

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Dalam Bab 2 Tinjauan Pustaka akan dipaparkan penjelasan terkait perubahan iklim, sumber emisi karbondioksida (CO₂), sumber emisi primer rumah tangga, faktor penyerap emisi CO₂, ruang terbuka hijau privat, intensitas pemanfaatan ruang, penelitian terdahulu, serta sintesa teori. Adapun penjelasan yang dimaksud dapat dilihat pada sub bab di bawah ini.

2.1 Perubahan Iklim

Menurut IPCC (2019) menjelaskan bahwa perubahan iklim adalah proses pergantian kondisi iklim yang dapat diidentifikasi melalui perubahan unsur-unsur iklim (curah hujan, temperatur, arah angin, kecepatan angin, evaporasi, dan sebagainya) yang terus mengalami fluktuasi secara musiman dan terjadi dalam jangka panjang (beberapa dekade atau lebih lama), baik yang disebabkan oleh proses perubahan internal/alamiah (proses dekomposisi dan pembakaran, aktivitas gunung berapi, serta aktivitas respirasi makhluk hidup) maupun eksternal (aktivitas manusia). Lalu menurut UNFCCC (2011), perubahan iklim merupakan fenomena berubahnya unsur iklim yang didominasi karena ulah manusia baik yang berkaitan secara langsung (pemakaian bahan bakar fosil) maupun tidak langsung (konversi lahan hijau menjadi lahan terbangun) yang berakibat pada berubahnya komposisi udara ambien di lingkungan sekitar dalam periode waktu yang lama. Pernyataan ini didukung juga oleh Julismin (2013), perubahan iklim terjadi tidak hanya disebabkan karena aktivitas alam (gunung meletus, pergeseran lempeng, El-Nino, dan lainnya), namun juga karena ulah manusia (masalah urbanisasi, penggundulan hutan, transportasi, dan industrialisasi, aktivitas rumah tangga, dan kegiatan lainnya) yang terjadi dalam beberapa dekade yang menimbulkan peningkatan efek rumah kaca.

Efek rumah kaca adalah peristiwa dimana gas-gas alami di atmosfer meningkat baik secara alami maupun akibat ulah manusia (IPCC, 2019). Salah satu gas rumah kaca yang terus mengalami peningkatan adalah gas karbondioksida (CO₂) (Harvey, 2018). Peningkatan gas CO₂ tersebut memungkinkan radiasi panas

matahari yang terserap ke bumi tidak mampu dipantulkan secara sempurna ke ruang angkasa (IPCC, 2019). Berdasarkan pendapat tersebut dapat dikatakan bahwa tinggi gas rumah kaca (gas CO₂) dapat menyebabkan pancaran panas matahari tidak dapat keluar (terperangkap) di dalam atmosfer bumi sehingga menyebabkan temperatur bumi memanas atau yang sering disebut pemanasan global. Dampak negatif dari perubahan iklim adalah sebagai berikut (UNFCCC, 2011).

1. Tingginya permukaan air laut terus meningkat akibat es di kutub mencair dapat mempengaruhi daerah pesisir dan pulau-pulau kecil.
2. Perubahan cuaca sangat ekstrim dapat mempengaruhi sistem biologis makhluk hidup sehingga menimbulkan kepunahan keanekaragaman hayati.
3. Masa tanam dan musim panen akan bergeser sehingga sering terjadi gagal panen karena kekeringan akibat perubahan cuaca yang sangat ekstrim.
4. Memungkinkan terjadi hujan asam yang dapat menyebabkan kesuburan tanah menurun dan mempengaruhi sistem hidrologi.
5. Penurunan tingkat keasaman air laut dengan rata-rata pH 0,1 unit yang dapat mengancam keberlanjutan ekosistem laut.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa perubahan iklim merupakan keadaan dimana iklim terus mengalami ketidak tetapan (fluktuasi) dalam kurun waktu yang lama dan lebih banyak disebabkan faktor ulah manusia, seperti meningkatnya konsumsi bahan bakar fosil, serta konversi area hijau secara terus-menerus menjadi area terbangun dapat mendorong peningkatan efek rumah kaca yang mendorong pemanasan global dan memicu perubahan iklim yang berdampak pada peningkatan permukaan air laut, perubahan cuaca ekstrim, kegagalan panen, kesuburan tanah menurun, sistem hidrologi terganggu, pengasaman laut, serta kepunahan keanekaragaman hayati.

Berdasarkan kajian telah dijabarkan di atas, adapun faktor utama penyebab perubahan iklim dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 2. 1 Kajian Pustaka Faktor Utama Penyebab Perubahan Iklim

Sumber	Indikator	Variabel
UNFCCC (2011)	Aktivitas manusia	Jumlah penggunaan bahan bakar fosil
Julismin (2013)		
IPCC (2019)	Alih fungsi lahan	1. Luas lahan hijau

Sumber	Indikator	Variabel
		2. Luas lahan terbangun

*) Hasil kajian pustaka, 2020

2.1.1 Mitigasi dan Adaptasi Perubahan Iklim

Mitigasi menurut Ismunandar (2019) dalam bukunya yang berjudul Panduan Pembelajaran Kebencanaan untuk Mahasiswa di Perguruan Tinggi, adalah seperangkat usaha sistematis untuk meminimalisir resiko bencana, baik melalui kegiatan pembangunan fisik maupun melalui peningkatan kesadaran, pengetahuan, serta potensi diri dalam menghadapi ancaman bencana. Lalu, mitigasi perubahan iklim juga dapat diartikan sebagai intervensi manusia dalam mencegah peningkatan gas rumah kaca (GRK) yang dapat memicu pemanasan global (UNFCCC, 2011). Hal itu sejalan dengan Hermon (2018) yang menjelaskan mitigasi perubahan iklim adalah usaha manusia dalam memperkuat faktor penurunan gas rumah kaca dalam upaya mengurangi perubahan iklim. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa mitigasi perubahan iklim adalah upaya yang dilakukan manusia untuk untuk mengurangi sumber gas rumah kaca perencanaan pembangunan fisik maupun peningkatan kesadaran dan kemampuan menghadapi ancaman perubahan iklim.

Menurut Hermon (2018), adaptasi adalah penyesuaian dalam sistem alam dan manusia sebagai respons terhadap perubahan iklim untuk mempertahankan hidupnya. Hal itu sejalan dengan Aldrian, *et al* (2011), adaptasi adalah langkah untuk menangani dampak perubahan iklim sehingga mampu mencegah hal negatif dan mengambil manfaatnya. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa adaptasi adalah penyesuaian manusia beserta alam dalam menghadapi perubahan iklim.

Adapun langkah-langkah yang dilakukan sebagai bentuk mitigasi dan adaptasi perubahan iklim adalah sebagai berikut (Hermon, 2018).

1. Meningkatkan efisiensi energi dengan menggunakan energi alternatif yang ramah lingkungan guna mengurangi tingkat emisi yang dihasilkan oleh bahan bakar fosil.
2. Penyerapan CO₂ dilakukan dengan memanfaatkan penangkap karbon alami seperti ruang terbuka hijau. Konsevasi lahan hijau dapat dilakukan melalui pengendalian deforestasi, reboisasi, dan penghijauan sebagai upaya

penyerapan karbon ke dalam tanah dan dapat membantu mengurangi konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer dalam waktu singkat.

3. Sektor perumahan dan perdagangan mampu menyumbang emisi sekitar 30 persen, sehingga perlu ditetapkan peralatan standar dan bangunan yang dapat mengurangi emisi.
4. Menyebarluaskan dan penerapan teknologi ramah iklim di berbagai sektor, serta pengembangan inovasi dan teknologi yang berkelanjutan.
5. Melakukan pengawasan baik dari pemilahan dan pengolahan sampah organik dan anorganik, penerapan teknologi pembakaran sampah (insenerasi), dan daerah sanitasi limbah air lindi yang dapat menghindari terbentuknya gas polutan di tempat pembuangan akhir sampah.

Berdasarkan IPCC dalam Aldrian, *et al* (2011), hal-hal yang harus dilakukan sebagai upaya mitigasi dan adaptasi fenomena perubahan iklim yaitu sebagai berikut.

1. Mengidentifikasi hal-hal yang memberikan pengaruh terhadap perubahan iklim, baik yang berkaitan dengan penyebab dari gas rumah kaca, pemanasan global, perubahan iklim, maupun dampaknya.
2. Mengkajian dan studi dampak, baik secara langsung (perubahan curah hujan, terjadinya banjir bandang, kekeringan, gelombang panas, kebakaran hutan, dan lain-lain) maupun dampak tidak langsung (penyebaran virus pada manusia dan tanaman, gangguan pariwisata, masalah transportasi, infrastruktur, dan lainnya).
3. Mengidentifikasi kerentanan masyarakat terhadap perubahan iklim, yaitu mengukur ketidakberdayaan masyarakat dalam menghadapi perubahan iklim.
4. Menganalisis kemampuan dan ketahanan beradaptasi terhadap perubahan iklim, berkaitan dengan seberapa mampu masyarakat dalam beradaptasi menghadapi perubahan iklim.
5. Menganalisis resiko iklim, berkaitan dengan keadaan iklim yang ekstrim akibat perubahan iklim. Dalam hal ini kelompok yang memiliki tingkat kerentanan tertinggi terhadap dampak perubahan iklim yaitu penduduk miskin. Selain itu warga miskinlah yang paling terdampak dari pembangunan nasional yang terhambat. Dengan demikian, solusi mitigasi dan adaptasi

terhadap perubahan iklim harus juga mencakup program penurunan angka kemiskinan. www.itk.ac.id

