII PD 1 pertemuan ketiga

20-Aug-10

Kode Siswa	Aspek pengamatan aktivitas siswa selama pembelajaran					$\Sigma 3$	Nilai Konversi skala 11	$(\Sigma 3/20) \times 100$
	2	3	4	5	6			
S-1-1	4	3	4	3	4	18	9	90
S-1-2	3	4	4	4	4	19	10	95
S-1-3	3	4	4	4	4	19	10	95
S-1-4	4	4	4	3	4	19	10	95
S-1-5	4	3	4	3	3	17	9	85
S-1-6	3	4	4	4	4	19	10	95
S-2-1	4	3	4	4	4	19	10	95
S-2-2	4	4	4	3	4	19	10	95
S-2-3	4	3	4	3	3	17	9	85
S-2-4	3	4	4	4	4	19	10	95
S-2-5	4	4	4	4	3	19	10	95
S-2-6	3	3	4	4	4	18	9	90
S-3-1	4	4	4	4	4	20	10	100
S-3-2	2	2	4	4	4	16	8	80
S-3-3	2	2	4	4	4	16	8	80
S-3-4	3	2	4	4	4	17	9	85
S-3-5	3	2	4	4	4	17	9	85
S-3-6	2	3	4	4	4	17	9	85
S-4-1	4	4	4	4	4	20	10	100
S-4-2	2	2	4	4	4	16	8	80
S-4-3	2	2	4	4	4	16	8	80
S-4-4	2	2	4	4	4	16	8	80
S-4-5	3	2	4	4	4	17	9	85
S-4-6	2	3	4	4	4	17	9	85
S-5-1	2	1	2	4	3	12	6	60
S-5-2	3	3	4	3	2	15	8	75
S-5-3	2	3	3	2	3	13	7	65
S-5-4	3	2	2	3	4	14	7	70
S-5-5	2	3	2	3	4	14	7	70
S-5-6	3	4	3	2	3	15	8	75
S-6-1	2	2	3	4	2	13	7	65
S-6-2	3	2	4	3	2	14	7	70
S-6-3	3	3	2	3	3	14	7	70
S-6-4	3	2	3	2	3	13	7	65
S-6-5	3	2	2	3	4	14	7	70

	Σ	%
Nilai 6	1	2.857143
Nilai 7	8	22.85714
Nilai 8	7	20
Nilai 9	9	25.71429
Nilai 10	10	28.57143
Σ	35	100

Hasil analisis aktivitas siswa kelas XII PD 1 pertemuan keempat

27-Aug-10

Kode Siswa	Aspek pengamatan aktivitas siswa selama pembelajaran					$\Sigma 4$	Nilai Konversi skala 11	$(\Sigma 4/20) \times 100$
	1	2	3	4	6			
S-1-1	2	1	1	4	4	12	6	60
S-1-2	2	2	3	4	4	15	8	75
S-1-3	3	2	2	4	4	15	8	75
S-1-4	3	2	2	4	4	15	8	75
S-1-5	3	3	3	4	4	17	9	85
S-1-6	2	3	2	4	4	15	8	75
S-2-1	3	3	4	4	3	17	9	85
S-2-2	3	4	4	3	4	18	9	90
S-2-3	3	3	4	4	4	18	9	90
S-2-4	3	4	4	4	4	19	10	95
S-2-5	3	4	4	4	4	19	10	95
S-2-6	3	4	4	4	4	19	10	95
S-3-1	3	4	4	3	4	18	9	90
S-3-2	3	4	4	3	4	18	9	90
S-3-3	3	3	4	4	3	17	9	85
S-3-4	3	4	4	3	4	18	9	90
S-3-5	3	4	4	4	4	19	10	95
S-3-6	3	3	4	4	4	18	9	90
S-4-1	4	3	3	3	2	15	8	75
S-4-2	4	3	4	4	3	18	9	90
S-4-3	4	3	3	3	3	16	8	80
S-4-4	4	3	3	3	3	16	8	80
S-4-5	3	3	4	4	4	18	9	90
S-4-6	4	3	3	3	1	14	7	70
S-5-1	4	3	1	2	2	12	6	60
S-5-2	3	3	4	2	4	16	8	80
S-5-3	3	4	3	4	2	16	8	80
S-5-4	4	3	3	3	3	16	8	80
S-5-5	4	3	3	2	3	15	8	75
S-5-6	3	2	3	2	3	13	7	65
S-6-1	3	3	4	4	3	17	9	85
S-6-2	3	3	2	2	4	14	7	70
S-6-3	3	3	2	2	4	14	7	70
S-6-4	3	3	2	2	3	13	7	65
S-6-5	2	2	3	3	2	12	6	60

	Σ	%
Nilai 6	3	8.57143
Nilai 7	5	14.2857
Nilai 8	11	31.4286
Nilai 9	12	34.2857
Nilai 10	4	11.4286
Σ	35	100

Hasil analisis aktivitas siswa kelas XII PD 2 pertemuan pertama

7-Aug-10

Kode Siswa	Aspek pengamatan aktivitas siswa selama pembelajaran					$\Sigma 1$	Nilai Konversi skala 11	$(\Sigma 1/20) \times 100$
	1	2	3	4	6			
S-1-1	3	3	2	2	3	13	7	65
S-1-2	3	2	2	2	3	12	6	60
S-1-3	3	4	3	4	3	17	9	85
S-1-4	3	3	1	2	3	12	6	60
S-1-5	4	3	3	3	3	16	8	80
S-1-6	3	3	2	2	3	13	7	65
S-2-1	4	4	2	2	4	16	8	80
S-2-2	4	3	2	2	3	14	7	70
S-2-3	4	3	3	4	4	18	9	90
S-2-4	4	3	4	3	2	16	8	80
S-2-5	4	4	2	3	2	15	8	75
S-2-6	4	3	3	2	4	16	8	80
S-3-1	4	2	2	3	3	14	7	70
S-3-2	3	3	3	2	4	15	8	75
S-3-3	4	3	3	2	3	15	8	75
S-3-4	4	3	3	2	3	15	8	75
S-3-5	4	3	2	3	2	14	7	70
S-3-6	4	3	2	3	3	15	8	75
S-4-1	3	3	3	4	4	17	9	85
S-4-2	3	3	4	4	3	17	9	85
S-4-3	3	3	4	4	3	17	9	85
S-4-4	3	3	4	4	4	18	9	90
S-4-5	4	3	4	4	3	18	9	90
S-4-6	3	3	4	4	4	18	9	90
S-5-1	3	3	2	4	4	16	8	80
S-5-2	2	3	2	4	4	15	8	75
S-5-3	3	2	2	4	4	15	8	75
S-5-4	3	2	3	4	4	16	8	80
S-5-5	3	2	3	4	4	16	8	80
S-5-6	3	3	3	4	2	15	8	75
S-6-1	2	2	2	4	4	14	7	70
S-6-2	3	2	3	4	4	16	8	80
S-6-3	3	3	2	4	4	16	8	80
S-6-4	4	3	3	4	4	18	9	90
S-6-5	2	3	2	4	4	15	8	75

	Σ	%
Nilai 6	2	5.714286
Nilai 7	6	17.14286
Nilai 8	18	51.42857
Nilai 9	9	25.71429
Nilai 10	-	-
Σ	35	100

