

**PENGARUH VARIASI REAGEN ASAM DALAM PEMBUATAN SENSOR
UREA MENGGUNAKAN REAGEN *DIACETIL MONOXIME-
THIOSEMICARBAZIDE* SECARA ADSORPSI PADA PLAT SILIKA GEL**

SKRIPSI

**Oleh:
HANIM ISTATIK BADI'AH
NIM. 11630046**



**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
2015**

**PENGARUH VARIASI REAGEN ASAM DALAM PEMBUATAN SENSOR
UREA MENGGUNAKAN REAGEN *DIACETIL MONOXIME-
THIOSEMICARBAZIDE* SECARA ADSORPSI PADA PLAT SILIKA GEL**

SKRIPSI

**Oleh:
HANIM ISTATIK BADI'AH
NIM. 11630046**

**Diajukan Kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim
Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
2015**

**PENGARUH VARIASI REAGEN ASAM DALAM PEMBUATAN SENSOR
UREA MENGGUNAKAN REAGEN *DIACETYL MONOXIME-
THIOSEMICARBAZIDE* SECARA ADSORPSI PADA PLAT SILIKA GEL**

SKRIPSI

Oleh:
HANIM ISTATIK BADI'AH
NIM.11630046

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji:
Tanggal: 01 Desember 2015

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Begum Fauziyah, S.Si M.Farm
NIP. 19830628 200912 2 004

Akyunul Jannah, S.Si M.P
NIP.19750410 200501 2 009

Mengetahui,
Ketua Jurusan Kimia

Elok Kamilah Hayati, M.Si
NIP.19790620 200604 2 002

**PENGARUH VARIASI REAGEN ASAM DALAM PEMBUATAN SENSOR
UREA MENGGUNAKAN REAGEN *DIACETIL MONOXIME-
THIOSEMICARBAZIDE* SECARA ADSORPSI PADA PLAT SILIKA GEL**

SKRIPSI

Oleh :
HANIM ISTATIK BADI'AH
NIM.11630046

**Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
Dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal: 01 Desember 2015**

**Penguji Utama : Rachmawati Ningsih, M.Si (.....)
NIP. 19810811 200801 2 010**

**Ketua Penguji : drg. Arief Suryadinata (.....)
NIP. 19850720 200912 1 003**

**Sekretaris Penguji : Begum Fauziah, S.Si M,Farm (.....)
NIP. 19830628 200912 2 004**

**Anggota Penguji : Akyunul Jannah, S.Si M.P (.....)
NIP. 19750410 200501 2 009**

**Mengesahkan,
Ketua Jurusan Kimia**

Elok Kamilah Hayati, M.Si
NIP. 19790620 200604 2 002

SURAT PERNYATAAN ORISINILITAS PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Hanim Istatik Badi'ah

NIM : 11630046

Jurusan : Kimia

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : Pengaruh Variasi Jenis Reagen Asam dalam Pembuatan Sensor Urea menggunakan Reagen *Diacetil Monoxime-Thiosemicarbazide* secara Adsorpsi pada Plat Silika Gel

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 12 Desember 2015
Yang Membuat Pernyataan,

Hanim Istatik Badi'ah
NIM. 11630046

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur atas kehadiran Allah Swt., dengan limpahan rahmat dan hidayahNya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Sholawat dan salam semoga tetap terlimpahkan atas Nabi Muhammad Saw., nabi akhir zaman, penegak kebenaran dan pembawa rahmat untuk umatnya.

Penyusunan skripsi ini tentunya tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu tidak berlebihan pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih atas kesempatan dan kepercayaan yang telah diberikan. Ucapan terima kasih penulis ditujukan kepada:

1. Kedua orang tua penulis, Bapak Habib Mustofa dan Ibu Masrikah, adik-adik penulis, Happy Ulil Azlina dan Helsa Putri Aurora, beserta keluarga besar penulis yang selalu ikhlas dan tulus mendoakan di rumah dan selalu memberikan supportnya baik berupa moril maupun materi.
2. Prof. Dr. H. Mudjia Rahardjo, M.Si. selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. drh. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
5. Elok Kamilah Hayati, M. Si. selaku Ketua Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
6. Begum Fauziyah, S.Si, M.Farm selaku dosen pembimbing skripsi, drg. Arief Suryadinata selaku konsultan dan Akyunul Jannah selaku pembimbing agama,

yang telah banyak memberikan pengarahan, motivasi dan pengalaman yang sangat berharga.

7. Ibu Rachmawati Ningsih M.Si selaku penguji utama dalam ujian skripsi ini.
8. Segenap sivitas akademika Jurusan Kimia, terutama seluruh dosen, terimakasih atas semua ilmu dan bimbingannya.
9. Teman-teman satu tim sensor kimia (Ima dan Iqbal), serta teman-teman Kimia angkatan 2011.
10. Semua pihak yang ikut membantu dalam menyelesaikan skripsi ini baik berupa materil maupun moril.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun. Akhirnya, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca pada umumnya. *Amiin ya Rabbal Alamiin.*

