

**PEMANFAATAN LIMBAH KULIT UDANG SEBAGAI ADSORBEN
UNTUK MENURUNKAN KADAR KARBON MONOKSIDA (CO) DARI
KENDARAAN BERMOTOR**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Melengkapi Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T) pada
Program Studi Teknik Lingkungan



Disusun Oleh
ASMA'UL NUR AINI
NIM. H75218021

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
2022

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Asma'ul Nur Aini
NIM : H75218021
Program Studi : Teknik Lingkungan
Angkatan : 2018

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiarasi dalam penulisan tugas akhir saya yang berjudul "PEMANFAATAN LIMBAH KULIT UDANG SEBAGAI ADSORBEN UNTUK MENURUNKAN KADAR KARBON MONOKSIDA (CO) DARI KENDARAAN BERMOTOR". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiarasi, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 1 November 2022

Yang menyatakan,



(Asma'ul Nur Aini)
NIM.H75218021

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir Oleh :

NAMA : ASMA'UL NUR AINI
NIM : H75218021
JUDUL : **PEMANFAATAN LIMBAH KULIT UDANG SEBAGAI
ADSORBEN UNTUK MENURUNKAN KADAR
KARBON MONOKSIDA (CO) DARI KENDARAAN
BERMOTOR**

Ini telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Surabaya, 12 Oktober 2022

Dosen Pembimbing I



Ida Munfarida, M.Si., M.T

NIP.198411302015032001

Dosen Pembimbing II



Dyah Ratri Nurmaningsih, M.T

NIP.198503222014032003

PENGESAHAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Tugas akhir oleh:

Nama : Asma'ul Nur Aini
NIM : H75218021
Judul : Pemanfaatan Limbah Kulit Udang Sebagai Adsorben Untuk
Menurunkan Kadar Karbon Monoksida (CO) Dari
Kendaraan Bermotor

Telah dipertahankan di depan tim penguji tugas akhir

Surabaya, 25 Oktober 2022

Mengesahkan

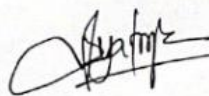
Tim Penguji

Dosen Penguji I



Ida Munfarida, M.Si., M.T
NIP.198411302015032001

Dosen Penguji II



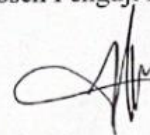
Dyah Ratri Nurmaningsih, M.T
NIP.198503222014032003

Dosen Penguji III



Amrullah, M.Ag
NIP.197309032006041001

Dosen Penguji IV



Dedy Supravogi, S.KM., M.KL
NIP.198512112014031002

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Ampel Surabaya



Dr. A. Saepul Hamdani, M.Pd
NIP.196507312000031002



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : ASMA'UL NUR AINI
NIM : 1175218021
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI / TEKNIK LINGKUNGAN
E-mail address : aicantik31@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :
☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Desertasi ☐ Lain-lain (.....)
yang berjudul :

**PEMANFAATAN LIMBAH KULIT UDANG SEBAGAI ADSORBEN UNTUK
MENURUNKAN KADAR KARBON MONOKSIDA (CO) DARI KENDARAAN**

BERMOTOR

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 1 November 2022

Penulis

(ASMA'UL NUR AINI)

ABSTRAK
PEMANFAATAN LIMBAH KULIT UDANG SEBAGAI ADSORBEN
UNTUK MENURUNKAN KADAR KARBON MONOKSIDA (CO) DARI
KENDARAAN BERMOTOR

Karbon monoksida (CO) merupakan pencemar utama di udara. Limbah kulit udang belum banyak dimanfaatkan sebagai adsorben polutan udara. Penelitian ini memanfaatkan limbah kulit udang sebagai adsorben untuk menurunkan kadar CO dari kendaraan bermotor. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui efektivitas adsorben kulit udang dalam menurunkan kadar CO dari kendaraan bermotor, dan mengetahui perbedaan variasi waktu kontak dan variasi perbandingan konsentrasi adsorben kulit udang dalam menurunkan kadar CO dari kendaraan bermotor. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental menggunakan dua variasi yaitu variasi waktu dan variasi perbandingan massa kanji dengan kitosan. Variasi waktu terdiri dari 10 menit, 30 menit, dan 50 menit sedangkan variasi perbandingan kanji dengan kitosan terdiri dari 1 : 1 gram, 1 : 2 gram, 1 : 3 gram. Ekstraksi kitosan dari kulit udang melalui tiga tahap yaitu deproteinasi, demineralisasi, dan deasetilasi. Kitosan diletakkan pada alat bantu uji knalpot kendaraan bermotor. Pengukuran konsentrasi CO menggunakan CO Analyzer. Hasil dari pengujian efektivitas yaitu nilai tertinggi terletak pada variasi waktu 30 menit dengan nilai efektivitas tertinggi diperoleh pada menit ke 20 dengan variasi perbandingan massa 1 : 3 gram yaitu sebesar 61,5 %. Berdasarkan uji statistik, diketahui terdapat perbedaan variasi massa dalam menurunkan CO ($p < 0,05$), dan tidak ada perbedaan dalam variasi waktu dalam menurunkan CO ($p > 0,05$).

Kata Kunci : Adsorben, Karbon Monoksida, Kendaraan Bermotor, Limbah Kulit Udang

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

ABSTRACT
UTILIZATION OF SHRIMP SHELL WASTE AS ADSORBENT TO
REDUCE CARBON MONOXIDE (CO) LEVELS FROM MOTOR
VEHICLES

Carbon monoxide (CO) is the main pollutant in the air. Shrimp shell waste has not been widely used as an adsorbent of air pollutants. This study utilizes shrimp shell waste as an adsorbent to reduce CO levels from motor vehicles. The objective of this study were to determine the effectiveness of shrimp shell adsorbents in reducing CO levels from motorized vehicles, and to determine differences in contact time variations and variations in comparisons of shrimp shell adsorbent concentrations in reducing CO levels from motorized vehicles. This study used an experimental method using two variations, namely time variations and variations in the ratio of starch mass to chitosan. The time variation consisted of 10 minutes, 30 minutes, and 50 minutes, while the variation in the ratio of starch to chitosan consisted of 1: 1 gram, 1: 2 gram, 1: 3 gram. Extraction of chitosan from shrimp shells went through three stages, namely deproteination, demineralization, and deacetylation. Chitosan is placed on a motor vehicle exhaust test kit. Measurement of CO concentration was done by using CO Analyzer. The results of the effectiveness showed that the highest value was in the 30 minute time variation with the highest effectiveness value obtained in the 20th minute with a mass ratio variation of 1: 3 grams, which was 61.5%. Based on statistical tests, it showed that there was a difference in mass variation in reducing CO ($p < 0.05$), and there was no difference in time variation in reducing CO ($p > 0.05$).

Keywords: Adsorbent, Carbon Monoxide, Motor Vehicles, Shrimp Shell Waste

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
PENGESAHAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
HALAMAN MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK	x
ABSTRACT.....	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN	xvii
DAFTAR RUMUS	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Udara.....	6
2.2 Sumber-Sumber Pencemar Udara.....	7
2.3 Pencemaran Udara	9
2.4 Dampak Pencemaran Udara	12
2.5 Baku Mutu Udara Ambien.....	13
2.6 Adsorben.....	14
2.7 Udang.....	15
2.8 Limbah Kulit Udang	17
2.9 Integrasi Keislaman	19
2.10 Penelitian Terdahulu	22

BAB III METODE PENELITIAN	29
3.1 Lokasi Penelitian	29
3.2 Waktu Penelitian	29
3.3 Tahapan Penelitian	29
3.3.1 Kerangka Pikir Penelitian	29
3.3.2 Tahapan Penelitian.....	30
3.3.3 Rancangan Percobaan	31
3.4 Persiapan Alat dan Bahan.....	32
3.4.1 Alat-alat yang digunakan.....	32
3.4.2 Persiapan bahan	33
3.5 Langkah Kerja Penelitian	33
3.5.1 Pembuatan Kitosan dari Kulit Udang.....	33
3.5.2 Pembuatan Alat Bantu Uji.....	36
3.5.3 Pengujian FTIR	37
3.5.4 Pengujian CO menggunakan Analyzer.....	37
3.5.5 Metode Analisis Data	38
3.5.6 Variabel	39
3.5.7 Hipotesis	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	41
4.1 Efektifitas Kulit Udang.....	41
4.1.1 Ekstraksi Kitosan Dari Limbah Kulit Udang.....	41
4.1.2 Hasil Perhitungan Derajat Deasetilasi	51
4.1.3 Proses Pengujian menggunakan CO Analyzer	54
4.1.4 Hasil pengujian menggunakan CO Analyzer.....	57
4.1.5 Efektifitas Kitosan dalam menurunkan CO	60
4.2 Variasi Perbedaan	64
4.2.1 Analisa Statistik	64
4.3 Integrasi Keislaman	72
BAB V PENUTUP.....	77
5.1 Kesimpulan.....	77
5.2 Saran	77
DAFTAR PUSTAKA	78

LAMPIRAN.....	I-1
---------------	-----



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sumber Pencemar Berdasarkan Jenis Senyawa	8
Tabel 2.2 Sumber dan Standar Kesehatan Emisi Gas Buang.....	10
Tabel 2.3 Dampak kadar CO dan waktu kontak	12
Tabel 2.4 Baku Mutu Udara Ambien	13
Tabel 2.5 Rangkuman Penelitian Terdahulu	22
Tabel 3.1 Timeline Jadwal Perencanaan Penelitian	29
Tabel 3.2 Rancangan Percobaan	32
Tabel 4. 1 Sampel Kitosan yang Diperlukan.....	44
Tabel 4. 2 Hasil Ekstraksi Kitosan dari Kulit Udang.....	50
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Karbon Monoksida Dengan Variasi Waktu 10 Menit	57
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Karbon Monoksida dengan Variasi Waktu 30 Menit	58
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Karbon Monoksida Dengan Variasi Waktu 50 Menit	59
Tabel 4. 6 Efektifitas Penurunan Variasi Waktu Kontak 10 Menit	60
Tabel 4. 7 Efektifitas Penurunan Variasi Waktu Kontak 30 Menit	61
Tabel 4. 8 Efektifitas Penurunan Variasi Waktu Kontak 50 Menit	63
Tabel 4. 9 Total Data.....	65
Tabel 4. 10 Rata-Rata Dependent Variable.....	66
Tabel 4. 11 Hasil Uji Normalitas Kolmogorov-Smirnov.....	69
Tabel 4. 12 Hasil Uji Homogenitas Levene's Test	70
Tabel 4. 13 Hasil Uji Two Way Anova.....	70

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Udang Vannamei.....	17
Gambar 3. 1 Diagram Kerangka Pikir Penelitian	30
Gambar 3. 2 Diagram Alir Tahapan Penelitian.....	31
Gambar 3. 3 Tahap Deproteinasi	34
Gambar 3. 4 Tahap Demineralisasi.....	35
Gambar 3. 5 Tahap Deasetilasi	36
Gambar 3.6 Rancangan Alat Bantu Uji.....	37
Gambar 4. 1 Kulit Udang Kering.....	44
Gambar 4. 2 Kulit Udang Kering Halus.....	43
Gambar 4. 3 Hasil Timbang Serbuk.....	47
Gambar 4. 4 Hasil Timbang NaOH.....	46
Gambar 4. 5 Melarutkan NaOH	48
Gambar 4. 6 Memanaskan Pada Suhu 65 ⁰ C.....	47
Gambar 4. 7 Menyaring filtrat.....	48
Gambar 4. 8 Mengoven.....	47
Gambar 4. 9 Memanaskan Sampel dan Mengukur pH.....	50
Gambar 4. 10 Mengoven.....	49
Gambar 4. 11 Hasil Uji Kitosan Dengan Ninhidrin.....	51
Gambar 4. 12 Hasil Pengujian FTIR.....	52
Gambar 4. 13 Alat Bantu Uji	55
Gambar 4. 14 Kitosan Yang Ditempelkan Ke Dalam Plat Alat Bantu Uji	56
Gambar 4. 15 Menguji Kadar CO.....	57
Gambar 4. 16 CO Analyzer.....	56
Gambar 4. 17 Grafik Efektifitas Waktu 10 Menit.....	61
Gambar 4.18 Grafik Efektifitas Waktu Pengujian 30 Menit.....	62
Gambar 4.19 Grafik Efektifitas Waktu Pengujian 50 Menit.....	64

DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN

ISPU	= Indeks Standar Pencemar Udara
CO	= Carbon Monoxide
SPM	= Suspended Particulate Matter
PP	= Phenolphthalein
FTIR	= Fourier Transform Infrared
SO ₂	= Sulfur Dioksida
NO	= Nitrogen Oksida
NO ₂	= Nitrogen Dioksida
TEL	= Tetra Ethyl Lead
HC	= Hydro Carbon
O ₃	= Ozon
NMHC	= Non Methane Hidro Carbon
HCl	= Hidrogen Clorida
TRS	= Total Reduksi Sulfur
PM	= Partikulat Meter
NDIR	= Non Dispersive Infrared
Cd	= Cadmium
Cu	= Cuprum
Pb	= Plumbum
NaOH	= Natrium Hidroksida
Rpm	= Revolution Per Minute
PPM	= Part Per Millions
Domestik	= Segala sesuatu yang bersifat kerumahtanggaan.
Filtrat	= Cairan, gas, padatan, atau zat lain yang telah melewati filter.
Cold Storage	= Sebuah ruangan yang dirancang khusus dengan kondisi suhu tertentu untuk membekukan hasil tangkapan di perairan.

DAFTAR RUMUS

Rumus Efektivitas.....	37
Rumus Baseline.....	38



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Atmosfer yang berada dan bertempat di sekeliling bumi memiliki sebuah sebutan sebagai udara. Udara memiliki fungsi khusus yang berguna bagi bumi yaitu memberikan perlindungan dari gangguan yang berasal dari luar bumi. Udara yang selama ini berada di bumi tidak selamanya memiliki karakter udara yang bersih karena ulah manusia udara juga memiliki kandungan polutan didalamnya. Parameter yang digunakan dalam mengukur keadaan udara yang berada pada wilayah sekitar disebut kualitas udara. Kualitas udara dapat mengalami penurunan yang diakibatkan oleh polutan dari beberapa sumber jenis yaitu gas, limbah udara rumah tangga, asap kendaraan, asap industri dan lain sebagainya (Prayudha dkk., 2018).

Kusumawardani & Navastara (2018), dalam penelitiannya menyatakan bahwa total emisi di kawasan industri sebesar 426,27kg/jam pada total panjang jalan 12,65 km. Hasil yang dijabarkan merupakan hasil maksimum dari jam puncak. Jika dikalkulasikan maka total emisi setiap tahun sebesar 3.996,92 ton/tahun.

Menurut data Badan Pusat Statistik Jawa Timur jumlah kendaraan bermotor yang didaftarkan pada tahun 2020 mencapai 18.839.681 unit. Menurut Ketua Asosiasi Industri Sepeda Motor Indonesia (AISI) periode Tahun 2007-2017, bahwa jumlah sepeda motor di Indonesia pada tahun 2017 sebanyak 85 juta unit berbanding lurus dengan jumlah masyarakat Indonesia yang sekitar 250 juta jiwa, maka hal ini berarti bahwa perbandingan barang dengan pengguna sebesar satu banding tiga (Sari dkk., 2019).

Biasanya bahan bakar yang digunakan oleh kendaraan bermotor adalah bensin yang dapat menimbulkan emisi gas buang kendaraan bermotor dan menyebabkan polusi dan pencemaran udara. Beberapa kandungan emisi kendaraan bermotor diantaranya sebagai berikut; gas karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NO), tetra ethyl lead (TEL), sulfur dioksida (SO₂) dan hidrokarbon (Soedomo, 2001).

Jika bahan polutan tersebut berada di udara bebas tidak terkendali, maka akan memicu terjadinya pemanasan global dan menyebabkan terjadinya gangguan kesehatan pada manusia. Kendaraan menghasilkan gas buang yang berdampak negatif bagi manusia, selain dari gangguan pernafasan terdapat juga kerugian bagi kesehatan yang timbul seperti penyebab iritasi mata, pemicu hipertensi, batuk, gangguan kecerdasan anak, tenggorokan gatal, gangguan fungsi reproduksi laki-laki dan juga dapat mengganggu kesehatan mental anak (Sari dkk., 2019).

Menurut data statistik Kementerian Kelautan dan Perikanan Tahun 2020, kategori budidaya udang pada tahun 2020 di wilayah Provinsi Jawa Timur memiliki volume produksi hingga sebesar 114.885,55 ton. Jumlah volume produksi udang di Jawa Timur terus mengalami peningkatan tiap tahunnya, mulai dari tahun 2018 yaitu sebesar 103.493,93 ton hingga pada tahun 2019 terus meningkat hingga 104.616,33. Luas tambak intensif yang ada di Jawa Timur juga mengalami peningkatan luas tambak dari tahun 2018 yang masih belum ada penggunaan tambak intensif hingga pada tahun 2018 mencapai sebesar 19.639.085 m² dan terus meningkat hingga tahun 2020 mencapai 29.449.532 m².

Saat ini Indonesia memiliki 170 unit pengolahan udang dengan kapasitas produksi mencapai 500 ribu ton per tahun. Jika rendemen limbah hasil pengolahan udang berupa kulit dan kepala diketahui sebesar 60-70% dari bobot udang, maka diperkirakan dari total unit pengolahan udang akan dihasilkan limbah 325 ribu ton per tahun (Indrasti dkk., 2012).

Pada penelitian Jaya dkk (2017), kitosan dari kulit udang ini dimanfaatkan sebagai adsorben dari emas (Au). Dalam penelitian tersebut dijelaskan hasil penelitian mendapatkan bahwa kitosan dengan massa 0,1 gr mampu mengadsorpsi logam Au dengan konsentrasi 8,55 ppm dengan persentase adsorpsi 40,46%. Kemudian dalam penelitian yang dilakukan oleh Pradianta (2021), disebutkan dalam penelitiannya mengenai kitosan dengan campuran silika yang dimanfaatkan sebagai adsorben dari gas NO₂ menunjukkan hasil waktu optimum tiap-tiap komposisi perbandingan massa adsorben pada waktu

60 menit. Dari penelitian sebelumnya yang telah disebutkan, maka kitosan dari kulit udang terbukti memiliki kemampuan sebagai adsorben baik logam berat, polutan udara, dan lain sebagainya. Limbah kulit udang belum banyak dimanfaatkan sebagai adsorben polutan udara, kebanyakan dari penelitian sebelumnya pemanfaatan adsorben kitosan tidak diekstraksi dari limbah kulit udang namun dari bahan langsung serbuk kitosan jadi. Maka dari hal tersebut pada penelitian kali ini memadukan pemanfaatan limbah kulit udang sebagai adsorben untuk menurunkan kadar CO dari kendaraan bermotor.

Berikut merupakan Q.S Al-Baqarah:29 ;

هُوَ الَّذِي خَلَقَ لَكُمْ مَّا فِي الْأَرْضِ جَمِيعًا ثُمَّ أَسْتَوَىٰ إِلَى السَّمَاءِ فَسَوَّاهُنَّ سَبْعَ سَمَوَاتٍ ۚ وَهُوَ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيمٌ

Artinya :

Dialah Allah, yang menjadikan segala yang ada di bumi untuk kamu dan Dia berkehendak (menciptakan) langit, lalu dijadikan-Nya tujuh langit. Dan Dia Maha Mengetahui segala sesuatu.

Sesungguhnya Allah Maha Esa yang telah menyajikan semua yang berada pada bumi sebagai suatu bentuk ujian untuk manusia yang memiliki iman terkuat. Sudah menjadi prinsipnya Allah SWT menyajikan segala bentuk rezeki yang berada di darat ataupun di laut. Rezeki tersebut berupa hasil alam yang berguna untuk memenuhi kebutuhan manusia dan bertujuan agar khalifah yang ada di bumi dapat mengolahnya dengan baik sehingga alam tetap terjaga dan lestari (Rosyidah, 2018).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, mendapatkan hasil rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana efektivitas adsorben kulit udang dalam menurunkan kadar CO dari kendaraan bermotor?
2. Bagaimana perbedaan variasi waktu kontak dan variasi perbandingan konsentrasi adsorben kulit udang dalam menurunkan kadar CO dari kendaraan bermotor ?

1.3 Tujuan Penelitian

Menurut rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian diantaranya sebagai berikut :

1. Mengetahui efektivitas adsorben kulit udang dalam menurunkan kadar CO dari kendaraan bermotor.
2. Mengetahui perbedaan variasi waktu kontak dan variasi perbandingan konsentrasi adsorben kulit udang dalam menurunkan kadar CO dari kendaraan bermotor.

1.4 Manfaat Penelitian

Menurut tujuan penelitian di atas, maka dalam manfaat dari penelitian dijabarkan sebagai berikut :

1. Instansi Terkait

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini yaitu, sebagai sumber informasi atau referensi untuk menambah pengetahuan mahasiswa tentang pemanfaatan limbah kulit udang untuk menurunkan kadar CO kendaraan bermotor dan serta sebagai solusi studi untuk pemecahan masalah penurunan kadar CO.

2. Akademisi

Sebagai bentuk pengaplikasian ilmu yang sudah didapat selama masa perkuliahan atau dari suatu mata kuliah yang didapatkan. Selain itu, dapat dipergunakan sebagai bahan perbandingan atau sumber data bagi akademisi lain yang ingin meneliti ulang atau menjadi inspirasi untuk mengembangkan penelitian.

3. Instansi Pendidikan

Pada penelitian ini, manfaat yang dapat diambil dan digunakan oleh instansi pendidikan yaitu sebagai bentuk ilmu pengetahuan yang dapat diajarkan oleh pengajar dan diterima sebagai ilmu oleh pelajar.

4. Masyarakat

Sebagai bentuk informasi yang dapat diterima oleh masyarakat bahwa pemanfaatan limbah kulit udang sebagai kitosan yang berguna dalam mengurangi kadar CO dari kendaraan bermotor.

