

CALCULATION OF CO₂ AND O₂ NEEDS AS WELL AS CO₂ ABSORPTION AND O₂ PRODUCING IN ZONE 5 GREEN OPEN SPACES YOGYAKARTA STATE UNIVERSITY

PERHITUNGAN KEBUTUHAN CO₂ DAN O₂ SERTA PENYERAPAN CO₂ DAN PENGHASILAN O₂ PADA RUANG TERBUKA HIJAU ZONA 5 UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

Mega Kurniawati¹, Retna Hidayah², Mahdika Putra Nanda³, Ni Putu Diah Agustin P⁴

^{1,4})Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan, FKIP, Universitas Palangka Raya
Jl. H.Timang Tunjung Nyaho Palangkaraya Kode Pos 73112

²)Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta

³)Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Wiralodra

Email: megakurniawati@fkip.upr.ac.id

ABSTRACT

Carbon dioxide (CO₂) produced by smoke can produce humans if there are no trees or green open spaces that can absorb CO₂ and emissions resulting from human activities. Therefore, efforts to reduce air pollution such as CO₂ gas in the campus environment, especially Zone 5 of Yogyakarta State University are ways to build green open spaces. This study suggests to calculate the amount of CO₂ emitted and the amount of O₂ needed in Zone 5 of Yogyakarta State University that emits emissions from vehicles that are channeled and breathed by humans equipped with functions that absorb CO₂ and produce O₂. The estimation results show that total CO₂ emissions in Zone 5 of Yogyakarta State University in 2019 were 7,479,066 tons / year while the demand for O₂ in Zone 5 of Yogyakarta State University in 2019 was 6,763,027 tons / year. So the ability of green open space to absorb CO₂ is 3.070,1308 tons/ year and the ability to produce O₂ is 131,807 tons / year.

Key words: *Foamed cold-mix asphalt, stiffness, tensile, mixing, water resistance*

ABSTRAK

Karbon dioksida (CO₂) yang dihasilkan oleh asap dapat dihasilkan manusia jika tidak ada pohon atau ruang terbuka hijau yang dapat menyerap CO₂ dan emisi yang dihasilkan dari aktivitas manusia. Oleh karena itu, upaya untuk mengurangi pencemaran udara seperti gas CO₂ di lingkungan kampus khususnya Zona 5 Universitas Negeri Yogyakarta adalah salah satu cara untuk membangun ruang terbuka hijau. Penelitian ini menyarankan untuk menghitung jumlah emisi CO₂ dan jumlah kebutuhan O₂ di Zona 5 Universitas Negeri Yogyakarta yang mengeluarkan emisi dari kendaraan yang disalurkan dan dihirup oleh manusia yang dilengkapi dengan fungsi menyerap CO₂ dan menghasilkan O₂. Hasil estimasi menunjukkan total emisi CO₂ Zona 5 Universitas Negeri Yogyakarta tahun 2019 sebesar 7.479.066 ton/tahun sedangkan kebutuhan O₂ Zona 5 Universitas Negeri Yogyakarta tahun 2019 sebesar 6.763.027 ton/tahun. Jadi kemampuan RTH dalam menyerap CO₂ sebesar 3.070,1308 ton/tahun dan kemampuan menghasilkan O₂ sebesar 131,807 ton/tahun.

Kata Kunci : *Emisi CO₂, kebutuhan O₂, serapan CO₂, produksi O₂, ruang terbuka hijau.*

PENDAHULUAN

Salah satu fungsi daerah perkotaan adalah sebagai pusat pendidikan. Yogyakarta memiliki berbagai tingkat pendidikan dari Pendidikan Usia Dini hingga Universitas. Aktifitas pendidikan turut berkontribusi emisi CO₂. Secara umum, pencemaran yang diakibatkan oleh emisi CO₂ bersumber dari 2 kegiatan yaitu; alam (natural) dan manusia (antropogenik) seperti emisi CO₂ yang berasal dari pernafasan manusia dan transportasi. Volume kendaraan akan berdampak pada pencemaran lingkungan. Proses pembakaran bahan bakar fosil ini akan menghasilkan emisi yang mengganggu keseimbangan ekosistem di bumi (Ramli,2019). Emisi CO₂ yang dihasilkan dari kegiatan manusia konsentrasinya relatif lebih tinggi sehingga mengganggu sistem kesetimbangan

di udara dan pada akhirnya merusak lingkungan dan kesejahteraan manusia menurut Fujitan, 2009.