Hasil analisis aktivitas siswa kelas XII PD 2 pertemuan kedua

14-Aug-10

Kode Siswa	Aspek pengamatan aktivitas siswa selama pembelajaran					$\Sigma 2$	Nilai Konversi skala 11	$(\Sigma 2/20) \times 100$
	2	3	4	5	6			
S-1-1	3	4	4	3	4	18	9	90
S-1-2	4	4	4	3	3	18	9	90
S-1-3	3	4	4	4	4	19	10	95
S-1-4	3	4	4	4	4	19	10	95
S-1-5	3	3	4	4	4	18	9	90
S-1-6	4	3	3	3	4	17	9	85
S-2-1	3	3	3	4	4	17	9	85
S-2-2	2	3	4	4	4	17	9	85
S-2-3	3	3	4	4	4	18	9	90
S-2-4	2	2	4	4	4	16	8	80
S-2-5	2	2	4	4	4	16	8	80
S-2-6	3	3	4	4	4	18	9	90
S-3-1	3	4	4	4	4	19	10	95
S-3-2	3	4	4	4	4	19	10	95
S-3-3	3	4	4	4	4	19	10	95
S-3-4	3	4	4	4	4	19	10	95
S-3-5	4	4	3	4	4	19	10	95
S-3-6	3	3	4	4	4	18	9	90
S-4-1	3	4	4	4	4	19	10	95
S-4-2	3	4	4	4	4	19	10	95
S-4-3	3	4	4	4	4	19	10	95
S-4-4	4	4	4	4	4	20	10	100
S-4-5	3	4	4	4	4	19	10	95
S-4-6	4	4	4	4	4	20	10	100
S-5-1	3	3	2	3	3	14	7	70
S-5-2	3	3	2	3	3	14	7	70
S-5-3	3	3	2	3	2	13	7	65
S-5-4	3	3	2	3	2	13	7	65
S-5-5	3	2	2	2	3	12	6	60
S-5-6	3	2	4	4	4	17	9	85
S-6-1	4	4	2	2	3	15	8	75
S-6-2	3	2	3	3	2	13	7	65
S-6-3	3	4	2	2	3	14	7	70
S-6-4	3	2	3	2	3	13	7	65
S-6-5	3	2	2	3	2	12	6	60

	Σ	%
Nilai 6	2	5.714286
Nilai 7	7	20
Nilai 8	3	8.571429
Nilai 9	10	28.57143
Nilai 10	13	37.14286
Σ	35	100

Hasil analisis aktivitas siswa kelas XII PD 2 pertemuan ketiga

21-Aug-10

Kode Siswa	Aspek pengamatan aktivitas siswa selama pembelajaran					Σ	Nilai Konversi skala 11	$(\Sigma/20) \times 100$
	2	3	4	5	6			
S-1-1	3	3	4	4	4	18	9	90
S-1-2	3	3	4	4	4	18	9	90
S-1-3	3	3	4	4	4	18	9	90
S-1-4	3	4	4	4	4	19	10	95
S-1-5	4	4	4	3	4	19	10	95
S-1-6	4	4	4	3	3	18	9	90
S-2-1	3	3	3	4	3	16	8	80
S-2-2	2	2	4	4	4	16	8	80
S-2-3	2	2	4	4	4	16	8	80
S-2-4	2	2	4	4	4	16	8	80
S-2-5	3	3	4	4	4	18	9	90
S-2-6	3	2	4	4	4	17	9	85
S-3-1	3	3	4	4	4	18	9	90
S-3-2	3	4	4	4	4	19	10	95
S-3-3	3	4	4	4	3	18	9	90
S-3-4	3	4	4	4	3	18	9	90
S-3-5	3	4	4	4	3	18	9	90
S-3-6	3	4	4	4	4	19	10	95
S-4-1	3	3	4	4	4	18	9	90
S-4-2	3	4	4	4	4	19	10	95
S-4-3	3	4	4	4	4	19	10	95
S-4-4	4	4	3	4	4	19	10	95
S-4-5	3	4	4	4	4	19	10	95
S-4-6	4	4	4	4	3	19	10	95
S-5-1	4	3	2	3	3	15	8	75
S-5-2	3	4	3	2	3	15	8	75
S-5-3	3	2	3	3	2	13	7	65
S-5-4	3	3	2	2	3	13	7	65
S-5-5	3	2	3	3	2	13	7	65
S-5-6	2	2	4	4	4	16	8	80
S-6-1	4	3	3	4	2	16	8	80
S-6-2	3	2	2	3	3	13	7	65
S-6-3	3	2	3	3	2	13	7	65
S-6-4	3	2	2	3	3	13	7	65
S-6-5	3	2	2	3	2	12	6	60

	Σ	%
Nilai 6	1	2.857143
Nilai 7	6	17.14286
Nilai 8	8	22.85714
Nilai 9	11	31.42857
Nilai 10	9	25.71429
Σ	35	100

Hasil analisis aktivitas siswa kelas XII PD 2 pertemuan keempat

28-Aug-10

Kode Siswa	Aspek pengamatan aktivitas siswa selama pembelajaran					$\Sigma 4$	Nilai Konversi skala 11	$(\Sigma 4/20) \times 100$
	1	2	3	4	6			
S-1-1	4	3	3	3	2	15	8	75
S-1-2	4	3	4	3	2	16	8	80
S-1-3	4	3	3	2	4	16	8	80
S-1-4	4	3	2	2	3	14	7	70
S-1-5	3	3	4	3	3	16	8	80
S-1-6	3	3	2	1	2	11	6	55
S-2-1	4	3	2	2	4	15	8	75
S-2-2	3	3	2	2	3	13	7	65
S-2-3	4	3	3	2	3	15	8	75
S-2-4	4	4	3	2	3	16	8	80
S-2-5	4	3	2	3	3	15	8	75
S-2-6	4	3	2	2	4	15	8	75
S-3-1	3	4	4	3	4	18	9	90
S-3-2	3	3	3	4	4	17	9	85
S-3-3	3	3	4	4	4	18	9	90
S-3-4	3	4	4	3	4	18	9	90
S-3-5	3	4	3	3	4	17	9	85
S-3-6	3	3	3	4	3	16	8	80
S-4-1	3	3	4	3	3	16	8	80
S-4-2	3	4	4	3	4	18	9	90
S-4-3	3	3	4	4	4	18	9	90
S-4-4	3	3	3	4	4	17	9	85
S-4-5	3	4	4	4	4	19	10	95
S-4-6	3	3	4	4	4	18	9	90
S-5-1	2	3	2	4	4	15	8	75
S-5-2	2	2	2	3	4	13	7	65
S-5-3	2	3	2	4	4	15	8	75
S-5-4	3	3	2	4	4	16	8	80
S-5-5	2	2	3	4	4	15	8	75
S-5-6	4	3	2	3	3	15	8	75
S-6-1	3	2	2	3	4	14	7	70
S-6-2	2	2	2	4	4	14	7	70
S-6-3	2	3	2	4	4	15	8	75
S-6-4	2	3	2	4	4	15	8	75
S-6-5	3	3	3	4	4	17	9	85

	Σ	%
Nilai 6	1	2.857143
Nilai 7	5	14.28571
Nilai 8	18	51.42857
Nilai 9	10	28.57143
Nilai 10	1	2.857143
Σ	35	100

