

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pemanasan Global

Pemanasan global (global warming) adalah fenomena peningkatan temperatur global dari tahun ke tahun karena meningkatnya gas rumah kaca sehingga menyebabkan terjadinya efek rumah kaca (Damayanti, 2013). Menurut IPCC (2007), suhu rata-rata global pada permukaan bumi akan meningkat 1,1–6,4°C antara tahun 1990 hingga 2100. Sebagian besar peningkatan suhu rata-rata global dimulai sejak pertengahan abad ke-20. Kemungkinan besar peningkatan suhu rata-rata global disebabkan dengan meningkatnya konsentrasi gas-gas rumah kaca seperti CO₂, CH₄, N₂O dan CFC akibat aktivitas manusia.

Pemanasan global menimbulkan dampak yang luas bagi lingkungan seperti pelelehan es di kutub, kenaikan muka air laut, peningkatan hujan dan banjir, perubahan iklim, punahnya flora dan fauna tertentu dan hama penyakit. Selain itu pemanasan global juga dapat berdampak bagi aktivitas sosial ekonomi masyarakat meliputi gangguan fungsi kawasan pesisir dan pantai, gangguan fungsi prasaranan dan sarana seperti jalan, pelabuhan dan bandara, gangguan terhadap pemukiman penduduk, pengurangan produktivitas lahan pertanian, peningkatan resiko kanker dan wabah penyakit dan sebagainya (Idayanti, 2007). Berbagai aktivitas manusia yang memicu peningkatan gas rumah kaca antara lain kegiatan industri, pembabatan hutan secara terus-menerus, kendaraan bermotor, kegiatan peternakan dan rumah tangga (Muhi, 2011).

Salah satu fenomena yang muncul akibat pemanasan global antara lain sebagaimana yang dikemukakan oleh Muhi (2011) sebagai berikut:

1. Kebakaran hutan besar-besaran bukan hanya di Indonesia, sejumlah hutan di Amerika Serikat, Rusia, Australia dan sebagainya juga mengalami kebakaran hebat. Ilmuwan mengaitkan kebakaran hebat

tersebut dengan temperatur yang semakin panas. dimana area hutan lebih kering dari biasanya dan lebih mudah terbakar;

2. Situs purbakala seperti kuil, situs bersejarah, candi dan artefak cepat rusak akibat alam yang tidak bersahabat dibandingkan beberapa waktu silam, disebabkan banjir, suhu yang ekstrim dan pasang laut. Situs bersejarah berusia 600 tahun di Thailand, Sukhotai mengalami kerusakan akibat banjir besar;
3. Satelit bergerak lebih cepat yang disebabkan oleh emisi CO₂ membuat planet lebih cepat panas, bahkan berimbas ke ruang angkasa. Udara di bagian terluar atmosfer sangat tipis, tetapi dengan jumlah CO₂ yang bertambah, maka molekul di atmosfer bagian atas menyatu lebih lambat dan cenderung memancarkan energi, dan mendinginkan udara sekitarnya. Semakin banyak CO₂ di atas sana, maka atmosfer menciptakan lebih banyak dorongan, dan satelit bergerak lebih cepat;
4. Akibat musim yang semakin tak menentu, maka hanya makhluk hidup yang kuatlah yang bisa bertahan hidup. Misalnya, tanaman berbunga lebih cepat, maka migrasi sejumlah hewan akan terjadi lebih cepat. Mereka yang bergerak lambat akan kehilangan makanan, dan mereka yang lebih tangkas akan dapat bertahan hidup;
5. Pelelehan besar-besaran yang diakibatkan oleh temperatur bumi yang memicu pelelehan gunung es, dan semua lapisan tanah yang selama ini membeku. Dampak dari ketidakstabilan ini pada dataran tinggi seperti keruntuhan batuan;
6. Mekarnya tumbuhan di Kutub Utara saat pelelehan yang memicu masalah pada tanaman dan hewan di dataran yang lebih rendah, tercipta pula situasi yang sama dengan saat matahari terbenam pada biota Kutub Utara. Tanaman kutub yang dulu terperangkap dalam es kini mulai tumbuh. Ilmuwan menemukan terjadinya peningkatan pembentukan fotosintesis di sejumlah tanah sekitar dibanding dengan tanah di era purba;

7. Habitat makhluk hidup pindah ke dataran lebih tinggi, dimana ilmuwan menemukan bahwa pemanasan global menyebabkan hewan-hewan kutub pindah ke dataran lebih tinggi. Hal ini mengancam habitat beruang kutub, karena es tempat dimana mereka tinggal juga mencair, tentu akan melakukan perpindahan habitat.

