

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

1.1 Penelitian Terdahulu

Kemampuan penyerapan tanaman hias dalam menurunkan polutan karbon monoksida yang menggunakan tanaman lidah mertua, lili paris dan sirih gading di dalam penelitiannya, menunjukkan bahwa tanaman lidah mertua memiliki kemampuan paling besar dalam penurunan konsentrasi gas CO. Tanaman lidah mertua dengan waktu pemaparan gas CO selama 1,5 jam dapat menyerap 49,06%, sedangkan tanaman lili paris menyerap 44,03% dan tanaman sirih gading menyerap 34,59% gas karbon monoksida (CO) (Adita & Ranti, 2012).

Pencemaran udara di dalam ruangan yang diakibatkan oleh gas karbon monoksida (CO) dan sulfur dioksida (SO₂) memerlukan penyehatan udara, seperti menggunakan beberapa jenis tanaman yang dapat membantu menyerap polutan tersebut. Salah satu jenis tanaman tersebut yaitu tanaman lidah mertua. Lidah mertua mampu menyerap kadar karbon monoksida (CO) dan sulfur dioksida (SO₂) di dalam ruangan setelah di kontakkan langsung, semakin lama waktu kontak maka akan semakin besar penurunan kadar CO dan SO₂ (Sukaningtyas *et al.*, 2013).

Pemanfaatan limbah dari batang ubi kayu sebagai bahan baku pembuatan selulosa asetat dilakukan dalam 2 tahap yaitu tahap isolasi selulosa (proses *pretreatment*, delignifikasi, dan *bleaching*) dan tahap sintesis selulosa asetat. Hasil dari penelitian ini yaitu menunjukkan bahwa larutan asam fosfat 3% menghasilkan densitas terkecil sebesar 0,833 g/mL hal tersebut menunjukkan bahwa telah terjadi *swelling*. Kemudian pada proses delignifikasi digunakan variasi waktu dan rasio bahan terhadap pelarut dengan waktu 2 jam dan rasio sampel terhadap pelatur 1:12 (v/v). kadar selulosa terbesar yang diperoleh dalam penelitian ini yaitu 56,92% (Lismeri *et al.*, 2016).

Selulosa merupakan substansi yang tidak larut dalam air yang terdapat di dalam dinding sel tanaman terutama dari bagian batang, tangkai dan semua bagian yang mengandung kayu. Dengan adanya struktur linear ini menyebabkan selulosa bersifat kristalin dan tidak mudah larut. Penelitian menggunakan serat tandan

kosong kelapa sawit sebagai nano filter komposit absorpsi suara menunjukkan bahwa setelah melalui tiga tahap perlakuan kimia alkalinasi, *bleaching*, dan hidrolisis hasil dari FTIR menunjukkan tidak adanya daerah serapan selain ikatan kimia selulosa (A Gian *et al.*, 2017).

Untuk mengetahui efektivitas penurunan CO dan NO₂ menggunakan tumbuhan glodokan tiang dan pucuk merah. Menunjukkan efektivitas tanaman pucuk merah dalam mereduksi CO dengan waktu paparan 15, 10, 5 menit yaitu 10,64%, 8,51% dan 7,74%. Sedangkan efektivitas penurunan CO dengan waktu yang sama menggunakan tanaman glodokan tiang yaitu sebesar 13,19%, 11,59% dan 12,03%. Untuk penurunan NO₂ menggunakan tumbuhan pucuk merah dengan waktu paparan yang sama memiliki efektivitas 25%, 22% dan 33,33%, sedangkan dengan tumbuhan glodokan tiang memiliki efektivitas 50%, 50% dan 33% (Utomo *et al.*, 2021).