DAFTAR ISI

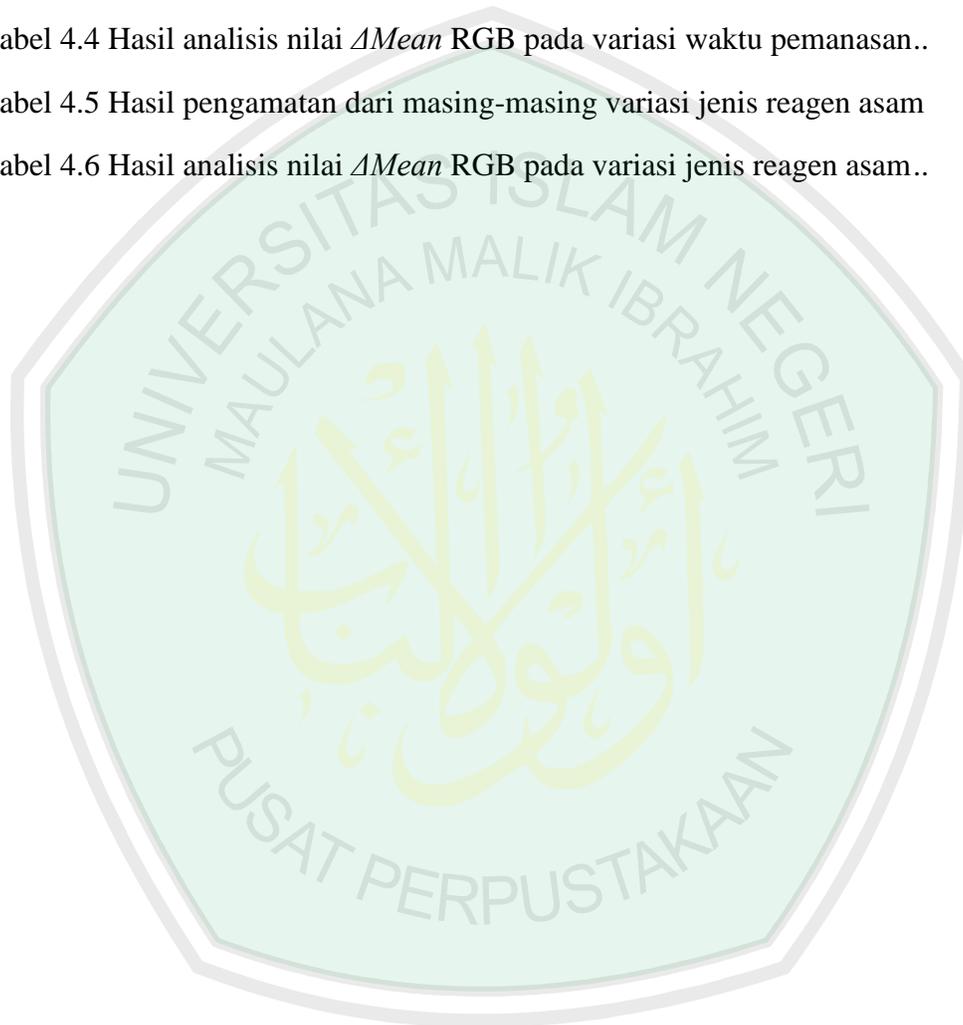
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
SURAT PERNYATAAN ORISINILITAS	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
ABSTRAK	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	6
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Batasan Masalah	7
1.5 Manfaat Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Sensor Kimia.....	8
2.2 Sensor Urea.....	10
2.3 Immobilisasi.....	14
2.3.1 Adsorpsi	14
2.4 Parameter Sensor	16
2.5 Plat Silika Gel	17
2.6 Anaisis Warna Digital Dengan Model Warna RGB	17
2.7 Penyakit dalam Prespektif Islam.....	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	24
3.1 Pelaksanaan Penelitian.....	24
3.2 Alat dan Bahan.....	24
3.3 Tahapan Penelitian.....	24
3.4 Langkah Kerja.....	25
3.4.1 Preparasi Bahan dan Reagen	25
3.4.2 Immobilisasi Reagen DAM-TSC dan Reagen Asam pada Plat Silika Gel untuk Pembuatan Sensor Urea secara Adsorpsi.....	26
3.4.3 Penentuan Jenis Reagen Asam Terbaik dalam Pembuatan Sensor Urea secara Adsorpsi pada Plat Silika Gel	28
3.4.6 Pengumpulan Data	29
3.4.7 Analisis Data	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Immobilisasi Reagen DAM-TSC dan Reagen Asam pada Plat	

Silika Gel untuk Identifikasi Urea	34
4.1.1 Penentuan Teknik Adsorpsi Reagen DAM-TSC pada Plat Silika Gel untuk Identifikasi Urea	35
4.1.2 Penentuan Waktu Pemanasan Reagen DAM-TSC pada Plat Silika Gel untuk Identifikasi Urea.....	39
4.2 Penentuan Jenis Reagen Asam Terbaik dalam Pembuatan Sensor Urea secara Adsorpsi pada Plat Silika Gel	43
4.3 Pandangan Islam tentang Penelitian Pembuatan Sensor Urea	47
BAB V PENUTUP	52
5.1 Kesimpulan	52
5.2 Saran	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN – LAPMPIRAN	55



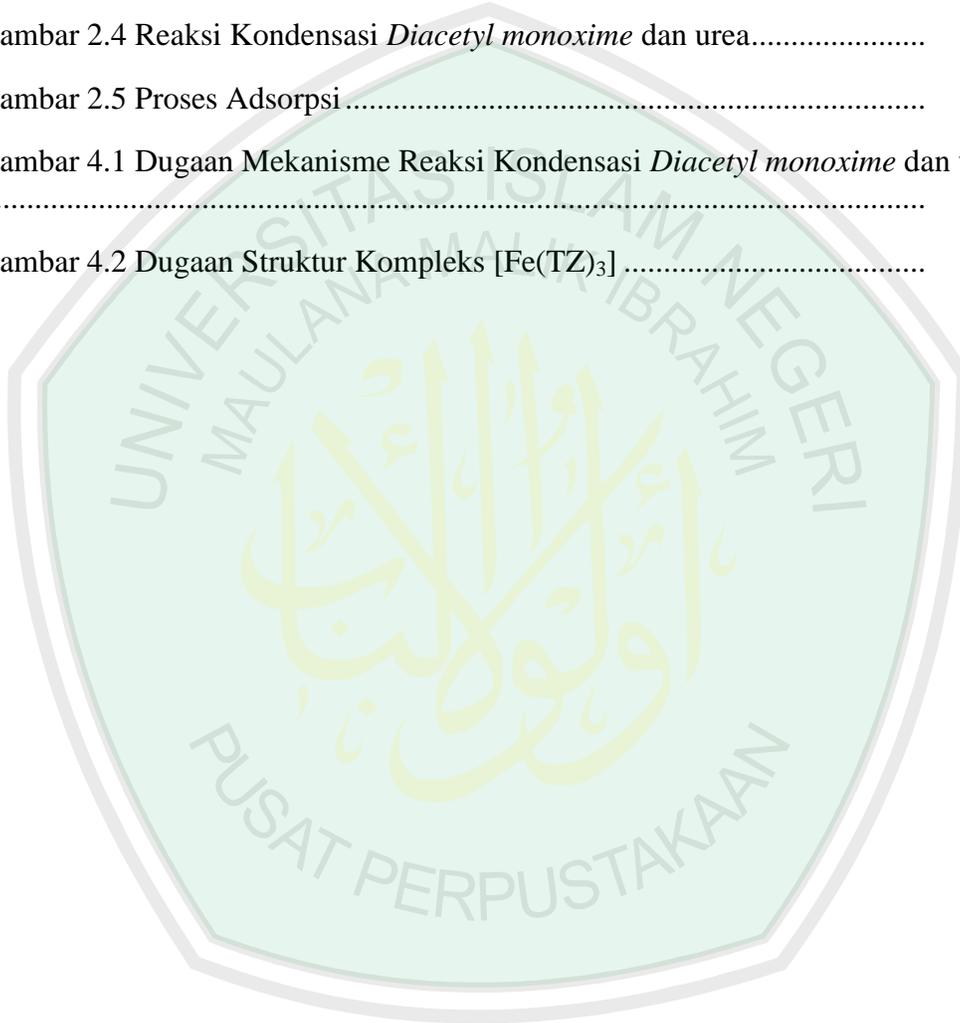
DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil pengamatan dari masing-masing variasi teknik adsorpsi	37
Tabel 4.2 Hasil analisis nilai $\Delta Mean$ RGB pada variasi teknik adsorpsi.....	39
Tabel 4.3 Hasil pengamatan dari masing-masing variasi waktu pemanasan	41
Tabel 4.4 Hasil analisis nilai $\Delta Mean$ RGB pada variasi waktu pemanasan..	43
Tabel 4.5 Hasil pengamatan dari masing-masing variasi jenis reagen asam	45
Tabel 4.6 Hasil analisis nilai $\Delta Mean$ RGB pada variasi jenis reagen asam..	48