Proses terjadinya pemanasan global berawal dari matahari sebagai sumber energi di muka bumi. Sebagian besar energi tersebut dalam bentuk radiasi gelombang elektromagnetik yang pendek, termasuk cahaya tampak. Ketika energi ini mengenai permukaan bumi, akan berubah dari cahaya menjadi panas yang menghangatkan bumi dan permukaan bumi akan menyerap sebagian panas serta memantulkan kembali sisanya. Sebagian dari panas ini sebagai radiasi infra merah gelombang panjang dan ultraviolet ke angkasa luar. Namun sebagian panas tetap terperangkap di permukaan bumi karena dipantulkan oleh sejumlah

gas rumah kaca yang terbentuk di atmosfer, menyebabkan panas tersebut tersimpan di permukaan bumi. Mekanisme ini terjadi secara terus menerus, mengakibatkan temperatur rata-rata tahunan bumi mengalami peningkatan (Idayanti, 2007)

2.2 Efek Rumah Kaca

Efek rumah kaca adalah proses masuknya radiasi dari matahari dan terjebaknya radiasi di dalam atmosfer akibat gas rumah kaca sehingga menaikkan suhu bumi. Efek rumah kaca pada proporsi yang tertentu memberikan kehangatan bagi semua makhluk hidup di permukaan bumi. Jika tidak ada efek rumah kaca maka suhu rata-rata permukaan bumi diperkirakan mencapai -18°C . Bertambahnya gas rumah kaca di atmosfer akan menahan lebih banyak radiasi daripada yang dibutuhkan bumi sehingga akan ada kelebihan panas. Gas yang dikategorikan sebagai gas rumah kaca antara lain CO_2 , CH_4 , N_2O , CO , NO_x dan SO_2 . Di Indonesia kontribusiterbesar gas rumah kaca berasal dari CO_2 , CH_4 , N_2O (Mulyani et al., 2011).

Efek gas rumah kaca dapat diibaratkan suatu kaca yang melindungi bumi seperti kaca pada atap rumah kaca yang digunakan untuk penelitian suatu tanaman budidaya. Menaiknya temperatur di dalam rumah kaca disebabkan karena sinar matahari yang menembus kaca dipantulkan kembali oleh benda-benda di dalam ruangan rumah kaca sebagai gelombang panas yang berupa sinar inframerah. Akibatnya suhu di dalam ruangan rumah kaca lebih tinggi dari pada suhu di luarnya hal tersebutlah yang dimaksudkan dengan efek rumah kaca (Hidayati, 2001).

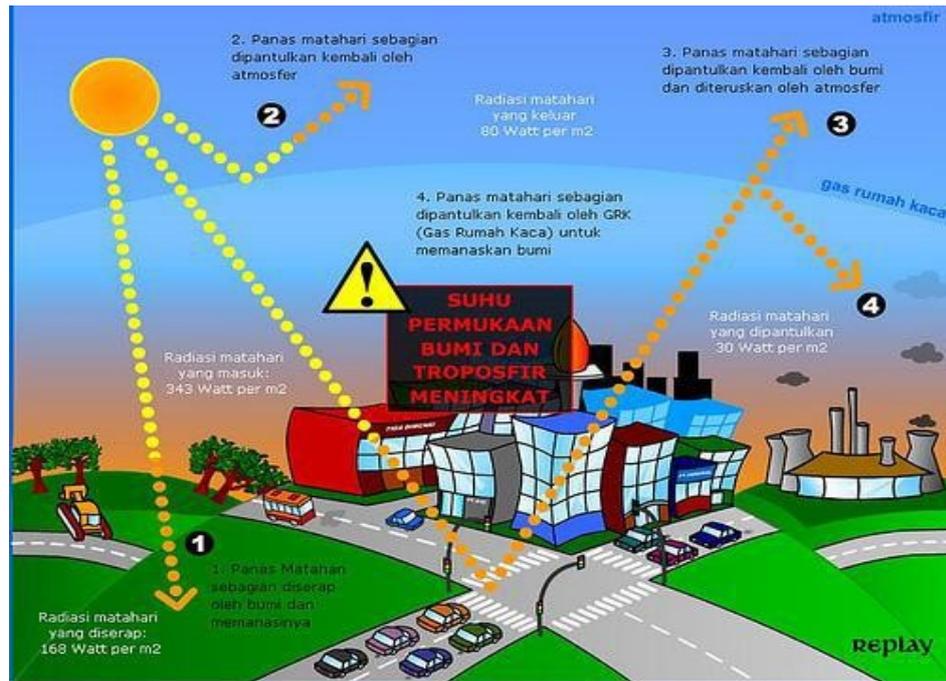
Efek dari peningkatan kadar gas rumah kaca yaitu peningkatan temperatur di bumi. Peningkatan temperatur ini menyebabkan efek lanjutan seperti mencairnya es di kutub, kenaikan muka air laut, mengganggu pertanian dan secara tidak langsung akhirnya berdampak pada ekonomi suatu negara (Darwin, 2004). Menurut IPCC (2007), gas-gas utama yang dikategorikan sebagai gas rumah kaca mempunyai potensi menyebabkan pemanasan global adalah gas CH_4 dan CO_2 . Sejak era industrialisasi pada tahun 1750 sampai tahun 2005 gas CH_4 dan CO_2 telah mengalami peningkatan kadar yang pesat dan secara global.

