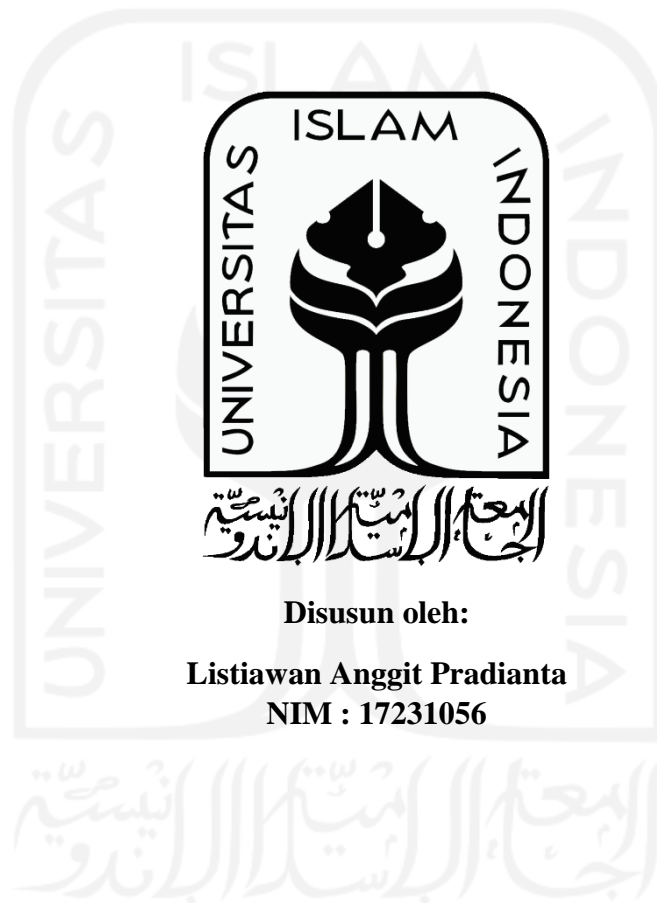


LAPORAN TUGAS AKHIR
PREPARASI KITOSAN SILIKA TERIMOBILISASI GRIESS
SALTZMAN SEBAGAI ADSORBEN DALAM PENGAMBILAN
SAMPEL GAS NO₂

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh derajat
Ahli Madya Sains (A.Md. Si) di Program Studi DIII Analisis
Kimia



Disusun oleh:

Listiawan Anggit Pradianta
NIM : 17231056

PROGRAM STUDI DIPLOMA III ANALISIS KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2021

LAPORAN TUGAS AKHIR

**PREPARASI KITOSAN SILIKA TERIMOBILISASI GRIESS
SALTZMAN SEBAGAI ADSORBEN DALAM PENGAMBILAN
SAMPEL GAS NO₂**

**PREPARATION OF CHITOSAN SILICA IMMOBILIZED
GRIESS SALTZMAN AS ADSORBENT IN TAKING GAS
SAMPLE NO₂**



Disusun oleh:

**Listiawan Anggit Pradianta
NIM : 17231056**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III ANALISIS KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2021

HALAMAN PENGESAHAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

**PREPARASI KITOSAN SILIKA TERIMOBILISASI GRIESS
SALTZMAN SEBAGAI ADSORBEN DALAM PENGAMBILAN
SAMPEL GAS NO₂**

Dipersiapkan dan disusun oleh:

Listiawan Anggit Pradianta

NIM: 17231056

Telah disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir
Program Studi D III Analisis Kimia

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia

Pada tanggal 17 Februari 2021

Menyetujui,

Ketua Program Studi

Pembimbing



**Tri Esti Purbaningtias, S.Si., M.Si.
NIK. 132311102**



**Yuli Rohyami, S.Si., M.Sc.
NIK. 052316004**

HALAMAN PENGESAHAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

PREPARASI KITOSAN SILIKA TERIMOBILISASI GRIESS SALTZMAN SEBAGAI ADSORBEN DALAM PENGAMBILAN SAMPEL GAS NO₂

Dipersiapkan dan disusun oleh:

Listiawan Anggit Pradiana

NIM: 17231056

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada tanggal 17 Februari 2021

Susunan Tim Penguji

Pembimbing/Penguji



Yuli Rohyami, S.Si., M.Sc.

NIK. 052316004

Penguji I



Tri Esti Purbaningtyas, S.Si., M.Si.

NIK. 132311102

Penguji II



Reni Banowati Istiningrum, M.Sc.

NIK. 052316002

Mengetahui,

Dekan Fakultas MIPA UII



Prof. Riyanto. S.Pd., M.Si., Ph.D.

NIK. 006120101

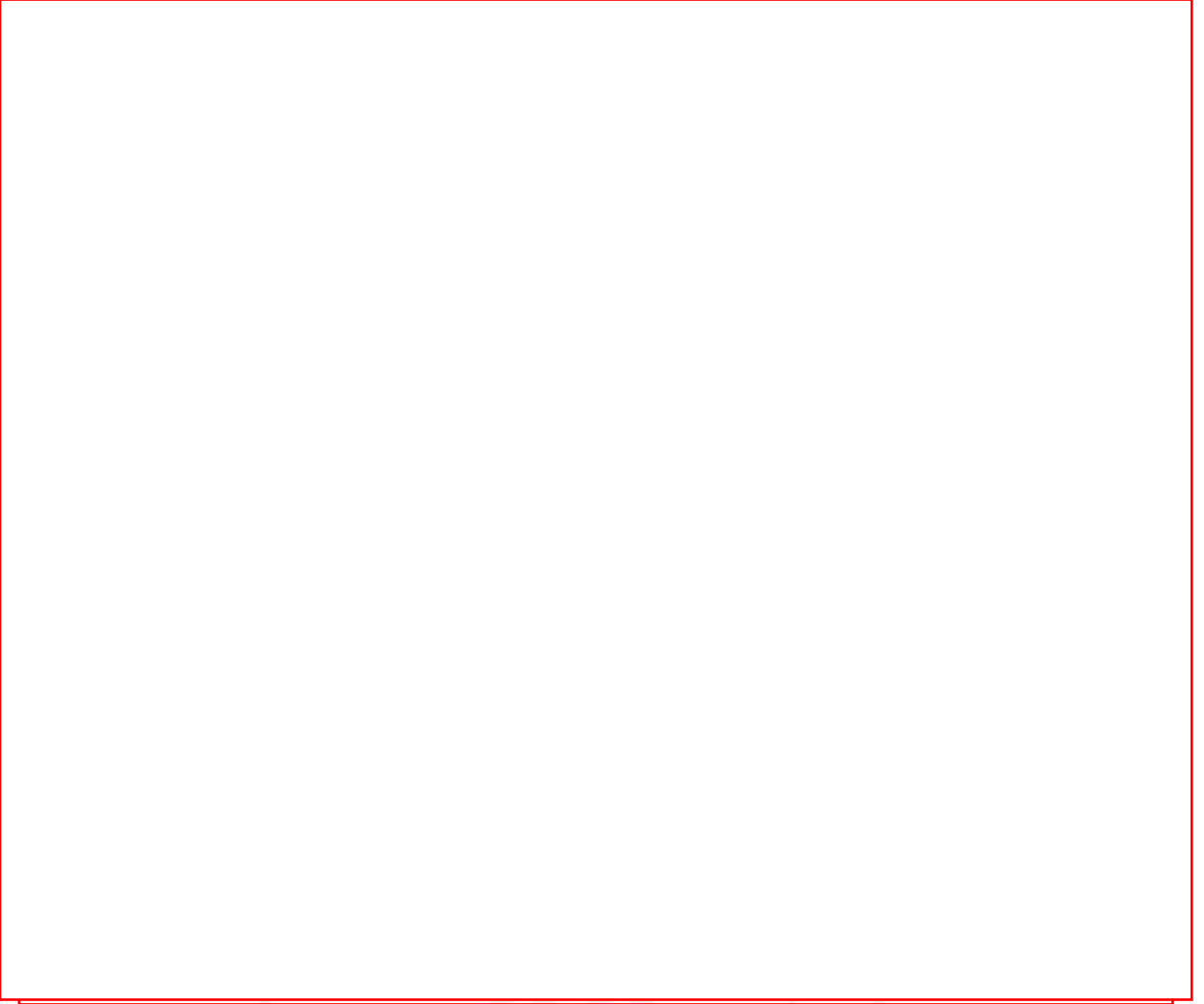
PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir dengan judul Preparasi KITOSAN Silika Terimobilisasi Griess Saltzman sebagai Adsorben dalam Pengambilan Sampel Gas NO₂ ini tidak terdapat bagian yang pernah digunakan untuk memperoleh gelar Ahli Madya atau gelar lainnya di suatu Perguruan Tinggi dan sepengetahuan saya tidak terdapat bagian yang pernah ditulis dan diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 17 Februari 2021



(Listiawan Anggit Pradianta)



الجمعة الإسلامية الأندلسية

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Bismillahirrahmanirrahim

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada saya sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul Preparasi Kitosan Silika Terimobilisasi Griess Saltzman sebagai Adsorben dalam Pengambilan Sampel Gas NO₂. Shalawat dan salam selalu saya haturkan kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga dan para sahabat beliau hingga akhir zaman.

Laporan ini berisi salah satu pengembangan metode uji gas NO₂ dengan menggunakan membran kitosan silika terimobilisasi griess saltzman sebagai adsorben untuk menentukan kondisi optimasi massa kitosan dan waktu adsorpsi yang dapat menghasilkan kapasitas adsorpsi optimum. Adsorben dibuat dengan campuran kitosan dan silika dengan perbandingan yaitu kitosan silika (2:1), kitosan silika griess Saltzman (2:1), kitosan silika (3:1), kitosan silika griess Saltzman (3:1).

Laporan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat agar dapat memperoleh derajat Ahli Madya (A.Md.Si) DIII Analisis Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia Yogyakarta. Selama proses penyusunan laporan ini penyusun telah mendapatkan bantuan dan bimbingan serta mendapatkan pengarahan dari berbagai pihak, untuk itu pada kesempatan ini penyusun mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Prof. Riyanto, M.Si., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam UII.
2. Ibu Tri Esti Purbaningtias. M.Si. selaku Ketua Program Studi DIII Analisis Kimia UII.
3. Ibu Yuli Rohyami, S.Si., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Praktik Kerja Lapangan dan Tugas Akhir.
4. Seluruh dosen, staf, dan laboran Program Studi DIII Analisis Kimia yang telah membeikan banyak ilmu dan bimbingan selama proses kuliah sampai penyusunan Tugas Akhir.

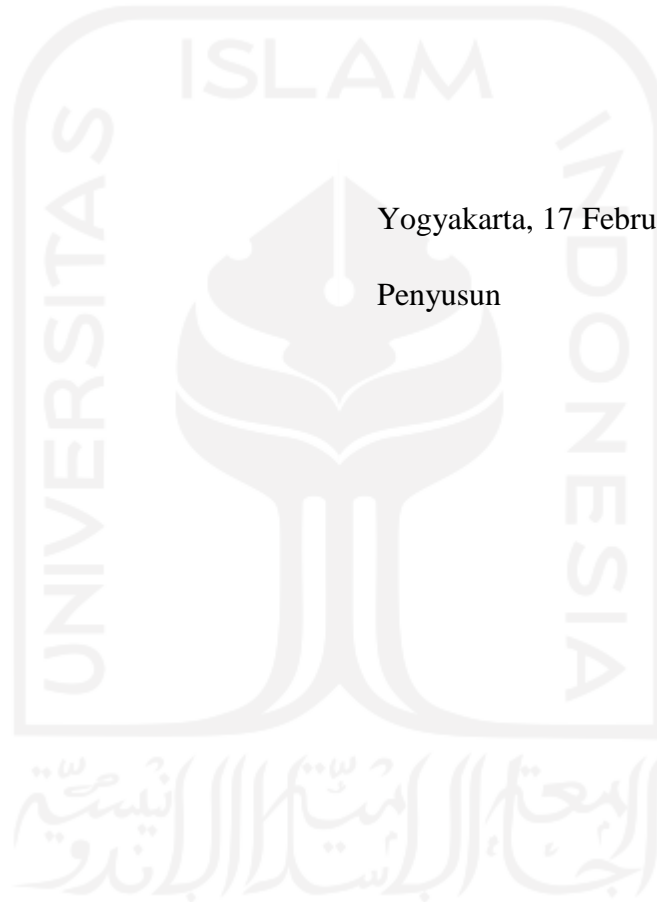
Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak yang perlu diperbaiki dan belum bisa dikatakan sempurna, oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun, untuk menyempurnakan Tugas Akhir ini.

Akhir kata penulis mohon maaf yang sebesar-besarnya apabila dalam penyusunan Tugas Akhir ini terdapat banyak kesalahan. Semoga Tugas Akhir ini memberikan manfaat khususnya bagi penulis sendiri dan bagi para pembaca.

Wassalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Yogyakarta, 17 Februari 2021

Penyusun



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
INTISARI.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Kitosan.....	4
2.2 Adsorpsi.....	4
2.3 Metode Griess Saltzman.....	5
2.4 Nitrogen Dioksida (NO ₂).....	6
2.5 Spektrofotometri UV-Vis	7
BAB III METODOLOGI.....	10
3.1 Bahan	10
3.2 Alat	10
3.1 Cara kerja	10
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	14
4.1 Massa Optimum	20
4.2 Waktu Optimum	23

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	28
5.1 Kesimpulan.....	28
5.2 Saran.....	28
DAFTAR PUSTAKA	29
LAMPIRAN.....	32



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Reaksi Pembentukan Ion Diazonium	6
Gambar 2.2 Reaksi Pembentukan Senyawa Diazo	6
Gambar 4.1 Rangkaian Alat Mengadsorpsi Gas Buang Kendaraan Bermotor	16
Gambar 4.2 Grafik Hubungan Kapasitas Adsorpsi dengan Massa Adsorben Kitosan Silika (2:1)	21
Gambar 4.3 Grafik Hubungan Kapasitas Adsorpsi dengan Massa Adsorben Kitosan Silika (3:1)	23
Gambar 4.4 Grafik Hubungan Kapasitas Adsorpsi dengan Waktu Kontak Adsorben Kitosan Silika (2:1)	25
Gambar 4.5 Grafik Hubungan Kapasitas Adsorpsi dengan Waktu Kontak Adsorben Kitosan Silika (3:1)	26

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Perbandingan Volume Sol Silika dan Sol Kitosan	11
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Larutan Standar	17
Tabel 4.2 Hasil Penentuan LOD dan LOQ	19
Tabel 4.3 Kapasitas Adsorpsi Kitosan Silika (2:1) Variasi Massa	20
Tabel 4.4 Kapasitas Adsorpsi Kitosan Silika (2:1) Griess Saltzman Variansi Massa	20
Tabel 4.5 Kapasitas Adsorpsi Kitosan Silika (3:1) Variasi Massa	22
Tabel 4.6 Kapasitas Adsorpsi Kitosan Silika (3:1) Griess Saltzman Variansi Massa	22
Tabel 4.7 Kapasitas Adsorpsi Kitosan Silika (2:1) Variasi Waktu Kontak	24
Tabel 4.8 Kapasitas Adsorpsi Kitosan Silika (2:1) Griess Saltzman Variansi Waktu Kontak	24
Tabel 4.9 Kapasitas Adsorpsi Kitosan Silika (3:1) Variasi Waktu Kontak	25
Tabel 4.10 Kapasitas Adsorpsi Kitosan Silika (3:1) Griess Saltzman Variansi Waktu Kontak	26

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Kurva Kalibrasi Deret Standar NaNO_2	32
Lampiran 2. Data Konsentrasi dan Kapasitas Adsorpsi Kitosan Silika Dengan Variasi Massa	33
Lampiran 3. Data Konsentrasi dan Kapasitas Adsorpsi Kitosan Silika Dengan Variasi Waktu	36



PREPARASI KITOSAN SILIKA TERIMOBILISASI GRIESS SALTZMAN SEBAGAI ADSORBEN DALAM PENGAMBILAN SAMPEL GAS NO₂

Listiawan Anggit Pradianta

Program Studi DIII Analisis Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan
Alam Universitas Islam Indonesia Jl. Kaliurang Km 14,5 Yogyakarta

Email pradiantaanggit98@gmail.com

INTISARI

Telah dilakukan preparasi kitosan silika terimobilisasi griess saltzman sebagai adsorben dalam pengambilan sampel gas NO₂ dan bertujuan mengetahui kondisi optimasi massa kitosan dan waktu adsorpsi yang dapat menghasilkan kapasitas adsorpsi optimum pada penggunaan adsorben kitosan silika dan kitosan silika griess Saltzman dalam pengambilan gas NO₂. Adsorben dibuat dengan campuran kitosan dan silika dengan perbandingan yaitu kitosan silika (2:1), kitosan silika griess saltzman (2:1), kitosan silika (3:1), kitosan silika griess saltzman (3:1). Analisis yang digunakan untuk menentukan kapasitas adsorpsi yaitu dengan metode griess saltzman menggunakan spektrofotometer *UV-Vis*. Berdasarkan hasil data penelitian kondisi optimum untuk ke 2 variasi yaitu kitosan silika (2:1) massa 0,1 gram dengan kapasitas adsorpsi 6.0860µg/gram dan waktu 50 menit dengan kapasitas adsorpsi 5,3458µg/gram. Kitosan silika griess saltzman (2:1) massa 0,1 gram dengan kapasitas adsorpsi 14,0637µg/gram dan waktu 60 menit dengan kapasitas adsorpsi 12,8300µg/gram. Kitosan silika (3:1) massa 0,1 gram dengan kapasitas adsorpsi 8,05996µg/gram dan waktu 60 menit dengan kapasitas adsorpsi 6,8262µg/gram. Kitosan silika griess Saltzman (3:1) massa 0,1 gram dengan kapasitas adsorpsi 13,0356µg/gram dan waktu 60 menit dengan kapasitas adsorpsi 11.8020µg/gram. Hasil adsorpsi dari empat variasi adsorben kitosan silika dapat menurunkan kadar gas NO₂ dan komposisi adsorben kitosan silika yang memiliki nilai kapasitas adsorpsi tertinggi yaitu adsorben kitosan silika (3:1) yang terimobilisasi griess saltzman dengan optimasi massa 0,1 gram dan waktu 60 menit.

Kata kunci: kitosan, silika, griess saltzman, adsorpsi, nitrogen dioksida,

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Udara merupakan unsur yang sangat penting dibutuhkan oleh manusia, tumbuhan dan hewan untuk mempertahankan hidupnya. Udara yang dibutuhkan kehidupan di bumi merupakan gas yang tidak berbau, tidak berasa, tidak tampak maupun tidak berwarna. Menurut Badan Pengawas Lingkungan Hidup DKI Jakarta, udara bersih jika terjadi penambahan gas-gas lain dan menimbulkan gangguan serta komposisi pada udara tersebut maka udara dikatakan tercemar.

Perkembangan majunya teknologi dan industri telah menimbulkan dampak besar bagi kehidupan manusia, khususnya di Indonesia yang terus mengalami peningkatan jumlah kendaraan bermotor untuk setiap tahunnya. Jumlah kendaraan pada tahun 2017 mencapai 137.211.818 unit, dengan pertumbuhan 0,06% dari tahun sebelumnya. Sementara pada tahun 2018, jumlah kendaraan mencapai 146.858.759 unit, dengan tren peningkatan yang mencapai 0,08%. Menurut Badan Pusat Statistik Jakarta Pusat, hal ini menunjukkan bahwa secara tidak langsung pencemaran udara di Indonesia akan semakin meningkat seiring peningkatan jumlah kendaraan bermotor pada tahun 2017 sampai 2018.

Peningkatan jumlah kendaraan bermotor terbukti sebagai penyumbang pencemaran udara tertinggi di Indonesia yakni sekitar 60-70%. Gas buang dari asap industri berkisar antara 10-15% sedangkan sisanya berasal dari sumber pembakaran lain yaitu seperti pembakaran sampah dan pembakaran hutan. Penyebab utama pencemaran udara yang jarang disadari yaitu berasal dari gas dan partikel yang diemisikan oleh kendaraan bermotor (Ismiyati, 2014). Emisi gas buang yang dihasilkan dari sisa hasil pembakaran kendaraan bermotor mengandung senyawa hidrokarbon (HC), karbon monoksida (CO), NO₂, oksida belerang (SO₂), timbal (Pb), karbon dioksida (CO₂) (Suharto, 2010).

Toksisitas dari kelompok polutan gas tersebut berbeda-beda, polutan yang paling berbahaya bagi kesehatan yaitu partikel-partikel, kemudian diikuti berturut-turut gas NO₂, SO_x, hidrokarbon, dan gas yang paling rendah tingkat toksisitasnya yaitu karbon monoksida. Partikel-partikel paling berbahaya karena mampu

menyingkirkan pertahanan alami dari system pernafasaan dan dapat mengakibatkan penyakit seperti asma, bronkitis dan pembengkakan paru-paru (Ratnani, 2008).

Upaya yang dapat digunakan untuk mengurangi zat pencemaran udara secara umum bisa dilakukan dengan menanam pohon, uji emisi semua kendaraan dan menyiapkan peraturan daerah mengenai uji emisi. Kendaraan yang tidak lolos uji bisa ditindak lanjuti sesuai dengan peraturan daerah. Pencemaran yang dihasilkan oleh kendaraan yang tidak lolos uji emisi, dapat dikurangi konsentrasi emisi gas pada kendaraan bermotor diperlukan suatu zat yang dapat berpotensi untuk menyerap atau mengadsorpsi gas tersebut agar konsentrasi gas di udara dapat berkurang. Adsorben yang berpotensi untuk menyerap emisi gas NO_2 yaitu karbon aktif, alumina, kitosan, dan zeolit (Redha, Penyerapan Emisi CO dan NO_x pada Gas Buang Kendaraan Menggunakan Karbon Aktif dari Kulit Cangkang Biji Kopi, 2018). Adsorpsi gas NO_2 dengan kitosan dapat mengurangi jumlah gas NO_2 .

Kitosan merupakan polimer polisakarida secara luas tersdistribusi di alam sebagai material eksoskeleton pada udang, kepiting, lobster, dan serangga dengan jumlahnya berlimpah kedua setelah selulosa. Kitosan telah diketahui bahwa memiliki gugus amina dan hidroksil yang terikat, sehingga menyebabkan kitosan mempunyai reaktifitas kimia yang tinggi dan menyebabkan sifat polielektrolit kation. Kitosan mempunyai gugus $-\text{NH}_2$ yang mempunyai sepasang elektron bebas yang reaktif terhadap senyawa lain sehingga menjadikan kitosan mudah untuk dimodifikasi (Dinata et al., 2013). Salah satu bentuk modifikasi dari kitosan adalah merubah kitosan menjadi bentuk sol agar susunan struktur dari kitosan lebih tertata. Silika merupakan salah satu adsorben yang paling sering digunakan dalam proses adsorpsi. hal ini disebabkan karena silika mudah diproduksi dan sifat permukaan yaitu struktur geometri pori dan sifat kimia pada permukaan yang dapat mudah dimodifikasi (Fahmiati, 2006). Oleh karena itu pada penelitian ini akan dibuat kitosan silika, sehingga dapat meningkatkan kapasitas adsorpsi gas NO_2 .

Proses adsorpsi dan banyaknya adsorbat yang dapat teradsorpsi terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi yaitu karakteristik adsorben, ukuran pori adsorben, pH, temperatur, waktu kontak, dan massa adsorben (Nascimento, 2012). Maka dari itu untuk mendapatkan hasil yang optimal dalam adsorpsi kitosan silika

terhadap gas NO_2 perlu dilakukan optimalisasi terhadap faktor yang dapat mempengaruhi hasil adsorpsi kitosan silika dan kitosan silika terimobilisasi Griess Saltzman. Analisis kapasitas adsorpsi adsorben kitosan silika dan kitosan silika griess Saltzman terhadap gas NO_2 dilakukan dengan menggunakan instrumen spektrofotometer ultra violet-visible (Spektrofotometer UV-Vis).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, dapat dirumuskan permasalahan yaitu,

1. Bagaimana optimasi massa pada penggunaan adsorben kitosan silika dan kitosan silika griess Saltzman yang optimum dalam pengambilan sampel gas nitrogen dioksida (NO_2)?
2. Bagaimana optimasi waktu pada penggunaan adsorben kitosan silika dan kitosan silika griess Saltzman yang optimum dalam pengambilan sampel gas nitrogen dioksida (NO_2)?

1.3 Tujuan

Mengetahui kondisi optimasi massa kitosan dan waktu adsorpsi yang dapat menghasilkan kapasitas adsorpsi optimum pada penggunaan adsorben kitosan silika dan kitosan silika griess Saltzman dalam pengambilan gas Nitrogen Dioksida.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Mempelajari metode pengambilan sampel udara dengan stabilitas yang lebih tinggi
2. Mempelajari potensi adsorben dari bahan alam ramah lingkungan yang dapat dikembangkan dalam prosedur pengambilan sampel udara

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kitosan

Kitosan merupakan senyawa turunan kitin dan mempunyai struktur kimia yang sama dengan kitin, terdiri dari rantai molekul yang panjang dan berat molekul yang tinggi. Kitosan memiliki rumus molekul $(C_6H_{11}NO_4)_n$ yang tersusun dari polimer glukosamin dan N-asetilglukosamin dan mempunyai rantai yang linear (Sugita, 2009). Kitosan adalah biopolimer yang mempunyai keunikan yaitu dalam larutan asam dan tidak dapat larut dalam larutan netral dan basa, Pelarut kitosan yang baik adalah asam asetat (Bahri, 2015). Sifat biologi kitosan yang menguntungkan yaitu alami, mudah diuraikan oleh mikroba (biodegradable), dan Biokompatibel yang artinya sebagai polimer alami yang tidak mempunyai efek samping dan tidak beracun (Muzzarelli, 1996).

