

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Definisi Udara

Udara adalah campuran gas yang terdapat pada lapisan yang mengelilingi bumi. Komponen yang konsentrasinya paling bervariasi yaitu uap air dan CO₂, kegiatan yang berpotensi menaikkan konsentrasi CO₂ seperti pembusukan sampah tanaman, pembakaran atau sekumpulan massa manusia di dalam ruangan terbatas yaitu karena proses pernapasan (Agusnar, 2007).

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 12 tahun 2010 udara ambien adalah udara bebas di permukaan bumi pada lapisan troposfir yang berada di dalam wilayah yurisdiksi Republik Indonesia yang dibutuhkan dan mempengaruhi kesehatan manusia, makhluk hidup dan unsur lingkungan hidup lainnya. komposisi udara terutama uap air (H₂O) sangat dipengaruhi oleh keadaan suhu udara, tekanan udara, dan lingkungan sekitarnya.

Tabel 2. Komposisi Udara Bersih dan Kering

Gas	Simbol	%
Nitrogen	N ₂	78,09
Oksigen	O ₂	20,94
Argon	Ar	0,93
Karbon dioksida	CO ₂	0,032

2. Pencemaran Udara

Pencemaran udara adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi atau komponen lain ke udara oleh kegiatan manusia atau proses alam, sehingga kualitas udara menurun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya (KEP03/MENKLH/II/1991).

Pencemaran udara adalah terdapatnya bahan kontaminan di atmosfer karena ulah manusia (*man made*), yang membedakan pencemaran udara alamiah dan pencemaran udara di tempat kerja (*occupational air pollution*). Menurut Muhammad Debby Irawan (2009) Bahan-bahan pencemaran udara dalam atmosfer dapat diklasifikasikan menjadi 10 kelompok:

- a. Karbon Oksida yang terdiri dari karbon monoksida dan karbon dioksida.
- b. Sulfur Oksida, terdiri atas sulfur dioksida dan sulfur trioksida.
- c. Nitrogen Oksida, terdiri dari nitrogen oksida dan nitrogen dioksida serta nitrous oksida.
- d. *Volatile Organic Compounds* (VOCs), seperti metana, benzene, formaldehid dan CFC.
- e. *Suspended Particulate Matter* (SPM), butir-butir partikulat seperti debu, karbon, asbestos, tembaga, arsenic, cadmium, nitrat dan butir-butir cairan kimia.

- f. *Photochemical Oxidant* seperti ozon, *peroxyacetyl nitrates* (PAN) dan *hydrogen peroksida*

Adapun pengertian tentang baku mutu udara ambient adalah batas kadar yang diperbolehkan bagi zat atau bahan pencemar terdapat di udara, namun tidak menimbulkan gangguan terhadap makhluk hidup, tumbuhan dan /atau benda sedangkan Baku Mutu udara emisi adalah batas kadar yang diperoleh bagi zat atau bahan pencemar untuk dikeluarkan dari sumber pencemar ke udara sehingga tidak melampauinya baku mutu udara ambient (Muzayyid, 2014).

Tabel 3. Baku Mutu Kualitas Udara Ambien

No	Parameter	Waktu Pengukuran (jam)	Baku Mutu ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	Metode Analisis	Peralatan
1	SO ₂	1 jam 24 jam	900 365	Pararosanilin	Spektrofotometer
2	CO	1 jam 24 jam	30.000 10.000	NDIR	NDIR Analyzer
3	NO ₂	1 jam 24 jam	400 150	Saltzman	Spektrofotometer
4	O ₃	1 jam	235	Chemiluminescent	Spektrofotometer
5	HC	3 jam	160	Flame Ionization	Gas Chromatografi
6	TPS (Debu)	1 jam 24 jam	90 230	Gravimetric	Hi-Vol
7	PB (Timah Hitam)	1 jam 24 jam	1 2	Gravimetric Ekstraktif Pengabusan	HI-Vol AAS

Sumber : (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41, 1999)

3. **Sumber Pencemaran Udara**

Menurut (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41, 1999) sumber pencemaran udara digolongkan atas lima, yaitu :

- a) Sumber bergerak adalah sumber emisi yang bergerak atau tetap pada suatu tempat yang berasal dari kendaraan bermotor
- b) Sumber bergerak spesifik adalah serupa dengan sumber bergerak namun berasal dari kereta api, pesawat terbang, kapal, laut dan kendaraan berat lainnya.
- c) Sumber tidak bergerak adalah sumber emisi yang tetap pada suatu tempat.
- d) Sumber tidak bergerak spesifik adalah serupa dengan sumber tidak bergerak namun berasal dari kebakaran hutan dan pembakaran sampah.
- e) Sumber gangguan adalah sumber pencemar yang menggunakan media udara atau padat untuk penyebarannya, sumber ini berupa dari kebisingan, getaran, kebauan dan gangguan lain.
- f) Pencemaran udara adalah bertambahnya bahan atau substrat fisik atau kimia ke dalam lingkungan udara normal yang mencapai sejumlah tertentu, sehingga dapat dideteksi oleh manusia (yang dapat dihitung dan diukur) serta dapat memberikan efek pada manusia, binatang, vegetasi dan material.