Gas CO_2 mempunyai persentase sebesar 50% dari total gas rumah kaca sementara CH_4 memiliki persentase sebesar 20% (Rukaesih, 2004). Akibat yang ditimbulkan oleh efek rumah kaca selain pemanasan global antara lain (Muhi, 2011):

1. Iklim mulai tidak stabil sehingga sering terjadi ketidakteraturan cuaca dan sering terjadi badai yang besar ataupun bencana kekeringan di daerah belahan bumi lainnya;
2. Perubahan ekologi tumbuhan dan hewan secara langsung akan terpengaruh perubahan iklim, akibatnya tumbuhan dan hewan akan punah karena tidak bisa beradaptasi. Sementara itu disatu sisi populasi hewan dan tumbuhan akan bertambah banyak, misalnya nyamuk akan cepat berkembang bahkan sampai ke

- daerah pegunungan jika suhu pegunungan menjadi hangat;
- Perubahan cuaca akan berakibat secara tidak langsung muncul wabah penyakit, gagal panen, bencana alam dan sebagainya.

Gambaran kejadian pemanasan global akibat efek rumah kaca dapat dilihat pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Peristiwa Pemanasan Global Sebagai Efek Rumah Kaca

Sumber: Muhi, 2011

Gas CO₂ memberikan kontribusi terbesar terhadap pemanasan global diikuti oleh gas CH₄. Lebih dari 75% komposisi gas rumah kaca di atmosfer adalah CO₂ (Rawung, 2015). Efek rumah kaca timbul karena gas rumah kaca mempunyai indeks pemanasan global atau disebut juga potensi pemanasan gas rumah kaca ditunjukkan pada Tabel 2.1

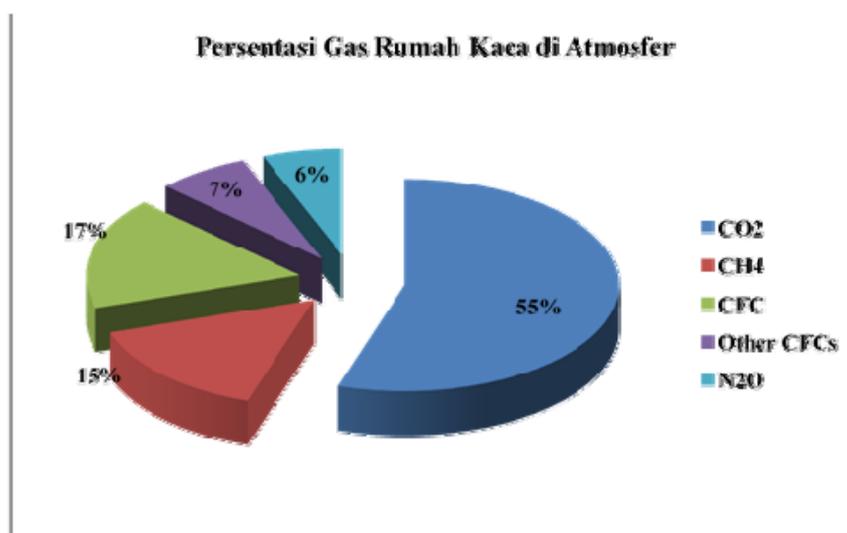
Tabel 2.1 Jenis Gas Rumah Kaca dan Potensi Pemanasan

