

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor di Indonesia yang terus meningkat dari tahun ke tahun telah menjadi salah satu penyumbang utama pencemaran udara, terutama di wilayah perkotaan (Dirga et al., 2011). Proses pembakaran bahan bakar fosil yang tidak sempurna pada mesin kendaraan bermotor menghasilkan berbagai zat pencemar berbahaya, diantaranya karbon monoksida (CO), hidrokarbon (HC), dan nitrogen oksida (NOx). Ketiga parameter pencemar tersebut merupakan komponen utama dalam emisi gas buang kendaraan dan sangat berpengaruh terhadap kualitas udara serta kesehatan manusia (Prawoto, 2011).

Karbon monoksida (CO) adalah gas beracun yang tidak berwarna dan tidak berbau, terbentuk akibat pembakaran tidak sempurna dari bahan bakar hidrokarbon. Gas ini memiliki afinitas tinggi terhadap hemoglobin dalam darah, sehingga dapat menggantikan oksigen dan menyebabkan gangguan sistem pernapasan, sakit kepala, kehilangan kesadaran, bahkan kematian pada konsentrasi tinggi. Hidrokarbon (HC), yang berasal dari bahan bakar yang tidak terbakar sempurna, berperan sebagai prekursor pembentukan ozon troposferik yang bersifat iritan bagi saluran pernapasan dan dapat menyebabkan gangguan pada sistem saraf serta bersifat karsinogenik. Sementara itu, nitrogen oksida (NOx) merupakan campuran dari nitrogen monoksida (NO) dan nitrogen dioksida (NO<sub>2</sub>), yang terbentuk dari reaksi nitrogen dan oksigen pada suhu tinggi dalam ruang bakar. NOx tidak hanya berkontribusi terhadap pembentukan hujan asam dan kabut asap fotokimia, tetapi juga menyebabkan iritasi pada saluran pernapasan, mengurangi fungsi paru-paru, dan memperburuk kondisi penderita asma. (Amaliyah & Mukaromah, 2019)

Emisi CO, HC, dan NOx dari kendaraan bermotor dapat meningkat secara signifikan jika mesin tidak dirawat dengan baik, bahan bakar berkualitas rendah digunakan, atau sistem pembakaran mengalami kerusakan. Timbulan emisi tersebut tidak hanya mencemari udara, tetapi juga memberikan dampak langsung terhadap

kesehatan manusia serta ekosistem. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk mengurangi emisi gas buang kendaraan, salah satunya melalui teknologi adsorpsi menggunakan material ramah lingkungan seperti karbon aktif (Purba et al., 2021).

Karbon aktif merupakan bahan berpori dengan luas permukaan tinggi yang mampu menangkap dan mengikat molekul gas pencemar melalui proses adsorpsi fisik maupun kimia. Karbon aktif dari tempurung siwalan, sebagai limbah biomassa yang kaya kandungan karbon, memiliki struktur mikropori dan gugus fungsional permukaan yang dapat dimodifikasi selama proses aktivasi. Melalui aktivasi kimia menggunakan senyawa seperti natrium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), porositas karbon dapat ditingkatkan, sehingga memperbesar kapasitas adsorpsi terhadap molekul gas berbahaya. (Ismiyati et al., 2014b)

Proses adsorpsi terjadi ketika molekul gas CO, HC, dan NOx menempel pada permukaan pori-pori karbon aktif akibat gaya van der Waals atau ikatan kimia permukaan. Untuk gas CO dan HC, adsorpsi berlangsung secara fisik karena ukurannya kecil dan tidak reaktif, sedangkan untuk NOx, adsorpsi dapat terjadi secara kimia melalui interaksi dengan gugus oksigen atau nitrogen pada permukaan karbon aktif. Oleh karena itu, pemanfaatan karbon aktif dari tempurung siwalan tidak hanya memanfaatkan limbah organik, tetapi juga berpotensi sebagai solusi praktis dan berkelanjutan dalam mengendalikan emisi gas buang kendaraan bermotor. (Anggraeni & Yuliana, 2015a)

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk membuat dan menguji performa karbon aktif dari tempurung siwalan yang diaktivasi menggunakan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  sebagai media adsorben untuk menurunkan kadar emisi CO, HC, dan NOx pada kendaraan bermotor jenis 4 langkah sebagai upaya dalam mengurangi tingkat pencemaran udara, terutama pencemaran emisi kendaraan yang berbahaya bagi kesehatan manusia.