4. **Jenis- jenis Pencemaran Udara**

Menurut Soedomo (2001) dalam Muqorrobin Romansyah (2019) jenis pencemaran udara di golongan menjadi 3 jenis berdasarkan fisiknya yaitu:

- a) Partikel (debu, aerosol, timah hitam)
- b) Gas (CO, NO_x, SO_x, H₂S dan HC)

c) Energi (temperatur dan kebisingan).

Jika dilihat dari proses terbentuknya pencemaran udara di bagi menjadi 2 yaitu :

1) Pencemar primer (yang diemisikan langsung dari sumbernya)

Pencemar primer yaitu golongan oksida karbon (CO, CO₂) , oksida belerang (SO₂, SO₃) dan oksida nitrogen (NO, NO₂, NO₃) senyawa hasil reaksi fotokimia, partikel (asap, debu, asbestos, metal, minyak, garam sulfat), senyawa inorganik (HF, H₂S, NH₃, H₂SO₄, HNO₃), hidrokarbon (CH₄, C₄H₁₀) unsur radio aktif (Titanium, Radon), energi panas (temperatur, kebisingan).

2) Pencemar sekunder (yang terbentuk karena reaksi di udara antara berbagai zat)

Pencemar sekunder, misalnya *peroxyl* radikal dengan oksigen akan membentuk ozon dan nitrogen dioksida berubah menjadi nitrogen monoksida dengan oksigen dan sebagainya. Jenis pencemar udara berdasarkan pola emisinya yang berasal dari sumbernya dibagi menjadi 3 jenis yaitu:

1) Sumber titik (*point source*) adalah adalah sumber emisi yang tetap atau tidak bergerak dan berada pada suatu tempat.

2) Sumber garis (*line source*) adalah sumber emisi yang bergerak atau tetap pada suatu tempat yang berasal dari kendaraan bermotor.

- 3) Sumber area (area source) adalah kumpulan dari sumber emisi point source maupun *line source* yang berkumpul menjadi satu dalam satu area.

5. **Rokok**

Rokok adalah hasil olahan tembakau terbungkus termasuk cerutu atau bentuk lainnya yang dihasilkan dari tanaman *Nicotiana tabacum*, *Nicotiana rustica* dan spesies lainnya atau sintetisnya yang mengandung nikotin dan tar dengan atau tanpa bahan tambahan (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, 2003).

Menurut Sukmaningsih A (2003) dalam Immanuel Van Donn Batubara, Benny Wantouw (2013) Mengatakan bahwa proses dari merokok terbagi menjadi dua reaksi, yaitu reaksi pembakaran dan reaksi pirolisa. Reaksi pembakaran dengan oksigen akan membentuk senyawa CO₂, H₂O₂, NO, SO₂, dan CO. Reaksi pirolisa menyebabkan pemecahan struktur kimia rokok menjadi banyak senyawa kimia yang strukturnya sangat kompleks. Setiap satu batang rokok yang dibakar, maka akan menghasilkan sekitar 4000 macam bahan kimia, diantaranya ada 400 macam bahan kimia tersebut bersifat toksik seperti bahan karsinogen, tar, nikotin, nitrosamin, karbonmonoksida, senyawa PAH (*Polynuclear Aromatic Hydrogen*), fenol, karbonil, klorin dioksin dan furan

Asap rokok dapat dibedakan menjadi dua, yaitu asap utama (*mainstream smoke*) atau asap yang dihisap oleh si perokok dan asap

samping (*sidestream smoke*) yang merupakan asap yang terus menerus keluar dari ujung rokok. Asap samping dari rokok memiliki pengaruh yang sangat besar bagi kesehatan perokok pasif, yaitu orang yang berada di lingkungan yang tercemar asap rokok, karena dari sebatang rokok yang terbakar akan dihasilkan asap samping dua kali lebih banyak dari pada asap utama dan bahan berbahaya yang dikandung asap samping lebih tinggi dari pada asap utama (Aina, 2005).