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Sensor Kimia	9
Gambar 2.2 Struktur Molekul Urea	11
Gambar 2.3 Reaksi Samping Pembentukan Hidroksilamin	12
Gambar 2.4 Reaksi Kondensasi <i>Diacetyl monoxime</i> dan urea.....	12
Gambar 2.5 Proses Adsorpsi	15
Gambar 4.1 Dugaan Mekanisme Reaksi Kondensasi <i>Diacetyl monoxime</i> dan urea	32
Gambar 4.2 Dugaan Struktur Kompleks $[Fe(TZ)_3]$	34



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Diagram Alir.....	56
Lampiran 2 Perhitungan Jumlah Zat Cair yang Teruapkan	62
Lampiran 3 Data Analisis Nilai RGB	67



ABSTRAK

Badi'ah, Hanim Istatik. 2015. **Pengaruh Variasi Reagen Asam dalam Pembuatan Sensor Urea menggunakan Reagen *Diacetyl Monoxime-Thiosemicarbazide* secara Adsorpsi pada Plat Silika Gel**. Skripsi. Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Begum Fauziyah, M.Farm (II) Akyunul Jannah, S.Si M.P

Kata kunci: sensor urea, diasetil monoksim, tiosemikarbazida, asam sulfat, asam asetat, asam klorida, asam fospat, urea

Sensor urea merupakan salah satu contoh aplikasi sensor yang dikembangkan dalam bidang analisis klinis dan kesehatan. Sensor ini dibuat dengan mengimmobilisasikan reagen-reagen kimia yang spesifik terhadap urea pada suatu matriks. Pembuatan sensor urea dilakukan dengan mengintegrasikan reagen diasetil monoksim-tiosemikarbazida dengan reagen asam pada sebuah material pendukung berupa plat silika gel. Penelitian tentang pemeriksaan kadar urea telah banyak dilakukan seperti pada Rahmatullah (1980), namun penelitian-penelitian sebelumnya masih dengan menggunakan larutan. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk membuat sensor urea serta mengetahui pengaruh dari variasi jenis reagen asam dalam pembuatan sensor urea secara adsorpsi pada plat silika gel.

Penelitian yang dilakukan ini meliputi preparasi sampel, preparasi bahan, penentuan teknik immobilisasi reagen diasetil monoksim-tiosemikarbazida pada plat silika gel yang meliputi penentuan teknik adsorpsi dan waktu pemanasan. Tahapan selanjutnya adalah penentuan jenis reagen asam terbaik dalam pembuatan sensor urea, pengumpulan data serta analisis data dari $\Delta Mean$ RGB menggunakan *Adobe Photoshop CS5*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknik immobilisasi terbaik pada penentuan teknik adsorpsi adalah dengan teknik totol yang memiliki waktu respon 2 menit dan warna mulai menghilang pada 1 jam 52 menit, dan memiliki nilai $\Delta Mean$ RGB sebesar 71. Sedangkan pada waktu pemanasan terbaik diperoleh pada waktu pemanasan selama 30 menit, yang ditunjukkan dengan warna mulai pudar pada 1 jam 25 menit dan memiliki nilai $\Delta Mean$ RGB sebesar 77,11. Untuk penentuan reagen asam terbaik diperoleh pada reagen asam fosfat dan asam sulfat yang ditunjukkan dengan waktu respon yang paling pendek, yaitu 3 menit 12 detik dengan warna mulai pudar pada 1 jam 30 menit, dan memiliki nilai $\Delta Mean$ RGB sebesar 97,89.

ABSTRACT

Badi'ah, Hanim Istatik. 2015. **The Effect Of Acid Reagent Variation In Fabrication Urea Sensor Use *Diacetyl monoxime-Thiosemicarbazide* Reagent By Adsorption On Silica Gel Plate**. Thesis. Chemistry Departement Science and Technology Faculty Islamic State University Of Maulana Malik Ibrahim Malang. Supervisor (I) Begum Fauziah, M.Farm (II) Akyunul Jannah, S.Si M.P

Keyword: urea sensor, diacetyl monoxime, thiosemicarbazide, sulfuric acid, acetic acid, hydrochloric acid, phosphoric acid, urea.

Urea sensor is one of sensor application that is developed in many fields such as clinical analysis. This sensor can be fabricated by immobilizing specific chemical reagents on a matrix. Urea sensor is fabricated by integrating diacetyl monoxime-thiosemicarbazide reagent and acid reagent on silica gel plate as supporting material. Many researches about determination of urea concentration was done but those researches still used conventional method. The aims of this research are to fabricate urea sensor and to know the effect of acid reagent variation in the fabrication of urea sensor by adsorption on silica gel plate.

The steps on this reseach including sample preparation, chemical reagents preparation, determination of best immobilization technique on silica gel plate including determination of best adsorption technique and best heating time. Next step was determination of best acid reagent in the fabrication of urea sensor, collecting data and analysis of data from $\Delta Mean$ RGB using *adobe photoshop CS5*.

The result showed that the best immobilization technique in determination of adsorption technique was by splattering reagent, which obtained 2 minutes of respon time and the color started to disappear at 1 hour and 52 minutes with $\Delta Mean$ RGB 71. The best heating time was at 30 minutes and the color started to disappear at 1 hour and 25 minutes with $\Delta Mean$ RGB 77,11. The best acid reagent that was obtained is phosphoric acid and sulfuric acid reagent which provided the shortest respon time (3 minutes and 12 seconds) and the color started to disappear at 1 hour and 30 minutes with $\Delta Mean$ RGB 97,89.

مستخلص البحث

بدیعة، هانیم إستاتیک. 2015. تأثير منوعات كاشف حامض في صنع رقابة یوریان امتزازا علی لوحة هلام السیلیکا . بحث علمي. قسم الكیمیاء كلية العلوم والتكنولوجيا جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرف: (1) بغوم فوزية الماجستير (2) أعین اللجنة الماجستير.

الكلمات الرئيسية: رقابة یوریان, ثنائي الأستیل مونوكسیم، تیوسمی كربازیدا، حمض الكبیریت، وحمض الخلیك، حمض الهیدروكلوریک، حمض الفوسفات والیوریا

رقابة یوریا هی إحدى من تطبیقات الرقابة المتقدمة فی مجال التحلیل السریری والصحة. رقابة یوریا المصنوع بنقل الكواشف الكیمیائیة محددة لالیوریا فی المصفوفة. جعل رقابة یوریا ویتم من خلال دمج ثنائي الأستیل كاشف مونوكسیم، تیوسمی كربازیدا مع كاشف الحمضية علی الدعم المادي مثل لوحة هلام السیلیکا. وقد أجريت بحوث علی فحص مستوى یوریا خارج كما هو الحال فی رحمة الله (1980)، ولكن الدراسات السابقة لا تزال تستخدم المذیبات. والغرض من هذا البحث هو جعل استشعار یوریا وكذلك تحديد تأثير التغيرات فی نوع كاشف الحمضية فی تصنيع أجهزة الاستشعار یوریا عن طریق الامتزاز علی لوحات هلام السیلیکا.