Hasil analisis aktivitas siswa kelas XII PD 3 pertemuan pertama

2-Aug-10

Kode Siswa	Aspek pengamatan aktivitas siswa selama pembelajaran					$\Sigma 1$	Nilai Konversi skala 11	$(\Sigma 2/20) \times 100$
	1	2	3	4	6			
S-1-1	3	3	4	3	4	17	9	85
S-1-2	3	3	4	4	3	17	9	85
S-1-3	3	3	3	4	3	16	8	80
S-1-4	3	3	4	4	4	18	9	90
S-1-5	3	4	4	4	4	19	10	95
S-1-6	3	3	4	4	3	17	9	85
S-2-1	3	3	4	4	4	18	9	90
S-2-2	3	4	4	3	4	18	9	90
S-2-3	3	3	4	4	3	17	9	85
S-2-4	3	3	4	4	3	17	9	85
S-2-5	3	3	4	4	3	17	9	85
S-2-6	3	3	4	4	3	17	9	85
S-3-1	3	3	3	3	3	15	8	75
S-3-2	4	3	3	2	3	15	8	75
S-3-3	2	3	2	4	4	15	8	75
S-3-4	4	3	3	2	4	16	8	80
S-3-5	4	3	3	3	3	16	8	80
S-3-6	3	3	4	3	3	16	8	80
S-4-1	4	4	2	2	3	15	8	75
S-4-2	4	3	3	3	2	15	8	75
S-4-3	4	3	2	3	3	15	8	75
S-4-4	4	3	2	3	2	14	7	70
S-4-5	4	3	2	3	4	16	8	80
S-4-6	4	3	3	3	2	15	8	75
S-5-1	2	3	2	4	4	15	8	75
S-5-2	3	2	2	4	4	15	8	75
S-5-3	3	3	3	4	4	17	9	85
S-5-4	3	3	2	4	4	16	8	80
S-5-5	3	3	3	4	4	17	9	85
S-5-6	2	2	2	3	4	13	7	65
S-6-1	3	3	3	4	4	17	9	85
S-6-2	3	3	3	4	4	17	9	85
S-6-3	3	3	3	4	4	17	9	85
S-6-4	2	2	2	4	4	14	7	70
S-6-5	2	3	2	4	4	15	8	75

	Σ	%
Nilai 6	-	-
Nilai 7	3	8.571429
Nilai 8	16	45.71429
Nilai 9	15	42.85714
Nilai 10	1	2.857143
Σ	35	100

Hasil analisis aktivitas siswa kelas XII PD 3 pertemuan kedua

9-Aug-10

Kode Siswa	Aspek pengamatan aktivitas siswa selama pembelajaran					Σ	Nilai Konversi skala 11	$(\Sigma/20) \times 100$
	2	3	4	5	6			
S-1-1	3	4	4	3	4	18	9	90
S-1-2	3	4	4	4	4	19	10	95
S-1-3	4	4	4	4	4	20	10	100
S-1-4	3	4	4	4	4	19	10	95
S-1-5	3	3	4	4	4	18	9	90
S-1-6	3	4	4	4	4	19	10	95
S-2-1	3	3	4	4	4	18	9	90
S-2-2	3	4	4	4	4	19	10	95
S-2-3	3	4	4	4	4	19	10	95
S-2-4	3	4	4	4	4	19	10	95
S-2-5	4	4	4	4	3	19	10	95
S-2-6	3	4	4	4	3	18	9	90
S-3-1	3	4	3	4	3	17	9	85
S-3-2	3	2	4	4	4	17	9	85
S-3-3	3	3	4	4	4	18	9	90
S-3-4	2	2	4	4	4	16	8	80
S-3-5	3	2	4	4	4	17	9	85
S-3-6	2	2	4	4	4	16	8	80
S-4-1	3	4	3	4	3	17	9	85
S-4-2	3	3	4	4	4	18	9	90
S-4-3	4	3	4	4	4	19	10	95
S-4-4	2	2	4	4	4	16	8	80
S-4-5	3	3	4	4	4	18	9	90
S-4-6	3	2	4	4	4	17	9	85
S-5-1	3	4	3	4	3	17	9	85
S-5-2	2	2	4	4	4	16	8	80
S-5-3	2	3	4	4	4	17	9	85
S-5-4	3	2	4	4	4	17	9	85
S-5-5	3	3	4	4	4	18	9	90
S-5-6	2	2	4	4	4	16	8	80
S-6-1	3	4	3	4	3	17	9	85
S-6-2	3	3	4	4	4	18	9	90
S-6-3	2	2	4	4	4	16	8	80
S-6-4	3	3	4	4	4	18	9	90
S-6-5	3	2	4	4	4	17	9	85

	Σ	%
Nilai 6	-	-
Nilai 7	-	-
Nilai 8	6	17.14286
Nilai 9	20	57.14286
Nilai 10	9	25.71429
Σ	35	100

Hasil analisis aktivitas siswa kelas XII PD 3 pertemuan ketiga

16-Aug-10

Kode Siswa	Aspek pengamatan aktivitas siswa selama pembelajaran					$\Sigma 3$	Nilai Konversi skala 11	$(\Sigma 2/20) \times 100$
	2	3	4	5	6			
S-1-1	3	4	3	4	4	18	9	90
S-1-2	3	4	4	4	4	19	10	95
S-1-3	4	4	4	3	4	19	10	95
S-1-4	4	4	4	4	3	19	10	95
S-1-5	3	4	4	4	4	19	10	95
S-1-6	4	3	4	4	4	19	10	95
S-2-1	3	3	4	4	4	18	9	90
S-2-2	4	4	3	4	3	18	9	90
S-2-3	4	4	4	3	4	19	10	95
S-2-4	4	4	4	3	4	19	10	95
S-2-5	4	4	4	4	3	19	10	95
S-2-6	3	4	4	3	3	17	9	85
S-3-1	4	3	3	4	3	17	9	85
S-3-2	3	2	4	4	4	17	9	85
S-3-3	3	3	4	4	4	18	9	90
S-3-4	3	2	4	4	4	17	9	85
S-3-5	2	2	4	4	4	16	8	80
S-3-6	2	2	4	4	4	16	8	80
S-4-1	3	3	3	4	3	16	8	80
S-4-2	3	3	4	4	4	18	9	90
S-4-3	3	2	4	4	4	17	9	85
S-4-4	3	3	4	4	4	18	9	90
S-4-5	3	2	4	4	4	17	9	85
S-4-6	3	3	4	4	4	18	9	90
S-5-1	3	2	3	4	3	15	8	75
S-5-2	3	3	4	4	4	18	9	90
S-5-3	2	2	4	4	4	16	8	80
S-5-4	3	2	4	4	4	17	9	85
S-5-5	3	3	4	4	4	18	9	90
S-5-6	2	2	4	4	4	16	8	80
S-6-1	3	2	3	4	3	15	8	75
S-6-2	3	3	4	4	4	18	9	90
S-6-3	3	3	4	4	4	18	9	90
S-6-4	2	2	4	4	4	16	8	80
S-6-5	2	2	4	4	4	16	8	80

	Σ	%
Nilai 6	-	-
Nilai 7	-	-
Nilai 8	9	25.71429
Nilai 9	18	51.42857
Nilai 10	8	22.85714
Σ	35	100

Hasil analisis aktivitas siswa kelas XII PD 3 pertemuan keempat

23-Aug-10

Kode Siswa	Aspek pengamatan aktivitas siswa selama pembelajaran					$\Sigma 4$	Nilai Konversi skala 11	$(\Sigma 2/20) \times 100$
	1	2	3	4	6			
S-1-1	3	3	3	4	3	16	8	80
S-1-2	4	4	3	3	3	17	9	85
S-1-3	3	3	3	2	2	13	7	65
S-1-4	4	3	3	2	3	15	8	75
S-1-5	4	3	3	3	3	16	8	80
S-1-6	4	3	2	3	2	14	7	70
S-2-1	4	3	2	3	2	14	7	70
S-2-2	4	3	3	2	4	16	8	80
S-2-3	4	4	2	2	3	15	8	75
S-2-4	3	3	3	3	2	14	7	70
S-2-5	4	3	2	3	2	14	7	70
S-2-6	3	3	4	3	2	15	8	75
S-3-1	3	4	3	2	3	15	8	75
S-3-2	3	4	3	4	3	17	9	85
S-3-3	2	2	2	4	4	14	7	70
S-3-4	3	4	3	3	2	15	8	75
S-3-5	4	3	2	3	2	14	7	70
S-3-6	4	3	3	2	3	15	8	75
S-4-1	3	3	4	4	4	18	9	90
S-4-2	3	3	4	4	3	17	9	85
S-4-3	3	3	3	4	4	17	9	85
S-4-4	3	3	4	4	4	18	9	90
S-4-5	3	4	4	4	3	18	9	90
S-4-6	3	4	4	4	4	19	10	95
S-5-1	2	2	2	4	4	14	7	70
S-5-2	3	3	3	4	4	17	9	85
S-5-3	2	2	3	4	4	15	8	75
S-5-4	2	3	2	4	4	15	8	75
S-5-5	3	2	2	4	4	15	8	75
S-5-6	3	3	3	4	4	17	9	85
S-6-1	2	2	2	4	4	14	7	70
S-6-2	3	3	2	4	4	16	9	80
S-6-3	3	3	2	4	4	16	9	80
S-6-4	3	2	2	4	4	15	8	75
S-6-5	3	2	2	4	4	15	8	75