1.5 Batasan Masalah

Berikut merupakan batasan yang dimiliki dalam penelitian ini :

1. Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium.
2. Penelitian dilakukan untuk menguji adsorben dari dari kitosan limbah kulit udang.
3. Polutan CO berasal asli dari kendaraan bermotor (motor).
4. Penelitian hanya membahas kemampuan alat dalam menurunkan kadar CO.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Udara

Udara adalah suatu campuran dari beberapa bagian diantaranya yaitu gas, partikel cair, energi, ions, partikel padat, zat organik yang tersebar secara bebas dan acak sesuai dengan volume dan bentuk suatu ruang. Udara banyak ditemukan pada satu lapisan atmosfer yang disebut dengan troposfer. Udara memiliki komposisi yang sangat fluktuatif dinamis, komposisi udara dipengaruhi oleh faktor ketinggian daerah, daerah dataran rendah memiliki komposisi udara yang berbeda dengan daerah dataran tinggi. Perbedaan komposisi juga berlaku pada daerah dengan banyak vegetasi dengan daerah industri dan daerah rural dengan daerah urban (Cahyono, 2017).

Campuran gas yang ada dalam permukaan bumi merupakan pengertian dari komposisi udara. Kandungan bahan udara dengan karakter kering yang terdapat pada bumi terdiri dari 78% nitrogen, 1 % uap air, 21% oksigen, dan karbon dioksida dan gas-gas lainnya. Udara yang memiliki karakter yang segar memiliki ciri-ciri seperti terasa segar, sejuk, tidak berbau, dan ringan saat dihirup (Siburian, 2020).

Komposisi udara terbanyak adalah nitrogen bukan oksigen atau karbondioksida. Hal ini bisa terjadi sebab nitrogen merupakan bahan dasar makanan bagi tumbuhan yang banyak dibutuhkan demi kelangsungan hidupnya. Sesuai dengan hakikatnya, tumbuhan merupakan penghasil oksigen yang dibutuhkan manusia dan sebaliknya manusia maupun hewan akan menghasilkan CO₂ yang dibutuhkan oleh tumbuhan. Berkaitan dengan hal tersebut, maka keberadaan nitrogen harus dipertahankan. Jika jumlah nitrogen rendah, maka tumbuhan tidak dapat tumbuh banyak dan perlahan mati. Apabila hal ini berlangsung otomatis oksigen yang diproduksi juga sedikit, sehingga manusia juga terkena dampak dari sedikitnya oksigen yang diproduksi (Cahyono, 2017).

Oksigen merupakan gas dengan komposisi terbanyak kedua. Oksigen yang bersifat multifungsi ini sangat dibutuhkan oleh manusia, hewan, dan

tumbuhan. Ketika siang hari tumbuhan akan menghasilkan oksigen dan sebaliknya jika malam hari membutuhkan oksigen. Gas lain yang memiliki komposisi relatif kecil disebabkan oleh fungsi gas yang hanya sebagai penyeimbang gas ataupun dihasilkan dari proses kegiatan manusia (Cahyono, 2017).

2.2 Sumber-Sumber Pencemar Udara

Menurut Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2010, pada umumnya sumber pencemar udara digolongkan menjadi dua sumber yaitu, sumber antropogenik dan sumber alamiah. Sumber antropogenik merupakan sumber yang berasal dari kegiatan manusia. Macam-macam sumber antropogenik diantaranya yaitu transportasi, domestik dan industri. Sedangkan sumber alamiah merupakan sumber yang berasal dari alam. Contoh sumber dari alam yaitu lautan, gunung berapi, dan rawa-rawa. Terdapat 3 jenis sumber munculnya pencemar yaitu, sumber titik (misalnya cerobong asap suatu industri), sumber area (misalnya perumahan), dan sumber garis (misalnya jalan raya). Terdapat juga jenis sumber yang berdasarkan sifatnya, yaitu *mobile* (bergerak) dan tidak bergerak (*stasioner*).

Terdapat dua macam golongan pencemaran udara yaitu pencemaran udara primer dan pencemaran udara sekunder. Pengertian dari pencemar udara primer yaitu, pencemar dengan zat yang munculnya langsung dari sumber pencemar tersebut. Contoh dari pencemar primer adalah karbon dioksida yang disebabkan oleh hasil pembakaran. Sementara pencemar sekunder merupakan pencemar yang muncul dan terbentuk dari reaksi pencemar-pencemar primer di atmosfer. Ozon yang terbentuk di dalam kabut fotokimia merupakan contoh dari pencemaran udara sekunder (Siburian, 2020).

Terdapat dua macam golongan besar sumber bahan pencemar primer:

1. Sumber Alamiah (*Natural Source*)

Penyebab pencemaran udara dapat berasal dari beberapa kegiatan alam seperti contohnya gunung berapi, kebakaran hutan, kegiatan mikroorganisme, dan lain-lain. Selain itu, pada umumnya bahan

pencemar yang dihasilkan dari kegiatan alam tersebut berupa asap, gas-gas, dan debu.

2. Sumber Buatan Manusia (*Anthropogenic Source*)

Sumber yang berasal dari kegiatan manusia dapat membentuk bahan pencemar yaitu berupa kegiatan pembakaran sampah, pembakaran dalam rumah tangga, kendaraan bermotor, industri, dan lain sebagainya. Dari kegiatan tersebut menghasilkan bahan-bahan pencemar seperti asap, debu grit (pasir halus), dan gas (CO dan NO) (Siburian, 2020).

Menurut Siburian (2020), terdapat tujuh jenis zat atau bahan udara utama yang berasal dari suatu kegiatan manusia (*anthropogenic sources*) diantaranya, karbon monoksida (CO), oksida sulfur (SO_x), oksida nitrogen (NO_x), hidrokarbon. Salah satu sumber pencemar udara yaitu kendaraan bermotor menghasilkan pencemar dari proses pembakaran bahan bakar khususnya pada daerah yang padat penduduk seperti kota. Pada umumnya, karakteristik dari emisi gas buang yang dihasilkan kendaraan bermotor seperti berikut, karbon monoksida (CO), sulfur oksida (SO₂), nitrogen dioksida (NO₂), hidrokarbon (NMHC), partikulat debu dan bahan-bahan organik lainnya (Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.12 Tahun 2010).

Berikut merupakan sumber pencemar berdasarkan jenis senyawa pencemar dapat dilihat pada **Tabel 2.1** :

Tabel 2.1 Sumber Pencemar Berdasarkan Jenis Senyawa

No.	Pencemar	Sumber Pencemar/Kegiatan
1	Sulfur Dioksida (SO ₂)	Cerobong Pembangkit Listrik, Boiler, Pemanas Bahan Bakar
2	Nitrogen Dioksida (NO ₂)	Cerobong Pembangkit Listrik, Boiler, Pemanas Bahan Bakar
3	Karbon Monoksida	Cerobong Pembangkit

No.	Pencemar	Sumber Pencemar/Kegiatan
	(CO)	Listrik, Boiler, Pemanas Bahan Bakar Cerobong Pembangkit
4	Hidrokarbon	Listrik, Boiler, Pemanas Bahan Bakar Cerobong Pembangkit
5	Total Partikulat	Listrik, Boiler, Pemanas Bahan Bakar Sampah Peleburan Logam, Cerobong Prilling Tower
6	Ammonia (NH ₃)	Pabrik Pupuk/Kimia
7	Asam Clorida (HCl)	Penghilang karat/Pickling Industri NaOH/Soda,
8	Chlorin (Cl ₂)	Cerobong pemutih Industri Pulp and Paper
9	Klorin Dioksida (ClO ₂)	Cerobong pemutih Industri Pulp and Paper
10	Total Sulfur Tereduksi (TRS sebagai H ₂ S)	Industri Pulp and Paper

Sumber : Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2010

2.3 Pencemaran Udara

Pencemaran udara atau yang sering disebut dengan polusi udara merupakan suatu keadaan ketika hadirnya substansi fisik, kimia, maupun biologi dalam udara yang ada di bumi (atmosfer) dengan jumlah yang dapat membahayakan untuk kesehatan pada tubuh manusia dan makhluk hidup yang lain. Suatu zat dapat disebut sebagai polutan atau pencemar jika jumlahnya lebih dari jumlah normal atau yang diperbolehkan, terletak disaat yang tidak tepat, dan berada pada tempat yang tidak tepat (Siburian, 2020).

Penyebab utama masalah lingkungan saat ini adalah sektor transportasi, yang menjadi penyebab utama dari masalah lingkungan pada saat ini. Dampak negatif yang ditimbulkan oleh transportasi yaitu berupa polusi udara, kebisingan, gangguan fisik pada lingkungan dan budaya, dan peningkatan karbon dioksida. Secara global, kendaraan bermotor telah menyumbang emisi sebesar 14% dari bahan bakar fosil berbasis karbondioksida, 50-60% dari karbon monoksida dan sebesar 30% merupakan emisi nitrogen (Aly, 2016).

Pencemaran yang disebabkan oleh emisi kendaraan bermotor pada wilayah Indonesia memiliki persentase terdampak sekitar 70%, dengan bahan pencemar seperti *Suspended Particulate Matter* (SPM), bahkan kendaraan bermotor dapat menyumbang polutan timbal hingga sebesar 100% , *Suspended Particulate Matter* (SPM) sebesar 13-4%, hidrokarbon sekitar 71-89%, NO_x sebesar 34-73%, dan karbon monoksida hampir memenuhi seluruh udara. Sebesar 41% dari sumber debu berasal dari sumber utama yaitu pembakaran sampah rumah tangga. Sumber utama timbulnya suatu sulfur oksida berasal dari sektor industri. Konsentrasi timbal dapat mencapai 100 kali dari ambang batas dapat ditemukan di kota-kota pemukiman padat seperti Jakarta (Siburian, 2020).

Kerugian bagi semua makhluk hidup yang tinggal di bumi dapat terjadi jika mengalami masalah mengenai kondisi polusi udara, terutama bila makhluk itu adalah manusia. Kesulitan bernafas hingga sampai mengakibatkan kerusakan di seluruh alam merupakan dampak apabila suatu wilayah mengalami kondisi ruang dengan pencemaran udara (Siburian, 2020). Sumber dari emisi gas buang dan standar kesehatan emisi gas buang dapat dilihat pada **Tabel 2.2** :

Tabel 2.2 Sumber dan Standar Kesehatan Emisi Gas Buang

Pencemar	Sumber	Keterangan
Karbon Monoksida (CO)	Buangan kendaraan bermotor, beberapa proses industri	Standar kesehatan : 10 mg/m ³ (9 ppm)

Pencemar	Sumber	Keterangan
Sulfur Dioksida (SO ₂)	Panas dan fasilitas pembangkit listrik	Standar kesehatan : 80 ug/m ³ (0,03 ppm)
Partikulat Matter	Buangan kendaraan bermotor ; panas dan fasilitas	Standar kesehatan : 100 ug/m ³ (0,05 ppm) selama 1 jam
Nitrogen oksida (NO ₂)	Buangan kendaraan bermotor; beberapa proses industri	Standar kesehatan : 50 ug/m ³ selama 1 tahun; 150 ug/m
Ozon (O ₃)	Terbentuk di atmosfer	Standar kesehatan : 235 ug/m ³ (0,12 ppm) selama 1 jam

Sumber : Siburian, 2020

CO atau karbon monoksida merupakan gas yang dihasilkan dari proses pembakaran tidak sempurna suatu bahan bakar dengan kandungan atom karbon dan memiliki karakteristik tidak berwarna dan tidak berbau. Emisi dari kendaraan bermotor merupakan penyumbang gas CO di luar ruang dan emisi di luar ruang ini sudah memiliki peraturan dan baku mutu (Mukono, 2011).

CO dapat mencemari lingkungan di dalam rumah karena kurangnya pengetahuan dari pemilik rumah mengenai pencegahan CO. Kegiatan yang dapat menyebabkan CO mencemari rumah diantara lain seperti, memanaskan kendaraan di dalam garasi, merokok di dalam rumah, memanaskan kendaraan dengan arah knalpot masuk ke dalam rumah, pembakaran menggunakan tungku dengan kayu bakar dalam rumah, sementara semua kegiatan tersebut dilakukan dalam keadaan rumah yang kurang ventilasi (Cahyono, 2017).

2.4 Dampak Pencemaran Udara

Dampak dari suatu pencemaran udara yaitu satu hingga lebih substansi fisik, kimia, dan biologi di atmosfer dengan memiliki jumlah yang dapat membahayakan kesehatan bagi seluruh makhluk hidup sehingga mengganggu kenyamanan dan estetika. Suatu pencemaran udara dapat terjadi jika terdapat sumber pencemarnya baik berasal dari sumber alami maupun kegiatan manusia (Siburian, 2020).

Dampak dari pencemaran CO bagi kesehatan manusia sangat perlu diperhatikan. Telah terjadi banyak kasus kematian dikarenakan keracunan karbonmonoksida hingga menyebabkan edema paru, kesulitan bernafas, dan karena kekurangan oksigen pada sel yang pada akhirnya sel tidak mendapatkan cukup oksigen dari darah dan mengikat gas CO. Apabila selama beberapa menit terkena paparan CO 1000 ppm maka dapat menyebabkan kejenuhan karboksi hemoglobin, pingsan atau hilang kesadaran, hingga dapat berujung kematian. Konsentrasi CO dalam keadaan normal dalam darah berkisar 0,2% sampai 1% dan memiliki rata-rata kandungan sebesar 0,5% (Cahyono, 2017). Berikut merupakan penjabaran mengenai dampak yang terjadi pada tubuh jika berkontak langsung dengan CO dapat dilihat pada

Tabel 2.3 :

Tabel 2.3 Dampak Kadar CO Dan Waktu Kontak

Kadar CO	Waktu kontak	Dampak pada tubuh
≤ 100 ppm	sebentar	Dianggap aman
± 30 ppm	8 jam	Menimbulkan pusing dan mual
± 1000 ppm	1 jam	Pusing dan kulit berubah kemerah-merahan
± 1300 ppm	1 jam	Kulit jadi merah dan rasa pusing yang hebat
> 1300 ppm	1 jam	Lebih hebat hingga kematian

Sumber : Cahyono, 2017

2.5 Baku Mutu Udara Ambien

Di tahun 2020 Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan telah mengeluarkan keputusan baru Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan nomor 14 tahun 2020 tentang Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) sebagai pengganti indeks yang telah lama digunakan oleh Negara Indonesia yaitu KEMENLH Nomor: KEP 45/MENLH/1997 Tentang Indeks Standar Pencemar Udara.

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021, Emisi adalah pencemar udara yang dihasilkan dari kegiatan manusia yang masuk dan/atau dimasukkannya ke dalam udara, mempunyai dan/atau tidak mempunyai potensi pencemaran udara. Sedangkan baku mutu udara ambien adalah nilai pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam udara ambien. Berikut merupakan beberapa parameter dengan baku mutu yang diperbolehkan sesuai dengan Peraturan Pemerintah RI No.22 Tahun 2021, dapat dilihat pada **Tabel 2.4 :**

Tabel 2.4Baku Mutu Udara Ambien

No.	Parameter	Waktu Pengukuran	Baku Mutu	Sistem Pengukuran
1.	Sulfur Dioksida (SO ₂)	1 jam	150 ug/m ³	aktif kontinu
		24 jam	75 ug/m ³	aktif manual
		1 tahun	45 ug/m ³	aktif kontinu
2.	Karbon Monoksida (CO)	1 jam	10000 ug/m ³	aktif kontinu
		8 jam	4000 ug/m ³	aktif kontinu
3.	Nitrogen Dioksida (NO ₂)	1 jam	200 ug/m ³	aktif kontinu
		24 jam	65 ug/m ³	aktif kontinu
		1 tahun	50 ug/m ³	aktif kontinu
4.	Oksidan fotokimia (Ox) sebagai Ozon (O ₃)	1 jam	150 ug/m ³	aktif kontinu [#]
		8 jam	100 ug/m ³	aktif kontinu ^{##}
		1 tahun	35 ug/m ³	aktif kontinu
5.	Hidrokarbon Non Metana (NMHC)	3 jam	160 ug/m ³	aktif kontinu ^{###}

No.	Parameter	Waktu Pengukuran	Baku Mutu	Sistem Pengukuran
6.	Partikulat debu < 100 um (TSP)	24 jam	160 ug/m ³	aktif manual
	Partikulat debu < 10 um (PM ₁₀)	24 jam	230ug/m ³	aktif kontinu
		1 tahun	75 ug/m ³	aktif manual
7.	Partikulat debu < 2,5 um (PM _{2,5})	24 jam	40 ug/m ³	aktif kontinu
	Timbal (Pb)	24 jam	2 ug/m ³	aktif manual

Keterangan :

ug/m³ = konsentrasi dalam microgram per meter kubik, pada kondisi atmosfer normal, yaitu tekanan (P) 1 atm dan temeperatur (T) 25⁰C

Konsentrasi yang dilaporkan untuk waktu pengukuran selama 1 (satu) jam adalah konsentrasi hasil pengukuran yang dilakukan setiap 30 (tiga puluh) menit (dalam 1 jam dilakukan 2 kali pengukuran) dan dilakukan diantara pukul 11:00-14:00 waktu setempat.

Konsentrasi yang dilaporkan untuk waktu pengukuran selama 8 (delapan) jam adalah konsentrasi dari waktu pengukuran yang dilakukan diantara pukul 06:00-18:00 waktu setempat.

Konsentrasi yang dilaporkan untuk waktu pengukuran selama 3 (tiga) jam adalah konsentrasi dari waktu pengukuran yang dilakukan di antara pukul 06:00-10:00 waktu setempat.

Sumber :Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021

2.6 Adsorben

Adsorben memiliki pengertian yaitu zat yang permukaannya terjadi suatu proses adsorpsi dikenal sebagai adsorben. Contohnya seperti arang aktif, silika mesopori, dan lain sebagainya. Pada umumnya adsorben merupakan bahan-bahan yang memiliki pori dan terjadi proses adsorpsi pada permukaan atau dinding tertentu letaknya. Bahan penyerap atau adsorben dapat biasanya berupa zat padat (Ifa dkk., 2021).

Biasanya bahan penyerap yang mempunyai pori akan melakukan kegiatan atau proses adsorpsi di bagian dindingnya. Pada umumnya adsorpsi berlangsung dalam kolom yang terbungkus oleh sorben. Kontak dan keseimbangan yang berlangsung secara terus menerus menyebabkan adsorben memiliki daya pisah yang tinggi. Maka dari itu, adsorpsi merupakan pilihan yang tepat dalam pengaplikasian sebagai pemurni atau pemisahan yang sulit (Ifa dkk., 2021).

Kemampuan yang dimiliki oleh suatu padatan dalam menyerap komponen dalam campuran gas maupun cairan ke dalam permukaan suatu padatan biasa disebut dengan adsorpsi. Proses dari adsorpsi terjadi dikarenakan kecenderungan dari suatu molekul permukaan padatan yang digunakan untuk mengikat molekul lain dalam suatu cairan maupun gas diakibatkan karena gaya yang bekerja padanya. Kemampuan suatu padatan berpori dalam mengadsorpsi gas sudah sejak lama diketahui dari abad ke-18. Namun dalam pengaplikasian proses purifikasi dan separasi di industri masih baru berkembang dimulai pada pertengahan tahun 1970-an. Molekul-molekul adsorbat memungkinkan untuk mengakses ke dalam pori dan berinteraksi dengan situs aktif material berpori dan teradsorpsi merupakan akibat dari adanya pori-pori pada permukaan atau dari kemampuan adsorpsi (Widi, 2018).

Adsorbat merupakan sebutan bagi substansi yang diserap dalam proses adsorpsi, sementara adsorban merupakan substansi yang mengadsorpsi. Biasanya bentuk dari adsorben yang digunakan yaitu granular dan variasi dari ukuran diameter adsorben sebesar 12 mm hingga 50 μm . Rasio dan luas permukaan yang besar merupakan ciri dari adsorben yang baik. Selain itu porositas yang besar dan volume pori maksimal 50% dari volume total partikel (Widi, 2018).

2.7 Udang

Udang adalah binatang yang hidup di perairan, khususnya sungai, laut, atau danau. Udang dapat ditemukan di hampir semua “genangan” air yang berukuran besar baik air tawar, air payau, maupun air asin pada kedalaman

bervariasi, dari dekat permukaan hingga beberapa ribu meter dibawah permukaan. Komoditas unggulan di bidang budidaya perikanan yaitu udang juga memiliki prospek yang cerah. Terdapat berbagai jenis udang berdasarkan tempat hidupnya yaitu udang air tawar, air payau, dan juga air laut yang mulai dapat dibudidayakan dan berhasil. Di Indonesia telah tersebar lokasi atau tempat-tempat budidaya udang (Aidah, 2020).

Udang yang digunakan dalam penelitian ini adalah udang vannamei. Udang vaname atau biasa juga disebut udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) merupakan udang introduksi. Udang vannamei ini memiliki habitat asli di perairan pantai dan laut Amerika latin seperti Meksiko, Nikaragua, dan Puertorico. Udang dengan jenis vannamei ini selanjutnya diimpor oleh negara-negara yang berkegiatan budidaya udang di Asia seperti China, India, Thailand, Bangladesh, Vietnam, dan Malaysia. Dalam perkembangannya, Indonesia kemudian juga memasukkan udang vaname sebagai salah satu jenis udang budi daya tambak, selain udang windu (*Penaeus monodon*) dan udang putih/udang jrebung (*Penaeus merguensis*) yang sudah terkenal lebih dahulu (Amri & Kanna, 2008).

Udang vannamei bisa dikembangkan dengan teknik pola tambak udang tradisional, semi-intensif, maupun supra intensif. Udang vannamei sangat diminati oleh pasar Amerika Serikat. Vannamei dapat dijual dalam ukuran kecil sampai sedang (ukuran 15-25 gram per ekor). Harga udang vannamei dapat mencapai 80 ribu rupiah per kilogram (Aidah, 2020).

Penggolongan udang vaname secara lengkap berdasarkan ilmu taksonomi hewan (sistem pengelompokan hewan berdasarkan bentuk tubuh dan sifat-sifatnya) dipaparkan sebagai berikut.