Penelitian ini memiliki fokus pada emisi CO₂ sehingga gas rumah kaca yang dianggap paling berpengaruh dalam perubahan iklim adalah gas CO₂. Berdasarkan kajian telah dijabarkan, salah satu solusi yang dapat dilakukan dalam lingkup mitigasi dan adaptasi gas CO₂ adalah meningkatkan efisiensi energi. Berdasarkan hal tersebut, sebelum melakukan peningkatan efisiensi energi hal pertama yang perlu dilakukan adalah mengidentifikasi banyaknya emisi gas CO₂ yang dihasilkan. Lalu selanjutnya, identifikasi komponen yang memberikan kontribusi terhadap perubahan iklim. Hal yang memberikan pengaruh besar terhadap perubahan iklim adalah kegiatan manusia, khususnya penggunaan bahan bakar fosil untuk bahan bakar transportasi, industri, sampai dengan memenuhi kebutuhan rumah tangga. Kemudian upaya terakhir mitigasi dan adaptasi gas CO₂ adalah peningkatan penyerapan CO₂ dengan memanfaatkan penangkap karbon alami seperti ruang terbuka hijau karena dapat membantu mengurangi konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer dalam waktu singkat. Adapun kajian pustaka terkait mitigasi dan adaptasi perubahan iklim dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 2. 2 Kajian Pustaka Mitigasi dan Adaptasi Perubahan Iklim

Sumber	Indikator	Variabel
IPCC dalam Aldrian, <i>et al</i> (2011)	Produksi emisi gas CO ₂	Jumlah emisi gas CO ₂
	Sumber emisi	Jumlah penggunaan bahan bakar fosil
Hermon (2018)	Penangkap karbon	Luas lahan hijau

^{*)} Hasil kajian pustaka, 2020

2.2 Sumber Emisi Karbondioksida (CO₂)

Menurut Sumampouw (2015), pencemaran lingkungan yakni proses masuknya atau dimasukkannya sesuatu (energi, unsur, senyawa, makhluk hidup, ataupun komponen lainnya) ke dalam udara akibat ulah manusia ataupun karena alam itu sendiri (seperti : letusan gunung berapi, gas beracun belerang, dan sebagainya) yang mengakibatkan kualitas udara menurun. Sedangkan zat, gas, energi, unsur, senyawa, makhluk hidup, ataupun komponen lainnya yang dihasilkan dari aktivitas manusia yang sengaja ataupun tidak sengaja dimasukkan ke dalam

udara ambien, baik yang memiliki atau tak memiliki pengaruh sebagai bahan pencemar disebut emisi. Menurut Sasmita, *et al* (2009), berdasarkan dampaknya, emisi karbon terdiri dari 2 (dua) jenis yaitu sebagai berikut.

1. Emisi karbon primer, merupakan emisi CO₂ yang dihasilkan secara langsung dari hasil pembakaran bahan bakar fosil dan dampaknya dapat dirasakan secara langsung baik bagi makhluk hidup maupun lingkungan. Sebagai contoh : hasil pemakaian Bahan Bakar Minyak (BBM) pada transportasi dan penggunaan *Liquid Petroleum Gas* (LPG) untuk memasak.
2. Emisi karbon sekunder, yaitu emisi CO₂ yang terbentuk dari proses siklus produk yang dikonsumsi (dari produksi hingga penguraian). Sebagai contoh : makanan yang dikonsumsi sehari-hari dan penggunaan listrik untuk peralatan elektronik rumah tangga. Makin banyak produk yang dikonsumsi maka emisi karbon yang dikeluarkan makin besar.

Lalu menurut Quina (2018), adapun klasifikasi sumber emisi primer menurut pergerakannya adalah sebagai berikut.

1. Sumber emisi bergerak, yaitu sumber emisi yang keberadaannya tidak menetap pada suatu lokasi atau berpindah-pindah, contohnya emisi yang berasal dari transportasi.
2. Sumber emisi tidak bergerak, yakni sumber emisi yang memiliki lokasi yang tetap di sebuah lokasi tertentu. Sebagai contoh : kegiatan pabrik, pembakaran sampah, memasak rumah tangga, dan sebagainya.

Selain itu, Sumampouw (2015), menjelaskan bahwa gas buangan yang menjadi zat pencemar udara meliputi : Karbon monoksida (CO), Karbondioksida (CO₂), Nitrogen dioksida (NO₂), Sulfur dioksida (SO₂), Timah hitam (Pb), Cloro fluoro carbon (CFC), dan partikel-partikel lainnya. Menurut Subkhan (2017), menjelaskan bahwa Karbondioksida (CO₂) adalah satu diantara banyak gas penyusun lapisan atmosfer bumi. Ada 9 gas utama penyusun lapisan atmosfer diantaranya yaitu sebagai berikut.

Tabel 2. 3 Gas Utama Penyusun Lapisan Atmosfer

No.	Gas	Volume (%)
1.	Nitrogen (N ₂)	78,084
2.	Oksigen (O ₂)	20,946
3.	Argon (A)	0,934

No.	Gas	Volume (%)
4.	Karbondioksida (CO ₂)	0,0325
5.	Neon (Ne)	0,00182
6.	Helium (He)	0,000524
7.	Metana (CH ₄)	0,000150
8.	Kripton (Kr)	0,000114
9.	Hidrogen (H)	0,00005

*) Subkhan, 2017

Berdasarkan tabel tersebut diketahui bahwa gas karbondioksida (CO₂) merupakan gas penyusun terbesar ke empat di atmosfer, sehingga dapat disimpulkan bahwa jumlah gas karbondioksida (CO₂) di udara bebas sangat besar. Selain itu menurut Wen-Hsien Tsai (2019), satu zat yang berpengaruh signifikan dalam mempercepat tingkat pemanasan global adalah gas karbondioksida (CO₂), dimana diperkirakan sekitar 72 persen dari gas rumah kaca merupakan gas karbondioksida (CO₂), 18 persen metana (CH₄), dan 9 persen nitro oksida (NO_x).

Hal itu terbukti menurut Harvey (2018) dalam Proyek Global Carbon, menjelaskan bahwa hasil pembakaran bahan bakar fosil cenderung meningkatkan kadar emisi (CO₂) di udara sebesar 2,7 persen pada tahun 2018, setelah pada tahun 2017 kadar emisi CO₂ di udara sebesar 1,6 persen.

Berdasarkan *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA) dalam Handayani, *et al* (2015), menjelaskan bahwa nilai ambang batas zat pencemar karbondioksida di udara adalah 5.000 ppm dalam 8 jam kerja. Jika melampaui nilai tersebut, dalam konsentrasi yang tinggi, gas karbondioksida (CO₂) dapat mengakibatkan gangguan kesehatan, seperti : meningkatkan detak jantung, rasa tertekan di dada, kesulitan bernapas, hingga kematian akibat keracunan gas gas karbondioksida (CO₂) (Handayani, *et al*, 2015). Keracunan gas CO₂ pada konsentrasi ringan ditandai dengan kondisi tubuh yang cepat lelah, mengantuk, leher tegang, dan badan pegal-pegal (Handayani, *et al*, 2015).

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa gas penyusun terbesar ke empat di atmosfer adalah gas karbondioksida (CO₂) dan memiliki pengaruh besar dalam mempercepat tingkat pemanasan global apabila jumlahnya berlebihan di udara. Kontributor utama tingginya emisi CO₂ di lingkungan berasal dari hasil pembakaran bahan bakar fosil yang tergolong sebagai sumber emisi primer.

Berdasarkan kajian telah dijabarkan di atas, adapun kajian pustaka terkait sumber emisi primer gas CO₂ dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 2. 4 Kajian Pustaka Sumber Emisi Primer gas CO₂

Sumber	Indikator	Variabel
Sasmita, <i>et al</i> (2009)	Sumber emisi primer gas CO ₂	Jumlah penggunaan BBM Transportasi
Quina (2018)		Jumlah penggunaan LPG

^{*)} Hasil kajian pustaka, 2020

2.3 Sumber Emisi Primer Rumah Tangga

Adapun sumber emisi primer rumah tangga yang memberi sumbangan besar terhadap gas CO₂ di lingkungan permukiman meliputi sebagai berikut.

2.3.1 Penggunaan *Liquid Petroleum Gas* (LPG)

Salah satu kebutuhan dasar yang paling utama bagi manusia adalah makanan. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, manusia membutuhkan bahan pangan beserta peralatannya. Salah satu peralatan dasar rumah tangga yang digunakan untuk memasak adalah kompor. Saat ini untuk menyalakan kompor tersebut, dibutuhkan bahan bakar, yaitu berupa *Liquid Petroleum Gas* (LPG). Berdasarkan data Kementerian ESDM 2016 dalam bukunya yang berjudul Data Inventory Emisi GRK Sektor Energi, menjelaskan bahwa dalam LPG terkandung senyawa propana (C₃H₈) dan butana (C₄H₁₀) sebesar 99 persen, serta 1 persennya berupa pentana (C₅H₁₂). Adapun reaksi pembakaran propana dan butana dalam LPG adalah sebagai berikut.



Berdasarkan reaksi di atas, dapat diketahui bahwa hasil pembakaran LPG, khususnya propana dan butana menghasilkan gas karbondioksida, uap air, dan panas. Berdasarkan data Kementerian ESDM 2016 dalam bukunya yang berjudul Data Inventory Emisi GRK Sektor Energi, menjelaskan bahwa salah satu penyumbang emisi terbesar berasal rumah tangga sebesar 8 persen, yang menduduki urutan ketiga tertinggi. Dari data tersebut, pemakaian LPG pada sektor rumah tangga mampu memberikan sumbangan emisi CO₂ sebanyak 92 persen. Tingginya sumbangsih LPG disebabkan karena konsumsi LPG juga terus mengalami peningkatan, yaitu pada tahun 2000 sebanyak 8 juta SBM (0,97 juta ton) dan pada tahun 2014 meningkat menjadi 52 juta SBM (6,09 juta ton). Salah satu yang

menyebabkan konsumsi LPG terus meningkat dikarenakan adanya program pemerintah yang mengganti bahan bakar memasak dari minyak tanah menjadi LPG baik untuk kebutuhan rumah tangga dan usaha kecil. Konsumsi LPG mengalami peningkatan sejalan dengan program pengurangan ketergantungan 80% terhadap minyak tanah selama kurun waktu 2007-2011 (BPPT, 2016). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa sumber emisi primer rumah tangga salah satunya berasal dari penggunaan LPG yang digunakan untuk memasak kebutuhan sehari-hari.

