

PRO-LINGKUNGAN DAN SAINS: MEMANFAATKAN LIMBAH COMPACT FLUORESCENT LAMP (CFL)

Eko Yuliyanto

Pendidikan Kimia, Universitas Muhammadiyah Semarang

ekoyuliyanto@unimua.ac.id

Abstrak

Pendidikan sains di Indonesia telah menekankan pada pembelajaran berbasis proses, akan tetapi hal ini belum maksimal. Upaya yang telah ditempuh untuk menjadikan generasi muda Indonesia berliterasi sains dan berkarakter sains telah diusahakan. Generasi berliterasi, bermakna bahwa peserta didik harus melek dengan sains dan pemanfaatan sains dalam kehidupan. Menurut UNESCO ada empat pilar sebagai landasan pendidikan yaitu *learning to do, learning to be, learning to know* dan *learning to live together*. Langkah untuk menerapkan empat pilar UNESCO pada pembelajaran sains dapat memanfaatkan kasus permasalahan yang ada dalam kehidupan sehari-hari sebagai bahan pembelajaran. Pemanfaatan permasalahan dalam kehidupan sehari-hari dapat dikemas dalam suatu pendekatan pembelajaran *Science, Environment, Technology, and Society (SETS)*. Permasalahan yang ada saat ini yaitu limbah Compact Fluorescent Lamp (CFL) yang belum dimanfaatkan dan mencemari lingkungan. Limbah ini dapat diolah menjadi suatu barang yang lebih bernilai, hal ini dilakukan dengan cara melibatkan peserta didik pada proses pengolahannya. Proses pengolahan limbah ini juga dapat menambah wawasan dan pengalaman serta penerapan teori-teori pelajaran sains. Pengalaman praktikum yang didapat oleh peserta didik yaitu mengelola limbah lampu, mengidentifikasi komponen-komponen elektronika, mengukur arus, mengukur tegangan, mengukur hambatan, mengidentifikasi tabung lampu, mengenali gas pada CFL, cara mengamankan gas pada CFL dan mengkreasi lampu serta telah melakukan kegiatan pro-lingkungan. Adanya inovasi pemanfaatan limbah CFL pembelajaran sains akan menjadi lebih bermakna dan peserta didik memiliki literasi sains dan tanggap terhadap perkembangan teknologi.

Kata Kunci: sains, limbah, ballast, CFL, dan SETS

Latar Belakang

Kemajuan IPTEK yang amat pesat saat ini sangat mempengaruhi perkembangan pendidikan IPA, terutama di negara Indonesia. Selain itu perkembangan IPTEKS berdampak pada beberapa aspek social dan lingkungan. Salah satunya adalah limbah yang bertambah banyak. Limbah ini nantinya juga akan berdampak negative terhadap kehidupan manusia. Keterkaitan sains, teknologi, masyarakat dan lingkungan makin lama semakin terasa, oleh karena itu saat ini perlu digalakkan suatu pendekatan pembelajaran sains dengan pendekatan SETS (*Science, Environment, Technology, and Society*). Adanya pembelajaran yang terintegrasi antara sains, teknologi, masyarakat dan lingkungan dapat membawa pembelajaran lebih bermakna.

Pendekatan SETS adalah pendekatan pembelajaran yang sekurang-kurangnya dapat

membuka wawasan peserta didik untuk memahami hakikat pembelajaran sains, lingkungan, teknologi dan masyarakat secara utuh. Hal ini ditujukan untuk membantu peserta didik mengetahui sains, perkembangannya dan bagaimana perkembangan sains dapat mempengaruhi lingkungan, teknologi dan masyarakat secara timbal balik (Ani Rosiyanti, 2005:2). Pembelajaran dengan pendekatan SETS, akan berdampak positif terhadap proses dan hasil pembelajaran, hal ini karena adanya keseimbangan teoritis dan praktis.