Filum	: Arthropoda
Kelas	: Crustacea
Ordo	: Decapoda
Famili	: Penaidae
Genus/Marga	: Litopenaeus
Species/Jenis	: <i>Litopenaeus vannamei</i>

Nama lokal : Udang vaname, udang kaki putih, udang putih Amerika

(Amri & Kanna, 2008).

Berikut merupakan gambar dari udang vannamei yang ditunjukkan pada **Gambar 2.1** :



Gambar 2.1 Udang Vannamei

Sumber : Amri & Kanna, 2008

Udang putih ini memiliki karakteristik kulit tipis dan licin, warnanya putih kekuningan dengan bintik hijau dan ada juga yang berwarna kuning kemerahan. Jenis udang ini dikenal sebagai jenis udang yang dapat dibudidayakan dengan tingkat ketahanan yang tinggi terhadap serangan hama penyakit (Aidah, 2020).

2.8 Limbah Kulit Udang

Pada umumnya pemanfaatan produk yang bernilai tambah dapat diperoleh dari pengolahan limbah hasil perikanan. Telah banyak pengembangan untuk dalam pengolahan limbah perikanan menjadi suatu produk olahan yang diolah kembali hingga bernilai sangat tinggi atau memiliki nilai tambah karenanya. Pemanfaatan limbah hasil pengolahan produk perikanan, contohnya antara lain tepung dari pengolahan limbah kulit dan kepala udang, pengolahan silase ikan dan juga kitin maupun kitosan yang diolah dari udang, terasi ikan/udang dari yang tidak bernilai hingga memiliki nilai ekonomis (A'yunin dkk., 2021).

Komoditas perikanan Indonesia yang memiliki banyak peminat adalah jenis dari biota laut yaitu udang. Udang yang memiliki kaki putih atau dengan nama latin *Litopenaeus vannamei* adalah salah satu jenis nama udang yang banyak dibudidaya di daerah Jawa Timur. Kebanyakan dalam mengkonsumsi udang masyarakat hanya mengambil dagingnya saja, sedangkan bagian dari

kepala, kulit, dan ekor udang akan dibuang tanpa ada pengolahan sebelum dibuang (Imtihani & Permatasari, 2020).

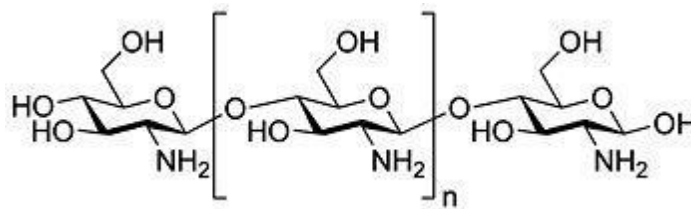
Secara umum limbah kulit udang mengandung 3 komponen utama yaitu kalsium karbonat (45%-50%), protein (25%-40%), dan kitin (15%-20%) (Focher dkk., 1992). Pengembangan industri yang ada di sektor kelautan dan perikanan dengan berorientasikan ekspor yaitu salah satunya adalah pada industri udang. Kebanyakan pemanfaatan udang hanya berlaku pada dagingnya saja tanpa adanya kepala dan kulit maupun ada yang tanpa kepala saja. Bergerak pada bidang usaha perikanan tentu menghasilkan nilai ekonomis yang cukup tinggi, namun dalam usaha ini juga menghasilkan limbah juga (Syamsir, 2016).

Judhaswati & Damayanti (2019), menyatakan dengan sebuah prototipe bahwa limbah udang dimanfaatkan menjadi campuran pembuatan pupuk yang sebelumnya diolah untuk mendapatkan kitin. Pembuatan kerupuk, petis, terasi, dan bahan pencampur pakan ternak merupakan salah satu bentuk pemanfaatan limbah udang di Indonesia yang masih tergolong terbatas. Pemanfaatan kitin dan kitosan sangat banyak karena digunakan dalam berbagai industri modern seperti industri farmasi, biokimia, bioteknologi, pangan, tekstil, kertas, biomedical, kesehatan dan pertanian.

Hewan yang memiliki golongan krustasea kulitnya mengandung beberapa kandungan seperti protein sebesar 25-40%. Kalsium karbonat sebesar 45-50%, dan kitin sebesar 15-30% kitin. Konsentrasi kandungan tersebut bergantung pada jenis udang yang digunakan. Dalam hal ini, pengembangan penelitian perlu dilakukan dengan tujuan untuk mencari solusi dari fenomena gangguan lingkungan oleh limbah kulit udang agar teratasi, salah satu contohnya yaitu pemanfaatan kitin dari limbah udang tersebut. Kitin yang diperoleh dari limbah udang kemudian dapat ditransformasikan menjadi kitosan yang kemudian digunakan sebagai bahan baku pada bidang (Imtihani & Permatasari, 2020).

Kitosan merupakan suatu polimer alam turunan dari kitin yang biasanya diperoleh dari kulit udang. Sifat kitosan adalah dapat larut dalam

asam asetat 1-2%, walaupun tidak dapat larut dalam pelarut organik, tetapi kitosan dapat larut dalam asam formiat 0,2-100% (asam organik). Kemudian kitosan mampu mengikat ion logam berat seperti Cu, Hg, Cr, Zn dan lainnya. Senyawa kitosan memiliki struktur yang hampir mirip dengan selulosa, yaitu dibentuk melalui ikatan β -(1,4), apabila gugus hidroksil pada C-2 selulosa digantikan dengan gugus amina (Rahmi, 2018).



Gambar 2.1 Struktur kitosan

Sumber : Rahmi, 2018

Kitosan merupakan senyawa *biocompatible*, *biodegradable*, dan polimer alam yang tidak langka keberadaannya sebab banyak ditemui (Elsabee, 2013). Pencampuran dari suatu kitosan dengan bahan karbohidrat mendapatkan turunan dari kitosan yang mempunyai karakter kimia dan fisik sempurna telah diaplikasikan atau diterapkan pada beberapa pemisahan ion logam penyerapan air. Kitosan merupakan hasil deasetilasi kitin. Kitin sering dijumpai di kulit kepala hewan dan cangkang yang keras (Rahmi, 2018).

2.9 Integrasi Keislaman

Limbah kulit udang bisa dikatakan limbah karena banyak yang sudah tidak menggunakan dan memanfaatkannya lagi. Namun pada penelitian ini limbah kulit udang bisa dimanfaatkan sebagai sesuatu yang berharga yaitu penurunan kadar CO dalam udara atau polutan dari kendaraan bermotor. Maka dari itu, sesuai dengan surah Al-Baqarah ayat 29 :

هُوَ الَّذِي خَلَقَ لَكُمْ مَّا فِي الْأَرْضِ جَمِيعًا ثُمَّ أَسْتَوَىٰ إِلَى السَّمَاءِ فَسَوَّاهُنَّ سَبْعَ سَمَوَاتٍ وَهُوَ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيمٌ

Artinya :

Dialah Allah, yang menjadikan segala yang ada di bumi untuk kamu dan Dia berkehendak (menciptakan) langit, lalu dijadikan-Nya tujuh langit. Dan Dia Maha Mengetahui segala sesuatu.

Penafsiran dalam ayat ini خَلَقَ khalafa yaitu berarti menyediakan. Hal ini menjelaskan, bahwa sesungguhnya Allah Maha Esa yang telah menyajikan semua yang berada pada bumi sebagai suatu bentuk ujian untuk manusia yang memiliki iman terkuat, lebih baik dalam beramal, memiliki jasa untuk sesama umat manusia, memiliki keterampilan yang tinggi, serta manusia yang memiliki jiwa kejujuran dan keihlasan yang tinggi. Allah tidak sekedar memberi ujian, namun juga membagi hasil dari ujian dan diperlihatkan kepada manusia, kemudian pemberian pahala yang setimpal dengan perbuatan jasa dan amal manusia. Sudah menjadi prinsipnya Allah menyajikan segala bentuk rezeki yang berada di darat ataupun di laut. Rezeki tersebut berupa hasil alam yang berguna untuk memenuhi kebutuhan manusia dan bertujuan agar khalifah yang ada di bumi dapat mengolahnya dengan baik sehingga alam tetap terjaga dan lestari (Rosyidah, 2018).

Berikutnya terdapat integrasi keislaman terkait dengan penelitian pada ayat 41 surah Ar-Rum :

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ
الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ

Artinya :

Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebahagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar).

Penafsiran pada ayat diatas yaitu, pada ayat tersebut menyebut darat dan laut sebagai tempat terjadinya fasad itu. Hal ini memiliki arti bahwa lautan dan daratan merupakan tempat terjadinya kerusakan, kekurangan manfaat, hingga ketidakseimbangan. Mulai dari laut yang sudah tercemar menyebabkan ikan di laut mati dan hasil tangkapan dari laut berkurang, hingga daratan yang semakin hari semakin panas dan kemarau yang panjang sering terjadi. Maka dengan hal tersebut, keseimbangan yang ada di lingkungan sudah berubah menjadi kacau. Hal yang telah ditafsirkan dan

dijabarkan diatas merupakan pengantar yang selama ini dipahami oleh ulama kontemporer. Ibnu Asyur mengemukakan, maksud terakhir menjelaskan bahwa seluruh alam dengan sistemnya ini diciptakan oleh Allah dengan serasi dan sangat sesuai dengan kehidupan manusia. Namun satu persatu dari mereka melakukan perbuatan yang tercela hingga dapat merusak dan menyebabkan terjadinya ketidakseimbangan bahkan kepincangan yang ada di alam (Marinda, 2019).

Berikutnya merupakan ayat ketiga dalam integrasi keislaman untuk penelitian ini yang dikutip dari Al-Qur'an surah Al-Baqarah ayat 205 :

وَإِذَا تَوَلَّى سَعَى فِي الْأَرْضِ لِيُفْسِدَ فِيهَا وَيُهْلِكَ الْحَرْثَ وَالنَّسْلَ ۗ وَاللَّهُ لَا يُحِبُّ الْفُسَادَ

Artinya :

Dan apabila dia berpaling (dari engkau), ia berusaha untuk berbuat kerusakan di bumi, serta merusak tanam-tanaman dan ternak, sedang Allah tidak menyukai kerusakan.

Ayat ini kemudian dinyatakan oleh Ibnu Katsir bahwa yang dimaksud dalam ayat ini adalah perbuatannya. Hal tersebut berupa perkataan yang hanya dusta belaka, segala perbuatan yang tercela belaka, hingga keyikanan yang sudah rusak. Maksud dari hal itu adalah, ia yang giat dalam menyebar isu-isu bersifat negatif hingga dusta atau kebohongan serta dalam kegiatan sehari-hari hanya menyebabkan kebinasaan atau kehancuran masyarakat. Dalam hal ini, sungguh Allah segera menjatuhkan mereka yang berbuat kerusakan. Dalam surah Al-Baqarah 205 telah disebut bahwa orang munafik merupakan orang yang hanya memiliki kegiatan merusak di muka bumi ini, mulai dari meratakan tanaman atau tumbuhan yang termasuk di persawahan hingga perkebunan buah-buahan dan juga termasuk ternak. Kumpulan orang seperti mereka hanya mengakui dirinya reformir (pembaharu) hingga mengajak berbuat baik, namun memiliki sikap dan perilaku yang bertentangan dengan perkataannya, berbuat

kerusakan di muka bumi ini juga merupakan kegemaran mereka (Nurhayati dkk., 2018).

2.10 Penelitian Terdahulu

Berikut merupakan rangkuman dari penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian ini yang dapat dilihat pada **Tabel 2.5** :

Tabel 2.5Rangkuman Penelitian Terdahulu

No.	Author	Tahun Terbit	Judul	Rangkuman Penelitian
1.	Ahmed M. Omer a, Rana Dey, Abdelazeem S. Eltaweil , Eman M. Abd El-Monaem, Zyta M. Ziora Omer dkk., (2022)	2022	<i>Insights into Recent Advances of Chitosan-Based Adsorbents for Sustainable Removal of Heavy Metals and Anions</i>	Salah satu teknologi hemat biaya dan terkenal untuk pengolahan air limbah adalah adsorpsi kontaminan oleh biopolimer alami seperti chitosan (CS) karena fitur-fiturnya yang unik seperti ketersediaan, biodegradability, biokompatibilitas, produksi ramah lingkungan dan berbiaya rendah. Namun, Cs menderita keterbatasan yang cukup besar seperti adsorpsi rendah, kapasitas, luas permukaan rendah dan reusability terbatas.
2.	Md. Hafezur Rahaman, Md. Ataul Islam, Md. Monjurul Islam, Md. Aminur Rahman, S.M. Nur Alam	2021	<i>Biodegradable Composite Adsorbent of Modified Cellulose and Chitosan to Remove Heavy Metal Ions From Aqueous Solution</i>	Dalam penelitian ini, modifikasi kimia dari biodegradable, bahan ramah lingkungan seperti selulosa dan chitosan dilakukan

No.	Author	Tahun Terbit	Judul	Rangkuman Penelitian
3.	Pradiana, L. A	2021	Preparasi Kitosan Silika Terimobilisasi Griess Saltzman Sebagai Adsorben dalam Pengambilan Sampel Gas NO ₂	untuk menyiapkan komposit adsorben dan menetapkan kondisi yang dioptimalkan untuk adsorpsi ion logam berat seperti Cr, Pb dan Cd dari limbah berair yang terkontaminasi. α-selulosa diperlakukan dengan HCl dan H₂SO₄ untuk memiliki sifat adsorpsi yang lebih baik. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode griess Saltzman memobilisasi dari kegiatan preparasi kitosan silika sebagai bahan adsorben dalam pengambilan sampel gas NO₂ dengan memiliki tujuan sebagai pengetahuan mengenai kondisi optimum suatu massa dan waktu kitosan untuk mendapatkan kitosan dengan kapasitas optimum. Pembuatan adsorben dilakukan dengan penggunaan perbandingan

No.	Author	Tahun Terbit	Judul	Rangkuman Penelitian
				kitosan dengan silika seperti, kitosan silika griess saltzman (2:1), kitosan silika griess saltzman (3:1), kitosan silika (3:1),. kitosan silika (2:1),
4.	A.A. Olajire, L.A. Bamigbade	2021	<i>Green Synthesis of Chitosan-Based Iron Silver Nanocomposite as Adsorbent for Wastewater Treatment</i>	Nanopartikel bimetal dan nanocomposite yang dihasilkan ditandai dengan Fourier transform infrared (FTIR) dan spektroskopi UV-visible, memindai mikroskop elektron (SEM), teknik difraksi sinar-X (XRD)
5.	Amalyah Febryanti, Abdul Wahid Wahab, Maming	2020	Pemanfaatan Karbon Aktif Sekam Padi Sebagai Adsorben Emisi Gas Buang Pada Sepeda Motor	Kadar air dan zat menguap arang aktif sekam padi telah memenuhi SNI. Arang aktif sekam padi berpotensi menurunkan konsentrasi emisi CO, NO, dan NO _x secara signifikan. Suhu aktivasi 400 °C merupakan suhu aktivasi terbaik untuk arang aktif sekam padi karena suhu aktivasi ini memiliki daya serap tertinggi terhadap gas, yaitu 52.5% (CO); 76.2% (NO);

No.	Author	Tahun Terbit	Judul	Rangkuman Penelitian
6.	F. Marrakchi , B.H. Hameed, E.H. Hummadi	2020	<i>Mesoporous Biohybrid Epichlorohydrin Crosslinked Chitosan/Carbon Clay Adsorbent for Effective Cationic and Anionic Dyes Adsorption</i>	77.3% (NO _x) Epichlorohydrin crosslinked chitosan /carbon-clay (CSCC) adsorben biohybrid disiapkan untuk adsorpsi dari cationic metilen biru (MB) dan asam azo anionat biru 29 (AB 29). 40:60 wt% dari chitosan (CS) dan carbon-clay (CC) terpilih sebagai adsorben biohybrid terbaik (CS40CC60) untuk adsorpsi kedua pewarna.
7.	Safri Gunawan, Hanapi Hasan1 & Ria Dini Wanty Lubis	2020	Pemanfaatan Adsorben dari Tongkol Jagung sebagai Karbon Aktif untuk Mengurangi Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor	Dari hasil penelitian yang dilakukan diperoleh kesimpulan bahwa penggunaan karbon aktif menyebabkan terjadinya perubahan kadar CO pada komposisi 80:20 sebesar 0,24% dan pada komposisi 70:30 sebesar 0,30%. Penggunaan pertamax plus menurunkan kadar HC sebesar 0,53% dan ditambah penggunaan karbon aktif menurunkan kadar HC dari 398 ppm menjadi 96 ppm. Penurunan

No.	Author	Tahun Terbit	Judul	Rangkuman Penelitian
				kadar CO ₂ pada penggunaan karbon aktif dengan komposisi 80:20 % dari 5,9% turun menjadi 5,4%.
8.	Sarmad Ahmad Qamar, Mehvish Ashiq, Muhammad Jahangeer, Areej Riasat, Muhammad Bilal	2020	<i>Chitosan-Based Hybrid Materials as Adsorbents for Textile Dyes-A Review</i>	Chitosan adalah polisakarida kationik pseudo-alami di alam. Karena berbagai macam fisik dan sifat biokimia, chitosan dan bahan hibridanya digunakan di berbagai sektor industri.
9.	Sentiyaki, Andi Rina Ayu Astuti, Imam Fathurrahman, Setyawati Yani, Mandasini, N Nurjannah, Zakir Sabara,	2018	Alat Penyaring Karbon Monoksida Pada Knalpot Kendaraan Bermotor Dengan Menggunakan Adsorben Alami Ekstrak Daun Trembesi	Penelitian dilakukan dengan membuat alat yang berisi adsorben daun trembesi dalam beberapa lapisan dengan ketebalan yang berbeda, yaitu lapis 1, lapis 2 dan lapis 3. Selanjutnya dilakukan pengujian alat pada tipe karburator dan tipe injeksi dengan menggunakan alat Analisa Gas Buang (AGS-688). Hasil penelitian ini menunjukkan desain terbaik pada lapis 3 dengan daya serap emisi CO sebesar 17,69% untuk tipe karburator dan

No.	Author	Tahun Terbit	Judul	Rangkuman Penelitian
10.	Hendry Sakke Tira, Saiful Banien, Ida Bagus Alit (Tira dkk., 2018)	2018	Pengaruh penggunaan arang aktif kayu keling (<i>dalbergia latifolia</i>) sebagai adsorben untuk menurunkan emisi gas buang kendaraan bermotor berbahan bakar bensin	28,13% untuk tipe injeksi. Arang aktif kayu keling dapat menurunkan emisi CO, CO₂, dan HC lebih efektif dibanding arang biasa. Adsorben arang aktif dengan tingkat konsentrasi aktifator ZnCl₂ 12% dapat menurunkan emisi gas CO, CO₂, dan HC lebih baik dibandingkan arang yang diaktifasi dengan larutan ZnCl₂ pada konsentrasi yang lebih rendah. Secara morfologi uji SEM, arang aktif memiliki pori-pori lebih banyak dibandingkan arang biasa. Secara analisa EDX, arang aktif memiliki persentase massa karbon lebih besar dibandingkan arang biasa. Arang setelah diaktifasi menggunakan ZnCl₂ memiliki sifat polar. Hal ini ditunjukkan dari munculnya gugus O-H dan C-H, dimana gugus O-H bersifat polar dan gugus C-H yang

No.	Author	Tahun Terbit	Judul	Rangkuman Penelitian
				bersifat bipolar. Berdasarkan kondisi tersebut arang aktif dapat dimanfaatkan sebagai adsorben emisi gas buang kendaraan.

Sumber : Diolah dari berbagai sumber, 2022



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi proses ekstraksi kitosan dilakukan di Laboratorium Integrasi UIN Sunan Ampel Surabaya. Untuk uji FTIR dilakukan di Laboratorium Farmasi UNAIR. Sedangkan pengujian adsorben limbah kulit udang untuk menurunkan kadar CO dari kendaraan bermotor yang dilakukan secara mandiri.

