

# ANALYSIS OF CO<sub>2</sub> EMISSIONS FROM FOSSIL FUEL USE IN PEKANBARU CITY FOR DEVELOP MODULE CONCEPT OF ENVIRONMENTAL ISSUES IN ENVIRONMENTAL EDUCATION COURSE

Syafrizal Ulum, Sri Wulandari<sup>2</sup>, Suwondo<sup>3</sup>

\*e-mail: syafrizal.lum@gmail.com, +6282387240343, wulandari\_sri67@yahoo.co.id,  
wondo\_su@yahoo.co.id

Study Program of Biology Education, Faculty of Teacher Training and Education  
University of Riau

**Abstract:** This study was conducted to determine the level of CO<sub>2</sub> emissions from fossil fuel use in Pekanbaru city and develop module concept of environmental issues in the subject of environmental education. The study was conducted in November 2012 to May 2016. The method used in this study is a documentation method to collect data on the various agencies related to research, whereas the module development is done using ADDIE models at *analysis*, *design*, and *development*. Parameters used include emission sources and CO<sub>2</sub> emission levels, vegetation trees in the green belt, as well as climatic conditions. Sources of emissions come from the use of fuel oil (BBM), electricity and LPG (*Liquid Petroleum Gas*). The highest emission levels derived from fuel, which reached 192.636 Gg CO<sub>2</sub>. Tree vegetation in the Green Line Pekanbaru City has 49 species and 11 588 individuals and that most are *Swietenia macrophylla* with absorptive capacity of 295.73 kg CO<sub>2</sub> / tree / year. Climatic conditions in Pekanbaru city is Fluctuating. The observed climate parameters such as temperature, humidity and rainfall results can be developed into a module by showing a very valid category (4.2) and the test results are limited by learners show very good category (90.6).

**Keywords:** *CO<sub>2</sub> Emissions, Fossil Fuels, green line of vegetation, climate, module*

# ANALISIS TINGKAT EMISI CO<sub>2</sub> DARI PENGGUNAAN BAHAN BAKAR FOSIL DI KOTA PEKANBARU UNTUK PENGEMBANGAN MODUL KONSEP ISU LINGKUNGAN PADA MATA KULIAH PENDIDIKAN LINGKUNGAN

Syafrizal Ulum, Sri Wulandari<sup>2</sup>, Suwondo<sup>3</sup>

\*e-mail: syafrizal.lum@gmail.com, +6282387240343, wulandari\_sri67@yahoo.co.id, wondo\_su@yahoo.co.id

Program Studi Pendidikan Biologi Jurusan PMIPA FKIP  
Universitas Riau

**Abstrak:** Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat emisi CO<sub>2</sub> dari penggunaan bahan bakar fosil di Kota Pekanbaru serta mengembangkan modul konsep isu lingkungan pada mata kuliah pendidikan lingkungan. Penelitian dilakukan pada bulan November 2012 hingga Mei 2016. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode dokumentasi dengan melakukan pendataan pada berbagai instansi yang berhubungan dengan penelitian, sedangkan pengembangan modul dilakukan dengan menggunakan model ADDIE pada tahap *analysis*, *design*, dan *development*. Parameter yang digunakan meliputi sumber emisi dan tingkat emisi CO<sub>2</sub>, vegetasi pohon di jalur hijau, serta kondisi iklim. Sumber emisi berasal dari penggunaan Bahan Bakar Minyak (BBM), Listrik, dan LPG. Tingkat emisi yang paling tinggi berasal dari BBM yang mencapai 192.636 Gg CO<sub>2</sub>. Vegetasi pohon di Jalur Hijau Kota Pekanbaru memiliki 49 jenis dan 11.588 individu dan yang terbanyak adalah *Swietenia macrophylla* dengan daya serap sebesar 295,73 kg CO<sub>2</sub>/pohon/tahun. Kondisi iklim di Kota Pekanbaru mengalami fluktuasi. Parameter iklim yang diamati yaitu suhu, kelembaban dan curah hujan. Hasil penelitian dapat dikembangkan menjadi modul dengan menunjukkan kategori sangat valid (4,2) dan hasil uji coba terbatas oleh peserta didik menunjukkan kategori sangat baik (90,6).

**Kata kunci:** Emisi CO<sub>2</sub>, Bahan Bakar Fosil, vegetasi jalur hijau, iklim.

## PENDAHULUAN

Kota Pekanbaru sebagai Ibukota Provinsi Riau telah mengalami perkembangan pesat pada berbagai bidang yang ditandai dengan munculnya pemukiman-pemukiman baru, pusat-pusat perbelanjaan, sarana transportasi, dan berbagai infrastruktur penunjang lainnya. Beberapa dari sarana dan infrastruktur tersebut menggunakan bahan bakar fosil sebagai sumber energi seperti Bahan Bakar minyak (BBM), LPG (liquid petroleum Gas), dan tenaga listrik. Apabila penggunaan bahan bakar fosil ini tidak dikendalikan dengan benar dikhawatirkan membawa dampak bagi lingkungan, Menurut Karyono (2008) aktivitas manusia yang menggunakan pembakaran bahan bakar minyak secara kontinyu dalam jumlah yang besar akan menghasilkan polutan CO<sub>2</sub> yang diduga keras menyebabkan terjadinya pemanasan global (*global warming*).