2.3.2 Penggunaan Transportasi

Menurut Andriansyah (2015), menjelaskan bahwa transportasi adalah proses perpindahan orang maupun barang dari satu tempat menuju ke tempat lainnya menggunakan media baik yang dijalankan oleh manusia dan digerakan dengan mesin. Transportasi merupakan bagian dari kebutuhan turunan (*derived demand*). Dalam hal ini tidak semua kebutuhan dapat diperoleh atau dipenuhi di satu tempat saja, sehingga setiap manusia perlu melakukan pergerakan serta akses yang mendukung untuk memenuhi semua kebutuhan baik primer, sekunder, maupun tersiernya. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa dalam memenuhi kebutuhan sehari-hari, manusia membutuhkan transportasi untuk melakukan mobilisasi.

Dikarenakan banyaknya aktivitas mobilisasi, Berdasarkan data Kementerian ESDM 2016 dalam bukunya yang berjudul Data Inventory Emisi GRK Sektor Energi, menjelaskan bahwa penyumbang emisi terbesar berasal transportasi sebesar 53 persen. Hal ini dikarenakan jumlah kendaraan di Indonesia terus meningkat. Terbukti pada tahun 2000 jumlah kendaraan sebanyak 19 juta kendaraan dan meningkat menjadi 114 juta kendaraan pada tahun 2014 dengan rata-rata peningkatan per tahunnya sebanyak 13,7 persen (BPPT, 2016). Peningkatan jumlah kendaraan bermotor juga akan memicu peningkatan bahan bakar minyak (BBM) sebagai sumber energi penggerakannya. Konsumsi bensin dan biodiesel mengalami peningkatan dari tahun 2011 ke 2012 sebesar 11,96% (ESDM, 2012). Terbukti, pada tahun 2007 sumbangsih emisi CO₂ yang dihasilkan kendaraan bermotor sebesar 71 juta ton CO₂ (179 juta SBM) dan pada tahun 2015 meningkat menjadi 1.033,24 juta SBM. sebanyak 58 juta ton CO₂ dan pada tahun 2007 meningkat menjadi 73 juta ton CO₂ (ESDM, 2009 dan 2016).

Menurut Sumampouw (2015), gas pencemar yang dihasilkan dari transportasi meliputi : Karbon monoksida (CO), Karbondioksida (CO₂), Sulfur dioksida (SO_x), Nitrogen dioksida (NO_x), Timah hitam (Pb), Hidrokarbon (HC), dan partikel-partikel lainnya. Tingginya konsentrasi gas pencemar bergantung pada intensitas lalu lintas, jumlah bahan bakar minyak yang dikonsumsi, dan jumlah kendaraan menurut jenisnya (Subkhan, 2017). Selain itu menurut Kementerian Lingkungan Hidup (2011) dalam Nurdjanah (2015), ada beberapa faktor yang menyebabkan besarnya emisi buangan kendaraan bermotor, meliputi :

1. Jumlah, jenis, umur, dan karakteristik kendaraan bermotor.
2. Jenis bahan bakar yang digunakan.
3. Faktor perawatan kendaraan.
4. Jenis permukaan jalan.
5. Siklus dan pola mobilisasi.

Dari kedua pendapat tersebut, dapat disimpulkan bahwa faktor penyebab besarnya produksi emisi kendaraan bermotor dipengaruhi oleh jumlah jenis kendaraan, jenis bahan bakar, dan intensitas mobilisasi.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa penggunaan gas LPG dan penggunaan BBM pada kendaraan bermotor merupakan penyumbang emisi karbon primer bagi lingkungan, khususnya lingkungan permukiman.

Sebagai sumber penggerak utama, kendaraan bermotor dibedakan menjadi 2 (dua) jenis berdasarkan bahan bakar minyak (BBM), yaitu : bensin (*gasoline*) dan *diesel oil* ((ESDM, 2016). Menurut Cappenberg (2014), nilai mutu jenis BBM dapat dilihat dari *Research Octane Number* (RON). RON merupakan besaran untuk mengukur kekuatan tekanan atau kompresi bahan bakar terhadap mesin (Cappenberg, 2014). Jika nilai oktannya semakin besar, maka semakin baik dampaknya untuk kinerja mesin serta emisi pembakaran yang dikeluarkan oleh mesin akan semakin kecil. Dengan demikian dapat diketahui bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi banyak sedikitnya emisi yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar kendaraan bermotor adalah jenis bahan bakarnya.

Berdasarkan informasi yang berasal dari website Pertamina.com, adapun jenis-jenis BBM yang biasa digunakan oleh kendaraan bermotor berbahan bakar bensin, meliputi :

1. Pertamax Racing, merupakan bahan bakar kendaraan yang memiliki oktan minimal 100. Bahan bakar ini diperuntukan khusus bagi mobil atau motor balap yang memiliki kompresi mesin lebih tinggi dari 13:1. Bahan bakar ini telah diakui oleh Federasi Balap Internasional karena kelebihanannya mampu membuat mesin lebih responsif, lebih stabil, memiliki daya tahan yang tinggi, dan bersahabat dengan lingkungan.
2. Pertamax Turbo, merupakan bahan bakar kendaraan yang memiliki oktan 98 dan memiliki kadar sulfur rendah sehingga tidak merusak kualitas udara lingkungan. Kelebihan dari bahan bakar ini mampu meningkatkan *drivability* sehingga lebih lincah dalam bermanuver, akselerasi mesin menjadi lebih bagus karena torsi yang dihasilkan lebih tinggi, meningkatkan kecepatan maksimal kendaraan, peningkatan tenaga mesin kendaraan, menyempurnakan pembakaran bahan bakar pada mesin sehingga lebih ramah lingkungan. Bahan bakar ini boleh digunakan oleh semua jenis kendaraan baik mobil maupun motor. Namun, peluncuran bahan bakar ini awalnya diperuntukan secara resmi untuk kendaraan Lamborghini.
3. Pertamax, merupakan bahan bakar kendaraan yang memiliki oktan minimal 92 berstandar Internasional. Bahan bakar berwarna hijau tua dan diperuntukan khusus bagi mobil atau motor yang memiliki kompresi mesin 10:1 atau kendaraan berbahan bakar bensin yang menggunakan teknologi setara dengan *Electronic Fuel Injection* (EFI). Dengan *ecosave technology*, pertamax mampu membersihkan bagian dalam mesin (*detergency*) serta dilengkapi dengan pelindung anti karat pada dinding tangki kendaraan, saluran bahan bakar dan ruang bakar mesin, serta mampu menjaga kemurnian bahan bakar dari campuran air sehingga pembakaran menjadi lebih sempurna.
4. Pertalite, merupakan bahan bakar kendaraan bensin yang memiliki oktan 90. Bahan bakar berwarna hijau terang dan jernih serta diperuntukan bagi mobil atau motor dengan kompresi mesin 9:1 hingga 10:1. Bahan bakar ini memiliki lebih baik dibanding bahan bakar premium dikarenakan adanya tambahan *additive* pada kandungannya yang mampu membuat

mesin kendaraan menempuh jarak yang lebih jauh dengan tetap memastikan kualitas bahan bakar dan harga yang terjangkau.

5. Premium, merupakan bahan bakar kendaraan bensin yang memiliki oktan 88. Bahan bakar ini merupakan BBM jenis distilat berwarna kekuningan yang jernih. Warna kuning tersebut disebabkan zat warna tambahan (dye). Premium diperuntukan bagi kendaraan bermotor bensin dengan resiko kompresi rendah, yaitu dibawah 9:1.

Berdasarkan informasi yang berasal dari website Pertamina.com, adapun jenis-jenis BBM yang biasa digunakan oleh kendaraan bermotor berbahan bakar diesel, meliputi :

1. Pertamina Dex, merupakan bahan bakar diesel terbaik dengan kandungan sulfur yang rendah (kurang dari 300 ppm) dan angka cetane 53 yang mana nilai tersebut telah memenuhi standar Euro 3 dan menjadi bahan bakar diesel premium kelas dunia. Kelebihan bahan bakar ini mampu membuat kinerja mesin lebih optimal, tangguh dan bertenaga serta dilengkapi dengan *lubricity* dan anti *foaming of gas* yang membuat bahan bakar ini lebih ramah lingkungan. Bahan bakar ini diperuntukan bagi kendaraan bermotor diesel, khususnya mesin diesel modern berteknologi *common rail system*.
2. Dexlite, merupakan varian bahan bakar diesel terbaru dengan kandungan sulfur maksimal 1.200 ppm dan angka cetane minimal 51. Kelebihan bahan bakar ini memiliki kualitas yang baik dan mampu membuat mesin bekerja lebih bertenaga dengan harga terjangkau.
3. Solar, merupakan bahan bakar diesel dengan kandungan sulfur yang 2.500 ppm dan angka cetane 48. Bahan bakar ini diperuntukan bagi kendaraan bermotor diesel dengan teknologi lama, seperti angkutan umum (bis, angkot) serta kendaraan pribadi berbahan bakar diesel (mobil atau truk). Namun pada dasarnya kendaraan berbahan dasar diesel dapat menggunakan produk mana saja, baik Pertamina Dex maupun Dexlite.

Penggunaan bahan bakar pada kendaraan bermotor akan menghasilkan sebuah gas emisi, dimana proses ini disebut dengan proses pembakaran. Menurut Syahrani (2006) pembakaran terjadi dikarenakan adanya senyawa-senyawa yang

bereaksi. Adapun reaksi pembakaran sempurna pada mesin kendaraan bermotor bensin adalah sebagai berikut (Syahrani, 2006).