6. Karbon monoksida (CO)

a. Pengertian Karbon monoksida (CO)

Karbon monoksida (CO) adalah suatu komponen tidak berwarna, tidak berbau dan tidak mempunyai rasa yang terdapat dalam bentuk gas pada suhu di atas -190°C . Karbon Monoksida (CO) adalah hasil pembakaran tidak sempurna bahan karbon atau bahan-bahan yang mengandung karbon .

Karbon monoksida (CO) merupakan gas berbahaya yang terkandung dalam asap pembuangan kendaraan. CO menggantikan 15% oksigen yang seharusnya dibawa oleh sel-sel darah merah. CO juga dapat merusak lapisan dalam pembuluh darah dan meninggikan endapan lemak pada dinding pembuluh darah, menyebabkan pembuluh darah tersumbat (Widya Astuti Muslimin, 2017).

Gas CO yang dihasilkan sebatang tembakau dapat mencapai 3-6%, dan gas ini dapat dihisap oleh siapa saja. Seseorang yang

merokok hanya akan menghisap 1-3 bagian saja, yaitu arus tengah. Sedangkan arus pinggir akan tetap berada di luar. Sesudah itu perokok tidak akan menelan semua asap tetapi ia semburkan lagi keluar (Siti Rukyatul Ilham Miah, 2017).

Nilai ambang batas CO menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1077/Menkes/Per/V/2011 tentang pedoman penyehatan udara dalam ruang rumah adalah sebesar 9 ppm yang merupakan paparan rata-rata untuk orang dewasa yang sehat selama waktu 8 jam sehari (Menteri Kesehatan Republik Indonesia, 2011).

b. Sifat Fisik dan Kimia CO

Karbon dan Oksigen dapat bergabung membentuk senyawa karbon monoksida (CO) sebagai hasil pembakaran yang tidak sempurna dan karbon dioksida (CO₂) sebagai hasil pembakaran sempurna. Karbon monoksida merupakan senyawa yang tidak berbau, tidak berasa dan pada suhu udara normal berbentuk gas yang tidak berwarna.

c. Dampak CO terhadap Kesehatan

Karakteristik biologik yang paling penting dari CO adalah kemampuannya untuk berikatan dengan hemoglobin, pigmen sel darah merah yang mengangkut oksigen keseluruh tubuh. Sifat ini menghasilkan pembentukan karboksihemoglobin (HbCO) yang 200 kali lebih stabil dibandingkan oksihemoglobin (HbO₂). Penguraian

Hb CO yang relatif lambat menyebabkan terhambatnya kerja molekul sel pigmen tersebut dalam fungsinya membawa oksigen keseluruhan tubuh. Kondisi seperti ini bisa berakibat serius, bahkan fatal, karena dapat menyebabkan keracunan. Selain itu, metabolisme otot dan fungsi enzim intra-seluler juga dapat terganggu dengan adanya ikatan CO yang stabil tersebut. Dampak keracunan CO sangat bahaya bagi orang yang telah menderita gangguan pada otot jantung atau sirkulasi darah perifer yang parah (Muzayyid, 2014).

Tabel 4. Efek pajanan gas Karbon Monoksida (CO)

Konsentrasi rata-rata 8 jam (ppm)	Konsentrasi COHb di dalam darah (%)	Gejala
25-50	2,5-5	Tidak ada gejala
50-100	5-10	Aliran darah meningakat, sakit kepala ringan
100-250	10-20	Sakit kepala sedang, berdenyut-denyut, dahi (throbbingtemple), wajah merah, mual
250-450	20-30	Sakit kepala berat, vertigo, mual, muntah, lemas, mudah terganggu, pingsan pada saat bekerja
450-650	30-40	Sakit kepala berat, vertigo, mual, muntah, lemas, mudah terganggu, pingsan pada saat bekerja
650-1000	40-50	Koma,hipertensi,kadang disertai kejang, pernafasan Cheyne Strokes
1000-1500	50-60	Koma dengan kejang, penekanan pernafasan, fungsi ajntung, mungkin terjadi kematian
1500-2500	60-70	Koma dengan kejang, penekanan pernafasan, fungsi jantung, mungkin terjadi kematian
2500-4000	70-80	Denyut nadi lemah, pernafasan lambat, gagal hemodinamik, kematian

Sumber : (Andrian Rivanda, 2015)

d. Gejala Keracunan CO

Hemoglobin yang merupakan pigmen merah dalam sel darah merah bertugas membawa oksigen ke berbagai jaringan tubuh. Saat seseorang menghisap karbon monoksida dan oksigen, hemoglobin justru mengikat karbon monoksida dan mengalirkannya ke seluruh tubuh. Hemoglobin yang berikatan dengan karbon monoksida membentuk senyawa yang disebut karboksi hemoglobin. Hemoglobin yang berikatan dengan karbon monoksida membuat tubuh perlahan-lahan kekurangan oksigen. Keracunan karbon monoksida dapat dideteksi dengan gejala-gejala sebagai berikut: sakit kepala, mual, nyeri dada, sesak nafas, muntah, nyeri perut, kantuk, pingsan, kejang. Tanda-tanda keracunan CO bervariasi tergantung dengan kadar COHb dalam darah (Muzayyid, 2014).