No	Jenis Gas Rumah Kaca	Potensi Pemanasan (ton CO ₂ ekuivalen)
1	Karbondioksida (CO ₂)	1
2	Metana (CH ₄)	21
3	Dinitrogen oksida (N ₂ O)	310
4	Hydrofluorocarbon (HFCS)	500
5	Sulfur hexafluorida (SF ₆)	9200

Sumber: Samiaji, 2009

Hal ini menunjukkan bahwa efektifitas N_2O dalam menyerap panas kira-kira 310 kali lebih besar daripada CO_2 dan efektifitas CH_4 dalam menyerap panas kira-kira 21 kali lebih besar daripada CO_2 . Meskipun CO_2 mempunyai potensi pemanasan yang paling kecil, tetapi karena konsentrasinya di atmosfer adalah yang paling besar dibanding gas rumah kaca yang lain yaitu seperti yang ditunjukkan **Gambar 2.2** yaitu sebesar 55%. Oleh sebab itu gas CO_2 sekarang menjadi perhatian dunia karena diisukan menjadi penyebab utama pemanasan global. Contoh bila di atmosfer terdapat 100 ton GRK artinya di dalamnya terkandung 55 ton CO_2 , 7 ton SF_6 , 17 ton CFC, 15 ton CH_4 dan 6 ton N_2O , maka CH_4 mempunyai potensi penyerapan dan memanaskan lingkungan $15 \times 21 = 315$ ton CO_2 , sedangkan gas CO_2 mempunyai potensi penyerapan dan memanaskan lingkungan sebesar 55 ton, jadi efek pemanasan yang ditimbulkan gas CH_4 dalam atmosfer tersebut adalah $315 : 55 = 5,7$ kali lebih panas dari gas CO_2 (Samiaji, 2009). Persentasi gas rumah kaca di atmosfer dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Persentase Gas Rumah Kaca di Atmosfer



Emisi gas rumah kaca berasal dari kegiatan manusia, terutama yang berhubungan dengan penggunaan bahan bakar fosil (seperti minyak bumi, gas bumi, batu bara dan gas alam). Pembakaran bahan bakar fosil

sebagai sumber energi untuk listrik, transportasi dan industri akan menghasilkan CO₂ dan gas rumah kaca lain yang di buang ke udara. Emisi yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil menyumbang 2/3 dari total emisi yang dikeluarkan ke udara. 1/3 lainnya dihasilkan kegiatan manusia dari sektor kehutanan, pertanian dan sampah (Stern, 2006). Pada Tabel 2.3 berikut ini merupakan sektor penyumbang emisi gas rumah kaca di Indonesia.

Tabel 2.3 Sektor Kegiatan Penyumbang Emisi Gas Rumah Kaca Di Indonesia

No	Sektor	Emisi Ekuivalen Karbondioksida (CO ₂) (Gg)	Persentase Dan Total Emisi GRK (%)
1	Kehutanan & Tata Guna Lahan	315.290,19	42,5
2	Energi dan Transport	303.829,95	40,9
3	Pertanian	99.515,24	13,4
4	Proses Industri	17.900,50	2,4
5	Limbah	6.039,39	0,8
6	Total	742.575,26	100

Sumber: Kementerian Negara Lingkungan Hidup,

2.3 Biogas

Biogas merupakan energi terbarukan yang dapat dijadikan bahan bakar alternatif untuk menggantikan bahan bakar yang berasal dari fosil seperti minyak tanah dan gas alam. Energi terbarukan merupakan sumber energi yang dihasilkan dari sumberdaya energi yang secara alamiah tidak akan habis dan dapat berkelanjutan jika dikelola dengan baik antara lain biogas (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 05, 2006). Biogas merupakan salah satu energi alternatif dapat dikategorikan sebagai bioenergi, karena energi yang dihasilkan berasal dari biomassa. Biomassa adalah materi organik berusia relatif muda yang berasal dari makhluk hidup atau produk dan limbah industri budidaya (pertanian, perkebunan, kehutanan, peternakan, dan perikanan). Biogas adalah gas produksi akhir pencernaan/degradasi anaerobik tanpa oksigen) oleh bakteri menthanogen (Priyadi dan Subiyanti, 2016).