Sebagai salah satu tempat pendidikan, kampus Universitas Negeri Yogyakarta ini juga turut berkontribusi dalam menghasilkan emisi CO₂. Emisi CO₂ ini dapat diserap oleh tanaman yang ada di Ruang Terbuka Hijau (RTH). Tanaman yang merupakan sebagai komponen utama pengisi RTH ini memiliki kemampuan dalam menyerap emisi CO₂ sehingga mampu mengurangi konsentrasi emisi CO di alam (Dahlan, 2007).

Bertambahnya jumlah mahasiswa di dalam area kampus mengakibatkan meningkatnya aktivitas manusia di area universitas. Bertambahnya jumlah mahasiswa juga mengakibatkan meningkatnya volume kendaraan. Meningkatnya volume kendaraan menimbulkan

pencemaran udara yang dihasilkan dari hasil pembakaran asap kendaraan bermotor. Karbondioksida (CO₂) yang dihasilkan oleh asap kendaraan dapat membahayakan manusia jika tidak ada pohon atau Ruang Terbuka Hijau berupa tanaman yang mampu menyerap gas CO₂ tersebut dan emisi yang dihasilkan dari aktivitas manusia dan asap kendaraan bermotor merupakan penyebab terjadinya perubahan iklim global.

Universitas Negeri Yogyakarta mempunyai luas sebesar 514.562 m² dengan jumlah mahasiswa 28.726 jiwa, pengajar 1.019 jiwa, dan staf sebanyak 985 pada tahun 2019. Universitas Negeri Yogyakarta memiliki 5 Zona, jumlah mahasiswa yang cukup banyak berapada pada Zona 5 yaitu FT, LPMP, dan LPPMP sebanyak 4007 mahasiswa dan 337 staf dan dosen sehingga pencemaran yang diakibatkan oleh emisi CO₂ mengakibatkan polusi udara. Meningkatnya polusi udara mengakibatkan udara di kampus UNY tercemar oleh asap kendaraan yang dapat mengganggu pernapasan manusia.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di ruang terbuka hijau di kawasan Universitas Negeri Yogyakarta. Penelitian ini dilakukan pada bulan April 2019. Penelitian dilakukan dengan tahapan:

A. Penentuan Pintu Masuk

Pintu masuk ini dibuat agar tidak terjadi penghitungan ulang jumlah kendaraan yang memasuki kawasan pada zona 5 yaitu FT, LPPM, dan LPPMP UNY, jadi penghitungan dilakukan untuk kendaraan yang masuk pada pintu-pintu tersebut. Terdapat 5 Pintu masuk

yang ada berdasarkan Gambar 1 dibawah. 5 pintu masuk tersebut adalah: Pintu Masuk Utama FT UNY, Pintu Masuk FT dari jl. Komojoyo, Pintu Masuk LPPMP, Pintu Masuk LPMP, Pintu Masuk FT antara gedung LPPMP dan LPMP.

B. Pengumpulan Data

Pengumpulan data primer pada analisis ini yaitu penghitungan jumlah kendaraan dilakukan selama 3 hari yaitu di awal, tengah dan akhir perkuliahn yaitu hari Senin, Rabu dan Jumat pada tanggal 22, 24 dan 26 April 2019. Pengumpulan data ini dilakukan pada jam aktif kuliah dari jam 7.30-16.30. Selanjutnya pengumpulan Data sekunder yaitu data berupa hasil penelitian sebelumnya atau kebijakan yang berhubungan dengan penelitian yang bersumber dari instansi atau lembaga-lembaga terkait, serta hasil penelitian sebelumnya yang sifatnya merupakan data baku.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis data untuk mendapatkan emisi CO₂ dari pernapasan manusia serta kendaraan bermotor dan daya serap CO₂ ruang terbuka hijau. Perhitungan CO₂ yang dikeluarkan melalui pembakaran BBM Perhitungan emisi dari BBM dengan menggunakan faktor emisi masing-masing jenis bahan bakar sesuai dengan Faktor emisi CO₂ yang digunakan berasal dari Tabel 1 namun satuan beban emisi ini dalam g/kg BBM. Sehingga dibutuhkan massa jenis bensin untuk menghasilkan faktor emisi dengan satuan g/L. Massa jenis bensin yang lebih tepatnya premium ini adalah 0,724 kg/L [6] sehingga didapatkan faktor emisi CO₂ untuk mobil adalah 2.300,87 g/L dan motor adalah 2.302,32 g/L (Dahlan, 2007).