7. Karbon dioksida (CO₂)

a) Definisi Karbon dioksida (CO₂)

Menurut Vanloon (2011) dalam Akhmad Subkhan (2017) Karbon dioksida adalah material yang tersusun oleh satu atom karbon dan dua atom oksigen (O₂). Karbon dioksida dapat dihasilkan oleh proses alami yang bersumber dari hewan, tumbuhan, pembusukan dan respirasi oleh mikroba, serta pembakaran biomasa (CH₂O) melalui kebakaran hutan dan padang rumput yang disebabkan oleh petir. Selain itu, lautan juga menjadi salah satu sumber pembebasan CO₂ di atmosfer. Keberadaan CO₂ yang normal dapat dinetralsir oleh proses

alami yang terjadi di bumi, salah satunya melalui fotosintesis yang dilakukan tanaman dan beberapa mikroorganisme yang hidup di darat dan di perairan.

Aliran karbon dari atmosfer ke vegetasi merupakan aliran yang bersifat dua arah, yaitu pengikatan CO_2 ke atmosfer melalui dekomposisi dan pembakaran serta penyerapan CO_2 oleh tanaman (Gratimah RD Guti, 2009).

b) Dampak Karbon dioksida (CO_2)

Dalam udara murni jumlah kadar karbon dioksida sebanyak 0,03%. Nilai ambang batas CO menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1077/Menkes/Per/V/2011 tentang pedoman penyehatan udara dalam ruang rumah adalah sebesar 9 ppm yang merupakan paparan rata-rata untuk orang dewasa yang sehat selama waktu 8 jam sehari (Menteri Kesehatan Republik Indonesia, 2011).

Dampak karbon gas CO_2 yang melebihi ambang batas toleransi akan menyebabkan gangguan pada pernapasan. Selain itu, gas CO_2 yang terlalu berlebihan di bumi dapat mengikat panas matahari sehingga suhu bumi menjadi lebih panas. Pemanasan global di bumi akibat CO_2 disebut juga sebagai efek rumah kaca.

Adanya karbon dioksida (CO_2) yang berlebih di udara dapat mengurangi kesegaran dan kebersihan udara yang kita hirup. Karbon dioksida (CO_2) juga bisa menjadi polusi udara apabila kadarnya dalam

udara berlebih, dapat mengakibatkan gangguan antara lain gangguan pernapasan juga keracunan terhadap susunan saraf. Bahkan dalam kadar tertentu akan membunuh hewan-hewan yang ada di bumi (Rahmi dan Setiawan, 2011).

8. Adsorpsi

Adsorpsi adalah suatu proses yang terjadi ketika suatu fluida (cairan maupun gas) terikat kepada suatu padatan dan akhirnya membentuk suatu film (lapisan tipis) pada permukaan padatan tersebut. Proses adsorpsi dapat berlangsung jika suatu permukaan padatan dan molekul-molekul gas atau cair, dikontakan dengan molekul-molekul tersebut, maka di dalamnya terdapat gaya kohesif termasuk gaya hidrostatis dan gaya ikatan hydrogen yang bekerja diantara molekul seluruh material. Gaya-gaya yang tidak seimbang pada batas fase tersebut menyebabkan perubahan-perubahan konsentrasi molekul pada interface solid/fluida (Ferdinan Delesev Ginting, 2008).

Terdapat 2 macam proses, yaitu adsorpsi fisik dan kimia. Adsorpsi fisik adalah absorpsi yang terjadi karena adanya proses perpindahan masa antara gas dan larutan pengadsorpsi dengan menggunakan gaya van der Waals. Pada adsorpsi fisik terjadi tanpa memerlukan energi aktivasi, sehingga membentuk lapisan jamak (*multilayers*) pada permukaan adsorben. Salah satu contoh adsorben yang mengadsorpsi secara fisik adalah zeolit. Sedangkan adsorpsi kimia terjadi akibat gas terlarut dalam larutan penyerap disertai dengan reaksi kimia. Penyerapan terjadi akibat

proses perpindahan massa antara gas dengan larutan pengadsorpsi yang disertai dengan reaksi kimia (Yuniarto Agua Winoko dkk, 2014).