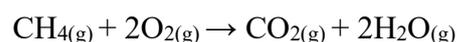
Menurut Wahyuni (2010), biogas adalah campuran gas yang dihasilkan

dari aktivitas bakteri metanogenik pada kondisi anaerobik atau fermentasi bahan-bahan organik. Bakteri metanogen bekerja dalam lingkungan yang tidak ada udara (anaerob), sehingga proses ini disebut juga sebagai pencernaan anaerob (anaerob digestion). Menurut Nurtjahya (2003), teknologi biogas pada dasarnya memanfaatkan proses pencernaan yang dilakukan oleh bakteri metanogen yang produknya berupa gas (CH₄). Pambudi (2008) menyebutkan bahwa energi yang terkandung dalam biogas tergantung dari konsentrasi gas CH₄. Kandungan gas CH₄ yang tinggi mempunyai energi (nilai kalor) yang tinggi, sedangkan kandungan gas CH₄ yang rendah mempunyai energi (nilai kalor) yang rendah.

Proses produksi biogas merupakan proses biologis karena adanya proses pendegradasian substrat organik sebagai sumber karbon yang merupakan sumber aktivitas dan pertumbuhan bakteri. Substrat organik akan mengalami perombakan oleh bakteri CH₄ pada tahap fermentasi anaerob dan kemudian menghasilkan campuran gas berupa gas CH₄, CO₂, H₂S, H₂, dan N₂. Fermentasi anaerob dapat menghasilkan gas yang mengandung sedikitnya 50% gas CH₄. Gas inilah yang biasa disebut dengan biogas (Anggraini, 2013).

2.4 Gas Metana (CH₄)

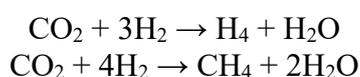
Metana merupakan gas dengan gugus alkana yang terbentuk oleh adanya ikatan kovalen antara empat atom H dengan satu atom C. alkana secara umum mempunyai sifat sukar bereaksi (memiliki afinitas kecil) sehingga biasa disebut sebagai paraffin. Sifat lain dari alkana adalah mudah mengalami reaksi pembakaran sempurna dengan oksigen menghasilkan gas karbondioksida (CO₂) dan uap air (H₂O) dengan reaksi:



Metana ditemukan dan diisolasi oleh Alessandro Volta selang tahun 1776 dan 1778 ketika dia mempelajari gas rawa dari Danau Maggiore. Metana merupakan komponen utama pada gas alam, sekitar 87% dari volume. Masa ini, metana dihasilkan dari ekstraksi di ladang gas alam. Gas alam pada level dangkal (tekanan rendah) diwujudkan oleh dekomposisi

anaerob beberapa substansi organik dan membentuk metana dari dalam, jauh dari permukaan bumi. Secara umum, sedimen ini terkubur jauh di dalam dan karena mengalami suhu dan tekanan tinggi, maka terbentuk gas alam.

Metanasi adalah konversi karbon monoksida dan karbon dioksida (CO_x) menjadi metana (CH_4) melalui hidrogenasi. Reaksi metanasi diklasifikasikan sebagai eksoterm. Reaksi berikut menggambarkan metanasi karbon monoksida dan karbon dioksida masing-masing:



Gas metana mempunyai rumus kimia CH_4 . Gas metana pada suhu ruangan dan tekanan standar, termasuk gas yang tidak berwarna dan berbau. Gas ini sangat mudah terbakar tetapi hanya memiliki konsentrasi pada kirasan 5-15% di udara. Sedangkan metana berbentuk cair (*liquid methane*) hanya dapat dibakar apabila memiliki tekanan.

Metana adalah salah satu bahan bakar yang penting dalam pembangkitan listrik, dengan perkara membakarnya dalam gas turbin atau pemanas uap. Jika dibandingkan dengan bahan bakar fosil lainnya, pembakaran metana menghasilkan gas karbon dioksida yang semakin sedikit untuk setiap satuan panas yang dihasilkan. Panas pembakaran yang dihasilkan metana adalah 891 kJ/mol. Jumlah panas ini semakin sedikit dibandingkan dengan bahan bakar hidrokarbon lainnya, tapi jika diamankan rasio selang panas yang dihasilkan dengan massa molekul metana (16 g/mol), maka metana akan menghasilkan panas per satuan massa (55,7 kJ/mol) yang semakin mulia daripada hidrokarbon lainnya. Di banyak kota, metana dialirkan melalui pipa ke rumah-rumah dan digunakan untuk pemanas rumah dan kebutuhan memasak. Metana yang dialirkan di rumah ini kebanyakan dikenal dengan gas alam. Gas alam mempunyai kandungan energi 39 megajoule per meter kubik, atau 1.000 BTU per kaki kubik standar.