Berdasarkan reaksi di atas, dapat diketahui bahwa hasil pembakaran mesin kendaraan bermotor bensin menghasilkan gas karbondioksida dan uap air. Namun yang perlu diketahui bahwa pada penerapannya pembakaran dalam mesin tidak sepenuhnya mengalami pembakaran sempurna meskipun mesin telah dilengkapi sistem kontrol yang modern dan canggih.

Dampak yang ditimbulkan akibat dari emisi CO₂ yang dihasilkan dari pembakaran BBM kendaraan bermotor, yaitu memicu terjadinya pemanasan global yang akan berakibat pada perubahan iklim dan akan membahayakan kelangsungan hidup makhluk hidup di bumi dalam jangka panjang. Selain itu dampak jangka pendek apabila menghirup emisi CO₂ kendaraan bermotor akan mengganggu sistem pernapasan dan metabolisme manusia (Purnomo, 2019).

Berdasarkan kajian telah dijabarkan di atas, adapun kajian pustaka terkait sumber emisi primer gas CO₂ rumah tangga dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 2. 5 Kajian Pustaka Sumber Emisi Primer CO₂ Rumah Tangga

Sumber	Indikator	Variabel
Data Inventory Emisi GRK Sektor Energi (2016)	Sumber emisi primer CO ₂ LPG	Jumlah konsumsi LPG
Subkhan (2017)		Jumlah jenis kendaraan
Kementerian Lingkungan Hidup (2011) dalam Nurdjanah (2015)	Sumber emisi primer CO ₂ Transportasi	Jumlah konsumsi BBM
Cappenberg (2014)		Intensitas mobilisasi
		Jenis bahan bakar

*) Hasil kajian pustaka, 2020

2.4 Faktor Penyerap Emisi Karbon dioksida (CO₂)

Mayoritas aktivitas manusia memberikan kontribusi yang sangat besar dalam peningkatan emisi CO₂ di atmosfer. Apabila dibiarkan akan memberikan dampak buruk bagi kelangsungan makhluk hidup, khususnya manusia. Hal itu dikarenakan peningkatan gas CO₂ di atmosfer akan mengurung pancaran matahari yang masuk

ke permukaan bumi secara sempurna, sehingga panas matahari tidak dapat dipancarkan kembali ke luar angkasa dan mengakibatkan temperatur bumi memanas atau yang sering disebut pemanasan global. Salah satu solusi yang paling baik untuk meminimalisasi emisi gas CO₂ adalah melalui penanaman tumbuhan (penghijauan).

Vegetasi memiliki peranan penting dalam ekosistem. Akan tetapi dalam pembangunan perkotaan, khususnya di Indonesia sering kali mengabaikan ketersediaan lahan ruang terbuka hijau. Dalam hal ini salah satu fungsi dari vegetasi adalah sebagai penyerap emisi CO₂ yang digunakan untuk proses fotosintesis. Adapun rumus proses fotosintesis yang terjadi pada vegetasi adalah sebagai berikut (Siwi, 2012).



Untuk menghitung kemampuan daya serap ruang terbuka hijau privat adalah dengan cara mengalikan standar laju daya serap CO₂ menurut masing-masing jenis tanaman dengan jumlah jenis tanaman. Kemampuan tumbuhan dalam menyerap gas karbon dioksida bermacam-macam tergantung jenis tutupan lahan hijau (Adiastari, 2010). Hal itu sependapat dengan Dahlan dalam Hastuti (2012) yang mengemukakan bahwa setiap jenis tanaman memiliki kemampuan penyerapan terhadap CO₂ yang berbeda-beda. Berdasarkan dua pendapat di atas, dapat disimpulkan bahwa kemampuan daya serap emisi CO₂ ruang terbuka hijau dalam menyerap dipengaruhi oleh jenis tanaman dan jumlah tanaman tersebut.

Tabel 2. 6 Kajian Pustaka Kemampuan RTH dalam Menyerap Emisi CO₂

Sumber	Indikator	Variabel
Adiastari (2010)	Kemampuan RTH	Jenis tanaman
Dahlan dalam Hastuti (2012)	dalam Menyerap Emisi CO ₂	Jumlah Jenis tanaman

^{*)} Hasil kajian pustaka, 2020

2.5 Ruang Terbuka Hijau Privat

Menurut V.Jennings, *et al* (2019), menjelaskan bahwa ruang terbuka hijau adalah ruang hijau yang mencakup area tumbuh tanaman di kawasan perkotaan, seperti taman, hutan, kebun, dan jalur hijau. Kemudian menurut T. Beatley (2012) ruang terbuka hijau berfungsi menampung segala aktivitas manusia yang mendukung nilai sosial, budaya, ekonomi, dan estetika setempat tanpa

mengabaikan nilai ekologisnya baik berupa jalur linear (ruang memanjang) ataupun area non-linear yang bersifat terbuka dan banyak ditumbuhi tanaman, baik yang sengaja ditanam maupun tumbuh secara alami. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa ruang terbuka hijau adalah area hijau berupa jalur linear (ruang memanjang) ataupun area non-linear yang bersifat terbuka dan banyak ditumbuhi tanaman, baik yang sengaja ditanam maupun yang tumbuh secara alami di kawasan perkotaan yang berfungsi untuk menampung segala aktivitas manusia baik yang mendukung nilai sosial, budaya, ekonomi, dan estetika setempat tanpa mengabaikan nilai ekologisnya.

Menurut Arianti (2010), ruang terbuka hijau privat adalah yang dimiliki dan dikelola oleh perorangan atau lembaga tertentu yang disesuaikan dengan ketentuan perizinan pemanfaatan ruang pemerintah kabupaten atau kota setempat. Lalu, menurut Marselina dan Mussadun (2014), menjelaskan bahwa RTH privat di lingkungan perumahan dan permukiman merupakan RTH yang dikelola dan dimiliki pemilik rumah yang bermukim di kawasan tersebut dan pemanfaatannya terbatas, dapat berupa pekarangan dan halaman rumah yang ditanami tumbuhan. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa ruang terbuka hijau privat adalah ruang hijau yang penyediaan dan pengelolaannya menjadi tanggung jawab perseorangan atau lembaga tertentu serta pemanfaatannya terbatas dapat berupa pekarangan dan halaman rumah yang ditanami tumbuhan.

Menurut Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan (2008) menjelaskan bahwa ruang terbuka privat terbagi menjadi 2 (dua), yaitu sebagai berikut.

1. Ruang Terbuka Hijau (RTH) Privat, merupakan ruang terbuka jalur linear (ruang memanjang) ataupun area non-linear yang lebih bersifat terbuka dan banyak ditumbuhi tanaman, baik yang tumbuh secara alami ataupun yang sengaja ditanam. Sebagai contoh : kebun dan halaman rumah, perkantoran, pertokoan, rumah sakit, tempat usaha, sekolah, dan sebagainya yang dapat ditanami tumbuhan, serta taman atap bangunan (*green roof*).
2. Ruang Terbuka Non Hijau (RTNH) Privat, merupakan area terbuka yang berupa lahan perkerasan atau badan air yang tidak berpori dan tidak dapat

ditanami tumbuhan. Sebagai contoh : tempat parkir, lapangan, tempat bermain dan sebagainya.

Kemudian, menurut Marselina dan Mussadun (2014), menjelaskan bahwa RTH privat memiliki fungsi utama, yaitu fungsi lingkungan hidup (ekologis) yang berarti dapat memberi jaminan bagi sistem sirkulasi udara, sebagai produsen oksigen, peneduh, serta penyerap polutan udara di lingkungan perumahan dan permukiman. Selain fungsi ekologis, RTH privat juga dapat meningkatkan kenyamanan, memperindah lingkungan perumahan dan permukiman. Dari segi ekonomi, RTH privat juga dapat menjadi sumber penghasilan, yaitu berupa produk pertanian (hidroponik) dan perkebunan seperti tanaman hias kembang, buah-buahan, dan sayuran (Marselina dan Mussadun, 2014).

Adapun tujuan penyediaan RTH privat di wilayah perkotaan menurut V.Jennings, *et al* (2019) adalah sebagai berikut.

1. Meminimalkan efek pemanasan global di kawasan perkotaan.
2. Meningkatkan kualitas udara melalui penyerapan emisi karbon di lingkungan.
3. Mewujudkan keseimbangan antara ekosistem alami dan ekosistem perkotaan agar tetap bersih, indah, aman, dan nyaman untuk beraktivitas.

Selain itu, adapun manfaat RTH privat menurut Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan (2008) adalah sebagai berikut.

1. Manfaat langsung, yaitu memberikan kenyamanan (teduh, segar, sejuk) dan keindahan serta bahan yang dapat diperdagangkan baik berupa kembang, buah-buahan, maupun sayuran.
2. Manfaat tidak langsung, yaitu sebagai penyaring udara yang sangat efektif bagi kesehatan manusia, produsen oksigen, serta sebagai konservasi keanekaragaman hayati.

Maka dari itu, dapat disimpulkan bahwa dalam penelitian ini yang menjadi fokus penelitian adalah RTH privat, yaitu ruang hijau yang bersifat terbuka dan banyak ditumbuhi tanaman, baik yang tumbuh alami maupun memang ditanam oleh pemiliknya yang berupa pekarangan rumah yang berfungsi sebagai produsen oksigen, peneduh, serta penyerap polutan udara di lingkungan perumahan dan permukiman.