Kitosan dapat diaplikasikan diberbagai bidang di industri makanan, kesehatan, farmasi, kesehatan dan pertanian serta digunakan di pengolahan air limbah. Bidang industri makanan kitosan dapat digunakan sebagai pengawet, pengawet, penstabil warna, dan tambahan pakan hewan ternak (Shahidi, 1999). Manfaat kitosan dibidang pertanian adalah sebagai herbisida, pestisida, deasidifikasi buah-buahan, sayuran, dan penjernih sari buah. Kitosan diaplikasikan sebagai antimikroba, antijamur, dan pembalut luka dan benang bedah yang mudah diserap tubuh yang diterapkan dibidang kedokteran (Sugita, 2009).

2.2 Adsorpsi

Adsorpsi adalah proses dimana terjadi fenomena fisik pada saat permukaan zat padat (adsorben) dikontakkan dengan molekul-molekul fluida (adsorbat) yang berupa gas atau cair (Nascimento, 2012). Adsorpsi dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu adsorpsi kimia dan adsorpsi fisis. Adsorpsi fisis mempunyai sifat secara umum yaitu gaya intermolekul yang lemah, sedangkan adsorpsi kimia mempunyai sifat yaitu dapat membentuk ikatan kimia antara molekul yang terikat pada permukaan adsorben dengan molekul adsorbat (Kundari, 2008).

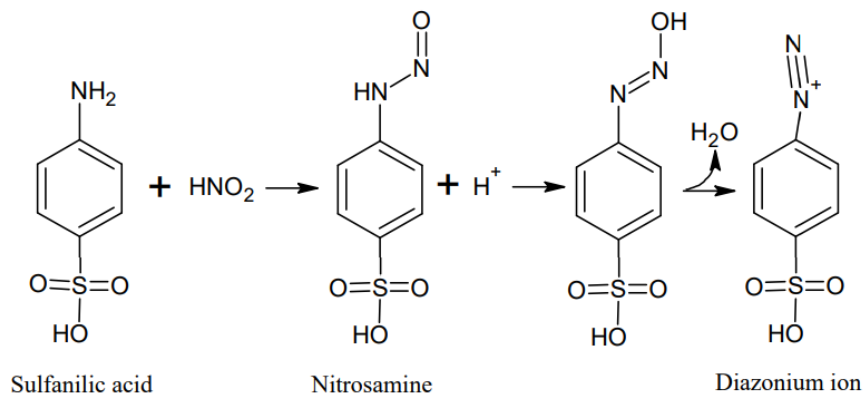
Proses adsorpsi dapat berlangsung jika permukaan padatan dan molekul gas atau cair saling dikontakan, maka terdapat gaya kohesif termasuk gaya hidrostatis

dan gaya ikatan hidrogen yang bekerja diantara molekul seluruh material. Gaya yang tidak seimbang akan menyebabkan perubahan-perubahan konsentrasi molekul pada *interface fluida*. Molekul fluida yang diserap tetapi tidak melekat ke permukaan adsorben disebut adsorptif sedangkan yang melekat disebut adsorbat (Ginting, 2008). Proses adsorpsi menunjukkan bahwa molekul akan melepaskan dari larutan dan terserap pada permukaan adsorben diakibatkan karena terjadi proses reaksi fisika dan kimia (Khairunisa, 2008).

Faktor yang dapat mempengaruhi proses adsorpsi dan banyaknya adsorbat yang dapat teradsorpsi yaitu karakteristik adsorben, ukuran pori adsorben, Ph, temperatur, waktu kontak, dan massa adsorben (Nascimento, 2012). Karakteristik adsorben dapat mempengaruhi laju adsorpsi yaitu ukuran dan luas permukaan partikel, semakin luas permukaan adsorben maka jumlah partikel adsorbat yang diserap semakin banyak. Ukuran pori adsorben berpengaruh pada proses adsorpsi, jika pori adsorben cukup besar maka proses adsorpsi akan lancar. Derajat keasaman dapat mempengaruhi proses adsorpsi karena ion hidrogen dapat menjerap secara kuat dan pH dapat mempengaruhi proses ionisasi. Temperatur berpengaruh pada proses laju adsorpsi, karena jika temperature meningkat maka laju adsorpsi akan meningkat.

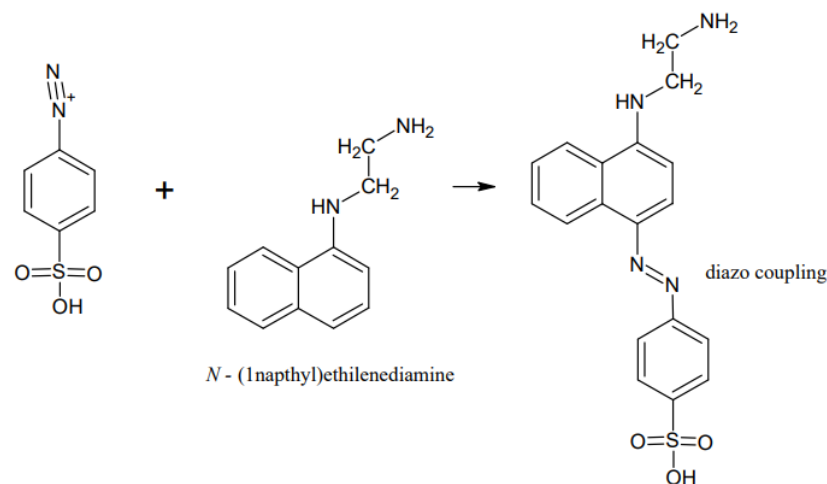
2.3 Metode Griess Saltzman

Metode griess Saltzman digunakan dalam menganalisa kolorimetri NO_2 . Metode ini didasarkan pada reaksi NO_2 dengan asam sulfanilat membentuk senyawa garam diazoinium, reaksi tersebut disajikan dalam Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Reaksi Pembentukan Ion Diazonium (Riswiyanto, 2007)

Ion diazonium akan bereaksi dengan N-(1-naftil)-etilendiamin dihidroklorida membentuk senyawa *azo dye* yang berwarna ungu muda, reaksi yang terjadi disajikan dalam Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Reaksi Pembentukan Senyawa Diazo (Silverstein, 1991)

Cara membuat larutan griess saltzman yaitu asam sulfanilat sebanyak 5 gram dilarutkan dalam 140 mL asam asetat glasial, diaduk menggunakan magnetik stirrer dengan penambahan akuades 800 mL. Larutan dipindahkan dalam labu ukur 1000 mL kemudian ditambahkan 20 mL larutan NEDA, 10 mL aseton dan tambahkan akuades hingga tanda batas, diseka lalu digojog hingga homogen. Sampel udara dijerap menggunakan larutan griess Saltzman selama satu jam, kemudian didiamkan selama 15 menit untuk mendapatkan senyawa *azo dye* yang stabil. Setelah itu konsentrasi larutan ditentukan dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 550nm (Wijaya, 2008).

2.4 Nitrogen Dioksida (NO₂)

Nitrogen dioksida (NO₂) merupakan salah satu gas yang berasal dari kelompok polutan NO₂ bersama dengan HNO₃, HNO₂, dan NO (CAI-Asia, 2010). Gas –gas ini terbentuk dari bahan bakar yang dibakar pada suhu tinggi dan bersumber dari gas buang kendaraan bermotor dan *boiler* industri pada cerobong

asap. Gas NO_2 merupakan agen pengoksidasi yang kuat ketika bereaksi di udara membentuk nitrat organik beracun dan asam nitrat korosif (EPA, 2011).

Gas NO_2 Nitrogen dioksida adalah gas beracun yang memiliki kelarutan rendah didalam air dan memiliki kelarutan tinggi dalam larutan kloroform, alkali, dan karbon disulfide. Metode yang umum digunakan dan sudah teruji keakuratannya untuk mendeteksi NO_2 pada udara adalah spektrofotometri menggunakan metode griess saltzman. Metode ini NO_2 di udara direaksikan dengan pereaksi griess saltzman membentuk senyawa yang berwarna ungu. Intensitas warna yang terjadi diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 520 nm.

2.5 Spektrofotometri UV-Vis

Spektrofotometri ultraviolet visible adalah seperangkat alat yang digunakan untuk menentukan pengukuran energi cahaya yang terdiri dari dua komponen utama yaitu spektrometer dan fotometer. Spektrometer menghasilkan spektra dengan panjang gelombang tertentu, sedangkan fotometer merupakan alat yang berfungsi untuk mengukur intensitas cahaya yang ditransmisikan atau diabsorpsi. Jadi spektrofotometer digunakan untuk mengukur energi secara relatif bila energi tersebut ditransmisikan, direfleksikan atau diemisikan sebagai fungsi dari panjang gelombang. Kelebihan dari fotometer adalah kemampuan alat dapat menyeleksi panjang gelombang yang diinginkan dengan adanya alat pengurai seperti grating, prisma atau celah optis (Gandjar, 2007).

Spektrofotometri absorpsi adalah sebuah instrumen untuk mengukur absorbs atau penyerapan cahaya dengan energi (panjang gelombang) tertentu oleh suatu atom. Absorpsi suatu cahaya oleh suatu molekul merupakan suatu bentuk interaksi antara gelombang cahaya (foton) dan atom atau molekul (Marzuki, 2012). Ketika cahaya dengan panjang berbagai panjang gelombang (cahaya polikromatis) mengenai suatu zat, maka cahaya dengan panjang gelombang tertentu saja yang akan diserap. Di dalam suatu molekul yang memegang peranan penting adalah elektron valensi dari setiap atom yang ada hingga terbentuk suatu materi. Elektron-elektron yang dimiliki oleh suatu molekul dapat berpindah (eksitasi), berputar (rotasi) dan bergetar (vibrasi) jika dikenai suatu energi. Jika zat menyerap

cahaya tampak dan ultraviolet maka akan terjadi perpindahan elektron dari keadaan dasar menuju ke keadaan tereksitasi. Perpindahan elektron ini disebut transisi elektronik. Apabila cahaya yang diserap adalah cahaya inframerah maka elektron yang ada dalam atom atau elektron (Susanti, 2011).

Menurut hukum Lambert Beer, bahwa serapan berbanding lurus dengan konsentrasi dan ketebalan sel yang dapat ditulis dengan persamaan :

$$A = \epsilon \cdot b \cdot c$$

A = serapan

ϵ = absorptivitas

b = ketebalan sel

c = konsentrasi

Hukum Lambert Beer menjadi dasar aspek kuantitatif dalam metode spektrofotometri. Konsentrasi dapat dihitung berdasarkan rumus di atas. Absorptivitas (ϵ) merupakan konstanta yang tidak tergantung pada konsentrasi, tebal kuvet, dan intensitas radiasi yang mengenai larutan sampel. Absorptivitas tergantung pada suhu, pelarut, struktur molekul, dan panjang gelombang radiasi (Day dan Underwood, 1999).

Spektrofotometer sinar tampak menggunakan lampu tungsten (wolfram) sebagai sumber sinar dan untuk sumber sinar spektrofotometer UV digunakan lampu deuterium. Energi dipancarkan sumber sinar bervariasi sesuai dengan panjang gelombangnya.

1. Monokromator

Sinar yang berasal dari sumber sinar, selanjutnya masuk ke dalam monokromator. Fungsi dari monokromator yaitu untuk memperoleh sinar monokromatis (sinar dengan satu daerah panjang gelombang). Monokromator terdapat slit (celah) yang berfungsi untuk memilih warna tertentu (panjang gelombang tertentu), pada slit tersebut terdapat celah yang dapat meloloskan panjang gelombang tertentu yang diinginkan.

3. Kuvet

Sinar monokromatis yang keluar dari monokromator memasuki sel. Sel yaitu tempat disimpan larutan sampel yang akan diukur serapannya. Sinar monokromatis

ditembakkan ke sel atau kuvet, terjadi penyerapan sejumlah cahaya, sementara sebagian akan diteruskan ke detektor.

4. Detektor

Detektor berfungsi untuk mengubah energi cahaya yang ditransmisikan atau diteruskan oleh sel, yang jatuh mengenai detektor menjadi suatu besaran yang terukur. Detektor harus mempunyai kepekaan yang tinggi, perbandingan sinyal (*noise*) yang tinggi, dan respon yang stabil pada daerah panjang gelombang pengamatan. Detektor pada spektrofotometer uv-vis umumnya mengubah energi cahaya menjadi energi listrik.

5. Meter (*read out*)

Sinyal listrik yang dihasilkan oleh detektor dapat dibaca oleh meter dengan mengkonversikannya ke dalam besaran absorbansi atau %T. Alat meter (*read out*) yang lebih modern absorbansi atau %T dapat diperoleh dalam bentuk digital.

BAB III METODOLOGI

3.1 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu kitosan, asam asetat 2% (CH_3COOH) (*Merck*), *tetraethyl orthosilicate* (TEOS), etanol, asam klorida 2%, akuades, asam sulfanilat, asam asetat glasial, aseton, N-(1-naftil)-etilendiamin dihidroklorida (NEDA, $\text{C}_{12}\text{H}_{16}\text{Cl}_2\text{N}_2$), natrium nitrit, sampel NO_2 diambil dari gas buang di knalpot kendaraan bermotor roda dua.