Pendekatan SETS didorong oleh adanya rasa ingin tahu untuk mempelajari sains melalui isu-isu sosial di masyarakat yang berkaitan dengan IPTEK yang dirasa lebih dekat, lebih nyata dan lebih mempunyai makna bila dibandingkan dengan pendekatan yang lain (Sumaji, 1998:33). Perkembangan teknologi yang semakin pesat telah menuntut masyarakat

untuk mengikuti perkembangannya, selain itu juga dampak-dampaknya baik positif maupun negatif. Salah satu hasil teknologi yang sudah mutakhir salah satunya adalah penemuan listrik. Upaya penghematan energi listrik saat ini sangatlah diperlukan agar efek *Global Warming* tidak memperburuk kondisi bumi. Berdasarkan data dari *International Energy Agency World Resource Institute*, pencahayaan dari lampu memberikan kontribusi 19% dari penggunaan energi dunia. Karena itu, dengan menggunakan lampu-lampu hemat energi, akan didapatkan potensi penghematan yang luar biasa besar. Tentunya, hal ini sejalan dengan program pencegahan pemanasan global. Hal ini berarti penggunaan lampu hemat energi (LHE) & Ballast Elektronik sangatlah tepat, dalam hal penghematan energi yang dapat menguntungkan PLN maupun pelanggan.

Lampu hemat energi yang saat ini banyak digunakan adalah lampu Fluorescent misalnya CFL (*Compact Fluorescent Lamp*) dan TL (*Tanning Lamp*). Lampu *fluorescent* merupakan jenis lampu yang cukup efisien dalam mengubah energi listrik menjadi energi cahaya, terutama jika dibandingkan dengan lampu pijar. Lampu *fluorescent* telah digunakan secara luas baik di dalam industri maupun digunakan oleh rumah tangga.

Lampu CFL dengan ballast elektronik bekerjanya tidak lagi menggunakan gulungan (kumparan) kawat pada suatu inti besi, tetapi telah diganti dengan sistem rangkaian elektronik sehingga besarnya rugi-rugi pada inti besi, pada kumparan menjadi tidak ada lagi, dan hanya sedikit rugi saja karena rangkaian atau sirkuit. Inilah yang paling menguntungkan dalam penghematan energi listrik yang diserapnya. Harga lampu jenis ini di pasaran cukup mahal. Oleh karena itu sangat sayang apabila lampu ini telah rusak dibuang begitu saja. Entah rusaknya karena terbakar salah satu komponen atau tabungnya yang rusak. Jika komponen atau rangkaian elektronika ballast dari lampu CFL masih baik dapat dimanfaatkan pada lampu TL standar, yaitu sebagai pengganti box trafo dan

stater lampu TL. Selain itu juga dapat direparasi dengan cara mengganti komponen-komponennya. Adanya permasalahan penghematan energi listrik, limbah *Compact Fluorescent Lamp (CFL)* yang belum dimanfaatkan, hal ini disebabkan lampu yang mati hanya dibuang begitu saja. Oleh karena itu diperlukan penelitian pemanfaatan limbah lampu CFL dan dimanfaatkan dalam pembelajaran sains dengan berbasis sains berbasis *Science, Environment, Technology, and Society (SETS)*.

Pembahasan

Pendidikan sains di Indonesia telah menekankan pada pendidikan berbasis proses, akan tetapi hal ini belum maksimal. Ada banyak pendidik sains yang telah berusaha untuk membelajarkan peserta didik dengan baik, akan tetapi dikarenakan banyak faktor yang mempengaruhi maka hasilnya belum optimal. Upaya yang telah ditempuh untuk menjadikan generasi muda Indonesia berliterasi sains dan berkarakter sains telah diusahakan. Salah satunya adanya penerapan pendekatan SETS (*science, environment, technology, and society*) dalam proses pembelajaran. Generasi berliterasi, bermakna bahwa peserta didik harus melek dengan sains dan pemanfaatan sains dalam kehidupan.

Menurut UNESCO ada empat pilar sebagai landasan pendidikan yaitu *learning to do, learning to be, learning to know* dan *learning to live together*. Pada proses pembelajaran tidak seharusnya pendidik memposisikan peserta didik sebagai pendengar saja laksana botol kosong yang diisi dengan ilmu pengetahuan. Peserta didik selayaknya diberdayakan agar mau dan mampu berbuat untuk memperkaya pengalaman belajarnya (*learning to do*) dengan meningkatkan interaksi dengan lingkungannya baik lingkungan fisik, sosial, maupun budaya sehingga mampu membangun pemahaman tentang dunia disekitarnya (*learning to know*). Hasil interaksi dengan lingkungannya itu dapat membangun kepercayaan dirinya (*learning to be*), sedangkan kesempatan untuk berinteraksi

dengan berbagai individu dan kelompok yang bervariasi (*learning to live together*) akan membentuk kepribadiannya untuk memahami kemajemukan dan kehidupan yang saling ketergantungan yang dapat melahirkan sikap-sikap positif, tanggap terhadap lingkungan.