	Σ	%
Nilai 6	-	-
Nilai 7	9	25.71429
Nilai 8	14	40
Nilai 9	11	31.42857
Nilai 10	1	2.857143
Σ	35	97.14286

Data Nilai LKS

PD1

Kode Siswa	Pert. 1	Pert. 2	Pert. 3	Pert. 4		Rata2 Nilai LKS
	Soal Diskusi	Laporan Kompos	Laporan Kertas	Nilai Poster	Poster	
S-1-1	75	83,5	78,5	76	76	78,25
S-1-2	78	83,5	78,5	79	79	79,75
S-1-3	77	83,5	78,5	78	78	79,25
S-1-4	80	83,5	78,5	80	80	80
S-1-5	71	83,5	78,5	75	75	77
S-1-6	70	83,5	78,5	82	82	78,5
S-2-1	79	79	78,5	77	77	78,375
S-2-2	81	79	78,5	78	78	79,125
S-2-3	67	79	78,5	75	75	74,875
S-2-4	60	79	78,5	74	74	72,875
S-2-5	75	79	78,5	76	76	77,125
S-2-6	74	79	78,5	82	82	78,375
S-3-1	68	82,5	81	79	79	77,625
S-3-2	77	82,5	81	77	77	79,375
S-3-3	71	82,5	81	74	74	77,125
S-3-4	70	82,5	81	77	77	77,625
S-3-5	70	82,5	81	78	78	77,875
S-3-6	72	82,5	81	76	76	77,875
S-4-1	75	82	82	76	76	78,75
S-4-2	79	82	82	76	76	79,75
S-4-3	68	82	82	75	75	76,75
S-4-4	72	82	82	78	78	78,5
S-4-5	81	82	82	75	75	80
S-4-6	65	82	82	78	78	76,75
S-5-1	81	81	80,5	81	81	80,875
S-5-2	84	81	80,5	74	74	79,875
S-5-3	71	81	80,5	75	75	76,875
S-5-4	76	81	80,5	79	79	79,125
S-5-5	74	81	80,5	78	78	78,375
S-5-6	77	81	80,5	79	79	79,375
S-6-1	82	81	81	78	78	80,5
S-6-2	74	81	81	75	75	77,75
S-6-3	75	81	81	81	81	79,5
S-6-4	74	81	81	78	78	78,5
S-6-5	74	81	81	78	78	78,5

PD2

Kode Siswa	Pert. 1	Pert. 2	Pert. 3	Pert. 4		Rata2 Nilai LKS
	Soal Diskusi	Laporan Kompos	Laporan Kertas	Nilai Poster	Poster	
S-1-1	81	75	80,5	74	74	77,625
S-1-2	74	75	80,5	71	71	75,125
S-1-3	74	75	80,5	78	78	76,875
S-1-4	75	75	80,5	78	78	77,125
S-1-5	78	75	80,5	79	79	78,125
S-1-6	77	75	80,5	76	76	77,125
S-2-1	68	77	79	81	81	76,25
S-2-2	78	77	79	80	80	78,5
S-2-3	77	77	79	75	75	77
S-2-4	70	77	79	79	79	76,25
S-2-5	81	77	79	78	78	78,75
S-2-6	82	77	79	78	78	79
S-3-1	68	80,5	79	75	75	75,625
S-3-2	78	80,5	79	73	73	77,625
S-3-3	78	80,5	79	74	74	77,875
S-3-4	80	80,5	79	74	74	78,375
S-3-5	72	80,5	79	75	75	76,625
S-3-6	75	80,5	79	79	79	78,375
S-4-1	74	80	80	78	78	78
S-4-2	73	80	80	77	77	77,5
S-4-3	75	80	80	77	77	78
S-4-4	77	80	80	77	77	78,5
S-4-5	64	80	80	77	77	75,25
S-4-6	65	80	80	78	78	75,75
S-5-1	76	83	82	79	79	80
S-5-2	79	83	82	74	74	79,5
S-5-3	72	83	82	72	72	77,25
S-5-4	70	83	82	71	71	76,5
S-5-5	78	83	82	78	78	80,25
S-5-6	75	77	77,5	75	75	76,125
S-6-1	78	77,5	79	73	73	76,875
S-6-2	76	77,5	79	75	75	76,875
S-6-3	67	77,5	79	74	74	74,375
S-6-4	69	77,5	79	81	81	76,625
S-6-5	81	77,5	79	79	79	79,125

PD3

Kode Siswa	Pert. 1	Pert. 2	Pert. 3	Pert. 4		Rata2 Nilai LKS
	Soal Diskusi	Laporan Kompos	Laporan Kertas	Nilai Poster	Poster	
S-1-1	67	75	78,5	79	79	74,875
S-1-2	74	75	78,5	78	78	76,375
S-1-3	75	75	78,5	78	78	76,625
S-1-4	78	75	78,5	82	82	78,375
S-1-5	71	75	78,5	78	78	75,625
S-1-6	70	75	78,5	76	76	74,875
S-2-1	82	76	76	77	77	77,75
S-2-2	77	76	76	79	79	77
S-2-3	79	76	76	78	78	77,25
S-2-4	74	76	76	77	77	75,75
S-2-5	78	76	76	76	76	76,5
S-2-6	65	76	76	82	82	74,75
S-3-1	82	77	77,5	81	81	79,375
S-3-2	77	77	77,5	76	76	76,875
S-3-3	79	77	77,5	79	79	78,125
S-3-4	78	77	77,5	78	78	77,625
S-3-5	75	77	77,5	71	71	75,125
S-3-6	78	82,5	80,5	72	72	78,25
S-4-1	81	78	77,5	76	76	78,125
S-4-2	68	78	77,5	75	75	74,625
S-4-3	67	78	77,5	76	76	74,625
S-4-4	78	78	77,5	74	74	76,875
S-4-5	74	78	77,5	79	79	77,125
S-4-6	72	78	77,5	74	74	75,375
S-5-1	76	83	83	74	74	79
S-5-2	78	83	83	81	81	81,25
S-5-3	77	83	83	75	75	79,5
S-5-4	82	83	83	76	76	81
S-5-5	80	83	83	78	78	81
S-5-6	78	83	83	79	79	80,75
S-6-1	79	82,5	80,5	79	79	80,25
S-6-2	78	82,5	80,5	79	79	80
S-6-3	77	82,5	80,5	78	78	79,5
S-6-4	67	82,5	80,5	77	77	76,75
S-6-5	78	82,5	80,5	77	77	79,5

LAMPIRAN 17.