## 1.2 Perumusan Masalah

Mengacu pada latar belakang diatas, maka permasalahan yang akan dirumuskan dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh penggunaan karbon aktif tempurung siwalan teraktivasi  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  terhadap penurunan kadar CO, HC, dan NOx pada gas buang motor 4 langkah?
2. Bagaimakah kapasitas adsorpsi dan kinetika reaksi adsorpsi yang terjadi pada karbon aktif tempurung siwalan berdasarkan komposisi massa adsorben dan kadar aktivator agen  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  terbaik dalam mereduksi kandungan emisi gas CO, HC, dan NOx?
3. Bagaimana morfologi permukaan karbon aktif sebelum dan sesudah proses adsorpsi gas CO, HC, dan NOx dari kendaraan bermotor berdasarkan hasil uji SEM?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan masalah yang telah ditentukan, maka tujuan dalam penelitian ini adalah:

1. Menganalisis karbon aktif limbah tempurung siwalan yang teraktivasi  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dalam menurunkan emisi gas CO, HC, dan NOx pada kendaraan bermotor jenis 4 langkah dengan menggunakan gas analyzer.
2. Menganalisis daya kapasitas adsorpsi dan kecepatan reaksi yang terjadi pada karbon aktif tempurung siwalan dengan komposisi massa adsorben berdasarkan karbon aktif yang memiliki karakteristik terbaik hasil aktivasi menggunakan larutan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dalam mereduksi emisi gas CO, HC, NOx.
3. Menganalisis morfologi permukaan karbon aktif sebelum dan sesudah proses adsorpsi gas CO, HC, dan NOx menggunakan metode SEM (*Scanning Electron Microscope*) sebagai indikator terjadinya proses adsorpsi.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Adanya penelitian ini dapat bermanfaat dalam berbagai aspek yaitu:

1. Untuk ilmu pengetahuan

Adanya penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan untuk meminimalisir pencemaran udara supaya tidak semakin memburuk akibat bertambahnya kendaraan bermotor

2. Untuk institusi/pemerintahan

Mendapat analisis tentang kualitas udara yang terkandung dalam kendaraan bermotor menggunakan Gas Analyzer agar nantinya dapat menjadi bahan evaluasi mengenai penanganan pencemaran udara yang ada saat ini.

3. Untuk masyarakat

Membaiknya kualitas udara yang diterima oleh masyarakat yang dapat meningkatkan kesehatan, kenyamanan lingkungan, serta mendukung kualitas hidup secara berkelanjutan.

## 1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Untuk membatasi dalam pemecahan masalah, maka ditetapkan ruang lingkup sebagai berikut:

1. Penelitian ini menggunakan kendaraan bermotor kategori L atau kendaraan roda dua jenis 4 langkah tipe Astrea Prima 100 cc tahun 1991.
2. Bahan Karbon aktif yaitu limbah tempurung siwalan yang didapat di pedagang Buah Siwalan di Tuban, Jawa Timur.
3. Parameter yang diuji yaitu Karbon Monoksida (CO), Hidrokarbon (HC) dan Nitrogen Oksida (NOx).
4. Pembuatan reaktor menggunakan modifikasi knalpot modifikasi dilakukan di Bengkel Motor di Kota Surabaya, Jawa Timur.
5. Pembuatan media adsorben karbon aktif dari limbah tempurung siwalan diolah di Laboratorium Teknik Lingkungan UPN “Veteran” Jawa Timur.