IPA (sains) merupakan suatu kumpulan pengetahuan yang tersusun secara sistematis, dan dalam penggunaannya secara umum terbatas pada gejala-gejala alam. Perkembangan IPA selanjutnya tidak hanya ditandai oleh adanya kumpulan fakta-fakta saja, tetapi juga ditandai oleh munculnya “metode ilmiah” (*scientific methods*) dan “sikap ilmiah” (*scientific attitudes*). IPA didefinisikan sebagai suatu rangkaian konsep yang saling berkaitan dengan bagan-bagan konsep yang telah berkembang sebagai suatu hasil eksperimen dan observasi, dan bermanfaat untuk eksperimentasi dan observasi lebih lanjut (Budi Jatmiko, 2004).

Merujuk pada pengertian IPA, maka hakikat IPA meliputi empat unsur, yaitu: (1) sikap: rasa ingin tahu tentang benda, fenomena alam, makhluk hidup, serta hubungan sebab akibat yang menimbulkan masalah baru yang dapat dipecahkan melalui prosedur yang benar; sains bersifat *open ended*; (2) proses: prosedur pemecahan masalah melalui metode ilmiah; metode ilmiah meliputi penyusunan hipotesis, perancangan eksperimen atau percobaan, evaluasi, pengukuran, dan penarikan kesimpulan; (3) produk: berupa fakta, prinsip, teori, dan hukum; (4) aplikasi: penerapan metode ilmiah dan konsep IPA dalam kehidupan sehari-hari.

Panduan dan penjelasan tentang hakikat sains sudah banyak terpublikasi di berbagai tempat di Indonesia. Akan tetapi, hal ini belum terlaksana dengan baik, mengingat Indonesia merupakan suatu negara muda dan terdiri banyak pulau serta sangat beraneka ragam. Berdasarkan hasil survai juga telah dilakukan oleh TIMMS terhadap pencapaian sains anak kelas 4 (9 tahun saat di tes) dan kelas 8 (13 tahun saat di tes) dengan ruang lingkup domain konten dan domain kognitif, untuk domain konten dibedakan: level kelas 4

mencakup *Life science*, *Physical science*, dan *Earth science*. Untuk level kelas 8 mendapat tambahan Kimia (*Chemistry*) dan pengetahuan lingkungan *Environmental science*). Domain kognitif mencakup pengetahuan tentang fakta (*factual knowledge*), pemahaman konsep (*conceptual understanding*), serta penalaran dan analisis (*reasoning & analysis*). Survai untuk TIMMS menunjukkan bahwa dari 38 negara yang berpartisipasi pada tahun 1999 dan dari 46 negara yang berpartisipasi pada tahun 2003, masing-masing anak Indonesia menempati peringkat 32 dan 37. Skor rata-rata perolehan anak Indonesia untuk IPA mencapai 420,221, skor ini tergolong ke dalam kategori *low benchmark* artinya siswa baru mengenal beberapa konsep mendasar dalam Fisika dan Biologi (Nuryani, 2006).

Pembelajaran sains hendaknya menyeimbangkan antara pemahaman konsep dan praktis. Hal ini supaya pembelajaran sains lebih bermakna dan tentunya akan membantu meningkatkan kreativitas peserta didik. Adanya kegiatan praktikum, peserta didik membayangkan bahwa dirinya berkelakuan sebagai ilmuwan. Adanya pengembangan budaya untuk bertanya maka akan membudayakan peserta didik untuk kreatif bertanya, dan pada tahap selanjutnya dapat mengembangkan hasil pertanyaan-pertanyaannya. Hasil kreatifitasnya tersebut dapat memunculkan inovasi-inovasi baru.