Hasil Nilai Akhir Siswa

Kode Siswa	Rata-rata nilai LKS (PD1)	Nilai Posttest (PD1)	Nilai Akhir XII PD 1	Rata-rata nilai LKS (PD 2)	Nilai Posttest (PD 2)	Nilai Akhir XII PD 2	Rata-rata nilai LKS (PD3)	Nilai Posttest (PD3)	Nilai Akhir XII PD 3
S-1-1	78.25	80	79.125	77.625	93.33	85.4775	74.875	86.67	80.7725
S-1-2	79.75	76.67	78.21	75.125	76.67	75.8975	76.375	83.33	79.8525
S-1-3	79.25	80	79.625	76.875	86.67	81.7725	76.625	90	83.3125
S-1-4	80	70	75	77.125	76.67	76.8975	78.375	80	79.1875
S-1-5	77	83.33	80.165	78.125	86.67	82.3975	75.625	73.33	74.4775
S-1-6	78.5	76.67	77.585	77.125	83.33	80.2275	74.875	76.67	75.7725
S-2-1	78.375	80	79.1875	76.25	73.33	74.79	77.75	90	83.875
S-2-2	79.125	80	79.5625	78.5	76.67	77.585	77	80	78.5
S-2-3	74.875	73.33	74.1025	77	73.33	75.165	77.25	76.67	76.96
S-2-4	72.875	76.67	74.7725	76.25	76.67	76.46	75.75	80	77.875
S-2-5	77.125	70	73.5625	78.75	76.67	77.71	76.5	90	83.25
S-2-6	78.375	73.33	75.8525	79	76.67	77.835	74.75	76.67	75.71
S-3-1	77.625	83.33	80.4775	75.625	73.33	74.4775	79.375	80	79.6875
S-3-2	79.375	76.67	78.0225	77.625	73.33	75.4775	76.875	80	78.4375
S-3-3	77.125	76.67	76.8975	77.875	76.67	77.2725	78.125	76.67	77.3975
S-3-4	77.625	80	78.8125	78.375	76.67	77.5225	77.625	83.33	80.4775
S-3-5	77.875	83.33	80.6025	76.625	76.67	76.6475	75.125	80	77.5625
S-3-6	77.875	76.67	77.2725	78.375	83.33	80.8525	78.25	90	84.125
S-4-1	78.75	80	79.375	78	76.67	77.335	78.125	70	74.0625
S-4-2	79.75	76.67	78.21	77.5	83.33	80.415	74.625	73.33	73.9775
S-4-3	76.75	80	78.375	78	76.67	77.335	74.625	90	82.3125
S-4-4	78.5	66.67	72.585	78.5	80	79.25	76.875	76.67	76.7725
S-4-5	80	80	80	75.25	70	72.625	77.125	76.67	76.8975
S-4-6	76.75	83.33	80.04	75.75	76.67	76.21	75.375	76.67	76.0225
S-5-1	80.875	86.67	83.7725	80	76.67	78.335	79	76.67	77.835
S-5-2	79.875	80	79.9375	79.5	73.33	76.415	81.25	76.67	78.96
S-5-3	76.875	76.67	76.7725	77.25	70	73.625	79.5	73.33	76.415
S-5-4	79.125	83.33	81.2275	76.5	76.67	76.585	81	73.33	77.165
S-5-5	78.375	80	79.1875	80.25	80	80.125	81	90	85.5
S-5-6	79.375	83.33	81.3525	76.125	80	78.0625	80.75	73.33	77.04
S-6-1	80.5	76.67	78.585	76.875	70	73.4375	80.25	80	80.125
S-6-2	77.75	80	78.875	76.875	80	78.4375	80	83.33	81.665
S-6-3	79.5	86.67	83.085	74.375	76.67	75.5225	79.5	80	79.75
S-6-4	78.5	76.67	77.585	76.625	90	83.3125	76.75	83.33	80.04
S-6-5	78.5	80	79.25	79.125	93.33	86.2275	79.5	76.67	78.085

Kriteria	XII PD 1	XII PD 2	XII PD 3
$\sum <75$ (tidak KKM ((a))	4	5	3
% $\sum <75$	11.4286	14.28571	8.57143
$\sum <77$ (tidak Optimum ((b))	8	15	10
% $\sum <77$	22.8571	42.85714	28.5714
$\sum \geq 77$	27	20	25
% $\sum \geq 77$	77.1429	57.14286	71.4286
Selisih (b-a)	4	10	7

LEMBAR OBSERVASI KINERJA GURU DALAM PEMBELAJARAN

Pert. 1

Berilah tanda cek (V) pada kolom yang tersedia sesuai dengan keadaan yang sebenarnya

No.	Aspek yang diamati	Pelaksanaan				
		Terlaksana (skor)				Tidak
		1	2	3	4	
1.	Pendahuluan					
	a. Memotivasi siswa				✓	
	b. Menyampaikan tujuan pembelajaran			✓		
	c. Menggali pengetahuan awal siswa				✓	
2.	Kegiatan inti					
	a. Memberikan informasi tentang kegiatan				✓	
	b. Membentuk kelompok				✓	
	c. Membagi LKS dan memberi penjelasan				✓	
	e. Membimbing diskusi kelompok				✓	
	f. Memberi kesempatan kelompok presentasi			✓		
	g. Memberi tanggapan kelompok presentasi				✓	
	h. Membimbing siswa menarik kesimpulan				✓	
	i. Memberi penegasan konsep-konsep esensial			✓		
3.	Penutup					
	a. Membimbing siswa melakukan refleksi				✓	
	b. Memberi kesempatan siswa mencatat			✓		
	c. Melakukan feed-back pertanyaan atau tes			✓		
	d. Memberi tugas				✓	

Semarang, 08-08-10

Observer



(.....MUSTAFA.....)

XII PD 1

LEMBAR OBSERVASI KINERJA GURU DALAM PEMBELAJARAN


Pert. 2 dan 3

Berilah tanda cek (V) pada kolom yang tersedia sesuai dengan keadaan yang sebenarnya

No.	Aspek yang diamati	Pelaksanaan				
		Terlaksana (skor)				Tidak
		1	2	3	4	
1.	Pendahuluan					
	a. Memotivasi siswa			✓		
	b. Menyampaikan tujuan pembelajaran				✓	
	c. Menggali pengetahuan awal siswa			✓		
2.	Kegiatan inti					
	a. Memberikan informasi tentang kegiatan				✓	
	c. Memberi penjelasan LKS				✓	
	d. Membimbing praktikum				✓	
	h. Membimbing siswa menarik kesimpulan			✓		
	i. Memberi penegasan konsep-konsep esensial			✓		
3.	Penutup					
	a. Membimbing siswa melakukan refleksi				✓	
	b. Memberi kesempatan siswa mencatat			✓		
	c. Melakukan feed-back pertanyaan atau tes				✓	
	d. Memberi tugas				✓	

Semarang, 13-08-10

Observer


 (...MURTAHA...)

LEMBAR OBSERVASI KINERJA GURU DALAM PEMBELAJARAN


Pert. 4

Berilah tanda cek (V) pada kolom yang tersedia sesuai dengan keadaan yang sebenarnya

No.	Aspek yang diamati	Pelaksanaan				
		Terlaksana (skor)				Tidak
		1	2	3	4	
1.	Pendahuluan					
	a. Memotivasi siswa			✓		
	b. Menyampaikan tujuan pembelajaran				✓	
	c. Menggali pengetahuan awal siswa				✓	
2.	Kegiatan inti					
	a. Memberikan informasi tentang kegiatan				✓	
	e. Membimbing diskusi kelompok				✓	
	f. Memberi kesempatan kelompok presentasi			✓		
	g. Memberi tanggapan kelompok presentasi				✓	
	h. Membimbing siswa menarik kesimpulan				✓	
	i. Memberi penegasan konsep-konsep esensial				✓	
3.	Penutup					
	a. Membimbing siswa melakukan refleksi			✓		
	b. Memberi kesempatan siswa mencatat			✓		
	c. Melakukan feed-back pertanyaan atau tes			✓		
	d. Memberi tugas				✓	

Semarang, 27-08-2010

Observer


(.....MUSTAFA.....)