Tabel 1. Faktor Emisi Kendaraan Bermotor

Jenis Kendaraan	Faktor Emisi
Sepeda Motor	3,180
Mobil	3,178

Perhitungan CO₂ yang dikeluarkan melalui pernapasan manusia Jumlah CO₂ yang dikeluarkan selama proses pernapasan diasumsikan sama untuk setiap manusia, maka untuk menghitung jumlah CO₂ yang dikeluarkan oleh manusia menurut Vivit Rulita Sari dkk (2018) adalah: Emisi (gr/jam) = jumlah penduduk x 39,60 gr/jam, Emisi (kg/hari) = jumlah penduduk x 0,9504 kg/hari, Emisi (ton/tahun) = jumlah penduduk x 0,347 ton/tahun.

Perhitungan Kebutuhan Oksigen (O₂) Selain mengeluarkan emisi karbondioksida bahan bakar untuk kendaraan juga membutuhkan oksigen. Bahan bakar membutuhkan oksigen selama proses pembakaran kendaraan. Kebutuhan oksigen pada kendaraan Perhitungan dilakukan dengan asumsi bahwa dalam 1 kg bensin membutuhkan O₂ sebanyak 2,77 kg dan dalam 1 kg solar membutuhkan O₂ sebanyak 2,88 kg (Muis, 2005). Sehingga dapat dilakukan perhitungan Kebutuhan O₂

Bensin (kg) = massa bensin x 2,77. Kebutuhan Oksigen untuk pernapasan manusia Rata-rata manusia membutuhkan 600 liter O₂ untuk bernapas setiap harinya, 1 kg O₂ setara dengan 0,00144 liter O₂ (Smith, et.al 1981 dalam Wisesa, 1988). Kebutuhan oksigen setiap manusia diasumsikan sama pada kondisi normal, maka perhitungannya menurut Wisesa (1988) adalah: Kebutuhan O₂ (kg/hari) = jumlah penduduk x 0,864 kg/hari dan Kebutuhan O₂ (ton/tahun) = jumlah penduduk x 0,3154 ton/tahun. Selanjutnya Kemampuan Serapan dihitung guna mengetahui jumlah CO₂ yang dapat diserap pada tiap luas areal yang ditumbuhi pepohonan. Daya serap CO₂ jenis pohon yang terdapat pada kawasan UNY. Perhitungan daya serap yaitu daya serap CO₂ x jumlah pohon (Dahlan, 2007). Sementara untuk perhitungan daya produksi O₂ dilakukan dengan menggunakan jumlah pohon pelindung, tanpa menggunakan daya produksi O₂ tiap jenis pohon.

Perhitungan kemampuan produksi O₂ pada pohon adalah sebagai berikut: Kemampuan produksi O₂ pohon pelindung = jumlah pohon x 1,2 kg/hari (Kusminingrum, 2008).

Secara umum dapat dilihat pada Tabel 3 bahwa di setiap Pintu Masuk memiliki jumlah kendaraan sepeda motor yang lebih banyak dari pada mobil. Dari hasil survai kendaraan pada Kawasan Zona 5 Kampus UNY dapat terlihat bahwa pada Pintu Masuk Utama FT dimana memiliki volume kendaraan yaitu 1048 kendaraan/hari. Pintu Masuk Utama FT ini terletak pada depan selokan mataran dimana prioritas kegiatan FT dilakukan melalui pintu ini, baik dosen, pegawai dan mahasiswa banyak

memasuki FT melalui pintu ini, jadi kendaraan terbanyak terdapat pada Pintu Masuk Utama ini. Kepadatan terendah terdapat pada Pintu Masuk LPMP dimana terletak pada utara Zona 5 dimana memiliki volume kendaraan yaitu 147 kendaraan/hari. Pada pintu masuk tersebut memiliki kepadatan yang rendah karena tidak terlalu banyak kegiatan mahasiswa disana hanya untuk mengetahui seberapa besar emisi CO₂ di Universitas Negeri Yogyakarta maka diperlukan data-data yang terkait seperti data jumlah mahasiswa, dosen, dan karyawan UNY, jumlah konsumsi bahan bakar bensin untuk kendaraan bermotor yang memasuki kawasan Universitas Negeri Yogyakarta.