3.2 Alat

Alat yang digunakan untuk pembuatan membran kitosan silika terimobilisasi griess saltzman menggunakan gelas beaker 100 mL; 250 mL; dan 500 mL (Iwaki), Gelas Ukur 50 mL dan 100 mL (Iwaki), pipet ukur 1 mL; 5 mL; 10 mL; dan 25 mL (Iwaki), labu ukur 25 mL; 50 mL; 100 mL; dan 1000 mL (Iwaki), spatula, pengaduk kaca, stirer, *magnetik stirer*, cawan porselin, oven, kaca arloji, propipet, botol semprot, neraca analitik, impinger, spektrofotometer UV-Vis double beam (HITACHI UH5300)

3.1 Cara kerja

1. Pembuatan asam asetat 2%

Asam asetat glasial sebanyak 10 mL dimasukkan dalam labu ukur 500 mL, diencerkan dengan akuades hingga tanda batas, diseka kemudian digojog hingga homogen.

2. Pembuatan asam klorida (HCl) 0,1M

Asam klorida pekat sebanyak 0,4032 mL dimasukkan dalam labu ukur 50 mL, diencerkan dengan akuades hingga tanda batas, diseka kemudian digojog hingga homogen.

3. Pembuatan NEDA

Serbuk NEDA sebanyak 0,1 gram dimasukkan dalam labu ukur 100 mL menggunakan akuades hingga tanda batas, diseka lalu digojog hingga homogen.

4. Pembuatan larutan penjerap griess saltzman

Asam sulfanilat sebanyak 5 gram dilarutkan dalam 140 mL asam asetat glasial, diaduk menggunakan *magnetic stirrer* dengan penambahan akuades 800 mL. Larutan dipindahkan dalam labu ukur 1000 mL kemudian ditambahkan 20 mL larutan NEDA, 10 mL aseton dan tambahkan akuades hingga tanda batas, diselesaikan lalu digojog hingga homogen.

5. Membran kitosan silika

Pembuatan sol kitosan dan sol silika

1) Pembuatan sol kitosan

Kitosan sebanyak 4,5 gram dilarutkan dalam 150 mL asam asetat 2% dan diaduk dengan pengaduk *magnetic stirrer* selama 3 jam

2) Pembuatan sol silika

Sebanyak 11,1 mL TEOS, HCl 2,5 mL, dan akuades 44,4 mL dimasukkan dalam gelas beaker dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 24 jam

3) Pembuatan membran kitosan silika

Sol kitosan dan sol silika dicampurkan dengan perbandingan volume berdasarkan Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Perbandingan Volume Sol Silika dan Sol Kitosan

Rasio (v/v)	Volume Sol Kitosan (mL)	Volume Sol Silika (mL)
2:1	60	30
3:1	90	30

Sol kitosan dan sol silika diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 2 jam. Sol kitosan silika yang telah diaduk kemudian dituang dalam cawan petri untuk dikeringkan selama 24 jam. Membran kitosan silika yang telah mengering kemudian direndam dengan NaOH dan dinetralkan dengan akuades.

4) Pembuatan membran kitosan silika terimobilisasi griess saltzman

Membran kitosan silika yang sudah terbentuk direndam dalam larutan Griess Saltzman selama 6 jam dan dilanjutkan perendaman dengan akuades selama 12 jam.

6. Pembuatan larutan induk nitrit (NO_2^-) 2000 $\mu\text{g/mL}$

Natrium nitrit sebanyak 0,5 gram dikeringkan dalam oven selama 2 jam pada temperatur 105°C. Natrium nitrit yang sudah dikeringkan ditimbang sebanyak 0,2999 gram dilarutkan dalam labu ukur 100 mL menggunakan akuades hingga tanda batas, diseka lalu digojog hingga homogen.

7. Pembuatan larutan standar nitrit (NO_2^-) 20 $\mu\text{g/mL}$

Larutan induk nitrit diambil 2,5 mL dilarutkan dalam labu ukur 250 mL menggunakan akuades hingga tanda batas, diseka lalu digojog hingga homogen.

8. Pembuatan kurva kalibrasi

Larutan standar nitrit diambil masing-masing sebanyak 0 mL; 0,1 mL; 0,2 mL; 0,4 mL; 0,6 mL; 0,8 mL; dan 1 mL dilarutkan dalam labu ukur 25 mL menggunakan larutan penjerap Griess Saltzman hingga tanda batas, diseka lalu digojog hingga homogen. Larutan deret standar didiamkan selama 15 menit agar pembentukan warna sempurna, kemudian masing-masing larutan standar diukur serapan dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 550,0 nm dan dibuat kurva kalibrasi antara serapan dengan jumlah NO_2 ($\mu\text{g/mL}$).

9. Uji optimasi membran kitosan silika griess saltzman dan kitosan silika

9.1. Pengaruh massa

Membran kitosan silika griess saltzman dan kitosan silika ditimbang dengan sebanyak 0,1 gram; 0,2 gram; 0,3 gram; 0,4 gram; dan 0,5 gram, dimasukkan dalam selang plastik berdiameter 0,5 cm sepanjang 5 cm. Selang yang diisi dengan membran kemudian dirangkai dengan alat penjerap. Selang yang menghubungkan knalpot ke impinger disambungkan dengan selang yang diisi dengan membran kitosan silika. Larutan penjerap Griess Saltzman yang dimasukkan dalam botol penjerap sebanyak 10 mL dan dihidupkan pompa penghisap udara dan diatur kecepatan alir 0,4 L/menit, dilakukan pengambilan contoh uji selama 1 jam. larutan penjerap yang sudah dilakukan pengujian kemudian diukur serapan dengan Spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 550,0 nm.

9.2. Pengaruh waktu

Membran kitosan silika griess saltzman dan kitosan silika ditimbang dengan sebanyak 0,1 gram, dimasukkan dalam selang plastik berdiameter 0,5 cm

sepanjang 5 cm. Selang yang diisi dengan membran kemudian dirangkai dengan alat penjerap. Selang yang menghubungkan knalpot ke impinger disambungkan dengan selang yang diisi dengan membran kitosan silika. Larutan penjerap Griess Saltzman yang dimasukkan dalam botol penjerap sebanyak 10 mL dan dihidupkan pompa penghisap udara dan diatur kecepatan alir 0,4 L/menit, dilakukan pengambilan contoh uji selama 1 jam. larutan penjerap yang sudah dilakukan pengujian kemudian diukur serapan dengan Spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 550,0 nm.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kitosan adalah senyawa yang dihasilkan dari destilasi kitin yang berasal dari limbah kulit, kepala, dan ekor udang (Beni Setha, 2019). Kitosan merupakan senyawa biopolimer yang mempunyai sifat dalam larutan asam akan memiliki karakteristik kation dan bermuatan positif, sedangkan dalam larutan alkali, kitosan akan mengendap. Gugus hidroksil dan amino disepanjang rantai polimer yang dimiliki kitosan, sangat efektif mengadsorpsi kation ion logam berat maupun kation zat-zat organik (Pratiwi, 2014).

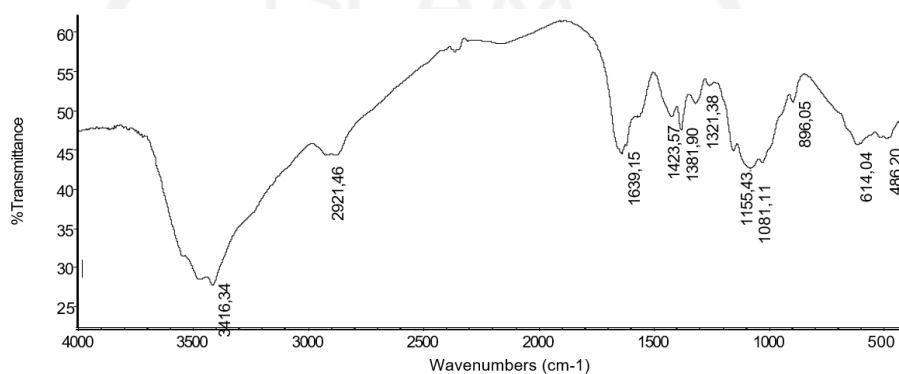
Kitosan memiliki kemampuan membentuk lapisan tipis dan memiliki sifat optis aktif (Santoso, 2016). Selain itu, kitosan memiliki sifat mudah terbiodegradasi, tidak beracun dan ramah lingkungan, menjadikan kitosan dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang, diantaranya di bidang industri, pertanian, dan lingkungan (Kusumawati, 2009). Salah satu pengaplikasian yang bisa diterapkan dalam bidang lingkungan yaitu sebagai adsorben gas buang kendaraan bermotor yang berupa gas nitrogen oksida (NO_2).

4.1 Karakterisasi Kitosan

Pengaplikasian kitosan sebagai adsorben harus dimodifikasi karena kitosan memiliki keterbatasan dalam kereaktifitasnya, oleh karena itu dalam pengaplikasian kitosan dikombinasikan dengan TEOS dan menjadikan kitosan menjadi membran. Aplikasi membran kitosan sebagai adsorben harus dilakukan optimasi untuk mendapatkan hasil adsorpsi yang maksimum. Optimasi pada penelitian ini dilakukan dengan mengembangkan membran kitosan silika diimobilisasi dengan griess Saltzman, massa kitosan dan waktu adsorpsi.

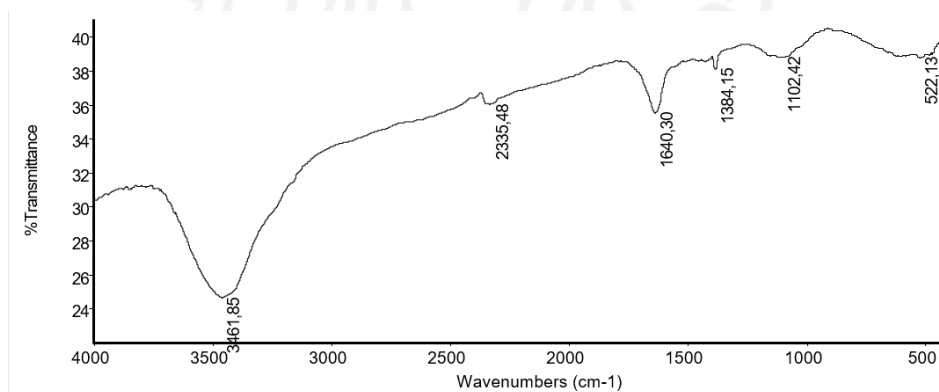
Karakterisasi kitosan dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui gugus fungsi dari senyawa kitosan, dengan menggunakan Fourier transformed infrared (FTIR). Spektroskopi inframerah ini didasarkan pada vibrasi atom dalam suatu molekul. Prinsip kerja spektroskopi inframerah yaitu dengan melewatkan radiasi elektromagnetik inframerah melalui sampel yang memiliki momen dipol permanen atau induksi dan menentukan fraksi yang terdapat dalam sampel berdasarkan radiasi

penyerapan pada energi dengan panjang gelombang tertentu (Stuart, 2004). Energi disetiap puncak pada spektrum penyerapan sesuai dengan frekuensi vibrasi molekul, sehingga memungkinkan untuk mengidentifikasi kualitatif jenis ikatan tertentu dalam sampel. Spektrometer infra merah biasanya mencatat enenrgi radiasi elektromagnetik yang ditransmisikan melalui sampel sebagai fungsi dan panjang gelombang atau frekuensi spektrum total dianalisis dengan proses interferensi dan diubah menjadi rentang frekuensi atau panjang gelombang (Edward, 2017). Spektrum IR standar kitosan disajikan dalam Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Spektrum IR Standar Kitosan

Berdasarkan spektrum FTIR standar kitosan terdapat pita tajam yang merupakan serapan untuk gugus karbonil amida (-C=O) pada bilangan gelombang 1639,15 cm⁻¹, selain itu terdapat pita serapan gugus nitrogen (-NH) dan alcohol (O-H) yang memiliki bilangan gelombang sama yaitu 3416,34 cm⁻¹. Pita serapan untuk ikatan (C-O) terdapat pada bilangan gelombang 1081,11 cm⁻¹. Spektrum IR kitosan silika griess saltzman disajikan dalam Gambar 4.2



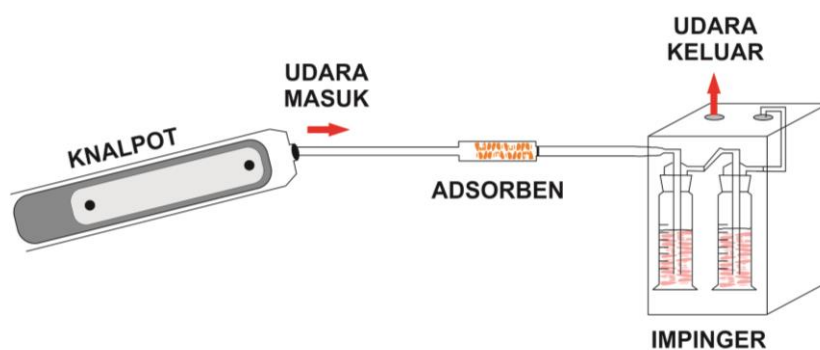
Gambar 4.2 Spektrum IR Kitosan Silika Griess Saltzman

Spektrum IR kitosan silika griess saltzman terdapat pita serapan gugus (C-N) pada bilangan gelombang $2335,48 \text{ cm}^{-1}$, gugus ini tidak terdapat serapan spektrum IR standar kitosan. Serapan untuk gugus karbonil amida (-C=O) pada bilangan gelombang $1640,30 \text{ cm}^{-1}$, selain itu terdapat pita serapan gugus nitrogen (-NH) dan alcohol (O-H) yang memiliki bilangan gelombang sama yaitu $3461,85 \text{ cm}^{-1}$. Pita serapan untuk ikatan (C-O) terdapat pada bilangan gelombang $1102,42 \text{ cm}^{-1}$.