Rubrik Kinerja Guru dalam Pembelajaran

No.	Aspek yang diamati	Skor
1.	Pendahuluan	
	a. Memotivasi siswa	
	1) Memberi contoh tentang fenomena, demonstrasi fenomena, tanya jawab, mudah dipahami	4
	2) Memberi contoh fenomena, tanya jawab, mudah dipahami	3
	3) Memberi contoh fenomena, mudah dipahami	2
	4) Memberi contoh fenomena, kurang dapat dipahami	1
	b. Menyampaikan tujuan pembelajaran	
	1) Pada awal pembelajaran menyebutkan tujuan dengan jelas	4
	2) Pada awal pembelajaran menyebutkan tujuan	3
	3) Menyebutkan tujuan	2
	4) Menyebutkan tujuan kurang jelas	1
	c. Menggali pengetahuan awal siswa	
	1) Terorganisir dengan baik, pertanyaan individual, materi terkait	4
	2) Terorganisir dengan baik, pertanyaan klasikal, terkait materi	3
	3) Pertanyaan klasikal, terkait materi	2
	4) Pertanyaan klasikal terbatas	1
2.	Kegiatan inti	
	a. Memberikan informasi tentang kegiatan	
	1) Rinci, runtut, jelas, tepat waktu	4
	2) Rinci, runtut, jelas	3
	3) Rinci, jelas	2
	4) Rinci, kurang tepat	1
	b. Membentuk kelompok	
	1) Tegas, pemberian nama kelompok, efisien waktu, tidak gaduh	4
	2) Tegas, pemberian nama kelompok, efisien waktu	3
	3) Tegas, pemberian nama kelompok	2
	4) Kurang tegas	1
	c. Membagi LKS dan memberi penjelasan	
	1) Lengkap, efisien waktu, menjelaskan isi, memberi siswa kesempatan bertanya, menjawab pertanyaan siswa	4
	2) Lengkap, efisien waktu, menjelaskan isi	3
	3) Lengkap, menjelaskan isi	2
	4) Informasi kurang	1
	d. Membimbing praktikum	
	1) Menjelaskan langkah praktikum, mengecek kesiapan	4

	siswa, memantau aktivitas siswa, memberi penguatan materi	
	2) Menjelaskan langkah praktikum, mengecek kesiapan siswa, memantau aktivitas siswa	3
	3) Menjelaskan langkah praktikum, mengecek kesiapan siswa	2
	4) Menjelaskan langkah praktikum	1
	e. Membimbing diskusi kelompok	
	1) Efisien waktu, membantu kelompok, membantu individu, menjawab pertanyaan siswa, dapat dipahami siswa	4
	2) Efisien waktu, membantu kelompok, menjawab pertanyaan siswa, dapat dipahami siswa	3
	3) Efisien waktu, membantu kelompok, dapat dipahami siswa	2
	4) Membantu kelompok, tidak efisien waktu	1
	f. Memberi kesempatan kelompok presentasi	
	1) Tegas, bergilir, efisien waktu	4
	2) Tegas, bergilir	3
	3) Tegas, tidak bergilir	2
	4) Tidak tegas	1
	g. Memberi tanggapan kelompok presentasi	
	1) Obyektif, mudah dipahami, memberi penghargaan	4
	2) Obyektif, mudah dipelajari	3
	3) Obyektif, kurang bisa dipahami	2
	4) Tidak obyektif	1
	h. Membimbing siswa menarik kesimpulan	
	1) Mengarahkan siswa, sesuai tujuan, dapat dipahami siswa, efisien waktu	4
	2) Mengarahkan siswa, sesuai tujuan, dapat dipahami siswa	3
	3) Mengarahkan siswa, sesuai tujuan, kurang dapat dipahami siswa	2
	4) Menyuruh siswa menyimpulkan sendiri	1
	i. Memberi penegasan konsep-konsep esensial	
	1) Mengulangi konsep-konsep esensi, jelas, memberi contoh	4
	2) Mengulangi konsep-konsep esensi, jelas	3
	3) Mengulangi konsep-konsep esensi, kurang jelas	2
	4) Mengulangi konsep-konsep yang tidak esensi	1
3.	Penutup	
	a. Membimbing siswa melakukan refleksi	
	1) Memberi kesempatan siswa memahami kembali, membuat hubungan antar konsep, menuliskan pengalaman belajar, efisien waktu	4
	2) Memberi kesempatan siswa memahami kembali, menuliskan pengalaman belajar, efisien waktu	3
	3) Memberi kesempatan siswa memahami kembali, efisien	2

waktu	
4) Memberi kesempatan siswa memahami kembali, tidak efisien waktu	1
b. Memberi kesempatan siswa mencatat	
1) Efisiensi waktu, pemahaman yang harus dicatat, menjawab pertanyaan siswa	4
2) Efisiensi waktu, siswa mencatat sendiri, menjawab pertanyaan siswa	3
3) Efisiensi waktu, siswa mencatat sendiri	2
4) Tidak membimbing siswa mencatat	1
c. Melakukan feed-back pertanyaan atau tes	
1) Jelas, berkaitan dengan materi, pengembangan materi, pertanyaan individual	4
2) Jelas, berkaitan dengan materi, pertanyaan individual	3
3) Jelas, berkaitan dengan materi, pertanyaan klasikal	2
4) Berkaitan dengan materi, kurang jelas	1
d. Memberi tugas	
1) Jelas, berkaitan dengan materi, pengembangan materi, tugas individu	4
2) Jelas, berkaitan dengan materi, tugas individu	3
3) Jelas, berkaitan dengan materi, tugas klasikal	2
4) Berkaitan dengan materi, kurang jelas	1

LAMPIRAN 22.

Analisis Hasil Observasi Kinerja Guru

Aspek yang diamati	Kelas											
	XII PD 1				XII PD 2				XII PD 3			
	Pertemuan ke-											
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Pendahuluan												
a. Memotivasi siswa	4	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	4
b. Menyampaikan tujuan pembelajaran	3	4	4	4	3	2	3	2	4	4	4	4
c. Menggali pengetahuan awal siswa	4	3	3	4	2	2	2	2	4	3	3	3
Kegiatan inti												
a. Memberikan informasi tentang kegiatan	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3
b. Membentuk kelompok	4				4				3			
c. Membagi LKS dan memberi penjelasan	4	4	4		4	4	4		3	3	4	
d. Membimbing praktikum		4	4			4	4			4	4	
e. Membimbing diskusi kelompok	4			4	3			3	3			3
f. Memberi kesempatan kelompok presentasi	3			3	4			4	3			3
g. Memberi tanggapan kelompok presentasi	4			4	4			4	3			3
h. Membimbing siswa menarik kesimpulan	4	3	3	4	4	3	3	4	4	4	3	4
i. Memberi penegasan konsep-konsep esensial	3	3	3	4	3	4	4	4	3	4	4	3
Penutup												
a. Membimbing siswa melakukan refleksi	4	4	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3
b. Memberi kesempatan siswa mencatat	3	3	3	3	3	4	3	4	3	3	3	3
c. Melakukan feed-back pertanyaan atau tes	3	4	4	3	4	4	4	4	3	4	3	4
d. Memberi tugas	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4
Σ Skor	55	43	43	47	51	41	41	45	50	43	41	44
Nilai	A	A	A	A	A	A	A	A	B	A	A	B

SMI= Jumlah item pert 1 x skor maksimal tiap item
 $= 15 \times 4 = 60$

Tabel perhitungan konversi skala 5 pert. 1

Batas bawah	Batas Atas	Skor	Nilai
$85\% \times 60 = 51$	$100\% \times 60 = 60$	51 - 60	A
$70\% \times 60 = 42$	$84\% \times 60 = 50,4$	42 - 50,4	B
$60\% \times 60 = 36$	$69\% \times 60 = 41,4$	36 - 41,4	C
$50\% \times 60 = 30$	$59\% \times 60 = 35,4$	30 - 35,4	D
$<50\% \times 60 = <30$		<30	E