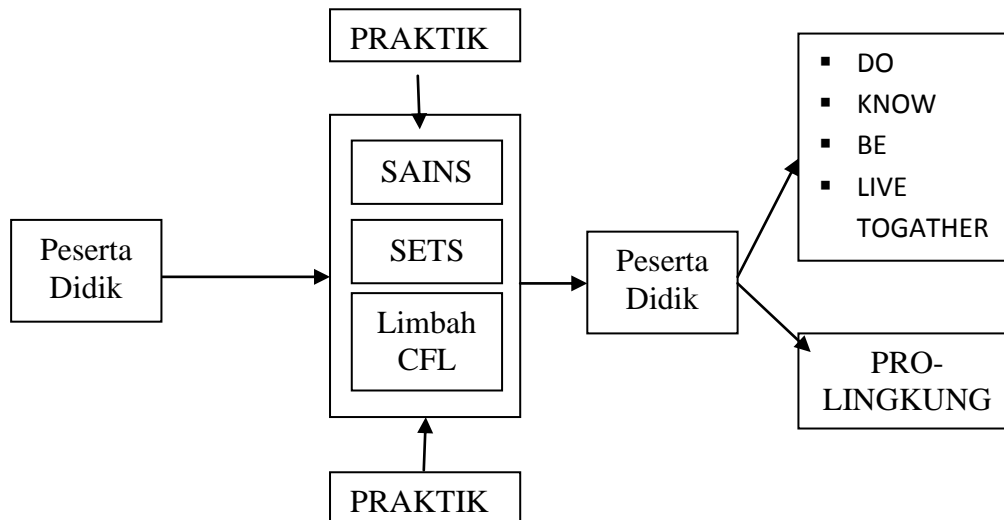
Adanya berbagai permasalahan yang timbul di era saat ini, terutama yang ada dilingkungan sekitar dapat dijadikan sebagai bahan pembelajaran atau bahan penelitian bagi peserta didik untuk mempraktikkan teori-teori yang sudah pernah didapatkan saat belajar sains. Salah satu permasalahan yang ada yaitu limbah *Compact Fluorescent Lamp (CFL)* dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembelajaran. Masalah ini mencakup bagaimana cara memanfaatkan limbah tersebut supaya tidak mencemari lingkungan, dan bagaimana membuat lampu hemat energi yang ekonomis. Berikut ini langkah yang dapat dilakukan untuk mengelola limbah *Compact*

Fluorescent Lamp (CFL) untuk dijadikan lampu hemat energi yang ekonomis.

Tabel 1. Kompetensi yang diperoleh setelah memanfaatkan Limbah lampu CFL

Fisika	Kimia	Biologi
Mengenal listrik	Mengetahui gas pada tabung Lampu CFL	Mengetahui dampak limbah CFL bagi lingkungan
Mengetahui arti satuan daya "watt"	Mengetahui bahan logam yang digunakan pada komponen CFL	Mengurangi limbah Anorganik berupa kaca dan logam
Dapat membedakan susunan seri dan paralel	Dapat mengamankan gas pada CFL	Telah melakukan tindakan Pro-Lingkungan
Dapat mengukur arus dan tegangan	Mengetahui bahaya limbah kimia lampu CFL	
Mengenal komponen lampu CFL (diode, kapasitor, kumparan, transistor, dan ballast)	Melakukan "Reuse"	
Dapat merangkai rangkaian lampu CFL	Penghematan energi	

Kompetensi-kompetensi tersebut dapat diperoleh dengan diadakannya kegiatan praktikum pemanfaatan limbah lampu CFL di sekolah. Kegiatan ini tentu dipandu oleh guru.



Gambar 1. Model Pembelajaran Sains berbasis SETS dengan Bahan Limbah CFL

Prosedur pelaksanaan penggunaan limbah lampu CFL yaitu dilakukan sebagai berikut:

1. Pengumpulan Lampu CFL bekas dan Persiapan Instrument dan bahan

- a. Bahan penelitian yaitu terdiri dari lampu CFL bekas berbagai merk dan daya, lampu TL standar berdaya 10 watt dan 20 watt merk Philips, tenol , Selotip
- b. Alat penelitian yaitu terdiri dari multimeter digital, luxmeter digital, termometer, kabel, trafo ballast standar, stater lampu TL, solder, kaber penjepit buaya, kayu,gunting, gergaji besi, tang potong, dan obeng.