9. Zeolit

Menurut Ozkan dan Ulku (2008) dalam Laeli Kurniasari dkk (2011) Zeolit merupakan senyawa aluminosilikat terhidrasi yang terdiri dari ikatan SiO_4 dan AlO_4 tetrahidra yang dihubungkan oleh atom oksigen untuk membentuk kerangka. Pada kerangka zeolit, tiap atom Al bersifat negatif dan akan dinetralkan oleh ikatan dengan kation yang mudah dipertukarkan. Kation yang mudah dipertukarkan yang ada pada kerangka zeolit ini berpengaruh dalam proses adsorpsidan sifat-sifat thermal zeolit.

Zeolit merupakan salah satu adsorben alternatif yang memiliki kemampuan adsorpsi yang tinggi karena memiliki pori yang banyak dan mempunyai kapasitas tukar kation yang tinggi dan dapat diaplikasi dalam rentang suhu yang luas sehingga sangat cocok digunakan sebagai adsorben.

Struktur bagian dalam zeolit yang membentuk lubang dapat diisi dengan molekul-molekul lain. Molekul yang dapat masuk ke dalam struktur zeolit hanyalah molekul yang memiliki ukuran yang sama atau lebih kecil dari ukuran lubang zeolit, sehingga molekul yang berukuran lebih besar dari ukuran lubang zeolit tidak dapat masuk. Hal inilah yang membuat zeolit dapat digunakan untuk mengadsorpsi gas CO dan CO_2 dari asap rokok (Laeli Kurniasari dkk , 2011).

10. Adsorpsi Zeolit

Sifat zeolit sebagai adsorben dan penyaring molekul, dimungkinkan karena struktur zeolit yang berongga, sehingga membuat zeolit mampu menyerap sejumlah besar molekul yang berukuran lebih kecil atau sesuai dengan ukuran rongganya. Selain itu, kristal zeolit yang telah terdehidrasi merupakan adsorben yang selektif dan mempunyai efektivitas adsorpsi yang cukup tinggi (Randy Yusuf Kurniawan, 2017).

Menurut Barrer (1978) dalam Randy Yusuf Kurniawan (2017) Kemampuan zeolit aktif untuk mengadsorpsi gas ditentukan oleh ukuran diameter saluran rongga (tergantung pada jenis zeolit). Pada ukuran saluran rongga tertentu, memungkinkan zeolit untuk mengadsorpsi beberapa jenis gas seperti gas CO dan CO₂.

11. Arang Aktif

Menurut Meilita (2009) dalam Wa Ode Veby Verlina (2014) Arang aktif adalah arang yang diproses sedemikian rupa sehingga memiliki daya serap/adsorpsi yang tinggi terhadap bahan yang berbentuk larutan atau uap. Arang aktif dapat dibuat dari bahan yang mengandung karbon baik organik atau anorganik. Pada umumnya, arang aktif digunakan sebagai bahan penyerap atau penjernih. Dalam jumlah yang kecil, juga digunakan sebagai katalisator.

Menurut Meisrilestari (2013) dalam Wa Ode Veby Verlina (2014) Arang adalah suatu bahan padat berpori yang merupakan hasil pembakaran bahan yang mengandung unsur karbon. Sedangkan arang aktif adalah

arang yang diaktifkan dengan cara perendaman dalam bahan kimia atau dengan cara mengalirkan uap panas ke dalam bahan, sehingga pori bahan menjadi lebih terbuka dengan luas permukaan sekitar 300 sampai 2000 m²/g. Permukaan arang aktif yang semakin luas berdampak pada semakin tingginya daya serap terhadap bahan gas atau cairan. Daya serap arang aktif sangat besar, yaitu 25-1000% terhadap berat arang aktif

Menurut Nurullita dan Mifbakhuddin (2015) dalam Anton Wicaksana (2016) Karbon aktif adalah senyawa karbon yang telah ditingkatkan daya adsorpsinya dengan melakukan karbonisasi dan aktifasi.” Karbon aktif merupakan senyawa karbon amorph, yang dapat dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon atau dari arang yang diperlakukan dengan cara khusus untuk mendapatkan permukaan pori-pori yang lebih luas. Karbon aktif dapat digunakan untuk menghilangkan bau, rasa, warna, dan kontaminan organik lainnya.