یتضمن هذا البحث علی تحضير عینات، وإعداد المواد، وتصمیم ثنائي الأستیل كاشف تقنية تجمید مونوكسیم، تیوسمی كربازیدا علی لوحة هلام السیلیکا یتضمن تحديد تقنيات الامتزاز ووقت الاحماء. المرحلة التالية هی تحديد أفضل نوع من كاشف الحمضية فی تصنيع أجهزة الاستشعار والیوریا، وجمع البیانات وتحلیل البیانات من Δ میان رغ ب باستخدام أدوی فوتوشوب ج س 5

نتیجة البحث تدل علی أن أفضل أسلوب الشلل فی تحديد أسلوب الامتزاز هو الأسلوب الذي لديه وقت الاستجابة البقع 2 وبدأ اللون لتختفي فی ساعة 52 دقيقة، ولها قيمة Δ میان رغ ب من 71. علی الرغم من أن الوقت التدفئة من الأفضل الحصول علیها عند تسخین لمدة 30 دقيقة، كما یتبین من الألوان تبدأ لتتلاشى فی 1 ساعة 25 دقيقة، وكان قيمة Δ میان رغ ب من 77,11 لتحديد كاشف الحمض هو الأفضل الحصول علیها فی حمض الفوسفات كاشف وبدل علی حمض الكبیریت مع أقصر وقت الاستجابة، وهو 3 دقائق 12 ثانية مستخدما الألوان تبدأ لتتلاشى فی ساعة و 30 دقيقة، ولها قيمة Δ میان رغ ب من 97,89.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penelitian sensor sampai saat ini masih merupakan suatu topik yang sangat luas dan melibatkan berbagai disiplin ilmu. Aplikasi dari teknologi sensor sendiri dapat ditemui dalam banyak bidang antara lain kesehatan, industri, laboratorium, pengelolaan lingkungan, pertambangan, pertanian, dan lain sebagainya. Aplikasi sistem sensor ini masih akan terus berkembang sesuai dengan kebutuhan.

Sensor kimia merupakan alat yang menggunakan komponen reagen-reagen kimia yang diintegrasikan pada suatu padatan pendukung sehingga menghasilkan perubahan fisika-kimiawi yang dapat dirubah menjadi sinyal-sinyal elektrik yang dapat dibaca dengan mudah. Sensor kimia memiliki dua bagian yang penting, yaitu elemen reseptor yang merespon secara selektif dan transduser fisik yang mengubah informasi kimia menjadi signal yang dapat dianalisis (Plata dkk, 2010). Teknik analisis dengan sensor sangat menarik untuk dikembangkan karena selektifitas dan akurasi pendekatannya yang dinilai cukup handal.

Sampai saat ini, pada umumnya analisis klinis dengan sampel darah atau urin masih terbatas dilakukan di laboratorium sentral rumah sakit yang dilengkapi dengan peralatan yang canggih, dilakukan oleh petugas yang terdidik dalam ruang yang terkontrol, serta memerlukan biaya yang relatif tidak murah. Hal ini menyebabkan kesulitan besar bagi masyarakat yang tinggal dipedesaan dan jauh dari rumah sakit besar. Namun dengan kemajuan di bidang teknologi saat ini, dimungkinkan untuk melakukan analisis klinis menggunakan sensor yang dapat dilakukan di laboratorium ataupun puskesmas yang ada di desa-desa, lebih jauh lagi analisis atau pengukuran ini bisa dilakukan oleh si pasien sendiri. Teknologi

sensor memberikan beberapa keuntungan dibandingkan dengan teknik analisis konvensional, yaitu sederhana, mudah dalam penggunaan, memiliki tingkat spesifitas yang tinggi dan memiliki waktu proses untuk memperoleh hasil diagnosis yang cepat.

Sensor urea merupakan salah satu contoh aplikasi sensor dalam bidang analisis klinis dan kesehatan. Sensor urea dibuat dengan mengintegrasikan reagen-reagen kimia yang spesifik terhadap urea pada suatu matriks. Teknik sensor urea ini masih belum begitu berkembang bila dibandingkan dengan biosensor urea, padahal teknik biosensor urea memiliki beberapa kelemahan seperti penggunaan enzim yang sangat rentan terhadap kondisi lingkungan baik pH maupun suhu yang dapat mendenaturasi enzim sehingga dapat memberikan efek terhadap kestabilan dan sensitifitas dari biosensor yang dihasilkan.

Urea merupakan produk sisa hasil metabolisme protein yang diekskresikan melalui urin oleh ginjal. Urea dalam darah atau yang sering disebut dengan BUN (Blood Urea Nitrogen) dalam keadaan normal memiliki kadar 5-25 mg/dL. Peningkatan kadar urea dalam darah dapat disebabkan oleh meningkatnya aktivitas katabolisme protein jaringan, pemecahan protein yang berlebihan dan terutama oleh adanya kelainan fungsi ginjal yang menyebabkan berbagai penyakit ginjal (Shanmugam, 2010). Gagal ginjal terjadi ketika ginjal tidak mampu lagi mengangkut hasil metabolisme tubuh atau melakukan fungsi regulernya dalam hal filtrasi. Pada penderita gagal ginjal yang parah dapat mengalami komplikasi seperti stroke, jantung koroner, dan penyakit pembuluh darah perifer.

Komplikasi penyakit ginjal yang ditimbulkan oleh gangguan fungsi ginjal yang parah membuat penyakit ginjal menjadi salah satu penyebab kematian di dunia. Di Amerika Serikat insiden penyakit gagal ginjal diperkirakan 10 kasus per

4 juta penduduk per tahun dan akan meningkat sekitar 8% setiap tahunnya. Berdasarkan data mortality WHO South East Asia Region pada tahun 2010-2012 penderita penyakit gagal ginjal terdapat 250.217 jiwa (WHO, 2013). Sedangkan di Indonesia pada tahun 2009 tercatat sebanyak 5.450, tahun 2010 sebanyak 8.034 penderita, pada tahun 2011 meningkat sebanyak 12.804 penderita, dan pada tahun 2012 meningkat menjadi 24.141 penderita (Indonesia Renal Registry, 2012). Kondisi ini berbeda pada tiap-tiap daerah, di Jawa Barat misalnya, sebagai salah satu provinsi di Indonesia memiliki kontribusi yang cukup besar yaitu pada tahun 2009 tercatat 2.003 penderita. Tahun 2010 penderita meningkat menjadi 2.412 penderita, dan pada tahun berikutnya tercatat sebanyak 3.038 penderita.

Islam merupakan agama yang mengatur seluruh aspek kehidupan manusia agar dapat menjalani kehidupan di dunia dengan baik untuk menuju kebahagiaan dunia dan akhirat dan salah satu aspek terpenting itu adalah kesehatan. Manusia tidak pernah lepas dari yang namanya sakit, dan dibalik sakit yang diberikan oleh Allah selalu ada obat untuk penyakit tersebut. Allah berfirman dalam surat Yunus ayat 57:

يَأْتِيهَا النَّاسُ قَدْ جَاءَتْكُمْ مَوْعِظَةٌ مِّن رَّبِّكُمْ وَشِفَاءٌ لِّمَا فِي الصُّدُورِ وَهُدًى
وَرَحْمَةً لِّلْمُؤْمِنِينَ ﴿٥٧﴾

Artinya:

“Hai manusia, Sesungguhnya telah datang kepadamu pelajaran dari Tuhanmu dan penyembuh bagi penyakit-penyakit (yang berada) dalam dada dan petunjuk serta rahmat bagi orang-orang yang beriman” (Yunus: 57).