Dalam penelitian yang dilakukan oleh (Nasution, 2016) bertujuan untuk menganalisis pengaruh tanaman sirih gading dan variasi lama waktu paparan terhadap karbon monoksida (CO). Metode yang dilakukan oleh penelitian ini yaitu menggunakan ruang uji berukuran 1m x 1m sebanyak 2 buah yang berisi tanaman sirih gading sebanyak 1 dan 2 buah pada masing-masing ruang uji. Gas karbon monoksida (CO) yang dihasilkan berasal dari emisi kendaraan bermotor.

Pada penelitian isolasi serat selulosa dari tanaman lidah mertua dan untuk mengetahui efektivitas alat pendeteksi CO dalam mereduksi karbon monoksida (CO) pada asap rokok ini didasari dari beberapa penelitian terdahulu. Berikut merupakan hasil dari penelitian terdahulu yang dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Ringkasan Penelitian Terdahulu

No	Nama Belakang Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
1.	(Adita & Ranti, 2012)	Mengetahui kemampuan tanaman hias dalam menyerap karbon monoksida dengan menggunakan tanaman lidah mertua (<i>Sansevieria sp</i>), lili paris (<i>Spider plant</i>), dan sirih gading (<i>Scindapsus aureus</i>).	Dalam penurunan konsentrasi gas karbon monoksida, tanaman lidah mertua merupakan tanaman yang memiliki kemampuan terbesar dibandingkan dengan tanaman yang lain.	Pembuatan membran selulosa asetat melalui proses isolasi untuk meningkatkan nilai ekonomi dari sumber daya alam tersebut dalam mereduksi gas karbon monoksida pada asap rokok.
2.	(Sukaningtyas <i>et al.</i> , 2013)	Untuk mengetahui besarnya penurunan kadar karbon monoksida (CO) dan sulfur dioksida (SO ₂) dalam ruangan setelah dikontakan dengan tanaman lidah mertua.	Kadar karbon monoksida (CO) dan sulfur dioksida (SO ₂) di dalam ruangan setelah dikontakan dengan tanaman lidah mertua mengalami penurunan, semakin lama waktu kontak maka akan semakin besar penurunannya.	Pengurangan gas CO pada asap rokok dengan menggunakan membran SA dari serat tanaman lidah mertua.

3.	(Lismeri <i>et al.</i> , 2016)	Mengetahui kadar selulosa yang diperoleh pada proses delignifikasi.	Dalam hasil penelitian ini pada proses delignifikasi menggunakan variasi waktu dan rasio bahan terhadap pelarut. Diperoleh kadar selulosa terbesar yaitu 56,92% dengan waktu pemanasan selama 2 jam dan rasio sampel terhadap pelarut 1:12 (v/v).	Dalam penelitian ini, melakukan proses isolasi dengan variasi suhu yang meliputi delignifikasi, <i>bleaching</i> dan pemurnian untuk menghasilkan selulosa yang menjadi bagian dari membran SA.
4.	(Nasution, 2016)	Menganalisis tanaman sirih gading dalam mengurangi karbon monoksida (CO) di dalam ruangan.	Ruang uji pertama dengan 1 tanaman sirih gading dalam waktu pemaparan CO 13 dan 30 menit didapatkan penurunan konsentrasi CO sebesar 0,93% dan 0,83% per jam. Ruang uji kedua dengan 2 tanaman sirih gading dengan waktu pemaparan CO 13 dan 30 menit didapatkan	Dalam penelitian ini, menggunakan membran SA dari serat tanaman lidah mertua untuk mengetahui efektivitasnya dalam mereduksi CO dari asap rokok.