Berdasarkan hasil serapan IR untuk spektrum standar kitosan dan kitosan silika griess Saltzman terdapat perbedaan nilai serapan pada bilangan gelombang $2335,48 \text{ cm}^{-1}$ yang hanya terdapat pada serapan kitosan silika griess saltzman, serapan tersebut merupakan serapan gugus nitril (C-N) yang terdapat pada gugus fungsi larutan griess saltzman. Spektrum standar kitosan jika dibandingkan dengan hasil pengujian pembuatan dan karakterisasi kitosan dari kulit udang galah memiliki kesamaan pada bilangan gelombang. (Azizati, 2019)

4.2 Proses Adsorpsi Gas NO₂

Membran kitosan silika dibentuk menjadi 2 jenis perbandingan volume antara sol silika dan sol kitosan yaitu, membran kitosan : silika (2:1) dan (3:1). Kedua membran tersebut masing-masing dilakukan pengimobilisasian dengan larutan penjerap griess Saltzman. Membran kitosan silika digunakan sebagai filter pada hasil gas buang kendaraan bermotor yang dirangkai seperti Gambar 4.1.



Gambar 4.3 Rangkaian alat saat mengadsorpsi gas buang kendaraan bermotor

Berdasarkan Gambar 4.1 membran kitosan silika digunakan sebagai filter untuk mengadsorpsi gas buang kendaraan bermotor yang berupa gas NO₂. Selang

yang diisi dengan membran kitosan silika dihubungkan dengan alat impinger yang berfungsi sebagai alat untuk menjerap gas NO₂ yang tidak bisa teradsorpsi oleh membran kitosan silika. Larutan penjerap tersebut diukur absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer ultra violet – visibel (UV-Vis) untuk mengetahui daya adsorpsi membrane kitosan silika terhadap gas NO₂. Variasi waktu dan massa dilakukan untuk mengetahui kondisi optimum membran kitosan silika griess Saltzman dan kitosan silika dalam mengadsorpsi gas NO₂.

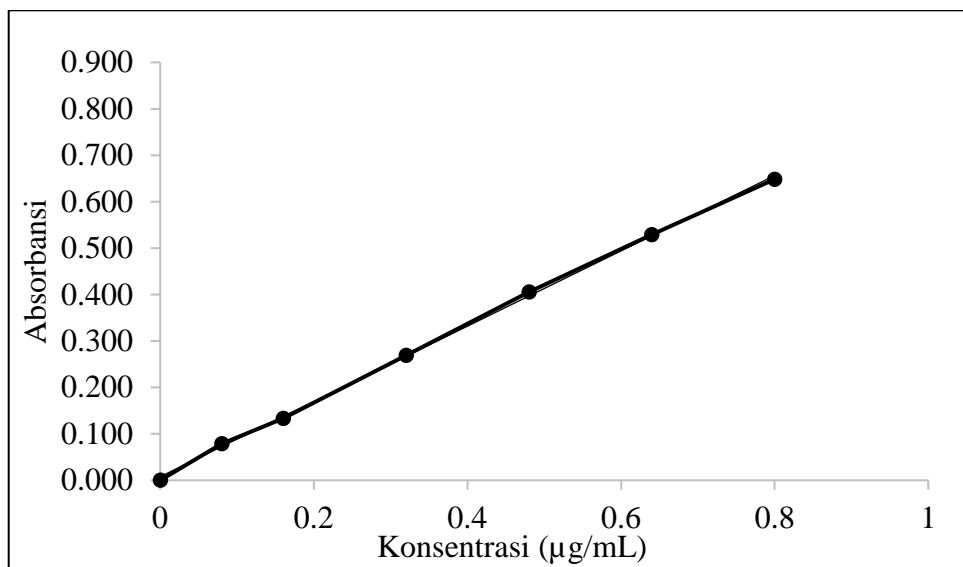
4.3 Penentuan Linearitas

Linearitas merupakan kemampuan metode analisis yang dapat memberikan respon yang proposional terhadap konsentrasi analit yang terdapat dalam sampel. Penentuan linearitas dilakukan dengan membuat kurva kalibrasi menggunakan deret standar. Deret standar yang digunakan yaitu dengan larutan standar nitrit diambil masing-masing sebanyak 0 mL; 0,1 mL; 0,2 mL; 0,4 mL; 0,6 mL; 0,8 mL; dan 1 mL dilarutkan dalam labu ukur 25 mL menggunakan larutan penjerap Griess Saltzman. Penentuan panjang gelombang untuk larutan nitrogen dioksida dilakukan dengan cara mengambil larutan deret standar tengah-tengah yang didapatkan kemudian diukur serapan zat yang memberikan penyerapan paling tinggi. Panjang gelombang yang didapatkan dalam penelitian ini yaitu sebesar 550 nm. Fungsi dari penentuan panjang gelombang yaitu pada saat penentuan serapan sampel dapat menghasilkan data yang memiliki keakuratan dan presisi yang dihasilkan semakin tinggi, atau kesalahan yang dihasilkan semakin kecil. Hasil pengukuran larutan standar nitrogen dioksida disajikan dalam Tabel 4.2.

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Larutan Standar

Standar	Konsentrasi (µg/mL)	Absorbansi
1	-0.0095	0.000
2	0.0880	0.079
3	0.1546	0.133
4	0.3228	0.269
5	0.4910	0.406
6	0.6427	0.529
7	0.7903	0.648

Hasil pengukuran larutan standar NO₂ digunakan untuk menentukan kurva kalibrasi dengan membuat grafik hubungan antara konsentrasi dengan serapan atau absorbansi dari masing-masing larutan standar yang diukur yang dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Kurva Kalibrasi Larutan Standar NO₂

Berdasarkan Gambar 4.2 didapatkan persamaan garis yaitu $y = 0.8106x + 0.0077$ dengan nilai koefisien determinasi yang diperoleh yaitu (R^2) sebesar 0.9992 dan koefisien korelasi (r) sebesar 0,9996. Menurut SNI 7119-2:2017, untuk syarat keberterimaan koefisien korelasi yaitu sebesar 0,9996. Menurut SNI 7119-2:2017, agar suatu pengujian dapat dikatakan valid maka untuk syarat keberterimaan koefisien korelasi yaitu $\geq 0,995$. Hasil uji dari penelitian ini telah memenuhi syarat keberterimaan koefisien korelasi yang telah ditentukan dan nilai ini menunjukkan bahwa linearitas dapat dikatakan baik karena nilai koefisien korelasi hasil penelitian memiliki nilai diatas 0,995.

4.4 Penentuan *Limit of Detection* (LOD) dan *Limit of Quantitation* (LOQ)

Limit of Detection (LOD) merupakan jumlah terkecil analit dalam sampel yang bisa dideteksi dan masih memberikan sinyal yang signifikansi dibandingkan dengan blanko. *Limit of Quantitation* (LOQ) adalah nilai konsentrasi terendah dari zat diukur pada saat instrumen dapat mendeteksi zat tersebut dengan presisi dan akurasi yang baik (Harmita, 2004). Penentuan nilai LOD dan LOQ menggunakan data absorbansi larutan standar nitrit dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. 2 Hasil Penentuan LOD dan LOQ

Konsentrasi ($\mu\text{g/mL}$)	Absorbansi (y)	Yi	Y-Yi	(Y-Yi) ²
0	0,0000	0,0077	-0,0077	0,0000593
0,08	0,0790	0,0725	0,0065	0,0000416
0,16	0,1330	0,1374	-0,0044	0,0000193
0,32	0,2693	0,2671	0,0022	0,0000050
0,48	0,4057	0,3968	0,0089	0,0000788
0,64	0,5287	0,5265	0,0022	0,0000048
0,8	0,6483	0,6562	-0,0078	0,0000616
$\Sigma(Y-Yi)^2$				0,0002
Sy/x				0,0073
LOD $\mu\text{g/mL}$				0,0272
LOQ $\mu\text{g/mL}$				0,0907

Berdasarkan Tabel 4. Diperoleh nilai LOD sebesar 0,0272 $\mu\text{g/mL}$, artinya konsentrasi 0,0272 $\mu\text{g/mL}$ merupakan jumlah terkecil nitrogen dioksida dalam sampel yang dapat dideteksi dan masih memberikan respon signifikan pada alat spektrofotometer UV-Vis dibandingkan dengan blanko. Nilai LOD harus berada dibawah konsentrasi dari deret standar terkecil, karena apabila konsentrasi dari deret terkecil dibawah nilai LOD, maka dapat dikatakan bahwa metode yang digunakan tidak sesuai dengan analisis yang diharapkan. Nilai LOQ yang diperoleh sebesar 0,0907 $\mu\text{g/mL}$, yang artinya kuantitas terkecil nitrogen dioksida dalam sampel yang masih dapat memenuhi kriteria seksama dan cermat sebesar 0,0907 $\mu\text{g/mL}$. Konsentrasi tersebut merupakan konsentrasi terkecil yang tidak menimbulkan bias dalam perhitungan.

Perbandingan hasil LOD dan LOQ yang ditemukan dalam SNI 7119-2:2017 didapatkan hasil yaitu untuk nilai LOD sebesar 0,04 $\mu\text{g/mL}$, sedangkan nilai LOQ sebesar 0,12 $\mu\text{g/mL}$. Berdasarkan hasil tersebut dapat dinyatakan bahwa nilai yang didapatkan dari LOD dan LOQ dari hasil penelitian dan SNI merupakan nilai analit terkecil dalam sampel yang masih dapat diukur dengan presisi dan akurat oleh instrument.

4.5 Massa Optimum

Massa membran kitosan silika (2:1), kitosan silika (2:1) terimobilisasi griess saltzman, kitosan silika (3:1) dan kitosan silika (3:1) terimobilisasi griess saltzman, yang optimum maka perlu dilakukan pengujian untuk mendapatkan adsorpsi yang maksimum. Massa kitosan sebagai adsorben saat direaksiakan berpengaruh pada adsorpsi gas NO₂. Massa adsorben yang diujikan dibuat dengan variasi 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; dan 0,5 gram. Adsorpsi yang maksimal dalam variasi massa ditentukan dengan hubungan grafik antara massa adsorben dengan kapasitas adsorben. Massa adsorben yang mempunyai kapasitas adsorpsi yang tinggi maka massa adsorben tersebut merupakan massa optimum.