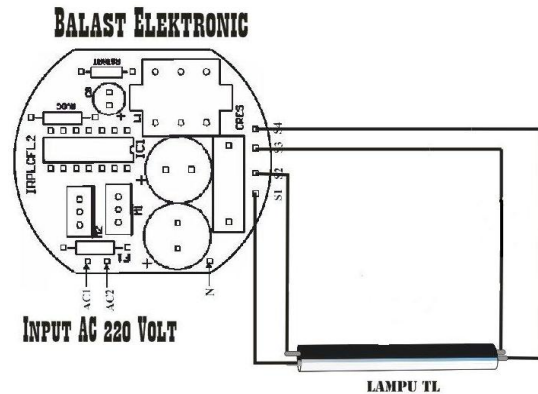
2. Identifikasi Kerusakan CFL

Identifikasi kerusakan lampu CFL bekas yang telah mati dilakukan: mengamati kondisi fisik lampu misalnya warna tabung, mengamati komponen balast elektronik,dalam kondisi baik atau rusak (misalnya ada tidaknya komponen yang terbakar). Jika balast elektronik dalam kondisi baik maka kemungkinan ballast dapat dimanfaatkan, menguji rangkaian balast elektronik dengan cara menghubungkan dengan sumber listrik AC 220 volt kemudian mengukur ada tidaknya tegangan keluaran dengan multimeter. Jika ada tegangan yang terdeteksi oleh multimeter maka dapat dinyatakan bahwa ballast tersebut masih dalam kondisi normal.

3. Merangkai Ballast Elektronik dari CFL Bekas dengan tabung lampu TL standar.

Ballast elektronik (BE) terdiri dari empat ujung output dan dua ujung input serta komponen-komponen yang terangkai dalam PCB. Keempat ujung output BE dihubungkan dengan ke empat ujung lampu TL. Pemasangan dapat dilakukan terbalik. Setelah dihubungkan, lampu dikemas dalam tempat yang aman agar tidak terjadi konsleting ,kemudian dihubungkan dengan tegangan input 220 V

AC. Skema rangkaian dapat dilihat seperti Gambar 1.



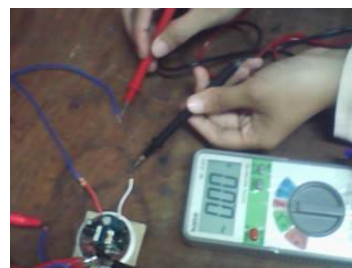
Gambar 1. Skema Rangkaian BE dan TL

4. Mengukur Daya Input Dan Output Lampu Hasil Rangkaian

- a. Mengukur daya input
 - 1) Mengukur tegangan input dengan multimeter digital. Memutar selector multimeter pada pengukur tegangan AC pada ujung input.
 - 2) Mengukur arus input dengan multimeter digital . Memutar selector multimeter pada pengukur arus AC pada ujung input.



Gambar 2. Mengukur tegangan input



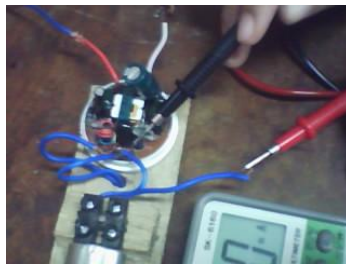
Gambar3. Mengukur arus input

b. Mengukur daya output

- 1) Mengukur tegangan output dengan multimeter digital. Memutar selector multimeter pada pengukur tegangan AC (multimeter dirangkai parallel dengan BE).
- 2) Mengukur arus output dengan multimeter digital yaitu memutar selector multimeter pada pengukur arus (multimeter dirangkai seri dengan BE).



Gambar 4. Mengukur tegangan output



Gambar 5. Mengukur arus output

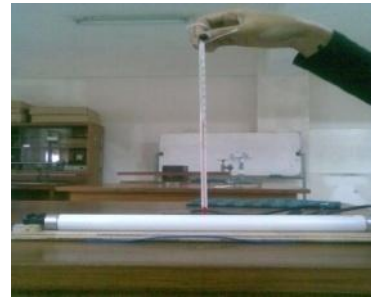
- 3) Mencatat hasil pengukuran dalam tabel pengamatan.
5. Mengukur kuat penerangan lampu

Menghubungkan rangkaian lampu dengan sumber listrik AC 220 Volt, mengukur intensitas cahaya lampu TL dengan menggunakan luxmeter pada jarak 10 cm dari lampu TL, mencatat hasil pengukuran kedalam tabel pengamatan.
6. Mengukur suhu lampu TL

Menyiapkan termometer dengan skala 100 °C, menyalakan lampu TL selama 10 menit, mengukur suhu lampu TL dengan termometer pada bagian tengah permukaan lampu TL.



Gambar 6. Mengukur kuat penerangan



Gambar 7. Mengukur suhu lampu

7. Pemasangan lampu.

BE dan lampu TL tersebut dapat dipasang pada kayu atau pipa yang dibelah dua dengan pemasangan seperti Gambar 8. Untuk menghindari BE dari gangguan luar, BE bekas tersebut dapat ditutup dengan bahan yang tahan panas seperti bekas dari pelindung BE pada CFL itu sendiri, pipa atau dengan bahan lain yang anti panas. Karakteristik BE tidak begitu menghasilkan panas karena daya inputnya lebih banyak dikonversi ke cahaya.