Nabi Muhammad Saw. bersabda bahwasannya “Sesungguhnya Allah menurunkan penyakit dan obat, dan menciptakan obat bagi setiap penyakit, maka berobatlah kalian namun jangan berobat dengan yang haram”. Firman Allah dan hadist diatas menjelaskan bahwasannya setiap penyakit yang diberikan Allah

kepada umatnya pastilah Allah juga memberikan obatnya. Selain itu Allah juga menganjurkan untuk segera berobat disaat kita terserang penyakit agar penyakit itu tidak menguasai tubuh kita dan merampasnya (An-Najjar, 2011). Dari penjelasan tersebut, dapat kita ketahui bahwa penyakit gagal ginjal yang banyak terjadi khususnya di Indonesia dapat dicegah dengan melakukan pemeriksaan terhadap kadar urea darah secara berkala.

Pemeriksaan kadar urea dalam darah ini telah dikembangkan sejak jaman dahulu kala, akan tetapi pada masa itu pemeriksaannya masih terbatas dilakukan di laboratorium dengan penggunaan reagen-reagen tertentu. Metode penentuan urea yang ditemukan oleh Fearon dan merupakan dasar dari berbagai metode penentuan kadar urea dalam cairan biologis adalah menggunakan reagen *diacetyl monoxime-thiosemicarbazide* dan larutan asam kuat (Wibenga, 1971). Dalam penelitiannya Feraon menggunakan urea yang direaksikan dengan diasetil pada suasana asam kuat akan menghasilkan senyawa kompleks berwarna merah muda. Namun banyak kekurangan dalam metode ini seperti reaksi yang terjadi dalam medium asam kuat yang dapat mengalami pembentukan *hidroxylamine* sebagai reaksi samping yang dapat menurunkan sensitivitas analisis dan kestabilan warna yang dibentuk. Berbagai variasi reagen asam telah diuji dalam reaksi untuk efektivitasnya dalam menghilangkan *hydroxylamine*, sehingga warna yang timbul tidak terganggu. Hasil penelitian oleh Coulombe & Favreau (1963) menggunakan asam lemah H_3PO_4 untuk meningkatkan kestabilan reaksinya dengan waktu pemanasan yang dibutuhkan untuk membentuk warna kompleks adalah 20 menit dan kestabilan warna selama 2 jam. Rahmatullah & Boyde (1980) menunjukkan bahwa penggunaan reagen asam kuat H_2SO_4 saja dapat meningkatkan pengembangan warna sampai konsentrasi optimum pada 250 ml

per liter asam, akan tetapi warna yang dibentuk sangat sensitif terhadap cahaya, sifat sensitif terhadap cahaya ini akan membuat kestabilan warnanya lebih cepat berkurang. Penggunaan reagen asam H_2SO_4 ini membutuhkan waktu pemanasan untuk pengembangan warna selama 10 menit dengan waktu kestabilannya selama 1 jam. Dalam Rho (1980) Coloumbe & Favreau menyatakan bahwa penggunaan asam kuat saja dapat memberikan hasil warna yang lebih tinggi dari pada asam lemah, akan tetapi dengan pencampuran kedua jenis asam tersebut kestabilan warna yang dihasilkan jauh lebih baik dibandingkan hanya menggunakan satu jenis asam saja. Seperti dalam penelitian Gazzaniga & Ceriotti (1965) yang mencoba menggabungkan reagen asam H_2SO_4 dengan CH_3COOH yang direaksikan dengan reagen *diacetyl monoxime* dan antipirin membutuhkan waktu pemanasan selama 25 menit dengan kestabilan warna yang terbentuk hanya 0,67 jam.

Oleh karena itu, peneliti mencoba untuk mengkombinasikan asam kuat H_2SO_4 dengan asam lemah H_3PO_4 . Selain itu juga digunakan kombinasi antara asam kuat dengan asam kuat dan asam lemah dengan asam lemah. Diharapkan dari penggunaan variasi reagen asam ini didapatkan reagen asam terbaik dengan waktu kestabilan yang tinggi guna memperbaiki penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Reagen asam terbaik yang telah didapatkan kemudian direaksikan dengan *diacetyl monoxime-thiosemicarbazide* dan dikombinasikan dengan $FeCl_3$ yang menurut Marsh et al (1965) mampu untuk mempercepat reaksi dan meningkatkan sensitifitas reaksi pada identifikasi urea.

Pembuatan sensor dilakukan dengan cara mengimmobilisasikan reagen identifikasi urea pada plat silika gel dengan teknik adsorpsi. Metode immobilisasi secara adsorpsi pada plat silika gel juga pernah dilakukan oleh Fitriani (2013)

untuk identifikasi fenilpiruvat yang dilakukan dengan direndam selama 30 menit dan mengeringkannya dengan oven pada suhu 35 °C selama 10 menit. Konsentrasi terkecil dari natrium fenilpiruvat yang dapat dideteksi pada penelitian Fitriani (2013) yaitu natrium fenilpiruvat 0,5 mmol/L.

Berdasarkan alasan-alasan yang sudah dipaparkan diatas, perlu dilakukan variasi reagen asam yang kemudian diimmobilisasikan secara adsorpsi pada plat silka gel. Sehingga didapatkan sebuah sensor urea yang memiliki kestabilan warna yang tinggi dan dapat memenuhi kebutuhan masyarakat akan piranti kesehatan yang murah, efektif dan efisien dalam hal pemeriksaan kadar urea dalam darah.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana teknik adsorpsi dan waktu pemanasan terbaik reagen *Diacetyl monoxime-Thiosemicarbazide* dan reagen asam yang terimmobil pada plat silika gel?
2. Apa jenis reagen asam terbaik immobilisasi reagen *Diacetyl monoxime-Thiosemicarbazide* pada plat silika gel?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menentukan teknik adsorpsi dan waktu pemanasan terbaik reagen *Diacetyl monoxime-Thiosemicarbazide* dan reagen asam yang terimmobil pada plat silika gel.
2. Menentukan jenis reagen asam terbaik immobilisasi reagen *Diacetyl monoxime-Thiosemicarbazide* pada plat silika gel.

1.4 Batasan Masalah

1. Sampel urea yang digunakan adalah sampel urea simulasi, yaitu berupa larutan urea dengan konsentrasi 100 mmol/L.
2. Reagen asam yang digunakan adalah reagen asam H_2SO_4 , H_3PO_4 , CH_3COOH , dan HCl .
3. Teknik immobilisasi dilakukan dengan cara adsorpsi

1.5 Manfaat Penelitian

1. Secara umum
Memberikan informasi dan pengetahuan umum tentang cara pendeteksian urea melalui alat yang efektif, efisien dan mudah.
2. Secara khusus
Meningkatkan kemampuan mahasiswa mengaplikasikan ilmu kimia secara praktis dari teori yang dipelajari.