4.3.1. Kitosan Silika (2:1) dan Kitosan Silika (2:1) Griess Saltzman

Hasil kapasitas adsorpsi dari adsorben kitosan silika (2:1) dengan variasi massa disajikan pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Kapasitas Adsorpsi Kitosan Silika (2:1) Variasi Massa

Massa Adsorben (gram)	Absorbansi	Konsentrasi (µg/mL)	Kapasitas Adsorpsi (µg/gram)	%Adsorpsi
0,1	0,0727	0,0801	6,0860	43%
0,2	0,0430	0,0435	4,8729	69%
0,3	0,0403	0,0403	3,3583	71%
0,4	0,0530	0,0559	2,1281	60%
0,5	0,0500	0,0522	1,7765	63%

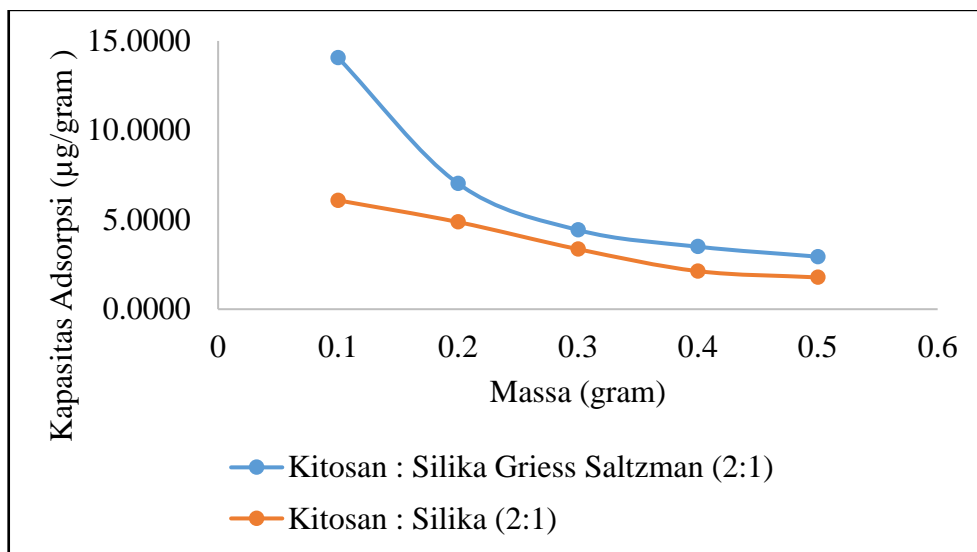
Tabel 4.3 menunjukkan hasil adsorpsi kitosan silika (2:1), dari hasil adsorpsi tersebut masa adsorben yang mempunyai kapasitas tertinggi yaitu dengan variasi massa 0,1 gram. Hasil dari adsorpsi kitosan silika (2:1) griess Saltzman disajikan pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4Kapasitas Adsorpsi Kitosan Silika (2:1) Griess Saltzman Variasi Massa

Massa (gram)	Absorbansi	Konsentrasi µg/mL	Kapasitas Adsorpsi (µg/gram)	%Adsorpsi
0,1	0,0080	0,0004	14,0637	100%
0,2	0,0080	0,0004	7,0318	100%
0,3	0,0143	0,0082	4,4274	94%
0,4	0,0087	0,0012	3,4954	99%

0,5	0,0030	-0,0058	2,9361	104%
-----	--------	---------	--------	------

Tabel 4.4 menunjukkan hasil adsorpsi kitosan silika (2:1) griess saltzman, dari hasil adsorpsi tersebut masa adsorben yang mempunyai kapasitas tertinggi yaitu dengan variasi massa 0,1 gram. Hasil dari adsorpsi kitosan silika (2:1) dan kitosan silika (2:1) griess Saltzman disajikan dalam bentuk grafik disajikan dalam Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Grafik Hubungan Kapasitas Adsorpsi dengan Massa Adsorben Kitosan Silika (2:1)

Massa optimal untuk kitosan silika (2:1) dalam grafik yaitu pada massa adsorben 0,1 gram dan semakin besar massa adsorben kitosan silika kapasitas adsorpsinya semakin menurun. Berdasarkan gambar 4.2 menunjukkan bahwa pengaruh massa pada kapasitas adsorpsi antara kitosan silika griess saltzman dan kitosan silika terhadap adsorpsi gas NO₂ terdapat perbedaan yang cukup signifikan pada massa adsorben 0,1 gram. Perbedaan massa adsorben 0,1 gram menunjukkan bahwa kitosan silika yang terimobilisasi griess Saltzman lebih optimum daripada adsorben tanpa imobilisasi griess Saltzman. Pengimobilisasian griess saltzman pada adsorben kitosan silika juga memberikan pengaruh pada kapasitas adsorpsi gas NO₂.

4.4.2. Kitosan Silika (3:1) dan Kitosan Silika (3:1) Griess Saltzman

Hasil kapasitas adsorpsi dari adsorben kitosan silika (2:1) dengan variasi massa disajikan pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 5 Kapasitas Adsorpsi Kitosan Silika (3:1) Variasi Massa

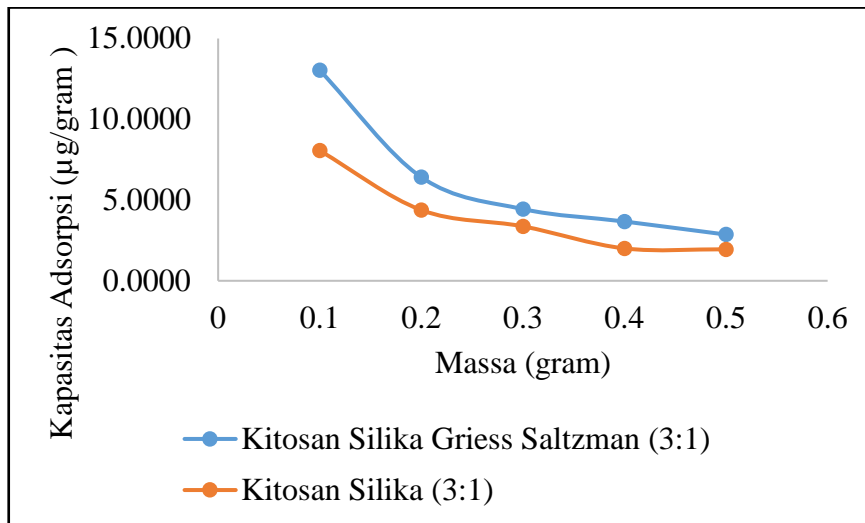
Massa Adsorben (gram)	Absorbansi	Konsentrasi ($\mu\text{g/mL}$)	Kapasitas Adsorpsi ($\mu\text{g/gram}$)	%Adsorpsi
0,1	0,0567	0,0604	8,0599	57%
0,2	0,0510	0,0534	4,3795	62%
0,3	0,0400	0,0398	3,3720	72%
0,4	0,0570	0,0608	2,0047	57%
0,5	0,0430	0,0435	1,9492	69%

Tabel 4.5 menunjukkan hasil adsorpsi kitosan silika (3:1), dari hasil tersebut masa adsorben yang mempunyai kapasitas tertinggi yaitu dengan variasi massa 0,1 gram. Hasil dari adsorpsi kitosan silika (3:1) griess Saltzman disajikan pada Tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Kapasitas Adsorpsi Kitosan Silika (3:1) Griess Saltzman Variasi Massa

Massa (gram)	Absorbansi	Konsentrasi $\mu\text{g/mL}$	Kapasitas Adsorpsi ($\mu\text{g/gram}$)	%Adsorpsi
0,1	0,0163	0,0107	13,0356	92%
0,2	0,0180	0,0127	6.4150	91%
0,3	0,0140	0,0078	4,4412	94%
0,4	0,0030	-0,0058	3,6701	104%
0,5	0,0060	-0,0021	2,8621	101%

Tabel 4.6 menunjukkan hasil adsorpsi kitosan silika (3:1) griess saltzman, dari hasil adsorpsi tersebut masa adsorben yang mempunyai kapasitas tertinggi yaitu dengan variasi massa 0,1 gram. Hasil dari adsorpsi kitosan silika (3:1) dan kitosan silika (3:1) griess Saltzman disajikan dalam bentuk grafik disajikan dalam Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Grafik Hubungan Kapasitas Adsorpsi dengan Massa Adsorben Kitosan Silika (3:1)

Pengaruh massa adsorben pada kitosan silika gries saltzman (3:1) dan kitosan silika (3:1) terhadap adsorpsi gas NO_2 dalam Gambar 4.4. Grafik tersebut menunjukkan bahwa massa optimal untuk kedua adsorben tersebut yaitu pada massa 0,1 gram. Kapasitas adsorpsi dalam grafik menunjukkan bahwa semakin berat massa adsorben maka semakin rendah nilai kapasitas adsorpsi. Grafik tersebut juga menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kapasitas adsorpsi kitosan silika griess Saltzman lebih tinggi daripada kitosan silika tanpa imobilisasi griess Saltzman. Imobilisasi griess Saltzman pada adsorben kitosan silika dapat mempengaruhi dalam proses adsorpsi gas NO_2 .

4.6 Waktu Optimum

Penentuan waktu dalam adsorpsi gas NO_2 untuk membran kitosan silika (2:1), kitosan silika (2:1) terimobilisasi griess saltzman, kitosan silika (3:1), dan kitosan silika (3:1) terimobilisasi griess saltzman, yang optimum dilakukan pengujian dengan variasi waktu 10, 20, 30, 40, 50, dan 60 menit. Penentuan waktu optimum dilakukan bertujuan untuk mendapatkan waktu yang optimum adsorben dalam mengadsorpsi gas NO_2 untuk mencapai kesetimbangan antara adsorben dan adsorbat. Waktu adsorpsi yang optimum ditentukan dengan grafik hubungan antara waktu kontak dengan kapasitas adsorpsi. waktu kontak adsorben yang mempunyai

kapasitas adsorpsi yang tinggi maka waktu kontak adsorpsi tersebut merupakan waktu kontak yang optimum.

4.4.3. Kitosan Silika (2:1) dan Kitosan Silika (2:1) Griess Saltzman

Hasil kapasitas adsorpsi dari adsorben kitosan silika (2:1) dengan variasi waktu kontak disajikan pada Tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Kapasitas Adsorpsi Kitosan Silika (2:1) Variasi Waktu Kontak

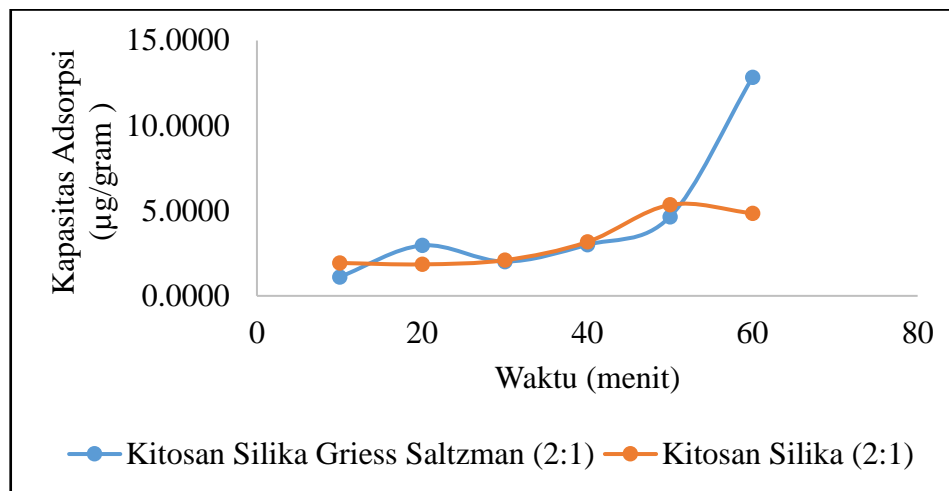
Waktu (menit)	Absorbansi	Konsentrasi ($\mu\text{g/mL}$)	Kapasitas Adsorpsi ($\mu\text{g/gram}$)	%Adsorpsi
10	-0,0170	0,0305	1,9327	173%
20	-0,0050	0,0157	1,8505	652%
30	-0,0050	0,0157	2,0972	395%
40	-0,0093	0,0210	3,1664	297%
50	-0,0043	0,0148	5,3458	138%
60	0,0727	0,0801	4,8524	38%

Tabel 4.7 menunjukkan hasil adsorpsi kitosan silika (2:1), dari hasil adsorpsi tersebut adsorben yang mempunyai kapasitas tertinggi yaitu dengan variasi waktu 60 menit. Hasil dari adsorpsi kitosan silika (2:1) griess Saltzman disajikan pada Tabel 4.8.

Tabel 4. 8 Kapasitas Adsorpsi Kitosan Silika (2:1) Griess Saltzman Variasi Waktu Kontak

Waktu (menit)	Absorbansi	Konsentrasi $\mu\text{g/mL}$	Kapasitas Adsorpsi ($\mu\text{g/gram}$)	%Adsorpsi
10	-0,0103	0,0222	1,1103	100%
20	-0,0140	0,0268	2,9608	1,043%
30	-0,0043	0,0148	2,0150	380%
40	-0,0080	0,0194	3,0019	282%
50	0,0013	0,0079	4,6468	120%
60	0,0080	0,0004	12,8300	100%

Tabel 4.8 menunjukkan hasil adsorpsi kitosan silika (2:1) griess saltzman, dari hasil adsorpsi tersebut adsorben yang mempunyai kapasitas tertinggi yaitu dengan variasi waktu 60 menit. Hasil dari adsorpsi kitosan silika (2:1) dan kitosan silika (2:1) griess saltzman disajikan dalam bentuk grafik disajikan dalam Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Grafik Hubungan Kapasitas Adsorpsi dengan Waktu Kontak Adsorben Kitosan Silika (2:1)

Grafik pada Gambar 4.5 menunjukkan waktu optimal untuk kitosan silika (2:1) dan kitosan silika griess Saltzman (2:1) untuk mengadsorpsi gas NO_2 . Waktu optimum kitosan silika griess saltzman untuk mengadsorpsi gas NO_2 yaitu 60 menit dan waktu optimum kitosan silika yaitu 50 menit. Grafik tersebut menunjukkan bahwa nilai kapasitas adsorpsi pada waktu 10 sampai 50 menit tidak terdapat perbedaan yang signifikan untuk kedua adsorben. Pengaruh imobilisasi griess Saltzman dapat dilihat dari perbedaan kapasitas adsorpsi antara kitosan silika griess Saltzman dan kitosan silika di waktu adsorpsi 60 menit, kapasitas adsorpsi dari kedua adsorben tersebut terdapat perbedaan yang signifikan.