Tabel 2. Jumlah Kendaraan Melintas Tiap Pintu Masuk

Pintu Masuk	Jenis Kendaraan	Rata-rata per hari (kendaraan)	
		Tiap Jenis	Total
1. Pintu Masuk Utama FT	Mobil	55	1048
	Motor	994	
2. Pintu Masuk FT dari jl. Komojoyo	Mobil	16	752
	Motor	736	
3. Pintu Masuk LPPMP	Mobil	18	130
	Motor	112	
4. Pintu Masuk LPMP	Mobil	40	147
	Motor	107	
5. Pintu Masuk FT antara gedung LPPMP dan LPMP	Mobil	55	519
	Motor	463	

Untuk mengetahui seberapa besar emisi CO₂ di Universitas Negeri Yogyakarta maka diperlukan data-data yang terkait seperti data jumlah mahasiswa, dosen dan pegawai, serta jumlah konsumsi bahan bakar bensin untuk kendaraan bermotor yang memasuki kawasan Zona 5 di UNY.

Tabel 3. Jumlah Mahasiswa, Dosen, Pegawai, dan Konsumsi BBM di UNY

Jumlah Mahasiswa	Jumlah Dosen	Jumlah Pegawai	Jumlah Sepeda Motor	Jumlah Mobil
4007	208	115	2412	184

Tabel 4. Emisi CO₂ yang Dihasilkan dari Pernapasan Manusia, Pembakaran BBM dari Kendaraan

CO ₂ hasil pernapasan manusia (ton/tahun)	CO ₂ hasil pembakaran bensin Motor (ton/tahun)	CO ₂ hasil pembakaran bensin Mobil (ton/tahun)
1502,51	5.553,196	423,360
Total = 7.479,066 ton/tahun		

Dari Tabel 5. diperoleh total emisi CO₂ yang dikeluarkan di Zona 5 UNY pada tahun 2019 adalah sebanyak 7.479,066 ton/tahun. Total CO₂ yang dihasilkan pada tahun 2019 berasal dari pernapasan manusia sebanyak 1502,51 ton/tahun, dari pembakaran bensin yang digunakan oleh kendaraan di Zona 5 UNY sebanyak

5.976,556 ton/tahun. Dilihat dari masing-masing variabel perhitungan, maka pembakaran bensin merupakan penyumbang emisi CO₂ terbesar di UNY Hal tersebut menunjukkan bahwa jumlah kendaraan yang menggunakan bahan bakar bensin di UNY sangat tinggi. Sedangkan emisi CO₂ dari pernapasan manusia lebih kecil

dengan jumlah emisi 1502,51 ton/tahun. Hal ini dipengaruhi oleh jumlah konsumsi bensin untuk kendaraan bermotor yang tidak hanya berasal dari Mahasiswa, Dosen dan Pegawai tetapi dari masyarakat yang memasuki area kampus.

Selain menghasilkan CO₂, manusia, dan bensin untuk kendaraan juga membutuhkan O₂ untuk bernapas dan untuk proses pembakaran. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 5. Oksigen yang Dibutuhkan untuk Pernapasan Manusia, Pembakaran BBM untuk Kendaraan

O ₂ untuk pernapasan manusia (ton/tahun)	O ₂ untuk pembakaran bensin (ton/tahun)
1.365,682	5.397,345
TOTAL	6.763,027 ton/tahun

Dari Tabel 6. diperoleh hasil perhitungan kebutuhan oksigen untuk pernapasan manusia pada Zona 5 Universitas Negeri Yogyakarta adalah sebesar 1.365,682 ton/tahun, untuk proses pembakaran bensin pada kendaraan masing-masing membutuhkan oksigen sebesar 5.397,345ton/tahun. Maka total kebutuhan oksigen di Kota Medan untuk pernapasana manusia dan proses pembakaran pada kendaraan pada Zona 5 UNY adalah sebesar 6.763,027 ton/tahun. Untuk mencukupi kebutuhan oksigen dan menyerap CO₂ tersebut maka perlu ditambah jumlah tanaman hijau yang mampu

menghasilkan oksigen dan menyerap CO₂ di kawasan Zona 5 Universitas Negeri Yogyakarta.

Banyaknya pohon yang ada di taman kota dan jalur hijau, maka dapat dihitung kemampuan suatu jenis pohon dalam menyerap CO₂ dan kemampuan produksi O₂ pada pohon pelindung. Kemampuan daya serap CO₂ pada taman kampus Zona 5 UNY diperoleh dengan daya serap CO₂ tiap jenis pohon dan tanaman. Daya serap CO₂ jenis pohon yang terdapat pada Zona 5UNY di analisis dapat dilihat pada Tabel 7. Perhitungan daya serap tiap zona dilakukan dengan menggunakan rumus [8].