Tingginya pemakaian bahan bakar fosil tidak terlepas dari pengaruh pertumbuhan penduduk di Kota Pekanbaru. Pertumbuhan penduduk Kota Pekanbaru meningkat setiap tahunnya. Pada tahun 2012 tercatat jumlah penduduk Kota Pekanbaru sebanyak 964.558 jiwa, pada tahun 2013 tercatat jumlah penduduk 999.031 jiwa, dan pada tahun 2014 jumlah penduduk Kota Pekanbaru 1.011.467 jiwa (Badan Pusat Statistik, 2015). Peningkatan ini menyebabkan kebutuhan bahan bakar fosil pada sarana maupun infrastruktur meningkat. Hal ini menyebabkan emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan semakin tinggi.

Berdasarkan data *Indonesia Environment & Energy Center* (IEC) (2015), diketahui bahwa ambang batas emisi karbon di atmosfer ialah 350 ppm. Sementara itu, data dari Kementerian Lingkungan Hidup dalam Badan Lingkungan Hidup Kota Pekanbaru (2014), menyatakan bahwa konsentrasi CO<sub>2</sub> di atmosfer saat ini ialah sekitar 383 ppm atau sekitar 0.0383% volume atmosfer. Tingkat emisi yang tinggi menjadi penyebab munculnya berbagai macam isu lingkungan, khususnya di kota Pekanbaru. Salah satu isu lingkungan yang paling banyak menjadi bahan perbincangan ialah masalah perubahan iklim. Perubahan iklim merupakan perubahan yang terjadi pada sistem iklim global akibat langsung atau tidak langsung dari aktivitas manusia yang merubah komposisi atmosfer secara global. . Data dari Pusat Informasi Perubahan Iklim Provinsi Riau (2010) dan Adnan *et al* (2012) menunjukkan bahwa suhu udara dan curah hujan dari tahun 1996 – 2011 berfluktuasi. Data BMKG (2014) menunjukkan bahwa rata-rata suhu harian di Kota Pekanbaru adalah 35,2<sup>0</sup>C dan curah hujan bulanan diprediksikan meningkat mulai dari 190,0 mm sampai dengan 215,0 mm diakibatkan jumlah hari hujan yang bertambah pendek dalam setahun.

Permasalahan meningkatnya emisi CO<sub>2</sub> di atmosfer sebagai penyebab perubahan iklim juga merupakan salah satu permasalahan yang dikaji dalam mata kuliah pendidikan lingkungan di Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Riau. Pada mata kuliah pendidikan lingkungan terdapat pembahasan mengenai isu lingkungan yang di dalamnya terdapat pembahasan mengenai perubahan iklim sehingga hasil-hasil penelitian tentang dampak emisi CO<sub>2</sub> terhadap perubahan iklim di bumi dapat menjadi sumber belajar yang relevan pada mata kuliah tersebut. Menurut dosen pengampu mata kuliah pendidikan lingkungan, mata kuliah tersebut masih belum memiliki bahan ajar yang membahas isu lingkungan secara lokal sehingga perlu dilakukan pengembangan bahan ajar untuk mata kuliah tersebut. Salah satu bahan ajar yang dapat di gunakan ialah modul, Menurut Yustina (2010) modul yang digunakan pada perkuliahan di Universitas ialah modul akademik. Modul akademis yang dikembangkan berisikan fenomena isu lingkungan yang terjadi disekitar lingkungan peserta didik, khususnya

tentang emisi CO<sub>2</sub> dari bahan bakar fosil di Kota Pekanbaru, sehingga peserta didik dapat berpikir kritis untuk dapat memecahkannya permasalahan lingkungan yang dibahas.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini dilaksanakan di Kota Pekanbaru pada bulan Oktober 2015 hingga Mei 2016. Data yang di kumpulkan merupakan data sekunder yang didapat dengan menggunakan metode dokumentasi pada beberapa instansi yakni, Badan Pusat Statistik (BPS), Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG), dan Pertamina Cabang Pemasaran Pekanbaru. Data yang di perlukan dalam penelitian ini adalah data jumlah penduduk Kota Pekanbaru, data Kondisi Iklim Kota Pekanbaru, data Konsumsi BBM, LPG dan Listrik Kota Pekanbaru. serta jenis vegetasi pohon di jalur hijau Kota Pekanbaru. Parameter penelitian meliputi karakteristik sumber emisi CO<sub>2</sub>, Tingkat Emisi CO<sub>2</sub> Kota Pekanbaru, Kondisi parameter iklim Kota Pekanbaru, dan jenis vegetasi pohon di jalur hijau Kota Pekanbaru.