Menurut Maryanto dkk (2009) dalam Anton Wicaksana (2016) karbon aktif adalah karbon dengan struktur amorphous atau mikrokristalin yang dengan perlakuan khusus dapat memiliki luas permukaan dalam yang sangat besar antara 300-2000 m²/gram. Sifat adsorpsinya yang selektif, tergantung pada besar atau volume pori-pori dan luas permukaan. Daya serap arang aktif sangat besar, yaitu 25-100% terhadap berat arang aktif

Karbon aktif dapat berbentuk serbuk atau butiran, karbon aktif mempunyai luas permukaan per satuan berat yang besar, karena sangat banyaknya pori-pori halus (mikro pori) yang dimilikinya. Keadaan inilah

yang menyebabkan karbon aktif mampu menyerap gas, cair maupun zat terlarut lainnya. Bahan baku karbon aktif berasal dari hewan, tumbuh-tumbuhan, limbah ataupun mineral yang mengandung karbon, antara lain: tulang, kayu lunak, sekam, tongkol jagung, tempurung kelapa, sabut kelapa, ampas penggilingan tebu, ampas pembuatan kertas, serbuk gergaji, kayu keras dan batubara (Anton Wicaksana, 2016)

12. Arang Tempurung Kemiri

Menurut Sudradjat dan Soleh (1994) dalam Nur Fajriana Muhiddin (2019) Tempurung kemiri memiliki potensi yang cukup besar untuk dimanfaatkan sebagai bahan bakar meskipun penggunaannya kurang populer, maka salah satu alternatif pemanfaatannya adalah dengan cara mengolah tempurung kemiri menjadi karbon aktif. Setiap bahan yang mengandung karbon asalkan berpori dapat dibuat karbon aktif.

Tabel 5. Komposisi kimia tempurung kemiri

No	Komponen	Kadar (%)
1.	Holoselulosa	49,22
2.	Pentosa	14,55
3.	Lignin	54,46
4.	Ekstraktif:	
	- Kelarutan dalam air dingin	1,96
	- Kelarutan dalam air panas	6,18
	- Kelarutan dalam alkohol- benzena	2,69
5.	- Kelarutan dalam NaOH 1%	17,14
	- Abu	8,73

Sumber :(Nur Fajriana Muhiddin, 2019)

Tempurung kemiri tersusun dari senyawa-senyawa yang mengandung karbon sehingga dapat digunakan untuk menurunkan berbagai konsentrasi polutan yang ada diudara seperti CO dan CO₂.

Efektifitas relatif absorpsi karbon aktif dengan tempurung kemiri lebih baik dari tempurung kelapa untuk % removal yang kecil. Nilai metilen blue karbon aktif tempurung kemiri 2,5 mL/gram sedangkan untuk tempurung kelapa 6,75 mL/gram. Sehingga tempurung kemiri merupakan bahan baku yang bagus untuk pembuatan karbon aktif.

Berdasarkan penelitian Suhadak (2005) dalam Nur Fajriana Muhiddin (2019), diketahui bahwa presentase buah kemiri menjadi tempurungnya sebesar 64,57% dan tergolong sangat tinggi bila dibandingkan dengan tempurung kelapa dan tempurung kelapa sawit yang tidak lebih dari 30%. Hal ini tentunya menunjukkan bahwa tempurung kemiri memang sangat potensial untuk dijadikan bahan baku pembuatan karbon aktif. Selain itu tempurung kemiri juga memiliki nilai kalor yang cukup tinggi sehingga dapat digunakan sebagai bahan bakar.

13. Karbon Aktif Tempurung Kelapa

Karbon aktif dapat dibuat dari berbagai bahan yang mempunyai kandungan karbon cukup tinggi salah satunya dari tempurung kelapa. Arang tempurung dapat digunakan sebagai media adsorpsi dikarenakan tidak bersifat racun serta mudah didapatkan dengan harga yang ekonomis.

Menurut Subekti (2009) dalam (Anton Wicaksana, 2016) "Tempurung kelapa mengandung senyawa-senyawa seperti silikat, lignin,

selulosa, pentose dan metoksil, dari komposisi di atas terlihat bahwa sebgaiian besar tempurung kelapa tersusun senyawa-senyawa yang mengandung karbon” sehingga dapat menurunkan berbagai konsentrasi polutan yang ada diudara seperti CO dan CO₂.

Banyak keuntungan yang diperoleh dengan menggunakan arang aktif dari Tempurung Kelapa seperti yang diungkapkan oleh Basuki ddk (2008) dalam (Anton Wicaksana, 2016) sebagai berikut:

- a) Mempunyai daya adsorpsi selektif.
- b) Berpori, sehingga luas permukaan per satuan massa besar. Pori-pori karbon aktif tempurung kelapa mempunyai bentuk dan ukuran yang bervariasi, berkisar antara $10-10000 \text{ \AA} = 1 \text{ nm} - 1 \text{ \mu m}$. ($1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ meter}$).
- c) Mempunyai daya ikat yang kuat terhadap zat yang hendak dipisahkan secara fisik atau kimiawi.