Tabel 6. Daya Serap CO₂ Berdasarkan Jumlah tanaman yang ada di kawasan Zona 5 UNY

Nama Tanaman	Jmlh	Daya serap CO ₂ (kg/pohon/tahun)	Jumlah Daya serap CO ₂ (kg//tahun)
Ketapang Biola (<i>Terminalia catappa</i>)	38	24,16	918,08
Ketapang daun lebar (<i>Terminalia catappa</i>)	28	24,16	676,48
Palem (<i>Arecaceae</i>)	5	29433,60	147168,0
Pinus (<i>Cupressus lusitanica</i>)	13	0,16	2,08
Mahoni (<i>Swietenia mahagoni</i>)	3	295,73	887,19
Kiara Payung (<i>Fellicium Decipiens</i>)	3	4,23	12,69
Pucuk merah (<i>Syzygium oleana</i>)	2	155,58	311,16
Glodokan tiang (<i>polyaithia longifolia</i>)	19	719,74	13675
Palm (<i>Arecaceae</i>)	56	29433,60	1662998,4
Puring (<i>Codiaeum variegatum</i>)	4	56	224
Murbei (<i>Morus alba</i>)	1		0
Angsana (<i>Pterocarpus indicus</i>)	8	310,52	2484,2
tabibuya kuning (<i>Chrysotricha</i>)	5	1608,196	8041
Pohon Beringin (<i>Ficus benjamina</i>)	2	1.146,51	2293
Kelengkeng (<i>Dimocarpus longan</i>)	2	8,3	16,6
Karet Kebo (<i>Ficus elastica</i>)	10	22	220
Daun Kenitu (<i>chrysophyllum cainito</i>)	12	229,95	2759,40
Cemara (<i>Casuarinaceae</i>)	11	45	495
Pohon Jambu (<i>Psidium</i>)	6	44,59	267,54
Sinyo Nakal (<i>Duranta erecta</i>)	1		0
Bunga Bungur (<i>Lagerstroemia flos-reginae</i>)	5	27,97	139,85
Pohon Rambutan (<i>Nephelium Lappaceum</i>)	21	2,19	45,99
Pohon kokoa (<i>Theobroma cacao</i>)	13	80	1040

Nama Tanaman	Jmlh	Daya serap CO2 (kg/pohon/tahun)	Jumlah Daya serap CO2 (kg//tahun)
Mangga (Mangifera)	2	51,96	103,92
Pohon matoa (Pometia pinnata)	1	329,76	329,76
Magnolia grandiflora	1		0
Pohon Sirsak (Annona muricata)	1	75,29	75,29
	273		35042,04

Tabel 7 menyatakan bahwa daya serap tertinggi berada pada tanaman Palm (Arecaceae) dengan jumlah Daya Serap CO2 147.168,00 (kg/tahun) sama dengan 147,168 (ton/tahun) sedangkan daya serap terendah terdapat pada tanaman Pinus (*Cupressus lusitanica*) dengan jumlah daya serap sebesar 2,08 kg/ tahun sama dengan 0,00208 ton/tahun. Tanaman ini memiliki daya serap yang tinggi jumlah terbanyak dari jumlah tanaman lainnya sehingga daya serapnya pun tertinggi. Sedangkan tanaman Pinus (*Cupressus lusitanica*) daya serap rendah dibandingkan Palm (Arecaceae). Berdasarkan perhitungan pada Tabel 7 didapat jumlah

Daya serap CO2 pada Zona 5 UNY adalah sebesar 3.070.130,80 kg/tahun sama dengan 3.070,1308 ton/tahun.

Kemampuan pohon dalam menghasilkan O2 diperoleh dengan mengetahui jumlah pohon yang ada pada kawasan Zona 5 UNY dikalikan dengan kemampuan pohon pelindung dalam menghasilkan O2 sebesar 1,2 kg/hari. Pengukuran kemampuan menghasilkan O2 dilakukan di kawasan Zona 5 UNY. Kemampuan menghasilkan O2 di kawasan Zona 5 UNY dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 7. Kemampuan Produksi O2 Pohon Pelindung