Gambar 8. Hasil rangkaian BE dan TL

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ballast elektronik dari lampu *Compact Fluorescent Lamp (CFL)* bekas dapat dimanfaatkan untuk lampu TL. Lampu TL dengan Ballast elektronik mampu menghasilkan cahaya output per watt daya yang digunakan lebih tinggi dari pada lampu TL standar. Lampu TL dengan Ballast elektronik dari CFL bekas

mampu menghasilkan cahaya output per watt daya lebih tinggi dari pada lampu TL standar dengan ballast konvensional. Hal ini menunjukkan bahwa lampu TL dengan ballast elektronik dari *Compact Fluorescent Lamp (CFL)* bekas lebih efisien daripada lampu TL standar.

Adanya hasil penelitian ini mengindikasikan inovasi ini dapat digunakan sebagai salah satu bahan pembelajaran dengan menggunakan pendekatan SETS. Peserta didik dapat melakukan praktik sendiri memanfaatkan limbah *Compact Fluorescent Lamp (CFL)* untuk digunakan untuk membuat lampu hemat energi. Praktikum yang dilakukan peserta didik berbeda dengan yang dilakukan seperti biasanya. Hal ini dikarenakan bahan dan materi yang digunakan lebih kontekstual. Peserta didik diarahkan mengelola limbah lampu, mengidentifikasi komponen-komponen elektronika, mengukur arus, mengukur tegangan, mengukur hambatan dan mengkreasi lampu sehingga dapat digunakan kembali.

Kesimpulan

Pembelajaran sains dapat memanfaatkan kasus permasalahan yang ada dalam kehidupan sehari-hari sebagai bahan pembelajaran. Pemanfaatan permasalahan dalam kehidupan sehari-hari dapat dikemas dalam suatu pendekatan pembelajaran *Science, Environment, Technology, and Society (SETS)*. Permasalahan yang ada saat ini yaitu limbah *Compact Fluorescent Lamp (CFL)* yang belum dimanfaatkan dan mencemari lingkungan. Limbah ini dapat diolah menjadi suatu barang yang lebih bernilai, hal ini dilakukan dengan cara melibatkan peserta didik pada proses pengolahannya. Proses pengolahan limbah ini juga dapat menambah wawasan dan pengalaman serta penerapan teori-teori pelajaran sains. Adanya inovasi pemanfaatan limbah *Compact Fluorescent Lamp (CFL)* pembelajaran sains akan menjadi lebih bermakna dan peserta didik memiliki literasi

sains dan tanggap terhadap perkembangan teknologi.

Daftar Pustaka

- Ani Rosiyanti. (2005). Komparasi hasil belajar kimia materi pokok sistem periodik dan struktur atom antara peserta didik yang diberi pembelajaran dengan pendekatan SETS (*Science, Environment, Technology, and Society*) dan pendekatan *Nonsets* pada peserta didik kelas X semester 1 SMA Negeri 1 Kendal tahun Ajaran 2005/2006. *Skripsi*. Semarang: UNNES diakses melalui <http://digilib.unnes.ac.id/gsd/collect/skripsi.1/import/1595.pdf>
- Budi Jatmiko. (2007). *Kurikulum IPA masa depan*. Tidak dipublikasikan. Departemen Pendidikan Nasional Universitas Negeri Surabaya Dasin
- Budimansyah. (2002). Model pembelajaran dan penilaian. Bandung: Genesindo
- Eko Yuliyanto, Fitri Yulianti, dan Eva Andriyani. (2008). Pemanfaatan Ballast Elektronik Dari *Compact Fluorescent Lamp (CFL)* Bekas pada *Tanning Lamp (TL)* Standar Sebagai Alternatif Pembuatan Lampu TL Hemat Energi dan Ekonomis. Tidak dipublikasikan. Yogyakarta.
- Nuryani Y. Rustaman. (2006). Pencapaian Sains Siswa Indonesia pada TIMMS. *Seminar Sehari Hasil Studi Internasional Prestasi Siswa Indonesia dalam Bidang Matematika, Sains, dan Membaca*. Jakarta: Puspendik Depdiknas.
- Sumaji, et al. (1998). *Pendidikan sains yang humanistik*. Yogyakarta: Kanisius