Perhitungan emisi CO<sub>2</sub> dilakukan dengan metode yang telah ditetapkan oleh IPCC 2006 pada tingkat ketelitian Tier 1 yakni konsumsi bahan bakar atau tenaga listrik dikali faktor emisi. Faktor emisi default yang telah ditetapkan oleh IPCC ialah sebagai berikut, Faktor emisi untuk BBM jenis premium dan pertamax ialah 69.300 Kg CO<sub>2</sub>/TJ, Kemudian untuk BBM jenis solar adalah 74.100 Kg CO<sub>2</sub>/TJ, dan faktor emisi untuk LPG ialah 63.100 Kg CO<sub>2</sub>/TJ Sebelum dikalikan dengan faktor emisi, total jumlah konsumsi BBM di konversikan terlebih dahulu ke satuan terra joule (TJ) dengan cara mengkalikan jumlah total BBM yang terpakai dengan faktor konversi. Untuk BBM jenis premium dan pertamax faktor konversinya sebesar 0,033 TJ/Unit, solar sebesar 0,036 TJ/Unit, dan LPG 0,047 TJ/Unit. Sedangkan perhitungan emisi dari tenaga listrik langsung mengalikan jumlah pemakaian tenaga listrik dengan faktor emisi listrik. Adapun faktor emisi tenaga listrik sistem interkoneksi sumatera adalah sebagai berikut., tahun 2013 sebesar 0,668, dan tahun 2014 dan 2015 sebesar 0,782,

Selanjutnya dilakukan uji korelasi antara jumlah penduduk dan emisi CO<sub>2</sub> serta emisi CO<sub>2</sub> dengan parameter iklim. Setelah diketahui tingkat emisi CO<sub>2</sub> maka dilakukan tahap pengembangan modul dengan menggunakan model ADDIE terdiri dari: *Analysis, Design, Development, Implementation dan Evaluation* (Dick dan Carry, 2005). Pengembangan modul pada penelitian ini hanya dilakukan pada tahap *Analysis, Design dan Development*. Hasil pengembangan modul akan di validasi oleh 3 orang validator (dosen) yang terdiri dari 2 orang ahli materi dan 1 orang ahli pendidikan, dan dilaksanakan uji terbatas untuk mengetahui respon mahasiswa terhadap modul konsep isu lingkungan pada mata kuliah Pendidikan Lingkungan.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Karakteristik Emisi CO<sub>2</sub> Dari Bahan Bakar Fosil di Kota Pekanbaru**

Sebagai kota yang cukup maju, Pekanbaru memiliki banyak infrastruktur yang berguna untuk mendukung kegiatan masyarakat Kota Pekanbaru. Namun dari beberapa

infrastruktur tersebut menggunakan energi yang berasal dari penggunaan bahan bakar fosil yang dapat menghasilkan emisi CO<sub>2</sub>. Tingginya emisi CO<sub>2</sub> ini juga di pengaruhi oleh pertumbuhan penduduk Kota Pekanbaru. data jumlah penduduk kota Pekanbaru dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pertumbuhan penduduk Kota Pekanbaru selama sepuluh tahun terakhir

NO	TAHUN	JUMLAH (Jiwa)	PERSENTASE KENAIKAN PENDUDUK PERTAHUN (%)
1	2005	720.197	4,40 %
2	2006	754.467	4,76 %
3	2007	779.889	3,37 %
4	2008	798.213	2,35 %
5	2009	802.788	0,57 %
6	2010	897.768	11,83 %
7	2011	931.939	3,81 %
8	2012	964.558	3,50 %
9	2013	999.031	3,57 %
10	2014	1.011.467	1,24 %
11	2015	1.100.000	8,75 %

*Sumber : Pekanbaru Dalam Angka 2015*

Pada Tabel 4.1 dapat diketahui bahwa jumlah penduduk dari tahun 2005-2014 terus mengalami peningkatan. Persentase peningkatan jumlah penduduk yang paling tinggi terdapat pada tahun 2010, yakni mencapai 11,83% dengan selisih penduduk sebanyak 94.980 jiwa. Sementara itu persentase total peningkatan jumlah penduduk Kota Pekanbaru dari tahun 2005-2014 mencapai 40,44%.