Tabel 2. 7 Kajian Pustaka Ruang Terbuka Hijau Privat

Sumber	Indikator	Variabel
Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan (2008)	Ruang Terbuka Hijau (RTH) Privat	Luas tutupan lahan hijau
Arianti (2010)		Jenis tutupan lahan hijau
Marselina dan Mussadun (2014)		Jenis tanaman
V.Jennings, <i>et al</i> (2019)		

^{*)} Hasil kajian pustaka, 2020

2.6 Intensitas Pemanfaatan Ruang (IPR)

Menurut Balai Informasi Penataan Ruang (2009), intensitas pemanfaatan ruang adalah tingkat alokasi atau besaran luas lantai maksimum bangunan yang diperbolehkan berdasarkan batasan KDB, KLB, KDH, dan kepadatan penduduk. Menurut Sabaruddin (2013), Koefisien Dasar Bangunan (KDB) adalah persentase antara luas lantai dasar bangunan yang dibagi terhadap luas lahan keseluruhan. Dalam perhitungan KDB, ada ketentuan khusus, yaitu sebagai berikut (Sabaruddin, 2013).

1. Tinggi Dinding pada Lantai Tertutup Atap

Contoh yang dimaksud dengan lantai tertutup atap adalah seperti bangunan aula, pos penjaga, saung, dan lainnya. Syarat perhitungan KDB luas lantai tertutup atap adalah sebagai berikut.

- a. Jika lantai yang memiliki sisi dinding sebagai pembatas dengan tinggi lebih dari 1,20 m di atas lantai dasar ruang tersebut, maka akan dihitung penuh (100 persen), atau dapat dikatakan bangunan tersebut digolongkan sebagai bangunan tertutup.
- b. Jika sisi dinding pembatas tidak lebih dari 1,20 m di atas lantai ruang dihitung setengah (50 persen) atau tergolong bangunan terbuka, selama tidak lebih dari 10 persen dari luas struktur denah yang diperhitungkan sesuai dengan KDB. Jika melebihi 10 persen, maka selebihnya dihitung penuh (100 persen) atau dianggap bangunan tertutup.



- Bangunan (A) dihitung 100 % karena melebihi ketinggian dinding maksimal 1,20 m.
- Bangunan (B) dihitung 50% asal tidak lebih 10 persen dari luas struktur denah yang dihitung sesuai dengan KDB.

Gambar 2. 1 Ketentuan Luas Lantai Bangunan Berdasarkan Ketinggian Dinding pada Lantai Beratap (Sabaruddin, 2013)

2. Perpanjangan Overstek Atap

Overstek adalah atap yang sengaja diperpanjang dari dinding bangunan terluar yang banyak ditemukan pada bangunan di negara dua musim, seperti di Indonesia. Manfaat dari overstek, selain untuk meningkatkan keindahan fasad bangunan, namun juga sangat bermanfaat untuk menutupi dari teriknya matahari serta derasnya air hujan. Overstek telah menjadi salah satu karakteristik bangunan di Indonesia. Akan tetapi, penggunaan overstek juga mempengaruhi persentase KDB pada sebuah lahan. Syarat batas panjang overstek yang diperbolehkan dalam persentase KDB adalah 1,50 m. Jika lebih dari itu, maka sisa kelebihan luasnya tersebut dihitung sebagai luas lantai dasar.



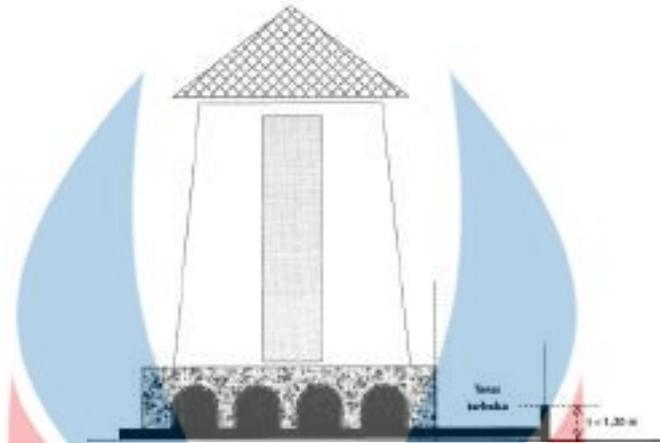
Panjang overstek atap masih dalam batas maksimal (1,50 m) dan tidak mempengaruhi persentase KDB. Kelebihannya terhitung sebagai luas lantai dasar.

Gambar 2. 2 Ketentuan Luas Lantai Bangunan Berdasarkan Panjang Overstek Atap (Sabaruddin, 2013)

3. Teras Tak Beratap

Selanjutnya syarat untuk teras tak beratap adalah memiliki ketinggian dinding tak melebihi dari 1,20 m di atas lantai teras. Jika luas teras tak beratap

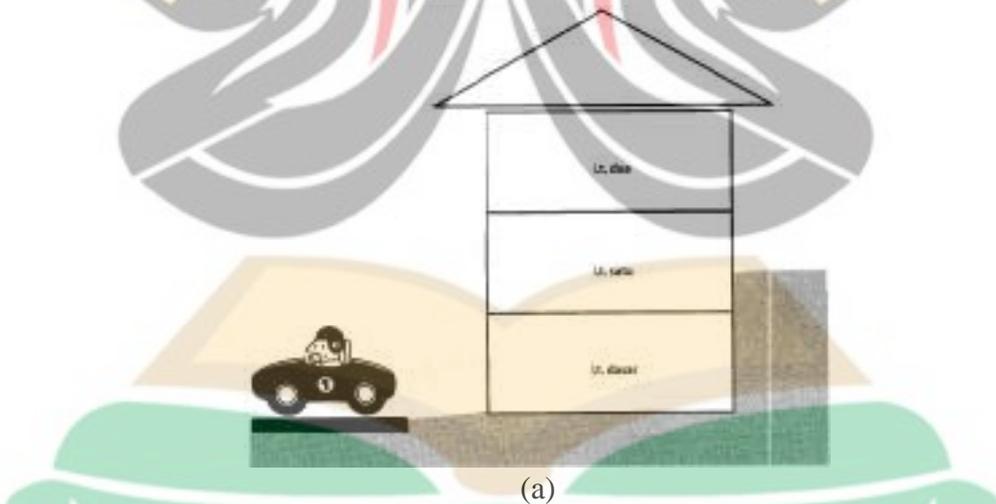
memiliki ketinggian dinding lebih dari 1,20 m, maka akan dihitung 50 persen selama tidak melebihi 10 persen dari persentase KDB.



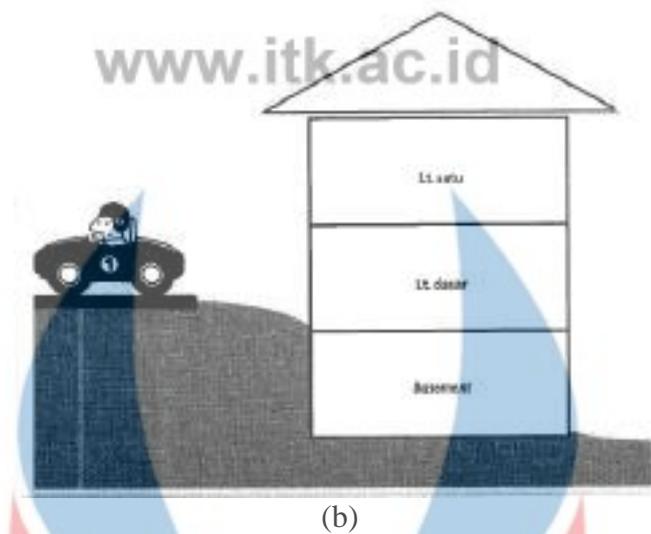
Gambar 2. 3 Ketentuan Luas Lantai Bangunan Berdasarkan Keberadaan Teras Tanpa Atap (Sabaruddin, 2013)

4. Lahan Berkontur

Pada wilayah berkontur dengan permukaan tapak belakangnya tinggi seperti gambar (a), maka lantai bangunan paling bawah dianggap sebagai lantai dasar, walaupun lebih rendah dari pada permukaan tanah di belakangnya.



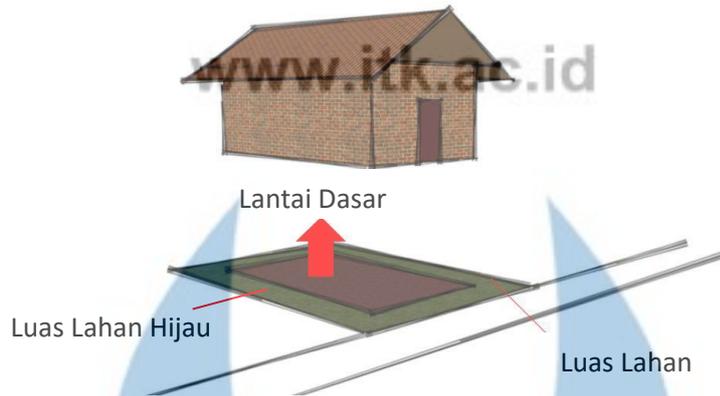
Lalu pada wilayah berkontur permukaan tapak belakang yang lebih rendah seperti pada gambar (b), maka lantai bangunan paling bawah dianggap sebagai *basement* karena lebih rendah dari pada permukaan tanah di depannya.



Gambar 2. 4 Ketentuan Luas Lantai Bangunan Berdasarkan Lahan Berkontur (a) Meninggi ke Belakang dan (b) Menurun ke Belakang (Sabaruddin, 2013)

Menurut Sabaruddin (2013), Koefisien Dasar Hijau (KDH) adalah persentase rasio antara luas RTH yang diperuntukan sebagai pertamanan atau penghijauan (tidak mengalami perkerasan) dengan luas lahan. KDH minimal 10 persen untuk daerah sangat padat atau padat. KDH minimal bertambah sebanding dengan penambahan tinggi bangunan dan tingkat kepadatan wilayah yang menurun. Besarnya persentase KDH menentukan persentase minimal Daerah Hijau Bangunan, (DHB) yang wajib tersedia dalam sebuah lahan bangunan. Contoh DHB, yaitu : taman pada atap (*roof garden*) dengan proporsi minimal tidak lebih dari 25 persen luas Ruang Terbuka Hijau Pekarangan (RTHP). Kemudian menurut Sabaruddin (2013) KDH merupakan total RTH, meliputi jumlah DHB dan RTHP.