SMI= Jumlah item pert.2 dan 3x skor maksimal tiap item
 $= 12 \times 4 = 48$

Tabel perhitungan konversi skala 5 pert. 2 dan 3

Batas bawah	Batas Atas	Skor	Nilai
$85\% \times 48 = 40,8$	$100\% \times 48 = 48$	40,8 - 48	A
$70\% \times 48 = 33,6$	$84\% \times 48 = 40,32$	33,6 - 40,32	B
$60\% \times 48 = 28,8$	$69\% \times 48 = 33,12$	28,8 - 33,12	C
$50\% \times 48 = 24$	$59\% \times 48 = 28,32$	24 - 28,32	D
$<50\% \times 48 = <24$		<24	E

SMI= Jumlah item pert. 4 x skor maksimal tiap item
 $= 13 \times 4 = 52$

Tabel perhitungan konversi skala 5 pert. 4

Batas bawah	Batas Atas	Skor	Nilai
$85\% \times 52 = 44,2$	$100\% \times 52 = 52$	44,2 - 52	A
$70\% \times 52 = 36,4$	$84\% \times 52 = 43,68$	36,4 - 43,68	B
$60\% \times 52 = 31,2$	$69\% \times 52 = 35,88$	31,2 - 35,88	C
$50\% \times 52 = 26$	$59\% \times 52 = 30,68$	26 - 30,68	D

Kriteria	
A	Sangat Baik
B	Baik
C	Cukup
D	Kurang
E	Sangat Kurang

LEMBAR ANGKET UNTUK SISWA

Petunjuk pengisian:

- a. Jawablah pertanyaan dengan memilih salah satu jawaban yang tersedia dengan tanda silang disertai komentar anda tentang hal yang ditanyakan!
- b. Kuesioner ini tidak berpengaruh terhadap nilai hasil belajar anda.
- c. Mintalah penjelasan guru jika terdapat kalimat yang kurang jelas!

1. Apakah anda senang mengikuti pendidikan lingkungan hidup berbasis teknologi pada materi penanganan limbah?

- a. Sangat senang
 b. Senang
 c. Tidak senang
 d. Sangat tidak senang

Komentar: .. karena saya dapat mengetahui bagaimana cara penanganan limbah berbasis teknologi ..

2. Apakah anda menyukai suasana kelas saat pembelajaran mengenai penanganan limbah dengan pendidikan lingkungan hidup berbasis teknologi?

- a. Sangat suka
 b. Suka
 c. Tidak suka
 d. Sangat tidak suka

Komentar: .. karena saya dapat mengemukakan pendapat dan pertanyaan yg saya ingin dan dapat dijawab sehingga dapat menambah pengetahuan saya ..

3. Bagaimanakah pemahaman anda terhadap materi penanganan limbah setelah diterapkan pendidikan lingkungan berbasis teknologi?

- a. Sangat paham
 b. Paham

- c. Tidak paham
- d. Sangat tidak paham

Komentar: karena saya dapat memahami tata cara penanganan limbah berbasis teknologi, dan pengetahuan saya ttg limbah jadi bertambah

4. Apakah anda setuju jika pembelajaran menggunakan diskusi dan kegiatan kelompok?

a. Sangat setuju

Setuju

c. Tidak setuju

d. Sangat tidak setuju

Komentar: karena lebih baik berdiskusi dalam kelompok, dr pd sendiri / individu.

5. Apakah teman anda membantu anda dalam kegiatan kelompok, terutama dalam memahami materi penanganan limbah?

a. Sangat membantu

Membantu

c. Tidak membantu

d. Sangat tidak membantu

Komentar: kita harus saling membantu agar dapat memahami materi Prangan limbah yg diberikan.

Hasil analisis angket tanggapan siswa

XII PD 1

No	S-1-1	S-1-2	S-1-3	S-1-4	S-1-5	S-1-6	S-2-1	S-2-2	S-2-3	S-2-4	S-2-5	S-2-6	S-3-1	S-3-2	S-3-3	S-3-4	S-3-5	S-3-6	S-4-1	S-4-2	S-4-3	S-4-4	S-4-5	S-4-6	S-5-1	S-5-2	S-5-3	S-5-4	S-5-5	S-5-6	S-6-1	S-6-2	S-6-3	S-6-4	S-6-5		
1	4	3	4	4	3	3	3	4	3	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	2	3	3	3	3	4	4	3	3	3		
2	2	2	2	2	3	3	2	3	3	3	2	4	3	3	3	3	3	2	3	3	4	2	2	2	3	2	2	2	3	3	3	4	2	3	3	3	
3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	4	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2	4	4	3	3	3	3	
4	3	4	4	3	3	4	3	3	3	2	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	2	3	4	4	4	4	3	3	3	3	4	3	3	2	3	3	3
5	3	3	3	2	2	4	3	3	3	2	2	3	4	3	4	2	1	4	4	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3	4	3	3	3	2	

Σ	Max	%	Nilai
113	144	78,47	B
95	144	65,97	C
101	144	70,14	B
116	144	80,56	B
103	144	71,53	B

XII PD 2

No	S-1-1	S-1-2	S-1-3	S-1-4	S-1-5	S-1-6	S-2-1	S-2-2	S-2-3	S-2-4	S-2-5	S-2-6	S-3-1	S-3-2	S-3-3	S-3-4	S-3-5	S-3-6	S-4-1	S-4-2	S-4-3	S-4-4	S-4-5	S-4-6	S-5-1	S-5-2	S-5-3	S-5-4	S-5-5	S-5-6	S-6-1	S-6-2	S-6-3	S-6-4	S-6-5		
1	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	3	4	3	3	4	3	4	3	3	3	4	3	3	3	
2	4	2	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3	1	3	4	3	3	3	1	4	2	3	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	1	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	4	3	4	3	1	4	4	3	3	4	3	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	3	4	3	4
5	3	4	3	3	3	4	3	4	3	3	3	4	3	3	4	3	1	3	3	3	3	4	4	3	4	4	3	2	3	2	3	3	3	3	4	3	3

Σ	Max	%	Nilai
113	136	83,09	B
106	136	77,94	B
105	136	77,21	B
118	136	86,76	A
109	136	80,15	B

XII PD 3

No	S-1-1	S-1-2	S-1-3	S-1-4	S-1-5	S-1-6	S-2-1	S-2-2	S-2-3	S-2-4	S-2-5	S-2-6	S-3-1	S-3-2	S-3-3	S-3-4	S-3-5	S-3-6	S-4-1	S-4-2	S-4-3	S-4-4	S-4-5	S-4-6	S-5-1	S-5-2	S-5-3	S-5-4	S-5-5	S-5-6	S-6-1	S-6-2	S-6-3	S-6-4	S-6-5		
1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	
2	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	4	2	3	3
3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	4	2	3	3
4	3	3	4	3	4	3	4	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	4	3	4	4	3	4	3	3	3	4	4	3	4	3	4	4	4	4
5	3	3	4	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	

Σ	Max	%	Nilai
111	140	79,29	B
105	140	75	B
100	140	71,43	B
119	140	85	A
107	140	76,43	B

Jumlah siswa kelas	Bobot Skor																																					
	Pertanyaan 1			Pertanyaan 2			Pertanyaan 3			Pertanyaan 4			Pertanyaan 5																									
XII PD 1	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
XII PD 2	-	1	25	9	-	13	19	3	-	7	25	3	-	3	18	14	1	6	22	6	-	27	8	2	24	7	1	2	28	4	1	-	19	15	1	3	22	9
XII PD 3	-	-	29	6	-	3	29	3	-	6	28	1	-	-	21	14	-	1	31	3	-	29	6	-	3	29	3	-	6	28	1	-	14	-	1	31	3	

4. Menurut ibu, adakah kelebihan penerapan pendidikan lingkungan hidup berbasis teknologi? Jika ada, apa kelebihannya?

Ada, kelebihannya anak menjadi lebih tau aplikasi yang dibutuhkan pada waktu di lapangan, selain itu menjadi tau akan teknologi lain disamping teknologi tradisional.