Populasi penduduk Kota Pekanbaru yang terus meningkat, mengakibatkan kebutuhan akan sarana prasarana serta infrastruktur penunjang kehidupan juga mengalami peningkatan, diantaranya ialah sarana transportasi, pemakaian energi listrik dan penggunaan *Liquid Petroleum Gas* (LPG). Peningkatan ini dapat dilihat dari data pemakaian BBM pada kendaraan, pemakaian tenaga listrik dan pemakaian LPG yang dapat dilihat pada Tabel 2. Kegiatan tersebut membutuhkan bahan bakar fosil seperti minyak bumi, batu bara dan gas alam yang merupakan sumber energi di bumi.

Tabel 2. Pemakaian BBM Tenaga Listrik, dan LPG di kota Pekanbaru

NO	Jenis Kegiatan	Jumlah (L, Kwh, Kg)		
		2013	2014	2015
1	Pemakaian BBM	73.322.523	74.313.311	79.853.847
2	Pemakaian Listrik	1.424.415.898	1.593.594.266	1.727.270.000
3	Pemakaian LPG	10.931.370	11.522.415	12.139.700

### Analisis emisi CO<sub>2</sub> dari penggunaan bahan bakar fosil di Kota Pekanbaru

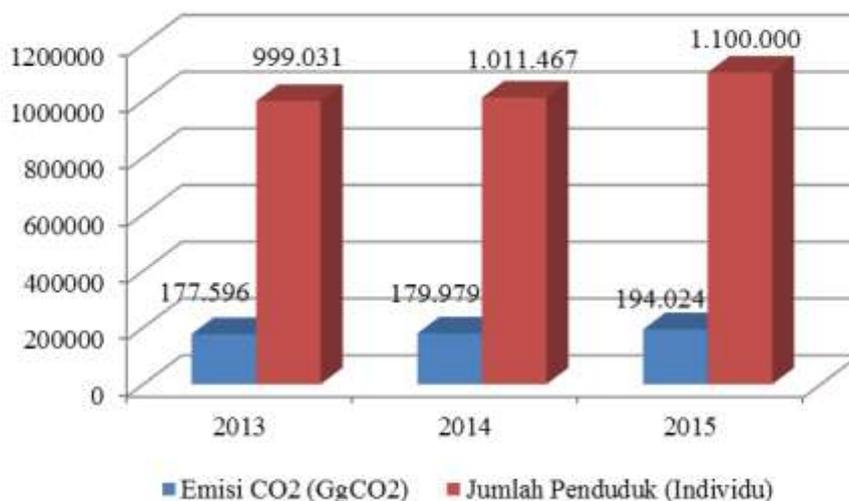
Perhitungan emisi karbondioksida CO<sub>2</sub> dari tenaga listrik dihitung menggunakan persamaan yang terdapat pada metodologi, yakni jumlah Konsumsi Bahan Bakar dan

listrik yang terpakai dikalikan dengan Faktor Emisi. Jumlah emisi CO<sub>2</sub> berdasarkan hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Emisi CO<sub>2</sub> di Kota Pekanbaru dari pemakaian bahan bakar fosil

NO	Jenis Kegiatan	Emisi CO <sub>2</sub> (GgCO <sub>2</sub> )		
		2013	2014	2015
1	Pemakaian BBM	176.610	178.831	192.636
2	Pemakaian Listrik	952	1.112	1.351
3	Pemakaian LPG	34	36	37
Total Emisi CO <sub>2</sub>		177.596	179.979	194.024

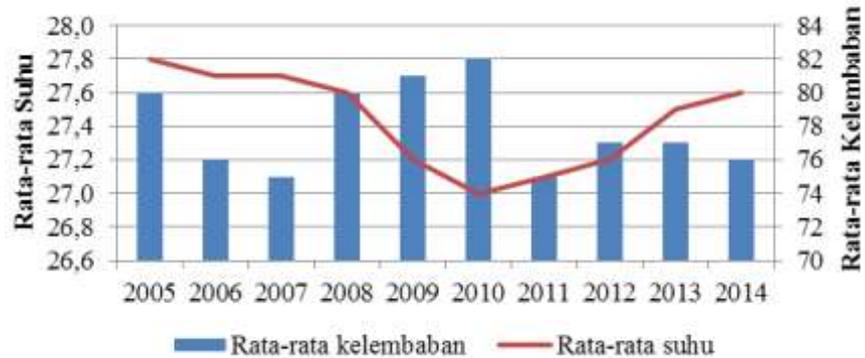
Dari tabel 3 dapat dilihat bahwa emisi CO<sub>2</sub> meningkat setiap tahunnya, emisi CO<sub>2</sub> terbesar berasal dari pemakaian BBM, disusul pemakaian listrik dan LPG. Peningkatan ini sejalan dengan pertumbuhan penduduk kota Pekanbaru yang semakin meningkat. Grafik hubungan jumlah penduduk dengan emisi CO<sub>2</sub> dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik hubungan jumlah penduduk dan emisi CO<sub>2</sub> di Kota Pekanbaru