14. Adsorpsi Arang Aktif

Menurut Sugiharto (1987) dalam Wa Ode Veby Verlina (2014) Adsorpsi dalam arang aktif terjadi secara fisik. Proses adsorpsi terjadi karena sifat yang dimiliki arang aktif sebagai penyerap, penyaring molekul, katalis, dan penukar ion. Adsorpsi secara umum adalah proses mengumpulkan benda-benda terlarut yang terdapat dalam larutan antara dua permukaan. Antar permukaan tersebut seperti zat padat dan zat cair, zat padat dan gas, zat cair dan zat cair, atau gas dan zat cair. Walaupun

proses tersebut dapat terjadi pada seluruh permukaan benda, maka yang sering terjadi adalah bahan padat yang mengadsorpsi partikel yang berada di dalam air limbah. Bahan yang akan diadsorpsi disebut sebagai adsorbat atau solute sedangkan bahan yang mengadsorpsi disebut sebagai adsorben.

Berikut mekanisme penyerapan karbon aktif menurut Basuki dkk. (2008) dalam Anton Wicaksana (2016) sebagai berikut:

- a. Molekul adsorbat berpindah menuju lapisan terluar dari adsorben karbon aktif.
- b. Karbon aktif dalam kesatuan kelompok mempunyai luas permukaan pori yang besar sehingga dapat mengadakan penyerapan terhadap adsorbat.
- c. Sebagian adsorbat ada yang teradsorpsi di permukaan luar, tetapi sebagian besar teradsorpsi di dalam pori-pori adsorben dengan cara difusi.
- d. Bila kapasitas adsorpsi masih sangat besar, sebagian besar molekul adsorbat akan teradsorpsi dan terikat di permukaan. Tetapi bila permukaan pori adsorben sudah jenuh dengan adsorbat maka akan terjadi dua kemungkinan, yaitu :
 - 1) Terbentuk lapisan adsorpsi kedua, ketiga dan seterusnya.
 - 2) Tidak terbentuk lapisan adsorpsi kedua, ketiga dan seterusnya sehingga adsorbat yang belum teradsorpsi akan terus berdifusi keluar pori.

15. Proses Aktivasi

Kemampuan adsorpsi pada adsorben ditentukan oleh luas permukaan (porositas) dan volume pori-pori dari adsorben. Adsorben dengan porositas besar mempunyai kemampuan menyerap lebih tinggi dibandingkan dengan adsorben yang memiliki porositas kecil. Aktivasi karbon merupakan cara untuk meningkatkan daya adsorpsi suatu adsorben dalam memperluas permukaan karbon aktif.

Menurut Rahmawati dkk (2010) dalam Lilik Hartini (2014) Aktivasi merupakan proses untuk memperbesar porositas dan *surface area*. Proses ini menghilangkan sebagian besar jari-jari pori yang telah terbentuk. Aktivasi dibedakan menjadi dua, yaitu aktivasi secara fisik dan aktivasi secara kimia.

16. Aktivasi Kimia dengan NaCl

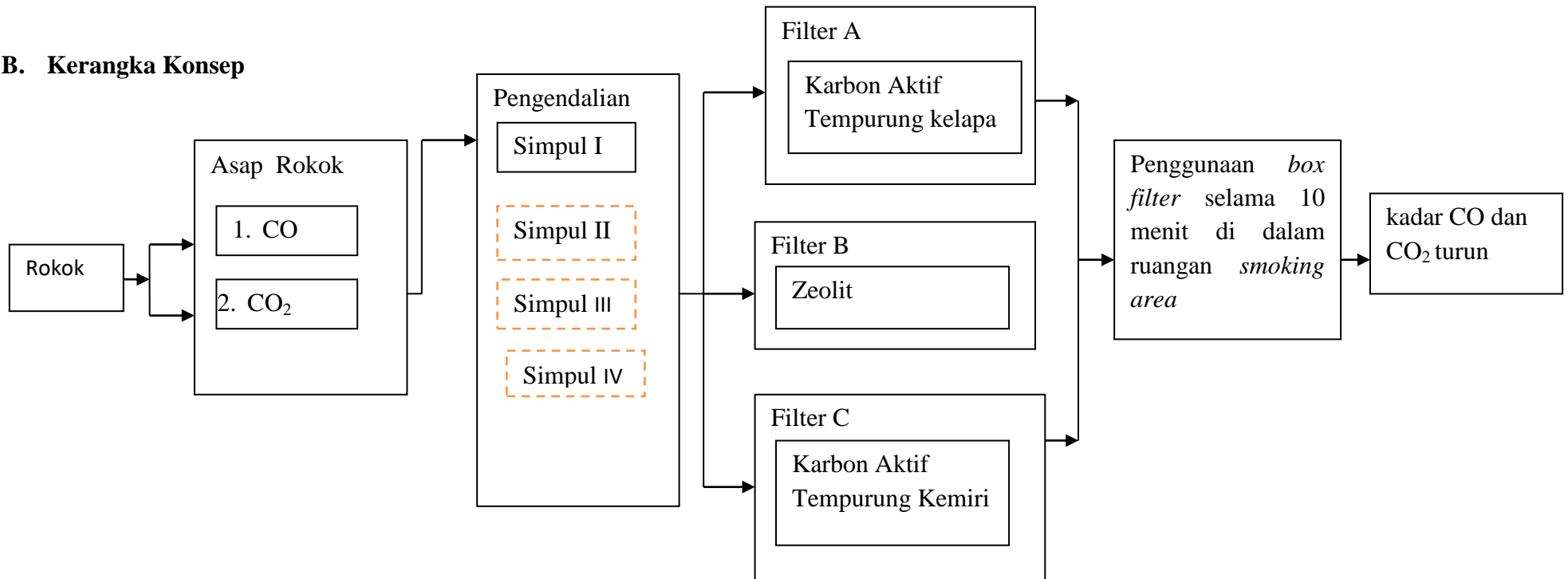
Aktivasi secara kimia adalah aktivasi yang menggunakan bahan kimia. Keuntungan yang diperoleh dengan aktivasi kimia adalah tidak memerlukan temperatur yang tinggi, hasil (*yield*) yang diperoleh lebih tinggi dan mikropori dapat terkontrol.