Sejalan dengan Sabaruddin (2013), Menurut Kurniawati (2015), KDH merupakan sisa lahan yang tidak terbangun atau tidak mengalami perkerasan, sehingga lahan tersebut dapat dimanfaatkan sebagai tempat bercocok tanam. Tujuan penerapan KDH ini untuk mengatur luas ruangan yang ada di alam terbuka agar tidak menghalangi pori-pori resapan air sehingga air mudah masuk ke dalam tanah, sehingga vegetasi atau tumbuhan yang berada di sekitar bangunan tidak mati akibat kekeringan. Lalu dengan penerapan ketentuan KDH ini dimaksudkan agar tumbuhan tetap dapat hidup dengan subur sehingga kawasan perkotaan tidak mengalami pencemaran udara dan tetap mempunyai siklus udara yang baik (Sabaruddin, 2013).



Gambar 2. 5
Skema KDB dan KDH dalam Suatu Lahan Rumah (Kurniawati, 2015)

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa KDB diperoleh dengan cara membagi antara luas lantai dasar rumah terhadap total luas keseluruhan lahan rumah dengan memperhatikan beberapa ketentuan, meliputi : sisi dinding pembatas tidak lebih dari 1,20 m dan overstek tidak melebihi persentase KDB, yaitu sebesar 1,50 m, jika lebih dianggap sebagai luas lantai dasar. Lalu, untuk KDH merupakan rasio sisa lahan yang tidak terbangun atau tidak mengalami perkerasan, sehingga lahan tersebut dapat dimanfaatkan sebagai tempat bercocok tanam dengan total luas lahan rumah.

Tabel 2. 8 Kajian Pustaka Intensitas Pemanfaatan Ruang

Sumber	Indikator	Variabel
Sabaruddin (2013) dan Kurniawati (2015)	KDB	Luas lantai dasar rumah
		Total luas lahan rumah
	KDH	Luas lahan hijau
		Total luas lahan rumah

^{*)} Hasil kajian pustaka, 2020

2.7 Penelitian Terdahulu

Adapun rangkuman hasil penelitian terdahulu yang memiliki keterkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut.

Tabel 2. 9 Penelitian Terdahulu

No	Nama Penulis dan Tahun Publikasi	Judul	Tujuan	Metode	Indikator	Variabel	Hasil	Kegunaan Penelitian
1.	Gratimah, 2009	Analisis Kebutuhan Hutan Kota sebagai Penyerap Gas CO ₂ Antropogenik di Pusat Kota Medan	1. Menganalisis emisi gas CO ₂ bahan bakar minyak dan gas 2. Menganalisis daya serap gas CO ₂ oleh pohon yang ada di Taman Beringin, Taman Ahmad Yani, dan Lapangan Benteng. 3. Menentukan jumlah kebutuhan luasan hutan sebagai penyerap gas CO ₂	Mengacu pada penelitian Dahlan (2007).	1. Emisi gas CO ₂ antropogenik 2. Daya Serap CO ₂ pohon 3. Kebutuhan luasan hutan	1. Jumlah penduduk 6 tahun terakhir. 2. Penggunaan bahan bakar minyak dan gas 2 tahu terakhir. 3. Jumlah daun per pohon. 4. Jumlah cabang per pohon. 5. Luas daun per pohon. 6. Jumlah pohon. 7. Nilai rata-rata penyinaran actual per hari di Medan.	1. Emisi gas CO ₂ tahun 2010 = 907.426,19 ton/tahun dan tahun 2050 = 1.345.694,61 ton/tahun. 2. Pohon yang memiliki daya serap tertinggi : <i>Artidesma bunis</i> (buni) sebesar 31,31 ton/tahun dan terendah : <i>Caesalpinia pulcherrima</i> (bunga merak) sebesar 0,01 ton/tahun.	Dari penelitian ini, dapat didapatkan acuan untuk menganalisis sasaran 3. Adapun hal yang menjadi acuan meliputi : 1. Indikator berupa daya serap CO ₂ pohon. 2. Variabel berupa jumlah pohon. 3. Metode analisis kuantitatif yang mengacu pada penelitian Dahlan (2007).

No	Nama Penulis dan Tahun Publikasi	Judul	Tujuan	Metode	Indikator	Variabel	Hasil	Kegunaan Penelitian
			antropogenik dari bahan bakar minyak dan gas berdasarkan analisis emisi dan serapan gas CO ₂ .				<p>3. Kebutuhan hutan kota di Pusat Kota Medan tahun 2010 sebesar 620,25 ha dan 2050 sebesar 919,82 ha. Namun jika menanam pohon yang memiliki daya serap tinggi seperti <i>Antidesma bunis</i>, maka kebutuhan hutan kota di Pusat Kota Medan tahun 2010 sebesar 72,45 ha dan 2050 sebesar 107,45 ha.</p>	

No	Nama Penulis dan Tahun Publikasi	Judul	Tujuan	Metode	Indikator	Variabel	Hasil	Kegunaan Penelitian
2.	Adiastari, <i>et al</i> , 2010	Kajian Mengenai Kemampuan Ruang Terbuka Hijau (RTH) dalam Menyerap Emisi Karbon di Kota Surabaya	1. Menentukan jumlah emisi CO ₂ yang dapat diserap oleh taman/jalur hijau yang terdapat di Kota Surabaya. 2. Menghitung efisiensi kemampuan taman/jalur hijau dalam menyerap emisi CO ₂ dari kendaraan bermotor di Kota Surabaya.	Mengacu pada penelitian Pentury (2003), Gratimah (2009), dan IPCC (1995)	1. Emisi CO ₂ Kendaraan Bermotor 2. Daya Serap tutupan vegetasi 3. Sisa Emisi Luas 4. Luas Kebutuhan Taman/Jalur Hijau 5. Jumlah Kebutuhan Pohon	1. Jumlah emisi CO ₂ kendaraan bermotor. 2. Panjang jalan 3. Emisi total 4. Intensitas cahaya matahari 5. Laju serapan Luas 6. Luas taman/jalur hijau 7. Jenis pohon	1. Kemampuan daya serap taman/jalur hijau di Kota Surabaya = 78.362,83 ton/tahun. Adapun kemampuan daya serap taman/jalur hijau Surabaya Timur = 4.171,21 kg/jam dan Surabaya Barat = 4.898,56 kg/jam. 2. Sisa emisi CO ₂ di Surabaya Timur = 1.141.974,80 kg/jam dan Surabaya Barat =	1. penelitian ini, dapat dijadikan acuan untuk menganalisis sasaran dan 3. Adapun hal yang menjadi acuan meliputi : 1. Indikator berupa Emisi kendaraan bermotor, sisa emisi, dan daya serap CO ₂ pohon. 2. Variabel berupa jumlah emisi CO ₂ kendaraan bermotor, emisi total, dan jenis pohon.
3.			Menentukan luas taman/jalur hijau dan jumlah pohon yang dibutuhkan					

No	Nama Penulis dan Tahun Publikasi	Judul	Tujuan	Metode	Indikator	Variabel	Hasil	Kegunaan Penelitian
			untuk menyerap emisi CO ₂ dari kendaraan bermotor di Kota Surabaya.				246.609,85 kg/jam. 3. Kebutuhan luas taman/jalur hijau di Surabaya Timur = 17.338,22 ha dengan jumlah pohon Angsana sebanyak 13.333.328 batang dan Surabaya Barat = 3.744,19 ha dengan jumlah pohon Angsana sebanyak 2.879.337 batang.	3. Metode analisis kuantitatif yang mengacu pada penelitian Gratimah (2009) dan IPCC (1995).

No	Nama Penulis dan Tahun Publikasi	Judul	Tujuan	Metode	Indikator	Variabel	Hasil	Kegunaan Penelitian
3.	Wulandari, <i>et al</i> , 2013	Kajian Emisi CO ₂ Berdasarkan Penggunaan Energi Rumah Tangga sebagai Penyebab Pemanasan Global (Studi Kasus Perumahan Sebantengan, Gedang Asri, Susukan RW. 07 Kabupaten Semarang)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menghitung emisi CO₂ langsung 2. Menghitung emisi CO₂ tidak langsung 3. Menghitung emisi CO₂ total 	Mengacu pada metode kuantitatif yang dikeluarkan oleh IPCC (1996) mengenai <i>Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories</i> .	<ol style="list-style-type: none"> 1. Emisi CO₂ LPG 2. Emisi CO₂ BBM 3. Emisi CO₂ LPG 4. Emisi CO₂ Listrik rumah tangga 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Konsumsi bahan bakar 2. Konsumsi listrik 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Penyumbang emisi CO₂ langsung terbesar adalah kawasan perumahan Sebantengan. 2. Penyumbang emisi CO₂ tidak langsung terbesar adalah kawasan perumahan Sebantengan. 3. Penyumbang emisi CO₂ total terbesar adalah kawasan perumahan perumahan Sebantengan. 4. Perbedaan tingkatan 	<p>Dari penelitian ini, dapat didapatkan acuan untuk menganalisis sasaran maupun hal yang menjadi acuan meliputi :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Indikator berupa emisi CO₂ LPG dan emisi CO₂ BBM untuk mengetahui total emisi rumah tangga.. 2. Variabel berupa konsumsi bahan bakar untuk mengetahui jumlah emisi

No	Nama Penulis dan Tahun Publikasi	Judul	Tujuan	Metode	Indikator	Variabel	Hasil	Kegunaan Penelitian
							<p>perumahan/pemukiman berpengaruh dalam penggunaan energi rumah tangga</p> <p>3. Metode analisis kuantitatif yang dikeluarkan oleh IPCC mengenai <i>Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories</i>.</p> <p>5. Perumahan kelas atas atau dengan tingkat ekonomi yang lebih tinggi menggunakan energi rumah tangga lebih besar sehingga menghasilkan emisi CO₂ yang lebih besar.</p> <p>6. Dalam skala rumah tangga pengurangan emisi CO₂ dapat</p>	CO ₂ LPG dan emisi CO ₂ BBM.