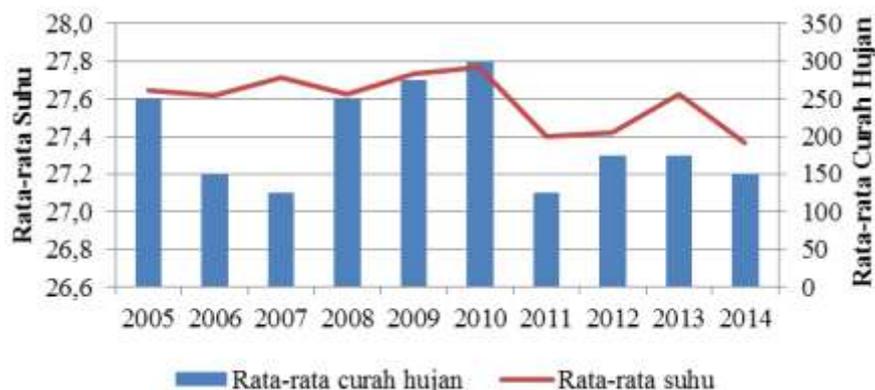
Grafik pada Gambar 1 menunjukkan pola searah yang berarti semakin banyak jumlah penduduk maka semakin tinggi emisi CO<sub>2</sub> yang di hasilkan. Hal ini didukung dengan nilai hasil uji korelasi yakni  $r=0,999$  yang menunjukkan hubungan yang sangat kuat antar dua variabel. Peningkatan emisi co<sub>2</sub> juga berpengaruh pada kondisi iklim di Kota Pekanbaru. Data dari BMKG Kota Pekanbaru mencatat bahwa rata-rata suhu di Kota Pekanbaru selama 2013-2015 mengalami fluktuasi. Tahun 2013 suhu Kota Pekanbaru 27,3 °C, tahun 2014 sebesar 27,2 °C, dan berdasarkan hasil wawancara dengan Pengurus BMKG Kota Pekanbaru, pada tahun 2015 sebesar 27,6 °C. Menurut Muhi (2011) fluktuasi pada rata-rata suhu Kota Pekanbaru yang disebabkan oleh Gas Rumah Kaca akan memberi pengaruh terhadap parameter iklim lainnya, diantaranya perubahan pola curah hujan dan terjadinya fluktuasi pada kelembaban udara. Berikut

merupakan grafik perbandingan rata-rata suhu terhadap curah hujan dan kelembaban udara di Kota Pekanbaru tahun 2005-2014.



Gambar 2. Grafik hubungan rata-rata suhu dengan rata-rata kelembaban udara di Kota Pekanbaru tahun 2005-2014

Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa grafik perbandingan rata-rata suhu udara dengan rata-rata kelembaban udara di Kota Pekanbaru menunjukkan pola yang cenderung berlawanan. Pada tahun 2007-2010 Pola rata-rata kelembaban berbanding terbalik dengan rata-rata suhu, begitu pula pada tahun 2012-2014. Hasil uji korelasi rata-rata suhu dengan rata-rata kelembaban di Kota Pekanbaru menunjukkan hubungan yang lemah (nilai  $r = -0,276$ ) dan menunjukkan arah yang negatif yang berarti jika suhu tinggi maka kelembaban rendah begitu pula sebaliknya.



Gambar 3. Grafik hubungan rata-rata suhu udara dengan rata-rata curah hujan di Kota Pekanbaru selama tahun 2005-2014

Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa grafik perbandingan rata-rata suhu udara dengan rata-rata curah hujan di Kota Pekanbaru menunjukkan pola yang cenderung searah, dimana ketika suhu udara meningkat maka intensitas curah hujan di Kota Pekanbaru juga meningkat, begitu pula sebaliknya. Sementara itu hasil uji korelasi menunjukkan kekuatan hubungan antara keduanya memiliki nilai yang tinggi (nilai  $r = 0,634$ ) dan menunjukkan korelasi yang positif.

Berdasarkan data pada Gambar 2 dan 3 keadaan parameter iklim di Kota Pekanbaru mengalami fluktuasi setiap tahunnya. Ketidaktetapan tersebut membuat keadaan iklim lebih sulit di prediksi. Hal ini mengindikasikan telah terjadi perubahan iklim di Kota Pekanbaru. Hal ini sesuai dengan pendapat Ogi (2011) yang menyatakan bahwa apabila terjadi perubahan pada kondisi rata-rata parameter iklim, maka hal tersebut dapat dikatakan sebagai perubahan iklim.