5. Adakah kesulitan dalam penerapan pendidikan lingkungan hidup berbasis teknologi? Jika ada, apa kesulitannya?

Ada, kesulitan dalam pengamatan setelah praktikum di kelas dilaksanakannya yang membutuhkan beberapa kali pengamatan. Hasilnya tidak langsung dapat dilihat seperti pada pembuatan kompos.

6. Apakah ibu tertarik untuk menerapkan pendidikan lingkungan hidup berbasis teknologi pada materi lain?

Ya, karena siswa harus diberikan pelajaran/pemahaman mengenai pentingnya pendidikan lingkungan pada semua materi dengan ditepatan teknologi yg tepat.

LAMPIRAN 26.



Gb 1. Guru menjelaskan pembelajaran dengan penerapan pendidikan lingkungan berbasis teknologi



Gb 2. Siswa berdiskusi mengenai pemanfaatan teknologi sederhana dalam penanganan limbah



Gb 3. Siswa menghaluskan limbah kertas menjadi bubur kertas



Gb 4. Siswa mencetak bubur kertas menjadi lembaran kertas daur ulang



Gb 5. Guru menjelaskan langkah daur ulang kerta kepada siswa



Gb 6. Siswa menata lembaran kertas daur ulang



Gb 7. Siswa menjemur kertas hasil daur ulang



Gb 8. Siswa membuat kompos dari limbah organik



Gb 9. Simulasi pembuatan kompos dari limbah organik



Gb 10. Siswa bekerjasama dalam pembuatan kompos



Gb 11. Kompos buatan siswa setelah 2 minggu



Gb 12. Bungkusan kompos buatan siswa



UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG (UNNES)

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

Gedung D, Kampus Sekaran Gunungpati Semarang 50299 Telp. (024) 8508112

Telp. Dekan 8508005, Jur. Matematika 8508032 Biologi, 8508033 Fisika, 8508034 Kimia, 8508035

Nomor : 59 / H 37.1.4. 5 / PP / 2010

Semarang, 29 Januari 2010

Lampiran : -

Hal : **Usulan Pembimbing**

Yth. Dekan FMIPA
Universitas Negeri Semarang
di Semarang

Berdasarkan Keputusan Rektor IKIP Semarang Nomor : 73/1995, tentang Pedoman Penyusunan Skripsi Mahasiswa Program S1 pasal 7 mengenai Penentuan Pembimbing. dengan ini saya usulkan :

1. Nama : Dra. Sri Ngabekti, M.S
NIP : 19490809 197603 1002
Jabatan : Lektor Kepala
M.K. Pokok : Ekologi Hewan
2. Nama : Dr. Siti Harnina Bintari, M.S
NIP : 19600814 198710 2001
Jabatan : Lektor Kepala
M.K. Pokok : Mikrobiologi

sebagai pembimbing penyusunan skripsi / tugas akhir mahasiswa :

Nama : Wartono
NIM : 4401406065
Jurusan : Biologi
Program Studi : Pendidikan Biologi / S1
Tema/judul : Efektivitas Penerapan Pendidikan Lingkungan Hidup Berbasis Teknologi di SMK Grafika Semarang

Ketua Jurusan Biologi

Dr. Aditya Marianti, M.Si.
NTP. 196712171993032001

CATATAN:

1. Jabatan diisi dengan Jabatan Fungsional/Akademik
2. Tembusan usulan diperuntukkan Pembimbing, dan
3. Mahasiswa yg bersangkutan

SURAT PENETAPAN

Nomor : **793** / H.37.1.4 / PP / 2010

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang menetapkan :

1. Dra. Sri Ngabekti, M.S
2. Dr. Siti Harnina Bintari, M.S

(Pembimbing Utama)
(Pembimbing Pembantu)

Sebagai pembimbing skripsi :
Sdr : Wartono 4401406065

Tembusan :

1. Pembantu Dekan Bidang Akademik
2. Ketua Jurusan Biologi
3. Dosen Pembimbing
4. Yang bersangkutan



Semarang,
Dekan,
Dr. Kasnadi Imam S., M.S.
NIP. 2511115 197003 1001

03 FEB 2010



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

Gedung D. Kampus Sekaran Gunungpati Kode Pos 50229, Telpon (024) 8508212
Telp. Dekan 8508005, Jur. Matematika 8508032, mJur. Fisika 8508034, Jur. Kimia 8508035, Jur. Biologi 8508033

Nomor : 203 / H37.1.4.../PP/2010
Lampiran :
Hal : *Permohonan Ijin Observasi*

Yth. Kepala Sekolah

SMK GRAFIKA SEMARANG

di Semarang

Kami beritahukan dengan hormat, bahwa mahasiswa Biologi FMIPA Universitas Negeri Semarang tersebut di bawah ini:

Nama : Wartono
NIM : 4401406065
Semester / Jenjang : Tujuh (VII)/S1
Jurusan : Biologi
Program Studi : Pendidikan Biologi

dalam rangka penyusunan skripsi yang berjudul: "Efektifitas Penerapan Pendidikan Lingkungan Hidup Berbasis Teknologi di SMK Grafika Semarang"

bermaksud akan mengadakan observasi pada:

tempat : SMK Grafika Semarang
waktu : Bulan Januari – selesai

Berkenaan dengan hal tersebut, kami mohon dapat diberikan ijin observasi kepada mahasiswa yang bersangkutan pada tempat dan jadwal waktu tersebut di atas.

Demikian, atas perhatian dan kerjasama yang diberikan, kami ucapkan terimakasih.



Semarang, 8 Januari 2010
Dekan
Dr. Kasmadi Imam S., M.S
FNIP: 495111151979031001

Tembusan:

1. Ketua Jurusan Biologi FMIPA UNNES
2. Dosen Pengampu
FMIPA UNNES



PEMERINTAH KOTA SEMARANG
DINAS PENDIDIKAN

Jl. Dr. Wahidin 118 Semarang Telp. 8412180, Fax. 8317752, Kode Pos 50234

SURAT IZIN KEPALA DINAS PENDIDIKAN KOTA SEMARANG

Nomor : 070 / 2908

TENTANG IJIN PENELITIAN

Dasar : Surat dari a.n Dekan Fak. MIPA UNNES.
No. 6024/H37.1.4/PP/2010, Tanggal. 12 Mei 2010.

Perihal : Ijin Penelitian

Berdasarkan hal tersebut di atas, Kepala Dinas Pendidikan Kota Semarang mengijinkan Mahasiswa sebagai berikut :

NAMA : **Wartono**
NIM : 4401406065
Pro. Studi : Pend. Biologi / S1
Judul : "**Efektivitas Penerapan Pendidikan Lingkungan Berbasis Teknologi pada Materi Penanganan Limbah di SMK Negeri 11 Semarang**".

Untuk Melaksanankan penelitian di **SMK Negeri 11 Semarang**.

Dengan memperhatikan hal-hal sebagai berikut:

1. Penelitian tidak mengganggu proses kegiatan pada institusi tempat dan penelitian.
2. Mentaati peraturan dan ketentuan yang berlaku di tempat penelitian.
3. Hasil penelitian tidak dipublikasikan untuk mencari keuntungan/kepentingan lain.
4. Menyampaikan laporan kepada Kepala Dinas Pendidikan Kota Semarang segera setelah selesai pelaksanaan kegiatan tersebut.
5. Penelitian dilaksanakan sejak dikeluarkannya Surat Ijin dari Kepala Dinas Pendidikan Kota Semarang sampai selesai.

Semarang, 20 Mei 2010

An. Kepala Dinas Pendidikan
Kota Semarang
Kepala Bidang Monbang


 Dr. Ir. Nana Storada DM, SE, MM
 Pembina
 NIP. 19640309 199003 1 010

Tembusan Yth.

1. Walikota Semarang (sebagai laporan)
2. Kepala Sekolah ybs