			hasil penurunan konsentrasi CO sebesar 2,08% dan 1,67% per jam.	
5.	(A Gian <i>et al.</i> , 2017)	Menganalisis ikatan kimia serat tandan kosong kelapa sawit setelah diberi perlakuan kimia. Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu FTIR untuk menganalisis ikatan kimia serat setelah diberi perlakuan kimia.	Dalam hasil uji FTIR menunjukkan tidak terdapat daerah serapan selain ikatan kimia selulosa setelah dilakukan tiga tahap perlakuan kimia.	Pembuatan membran SA dari serat tanaman lidah mertua yang ingin diketahui kandungan selulosanya menggunakan FTIR.
6.	(Utomo <i>et al.</i> , 2021)	Mengetahui efektivitas penurunan karbon monoksida (CO) dan nitrogen dioksida (NO ₂) dari kendaraan bermotor menggunakan tanaman pucuk merah (<i>Syzygium oleana</i>) dan	Tumbuhan glodokan tiang (<i>Polyalthia longifolia</i>) tingkat penyerapan untuk mengurangi emisi kendaraan bermotor lebih tinggi daripada tumbuhan pucuk merah (<i>Syzygium oleana</i>).	Dalam penelitian ini, menggunakan membran SA dari serat tanaman lidah mertua untuk mengetahui efektivitasnya dalam mereduksi CO dari asap rokok.

		glodokan tiang (<i>Polyalthia longifolia</i>).		
--	--	---	--	--

2.2 Teori-teori yang Relevan

2.2.1 Pencemaran Udara

Udara adalah suatu campuran gas yang terdapat pada lapisan yang mengelilingi bumi. Komposisi campuran gas tersebut tidak selalu konstan. Kandungan di dalam atmosfer bumi terdiri dari berbagai gas antara lain yaitu nitrogen, oksigen, karbon dioksida, neon, argon, metana, helium, radon, ozon, xenon dan kripton. Komponen yang konsentrasinya paling bervariasi adalah air dalam bentuk uap H₂O dan karbon dioksida (CO₂). Jumlah uap air yang terdapat di udara bervariasi tergantung dari cuaca dan suhu. Konsentrasi CO₂ di udara selalu rendah, yaitu sekitar 0,03% (Farizi, 2020).

Pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi, dari komponen lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya. Sumber pencemar adalah setiap usaha dan/atau kegiatan yang mengeluarkan bahan pencemar ke udara yang menyebabkan udara tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya (PP No. 41, 1999). Polusi udara terjadi dihasilkan oleh proses buangan yang dihasilkan dari aktivitas manusia dalam memenuhi kebutuhannya, dari sektor produksi maupun sektor transportasi (Rosyidah, 2016).

2.2.2 Karbon Monoksida (CO)

Karbon monoksida (CO) merupakan suatu gas yang dihasilkan dari beragam proses seperti pembakaran kayu, batu bara dan penggunaan bahan bakar pada kendaraan bermotor. Sifat dari gas karbon monoksida sendiri tidak berbau, berwarna dan berasa sehingga gas tersebut menjadi salah satu gas yang sangat berbahaya (Diza *et al.*, 2014). Orang yang terpapar gas CO pada tingkat tertentu dapat menyebabkan sakit kepala, kelelahan dan mual. Pada tingkat yang lebih

seirus, paparan CO dapat mengakibatkan disorientasi atau tidak sadarkan diri bahkan kematian (Hidayat *et al.*, 2012).

Karbon monoksida (CO) yang terdapat di alam terbentuk dari salah satu proses sebagai berikut (Ria, 2018):

- Pembakaran tidak lengkap terhadap karbon atau komponen yang mengandung karbon.
- Reaksi antara karbon dioksida (CO₂) dan komponen yang mengandung karbon pada suhu tinggi.
- Pemakaian bahan bakar fosil pada mesin mesin penggerak transportasi.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup yang ada pada Lampiran VII mengenai baku mutu karbon monoksida (CO) di udara dapat dilihat pada tabel 2.2 dibawah ini :

Tabel 2. 2 Baku Mutu Karbon Monoksida (CO)

Parameter	Waktu Pengukuran	Baku Mutu	
		Satuan $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Satuan ppm (<i>part per millions</i>)
Karbon Monoksida (CO)	1 Jam	10.000	409

Sumber : Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021

Tabel 2. 3 Efek Jangka Panjang Akibat Gas Karbon Monoksida (CO)