### Vegetasi pohon di jalur hijau Kota Pekanbaru

Vegetasi tanaman di jalur hijau Kota Pekanbaru sangat perlu diperhatikan, karena berdasarkan IPCC (2006) penyumbang emisi CO<sub>2</sub> yang terbesar dari sektor energi berasal dari sektor transportasi. Dengan adanya tanaman yang mampu menyerap CO<sub>2</sub> di jalur hijau, diharapkan kualitas udara di sekitar jalan Kota Pekanbaru tetap terjaga. Total keseluruhan tanaman di jalur hijau Kota Pekanbaru sebanyak 11.588 individu dengan total jenis sebanyak 49 jenis. Pada tabel 4 menunjukkan tanaman yang paling banyak ditemukan dan memiliki nilai serapan karbon paling tinggi di jalur hijau Kota Pekanbaru.

Tabel 4. Jenis tanaman yang paling banyak dan memiliki daya serap CO<sub>2</sub> yang tinggi di jalur hijau Kota Pekanbaru.

No	Nama Individu	Jumlah (Individu)	Kemampuan Menyerap CO <sub>2</sub> (KgCO <sub>2</sub> )
1	Mahoni	4017	295,73
2	Angsana	2341	11,12
3	Tanjung	394	34,29
4	Akasia	312	48,68
5	Trembesi	275	28.448,39
6	Matoa	44	329,76
7	Johar	20	116,25

Mahoni (*Swietenia macrophylla*) merupakan jenis paling banyak ditemui pada jalur hijau di Kota Pekanbaru. Menurut Dahlan (2007), mahoni memiliki daya serap yang cukup tinggi yaitu 295,73 kg CO<sub>2</sub>/pohon/tahun. Kemudian Nazaruddin (1996) menyatakan bahwa mahoni merupakan pohon yang pantas untuk dijadikan pohon pelindung karena memiliki perakaran dan percabangan batang yang kuat.

Angsana (*Pterocarpus indicus*) merupakan jenis terbanyak kedua yang ditemukan pada jalur penelitian. Hal ini dikarenakan angsana dianggap sebagai pohon pelindung yang cukup banyak memberikan manfaat serta tergolong tanaman yang cepat tumbuh. Menurut Nazaruddin (1996), Angsana mudah sekali tumbuh dan cepat besar, penampilannya sebagai pohon pelindung cukup menarik. Daunnya berwarna hijau segar dan berbentuk oval. Selain itu, menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (1996), Angsana ditanam pada jalur hijau jalan mempunyai fungsi sebagai peneduh, penyerap polusi dan pemecah angin. Dahlan (2007) menambahkan, angsana termasuk tumbuhan yang dapat menyerap CO<sub>2</sub> dalam jumlah cukup tinggi yakni 11.12 kg CO<sub>2</sub>/pohon/tahun.

Menurut Suci (2011), tumbuhan yang baik menyerap gas CO<sub>2</sub> yaitu: *Samanea saman* (trembesi) dengan daya serap 28.448,39 kg/pohon/tahun, *Ficus benyamina*, (Beringin,) dengan daya serap 535,90 kg/tahun, *Swietenia macrophylla* (Mahoni)

dengan daya serap 295,73 kg/pohon/tahun, *Tectona grandis* (jati) dengan daya serap 135,27 kg/pohon/tahun, *Arthocarpus heterophyllus* (nangka) dengan daya serap 126,51 kg/pohon/tahun. dengan adanya beberapa tumbuhan tersebut di jalur hijau Kota Pekanbaru, diharapkan dapat mengurangi jumlah polutan akibat gas buang kendaraan, khususnya emisi CO<sub>2</sub>

Hasil penelitian dari analisis emisi CO<sub>2</sub> dari bahan bakar fosil di Kota Pekanbaru dijadikan pengembangan modul pada mata kuliah Pendidikan Lingkungan pada materi Isu Lingkungan Nasional dan Lokal konsep isu lingkungan lokal. Modul yang dibuat dari hasil penelitian ini mengacu pada model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation dan Evaluation*) namun hanya dilaksanakan 3 tahap yaitu *Analysis, Design dan Development*.

Modul akademik ini dilakukan oleh 3 orang dosen yang terdiri dari 1 orang dosen ahli kependidikan dan 2 orang dosen ahli materi. Adapun hasil validasi dari ketiga validator ditampilkan sebagai rerata pada Tabel 3berikut.

Tabel 5. Rerata penilaian unit modul konsep isu lingkungan pada mata kuliah Pendidikan Lingkungan oleh validator

No	Aspek Penilaian	Validator			Rerata
		I	II	III	
1	Isi	4,1	4,5	4,5	4,4
2	Bahasa	4	4	4	4
3	Sajian	4,2	4	4	4,1
4	Kegrafisan	4,2	4,2	4,5	4,3
	<b>Rerata</b>	4,1	4,2	4,2	4,2

Keterangan : I = Ahli Materi 1; II = Ahli Materi 2; III = Ahli Pendidikan

Berdasarkan Tabel 4.11, diketahui bahwa rerata nilai pada aspek isi adalah 4,4 sehingga unit modul pembelajaran ini dapat dikatakan sangat valid. Pada aspek isi terdapat beberapa komponen yaitu kesesuaian dengan KI, KD, indikator, dan indikator pencapaian kompetensi; kesesuaian dengan kebutuhan peserta didik; kesesuaian dengan kebutuhan bahan ajar; kebenaran substansi konsep materi dari aspek keilmuan; materi yang disampaikan jelas dan sistematis; materi yang disajikan membantu peserta didik dalam memahami konsep; keterkaitan contoh materi dengan kondisi yang ada di lingkungan sekitar; kebenaran kunci jawaban yang disajikan; manfaat untuk penambahan wawasan pengetahuan; kesesuaian dengan nilai-nilai moralitas, sosial.