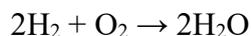
Metana dalam wujud gas alam terkompresi digunakan sebagai bahan

bakar kendaraan dan telah terbukti juga sebagai bahan bakar yang semakin ramah sekeliling yang terkait daripada bahan bakar fosil lain macam bensin dan diesel. Seperti hidrokarbon lainnya, metana adalah asam yang sangat lemah. Nilai pKa-nya pada DMSO diperkirakan 56. Metana tidak mampu dideprotonasi dalam larutan, tapi konjugat basanya dengan metillitium sudah dikenal. Protonasi dari metana mampu dibuat dengan perkara mereaksikannya dengan asam super sehingga menghasilkan CH_5^+ , terkadang dinamakan ion metanium.

Pada reaksi pembakaran metana, hadir beberapa tahap yang dilewati. Hasil awal yang didapat adalah formaldehida (HCHO atau H_2CO). Oksidasi formaldehid akan menghasilkan radikal formil (HCO), yang nantinya akan menghasilkan karbon monoksida (CO):



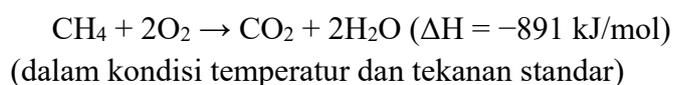
H_2 akan teroksidasi menjadi H_2O dan melepaskan panas. Reaksi ini berlaku sangat cepat, kebanyakan bahkan kurang dari satu milisekon.



Akhirnya, CO akan teroksidasi dan membentuk CO_2 sambil melepaskan panas. Reaksi ini berlaku semakin lambat daripada tahapan lainnya, kebanyakan membutuhkan waktu beberapa milisekon.

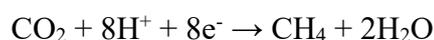


Hasil reaksi kesudahan dari persamaan diatas adalah:



Di alam, metana dihasilkan oleh alam dalam babak yang dinamakan

metanogenesis. Babak yang memiliki beberapa tahap ini digunakan oleh beberapa mikroorganisme sebagai sumber energi. Reaksi bersihnya adalah:



Tahapan kesudahan dari babak ini dikatalis oleh enzim metil-koenzim M reduktase. Metanogenesis merupakan salah satu

wujud respirasi anaerob yang digunakan oleh organisme yang menempati tempat pembuangan kesudahan, binatang pemamah biak, dan rayap. Sampai masa ini belum dikenal dengan pasti apakah beberapa tanaman juga termasuk dalam emisi metana.

Metana mampu dihasilkan dengan hidrogenasi karbon dioksida dalam babak Sabatier. Metana juga merupakan hasil samping hidrogenasi karbon monoksida dalam babak Fischer-Tropsch. Teknologi ini dipakai dalam skala industri untuk menghasilkan molekul yang rantainya semakin panjang dari metana.

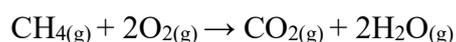
Metana tidak beracun, tapi sangat gampang terbakar dan mampu menimbulkan ledakan apabila bercampur dengan udara. Metana sangat reaktif pada oksidator, halogen, dan beberapa senyawa lain yang mengandung unsur halogen. Metana juga bersifat gas asfiksian dan mampu menggantikan oksigen dalam ruangan tertutup. Asfiksia mampu terjadi apabila konsentrasi oksigen di udara menjadi kurang sampai di bawah 16% volume, karena kebanyakan orang hanya mampu mentoleransi pengurangan kadar oksigen sampai 16% tanpa merasa sakit. Gas metana mampu masuk ke dalam interior sebuah gedung yang dekat dengan tempat pembuangan kesudahan dan menyebabkan orang didalamnya terpapar metana. Beberapa gedung telah dilengkapi sistem keamanan dibawah basement mereka untuk secara giat menghisap gas metana ini dan membuangnya keluar gedung.

2.5 Gas Karbon Dioksida (CO₂)

Karbendioksida adalah sejenis senyawa kimia yang terdiri dari dua atom oksigen yang terikat secara kovalen dengan sebuah atom karbon. Karbendioksida berbentuk gas pada keadaan temperature dan tekanan standar dan hadir di atmosfer bumi. Karbendioksida merupakan salah satu emisi gas rumah kaca yang memberikan andil paling besar terhadap peningkatan suhu rata-rata bumi. Emisi CO₂ di atmosfer berperan sebagai penjaga suhu bumi agar tetap berada

dalam kisaran yang nyaman bagi kehidupan manusia (Murdiyarso, 2003).