BAB II

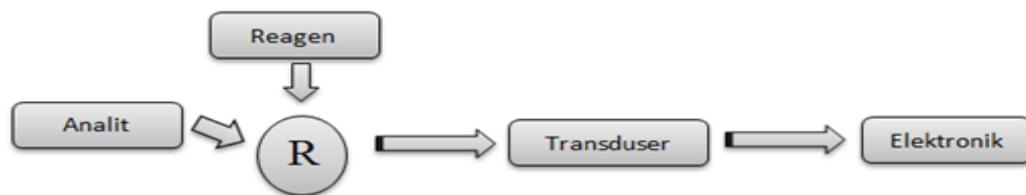
DASAR TEORI

2.1 Sensor Kimia

Sensor kimia adalah sebuah perangkat yang merubah sebuah informasi kimia seperti konsentrasi menjadi sinyal-sinyal yang dapat dengan mudah dibaca. Informasi kimia ini bisa berupa reaksi kimia atau properti fisik dari bahan yang diselidiki (Hulanicki dkk, 1991).

Sensor kimia adalah perangkat penting pada analisa kimia. Pada penerapannya bukan hanya untuk menganalisa, namun juga sebagai media sampling, transport sampel, pemrosesan sinyal dan pengolahan data. Sensor kimia juga bekerja sesuai dengan rencana yang ingin dilakukan pada suatu analisa tiap sampel (Hulanicki dkk, 1991).

Dalam sebuah sensor kimia, semisal indikator pH, elemen sensor yang mampu memberikan respon terhadap suatu zat yang diukur adalah suatu reagen kimia. Reagen yang berfungsi sebagai indikator pH misalnya timol biru, metil merah, fenol merah dan lain sebagainya. Bila kita ingin mengukur derajat pH suatu larutan secara kuantitatif menggunakan indikator pH, maka perubahan warna yang terjadi pada indikator pH tersebut, yang berarti perubahan absorbansi, dapat diamati menggunakan kolorimetri atau spektrofotometri. Demikian halnya dengan pH meter, dimana elektroda yang digunakan untuk mengukur pH suatu larutan harus pula dihubungkan dengan piranti elektronik sehingga perubahan tegangan yang terjadi karena perubahan pH bisa dibaca dengan mudah menggunakan tampilan digital. Sensor kimia biasanya banyak diaplikasikan untuk mendeteksi suatu analit. Secara garis besar sensor kimia secara skematis dapat digambarkan seperti Gambar 2.1 (Kuswandi, 2010).



Gambar 2.1 Skema sensor Kimia

Sumber: Kuswandi, 2010

Gambar 2.1 diatas menggambarkan secara skematis struktur sensor kimia. Dari gambar 2.1 diatas maka dapat didefinisikan bahwa sensor kimia adalah suatu alat analisa yang berisi reagen kimia yang dapat bereaksi dengan analit tertentu dalam larutan atau gas yang diterima oleh suatu reseptor sehingga menghasilkan perubahan fisika-kimiawi yang dapat dirubah menjadi sinyal elektrik proporsional dengan konsentrasi dari analit tersebut. Secara singkat sensor kimia dapat ditulis secara singkat sebagai berikut:

$$\text{Sensor Kimia} = \text{Reseptor} + \text{Transduser}$$

Sensor kimia memiliki 2 komponen dasar, yakni bagian reseptor dan bagian transduser. Pada bagian reseptor berfungsi sebagai penerima sinyal kimia berupa kondisi lingkungan dan dirubah menjadi energi yang dapat diukur oleh bagian transduser. Sementara bagian transduser adalah bagian yang bertugas merubah energi menjadi informasi yang dapat dibaca dengan mudah oleh analis (Hulanicki dkk, 1991).

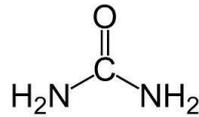
Reseptor pada sensor kimia dapat dibedakan dalam beberapa prinsip kerja (Hulanicki dkk, 1991):

- a. Fisika, pada sensor ini tidak terjadi suatu reaksi kimia, contohnya seperti sensor pada permasalahan untuk mengukur adsorpsi, indeks bias, konduktivitas, suhu dan perubahan massa.
- b. Kimia, pada sensor ini reaksi kimia sangat berperan penting pada tersajinya data hasil analisa.
- c. Biokimia, reaksi biokimia adalah hal yang sangat berperan pada tersajinya data untuk analisis, contohnya seperti potensiometri mikroba dan immunosensors. Sensor seperti ini disebut biosensor.

Pada saat ini, karena banyak sekali proses analisis yang membutuhkan data cepat hasil analisa menggunakan sensor kimia, maka telah banyak berkembang dari klasifikasi sensor kimia, seperti: sensor optikal, elektrokimia, elektrik, kepekaan massa sampel, magnetik, termometrik, dan lain-lain (Hulanicki dkk, 1991).

2.2 Sensor Urea

Urea adalah senyawa organik yang tersusun dari unsur karbon, hidrogen, oksigen dan nitrogen dengan rumus CON_2H_4 atau $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$. Urea merupakan persenyawaan organik, tidak bermuatan listrik, titik leleh sebesar $132,7^\circ\text{C}$, titik didih dalam air 115°C , memiliki berat molekul 60 gr/mol, berbentuk butiran berwarna putih, larut dalam air, bersifat higroskopis, dan ditemukan dalam urin (Mulyono, 2006). Urea merupakan suatu senyawa yang mengandung gugus amida. Gugus amida adalah turunan dari asam karboksilat yang paling tidak reaktif. Urea bereaksi dengan mikrofil/dihidrolisis dengan air. Reaksi ini berlangsung sangat lambat, sehingga diperlukan pemanasan yang lama atau dapat menggunakan katalis asam atau basa. Rumus struktur dari urea adalah sebagai berikut:

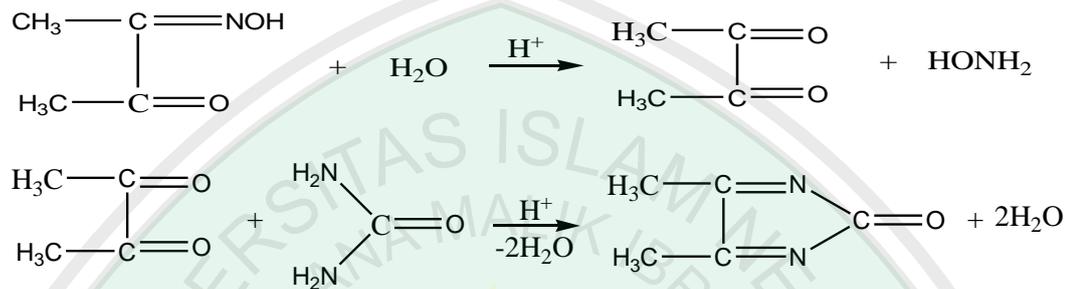


Gambar 2.2 Struktur Molekul Urea

Sensor urea merupakan suatu sensor yang dapat mendeteksi urea dalam darah. Sensor urea dibuat dengan cara mengintegrasikan reagen-reagen yang spesifik terhadap urea pada suatu padatan pendukung atau matriks. Pemeriksaan urea dengan sensor urea berdasarkan prinsip kolorimetri, yaitu adanya perubahan warna. Kolorimetri merupakan suatu metode analisa kimia yang berdasarkan pada perbandingan intensitas warna larutan dengan warna larutan standarnya. Metode ini merupakan bagian dari analisis fotometri. Fotometri adalah bagian dari optik yang mempelajari mengenai kuat cahaya (intensity) dan derajat penerangan (brightness).