4.4.4. Kitosan Silika (3:1) dan Kitosan Silika (3:1) Griess Saltzman

Hasil kapasitas adsorpsi dari adsorben kitosan silika (3:1) dengan variasi waktu disajikan pada Tabel 4.9.

Tabel 4. 9 Kapasitas Adsorpsi Kitosan Silika (3:1) Variasi Waktu Kontak

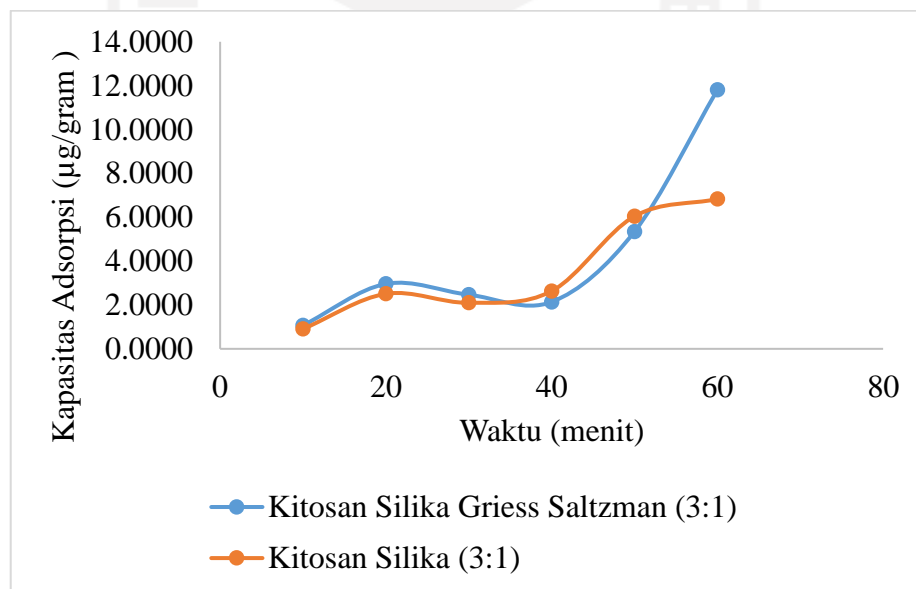
Waktu (menit)	Absorbansi	Konsentrasi ($\mu\text{g/mL}$)	Kapasitas Adsorpsi ($\mu\text{g/gram}$)	%Adsorpsi
10	-0,0087	0,0202	0,9047	81%
20	-0,0103	0,0222	2,5084	884%
30	-0,0050	0,0157	2,0972	395%
40	-0,0050	0,0157	2,6318	247%
50	-0,0100	0,0218	6,0449	157%
60	0,0567	0,0604	6,8262	53%

Tabel 4.9 menunjukkan hasil adsorpsi kitosan silika (3:1), dari hasil adsorpsi tersebut adsorben yang mempunyai kapasitas tertinggi yaitu dengan variasi waktu 60 menit. Hasil dari adsorpsi kitosan silika (3:1) griess Saltzman disajikan pada Tabel 4.10.

Tabel 4. 10 Kapasitas Adsorpsi Kitosan Silika (3:1) Griess Saltzman Variasi Waktu Kontak

Waktu (menit)	Absorbansi	Konsentrasi $\mu\text{g/mL}$	Kapasitas Adsorpsi ($\mu\text{g/gram}$)	%Adsorpsi
10	-0,0100	0,0218	1,0692	96%
20	-0,0140	0,0268	2,9608	1043%
30	-0,0080	0,0194	2,4673	465%
40	-0,0010	0,0107	2,1383	201%
50	-0,0043	0,0148	5,3458	138%
60	0,0163	0,0107	11,8020	92%

Tabel 4.10 menunjukkan hasil adsorpsi kitosan silika (3:1) griess saltzman, dari hasil adsorpsi tersebut adsorben yang mempunyai kapasitas tertinggi yaitu dengan variasi waktu 60 menit. Hasil dari adsorpsi kitosan silika (3:1) dan kitosan silika (3:1) griess saltzman disajikan dalam bentuk grafik disajikan dalam Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Grafik Hubungan Kapasitas Adsorpsi dengan Waktu Kontak Adsorben Kitosan Silika (3:1)

Grafik pada Gambar 4.6 menunjukkan bahwa pada waktu adsorpsi untuk kedua membran kitosan silika dari 10 menit sampai 50 menit tidak terdapat perbedaan nilai kapasitas adsorpsi yang signifikan. Waktu adsorpsi yang memiliki perbedaan

nilai kapasitas adsorpsi yang signifikan yaitu di waktu 60 menit. Waktu adsorpsi pada saat mengadsorpsi gas NO_2 juga mempengaruhi nilai kapasitas adsorpsi yang dapat teradsorpsi oleh membran kitosan silika. Grafik tersebut juga membuktikan bahwa imobilisasi griess saltzman pada membran juga mempengaruhi nilai kapasitas adsorpsi.

Hasil adsorpsi untuk empat macam variasi campuran kitosan silika memiliki nilai kapasitas adsorpsi yang berbeda-beda, karena perbedaan tersebut dapat dipengaruhi oleh campuran volume kitosan atau volume silika tetapi dapat dipengaruhi saat proses penyerapan emisi gas NO_2 . Penelitian ini juga dilakukan proses imobilisasi kitosan silika dengan griess saltzman yang bertujuan untuk mengetahui perbedaan kapasitas adsorpsi saat proses adsorpsi gas NO_2 dengan adsorben kitosan silika dan adsorben kitosan silika yang terimobilisasi griess saltzman. Kapasitas adsorpsi yang dihasilkan dari adsorben dipengaruhi oleh massa dan waktu kontak, dalam penelitian ini perbedaan variasi massa mempengaruhi nilai kapasitas adsorpsi yang dihasilkan oleh adsorben kitosan silika. Massa optimum dari empat variasi adsorben yang dapat mengadsorpsi gas NO_2 yaitu 0,1 gram, karena nilai kapasitas adsorpsi yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan dengan variasi massa adsorben dengan massa 0,5 gram, hal ini dikarenakan oleh pengaruh luas adsorben kitosan silika dengan bentuk yang tidak sama dalam segi ukuran yang mengakibatkan proses kontak antara adsorben dengan gas NO_2 tidak terserap secara maksimal. Proses pengontakan ini dipengaruhi oleh kelancaran aliran gas emisi yang tidak terserap oleh adsorben (Redha, 2018).

Adsorpsi gas NO_2 oleh adsorben kitosan silika yang dihasilkan dalam penelitian ini jika dibandingkan dengan adsorpsi gas NO_2 menggunakan adsorben karbon aktif untuk persen adsorpsi yang dihasilkan lebih kecil daripada persen adsorpsi dengan adsorben kitosan silika. Perbedaan kapasitas adsorpsi tersebut disebabkan oleh material bahan yang digunakan dan cara untuk memodifikasi adsorben berbeda (Redha,2018)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil studi adsorpsi gas NO₂ pada adsorben kitosan silika dengan beberapa variasi komposisi dapat disimpulkan bahwa massa optimum adsorben kitosan silika (2:1), kitosan silika (2:1) griess saltzman, kitosan silika (3:1), dan kitosan silika (3:1) griess Saltzman yaitu dapat mengadsorpsi gas NO₂ secara optimum pada massa 0,1 gram. Waktu optimum adsorben kitosan silika (2:1) griess saltzman, kitosan silika (3:1), dan kitosan silika (3:1) griess Saltzman yaitu dapat mengadsorpsi gas NO₂ secara optimum pada waktu 60 menit sedangkan adsorben kitosan silika (2:1) memiliki waktu optimum pada waktu 50 menit.

5.2 Saran

Bedasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan masih terdapat kekurangan, oleh karena itu ada beberapa saran yang bisa untuk melakukan penelitian yang lebih lanjut

1. Kondisi saat pengambilan sampel harus dalam kondisi yang sama untuk mendapatkan hasil yang valid dan stabil.
2. Pengambilan sampel digunakan impinger yang stabil dan baik untuk mendapatkan penyerapan gas NO₂ yang optimal.
3. Alat penelitian saat pengambilan sampel lebih disederhanakan untuk memudahkan dan mempercepat pengambilan sampel.

DAFTAR PUSTAKA

- Azizati, Z. (2019). *Pembuatan dan Karakterisasi Kitosan Kulit Udang Galah*. Semarang: Chemistry Walisongo.
- Bahri, R. (2015). Derajat Destilasi Kitosan dari Cangkang Kerang Darah dengan Penambahan NaOH Secara Bertahap. *Jurnal Riset Kimia*, 1-10.
- Beni Setha, F. R. (2019). Karakteristik Kitosan dari Kulit Udang Vaname dengan Menggunakan Suhu dan Waktu yang Berbeda dalam Proses Destilasi. *JPHPI 2019, Vol. 22, No. 3*, 498-507.
- BPLH DKI Jakarta. (2013). *Zat-zat Pencemar Udara*. Jakarta: BPLHD DKI Jakarta.
- BPSJP. (2020). *Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis, 1949-2018*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- BSN. (2017). *SNI 7119-2:2017*. Jakarta: BSN.
- CAI-Asia. (2010). *Factsheet No. 13 - Nitrogen Dioxide (NO₂) Status and Trends in Asia*. Pasig City, Philippines: Cleanairinitiative.
- Day, R. a. (1999). *Analisis Kimia Kuantitatif*. Jakarta: Erlangga.
- Edward, J. D. (2017). *Isolasi dan Identifikasi Kitin dan Kitosan dari Kulit Udang Windu dengan Spektroskopi Inframerah*. Ambon: Kementrian Perindustrian Indonesia.
- EPA. (2011). *Reducing Greenhouse Gas Emissions through Recycling and Composting*. Seattle, WA: U.S. EPA Region 10.
- Fahmiati, N. &. (2006). Termodinamika Adsorpsi Cd(II), Ni(II), dan Mg(II) pada Silika Gel. *Indonesia Journal of Chemistry*, 52-56.
- Gandjar, I. G. (2007). *Kimia Farmasi Analisis*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Ginting, F. (2008). *Pengujian Alat Pendingin Sistem Adsorpsi Dua Adsorber dengan Menggunakan Metanol 1000mL sebagai Refrigeran*. Jakarta: Program Studi Sarjana Teknik Mesin Universitas Indonesia .
- Ismaila Olalekan Saheeda, O. W. (2020). Chitosan Modifications for Adsorption of Pollutants. *Hazardous Materials*, 1-61.
- Ismiyati. (2014). Pencemaran Udara Akibat Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor. *Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik - Vol. 01 No. 03*, 241-248.

- Khairunisa, R. (2008). *Kombinasi Teknik Elektrolisis dan Teknik Adsorpsi Menggunakan Karbon Aktif untuk Menurunkan Konsentrasi Senyawa Fenol dalam Air*. Depok: Universitas Indonesia.
- Kundari, N. &. (2008). Tinjauan Kesetimbangan Adsorpsi Tembaga dalam Limbah Pencuci PCB dengan Zeolit. *Seminar Nasional IV SDM Teknologi Nuklir*, 376-386.
- Kusumawati, N. (2009). Pemanfaatan Limbah Kulit Udang sebagai Bahan Baku Pembuatan Membran Ultrafiltrasi. *Inotek*, 13(2), 113-120.
- Mariana, D. (2012). Pendayagunaan Kitosan dari Kulit Udang Sebagai Adsorben Gas Buang Kendaraan Bermotor. *Konversi Vol. 1 No.2*, 5-10.
- Marzuki, A. (2012). *Kimia Analisis Farmasi*. Makassar: Dua Satu Press.
- Muzzarelli, R. (1996). Chitosan-based Dietary Foods . *Carbohydr.Polym*, 309-316.
- Nascimento, M. V. (2012). Characterisation of Isoeleutherin In Aqueous Extract of Eleutherine Plicata Herb, Iridaceae, Active Againts Entamoeba Hystolica/Entamoeba dispar In Vitro. *International Journal of Pharmaceutical Science and Research*, 3 (4), 1096-1100.
- Pratiwi, R. (2014). Manfaat Kitin dan Kitosan Bagi Kehidupan Manusia. *Oseana, Vol. 39, No.1*, 35-43.
- Ratnani, R. (2008). Teknik Pengendalian Pencemaraan Udara yang Diakibatkan oleh Partikel. *Momentum, Vol. 4, No. 2*, 27-32.
- Redha, F. (2018). Penyerapan emisi CO dan NOx pada Gas Buang Kendaraan Menggunakan Karbon Aktif dari Kulit Cangkang Biji Kopi. *Biopropal Industri Vol. 9, No. 1*, 37-47.
- Redha, F. (2018). Penyerapan Emisi CO dan NOx pada Gas Buang Kendaraan Menggunakan Karbon Aktif dari Kulit Cangkang Biji Kopi. *Biopropal Industri Vol. 9, No. 1*, 37-47.
- Riswiyanto. (2007). *Kimia Organik*. Jakarta: Erlangga.
- Santoso, J. J. (2016). Pengaruh Komposisi PVA/Kitosan terhadap Perilaku Membran Komposit PVA/Kitosan/Grafin Okisida yang terikat Silang Asam Sulfat. *Jurnal Sains dan Seni ITS, Vol. 5, No.1*, 37-43.
- Shahidi, F. J. (1999). Food Applications of Chitin and Chitosans. *Trends in Food Science & Technology*, 10(2), 37-51.
- Silverstein, R. (1991). *Spectrometric Identification of Organic Compound*. Canada: Jhon Wiley & Sons. Inc.