Pembakaran dari semua bahan bakar yang mengandung karbon, seperti metana (gas alam), distilat minyak bumi (bensin, diesel, minyak tanah, propane), arang dan kayu akan menghasilkan karbondioksida. Sebagai contohnya reaksi antara metana dan oksigen:



Molekul karbondioksida ($\text{O}=\text{C}=\text{O}$) mengandung dua ikatan rangkap yang berbentuk linear. Ia tidak bersifat dipol. Senyawa ini tidak begitu reaktif dan tidak mudah terbakar, tetapi bisa membantu pembakaran logam seperti magnesium.

2.6 Katalis

Katalis merupakan zat/bahan yang ditambahkan ke dalam suatu proses untuk mempercepat reaksi yang terjadi. Katalis bekerja dengan cara menurunkan energi aktivasi sehingga reaksi dapat berlangsung pada temperatur yang lebih rendah. Katalis sangat berguna dalam berbagai proses di industri. Adanya katalis dapat menghemat energi dan biaya selama proses produksi berlangsung.

Katalis Homogen

Katalis homogen merupakan jenis katalis yang memiliki fase/wujud yang sama dengan larutan yang akan direaksikan. Kelebihan katalis homogen adalah mudah digunakan dalam berbagai proses. Meskipun demikian, katalis homogen sulit dipisahkan dari larutan utama. Hal ini dapat berpotensi menimbulkan pencemaran larutan yang diakibatkan oleh katalis tersebut.

Katalis Heterogen

Katalis heterogen merupakan katalis yang wujudnya berbeda dari larutan yang akan direaksikan. Pada umumnya, katalis heterogen berwujud solid/padat. Kelebihan katalis ini adalah mudah dipisahkan, serta dapat digunakan berulang kali. Hal ini tentu menguntungkan

karena dapat menghemat biaya pada proses produksi. Oleh karena itu, katalis heterogen cukup baik digunakan saat ini.

Pemilihan Metode Karakterisasi Katalis

Katalis yang telah dibuat perlu diuji apakah struktur katalis tersebut sudah sesuai dengan struktur yang diinginkan atau desain apa tidak. Struktur katalis ini secara saintifik didesain berdasarkan kinerja yang diharapkan pada saat penggunaan katalis. Jika sudah sesuai maka proses pembuatan katalis adalah berhasil, namun sebaliknya jika tidak sesuai maka katalis tersebut perlu penanganan lebih lanjut atau merubah teknik proses pembuatannya. Pengujian katalis ini biasa disebut karakterisasi (*characterization*). Bagian yang paling penting dalam karakterisasi katalis adalah pemilihan metode karakterisasi katalis yang tepat. Oleh karena itu di bab ini teknik dasar karakterisasi katalis dijelaskan secara singkat dan jelas.

Pada dasarnya semua metode karakterisasi katalis adalah bermanfaat. Metode karakterisasi katalis dipilih sedemikian rupa berpedoman pada beberapa hal berikut yang menjadi pertimbangan:

- Sesuai pengaplikasiannya untuk katalis nyata
- Kemudahan akses bahan dan peralatan
- Luas cakupan pengaplikasiannya
- Lebih informatif untuk aspek-aspek katalis

Tentunya pemilihan metode karakterisasi katalis sangat tergantung pada keperluan atau kepentingannya secara ilmiah dan teknis, biaya karakterisasi, dan kemudahan akses peralatan.

Secara garis besar, teknik karakterisasi katalis dapat dibagi menjadi beberapa macam berdasarkan sifat-sifat yang akan diteliti, antara lain:

1. Sifat – sifat partikel, meliputi: luas permukaan (surface area), porositas atau distribusi ukuran pori (adsorpsi uap pada suhu rendah, Hg porosimetry, dan incipient wetness), densitas, ukuran partikel, sifat-sifat mekanis, dan difusifitas.

2. Sifat-sifat permukaan (surface), meliputi: struktur dan morfologi (SEM, TEM, XRD, EXAFS, XPS, IR, Raman, UV-Vis), dispersi (chemisorption), dan keasaman (TPD).