Rerata nilai pada aspek isi merupakan yang paling tertinggi dari ketiga aspek yang lainnya, dikarena pada aspek isi ini penyajian materi yang disampaikan jelas dan sistematis. Selain itu, materi yang dibahas merupakan materi yang terkini yang sedang hangat diperbincangkan dalam permasalahan lingkungan dan materi emisi CO<sub>2</sub> dari penggunaan bahan bakar fosil di Kota Pekanbaru belum banyak dibahas. Sehingga modul ini dapat memperkaya wawasan pengetahuan bagi pembacanya.

Pada aspek bahasa, unit modul pembelajaran ini dapat dikatakan valid dengan nilai rerata 4. Secara keseluruhan, penggunaan bahasa sudah sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia yang efektif dan efisien. Informasi yang disampaikan jelas dan kalimat yang digunakan mudah dipahami oleh peserta didik. Pada aspek sajian unit modul pembelajaran berdasarkan kejelasan tujuan, urutan penyajian, pemberian motivasi, interaktivitas dan kelengkapan informasi dapat dikatakan valid dengan nilai rerata 4,1.

Kegrafisan unit modul pembelajaran berdasarkan penggunaan font, layout, tata letak, ilustrasi, grafis, gambar, foto, dan desain tampilan adalah sangat valid dengan nilai rerata 4,3.

Secara umum penilaian yang diberikan oleh 3 validator terhadap seluruh aspek penilaian menyatakan bahwa unit modul akademik ini sangat valid dengan rerata 4,2. Sehingga unit modul pembelajaran ini dapat digunakan oleh peserta didik dalam pembelajaran konsep isu lingkungan lokal.

Hasil validasi modul yang telah divalidasi dan direvisi akan dilakukan uji coba terbatas untuk melihat respon mahasiswa terhadap modul yang telah dikembangkan berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan. Untuk mengetahui keterpakaian dan kesesuaian konsep-konsep yang diajarkan pada modul yang dikembangkan.

Respon mahasiswa terhadap penggunaan modul Pendidikan Lingkungan dapat diketahui dengan memberikan angket uji coba terbatas. Terdapat 12 pernyataan dalam angket tersebut. Hasil respon mahasiswa dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 6. Hasil uji validitas

No	Komponen yang dinilai	Skala				N	Nilai	Kategori
		1	2	3	4			
1	Modul yang disajikan membuat peserta didik tertarik untuk membacanya		4	6	10	90	Sangat Baik	
2	Penggunaan modul dapat membantu responden belajar secara mandiri	1	5	4	10	82,5	Baik	
3	Modul dapat meningkatkan motivasi peserta didik untuk mempelajarinya	1	4	5	10	85	Sangat Baik	
4	Modul yang disajikan sesuai dengan isu lingkungan sekitar yang terjadi		1	9	10	97,5	Sangat Baik	
5	Materi yang ada dalam modul dapat memacu kognitif responden		6	4	10	85	Sangat Baik	
6	Modul sistematis, jelas dan mudah dipahami		3	7	10	92,5	Sangat Baik	
7	Modul dilengkapi dengan rangkuman materi dan latihan		1	9	10	97,5	Sangat Baik	
8	Modul dilengkapi dengan daftar pustaka		1	9	10	97,5	Sangat Baik	
9	Modul yang disajikan berisi gambar, ilustrasi dan tabel yang menarik		1	9	10	97,5	Sangat Baik	
10	Petunjuk yang ada dalam modul jelas dan mudah dipahami	1	6	3	10	80	Baik	
11	Modul menggunakan bahasa yang sesuai dengan EYD		4	6	10	90	Sangat Baik	
12	Modul menggunakan bahasa yang komunikatif, efektif dan mudah dipahami		3	7	10	92,5	Sangat Baik	
<b>Rerata</b>						<b>90,6</b>	<b>Sangat Baik</b>	

Berdasarkan Tabel 6 hampir seluruh mahasiswa yang menjadi responden dalam uji coba terbatas memberikan penilaian dengan kategori baik sampai sangat baik, hal ini menunjukkan respon yang positif atas modul yang diuji cobakan. Hanya beberapa orang mahasiswa yang memberikan nilai cukup baik terhadap modul yang diuji cobakan.