No	Nama Penulis dan Tahun Publikasi	Judul	Tujuan	Metode	Indikator	Variabel	Hasil	Kegunaan Penelitian
4.	Rawung, 2015	Efektivitas Ruang Terbuka Hijau (RTH) dalam Mereduksi Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) di Kawasan Perkotaan Boroko	1. Menghitung besaran emisi CO ₂ yang dihasilkan dari aktivitas perkotaan.	Mengacu pada metode kuantitatif yang dikeluarkan oleh IPCC (2006) mengenai <i>Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories</i> .	1. Emisi energi dalam 1 tahun 2. Konsumsi energi dalam satu minggu.	1. Konsumsi energi dalam satu minggu. 2. Luas tutupan lahan per jenis tutupan vegetasi.	1. Penyumbangan emisi CO ₂ di Kawasan Perkotaan Boroko: a. Segmen I = 359,13 ton/tahun b. Segmen II = 478,58 ton/tahun	Dari penelitian ini, adapun hal yang dapat dijadikan acuan meliputi : 1. Indikator berupa emisi energi dan konsumsi energi dalam 1 tahun untuk mengetahui total emisi rumah

No	Nama Penulis dan Tahun Publikasi	Judul	Tujuan	Metode	Indikator	Variabel	Hasil	Kegunaan Penelitian
			dalam reduksi emisi CO ₂ .				c. Segmen III = 336,48 ton/tahun	tangga pada sasaran 2. Lalu indikator daya serap RTH
		3. Menghasilkan rencana kebutuhan berupa arahan pengembangan RTH publik yang sesuai dengan karakteristik kawasan.					2. Daya serap RTH eksisting dalam mereduksi emisi CO ₂ : a. Segmen I = 183,49 ton/tahun b. Segmen II = 271,18 ton/tahun c. Segmen III = 119,73 ton/tahun	RTH eksisting dan sisa emisi untuk mengetahui kemampuan daya serap RTH pada sasaran 3.
							2. Variabel berupa konsumsi energi dalam seminggu untuk analisis sasaran 2 dan luas tutupan lahan per jenis tutupan vegetasi untuk analisis sasaran 3.	2 dan tutupan lahan per jenis tutupan vegetasi untuk analisis sasaran 3.

No	Nama Penulis dan Tahun Publikasi	Judul	Tujuan	Metode	Indikator	Variabel	Hasil	Kegunaan Penelitian
							a. Segmen I = 175,64 ton/tahun b. Segmen II = 207,40 ton/tahun c. Segmen III = 216,75 ton/tahun 4. Rencana kebutuhan RTH diarahkan untuk dikembangkan dalam bentuk jalur hijau atau jalur tanaman tepi jalan pada sisi kanan-kiri jalan pada koridor penelitian dengan jarak per	3. Metode analisis kuantitatif yang dikeluarkan oleh IPCC mengenai <i>Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.</i>

No	Nama Penulis dan Tahun Publikasi	Judul	Tujuan	Metode	Indikator	Variabel	Hasil	Kegunaan Penelitian
							<p>pohonnya minimal 12 meter. Salah satu jenis vegetasi yang direkomendasikan untuk mereduksi sisa emisi CO₂ adalah pohon tanjung dengan kemampuan daya serap 5,04 ton/pohon/tahun.</p> <p>Adapun jumlah kebutuhan pohon :</p> <p>a. Segmen I = ± 35 pohon</p> <p>b. Segmen II = ± 41 pohon</p> <p>c. Segmen III = ± 43 pohon</p>	

No	Nama Penulis dan Tahun Publikasi	Judul	Tujuan	Metode	Indikator	Variabel	Hasil	Kegunaan Penelitian
5.	Nugrahayu, <i>et al.</i> , 2017	Estimasi Emisi Karbondioksida dari Sektor Permukiman di Kota Yogyakarta Menggunakan IPCC <i>Guidelines</i>	Mengestimasi emisi tapak karbon dan pemertamnya di Kota Yogyakarta	Mengacu pada metode kuantitatif yang dikeluarkan oleh IPCC (2006) mengenai <i>Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories</i> .	Emisi CO ₂ bahan bakar rumah tangga	1. Konsumsi bahan bakar LPG 2. Konsumsi bahan bakar minyak tanah 3. Konsumsi bahan bakar kayu bakar 4. Konsumsi bahan bakar arang	1. Prosentase terbesar penggunaan bahan bakar rumah tangga adalah LPG sebesar 96%. 2. Total emisi CO ₂ rumah tangga terbesar ada di Kelurahan Gedongtengen, sebesar 944.033 ton CO ₂ /tahun. 3. Faktor lain yang mempengaruhi dari besar kecilnya emisi CO ₂ yang dihasilkan dari	Dari penelitian ini, adapun hal yang dapat dijadikan acuan meliputi : 1. Indikator berupa emisi CO ₂ bahan bakar memasak rumah tangga untuk analisis sasaran 2. 2. Variabel berupa konsumsi bahan bakar LPG untuk analisis sasaran 2. 3. Metode analisis kuantitatif yang dikeluarkan oleh IPCC mengenai <i>Guidelines for</i>

No	Nama Penulis dan Tahun Publikasi	Judul	Tujuan	Metode	Indikator	Variabel	Hasil	Kegunaan Penelitian
							<p>penggunaan bahan bakar memasak adalah pola konsumsi bahan bakar memasak, jumlah rumah tangga, serta pertumbuhan ekonomi dan pendapatan perkapita suatu daerah.</p> <p>4. Output yang divisualisasikan dalam bentuk peta persebaran emisi CO₂.</p>	<p>National Greenhouse Gas Inventories.</p>
6.	Momongan, <i>et al</i> , 2017	Efektivitas Jalur Hijau dalam Menyerap Emisi Gas Rumah Kaca di Kota Manado	<p>1. Menghitung besaran emisi Karbonmonoksida yang dihasilkan oleh aktivitas transportasi</p>	<p>1. Mengacu pada metode kuantitatif Morlok E.K (1991), metode kuantitatif IPCC (2006), Velayati</p>	<p>1. Emisi CO transportasi pohon eksisting pada jalur hijau</p> <p>2. Daya serap kendaraan bermotor</p> <p>3. Konsumsi BBM</p>	<p>1. Interval waktu penelitian</p> <p>2. Jumlah kendaraan bermotor</p> <p>3. Konsumsi BBM</p>	<p>1. Besar emisi CO yang dihasilkan transportasi perkotaan di Kota Manado= 19.320.085 ton/tahun.</p> <p>2. Dari penelitian ini dapat dijadikan acuan menganalisis sasaran</p> <p>3. Adapun hal yang menjadi acuan meliputi :</p>	

No	Nama Penulis dan Tahun Publikasi	Judul	Tujuan	Metode	Indikator	Variabel	Hasil	Kegunaan Penelitian
7.	Sutahaji, <i>et al</i> , 2018	Pemetaan Distribusi Emisi Gas Karbon	3. Mengetahui konsentrasi total emisi karbon	Metode deskriptif dengan pendekatan	1. Emisi CO ₂ respirasi manusia.	1. Jumlah penduduk	Total emisi CO ₂ di Kota Biftar pada tahun 2015 sebesar	Dari penelitian ini, adapun hal yang

No	Nama Penulis dan Tahun Publikasi	Judul	Tujuan	Metode	Indikator	Variabel	Hasil	Kegunaan Penelitian
		Dioksida (CO ₂) dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) pada Kota Blitar	dioksida di Kota Blitar. 4. Mengetahui persebaran emisi karbon dioksida di Kota Blitar. 5. Menganalisis berapa banyak emisi karbon dioksida yang harus dikurangi sampai tahun 2020.	kuantitatif yang meliputi analisa spasial menggunakan software ArcMap 10.3.	2. Emisi CO ₂ kendaraan bermotor. 3. Emisi CO ₂ konsumsi LPG. 4. Konsumsi LPG.	2. Jumlah kendaraan. 3. Konsumsi bahan bakar 4. Konsumsi LPG	114,443kg.m ³ dengan penghasil terbesar: 1. Sektor kendaraan yaitu 106,438kg.m ³ mewakili 93 persen dari total emisi di Kota Blitar. Kelurahan yang memiliki konsentrasi karbon dioksida tertinggi adalah Kelurahan Kepanjenkidul sebesar 16,406 kg.m ³ dan konsentrasi terendah pada	dapat dijadikan acuan meliputi : 1. Indikator berupa emisi CO ₂ kendaraan bermotor dan emisi CO ₂ konsumsi LPG untuk analisis sasaran 2. Variabel berupa jumlah kendaraan dan konsumsi BBM untuk mengetahui jumlah emisi CO ₂ transportasi rumah tangga dan konsumsi

No	Nama Penulis dan Tahun Publikasi	Judul	Tujuan	Metode	Indikator	Variabel	Hasil	Kegunaan Penelitian
							<p data-bbox="1173 1646 1252 1870">Kelurahan Tanggung sebesar 0,669 kg.m⁻³.</p> <p data-bbox="981 1646 1061 1870">2. Respirasi manusia di Kota Bitas menghasilkan CO₂ sebesar 5,432 kg.m⁻³ di Kota Bitar. Kelurahan yang memiliki konsentrasi karbon dioksida tertinggi adalah Kelurahan Sukorejo sebesar 0,504 kg.m⁻³ dan terendah di</p>	<p data-bbox="1173 1915 1252 2116">bahan bakar LPG untuk mengetahui emisi CO₂ yang dihasilkan dari aktivitas memasak pada analisis sasaran 2.</p> <p data-bbox="981 1915 1061 2116">3. Output yang divisualisasikan dalam bentuk peta persebaran emisi CO₂.</p>