Salah satu cara pembuatan sensor urea dalam serum dapat dilakukan dengan menggunakan reagen *Diacetyl monoxime-Thiosemicarbazide* dan reagen asam. Metode ini telah menjadi dasar dari berbagai metode penentuan kadar urea dalam cairan-cairan biologis (Wibenga dkk, 1971). Metode ini didasarkan pada reaksi kondensasi antara urea dan *diacetyl monoxime* dalam kondisi asam yang menghasilkan suatu kompleks berwarna (Mather dan Roland, 1969). Prinsip dari metode ini adalah *diacetyl monoxime* dihidrolisis dibawah kondisi asam untuk menghasilkan diasetil yang kemudian bereaksi dengan urea membentuk warna kuning. Produk yang berwarna kuning akan bereaksi dengan reagen pengembang warna dan selanjutnya membentuk senyawa berwarna merah muda. Dalam penelitiannya Feraon menggunakan urea yang direaksikan dengan diasetil pada suasana asam kuat akan menghasilkan senyawa kompleks berwarna kuning sampai warna orange. Terdapat banyak permasalahan pada metode Fearon yang

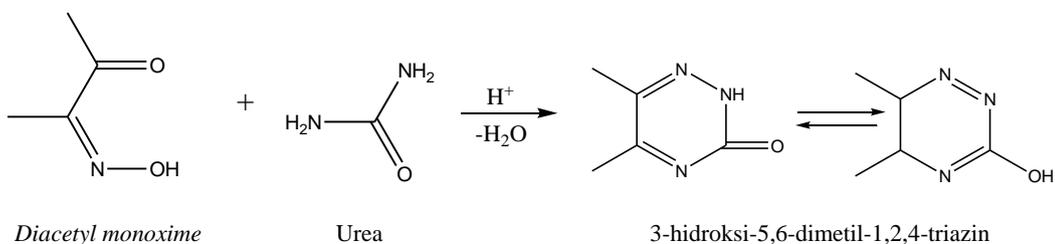
asli, meliputi warnanya yang terbentuk kurang stabil, reaksi antara konstituen dari reagen kromogen lain, sensitivitas reaksi yang rendah, dan kurva yang non linier. Selain itu pada metode asli Fearon ini dapat membentuk reaksi samping berupa hidroksilamin (NH_2OH) dibawah kondisi asam yang sangat kuat. Dimana reaksi pembentukan hidroksilamin adalah seperti pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Reaksi Samping Pembentukan Hidroksilamin (NH_2OH)

Sumber (Rosita dan Lugosi, 1972)

Berbagai modifikasi pun telah dilakukan untuk memperbaiki masalah-masalah tersebut, meliputi penggunaan berbagai jenis reagen asam serta zat penstabil warna seperti *thiosemicarbazide* dan antipyrine serta penggunaan ion Fe^{3+} sebagai katalis (Rahmatullah & Boyde, 1980). Sehingga produk yang terbentuk tidak menghasilkan reaksi samping berupa hidroxilamin dan tidak mengganggu stabilitas warna yang dibentuk. Reaksi antara *diacetyl monoxime* dan urea yang diharapkan adalah seperti Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Reaksi kondensasi *diacetyl monoxime* dan urea menghasilkan 1,2,4-triazin

Sumber (Rosita dan Lugosi, 1972)

Penggunaan jenis asam dan penstabil warna yang berbeda diketahui dapat memberikan hasil reaksi antara *diacetyl monoxime* dan urea yang berbeda pula. Hal tersebut juga mempengaruhi kondisi reaksi yang dibutuhkan seperti waktu pemanasan yang digunakan. Pada jurnal Rahmatullah & Boyde (1980) mencoba menaikkan waktu kestabilan dan menurunkan waktu pemanasan dengan menggunakan variasi reagen asam dan reagen diasetil, dalam penelitiannya dihasilkan seperti pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Perbandingan Metode Penelitian untuk Identifikasi Urea

No	Reagen Asam	Reagen Diasetil	Waktu Pemanasan (Menit)	Waktu Kestabilan Warna (Jam)
1.	H ₂ SO ₄	DAM, FeCl ₃	10	1
2.	H ₂ SO ₄ , CH ₃ COOH	DAM-TSC, Fe ₂ (SO ₄) ₃	15	1
3.	H ₂ SO ₄ , CH ₃ COOH	DAM, antipyrine	25	0,67
4.	H ₃ PO ₄	DAM-TSC	20	2
5.	H ₂ SO ₄ , H ₃ PO ₄	DAM, MnSO ₄ /FeCl ₃	30	24
6.	H ₂ SO ₄ , H ₃ PO ₄	DAM	20	0,5
7.	H ₂ SO ₄ , HCl, CH ₃ COOH	DAM, MnCl ₂	11-12	0,5

Sumber: Rahmatullah & Boyde, 1980

Tabel 2.1 diatas menunjukkan bahwasannya setiap penggunaan reagen asam dan reagen pengembang warna yang berbeda akan memberikan dampak terhadap waktu pemanasan dan kestabilan yang berbeda pula. Marsh et al (1965) menggunakan *Thiosemicarbazide* dalam kombinasinya dengan FeCl₃ dalam prosedur telah terbukti menghasilkan reaksi Fearon yang lebih sensitif dengan kebutuhan asam kuat yang lebih sedikit dan dengan reagen *diacetyl monoxime-thiosemicarbazide* dan reagen asam, urea nitrogen dalam serum dapat dideteksi hingga konsentrasi serendah 5 mg/100 ml. Reagen asam digunakan untuk mengkondensasi urea dengan *diacetyl monoxime* untuk membentuk kompleks berwarna kuning dan selanjutnya warna tersebut berubah menjadi merah muda

karena adanya reaksi dengan *thiosemicarbazide* dan ion besi (III) yang dapat diukur absorbansinya pada panjang gelombang 540 nm (Shanmugam, 2010).