Sifat-sifat bulk, meliputi: komposisi elemental (XRF, AAS), sifat-sifat senyawa atau struktur fasa (XRD, Raman, IR, DTA, TPR, TPO, TEM), struktur molekul (IR, Raman, UV-Vis, XAFS, NMR, dan EPR), serta reaktivitas bulk (XRD, UV-Vis, TGA, DTA, TPR, dan TPO).

2.7 Nikel

Nikel merupakan unsur kimia metalik dalam tabel periodik yang memiliki symbol Ni dan nomor atom 28. Nikel adalah logam berwarna putih keperak-perakan sedikit semburat keemas an. Nikel termasuk logam transisi, dan memiliki sifat keras serta ulet. Nikel juga tergolong dalam grup logam besi-kobalt, yang dapat menghasilkan paduan yang sangat berharga. Sebagai suatu senyawa, nikel memiliki kegunaan pembuatan bahan kimia khusus, seperti katalis untuk hidrogenasi (untuk ini digunakan nikel Raney), katoda untuk baterai, pigmen, dan perawatan permukaan logam.

Nikel Raney adalah sejenis katalis padat yang terdiri dari butiran halus nikel-aluminium yang digunakan dalam berbagai proses industry. Baru-baru ini, ia digunakan sebagai katalis heterogen pada berbagai macam sintesis organik, umumnya untuk reaksi hidrogenasi.

Nikel Raney dihasilkan Ketika aloi nikel-aluminium diberikan natrium hidroksida pekat. Perlakuan yang disebut “aktivasi” ini melarutkan keluar kebanyakan aluminium dalam aloi tersebut. Struktur berpori-pori yang ditinggalkan mempunyai luas permukaan yang besar, menyebabkan tingginya aktivitas katalitik katalis ini. Katalis ini umumnya mengandung 85% nikel berdasarkan massa, berkorespondasi dengan dua atom nikel untuk setiap atom aluminium. Aluminium membantu menjaga struktur pori katalis ini secara keseluruhan.

2.8 Magnesium

Menurut Cotton (1989: 264) magnesium merupakan unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki simbol Mg dan nomor atom 12 serta berat atom 24,31. Magnesium dihasilkan dari beberapa sumber, seperti batuan dolomit dan air laut, yang mengandung 0,13 % magnesium. Magnesium dapat diperoleh dengan cara elektrolisa apabila memiliki kemurnian yang biasa dan akan rusak apabila dicelupkan kedalam air laut. Karakteristik magnesium yang paling menonjol adalah kepadatannya yaitu 1,7 g / cm³ yang merupakan yang terendah dari semua logam struktural. Oleh karena itu, paduannya digunakan di mana bobot ringan adalah pertimbangan penting. Magnesium memiliki struktur kristal HCP, relatif lunak, dan memiliki modulus elastisitas rendah yaitu 45 Gpa (psi) dan magnesium mempunyai titik cair pada temperatur 651 oC (Callister, 1990:377). Ketahanan korosi yang dimiliki unsur ini mendekati ketahanan korosi yang dimiliki oleh aluminium dan lebih baik dibanding dengan ketahanan baja lunak (Surdia, 1992: 143). Cairan magnesium harus terlindungi dari kontak dengan oksigen yang ada di udara, karena mudah bereaksi dan langsung terbakar jika terkena dengan oksigen, sedangkan massa jenis paduan magnesium 1,8 gram/cm³. Semakin lama waktu peleburan juga berpengaruh pada penurunan komposisi magnesium pada paduan hasil pengecoran (Siswanto, 2014:4). Magnesium sepertiga lebih ringan dibanding aluminium dan dalam campuran logam digunakan sebagai bahan konstruksi pesawat dan missile. Logam ini memperbaiki karakter mekanik, fabrikasi dan las aluminium ketika digunakan sebagai alloying agent (Cholis, 2013:34).

Berikut merupakan tabel karakteristik yang dimiliki logam Magnesium:

Tabel 2.4 Karakteristik Magnesium

Konfigurasi elektronik	[10Ne] 3s²
Titik leleh/ °C	649
Titik didih/ °C	1107

Densitas / g cm ⁻³ (20 °C)	1,74
Jari-jari atomik / pm	160
Jari-jari ionik M ²⁺ /pm	86
Energi ionisasi / Kj mol ⁻¹ I	738
Energi ionisasi / Kj mol ⁻¹ II	1450
Potensial reduksi standar / V	-2,36
Elektornegativitas	1,2

(Sumber : Sugiyarto, 2010: 129)