No	Nama Penulis dan Tahun Publikasi	Judul	Tujuan	Metode	Indikator	Variabel	Hasil	Kegunaan Penelitian
							<p>Kelurahan Ngadirejo sebesar 0,096 kg.m³.</p> <p>3. Total penggunaan LPG di Kota Blitar sebesar 2,57385 kg.m³, dengan konsentrasi tertinggi di Kelurahan Kepanjenlor sebesar 0,3021 kg.m³ dan terendah di Kelurahan Ngadirejo sebesar 0,03911 kg.m³.</p>	

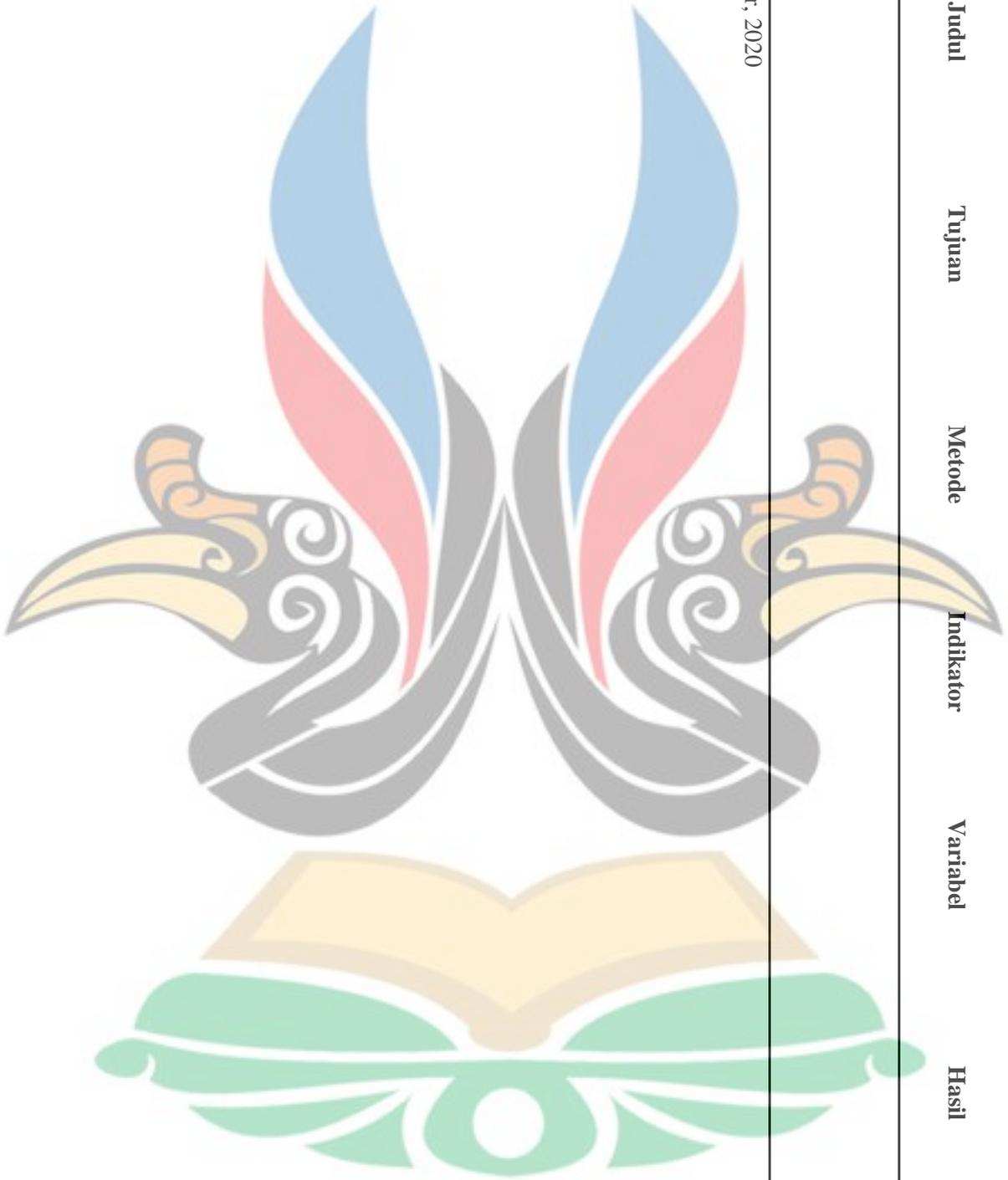
No	Nama Penulis dan Tahun Publikasi	Judul	Tujuan	Metode	Indikator	Variabel	Hasil	Kegunaan Penelitian
8.	Sasmia, <i>et al.</i> , 2018	Analisis <i>Carbon Footprint</i> yang Dihasilkan dari Aktivitas Rumah Tangga di Kelurahan Limbungan Baru Kota Pekanbaru	1. Menghitung emisi CO ₂ primer diperoleh berdasarkan konsumsi energi bahan bakar LPG dan kendaraan bermotor. 2. Emisi CO ₂ sekunder	Metode kuantitatif IPCC	1. Emisi CO ₂ primer LPG sekunder penggunaan listrik 2. Emisi CO ₂ sekunder penggunaan listrik	1. Jumlah konsumsi listrik rumah tangga dalam 1 bulan. 2. Konsumsi bahan bakar yang digunakan untuk	1. Jumlah emisi CO ₂ primer di Kelurahan Limbungan Baru Kecamatan Rumbai Pesisir Kota Pekanbaru adalah sebesar 185,535 ton CO ₂ /bulan.	Dari penelitian ini, adapun hal yang dapat dijadikan acuan meliputi : 1. Indikator berupa emisi CO ₂ LPG untuk mengetahui jumlah emisi yang dihasilkan dari aktivitas

No	Nama Penulis dan Tahun Publikasi	Judul	Tujuan	Metode	Indikator	Variabel	Hasil	Kegunaan Penelitian
			diperoleh dari konsumsi energi listrik.			memasak dalam 1 bulan.	2. Jumlah emisi CO ₂ sekunder di Kelurahan Limbungan Baru Kecamatan Rumbai Pesisir Kota Pekanbaru adalah sebesar 2.009,089 ton CO ₂ /bulan.	memasak rumah tangga pada analisis sasaran 2.
			3. Emisi total CO ₂ .				2. Variabel berupa konsumsi bahan bakar LPG dalam 1 bulan untuk analisis sasaran 2.	
							3. Total emisi CO ₂ yang dihasilkan oleh Kelurahan Limbungan Baru Kecamatan Rumbai Pesisir Kota Pekanbaru adalah sebesar 2.194,614 ton CO ₂ /bulan.	3. Metode analisis kuantitatif yang dikeluarkan oleh IPCC mengenai <i>Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories</i> .
							4. Output yang divisualisasikan	

No	Nama Penulis dan Tahun Publikasi	Judul	Tujuan	Metode	Indikator	Variabel	Hasil	Kegunaan Penelitian
								dalam bentuk peta persebaran emisi CO ₂ .

^{*)} Studi Literatur, 2020

www.itk.ac.id



www.itk.ac.id

Berdasarkan tabel di atas, dapat disimpulkan bahwa penelitian yang akan dilakukan relevan dengan penelitian terdahulu. Adapun indikator penelitian yang sesuai dengan penelitian terdahulu merujuk pada :

1. Sasaran 2 – Analisis Jumlah Emisi CO₂ yang Dihasilkan dari Penggunaan LPG dan Kendaraan Bermotor Rumah Tangga
 - a. Emisi CO₂ kendaraan bermotor dengan variabel berupa :
 - 1) Konsumsi bahan bakar
 - 2) Jenis bahan bakar
 - 3) Jumlah kendaraan
 - b. Emisi CO₂ konsumsi LPG dengan variabel berupa :
 - 1) Konsumsi LPG
2. Sasaran 3 – Evaluasi Kemampuan Daya Serap RTH Privat dalam Menyerap Emisi CO₂
 - a. Daya serap RTH eksisting dengan variabel berupa :
 - 1) Jumlah tanaman
 - 2) Jenis tanaman
 - b. Sisa emisi dengan variabel berupa :
 - 1) Total emisi
 - 2) Daya serap RTH eksisting

2.8 Sintesa Teori

Berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan, adapun sintesa pustaka pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

Tabel 2. 10 Sintesa Variabel Penelitian

No.	Sasaran	Indikator	Variabel
1.	Menganalisis proporsi ketersediaan Ruang Terbuka Hijau (RTH) privat eksisting di kawasan permukiman Muara Rapak.	Persentase Koefisien Dasar Bangunan (KDB)	Luas lantai dasar rumah
		Persentase Koefisien Dasar Hijau (KDH)	Total luas lahan rumah
		Persentase Koefisien Dasar Hijau (KDH)	Luas lahan hijau
		Kondisi RTH Privat	Total luas lahan rumah
			Jenis tanaman
			Jumlah tanaman
2.	Menganalisis total emisi primer CO ₂ yang dihasilkan dari penggunaan transportasi dan LPG rumah tangga di Kelurahan Muara Rapak	Emisi CO ₂ Transportasi	Jumlah Jenis Kendaraan
			Jumlah Konsumsi BBM
			Jenis BBM
		Emisi CO ₂ LPG	Konsumsi Bahan Bakar LPG
		Total Emisi Primer	Emisi CO ₂ Transportasi
		Emisi CO ₂ LPG	
3.	Mengevaluasi kualitas Ruang Terbuka Hijau (RTH) privat dalam menyerap emisi CO ₂ di Kelurahan Muara Rapak	Kemampuan Daya Serap RTH Privat	Jenis Tanaman
			Jumlah Jenis Tanaman
		Sisa Emisi	Total Emisi Primer
			Kemampuan Daya Serap RTH Privat

*) Penulis, 2020