3.2 Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari 2022 hingga pada bulan Mei 2022. Penelitian diawali dengan studi literatur yang berasal dari jurnal, thesis, dan referensi penelitian resmi lainnya. Kemudian dilanjutkan dengan pengambilan data yaitu pelaksanaan observasi langsung pada objek penelitian dan terakhir yaitu penulisan laporan tugas akhir. Berikut merupakan *timeline* jadwal perencanaan penelitian dapat dilihat pada **Tabel 3.1**:

Tabel 3.1 Timeline Jadwal Pelaksanaan Penelitian

No	Kegiatan	Februari				Maret				April				Mei				Juni				Juli				Agustus				September				Oktober			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Pengumpulan Pra Proposal																																				
2	Pendaftaran Seminar Proposal																																				
3	Seminar Proposal																																				
4	Revisi Proposal																																				
5	Persiapan tempat pengujian																																				
6	Persiapan Bahan																																				
7	Pembuatan Kitosan																																				
8	Pembutan Alat Pengujian																																				
9	Running																																				
10	Perhitungan Efektivitas																																				
11	Penyusunan Hasil Laporan																																				
12	Sidang Akhir																																				
13	Revisi Laporan																																				

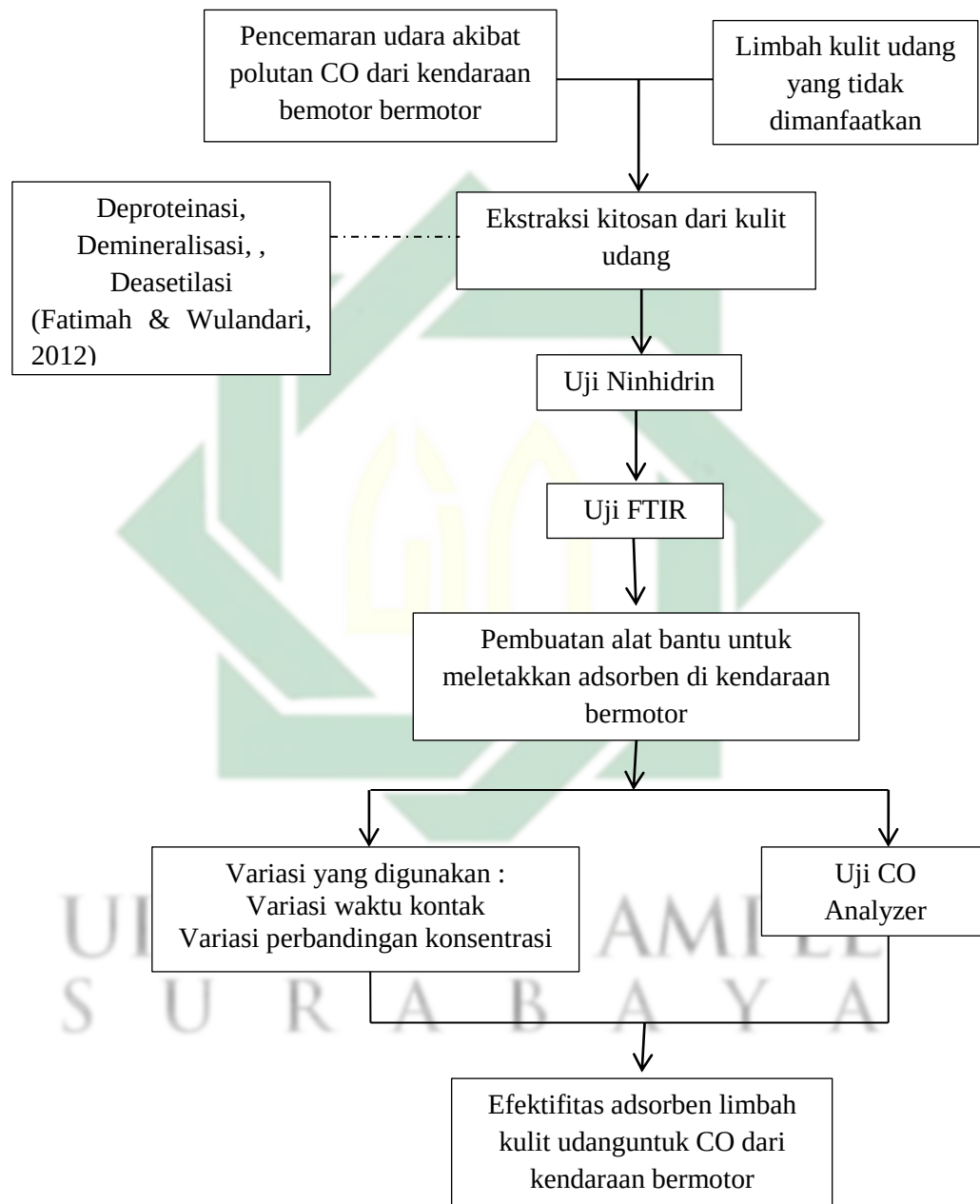
Sumber :Hasil Analisa, 2022

3.3 Tahapan Penelitian

3.3.1 Kerangka Pikir Penelitian

Kerangka pikir penelitian merupakan suatu kerangka atau bagan alir pikiran suatu penelitian yang digunakan sebagai penetapan penunjuk langkah dari peneliti agar berjalan sesuai dengan ruang lingkup dan tujuan penelitian. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan adsorben dari kitosan yang berasal dari limbah kulit udang untuk

menurunkan kadar CO (karbon monoksida) di udara yang berasal dari kendaraan bermotor. Bagan kerangka pikir penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 3.1** :

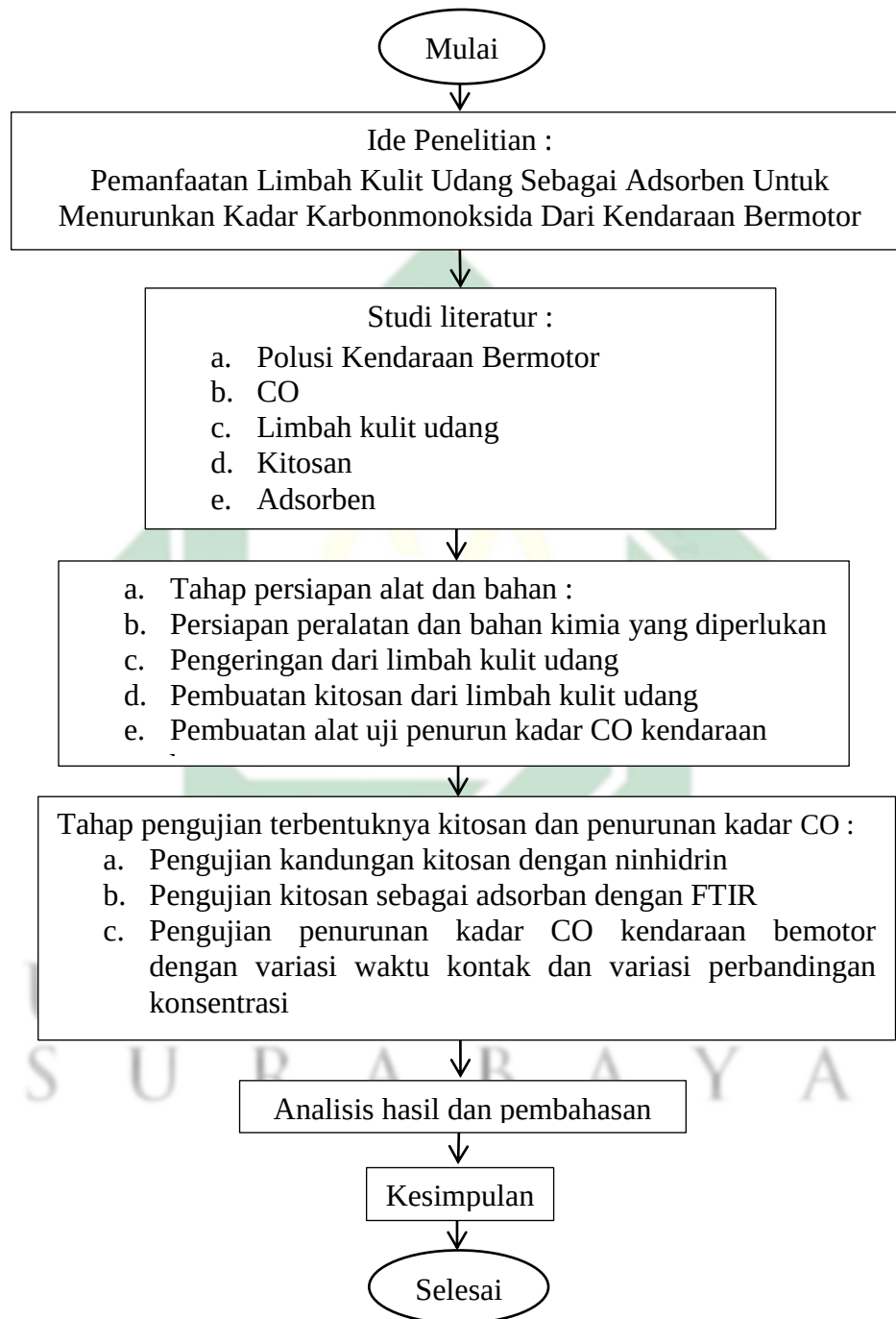


Gambar 3.1 Diagram Kerangka Pikir Penelitian

3.3.2 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian tugas akhir pada sub-bab ini memakai metode secara eksperimental dan menjabarkan perlakuan yang dilakukan secara

berurutan. Alur tahapan penelitian ditunjukkan pada **Gambar 3.2** berikut :



Gambar 3.2 Diagram Alir Tahapan Penelitian

3.3.3 Rancangan Percobaan

Penelitian dilaksanakan di laboratorium UIN Sunan Ampel Surabaya dengan pembuatan kitosan atau ekstraksi kitosan dari limbah

kulit udang yang kemudian diuji dengan uji ninhidrin dan diuji kemampuan adsorben nya dengan uji FTIR sebelum digunakan sebagai bahan penurun kadar CO pada alat yang dibuat untuk menurunkan kadar CO dari polutan kendaraan bermotor. Pengujian kitosan sebagai adsorben ini dilakukan secara duplo. Berikut merupakan tabel rancangan percobaan yang dapat dilihat pada **Tabel 3.2** Rancangan Percobaan :

Tabel 3.2 Rancangan Percobaan

Pengujian dengan Kitosan			
	B ₁	B ₂	B ₃
A ₁	A ₁ B ₁	A ₁ B ₂	A ₁ B ₃
A ₂	A ₂ B ₁	A ₂ B ₂	A ₂ B ₃
A ₃	A ₃ B ₁	A ₃ B ₂	A ₃ B ₃
Pengujian tanpa Kitosan			
	B ₁	B ₂	B ₃
C ₁	C ₁ B ₁	C ₁ B ₂	C ₁ B ₃

Sumber : Analisa Penelitian, 2022

Keterangan :

- A₁ : Perbandingan kitosan dengan tapioka 1 : 1 gram
 A₂ : Perbandingan kitosan dengan tapioka 2 : 1 gram
 A₃ : Perbandingan kitosan dengan tapioka 3 : 1 gram
 B₁ : Percobaan dengan masa kontak polutan 10 menit
 B₂ : Percobaan dengan masa kontak polutan 30 menit
 B₃ : Percobaan dengan masa kontak polutan 50 menit
 C₁ : Percobaan dengan tapioka saja

3.4 Persiapan Alat dan Bahan

3.4.1 Alat-alat yang digunakan

Corong kaca, erlenmeyer, pengaduk kaca, pipet ukur, karet penghisap, kertas pH, *beaker glass*, *oven*, neraca ohaus, cawan, termometer, saringan 80 mesh, pH meter, magnetic stirrer, *hot plate*,

blender, *stopwatch*, FTIR, alat bantu uji, selang, lakban, klem, dan plastisin.

3.4.2 Persiapan bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu, Kulit Udang, aquades, larutan NaOH , Larutan HCl. Limbah kulit udang harus dipastikan bersih dari kotoran kemudian direbus selama 15 menit kemudian dicuci lagi untuk memastikan kulit udang bersih dari kotoran yang melekat. Setelah itu, kulit udang dikeringkan dibawah sinar matahari dan di oven dengan suhu 100 °C hingga kulit udang benar-benar kering. Setelah kulit udang kering kemudian kulit udang diblender hingga halus untuk selanjutnya diayak pada ukuran 50 mesh (Jaya, dkk, 2017).

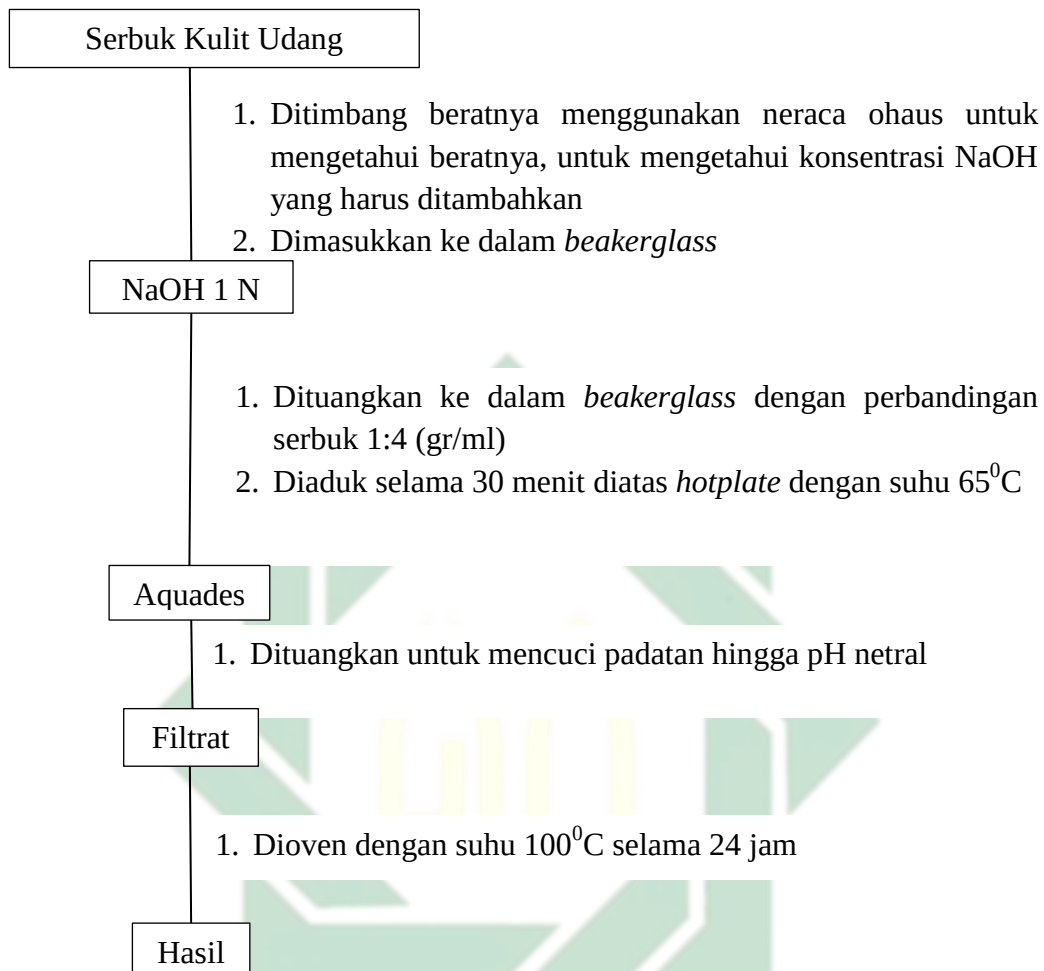
3.5 Langkah Kerja Penelitian

3.5.1 Pembuatan Kitosan dari Kulit Udang

Pembuatan kitosan pada umumnya melewati beberapa proses yaitu proses deproteinasi (penghilangan kandungan protein) dengan NaOH 1 N, demineralisasi (penghilangan kandungan mineral) dengan HCL 1 N, dan deasetilasi (penghilangan gugus asetil) dengan NaOH 80%. Dalam proses demineralisasi, deproteinasi, hingga deasetilasi ini langkah-langkah pembuatan sesuai pada Jaya dkk, (2017) dan Fatimah & Wulandari (2012).

a. Deproteinasi

Deproteinasi merupakan proses yang digunakan untuk menghilangkan kandungan protein pada kulit udang. Pada proses ini hasil dari demineralisasi akan ditambahkan dengan NaOH 1 N sebesar yaitu dengan perbandingan 1:4 (gr/ml). Pada deproteinasi diuji menggunakan pH meter untuk mengetahui bahwa filtrate yang dihasilkan dari proses deproteinasi telah netral. Kemudian hasil akhir padatan di oven selama 24 jam dalam suhu 100°C untuk memperoleh serbuk kitin. Proses deproteinasi akan dijelaskan pada **Gambar 3.3** berikut :

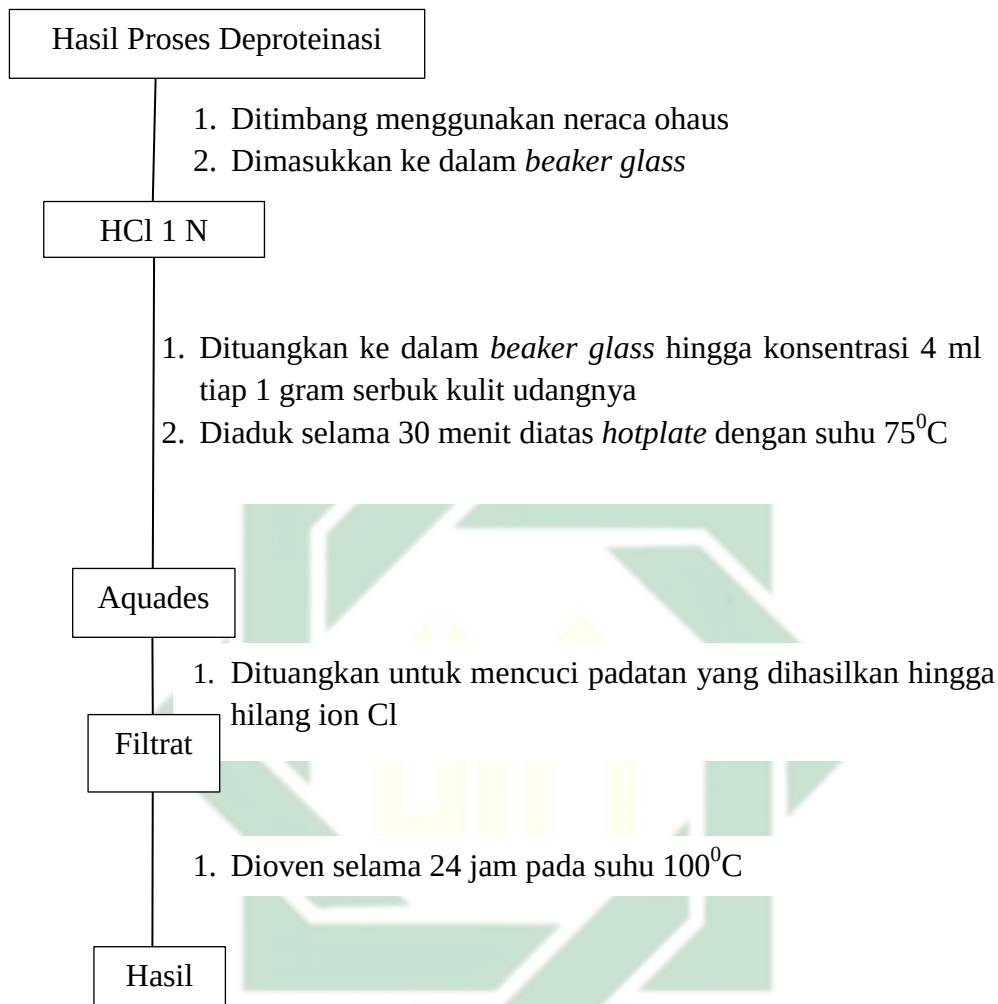


Gambar 3.3 Tahap Deproteinasi

Sumber : Fatimah & Wulandari, 2012

b. Demineralisasi

Demineralisasi adalah proses penghilangan mineral yang terkandung dalam kulit udang dengan cara penambahan larutan HCl. Serbuk kering yang sudah disiapkan pada tahap persiapan bahan sebelumnya kemudian ditambahkan dengan HCl 1 N dengan perbandingan serbuk 1 : 4 (gr serbuk/ml HCl). Campuran dipanaskan hingga membentuk supernatan dan dicuci hingga hilang ion Cl kemudian dapat diuji menggunakan pH meter hingga mendapatkan nilai pH yang netral. Selanjutnya yaitu dikeringkan hingga kulit tersebut tanpa mengandung mineral. Proses demineralisasi dijelaskan pada **Gambar 3.4** berikut:



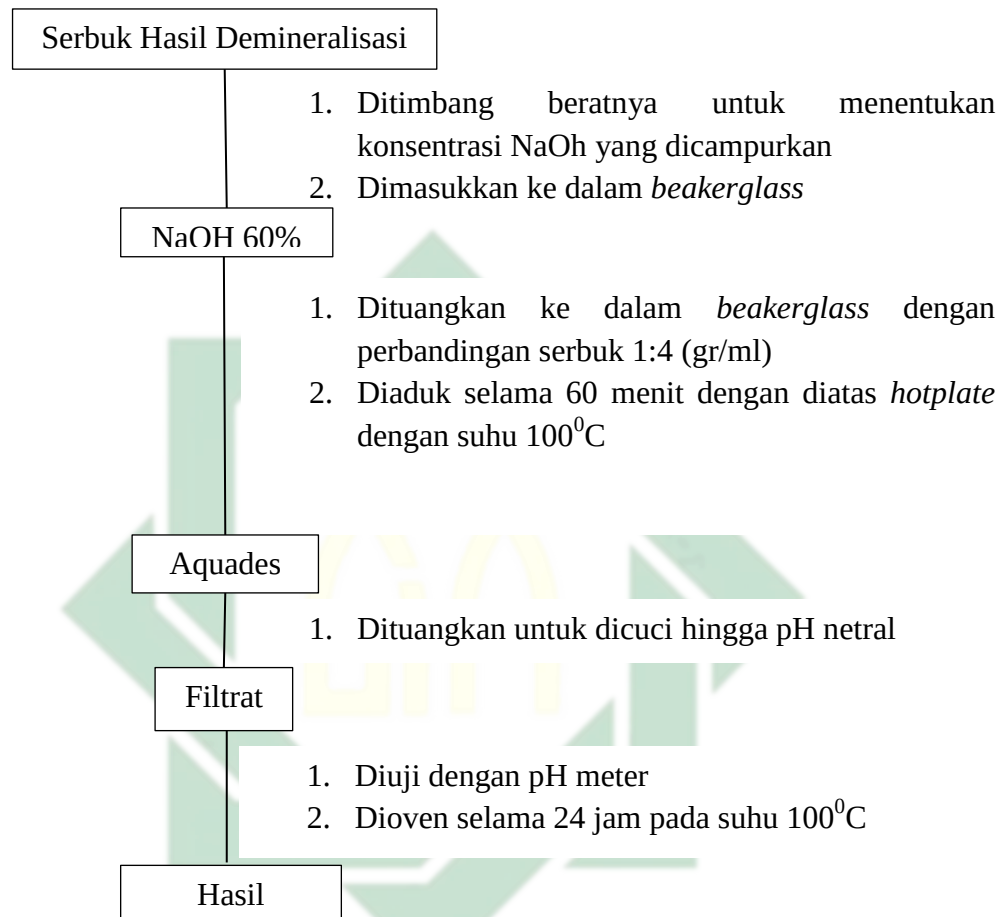
Gambar 3.4Tahap Demineralisasi

Sumber : Fatimah & Wulandari, 2012

c. Deasetilasi

Deasetilasi merupakan proses yang dilakukan untuk merubah kitin menjadi kitosan. Setelah melalui proses deproteinasi, selanjutnya serbuk hasil deproteinasi kembali ditambahkan dengan NaOH, namun dengan konsentrasi NaOH yang berbeda yang digunakan yaitu NaOH 60%. Perbandingan volume yang akan dicampurkan sebesar 1: 4 (gr/ml). Perlakuan setelahnya samadengan proses demineralisasi dan deproteinasi, namun yang membedakan adalah pengujian hingga pH menjadi netral dengan cara dicuci dengan aquades. Proses setelahnya tetap sama yaitu

dikeringkan dalam oven. Proses pada tahap deasetilasi akan dijelaskan pada **Gambar 3.5** berikut :