CO (ppm)	COHb (%)	Tanda dan Gejala
10	2	Tidak ada gejala
70	10	Tidak ada efek yang serius, melainkan aktivitas yang serius akan membuat sesak napas, serta dahi merasa tidak nyaman, dan mengalami pelebaran dalam pembuluh darah kulit.
120	20	Aktivitas yang tidak begitu serius dapat membuat sesak

		napas dan mengalami denyutan di pelipis saat sakit kepala.
220	30	Adanya rasa sakit kepala, emosi yang tidak stabil, kondisi badan yang mudah lelah dan kondisi penglihatan mengalami keremangan.
350-520	40-50	Merasakan sakit kepala, rasa kebingungan, kolaps dan bahkan dapat membuat hilangnya kesadaran seseorang.
800-220	60-70	Membuat hilangnya kesadaran, kejang intermiten, gagal napas serta bahkan sapat membuat hilangnya nyawa seseorang jika terus menerus terpapar.
1950	80	Fatal

Sumber : (Raharjo et al., 2018)

Tabel 2. 4 Sifat-Sifat Gas Karbon Monoksida (CO)

Sifat	Keterangan
Rumus molekul	CO
Wujud	Gas tidak berwarna dan tidak berbau
Berat molekul	28,0101 g/mol
Titik beku	-205°C
Titik didih	-192°C
Densitas	0,789 g/cm ³ liquid 1,250 g/L pada 0°C, 1 atm, 1,145 g/L pada 25°C, 1 atm
Kelarutan dalam air	0,0026 g/100 ml (20°C)

Sumber : (Raharjo et al., 2018)

2.2.3 Asap Rokok

Pada dasarnya merokok merupakan menikmati asap nikotin yang dibakar. Selain nikotin, kandungan didalam rokok juga terdapat senyawa gula, bahan aditif, saus, pemberi rasa, aroma dan lain sebagainya. Rokok diperoleh dari tumbuhan *Nicotiana tobacum*, *Nicotiana rustica*, serta spesies lainnya yang

memiliki nikotin. Dari satu batang rokok memiliki berbagai jenis tembakau agar rasa dan aroma yang diperoleh memiliki kekhasan tersendiri (Tapani, 2019).

Dalam satu batang rokok memiliki banyak senyawa kimia. Senyawa kimia yang berbahaya tersebut dapat mencapai kurang lebih 4000 jenis. Salah satu polutan dari asap rokok yang berbahaya merupakan kandungan gas CO (karbon monoksida). Gas CO merupakan gas beracun yang dapat mengurangi kemampuan darah dalam membawa oksigen. Gas CO terbentuk ketika terjadi pembakaran tembakau dan kertas dari pembungkus rokok. Karbon monoksida (CO) yang dihasilkan oleh sebatang rokok dapat mencapai 3-6%, sedangkan CO yang dihisap perokok paling rendah sejumlah 400 ppm. Unsur tersebut memiliki kemampuan cepat sekali bersenyawa dengan hemoglobin sehingga mengakibatkan suplai oksigen ke seluruh organ tubuh manusia terhambat (Mudhofir & Yulianti, 2018).

2.2.4 Tanaman Lidah Mertua (*Sansevieria trifasciata*)

Keistimewaan dari tanaman lidah mertua yang jarang ditemukan pada tanaman lain, diantaranya yaitu mampu bertahan hidup pada rentan suhu dan cahaya yang luas, sangat resisten terhadap gas yang berbahaya (polutan), bahkan mampu menyerap 107 jenis polutan di daerah yang padat lalu lintas dan di dalam ruangan. Lidah mertua mengandung bahan aktif *pregnane glikosid* yang berfungsi mereduksi polutan menjadi asam organik, asam amino dan gula yang menjadi tidak berbahaya bagi manusia. Pada proses respirasinya, lidah mertua menghasilkan gas oksigen yang sangat bermanfaat bagi manusia. Tanaman lidah mertua mampu mengurangi pencemaran udara baik di luar maupun di dalam ruangan terutama pencemaran yang disebabkan oleh CO (Adawiyah *et al.*, 2013). Komposisi kimia pada tanaman lidah mertua terdiri dari selulosa, lignin, *rucogenin*, *4-O methyl glucuronic acid*, *Beta siti sterol*, *d-xylose*, *n butyl 4 OL propylphthalate*, *Neoruscogenin*, *Sansevergenin* dan *Pregnane glikosid* (Yunisa *et al.*, 2017).