- Stuart, B. (2004). *Infrared Spectroscopy: Fundamnetal and Aplicatons (Analytical Techniques in the Sciences (AnTs)*. Chichester: UK.
- Sugita, P. d. (2009). *Kitosan : Sumber Biomaterial Masa Depan*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Suharto. (2010). *Limbah Kimia dalam Pencemaraan Air dan Udara*. Yogyakarta: Andi.
- Susanti, Y. W. (2011). *Analisis Kimia Farmasi Kuantitatif*. Makassar: Universitas Hasanudin.
- Vogel, A. I. (1989). *Textbook of Practical Chemistry*. England: Pearson-Prentice Hall.
- Wijaya, A. (2008). *Pemantauan Kualitas Udara Ambient dan Emisi dengan Parameter Nitrogen Dioksida (NO₂) dan Nitrogen Oksida (NO_x) di dalam Industri Perminyakan*. Jakarta Selatan: Departemen Kimia Universitas Indonesia.



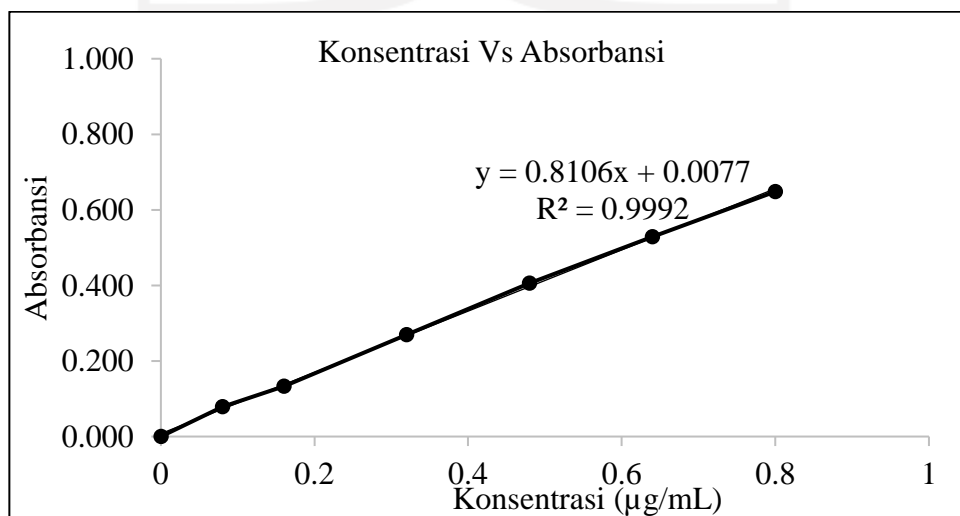
LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan kurva kalibrasi deret standar NaNO₂

1. Data absorbansi deret standar NaNO₂

Data Kurva Kalibrasi Deret Standar NaNO ₂							
NO	Konsentr asi μg/mL	Absorbansi					Konsentr asi Terukur
		1	2	3	Rata- rata	Terkore ksi	
1	0	-0.010	-0.010	-0.009	-0.010	0.000	-0.0095
2	0.08	0.070	0.069	0.069	0.069	0.079	0.0880
3	0.16	0.124	0.124	0.122	0.123	0.133	0.1546
4	0.32	0.260	0.259	0.260	0.260	0.269	0.3228
5	0.48	0.396	0.396	0.396	0.396	0.406	0.4910
6	0.64	0.520	0.519	0.518	0.519	0.529	0.6427
7	0.8	0.639	0.638	0.639	0.639	0.648	0.7903

2. Kurva Kalibrasi larutan standar NaNO₂



3. Penentuan *Limit of Detection* (LOD) dan *Limit of Quantitation* (LOQ)

Konsentrasi ($\mu\text{g/mL}$)	Absorbansi (y)	Yi	Y-Yi	(Y-Yi) ²
0	0.0000	0.0077	-0.0077	0.0000593
0.08	0.0790	0.0725	0.0065	0.0000416
0.16	0.1330	0.1374	-0.0044	0.0000193
0.32	0.2693	0.2671	0.0022	0.0000050
0.48	0.4057	0.3968	0.0089	0.0000788
0.64	0.5287	0.5265	0.0022	0.0000048
0.8	0.6483	0.6562	-0.0078	0.0000616
$\Sigma(Y-Yi)^2$				0.0002
$S_{y/x}$				0.0073
LOD $\mu\text{g/mL}$				0.0272
LOQ $\mu\text{g/mL}$				0.0907

$$S_{y/x} = \sqrt{\frac{\Sigma(Y_i - Y_c)^2}{(n-2)}}$$

$$= \sqrt{\frac{0,0002704}{(7-2)}}$$

$$= 0.0002$$

$$\text{LOD} = \frac{3 \times S_{y/x}}{\text{slope}}$$

$$= \frac{3 \times 0.0002}{0.8106}$$

$$= 0.0272 \mu\text{g/mL}$$

$$\text{LOQ} = \frac{10 \times S_{y/x}}{\text{slope}}$$

$$= \frac{10 \times 0.0002}{0.8106}$$

$$= 0.0907 \mu\text{g/mL}$$

Lampiran 2. Data konsentrasi dan kapasitas adsorpsi kitosan silika dengan variasi massa

1. Blanko

Data Konsentrasi Blanko							
No	Sampel	Absorbansi			Rata-rata	Konsentrasi $\mu\text{g/mL}$	Rata-rata Konsentrasi $\mu\text{g/mL}$
		1	2	3			
1	Sampel Blanko 1	0.112	0.112	0.112	0.112	0.1287	0.1410
2	Sampel Blanko 2	0.132	0.132	0.132	0.132	0.1533	

2. Kitosan silika (2:1) dan Kitosan silika (2:1) Griess Saltzman

Data Kapasitas Absorpsi Kitosan Silika (2:1)							
No	Massa (gram)	Absorbansi			Rata-rata	Konsentrasi $\mu\text{g/mL}$	Kapasitas Adsorpsi ($\mu\text{g/gram}$)
		1	2	3			
1	0.1	0.072	0.073	0.073	0.0727	0.0801	6.0860
2	0.2	0.043	0.044	0.042	0.0430	0.0435	4.8729
3	0.3	0.040	0.040	0.041	0.0403	0.0403	3.3583
4	0.4	0.053	0.053	0.053	0.0530	0.0559	2.1281
5	0.5	0.050	0.050	0.050	0.0500	0.0522	1.7765

Data Kapasitas Absorpsi Kitosan Silika (2:1) Griess Saltzman							
No	Massa (gram)	Absorbansi			Rata-rata	Konsentrasi $\mu\text{g/mL}$	Kapasitas Adsorpsi ($\mu\text{g/gram}$)
		1	2	3			
1	0.1	0.008	0.008	0.008	0.0080	0.0004	14.0637
2	0.2	0.008	0.008	0.008	0.0080	0.0004	7.0318
3	0.3	0.015	0.014	0.014	0.0143	0.0082	4.4274
4	0.4	0.008	0.009	0.009	0.0087	0.0012	3.4954
5	0.5	0.003	0.003	0.003	0.0030	-0.0058	2.9361

3. Kitosan silika (3:1) dan Kitosan silika (3:1) Griess Saltzman

Data Kapasitas Absorpsi Kitosan Silika (3:1)							
No	Massa (gram)	Absorbansi			Rata-rata	Konsentrasi $\mu\text{g/mL}$	Kapasitas Adsorpsi ($\mu\text{g/gram}$)
		1	2	3			
1	0.1	0.056	0.057	0.057	0.0567	0.0604	8.0599
2	0.2	0.051	0.051	0.051	0.0510	0.0534	4.3795
3	0.3	0.040	0.040	0.040	0.0400	0.0398	3.3720
4	0.4	0.057	0.057	0.057	0.0570	0.0608	2.0047
5	0.5	0.043	0.043	0.043	0.0430	0.0435	1.9492

Data Kapasitas Absorpsi Kitosan Silika (3:1) Griess Saltzman							
No	Massa (gram)	Absorbansi				Konsentrasi $\mu\text{g/mL}$	Kapasitas Adsorpsi ($\mu\text{g/gram}$)
		1	2	3	Rata-rata		
1	0.1	0.017	0.016	0.016	0.0163	0.0107	13.0356
2	0.2	0.018	0.018	0.018	0.0180	0.0127	6.4150
3	0.3	0.014	0.014	0.014	0.0140	0.0078	4.4412
4	0.4	0.003	0.003	0.003	0.0030	-0.0058	3.6701
5	0.5	0.006	0.006	0.006	0.0060	-0.0021	2.8621

Lampiran 3. Data konsentrasi dan kapasitas adsorpsi kitosan silika dengan variasi waktu

1. Blanko

Data Konsentrasi Blanko						
No	Sampel	Absorbansi				Konsentrasi $\mu\text{g/mL}$
		1	2	3	Rata-rata	
1	Sampel Blanko 10	-0.002	-0.001	-0.001	-0.0013	-0.0111
2	Sampel Blanko 20	0.010	0.010	0.010	0.0100	0.0028
3	Sampel Blanko 30	0.012	0.012	0.012	0.0120	0.0053
4	Sampel Blanko 40	0.016	0.016	0.017	0.0163	0.0107
5	Sampel Blanko 50	0.039	0.039	0.039	0.0390	0.0386
6	Sampel Blanko 60	0.112	0.112	0.112	0.1120	0.1287

2. Kitosan silika (2:1) dan Kitosan silika (2:1) Griess Saltzman

Data Kapasitas Absorpsi Kitosan Silika (2:1)							
No	Waktu (menit)	Absorbansi			Rata-rata	Konsentrasi $\mu\text{g/mL}$	Kapasitas Adsorpsi ($\mu\text{g/gram}$)
		1	2	3			
1	10	-0.017	-0.017	-0.017	-0.0170	-0.0305	1.9327
2	20	-0.006	-0.004	-0.005	-0.0050	-0.0157	1.8505
3	30	-0.005	-0.005	-0.005	-0.0050	-0.0157	2.0972
4	40	-0.010	-0.009	-0.009	-0.0093	-0.0210	3.1664
5	50	-0.004	-0.004	-0.005	-0.0043	-0.0148	5.3458
6	60	0.072	0.073	0.073	0.0727	0.0801	4.8524

Data Kapasitas Absorpsi Kitosan Silika (2:1) Griess Saltzman							
No	Waktu (menit)	Absorbansi			Rata-rata	Konsentrasi $\mu\text{g/mL}$	Kapasitas Adsorpsi ($\mu\text{g/gram}$)
		1	2	3			
1	10	-0.011	-0.01	-0.01	-0.0103	-0.0222	1.1103
2	20	-0.014	-0.014	-0.014	-0.0140	-0.0268	2.9608
3	30	-0.005	-0.004	-0.004	-0.0043	-0.0148	2.0150
4	40	-0.008	-0.008	-0.008	-0.0080	-0.0194	3.0019
5	50	0.001	0.001	0.002	0.0013	-0.0079	4.6468
6	60	0.008	0.008	0.008	0.0080	0.0004	12.8300

3. Kitosan silika (3:1) dan Kitosan silika (3:1) Griess Saltzman

Data Kapasitas Absorpsi Kitosan Silika (3:1)							
No	Waktu (Menit)	Absorbansi				Konsentrasi $\mu\text{g/mL}$	Kapasitas Adsorpsi ($\mu\text{g/gram}$)
		1	2	3	Rata-rata		
1	10	-0.008	-0.009	-0.009	-0.0087	-0.0202	0.9047
2	20	-0.010	-0.010	-0.011	-0.0103	-0.0222	2.5084
3	30	-0.005	-0.005	-0.005	-0.0050	-0.0157	2.0972
4	40	-0.005	-0.005	-0.005	-0.0050	-0.0157	2.6318
5	50	-0.010	-0.010	-0.010	-0.0100	-0.0218	6.0449
6	60	0.056	0.057	0.057	0.0567	0.0604	6.8262

Data Kapasitas Absorpsi Kitosan Silika (3:1) Griess Saltzman							
No	Waktu (Menit)	Absorbansi				Konsentrasi $\mu\text{g/mL}$	Kapasitas Adsorpsi ($\mu\text{g/gram}$)
		1	2	3	Rata-rata		
1	10	-0.010	-0.010	-0.010	-0.0100	-0.0218	1.0692
2	20	-0.014	-0.014	-0.014	-0.0140	-0.0268	2.9608
3	30	-0.008	-0.008	-0.008	-0.0080	-0.0194	2.4673
4	40	-0.001	-0.001	-0.001	-0.0010	-0.0107	2.1383
5	50	-0.004	-0.004	-0.005	-0.0043	-0.0148	5.3458
6	60	0.017	0.016	0.016	0.0163	0.0107	11.8020