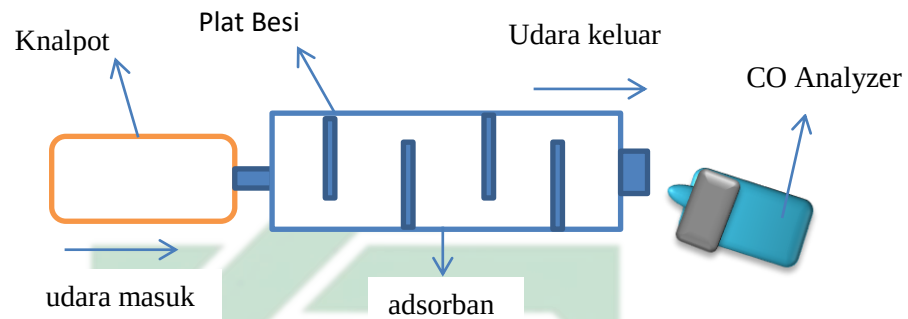
Gambar 3.5 Tahap Deasetilasi

Sumber : *Jaya dkk., 2017*

3.5.2 Pembuatan Alat Bantu Uji

Alat bantu uji untuk menurunkan kadar CO dalam kendaraan bermotor ini dibuat sendiri menggunakan pipa besi bekas yang didalamnya terdapat plat-plat besi dan akan diisi dengan kitosan yang merupakan hasil ekstraksi dari limbah kulit udang. Kitosan disusun secara rapi di dalam pipa besi bekas yang dapat dibuka tutup dengan mudah sebagai adsorben dari CO kendaraan bermotor. Berikut merupakan gambaran dari susunan kitosan yang ada di

dalam knalpot bekas sebagai alat bantu uji. Berikut merupakan gambar rancangan alat bantu uji yang dapat dilihat pada **Gambar 3.6** :



Gambar 3.6 Rancangan Alat Bantu Uji

3.5.3 Pengujian FTIR

Analisis spektroskopi getaran spektroskopi FTIR dilakukan pada chitosan dan digunakan sebagai alat untuk mengidentifikasi kitosan (Sneddon dkk., 2015). Setelah didapatkan hasil kitosan yang telah diekstraksi dari kulit udang kemudian kitosan akan diuji menggunakan FTIR untuk mengetahui daya adsorben dari kitosan. Setelah diuji FTIR kemudian didapatkan gelombang hasil uji FTIR kemudian dihitung derajat deasetilasiya menggunakan rumus baseline sebagai berikut :

$$DD = 1 - (A_{1655}/A_{3450} \times 1/1,33) 100\% \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

A₁₆₅₅ : nilai absorbansi pada 1655 cm⁻¹

A₃₄₅₀ : nilai absorbansi pada 3450 cm⁻¹

Sumber : Baxter, 1992

3.5.4 Pengujian CO menggunakan Analyzer

CO analyzer adalah alat ukur polutan CO (karbon monoksida). Alat ini biasanya digunakan untuk mengukur kadar polutan CO yang dihasilkan oleh kendaraan dengan menguji nya di pinggir jalan. Setelah membuat alat bantu uji yang berupa knalpot

bekas yang telah dimodifikasi dengan filter dari kitosan, kemudian diuji kadar CO yang keluar dari kendaraan bermotor melalui filter dan tanpa filter alat bantu uji ini. Setelah itu hasilnya akan dianalisa untuk dibandingkan

3.5.5 Metode Analisis Data

Secara garis besar dalam penelitian menggunakan metode penelitian kuantitatif karena dalam penelitian ini termasuk dalam metode eksperimen dan memiliki tujuan untuk menguji hipotesis menggunakan analisa statistik. Metode yang digunakan untuk menganalisis suatu data atau sering disebut dengan metode analisis data yang dipakai dalam penelitian ini yaitu menggunakan dua metode yaitu, metode analisis deskriptif dan metode analisis statistik.

a. Analisa deskriptif

Analisa deskriptif dalam penelitian ini digunakan untuk menjelaskan mengenai kemampuan adsorben atau efektivitas adsorben dalam menurunkan kadar karbonmonoksida (CO). Analisis ini menggunakan sebuah grafik untuk mempermudah dalam pembahasannya. Untuk mengetahui efektivitas adsorpsi dihitung menggunakan rumus berikut :

$$Ef (\%) = \frac{Y_i - Y_f}{Y_i} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

Efektifitas : Efektifitas Adsorpsi

Y_i : Kadar Sebelum diberi Kitosan

Y_f : Kadar Setelah diberi Kitosan

b. Analisa Statistik

Analisa statistik menggunakan anova, Anova merupakan uji yang digunakan dalam menganalisis perbedaan dari dua kelompok populasi atau lebih. Pada penelitian ini digunakan jenis analisa statistik anova dua jalur atau *Two-Way Anova*. Penggunaan anova dua jalur ini untuk menguji hipotesis dari dua

sampel yaitu dengan kitosan dan tanpa kitosan dan dengan variasi waktu kontak dan variasi perbandingan konsentrasi.

3.5.6 Variabel

Variabel dapat diartikan sebagai sifat yang akan diukur atau diamati yang nilainya bervariasi antara satu objek ke objek lainnya. Dengan demikian, penekanan pada variabel adalah segala sesuatu yang berbentuk apa saja yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari sehingga diperoleh informasi tentang hal tersebut, kemudian ditarik kesimpulannya (Ulfa, 2020). Variabel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu, variabel dependen, independen, dan variabel kontrol. Variabel dependen yang digunakan dalam penelitian ini yaitu variasi dari perbandingan konsentrasi kitosan dengan tapioka dan variasi waktu kontak dengan karbon monoksida (CO). Sementara itu, variabel independen yang digunakan dalam penelitian ini adalah hasil uji kontak dengan karbon monoksida (CO). Serta variabel kontrol yang digunakan dalam penelitian ini adalah hasil uji karbon monoksida (CO) tanpa menggunakan kitosan.

3.5.7 Hipotesis

Hipotesis merupakan suatu dugaan yang sifatnya sementara tentang penelitian yang dilakukan dan yang akan diuji kebenarannya. Jawaban dari hipotesis bisa saja diterima dan bisa saja ditolak. Jadi pada hipotesis penelitian ini berguna untuk menduga perbedaan dari variabel yang diterapkan yaitu variasi dari variasi perbandingan konsentrasi dengan variasi waktu kontak terhadap polutan CO. Dengan demikian hipotesis yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

H₀ : Tidak ada perbedaan yang signifikan antara variasi waktu kontak dan perbandingan konsentrasi massa terhadap penurunan kadar CO (karbon monoksida)

H1 : Ada perbedaan signifikan antara variasi antara variasi perbandingan konsentrasi massa dan variasi waktu kontak terhadap penurunan kadar CO (karbon monoksida).



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Efektifitas Kulit Udang

Sub bab ini membahas mengenai proses dari limbah kulit udang yang diekstraksi untuk menurunkan karbon monoksida kendaraan bermotor. Kemudian dilakukan pengujian terhadap hasil ekstraksi limbah kulit udang menjadi kitosan menggunakan FTIR beserta uji ninhidrin yang dilakukan. Kemudian hasil pengujian karbon monoksida dari kendaraan bermotor menggunakan variasi waktu dan variasi perbandingan massa kanji dengan kitosan dicatat. Selanjutnya, hasil yang telah diperoleh tersebut dihitung efektifitasnya.

4.1.1 Ekstraksi Kitosan Dari Limbah Kulit Udang

Udang yang dimanfaatkan limbah kulitnya ini berjenis udang vannamei. Pada **Gambar 4.1** merupakan gambar dari limbah kulit udang vannamei yang telah melalui proses pengeringan dengan memanfaatkan sinar matahari. Proses pengeringan tersebut adalah proses masuk dalam kategori paling ekonomis dan juga mudah untuk diterapkan dibandingkan dengan *oven*. Hal ini dikarenakan, jika mengeringkan dengan menggunakan oven yang terlampau tinggi dari segi biaya juga bukan termasuk hal yang ekonomis dan hemat daya listrik. Selain itu, penggunaan yang terlampau tinggi juga menyebabkan terjadinya perubahan biokimia bahan yang dikeringkan dan dapat mengurangi kualitas produk (Winangsih dkk., 2013).

Proses pengeringan memiliki faktor-faktor yang dapat mempengaruhi mutu bahan diantaranya yaitu suhu pengeringan, luas bahan pangan, tekanan uap air, sumber energi yang digunakan, aliran udara, dan jenis bahan yang dikeringkan. Pengeringan akan menyebabkan terjadinya perubahan warna, tekstur dan aroma bahan pangan. Sinar matahari yang panas akan sangat mempengaruhi dalam proses pengeringan menggunakan matahari. Mengeringkan

dengan menggunakan sinar matahari tidak memerlukan penanganan secara khusus dan juga tidak mengeluarkan biaya mahal, tentu dapat dilakukan oleh siapa saja. Hal ini sangat berbanding terbalik dengan penggunaan oven, pengeringan yang berlangsung dengan menggunakan suhu yang tinggi dengan waktu yang singkat dapat menyebabkan *case hardening*, yaitu bagian permukaan bahan pangan yang sudah kering atau mengeras namun bagian dalam dari bahan masih basah (Huriawati dkk., 2016).

Kulit udang yang telah dikeringkan dibawah terik matahari akan berubah warna menjadi jingga keputihan. Kulit udang yang sudah dikeringkan kemudian dihaluskan menggunakan blender agar cepat dan mudah untuk dihaluskan hingga menjadi serbuk kulit udang. Menurut Najib (2018) ekstraksi adalah suatu perlakuan pemisahan senyawa dari suatu bahan dari campurannya. Proses ekstraksi memiliki beberapa faktor yang dapat mempengaruhi berjalannya proses diantaranya yaitu jenis pelarut, temperatur, pH, porositas, ukuran partikel, cara ekstraksi, pengadukan, rasio dari bahan terhadap pelarut, dan lama ekstraksi. Ukuran bahan atau kulit udang sangat berpengaruh pada proses selanjutnya, karena ukuran partikel padatan merupakan faktor yang sangat berpengaruh dalam ekstraksi. Semakin kecil ukuran suatu partikel maka luas permukaan bidang kontak padatan dengan pelarut akan semakin besar (Rozi dkk., 2018). Berikut **Gambar 4.2** merupakan serbuk dari kulit udang yang telah dikeringkan dan dihaluskan :



Gambar 4. 1 Kulit Udang Kering



Gambar 4. 2 Kulit Udang Kering Halus

Dalam penelitian ini diketahui bahwa kulit udang kering halus yang dibutuhkan dalam penelitian sesuai dengan rancangan percobaan diperkirakan sebanyak 600 gram. Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Kusumawati, 2009) bahwa pengurangan massa pada saat proses awal yaitu deproteinasi sebesar 42,65%, kemudian pada saat proses demineralisasi massa hilang sebesar 62,18 %, dan pada saat proses terakhir terjadi pengurangan massa sebesar 7,078%. Hal ini berarti bahwa pada setiap proses terdapat proses pengurangan, jika diperkirakan 600 gram pada kulit udang kering maka bisa tercukupi apabila sesuai dengan persentase pengurangan yang dilakukan oleh widarti. Maka hal ini secara tidak langsung telah mendukung perkiraan dari pengurangan massa yang terjadi pada setiap prosesnya yaitu dengan perkiraan massa awal sebesar 600 gram maka akan berkurang hingga menjadi 147,9 gram.

Perkiraan massa yang dibutuhkan diatas yaitu sebesar 600 gram cukup memenuhi hingga pada proses deasetilasi karena juga didukung oleh perhitungan jumlah kitosan yang diperlukan dalam penelitian ini. Maka dengan perkiraan massa awal dengan pengurangan massa diatas dapat diimbangi dengan kebutuhan kitosan yang telah dijabarkan dalam **Tabel 4.1** berikut :

Tabel 4. 1 Sampel Kitosan yang Diperlukan

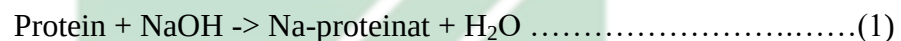
Variasi Waktu (Menit)	Variasi Perbandingan Kitosan (Gram)	Jumlah Plat Pada Alat Bantu Uji (Buah)	Jumlah Kitosan Duplo (Gram)	Total Sampel Tiap Waktu (Gram)
10	1	4	8	48
	2		16	
	3		24	
30	1	4	8	48
	2		16	
	3		24	
50	1	4	8	48
	2		16	
	3		24	

Sumber : Hasil Analisa, 2022

Diketahui pada **Tabel 4.1** merupakan penjabaran dari massa kitosan yang dibutuhkan dalam pengujian yang dilakukan pada ketiga variasi waktu yang digunakan dalam menurunkan karbon monoksida kendaraan bermotor. Dalam variasi waktu 10 menit memiliki 3 variasi massa yang digunakan dalam penelitian yaitu 1 gram, 2 gram, dan 3 gram. Namun dengan penyesuaian alat bantu uji yang digunakan dalam penelitian ini yaitu memiliki 4 plat tempat merekatkan kitosan yang ada pada alat bantu pengujian, maka pada tiap variasi massa yang digunakan harus dikalikan 4. Jika dalam sekali pengujian diperlukan variasi massa yang dikalikan jumlah plat maka jumlah keseluruhan dengan variasi 1 gram, 2 gram, dan 3 gram yang diperlukan dalam pengujian awal yaitu sebanyak 24 gram. Kemudian dalam penelitian ini menggunakan pengulangan pengujian secara duplo maka total kitosan yang digunakan dalam variasi waktu 10 menit yaitu sebesar 48 gram. Jika pada satu variasi

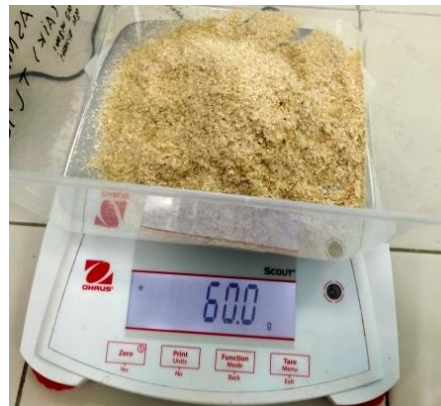
waktu total sampel yang diperlukan sebesar 48 gram dan terdapat 3 variasi waktu yaitu 10 menit, 30 menit, dan 50 menit, maka total keseluruhan kitosan yang diperlukan dalam penelitian ini sebanyak 144 gram.

Dalam mengekstraksi kitosan dari kulit udang terdapat beberapa proses yang dilakukan yaitu deproteinasi, demineralisasi, dan deasetilasi yang tahapannya dan konsentrasi perbandingan konsentrasi sampel dengan aktivator sesuai dengan (Fatimah & Wulandari, 2012). Proses pertama dilakukan adalah proses deproteinasi. Deproteinasi adalah suatu proses yang dilakukan untuk menghilangkan kandungan protein dalam kulit udang. Protein yang terkandung dalam kulit udang dapat hilang jika dilarutkan dengan NaOH secara bertahap dan dengan proses pemanasan. Protein dalam kulit udang dapat terlepas dan akan membentuk suatu natrium proteinat yang bisa larut dan menghilang dalam proses pencucian dan penyaringan. Berikut merupakan reaksi yang akan terjadi jika hal tersebut terjadi :



(Mardiana, 2021).

Dalam proses deproteinasi diperlukan NaOH 1 N sebesar 3,5 %. Perbandingan serbuk kulit udang dengan NaOH sebesar 1:4(gr/ml). Jika pada penelitian ini menggunakan serbuk kulit udang sebanyak 600 gram maka dibutuhkan larutan NaOH 3,5% sebanyak 2400 ml. Selanjutnya dicampurkan dengan serbuk kulit udang. Sebelumnya kulit udang dan juga NaOH yang akan dilarutkan harus ditimbang terlebih dahulu menggunakan neraca analitik dan neraca ohaus. Seperti pada **Gambar 4.3** dan **Gambar 4.4** sebagai berikut :



Gambar 4. 3 Hasil Timbang Serbuk



Gambar 4. 4 Hasil Timbang NaOH

Setelah menimbang NaOH 3,5 % dan juga sampel sebanyak 600 gram selanjutnya adalah proses pertama untuk mendapatkan kitosan yaitu deproteinasi atau proses penghilangan protein dalam kulit udang. Selanjutnya dalam proses pertama ini setelah menimbang NaOH yaitu melarutkan NaOH ke dalam aquades hingga larutan mencapai 2400 ml. Kemudian larutan NaOH 3,5% ditambahkan ke dalam sampel yang telah dituang ke dalam *beakerglass* sebelumnya. Untuk mempercepat reaksi antara larutan NaOH dengan sampel maka selanjutnya campuran NaOH dan sampel harus diaduk rata dan dipanaskan diatas *hotplate* selama 30 menit dengan suhu 65°C yang dapat dilihat pada **Gambar 4.5** dan **Gambar 4.6** :

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A



Gambar 4. 5 Melarutkan NaOH

Gambar 4. 6 Memanaskan Pada Suhu 65°C

Setelah itu padatan hasil dari proses diatas di saring dan dinetralkan menggunakan aquades hingga pH pada filtrat menjadi netral. Selanjutnya, jika sudah di uji pH hingga netral maka tinggal dioven selama 24 jam dengan suhu 100°C. Proses ini dapat dilihat pada **Gambar 4.7 dan Gambar 4.8** :

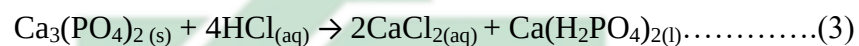
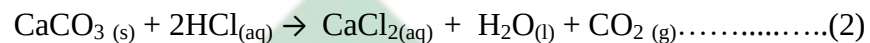


Gambar 4. 7 Menyaring filtrat

Gambar 4. 8 Mengoven

Setelah dioven selama 24 jam filtrat atau padatan ditimbang untuk mengetahui berat setelah proses deproteinasi. Dalam proses deproteinasi ini setelah ditimbang hasilnya berkurang sebanyak 52% dari berat awal yaitu sebesar 310,2 gram.

Kemudian filtrate dengan berat 310,2 gram yang dihasilkan dari proses deproteinasi diolah kembali dalam tahapan proses demineralisasi. Demineralisasi merupakan suatu proses yang dilakukan untuk menghilangkan kandungan garam dan mineral yang terkandung didalam kulit udang. Berikut merupakan suatu reaksi yang terjadi jika melepaskan kandungan garam dan mineral dengan menggunakan HCl :



(Mardiana, 2021).

Penambahan HCl 1 M merupakan bagian dari prsoes demineralisasi, yang pertama-tama dilakukan adalah menuangkan larutan HCl 1M kedalam *beaker glass*. Selanjutnya sampel dilarutkan dengan HCl dengan cara diaduk dan dipanaskan. Fungsi dari dipanaskannya suatu larutan yang diaduk yaitu untuk mempercepat suatu proses perusakan pada mineral yang terkandung didalam kulit udang. Proses pemanasan dilakukan diatas *hotplate* dengan suhu 75⁰C selama 30 menit (Martin G & Peter, 2012). Hal ini dapat dilihat pada **Gambar 4.9**. Selanjutnya padatan disaring lagi dan dicuci menggunakan aquades hingga pH netral yaitu 7-8. Setelah didapatkan nilai pH netral kemudian dioven kembali pada suhu 100⁰C selama 24 jam yang dapat dilihat pada **Gambar 4.10** :



Gambar 4. 9 Memanaskan sample dan mengukur pH



Gambar 4. 10 Mengoven

Setelah dioven pada suhu 100°C selama 24 jam, hasil dari proses demineralisasi kemudian ditimbang menggunakan neraca ohaus. Hasil dari penimbangan adalah 180,2 gram, yang artinya terjadi pengurangan sebanyak 30%. Kemudian setelah filtrat hasil demineralisasi ditimbang dilanjutkan dengan proses deasetilasi. Hampir sama dengan proses yang pertama yaitu deproteinasi, namun pada proses deasetilasi penambahan konsentrasi NaOH menjadi sebesar 60%. NaOH 60% ini kemudian ditambahkan pada hasil filtrat demineral setelah dioven dan larutkan dengan cara diaduk dan dipanaskan diatas *hotplate* dengan suhu 100°C selama 60 menit. Adanya proses deasetilasi ini memiliki tujuan yaitu untuk memecah gugus asetil ($-\text{CH}_3\text{CO}$) yang masih terkandung pada kitin menjadi gugus amina (NH_2). Penambahan NaOH pada tahapan akhir ini telah memberikan gugus hidroksil yang tersedia untuk membantu terjadinya proses hidrolisis. Proses tersebut memperbesar kemungkinan untuk terjadinya adisi oleh hidroksil, sehingga pada akhirnya terbentuk gugus amina. Penambahan konsentrasi NaOH dan suhu yang tinggi pada proses deasetilasi dapat menimbulkan persentase derajat deasetilasi yang semakin tinggi. Hal ini menyebabkan reaksi substitusi gugus asetil menjadi optimum karena

penambahan konsentrasi NaOH yang tinggi. Gugus asetil yang terlepas disebabkan oleh suhu yang tinggi.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Harjanti, 2014) memaparkan bahwa pada saat proses deasetilasi dengan NaOH 60% telah menghasilkan tingkat derajat deasetilasi yang sangat tinggi dibandingkan dibawah dari 60%. Setelah itu larutan NaOH dengan serbuk kemudian diaduk dan juga dipanaskan diatas *hotplate*, namun pada proses deasetilasi ini suhu dan waktu berbeda lebih besar dan lebih lama yaitu pada suhu 100⁰C dan selama 1 jam. Setelah itu proses menyaring hingga menetralkan pH tetap sama seperti proses sebelumnya.