Tanaman lidah mertua memiliki klasifikasi sebagai berikut, yaitu (Winanti *et al*, 2012):

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Subkingdom	: <i>Tracheobionta</i>
Super Divisi	: <i>Spermatophyta</i>
Divisi	: <i>Magnoliophyta</i>
Sub Divisi	: <i>Angiospermae</i>
Kelas	: <i>Monocotyledonae</i>
Sub-kelas	: <i>Lilidae</i>
Ordo	: <i>Liliales</i>
Famili	: <i>Agavaceae</i>
Genus	: <i>Sansevieria</i>
Jenis	: <i>Sansevieria trifasciata</i>



Sumber : (Winanti *et al*, 2012)

Gambar 2. 1 Tanaman Lidah Mertua

2.2.5 Isolasi Selulosa

Tahapan isolasi bertujuan untuk memisahkan selulosa dengan kandungan lain yang terdapat pada tanaman lidah mertua. Dalam proses isolasi selulosa terdapat 3 tahapan yaitu delignifikasi, pemutihan (*bleaching*) dan pencucian (pemurnian). Tahap delignifikasi berfungsi untuk menghilangkan kandungan selain selulosa, yaitu berupa lignin dan hemiselulosa pada tanaman lidah mertua. Dengan terdapatnya lignin dan hemiselulosa disekeliling selulosa akan menjadi

penghambat utama dalam pemrosesan dan fabrikasi dalam menghidrolisis selulosa (Kunusa, 2017).

Delignifikasi merupakan salah satu tahapan untuk menghilangkan kandungan lignin di dalam berbagai bahan organik. Dalam tahapan delignifikasi terdapat banyak metode yang dapat dipilih. Hasil dari metode delignifikasi menunjukkan bahwa kandungan lignin dan hemiselulosa telah terhidrolisis menjadi senyawa dengan berat molekul yang lebih ringan.

Adapun beberapa faktor yang mempengaruhi proses delignifikasi adalah :

1. Waktu pemasakan, semakin besar konsentrasi lignin semakin lama waktu pemasakan (kisaran antara 1-4 jam)
2. Konsentrasi larutan pemasak, jika kadar lignin besar, maka konsentrasi larutan pemasak juga harus besar.
3. Pencampuran bahan, dipengaruhi oleh pengadukan. Dengan pengadukan, akan dapat meratakan larutan dengan bahan baku yang akan dipisahkan ligninnya.
4. Perbandingan larutan pemasak dengan bahan baku. Semakin kecil perbandingan larutan pemasak dengan bahan baku, maka lignin yang didegradasi akan kecil juga.
5. Ukuran bahan, semakin besar ukuran bahan maka semakin lama waktu prosesnya.
6. Suhu dan tekanan, semakin besar suhu dan tekanan, maka semakin cepat waktu prosesnya.

Pada proses delignifikasi semakin banyak HNO_3 yang diberikan maka semakin mudah lignin terdegradasi. Kenaikan kandungan selulosa juga dapat disebabkan karena sebagian lignin dan hemiselulosa terlarut pada saat proses delignifikasi sehingga kandungan selulosa meningkat (Tungkup, 2021).