Nilai tertinggi dari respon angket yaitu angket yang berkenaan dengan Modul yang disajikan sesuai dengan isu lingkungan sekitar yang terjadi, Modul dilengkapi dengan rangkuman materi dan latihan, Modul dilengkapi dengan daftar pustaka, Modul yang disajikan berisi gambar, ilustrasi dan tabel yang menarik (97,5). Nilai terendah

dari respon mahasiswa yaitu Petunjuk yang ada dalam modul jelas dan mudah dipahami, (80), hal ini membuktikan perlu adanya pengarahan pada awal proses pembelajaran, khususnya dalam petunjuk penggunaan modul agar mahasiswa lebih memahami petunjuk yang ada dalam modul, tetapi nilai 80 sudah termasuk dalam kategori baik. Hasil respon mahasiswa dalam uji coba terbatas menunjukkan nilai 90,6 dengan kategori sangat baik.

## **SIMPULAN DAN REKOMENDASI**

Emisi dari bahan bakar fosil yang paling besar berasal dari penggunaan Bahan Bakar Minyak (BBM) sebesar 192.636 GgCO<sub>2</sub>, disusul penggunaan tenaga listrik sebesar 1.112 GgCO<sub>2</sub> serta pemakaian gas LPG sebesar 37 GgCO<sub>2</sub> pada tahun 2015. Emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan dari penggunaan bahan bakar fosil sangat berpengaruh terhadap kondisi parameter iklim di Kota Pekanbaru. Hal ini dibuktikan dengan adanya fluktuasi pada beberapa parameter iklim seperti suhu udara, kelembaban, dan curah hujan di Kota Pekanbaru.

Hasil validasi unit modul akademik mata kuliah Pendidikan Lingkungan konsep Isu Lingkungan menunjukkan kategori sangat valid (4,2) dan hasil uji coba terbatas yang menunjukkan kategori sangat baik (90,6). Berdasarkan hasil tersebut unit modul ini dapat dijadikan sebagai bahan ajar tambahan pada mata kuliah Pendidikan Lingkungan.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Adnan K, Rifandi, Suwondo, Fredik S. 2012. *Strategi dan Rencana Aksi Provinsi (SRAP) Riau Dalam Implementasi REDD+*. Badan Pengelola REDD+
- Badan Pusat Statistik. 2015, *Pekanbaru Dalam Angka*, ISSN:0215-3874, BPS, Pekanbaru
- Badan Lingkungan Hidup Propinsi Riau. 2014. *Laporan Penyelenggaraan inventarisasi Gas Rumah Kaca Propinsi Riau Tahun 2013*. Pekanbaru
- Badan Meteorologi dan Geofisika Pekanbaru 2014. *Data Iklim Kota Pekanbaru*. Pekanbaru
- Dahlan, E.N. 2004. *Membangun Kota Kebun Bernuansa Hutan Kota*. IPB Press. Bogor.
- Direktorat Jendral Ketenagalistrikan. 2014. *Perhitungan Faktor Emisi Gas Rumah Kaca Ketenagalistrikan*. Jakarta
- Dick, W. and Carey, L. 2005. *The Systematic Design of Instruction*. Allyn and Bacon; 6<sup>th</sup> ed

Direktorat Jenderal Bina Marga. 1996. *Tata Cara Perencanaan Teknik Lanskap Jalan*. Departemen Pekerjaan Umum

[Http://environment-indonesia.com/tips-gaya-hidup-rendah-emisi karbon /](http://environment-indonesia.com/tips-gaya-hidup-rendah-emisi-karbon/) . IEC . 2015 . diakses tanggal 9 Mei 2016.

Intergovernmental Panel on Climate Change. 2006. *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*

Karyono, T.H, 2008. “*Pembangunan Fisik dan Pemanasan Bumi: Tinjauan Konsep Pembangunan Tradisional ke Modern*”, Seminar Jurusan Teknik Sipil, tema: Construction and Global Warming Issue, Kampus Untar, Jakarta, 17 Oktober, 2008

Muhi Ali Hanapih. 2011, *Praktek Lingkungan Hidup*, Jawa Barat, Institut Pemerintahan dalam Negeri

Nazaruddin. 1996. *Penghijauan Kota*. PT. Penebar Swadaya. Jakarta.

Soemarwoto, O. 2001. *Peluang Berbisnis Lingkungan Hidup Di Pasar Global untuk Pembangunan Berkelanjutan*. Makalah Seminar “Kebijakan Perlindungan Lingkungan dan Pembangunan berkelanjutan Indonesia di Era Reformasi dalam Menghadapai KTT Rio + 10”. Jakarta, 8 Februari 2001

Yustina. 2010. *Bagaimana Membina dan menilai Modul Pembelajaran Lingkungan Hidup*. Pekanbaru