Filtrat dicuci menggunakan aquades berkali-kali dan diuji pH nya berkali-kali hingga pH netral yaitu pada angka 7-8. Ketika pH telah netral atau berada pada angka netral kemudian dapat berlanjut pada proses selanjutnya yaitu mengoven padatan atau filtrate pada suhu 100⁰C selama 24 jam. Setelah 24 jam dilakukan pengovenan, dinginkan pada suhu ruang kemudian ditimbang hasilnya. Pada proses terakhir ini atau pada proses deasetilasi ini padatan berkurang hingga 24%, sehingga sisa dari semua proses menjadi 146 gram. Untuk mempermudah kesimpulan pengurangan massa yang terjadi pada setiap tahapnya, berikut merupakan hasil dari menimbang berat pada setiap proses ekstraksi kitosan dari kulit udang dapat dilihat dari **Tabel 4.2** berikut :

Tabel 4. 2 Hasil Ekstraksi Kitosan dari Kulit Udang

Proses	Massa	Presentase
Berat Awal (Kering)	600	100%
Deproteinasi	310,2	52%
Demineralisasi	180,2	30%
Deasetilasi	146	24%

Sumber : Hasil Analisa, 2022

Setelah didapatkan hasil yang telah dipaparkan pada **Tabel 4.2**, selanjutnya diuji menggunakan larutan ninhidrin. Sebesar 0,1

gram kitosan yang diperoleh dari penelitian disemprotkan atau ditetaskan dengan larutan ninhidrin, kemudian didiamkan selama 5 menit. Jika pada serbuk kitosan memiliki warna yang berubah menjadi ungu, maka hal ini pertanda bahwa kitin telah berhasil menjadi kitosan. Ninhidrin akan bereaksi dengan amina yang ada dalam kitosan pada pH 4-8 hingga dapat berubah warna menjadi ungu (Jaya dkk., 2017). Dengan berubahnya warna menjadi ungu hal ini juga menunjukkan bahwa pada kitosan tidak lagi mengandung protein atau proses awal yaitu deproteinasi telah berhasil. Berikut merupakan hasil dari uji ninhidrin yang dapat dilihat pada **Gambar 4.11 :**

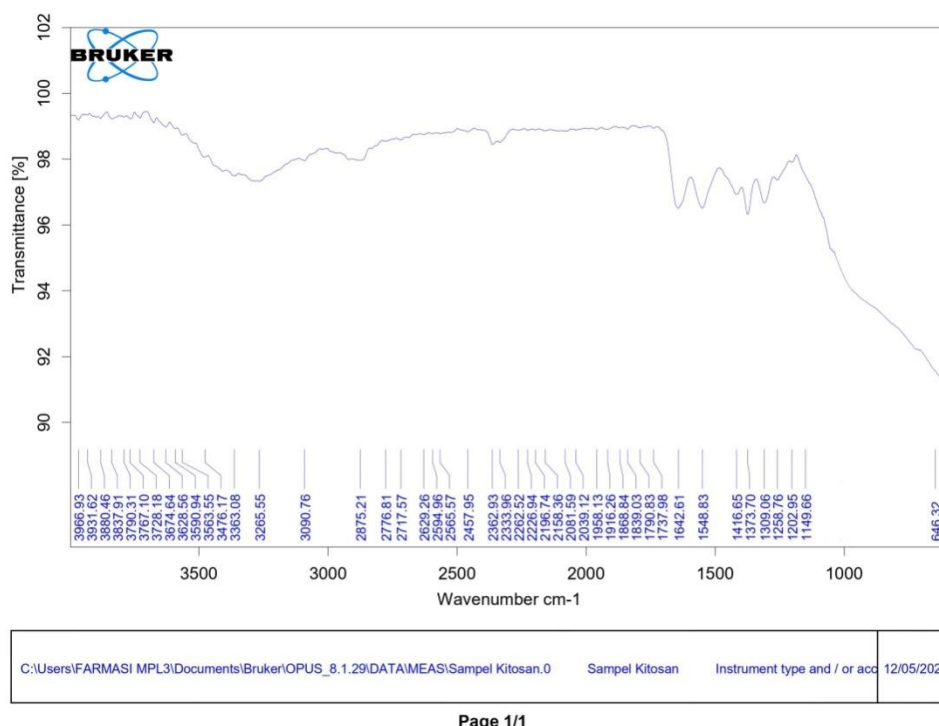


Gambar 4. 11 Hasil Uji Kitosan Dengan Ninhidrin

4.1.2 Hasil Perhitungan Derajat Deasetilasi

Setelah melalui ketiga proses diatas, kemudian kitosan diuji menggunakan ninhidrin dan hasilnya warna dari kitosan berubah menjadi ungu. Mengetahui hasil dari uji ninhidrin positif kemudian kitosan diujikan lagi menggunakan FTIR. Analisis spektroskopi getaran spektroskopi FTIR dilakukan pada chitosan dan digunakan sebagai alat untuk mengidentifikasi kitosan (Sneddon dkk., 2015). Jenis alat spektrofotometri FTIR yang ada di Universitas Airlangga Surabaya adalah Bruker Alpha II ECO-ATR. Setelah didapatkan hasil kitosan yang telah diekstraksi dari kulit udang kemudian kitosan akan diuji menggunakan FTIR untuk mengetahui daya adsorben dari kitosan. Spektrum FTIR dapat digunakan untuk

mengkarakterisasi senyawa melalui analisis puncak-puncak pada spektrum yang sesuai dengan gugus fungsi khas dalam kitosan. Suatu kitosan memiliki karakteristik yang khas yaitu terdapatnya gugus amida dan hidroksil. Gugus amida terletak pada serapan bilangan gelombang 1650-1310 cm^{-1} , sedangkan gugus hidroksil memiliki letak serapan pada bilangan gelombang 3550-3300 cm^{-1} . (Sulistiawaty dkk., 2022). Berikut adalah gambar spektrum FTIR kitosan hasil sintesis yang diperoleh :



Gambar 4. 12 Hasil Pengujian FTIR

Sumber : Hasil Laboratorium FMIPA UNAIR, 2022

Berdasarkan spektrum FTIR pada **Gambar 4.12**, dapat terlihat adanya pita serapan pada daerah bilangan gelombang 3550-3300 cm^{-1} yaitu munculnya serapan pada 3476.17 cm^{-1} dan 3363.08 cm^{-1} yang menunjukkan keberadaan gugus hidroksil. Untuk membuktikan adanya gugus amida maka terdapat serapan antara bilangan gelombang 1650-1310 cm^{-1} dan hal pada hasil pengujian

terdapat serapan pada daerah 1642.61 cm^{-1} , 1548.83 cm^{-1} , 1416.65 cm^{-1} , 1373.70 cm^{-1} yang menunjukkan keberadaan gugus amida.

Derajat deasetilasi (% DD) ini dapat dihitung dari hasil spektra infra merah pada kitosan menggunakan perbandingan pada absorbansi bilangan gelombang. Perbandingan absorbansi bilangan gelombang gugus amida (A_{1655}) dengan absorbansi bilangan gelombang gugus amina (A_{3450}), dengan proses deasetilasi sempurna pada nilai absorbansi 1,33 (Wahyuni dkk., 2020). Hasil uji FTIR diatas kemudian digunakan untuk menemukan nilai derajat deasetilasi menggunakan rumus sebagai berikut :

Diketahui :

A_{1655} = Nilai absorbansi pada 1655 cm^{-1}

A_{3450} = Nilai absorbansi pada 3450 cm^{-1}

P_o = %Transmitan garis dasar

P = % Transmitan pada puncak minimum

DD = Derajat Deasetilasi

Jika,

$$A_x = \log \frac{P_o}{P}$$

$$DD = 1 - \left(\frac{A_{1655}}{A_{3450}} \times \frac{1}{1,33} \right)$$

Maka,

$$A_{1655} = \log \frac{96,5}{96,8} = -0,0013$$

$$A_{3450} = \log \frac{96,9}{98,7} = -0,0079$$

$$DD = 1 - (A_{1655}/A_{3450} \times 1/1,33)$$

$$= 1 - \left(\frac{-0,0013}{-0,0079} \times \frac{1}{1,33} \right)$$

$$= 1 - 0,1237$$

$$= 0,8763$$

$$\% DD = 0,8763 \times 100 \%$$

$$= 87,63\%$$

Menurut hasil dari perhitungan derajat deasetilasi diatas didapatkan hasil sebesar 87,63%. Hal ini membuktikan bahwa kandungan mineral telah dapat dinyatakan bahwa kitosan telah memenuhi standar mutu kitosan berdasarkan SNI 7949 : 2013. Dalam SNI 7949 : 2013 nilai derajat deasetilasi adalah minimal 75%, hal ini berarti $87,63\% > 75\%$ telah memenuhi persyaratan nilai minimal derajat deasetilasi.

4.1.3 Proses Pengujian menggunakan CO Analyzer

Pada penelitian ini, kendaraan bermotor yang digunakan berjenis Supra X 125 D. Bahan bakar yang digunakan pada kendaraan bermotor ini adalah pertalite. Motor dengan jenis seperti ini mulai beredar di pasar pada tahun 2005. Sebelum pengujian berlangsung dengan menggunakan kitosan pada alat bantu uji, pengujian mencari nilai input yang digunakan pada data awal yaitu nilai yang murni tanpa penggunaan kanji ataupun kitosan. Nilai input yang didapatkan dapat dilihat pada tabel berikut :

Setelah mendapatkan kitosan yang cukup kemudian kitosan digunakan untuk mengurangi kadar CO pada kendaraan bermotor. Mengukur menggunakan CO Analyzer ini kitosan yang ada diletakkan pada alat bantu yang telah dibuat seperti berikut dapat dilihat pada **Gambar 4.13:**

UIN SUNAN AMPEL
SURABAYA



Gambar 4. 13 Alat Bantu Uji

Alat tersebut memiliki 4 plat yang tiap platnya berfungsi untuk meletakkan serbuk kitosan yang direkatkan pada platnya. Diletakkan pada setiap sisi sebelah kiri plat atau menghadap pada lubang inlet udara dari knalpot kendaraan bermotor. Pada pengujian ini, tiap plat diletakkan kitosan dengan massa yang sama tiap pengujian 1 variasi. Misalkan pada variasi waktu 10 menit dengan variasi massa 1 gram maka tiap plat nya diletakkan 1 gram kitosan sehingga dalam pengujian menggunakan variasi waktu 10 menit terdapat total 4 gram kitosan yang digunakan.

Hal pertama yang dilakukan sebelum mengukur karbonmonoksida yang keluar dari outlet alat tersebut adalah menempelkan kanji dan kitosan dengan variasi perbandingan massa 1:1, 1:2, 1:3 seperti pada **Gambar 4.14** berikut :



Gambar 4. 14 Kitosan Yang Ditempelkan Ke Dalam Plat Alat Bantu Uji

Setelah itu alat bantu uji ditancapkan kedalam knalpot dan kemudian diuji outletnya. Sesuai dengan variasi waktu, maka diujikan selama 10, 30, dan 50 menit. Selama pengujian berlangsung hasil yang muncul pada layar monitor CO Analyzer dapat dicatat pada setiap 5 menit sekali, hal ini dapat dilihat pada **Gambar 4.15** dan **Gambar 4.16** berikut :



Gambar 4. 15 Menguji kadar CO



Gambar 4. 16 CO Analyzer

4.1.4 Hasil pengujian menggunakan CO Analyzer

Setelah mendapatkan kitosan yang cukup, dan telah meletakkan kitosan untuk ditempelkan ke dalam plat yang ada didalam alat bantu selanjutnya yaitu menguji kadar CO dengan variabel waktu dan perbandingan kitosan dan kanji yang telah ditentukan. Berikut dapat dilihat pada **Tabel 4.3** merupakan hasil dari pengujian yang dilakukan pada variasi waktu CO 10 menit :

Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Karbon Monoksida Dengan Variasi Waktu 10 Menit

Mnt/Brt	Hasil Pengujian CO pada Variasi 10 Menit (ppm)	
	Menit ke 5	Menit ke 10
Pengujian Tanpa Kanji dan Kitosan (gram)	998,4	999,6
Pengujian Hanya Kanji (gram)	898,6	876,8
Perbandingan massa kanji dan kitosan 1:1 (gram)	623	589
Perbandingan massa kanji dan kitosan 1:2 (gram)	487	494
Perbandingan massa kanji dan kitosan 1:3 (gram)	472	379

Sumber : Hasil Analisa, 2022

Diketahui bahwa dari **Tabel 4.3** nilai pengujian hanya kanji dari menit ke 5 hingga menit ke 10 memiliki nilai yang menurun, pengujian hanya kanji ini merupakan nilai variabel kontrol yang merupakan nilai yang diambil dari pengujian menggunakan alat bantu uji hanya menggunakan kanji sebanyak 1 gram. Nilai pada variabel kontrol ini juga tergolong dalam nilai tertinggi kedua setelah nilai input dikarenakan tanpa adsorben atau kitosan sama sekali saat pengujian berlangsung. Selanjutnya terdapat nilai yang berasal dari kitosan dengan massa 1 gram, 2 gram, dan 3 gram yang hasilnya dari menit ke 5 hingga ke 10 menurun. Setelah mendapatkan hasil

dari pengujian dengan variasi 10 menit maka selanjutnya dapat diperhitungkan nilai efektifitasnya dari nilai yang sudah didapatkan diatas.

Setelah mendapatkan hasil pengujian dengan variasi waktu 10 menit selanjutnya yaitu pengujian karbon monoksida menggunakan variasi waktu 30 menit yang dapat dilihat pada **Tabel 4.4** berikut :

Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Karbon Monoksida dengan Variasi Waktu 30 Menit

Mnt/Berat	Hasil Pengujian CO pada Variasi 30 Menit (ppm)					
	Menit ke 5	Menit ke 10	Menit ke 15	Menit ke 20	Menit ke 25	Menit ke 30
Pengujian Tanpa Kanji dan Kitosan (gram)	999,8	998,6	997,2	999,6	997,8	999,6
Pengujian Hanya Kanji (gram)	943,4	914,4	890,4	864,6	880,8	949,4
Perbandingan massa kanji dan kitosan 1:1 (gram)	722	581	629	511	569	650
Perbandingan massa kanji dan kitosan 1:2 (gram)	626	540	542	458	532	588
Perbandingan massa kanji dan kitosan 1:3 (gram)	519	427	452	385	432	394

Sumber : Hasil Analisa, 2022

Diketahui dari **Tabel 4.4** bahwa hasil pengujian karbon monoksida mulai dari menit ke 5 hingga menit ke 30 mengalami kenaikan dan penurunan pada data pengujian tanpa kanji dan kitosan, namun jika dirata-rata hasilnya tetap menjadi yang tertinggi dari yang lain. Sedangkan pada variabel kontrol atau pengujian hanya menggunakan kanji yang pengambilan hasil karbon

monoksidanya juga naik turun namun tetap menjadi tertinggi kedua setelah data pengujian tanpa kanji dan kitosan. Hal ini sama dengan hasil pengujian perbandingan massa kanji dengan kitosan 1 : 1 gram, 1 : 2 gram, dan 1 : 3 gram yang mengalami naik turun.

Selanjutnya setelah mendapatkan hasil pada pengujian karbon monoksida pada variasi waktu 30 menit, berikut merupakan hasil dari pengujian karbonmonoksida pada variasi waktu 50 menit :

Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Karbon Monoksida Dengan Variasi Waktu 50 Menit

Mnt/Brt	Hasil Pengujian CO pada Variasi 50 Menit (ppm)									
	Menit ke 5	Menit ke 10	Menit ke 15	Menit ke 20	Menit ke 25	Menit ke 30	Menit ke 35	Menit ke 40	Menit ke 45	Menit ke 50
Pengujian Tanpa Kanji dan Kitosan (gram)	997,4	999,6	997,8	999,6	999	999,6	998	999,6	998,8	999,6
Pengujian Hanya Kanji (gram)	927	922,8	947,4	932,6	928	941,8	873,8	905	888,2	863,4
Perbandingan massa kanji dan kitosan 1:1 (gram)	654	607	534	518	643	588	667	586	602	634
Perbandingan massa kanji dan kitosan 1:2 (gram)	579	490	478	585	513	502	546	505	519	546
Perbandingan massa kanji dan kitosan 1:3 (gram)	443	391	389	506	413	386	445	436	446	426

Sumber : Hasil Analisa, 2022

Diketahui dari **Tabel 4.5** bahwa hasil pengujian karbon monoksida mulai dari menit ke 5 hingga menit ke 50 mengalami kenaikan dan penurunan. Sama dengan pengujian pada variasi waktu 10 menit dan 30 menit pada **Tabel 4.3** dan **Tabel 4.4**, hasil dari pengujian karbon monoksida tetap mengalami kenaikan dan penurunan.

4.1.5 Efektifitas Kitosan dalam menurunkan CO

Dalam penelitian ini nilai efektifitas penurunan tiap variasi gram kitosan yang digunakan berbeda tiap menit. Dalam pengujian efektifitas kitosan dalam menurunkan CO terdapat variasi waktu kontak yang digunakan, yaitu pada variasi waktu 10 menit, 30 menit, dan 50 menit. Pada menit ke 5 dan ke 10 dengan variasi massa kanji memiliki nilai efektifitas penurunan sebesar 10,0 % dan 12,3 %. Nilai efektifitas pada variasi berat 1 gram yaitu sebesar 37,6 % dan 41,0 %. Sedangkan nilai efektifitas pada variasi berat 2 gram yaitu sebesar 51,2 % dan 50,6 %. Presentase efektifitas 5 menit dan 10 menit dalam variasi berat 3 gram sebesar 52,7% dan 62,1%. Lebih jelasnya dapat dilihat pada **Tabel 4.6** merupakan efektifitas kitosan dalam menurunkan kadar karbon monoksida.

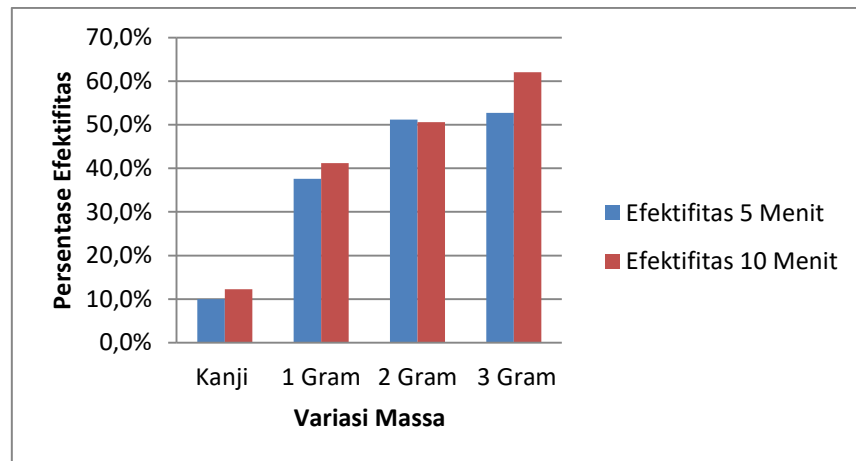
Tabel 4. 6 Efektifitas Penurunan Variasi Waktu Kontak 10 Menit

Mnt/Brt	Efektifitas Penurunan Variasi Waktu Kontak 10 Menit	
	% Efektifitas Menit ke 5	% Efektifitas Menit ke 10
Pengujian Hanya Kanji (gram)	10,0%	12,3%
Perbandingan massa kanji dan kitosan 1:1 (gram)	37,6%	41,0%
Perbandingan massa kanji dan kitosan 1:2 (gram)	51,2%	50,6%
Perbandingan massa kanji dan kitosan 1:3 (gram)	52,7%	62,1%

Sumber : Hasil Analisa, 2022

Diketahui dari **Tabel 4.6** bahwa nilai efektifitas tertinggi terdapat pada menit ke 10 dengan berat kitosan sebesar 3 gram. Dengan berat 3 gram yang terpasang pada tiap plat alat bantu uji telah memenuhi kebutuhan penelitian dalam menurunkan kadar karbon monoksida yang keluar dari kendaraan bermotor. Berikut

merupakan grafik dari presentase efektifitas dari tabel diatas dapat dilihat pada **Gambar 4.17.** :



Gambar 4. 17 Grafik Efektifitas Waktu 10 Menit

Selanjutnya yaitu pengujian pada variasi waktu 30 menit. Sama halnya dengan variasi waktu sebelumnya nilai efektifitas penurunan tiap variasi gram kitosan yang digunakan berbeda tiap menit. Pada variasi waktu 30 menit di menit ke 5 memiliki nilai efektifitas penurunan sebesar 5,6 %, 27,8% dan 37,4%. Sedangkan nilai efektifitas pada variasi waktu waktu menit ke 10 yaitu sebesar 8,4%, 41,8%, dan 45,9%. Presentase efektifitas menit ke 15 hingga menit ke 30 lebih jelasnya dapat dilihat pada **Tabel 4.7** merupakan efektifitas kitosan dalam menurunkan kadar karbon monoksida.