Dari hasil selulosa yang diperoleh dari proses delignifikasi kemudian akan dilakukan tahap pemutihan (*bleaching*) yang berfungsi untuk memutihkan selulosa yang telah diperoleh. Kemudian proses terakhir, yaitu pencucian (pemurnian) yang bertujuan untuk menghilangkan residu lignin dan hemiselulosa yang masih tersisa dari proses sebelumnya. Pada tahap isolasi

selulosa ini terdapat perbedaan suhu yang akan digunakan untuk mengetahui pengaruh suhu terhadap serat selulosa yang terdapat pada tanaman lidah mertua.

2.2.6 Selulosa

Keberadaan selulosa yang ada di alam tidak dalam bentuk selulosa murni tetapi masih dalam bentuk lignoselulosa. Selulosa merupakan suatu polimer alam yang paling melimpah, ramah lingkungan dikarenakan mudah terdegradasi, tidak beracun serta dapat diperbarui. Selulosa adalah salah satu komponen dari lignoselulosa. Dimana lignoselulosa merupakan salah satu komponen organik yang berlimpah di alam dan terdiri dari tiga tipe polimer, yaitu berupa selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Keberadaan antara selulosa dan lignin saling terikat satu sama lain sehingga dibutuhkan metode untuk memisahkan selulosa dengan lignin. (Mulyadi, 2019).

Selulosa memiliki sifat hidrofilik, tidak larut dalam air, dan sebagai pelarut organik. Selulosa memiliki sifat yang menarik, seperti biokompatibel, dapat terdegradasi dan terbaharukan, juga banyak memiliki gugus hidroksil yang memungkinkan dalam pembentukan jaringan dengan ikatan hidrogen yang baik bagi reaksi kimia (Tungkup, 2021). Selulosa khususnya berpotensi besar sebagai bahan alternatif material membran ataupun bentuk turunannya seperti selulosa asetat. Indonesia memiliki kekayaan sumber daya alam sebagai potensi bahan selulosa. (Husni *et al.*, 2018).

2.2.7 Gugus Fungsi Selulosa

Gugus fungsi selulosa yang akan dihasilkan dalam penelitian ini akan dianalisa menggunakan alat Spektroskopi inframerah atau *Fourier Transform Infra-Red* (FTIR). Alat ini berfungsi untuk mengidentifikasi keberadaan gugus fungsi berdasarkan ikatan yang ada pada suatu senyawa. Perbedaan gugus fungsi dalam suatu senyawa akan memberikan pola serapan spesifik spektrum yang berbeda satu sama lain (Silitonga *et al.*, 2018).



Sumber : *Laboratorium Mikroanalisis Universitas Muhammadiyah Purwokerto.*

Gambar 2. 2 *Fourier Transform Infra-Red (FTIR)*

Dalam spektroskopi inframerah, sinar inframerah dilewatkan pada sampel lalu diukur fraksi radiasi yang terabsorpsi pada rentan panjang gelombang menghasilkan spektrum yang menunjukkan informasi kualitatif. Struktur kimia dan bentuk ikatan molekul serta gugus fungsional tertentu sampel yang diuji menjadi dasar bentuk spektrum yang akan diperoleh dari hasil analisis. Cara kerja spektroskopi inframerah adalah sampel di scan, yang berarti sinar inframerah akan dilalui menuju sampel. Gelombang yang diteruskan oleh sampel akan ditangkap oleh detektor yang terhubung ke komputer, yang akan memberikan gambaran spektrum sampel yang di uji. Struktur kimia dan bentuk ikatan molekul serta gugus fungsional tertentu sampel yang di uji menjadi dasar bentuk spektrum yang akan diperoleh dari hasil analisis (Sari, 2011).

Spektroskopi inframerah atau *Fourier Transform Infra-Red (FTIR)* ini dapat mengidentifikasi suatu senyawa yang belum diketahui, karena spektrum yang akan dihasilkan spesifik untuk senyawa tersebut. Gugus fungsi yang terdapat dalam rantai selulosa adalah hidroksil. Gugus fungsi tersebut terikat pada setiap unit glukosa (Widayanti, 2013).