Nama Tanaman	Jumlah	Kemampuan Produksi O2 Pohon Pelindung
Ketapang Biola (<i>Terminalia catappa</i>)	38	273 x 1,2 = 327,6 kg/hari 131,807 ton/tahun
Ketapang daun lebar (<i>Terminalia catappa</i>)	28	
Palem (Arecaceae)	5	
Pinus (<i>Cupressus lusitanica</i>)	13	
Mahoni (<i>Swietenia mahagoni</i>)	3	
Kiara Payung (<i>Fellicium Decipiens</i>)	3	
Pucuk merah (<i>Syzygium oleana</i>)	2	
Glodokan tiang (<i>polyaithia longifolia</i>)	19	
Palm (Arecaceae)	56	
Puring (<i>Codiaeum variegatum</i>)	4	
Murbei (<i>Morus alba</i>)	1	
Angsana (<i>Pterocarpus indicus</i>)	8	
tabibuya kuning (<i>Chrysotricha</i>)	5	
Pohon Beringin (<i>Ficus benjamina</i>)	2	
Kelengkeng (<i>Dimocarpus longan</i>)	2	
Karet Kebo (<i>Ficus elastica</i>)	10	

Daun Kenitu (chrysophyllum cainito)	12
Cemara (Casuarinaceae)	11
Pohon Jambu (Psidium)	6
Sinyo Nakal (Duranta erecta)	1
Bunga Bungur (Lagerstroemia flos-reginae)	5
Pohon Rambutan (Nephelium Lappaceum)	21
Pohon kokoa (Theobroma cacao)	13
Mangga (Mangifera)	2
Pohon matoa (Pometia pinnata)	1
Magnolia grandiflora	1
Pohon Sirsak (Annona muricata)	1
JUMLAH	273

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah emisi CO₂ yang dihasilkan di Zona 5 Universitas Negei Yoyakarta pada tahun 2019 adalah sebesar 7.479,066 ton/tahun dengan kebutuhan O₂ adalah sebesar 6.763,027 ton/tahun. Serta kemampuan RTH dalam menyerap CO₂ sebesar 3.070,1308 ton/tahun, dan kemampuan memproduksi O₂ sebesar 131,807 ton/tahun

DAFTAR PUSTAKA

- Anisatusa'iedah, "Korelasi Runag Terbuka Hijau dengan Kosentrasi Karbon Dioksida(CO₂) dan Oksigen (O₂) di Kampus UIN Sunan Ampel Surabaya" Tugas Akhir Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surayaba, Surabaya (2018)
- E.N. Dahlan , "Analisis kebutuhan luasan hutan kota sebagai sink gas CO₂ antropogenik dari bahan bakar minyak dan gas di kota Bogor dengan pendekatan sistem dinamik," Disertasi, Program Studi Ilmu Pengetahuan Kehutanan, Sekolah Pascasarjana, IPB, Bogor (2007).
- Handi Supriadi "Peran Biomassa dan Bioindustri Kakao dalam Mitigasi Perubahan Iklim" Jurnal Ivnasi Teknologi Bioindustri Kakao (08 April 2019)

<https://sumber.com/edukasi/pendidikan-tinggi/perguruan-tinggi-indonesia/sumber/universitas-negeri-yogyakarta-uny.html>. April 2019)

<http://kepegawaian.uny.ac.id/node/4706>. April 2019)

- I. S. Kartika dan P. Kristanto, "Konversi penggunaan bahan bakar bensin ke bahan bakar ethanol pada motor bakar 4 langkah untuk sepeda motor," Skripsi, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Kristen Petra, Surabaya (2013).
- Kusminingrum, N. 2008. Potensi Tanaman Dalam Menyerap CO₂ dan CO Untuk Mengurangi Dampak Pemanasan Global. Jurnal Pemukiman, Vol.3, No.2:96-105
- Nuril Hidayati, dkk "Variasi Serapan Karbondioksida(CO₂) Jenis-jenis Pohon di ecopark, Cibinong dan Kaitannya dengan Potensi Mmitigasu Gas Rumah Kaca" Buletin Kebun Raya Vo. 16 NO.1 januari 2013. (08 April 2019).
- Utina,Ramli "Pemanasan Global : Dampak dan Upaya Meminimalisasinya" Jurnal SAINTEK UNG 2009. (08 April 2019).
- Vivit Rulita sari, dkk. "Kajian Vegetasi Area Parkis Kampus" Jurnal ECOTROPHIC. Volume 12 Nomor 2 : 125-131 p- ISSN:1907-5626, e-ISSB: 2503-3395. (mei 2018)
- Y. Fujita, H. Matsumoto, H.C. Siong , "Assessment of CO₂ emissions and resource sustainability for housing construction in Malaysia," International Journal of Low-Carbon Technologies 2009, Vol. 4 (2009, Mar.) 16-26.