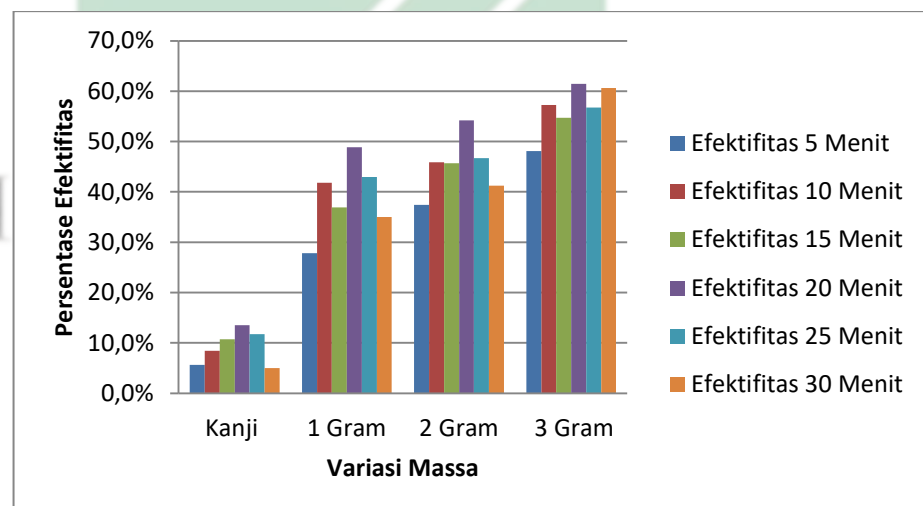
Tabel 4. 7 Efektifitas Penurunan Variasi Waktu Kontak 30 Menit

Efektifitas Penurunan Variasi Waktu Kontak 30 Menit						
Mnt/Brt	% Efektifitas Menit ke 5	% Efektifitas Menit 10	% Efektifitas Menit ke 15	% Efektifitas Menit ke 20	% Efektifitas Menit ke 25	% Efektifitas Menit ke 30
Pengujian Hanya Kanvas (gram)	5,6%	8,4%	10,7%	13,5%	11,7%	5,0%
Perbandingan massa kanji dan kitosan 1:1 (gram)	27,8%	41,8%	36,9%	48,8%	43,0%	35,0%

Efektifitas Penurunan Variasi Waktu Kontak 30 Menit						
Mnt/Brt	% Efektifitas Menit ke 5	% Efektifitas Menit 10	% Efektifitas Menit ke 15	% Efektifitas Menit ke 20	% Efektifitas Menit ke 25	% Efektifitas Menit ke 30
Perbandingan massa kanji dan kitosan 1:2 (gram)	37,4%	45,9%	45,7%	54,2%	46,7%	41,2%
Perbandingan massa kanji dan kitosan 1:3 (gram)	48,1%	57,2%	54,7%	61,5%	56,7%	60,6%

Sumber : Hasil Analisa, 2022

Diketahui dari **Tabel 4.7** bahwa nilai efektifitas tertinggi terdapat pada menit ke 20 dengan berat kitosan sebesar 3 gram. Dengan berat 3 gram yang terpasang pada tiap plat alat bantu uji telah memenuhi kebutuhan penelitian dalam menurunkan kadar karbon monoksida yang keluar dari kendaraan bermotor. Berikut merupakan grafik dari presentase efektifitas dari tabel diatas dapat dilihat pada **Gambar 4.18** :



Gambar 4.18 Grafik Efektifitas Waktu Pengujian 30 Menit

Kemudian yaitu pengujian pada variasi waktu 50 menit. Sama halnya dengan variasi waktu sebelumnya nilai efektifitas penurunan tiap variasi gram kitosan yang digunakan berbeda tiap

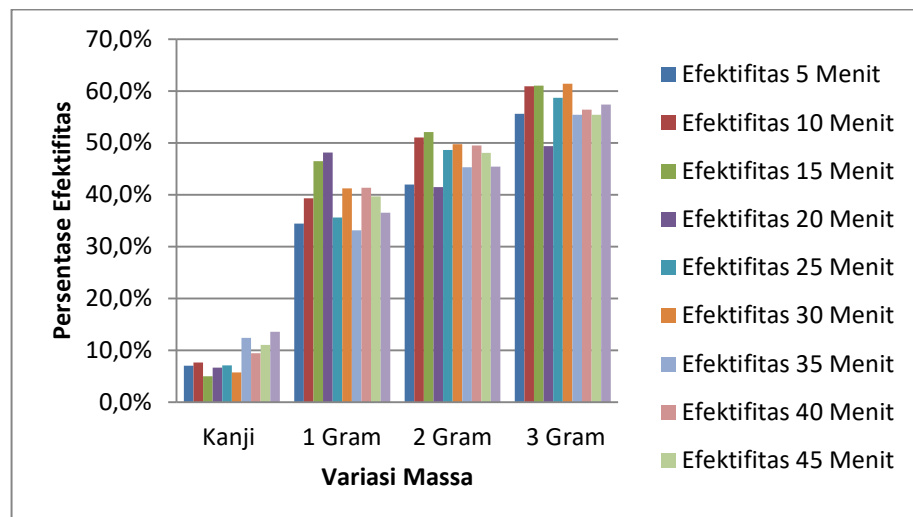
menit. Pada variasi waktu 50 menit di menit ke 5 memiliki nilai efektifitas penurunan sebesar 7,1 %, 34,5%, 41,9 %, dan 55,6 %. Sedangkan nilai efektifitas pada variasi waktu menit ke 10 yaitu sebesar 7,7 %, 39,3%, 51,0 %, dan 60,9 %. Presentase efektifitas menit ke 15 yaitu sebesar 5,1 %, 46,5%, 52,1 %, dan 61,0%. Lebih lanjut hingga menit ke 50 dapat dilihat pada **Tabel 4.8** merupakan efektifitas kitosan dalam menurunkan kadar karbon monoksida :

Tabel 4. 8 Efektifitas Penurunan Variasi Waktu Kontak 50 Menit

Mnt/Br	Efektifitas Penurunan Variasi Waktu Kontak 50 Menit									
	% Efektifi tas Menit ke 5	% Efekti fitas Menit ke 10	% Efekti fitas Menit ke 15	% Efekti fitas Menit ke 20	% Efekti fitas Menit ke 25	% Efekti fitas Menit ke 30	% Efekti fitas Menit ke 35	% Efekti fitas Menit ke 40	% Efekti fitas Menit ke 45	% Efekti fitas Menit ke 50
Pengujian Hanya Kanji (gram)	7,1%	7,7%	5,1%	6,7%	7,1%	5,8%	12,4 %	9,5%	11,1 %	13,6 %
Perbanding an massa kanji dan kitosan 1:1 (gram)	34,5%	39,3 %	46,5 %	48,1 %	35,6 %	41,2 %	33,1 %	41,4 %	39,7 %	36,6 %
Perbanding an massa kanji dan kitosan 1:2 (gram)	41,9%	51,0 %	52,1 %	41,5 %	48,6 %	49,8 %	45,3 %	49,5 %	48,0 %	45,4 %
Perbanding an massa kanji dan kitosan 1:3 (gram)	55,6%	60,9 %	61,0 %	49,4 %	58,7 %	61,4 %	55,4 %	56,4 %	55,4 %	57,4 %

Sumber : Hasil Analisa, 2022

Diketahui dari **Tabel 4.8** bahwa nilai efektifitas tertinggi terdapat pada menit ke 30 dengan berat kitosan sebesar 3 gram. Dengan berat 3 gram yang terpasang pada tiap plat alat bantu uji telah memenuhi kebutuhan penelitian dalam menurunkan kadar karbon monoksida yang keluar dari kendaraan bermotor. Berikut merupakan grafik dari presentase efektifitas dari tabel diatas dapat dilihat pada **Gambar 4.19** :



Gambar 4.19 Grafik Efektifitas Waktu Pengujian 50 Menit

4.2 Variasi Perbedaan

Setelah mendapatkan data hasil pengujian karbon monoksida dan hasil perhitungan efektifitas. Kemudian pada sub bab ini akan dibahas mengenai analisa statistic menggunakan Two Way Anova dengan aplikasi SPSS. Analisa statistik ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan pada 2 variasi yaitu variasi perbandingan massa (1 : 1, 1 : 2 ,dan 1 : 3) gram dan variasi waktu (10, 30, dan 50) menit.

4.2.1 Analisa Statistik

Analisis varians yang memiliki klasifikasi ganda atau jamak merupakan analisis varians yang tidak hanya memiliki satu variabel. Analisis varians dua jalur (Anava Ganda) tidak hanya memiliki variabel kolom tetapi juga variabel baris, berbeda dengan analisis varian satu jalur (Anava Tunggal) yang hanya memiliki variabel kolom. Maka dari itu, analisis varians dua jalur (Anava Ganda) akan memiliki interaksi antara dua kolom. Dengan demikian akan diperoleh interaksi antara kolom dengan baris (Jainuri, 2019).

Analisa statistik dalam penelitian ini dilakukan untuk menguji data yang diperoleh dan mengetahui perbedaan dari data dengan 2 varian yang telah dikumpulkan dalam penelitian ini. Maka

dari itu digunakan pengujian menggunakan SPSS yaitu uji data Two Way Anova.

Berikut ini merupakan **Tabel 4.9** Total Data yang dimasukkan ke dalam SPSS yang diambil dari semua data hasil dari variasi massa dan variasi waktu :

Tabel 4. 9 Total Data

Between-Subjects Factors			
		Value Label	N
Variasi Massa	,00	Kanji	90
	1,00	1 gram	90
	2,00	2 gram	90
	3,00	3 gram	90
Variasi Waktu	1,00	10 menit	40
	2,00	30 menit	120
	3,00	50 menit	200

Sumber : Hasil Analisa, 2022

Pada **Tabel 4.9** dapat dilihat bahwa pada data variasi massa ada empat jenis data yaitu data hasil dari pengujian yang diberikan kanji saja, hingga perbandingan kanji dengan kitosan 1 : 1 gram, 1: 2 gram, dan 1 : 3 gram. Pada setiap jenis data variasi massa memiliki jumlah data sebesar 90, jika pada jenis data variasi ditotal maka didapatkan hasil sebesar 360. Kemudian pada variasi waktu terdapat tiga jenis data terdiri dari waktu 10 menit, 30 menit dan 50 menit. Setiap jenis data pada variasi waktu memiliki jumlah data yang tidak sama atau berbeda-beda. Pada data variasi waktu 10 menit memiliki jumlah data sebesar 40, pada data variasi waktu 30 menit memiliki jumlah data sebesar 120, sedangkan pada data variasi waktu 50 menit memiliki jumlah data sebesar 200. Jika dijumlahkan semua data yang ada pada variasi waktu maka sebesar 360. Meskipun jumlah data pada setiap jenis yang ada pada variasi waktu dan variasi

massa berbeda-beda, tetapi jumlah akhir yang ada pada variasi waktu dan massa adalah sama yaitu sebesar 360. Jadi, jika ditotal semua data pada variasi waktu dan variasi massa maka menjadi 720, sebab memiliki tujuh variasi yang berbeda-beda satu dengan yang lainnya.

Berikut merupakan data rata-rata dependent variabel yang digunakan atau dimasukkan ke dalam aplikasi spss :

Tabel 4. 10 Rata-Rata Dependent Variable

Descriptive Statistics				
Dependent Variable : Hasil Pengujian				
Variasi Massa	Variasi Waktu	Mean	Std.Deviation	N
Kanji	10 menit	887,7000	78,47300	10
	30 menit	907,1667	61,70345	30
	50 menit	913,0000	62,16436	50
	Total	908,2444	63,65079	90
1 gram	10 menit	606,4000	56,64941	10
	30 menit	610,7000	82,96703	30
	50 menit	603,5600	68,64822	50
	Total	606,2556	71,92202	90
2 gram	10 menit	491,1000	39,32048	10
	30 menit	547,8000	70,30397	30
	50 menit	526,4200	59,50891	50
	Total	529,6222	63,24921	90
3 gram	10 menit	426,0000	77,63161	10
	30 menit	435,0000	57,21828	30
	50 menit	428,2600	63,33578	50
	Total	430,2556	62,42291	90
Total	10 menit	602,8000	189,57580	10
	30 menit	625,1667	187,97422	30
	50 menit	617,8100	192,46396	50

Descriptive Statistics				
Dependent Variable : Hasil Pengujian				
Variasi Massa	Variasi Waktu	Mean	Std.Deviation	N
Total		618,5944	190,24336	90

Sumber : Hasil Analisa, 2022

Pada **Tabel 4.10** merupakan salah satu hasil dari pengolahan data menggunakan spss yang didapatkan setelah uji normalitas diterapkan. Dalam tabel tersebut dipaparkan rata-rata pada hasil pengujian atau dependen data di setiap variasi waktu dan variasi massa. Pada variasi massa kanji dengan variasi waktu 10 menit memiliki rata-rata hasil pengujian karbon monoksida sebesar 887,7000 dari jumlah data sebanyak 10, lalu dengan variasi waktu 30 menit memiliki rata-rata hasil pengujian sebesar 907,1667 dari jumlah data sebanyak 30, dan dengan variasi 50 menit memiliki rata-rata hasil pengujian sebesar 913,0000 dari jumlah data sebanyak 50. Jika ditotal maka jumlah rata-rata dari variasi massa kanji dengan variasi waktu 10 menit, 30 menit, dan 50 menit adalah sebesar 908,2444 dari jumlah data sebanyak 90. Kemudian pada variasi massa perbandingan kanji dengan kitosan 1:1 gram dengan variasi waktu 10 menit memiliki rata-rata hasil pengujian karbon monoksida sebesar 606,4000 dari jumlah data sebanyak 10, lalu dengan variasi waktu 30 menit memiliki rata-rata hasil pengujian sebesar 610,7000 dari jumlah data sebanyak 30, dan dengan variasi 50 menit memiliki rata-rata hasil pengujian sebesar 603,5600 dari jumlah data sebanyak 50. Jika ditotal maka jumlah rata-rata dari variasi massa kanji dengan variasi waktu 10 menit, 30 menit, dan 50 menit adalah sebesar 606,2556 dari jumlah data sebanyak 90. Begitupun seterusnya dapat dilihat pada tabel hingga perbandingan massa kanji dengan kitosan 1 : 2 gram dan 1 : 3 gram dengan variasi waktu 10 menit, 30 menit, 50 menit. Kemudian rata-rata hasil pengujian total variasi massa yaitu

kanji, perbandingan massa kanji dengan kitosan 1 : 1 gram, 1 : 2 gram, 1: 3 gram dalam variasi waktu 10 menit, 30 menit, dan 50 menit dapat dilihat pada tabel tersebut. Jika ditotal keseluruhan rata-rata data dari variasi massa, variasi waktu, hingga total variasi massa dan waktu, maka didapatkan hasil sebesar 618,5944 dari jumlah data sebanyak 90.

Selanjutnya setelah memasukkan data pada aplikasi, tahap pertama yang dilakukan adalah pengujian normalitas. Jika ingin mengetahui mengetahui suatu data terdistribusi normal atau tidak, maka perlu dilakukan uji normalitas. Penting untuk mengetahui bahwa hal seperti ini merupakan ketetapan dari pemilihan uji statistic yang akan digunakan. Contohnya yaitu, pada uji parametrik maka data diwajibkan untuk berdistribusi normal. Apabila pada saat pengujian normalitas didapatkan hasil data yang tidak terdistribusi maka disarankan untuk menggunakan uji nonparametrik. Uji normalitas harus dilaksanakan jika tidak ada teori yang memberikan pernyataan bahwa variabel yang diteliti tidak normal. Apabila terdapat teori yang menyatakan bahwa data penelitian yang dihasilkan dari penelitian memiliki variabel normal sehingga tidak dibutuhkan pengujian normalitas. Terdapat beberapa teknik yang dapat digunakan untuk pengujian normalitas diantaranya yaitu uji *Kolmogorov Smirnov*, Uji *Lilifors*, *Chill Square*, dan lain-lain (Jainuri, 2019).

Menurut Jainuri (2019) cara mengetahui signifikan atau tidak hasil uji normalitas adalah dengan memperhatikan angka pada kolom signifikansi (Sig). Kriteria uji normalitas sebagai berikut:

1. Tetapkan taraf nyata (signifikansi) misalnya $\alpha = 0,05$.
2. Bandingkan angka pada kolom Sig dengan α .
3. Jika $\text{Sig} > \alpha$ maka data berdistribusi normal.
4. Jika $\text{Sig} < \alpha$ maka data berdistribusi tidak normal.

Berikut merupakan **Tabel 4.11** hasil dari uji normalitas menggunakan Kolmogorov-Smirnov sebagai salah satu syarat sebelum melanjutkan ke uji Two Way Anova :

Tabel 4. 11 Hasil Uji Normalitas Kolmogorov-Smirnov

Test of Kolmogorov-Smirnov		
<i>Statistic</i>	<i>df</i>	<i>Sig.</i>
0,030	360	0,200

Sumber : Hasil Analisa, 2022

Berdasarkan **Tabel 4.11** di atas dapat diketahui bahwa nilai degree of freedom (df) atau derajat kebebasan (dk) untuk semua data yang diperoleh pada penelitian ini adalah 360. Maka, artinya jumlah sampel data untuk masing-masing kelompok adalah 90. Sehingga, penggunaan metode Kolmogorov-Smirnov untuk uji normalitas data dalam nilai hasil pengujian karbon monoksida dengan variasi waktu dan variasi perbandingan massa telah berhasil.

Pada **Tabel 4.11** dapat diketahui nilai signifikansi (α) atau nilai sig. pada tabel uji normalitas terhadap semua data yang pada variasi massa dan variasi waktu. Nilai sig. pada tabel tersebut menunjukkan pada angka 0,200 yang artinya nilai sig. (α) lebih besar ($>$) dari taraf signifikansi yang ditetapkan yaitu 0,05 (5%), maka dapat disimpulkan bahwa data yang dimasukkan ke dalam data view spss telah berdistribusi normal. Hal ini berarti uji normalitas pada data yang dimasukkan telah memenuhi syarat untuk melanjutkan pada uji homogenitas.

Menentukan suatu variasi dua atau lebih varian populasi hasilnya sama atau tidak (berbeda) merupakan fungsi dari uji homogenitas. Uji homogenitas dilakukan sebagai prasyarat dalam analisis sample t-test dan anova atau bagi peneliti yang menggunakan sampel lebih dari satu kelompok. Uji homogenitas umumnya digunakan sebagai pembukti dari hipotesis uji komparatif. Asumsi dasar dari uji homogenitas adalah pada nilai sig. $> \alpha$ (secara default

SPSS adalah 0,05) maka dapat dikatakan bahwa kelompok data sama atau homogen (Jainuri, 2019). Berikut merupakan **Tabel 4.12** hasil dari uji homogenitas menggunakan Levene's Test sebagai salah satu syarat sebelum melanjutkan ke uji Two Way Anova :

Tabel 4. 12 Hasil Uji Homogenitas Levene's Test

Levene's Test of Equality of Error Variances			
<i>F</i>	<i>df1</i>	<i>df2</i>	<i>Sig.</i>
1,150	11	348	0,321

Sumber : Hasil Analisa, 2022

Pada **Tabel 4.12** dapat diketahui nilai signifikansi (α) atau nilai *Sig.* untuk variasi dosis koagulan terhadap data yang dimasukkan setelah diuji normalitasnya adalah sebesar 0,321. Dari nilai signifikansi tersebut dapat diketahui bahwa variasi massa dan variasi waktu pada data memiliki nilai signifikansi (α) lebih kecil > 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa hasil data variasi waktu dan variasi massa yang dimasukkan adalah homogen. Hal ini berarti bahwa data yang dimasukkan telah homogen berarti syarat terakhir untuk pengujian two way anova dapat dilakukan.

Berikut merupakan **Tabel 4.13** hasil dari uji Two Way Anova yang merupakan data hasil penentuan ada dan tidaknya suatu perbedaan pada data variasi massa dan variasi waktu :

Tabel 4. 13 Hasil Uji Two Way Anova

Tests of Between-Subjects Effect					
<i>Source</i>	<i>Type III Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
Corrected Model	11501990.000	11	1045635,455	244,030	0,000
Intercept	88875430,519	1	88875430,519	20741,742	0,000
Massa	7383891,895	3	2461297,298	574,417	0,000

Tests of Between-Subjects Effect					
Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Waktu	15284,942	2	7642,471	1,784	0,170
Massa* Waktu	17378,293	6	2896,382	0,676	0,669
Error	1491130,787	348	4284,859		
Total	150750392,000	360			
Corrected Total	12993120,789	359			

Sumber : Hasil Analisa, 2022

Hipotesa :

H0 : Tidak ada perbedaan yang signifikan antara variasi waktu kontak dan perbandingan konsentrasi massa terhadap penurunan kadar CO (karbon monoksida)

H1 : Ada perbedaan signifikan antara variasi antara variasi perbandingan konsentrasi massa dan variasi waktu kontak terhadap penurunan kadar CO (karbon monoksida).

Taraf signifikan yang digunakan dalam uji ANOVA dua arah dalam penelitian ini yaitu 0,05 dengan kriteria berdasarkan harga nilai signifikansi yaitu sebagai berikut:

1. Jika nilai signifikansi atau nilai Sig., $\alpha > 0,05$, maka tidak ada perbedaan secara signifikan atau H0 diterima
2. Jika nilai signifikansi atau nilai Sig., $\alpha < 0,05$, maka ada perbedaan secara signifikan atau H1 diterima

(Sunardin, 2019)

Pada **Tabel 4.13** dapat disimpulkan bahwa data sig. yang diperoleh pada massa atau pada variasi “massa” sebesar 0,000 yang artinya $\alpha < 0,05$ dan dapat diambil kesimpulan bahwa H0 ditolak dan H1 diterima. Hal ini berarti terdapat perbedaan antara hasil

penurunan karbon monoksida dengan memanfaatkan kitosan pada variasi massa. Variasi massa yang digunakan pada data ini adalah variasi penggunaan kanji saja, kitosan 1 gram, 2 gram dan 3 gram. Selanjutnya yaitu pada nilai sig. yang ada pada variasi “waktu” menunjukkan nilai sebesar 0,170. Hal ini berarti nilai sig. pada variasi waktu $\alpha > 0,05$ dan dapat ditarik kesimpulan bahwa H_0 diterima dan H_1 ditolak. Hal ini artinya tidak terdapat perbedaan pada penurunan karbon monoksida dengan memanfaatkan kitosan pada variasi waktu. Variasi waktu yang digunakan pada data ini adalah 5 menit, 30 menit, dan 50 menit.