2.2.8 Membran Selulosa Asetat (SA)

Membran berasal dari bahasa Latin “membrana” yang berarti kulit kertas. Saat ini kata “msembran” telah diperluas untuk menggambarkan suatu lembaran tipis fleksibel atau film, bertindak sebagai pemisah selektif antara dua fase karena bersifat semipermeabel (Widayanti, 2013).

Membran merupakan lapisan tipis selektif dan semipermeabel yang berada diantara dua fasa, yaitu fasa umpan dan fasa permeat. Sifat selektif dari membran ini dapat digunakan dalam proses pemisahan. Material membran berupa polimer bahan organik yang banyak digunakan adalah selulosa asetat. Keunggulan menggunakan selulosa asetat yaitu mudah diproduksi dan bahan mentahnya berasal dari sumber alam yang dapat diperbaharui (Apriani *et al.*, 2017).

Proses pemisahan dengan membran dapat terjadi karena adanya perbedaan ukuran pori, bentuk, serta struktur kimianya. Membran demikian biasa disebut sebagai membran semipermeable, artinya dapat menahan spesi tertentu, tetapi dapat melewatkan spesi yang lainnya. Proses Pemisahan dengan menggunakan media membran dapat terjadi karena membran mempunyai sifat selektifitas yaitu kemampuan untuk memisahkan suatu partikel dari campurannya. Hal ini dikarenakan partikel memiliki ukuran lebih besar dari pori membran (Probowisnu, 2017).

Membran dapat dikasifikasikan menjadi tiga jenis berdasarkan strukturnya, yaitu :

1. Membran tidak berpori.

Membran tidak berpori merupakan lapisan tipis polimer padat yang membentuk sebuah fase berkelanjutan. Ini biasanya digunakan dalam proses pemisahan molekul kecil dalam fase gas atau cair. Contoh membran tidak berpori adalah film polimer padat dan membran cair, ini terdiri dari rantai polimer yang dikemas rapat dan beraturan, kepadatan pengepakan terus menerus.

2. Membran berpori.

Membran berpori terdiri dari fase *co-kontiniu* polimer dan rongga interkoneksi yang berfungsi sebagai jalur transportasi. Membran berpori digunakan dalam pemisahan partikel koloid padat dan molekul besar dan sel dari umpan dan dalam aplikasi mikrofiltrasi, ultrafiltrasi dan dialisis. Sesuai prosedur persiapan, void ukuran dan distribusi dapat dibedakan sebagai berpori halus, berpori mikro dan makropori. Istilah ultragel (ukuran pori 0,1-0,5 mm) dan mikrogel (pori-pori ukuran 1–2 mm) digunakan untuk membedakan membran.

3. *Carrier* Membran (membrane pembawa).

Mekanisme perpindahan massa pada membran jenis ini tidak ditentukan oleh membran (atau material dari membran) tetapi ditentukan oleh molekul pembawa yang spesifik yang memudahkan perpindahan spesifik terjadi. Ada dua konsep mekanisme perpindahan dari membran jenis ini yaitu : *carrier* tidak bergerak di dalam matriks membran atau *carrier* bergerak ketika dilarutkan dalam suatu cairan (Widayanti, 2013).

2.2.9 Sensor MQ-7

Sensor MQ-7 merupakan sensor gas yang digunakan untuk mendeteksi gas karbon monoksida (CO) dalam kehidupan sehari-hari. Fitur dari sensor gas MQ7 ini mempunyai sensitivitas yang tinggi dan respon cepat terhadap karbon monoksida (CO) selain itu sensor ini juga stabil serta berumur panjang. Keluaran dari sensor MQ7 berupa sinyal analog dan membutuhkan tegangan DC sebesar 5 Volt dengan jarak pengukuran 20-2000 ppm untuk mengukur gas karbon monoksida (Ardiansyah *et al.*, 2018).



Sumber : (Tania, 2015)

Gambar 2. 3 Sensor MQ-7