Menurut Mu'jizah (2010) dalam Lilik Hartini (2014) Aktivasi secara kimia biasanya menggunakan aktivator seperti garam kalsium klorida (CaCl_2), magnesium klorida (MgCl_2), seng klorida (ZnCl_2), natrium klorida (NaOH), natrium karbonat (Na_2CO_3) dan natrium klorida (NaCl). Aktivator dapat menyebabkan membengkaknya pada adsorben dan membuka struktur dari selulosa.

Menurut Gimba (2009) dalam Lilik Hartini (2014) Bahan mineral yang sering digunakan sebagai aktivator salah satunya adalah NaCl. NaCl digunakan sebagai aktivator karena karbonaktif dari buah khaya senegalensis yang diperoleh mempunyai daya adsorpsi yang lebih besar dibandingkan dengan karbon aktif dari buah khaya senegalensis yang diaktivasi dengan KCl, CaCl₂, MgCl₂, 6H₂O, Na₂CO₃, K₂CO₃, H₂SO₄, dan ZnCl₂.

Penggunaan larutan NaCl juga lebih ekonomis dikarenakan harga lebih murah dibandingkan garam lainnya serta tidak menimbulkan pencemaran terhadap lingkungan. Konsentrasi yang digunakan pada larutan NaCl pada saat proses aktivasi dapat mempengaruhi volume pori karbon. Semakin tinggi konsentrasi larutan NaCl yang digunakan maka semakin banyak mineral yang akan terabsorpsi sehingga volume pori karbon akan bertambah besar dikarenakan NaCl dapat berfungsi sebagai *dehydrating agent* dan membantu menghilangkan endapan dari karbonasi.

B. Kerangka Konsep



Gambar 1. Kerangka Konsep Penelitian

Keterangan :

: Yang diteliti

: Yang tidak diteliti

C. Hipotesis

1. Hipotesis Mayor

Variasi penggunaan media adsorben arang aktif tempurung kelapa, zeolit dan arang aktif tempurung kemiri pada *box filter* berpengaruh terhadap penurunan kadar Karbon monoksida (CO) dan Karbon dioksida (CO₂) dari asap rokok.

2. Hipotesis Minor

a. Ada penurunan kadar Karbon monoksida (CO) dan Karbon dioksida (CO₂) pada asap rokok setelah penggunaan alat *box filter* dengan media arang aktif tempurung kelapa sebanyak 1,5 kg.

b. Ada penurunan kadar Karbon monoksida (CO) dan Karbon dioksida (CO₂) pada asap rokok setelah penggunaan alat *box filter* dengan media zeolit sebanyak 1,5 kg.

c. Ada penurunan kadar Karbon monoksida (CO) dan Karbon dioksida (CO₂) pada asap rokok setelah penggunaan alat *box filter* dengan media arang aktif tempurung kemiri sebanyak 1,5 kg.

d. Diketahui pengaruh variasi media adsorben yang paling efektif menurunkan kadar Karbon monoksida (CO) dan Karbon dioksida (CO₂) pada asap rokok