4.3 Integrasi Keislaman

Sebagai makhluk Tuhan, manusia memiliki keunikan yang membedakan dengan makhluk lain. Manusia merupakan makhluk dua dimensi; di satu sisi terbuat dari tanah (tin) yang menjadikannya makhluk fisik, disisi lain manusia juga makhluk spiritual karena ditiupkan ke dalam dirinya ruh yang berasal dari Tuhan. Dengan demikian, manusia menduduki posisi yang unik antara alam semesta dan Tuhan, yang memungkinkan berkomunikasi dengan keduanya. Kombinasi yang sempurna inilah, sehingga Tuhan sendiri menyebut manusia sebagai sebaik-baik ciptaan, dan dipandang layak untuk memakmurkan bumi (Nafisah, 2017).

Allah berfirman :

﴿وَإِلَىٰ تَمُودَ أَخَاهُمْ صَالِحًا قَالَ يَا قَوْمِ اعْبُدُوا اللَّهَ مَا لَكُم مِّنْ إِلَٰهٍ غَيْرُهُ ۖ هُوَ أَنشَأَكُمْ مِنَ الْأَرْضِ وَاسْتَعْمَرَكُمْ فِيهَا فَاسْتَغْفِرُوهُ ثُمَّ تُوبُوا إِلَيْهِ ۚ إِنَّ رَبِّي قَرِيبٌ مُّجِيبٌ﴾

Artinya :

Dan kepada Tsamud (kami utus) saudara mereka shaleh. Shaleh berkata : “Hai kaumku, sembahlah Allah, sekali-kali tidak ada bagimu Tuhan selain Dia. Dia telah menciptakan kamu dari bumi (tanah) dan

menjadikan kamu pemakmurnya, karena itu mohonlah ampunanan-Nya, kemudian bertobatlah kepada-Nya, Sesungguhnya Tuhan Amat dekat (rahmat-Nya) lagi memperkenankan (doa hamba-Nya)” (QS. Hud [11] : 61).

Pada ayat ini terletak pesan ekologis pada arti “dan menjadikan kamu pemakmurnya”. Apabila dilihat dari segi literal *ista'mara* diambil dari kata *'amara* yang memiliki arti zaman yang panjang, kekekalan, mengurus sesuatu dengan baik, memanjangkan usia, memakmurkan, dan membangun. Sedangkan pada penambahan huruf *alif, sin, ta'* pada *'amara* dapat dipahami menjadi beragam makna. *Pertama*, sisipan yang ada pada huruf tersebut bermakna tuntutan. Pendapat yang seperti ini antara lain, telah dikemukakan oleh Muhammad Muttawalli al-Sya'rawi (w.1998 M). Menurut pendapat Muhammad Muttawalli al-Sya'rawi *ista'mara* memiliki makna talab al-tamir yang menuntut dua hal, antara lain mempertahankan agar tetap baik atau mewujudkan keadaan menjadi yang lebih baik. *Kedua*, memiliki makna sebagai penguat, pendapat seperti ini dikemukakan oleh Ibn 'Asyur (w.1973 M). Menurut pendapat Ibn 'Asyur kata *ista'mara (isti'mar)* bermakna *'amara (i'mar)*, yaitu menjadikan kamu pemakmur bumi. Penambahan dari huruf *alif, sin, dan ta* adalah sebagai memperkuat arti (*mubalaghah*). *Ketiga*, memiliki pemahaman arti yaitu menjadikan kamu mendiaminya. Jika mengesampingkan perbedaan yang ada yang telah disebutkan, maka yang mencapai kata sepakat dari semua pakar tafsir yaitu tafsir bahwa langit dan bumi dan segala yang dikandungnya, tercipta dengan kondisi yang siap untuk dieksplorasi, dikelola, dan dimakmurkan dengan adanya pembangunan, pengairan, pertanian, dan amal usaha produktif lainnya. Selain itu, Allah telah memilih manusia untuk melaksanakan tugas tersebut (*'imarat al-ard*) (Nafisah, 2017).

Jika dilihat dari segi konseptual, tugas *'imarat al-ard* tidak dapat terpisah dan sangat khas melekat secara sinergis bersama dua tugas lainnya, yaitu yang merupakan tugas sebagai *ubudiyah* dan tugas sebagai

khalifah. Bahkan, tugas dari *'imarah* merupakan bentuk nyata dari penaplikasian tugas *u'budyah* dan *khalifah* yang baku bersatu atau tidak dapat dipisahkan. Maka dari itu, pelaksanaan dari pemakmuran yang disebut ini adalah amanah taklif syar'i (amanah yang mengemban dari syariat) yang memiliki kewajiban untuk dilaksanakan oleh manusia, diantaranya yaitu menjadikan alam beserta isinya memiliki peran sebagai media untuk mewujudkan kemaslahatan hidup dari semua makhluk secara menyeluruh yang ada di muka bumi (Nafisah, 2017).

Berbagai-bagai ciptaan yang memiliki aneka ragamnya masing-masing, Tuhan menundukkan semua itu untuk memenuhi kebutuhan seluruh makhluk hidup, apalagi yang utama yaitu manusia yang ditunjuk atau sebagai mandataris Tuhan di bumi ini. Berdasarkan hal ini, sebagai manusia sudah sepatutnya mengabdikan kepada Allah S.W.T dan bersyukur kepada-Nya, yaitu dengan cara memanfaatkan semua potensi alam dengan baik dan benar (Nafisah, 2017).

Allah berfirman :

أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ سَخَّرَ لَكُم مَّا فِي الْأَرْضِ وَالْفُلْكَ تَجْرِي فِي الْبَحْرِ بِأَمْرِهِ وَيُمْسِكُ السَّمَاءَ أَنْ تَقَعَ عَلَى الْأَرْضِ إِلَّا بِإِذْنِهِ إِنَّ اللَّهَ بِالنَّاسِ لَرَّءُوفٌ رَحِيمٌ

Artinya :

Apakah kamu tiada melihat bahwasannya Allah menundukkan bagimu apa yang ada di bumi dan bahtera yang berlayar di lautan dengan perintah-Nya dan Dia menahan (benda-benda) langit jatuh ke bumi, melainkan dengan izin-Nya? Sesungguhnya Allah benar-benar Maha Pengasih lagi Maha Penyayang kepada manusia (QS. Al-Hajj [22] :65).

Jika dilihat dari segi literal, maka kata *sakhhkhar* berdasarkan yang dikemukakan oleh M.Quraish Shihab (I. 1944 M) memiliki pemahaman arti penundukan dari sesuatu untuk dapat dimanfaatkan, padahal sebenarnya sesuatu tersebut itu jika dilihat dari sifat keadaannya, maka enggan tunduk dan dimanfaatkan manusia mengenai sifat, ciri, bawaan sesuatu, sehingga dalam hal hal ini pada akhirnya dapat tunduk

dan dimanfaatkan oleh manusia. Fakhr al-Din al-Razi (w.606 H) memahami pemaknaan ‘apa yang ditundukkan Allah di bumi’, berupa beragam makhluk ciptaan Allah untuk memenuhi keberlangsungan hidup manusia. Selanjutnya itu memahami makna ‘dan bahtera yang berlayar dilautan dengan perintah-Nya’, ditafsirkan Ibn’Asyur (w.1973 M), bahwa Allah menentukan karakter dari air laut dan angin yang aktif sehingga kapal bisa berlayar diatasnya. Kemudian pemahaman ‘ dan Dia menahan (benda-benda) langit jatuh ke bumi, menurut al-Razi (w.606 H), bahwa Allah telah menyempurnakan bermacam jenis nikmat dengan menahan posisi langit – semua yang ada diatas kita- semuanya tetap pada posisinya agar manusia dapat hidup dengan nyaman dan aman di dunia (Nafisah, 2017).

Beragam makhluk yang diciptakan Allah baik biotik maupun abiotik, selalu tunduk pada ketentuan-Nya, agar dapat bermanfaat bagi manusia. Hal ini merupakan pembuktian dari kasih sayang-Nya, bahwa segala sesuatu yang diciptakan pasti memiliki manfaat, jadi hal ini dapat berguna untuk menunjang interaksi antar semua makhluk hidup yang saling membutuhkan bahkan terikat. Terdapatnya keterikatan dan keteraturan ini, membuat adanya penjagaan yang maksimal, dengan menarik batas interaksi yang terlalu berlebih antara manusia dengan lingkungan sekitarnya (Nafisah, 2017).

Prinsip penjagaan ini dimaknai semakin dalam, jika ditinjau lebih banyak aspek penafsiran kata *lakum* (untuk kalian). Berdasarkan pendapat para mufasir, kata tersebut mengarah kepada seluruh umat manusia, kapan dan dimana pun mereka berada. Hal ini memiliki arti, alam raya, terutama bumi dengan seluruh isinya, yang telah diciptakan oleh Allah S.W.T bukan khusus berlaku pada satu masyarakat atau satu generasi tertentu, namun untuk semua masyarakat dan generasi sepanjang masa. Lebih jelasnya, bumi dan alam raya, disamping diciptakan untuk dimanfaatkan setiap generasi, juga sebagai titipan agar generasi berikutnya dapat menggunakan dan memanfaatkannya dengan baik juga. Pada setiap generasi memiliki

peluang yang sama untuk dapat menikmati dan memanfaatkan seluruh elemen alam. Maka dari itu, masyarakat yang berada di suatu tempat dan masa tertentu, tidak boleh memberi beban kepada yang lain, dan tidak juga mengambil kebutuhannya. Hal ini merupakan prinsip keseimbangan dalam memanfaatkan sumber daya alam. Tegasnya, pelaksanaan perilaku ekologis manusia dalam lingkungan, harus berada dalam bingkai menjunjung tinggi hak-hak asasi ekologis sesama manusia (Nafisah, 2017).



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari pelaksanaan penelitian mengenai pemanfaatan limbah kulit udang dalam menurunkan karbon monoksida adalah sebagai berikut :

1. Hasil dari pengujian efektifitas yaitu nilai tertinggi terletak pada variasi waktu 30 menit dengan nilai efektifitas tertinggi diperoleh pada menit ke 20 dengan variasi perbandingan massa 1 : 3 gram yaitu sebesar 61,5 %.
2. Data sig. yang diperoleh pada massa atau pada variasi massa sebesar 0,000 yang artinya sig.<0,05 terdapat perbedaan. Sedangkan pada variasi waktu menunjukkan nilai sebesar 0,170 >0,05 yang artinya tidak terdapat perbedaan.

5.2 Saran

Berikut merupakan saran yang dapat diambil dari pelaksanaan penelitian pemanfaatan limbah kulit udang untuk menurunkan karbon monoksida dari kendaraan bermotor :

1. Menggunakan alat bantu uji yang lebih sederhana pemasangannya.
2. Menggunakan limbah kulit udang dengan jenis yang berbeda.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR PUSTAKA

- Aidah, N. S. (2020). *Teknik Budidaya Udang Vanname Hasilkan Milyaran Rupiah*. KBM Indonesia.
- Aly, S. H. (2016). *Emisi Transportasi Kuantitas Emisi Berdasarkan Marni Model*.
- Amri, K., & Kanna, I. (2008). *Budi Daya Udang Vannamei Secara Intensif, Semi Intensif, dan Tradisional*. Gramedia Pustaka Utama.
- A'yunin, Q., Sulistyono, A. D., Syawli, A., Rahmawati, A., Intyas, C. A., Aliviyanti, D., Wiratno, E. N., Djamaludin, H., Tambunan, J. E., Rihmi, M. K., Wardani, N. H., Rijal, S. S., Anitasari, S., Ma'rifat, T. N., & Sari, W. K. (2021). *Perikanan Berkelanjutan*. UB Press.
- Badan Pusat Statistik Jawa Timur dalam Angka 2020.
- Cahyono, T. (2017). *Penyehatan Udara*. Cv Andi Offset.
- Fatimah, L. N., & Wulandari, N. (2012). *Kitosan dari Kulit Udang Sebagai Bahan Pengawet Tahu*. 41.
- Febryanti, A., & Wahab, A. W. (2020). *Pemanfaatan Karbon Aktif Sekam Padi Sebagai Adsorben Emisi Gas Buang pada Sepeda Motor*. 11.
- Focher, B., Naggi, A., Torri, G., Cosani, A., & Terbojevich, M. (1992). Structural differences between chitin polymorphs and their precipitates from solutions—Evidence from CP-MAS sC.NMR, FT-IR and FT-Raman spectroscopy. *Elsevier*, 17(Carbohydrate Polymers), 97–102.
- Gunawan, S., Hasan, H., Pendidikan Teknik Mesin/Fakultas Teknik, Universitas Negeri Medan, Lubis, R. D. W., & Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. (2020). Pemanfaatan Adsorben dari Tongkol Jagung sebagai Karbon Aktif untuk Mengurangi Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 3(1), 38–47. <https://doi.org/10.30596/rmme.v3i1.4527>
- Harjanti, R. S. (2014). Kitosan dari Limbah Udang sebagai Bahan Pengawet Ayam Goreng. *Jurnal Rekayasa Proses*, Vol. 8, No. 1, 12–19.
- Huriawati, F., Yuhanna, W. L., & Mayasari, T. (2016). Pengaruh Metode Pengeringan Terhadap Kualitas Serbuk Seresah Enhalus acoroides Dari Pantai Tawang Pacitan. *Bioeksperimen*, Volume 2 No. 1, 35–43.

- Ifa, L., Nurdjanah, Syarif, T., & Darnengsih. (2021). *Bioadsorben dan Aplikasinya*. Cendekia Muslim Press.
- Imtihani, H. N., & Permatasari, S. N. (2020). Intesis dan Karakterisasi Kitosan dari Limbah Kulit Udang Kaki Putih (*Litopenaeus vannamei*). *SIMBIOSA*, 9, 129–137. <https://doi.org/10.33373>
- Indrasti, N. S., Suprihatin, & Setiawan, W. K. (2012). The Combination of Chitosan-Nutmeg Extract for The Natural Antibacteria. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 22, 122–130.
- Jainuri, M. (2019). *Pengantar Aplikasi Komputer (Spss)*. Hira Institute.
- Jaya, I., Syaputra, J., Prasetya, D. S. B., & Pangga, D. (2017). Pembuatan Kitosan dari Cangkang Udang sebagai Adsorben Emas (Au). *Lensa: Jurnal Kependidikan Fisika*, 5(2), 48. <https://doi.org/10.33394/j-lkf.v5i2.140>
- Judhaswati, R. D., & Damayanti, H. O. (2019). Potensi Ekonomi Industri Pengolahan Limbah Udang di Kabupaten Pati. *Jurnal Litbang: Media Informasi Penelitian, Pengembangan dan IPTEK*, 15(1), 1–12. <https://doi.org/10.33658/jl.v15i1.126>
- Kusumawardani, D., & Navastara, A. M. (2018). Analisis Besaran Emisi Gas CO₂ Kendaraan Bermotor Pada Kawasan Industri SIER Surabaya. *Jurnal Teknik ITS*, 6(2), C399–C402.
- Kusumawati, N. (2009). Pemanfaatan Limbah Kulit Udang Sebagai Bahan Baku Pembuatan Membran Ultrafiltrasi. *Inotek, Volume 13*.
- Mardiana, U. (2021). Isolasi Dan Karakterisasi Kitosan Pada Kerang Darah (*Anadara granosa*). *Journal of BTH Laboratory Technology, Volume 1 Nomor 1*, 1–9.
- Marinda, L. (2019). Integrasi Ayat-Ayat Peduli Lingkungan dalam Pembelajaran Tematik Terpadu. *Al'adalah*.
- Marrakchi, F., Hameed, B. H., & Hummadi, E. H. (2020). Mesoporous biohybrid epichlorohydrin crosslinked chitosan/carbon–clay adsorbent for effective cationic and anionic dyes adsorption. *International Journal of Biological Macromolecules*, 163, 1079–1086.

- Martin G, & Peter. (2012). Applications and Environmental Aspects of Chitin and Chitosan. *Journal of Macromolecular Science, Part A: Pure and Applied Chemistry*, 629–640. <https://doi.org/10.1080/10601329508010276>
- Mukono, H. (2011). *Aspek Kesehatan Pencemaran Udara*. Airlangga University Press.
- Nafisah, M. (2017). *Al-Quran Dan Konservasi Lingkungan (Suatu Pendekatan Maqâsid al-Syari'ah)*. Universitas Islam Negeri (Uin) Syarif Hidayatullah.
- Najib, A. (2018). *Ekstraksi Senyawa Bahan Alam*. Deepublish.
- Nurhayati, A., Ummah, Z. I., & Shobron, S. (2018). Kerusakan Lingkungan dalam Al-quran. *SUHUF*, 30, 194–220.
- Olajire, A. A., & Bamigbade, L. A. (2021). Green synthesis of chitosan-based iron@silver nanocomposite as adsorbent for wastewater treatment. *Water Resources and Industry*, 26, 100158.
- Omer, A. M., Dey, R., Eltaweil, A. S., Abd El-Monaem, E. M., & Ziora, Z. M. (2022). Insights into recent advances of chitosan-based adsorbents for sustainable removal of heavy metals and anions. *Arabian Journal of Chemistry*, 15(2), 103543. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2021.103543>
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2010 Tentang Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran Udara di Daerah. (t.t.).
- Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. (t.t.).
- Pradiana, L. A. (2021). *Preparasi Kitosan Silika Terimobilisasi Griess Saltzman Sebagai Adsorben Dalam Pengambilan Sampel Gas NO2*. 53.
- Prayudha, J., Pranata, A., & Al Hafiz, A. (2018). Implementasi Metode Fuzzy Logic untuk Sistem Pengukuran Kualitas Udara di Kota Medan Berbasis Internet of Things (IOT). *JURTEKSI*, 4(2), 141–148. <https://doi.org/10.33330/jurteksi.v4i2.57>
- Qamar, S. A., Ashiq, M., Jahangeer, M., Riasat, A., & Bilal, M. (2020). Chitosan-based hybrid materials as adsorbents for textile dyes—A review. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 2, 100021. <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2020.100021>

- Rahaman, Md. H., Islam, Md. A., Islam, Md. M., Rahman, Md. A., & Alam, S. M. N. (2021). Biodegradable composite adsorbent of modified cellulose and chitosan to remove heavy metal ions from aqueous solution. *Current Research in Green and Sustainable Chemistry*, 4, 100119. <https://doi.org/10.1016/j.crgsc.2021.100119>
- Rahmi. (2018). *Modifikasi Kitosan Sebagai Adsorben*. Syiah Kuala University Press.
- Rosyidah, A. (2018). *Penafsiran Ayat-Ayat Penciptaan Bumi*.
- Rozi, F., Abram, P. H., & Diah, A. W. M. (2018). Pengaruh Kombinasi Dan Rasio Pelarut Terhadap Hasil Ekstraksi Minyak Dari Serabut Kelapa Sawit. *J. Akademika Kim.*, 7, 146–151.
- Sari, N., Hardianto, D., Suraharta, M., & Hermawan, B. A. (2019). Pengaruh Penggunaan Filter pada Knalpot Sepeda Motor untuk Mengurangi Tingkat Emisi Gas Buang Kendaraan. *Jurnal Penelitian Sekolah Tinggi Transportasi Darat*, 10(1), 15–27. <https://doi.org/10.55511/jpsttd.v10i1.71>
- Sentiyaki, S., Ayu Astuti, A. R., Fathurrahman, I., Yani, S., Mandasini, M., Nurjannah, N., & Sabara, Z. (2018). Alat Penyaring Karbon Monoksida pada Knalpot Kendaraan Bermotor dengan Menggunakan Adsorben Alami Ekstrak Daun Trembesi. *Journal Of Chemical Process Engineering*, 3(1), 33. <https://doi.org/10.33536/jcpe.v3i1.192>
- Siburian, S. (2020). *Pencemaran Udara dan Gas Rumah Kaca*. Kreasi Cendekia Pustaka.
- Sneddon, G., Ganin, A. Y., & Yiu, H. H. P. (2015). Sustainable CO₂ Adsorbents Prepared by Coating Chitosan onto Mesoporous Silicas for Large-Scale Carbon Capture Technology. *Energy Technology*, 3(3), 249–258. <https://doi.org/10.1002/ente.201402211>
- Soedomo, M. (2001). Pencemaran Udara. Dalam *Pencemaran Udara*. Institut Teknologi Bandung.
- Sulistiaawaty, L., Foliatini, Nurdiani, & Puspita, F. (2022). Isolasi dan Karakterisasi Kitin dan Kitosan dari Pupa Black Soldier Fly (BSF). *WARTA AKAB, VOLUME 46, NO.1*, 56–62.

- Sunardin, S. (2019). Perbandingan Kemampuan Membaca Pemahaman Siswa Berdasarkan Tingkat Minat Baca antara yang Belajar dengan Metode SQ3R dan Metode Quantum Reading. *Cokroaminoto Journal of Primary Education*, 2(1), 16–25. <https://doi.org/10.30605/cjpe.122019.104>
- Syamsir. (2016). Pemanfaatan Limbah Hasil Perikanan. *Makalah Seminar. Gorontalo: Universitas Negeri Gorontalo.*
- Tira, H. S., Banien, S., & Alit, I. B. (2018). Pengaruh penggunaan arang aktif kayu keling (*dalbergia latifolia*) sebagai adsorben untuk menurunkan emisi gas buang kendaraan bermotor berbahan bakar bensin. *Dinamika Teknik Mesin*, 10.
- Ulfa, R. (2020). Variabel Penelitian dalam Penelitian Pendidikan. *Jurnal Pendidikan dan Keislaman*, 10.
- Wahyuni, S., Selvina, R., Fauziyah, R., Prakoso, H. T., Priyono, P., & Siswanto, S. (2020). Optimasi Suhu dan Waktu Deasetilasi Kitin Berbasis Selongsong Maggot (*Hermetia ilucens*) Menjadi Kitosan. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 25(3), 373–381.
- Widi, R. K. (2018). *Pemanfaatan Material Anorganik*. CV Budi Utama.
- Winangsih, Prihastanti, E., & Parman, S. (2013). Pengaruh Metode Pengeringan Terhadap Kualitas Simplisia Lempuyang Wangi (*Zingiber aromaticum* L.). *Buletin Anatomi dan Fisiologi, Volume XXI*, 19–25.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A