2.3 Immobilisasi

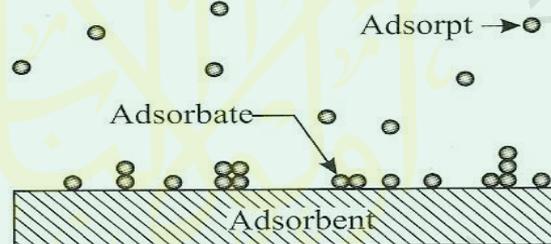
Untuk membuat suatu sensor kimia bisa bekerja dengan baik, maka reagen kimia yang digunakan didalamnya harus bisa terhubung dengan baik pada transduser. Proses ini biasanya dinamakan immobilisasi reagen. Immobilisasi reagen dapat didefinisikan sebagai pengikatan reagen pada fasa padat atau material pendukung secara merata, yang memungkinkan untuk terjadinya pertukaran dengan larutan sampel dimana terdapat analit untuk dideteksi (Kuswandi, 2010). Immobilisasi dapat dilakukan secara fisika yaitu melalui teknik adsorpsi.

2.3.1 Adsorpsi

Adsorpsi adalah suatu proses yang terjadi ketika suatu fluida (cairan maupun gas) terikat kepada suatu padatan dan akhirnya membentuk suatu lapisan tipis pada permukaan padatan tersebut. Adsorpsi terjadi jika gaya tarik menarik antara zat terlarut dengan permukaan penyerap dapat mengatasi gaya tarik menarik antara pelarut dengan permukaan penyerap (Oscik, 1982). Menurut Alberty (1938), adsorpsi terjadi pada permukaan padatan yang disebabkan adanya daya tarik atom atau molekul dalam permukaan suatu padatan. Adsorpsi melibatkan dua molekul yaitu molekul adsorben dan adsorbat. Adsorben adalah zat atau padatan yang digunakan untuk adsorpsi, sedangkan adsorbat adalah gas (molekul) atau zat yang terlarut (molekul atau ion) dalam larutan. Adsorben dapat berupa cairan sehingga dapat terjadi antara zat padat dan zat cair, zat padat dan gas, zat cair dan zat cair atau gas dan zat cair (Alberty, 1983).

Teknik immobilisasi secara adsorpsi merupakan sebuah cara yang paling sederhana dalam immobilisasi molekul/reseptor pada permukaan suatu sensor. Beberapa bahan adsorban yang biasa digunakan adalah silika gel, zeolit, karbon aktif, alumina, dan bahan-bahan resin lainnya yang biasanya digunakan sebagai adsorban. Pada teknik ini melibatkan adsorpsi secara fisika dengan gaya van der Waals (Kuswandi, 2010).

Untuk mengetahui karakteristik yang terjadi dalam proses adsorpsi dapat diilustrasikan pada Gambar 2.5, padatan berpori (pores) yang menghisap (adsorp) dan melepaskan (desorp) suatu fluida disebut adsorben. Molekul fluida yang dihisap tetapi tidak terakumulasi atau melekat kepermukaan adsorben disebut adsorptive, sedangkan yang terakumulasi atau melekat disebut adsorbat.



Gambar 2.5 Proses Adsorpsi

Faktor-faktor terpenting yang mempengaruhi adsorpsi adalah meliputi (Armenente, 2010):

- Permukaan area adsorben
- Waktu kontak
- Kelarutan solut (adsorben)
- Ukuran molekul dibandingkan dengan ukuran pori-pori

2.4 Parameter Sensor

Kriteria yang digunakan untuk menganalisis kebenaran suatu metode disebut *figure of merit*. Berdasarkan karakterisasi ini dapat mengetahui apakah metode yang dipilih dapat digunakan untuk berbagai macam aplikasi. Dalam karakterisasi sensor dapat ditentukan sampai sejauh mana sensor tersebut memiliki kemampuan yang baik dalam mengenali zat yang ingin dideteksinya. Kemampuan mendeteksi zat tersebut diukur meliputi beberapa hal sebagai berikut:

a) Akurasi (Kecermatan)

Kecermatan adalah ukuran yang menunjukkan derajat kedekatan hasil analisis dengan kadar analit yang sebenarnya. Akurasi dinyatakan sebagai persen perolehan kembali (recovery) analit yang ditambahkan.

b) Presisi (Keseksamaan)

Presisi adalah ukuran yang menunjukkan derajat kesesuaian antara hasil uji individual, diukur melalui penyebaran hasil individual dari rata-rata jika prosedur diterapkan secara berulang pada sampel-sampel yang diambil dari campuran homogen.

c) Sensitivitas

Merupakan kemampuan suatu sensor untuk mendeteksi suatu analit dalam konsentrasi yang sangat kecil. Nilai sensitivitas dapat ditentukan dari *slope* kurva kalibrasi dalam rentang konsentrasi tertentu atau biasa disebut sensitivitas kalibrasi.

d) Waktu Respon

Waktu respon merupakan waktu pertama kali reagen bereaksi dengan analit yang ditandai dengan adanya perubahan warna.

e) Stabilitas Warna

Stabilitas warna adalah sejauh mana suatu sensor dapat mempertahankan warna kompleks yang telah terbentuk sampai warna tersebut benar-benar hilang.

2.5 Plat Silika Gel

Silika gel merupakan fase diam kromatografi lapis tipis. Fase diam untuk kromatografi lapis tipis seringkali juga mengandung substansi yang mana dapat berpendar flour dalam sinar ultraviolet (Solihat, 2004).

Silika merupakan penjerat polar yang paling sering digunakan, meskipun demikian silika gel juga banyak dijumpai dalam bentuk yang termodifikasi. Silika gel merupakan padatan pendukung yang ideal karena stabil pada kondisi asam, non swelling, memiliki karakteristik pertukaran sera memiliki daya tahan tinggi terhadap panas dan mudah dimodifikasi dengan bahan lain. Selain itu, silika gel memiliki situs aktif gugus silanol (SiOH) dan silokan (Si-O-Si) di permukaan (Buhani dkk, 2009). Partikel silika gel mengandung gugus hidroksil di permukaannya yang membentuk ikatan hidrogen dengan molekul-molekul polar. Air yang terserap dalam gel mencegah molekul-molekul polar dari pencapaian permukaan. Untuk mengatasinya gel diaktifkan dengan pemanasan sehingga air terserap dapat dikeluarkan.

2.6 Analisis Warna Digital Dengan Model Warna RGB

Analisis warna yang terbentuk sebagai respon pada sensor yang dibuat dalam penelitian ini adalah dilakukan secara digital menggunakan foto atau citra yang diambil. Citra yang dimaksud disini adalah gambar diam (foto) maupun gambar bergerak (yang berasal dari webcam maupun kamera). Sedangkan digital

disini mempunyai maksud bahwa pengolahan citra/gambar dilakukan secara digital menggunakan komputer (Tompunu dan Kusumanto, 2011).

Secara matematis, citra merupakan fungsi kontinyu (*continue*) dengan intensitas cahaya pada bidang dua dimensi. Agar dapat diolah dengan komputer digital, maka suatu citra harus dipresentasikan secara numerik dengan nilai-nilai diskrit. Reperesentasi dari fungsi kontinyu menjadi nilai-nilai diskrit disebut digitalisasi citra (Tompunu dan Kusumanto, 2011). Sebuah citra digital dapat diwakili oleh sebuah matriks dua dimensi $f(x,y)$ yang terdiri dari M kolom dan N baris, dimana perpotongan antara kolom dan baris disebut piksel (*pixel = picture element*) atau elemen terkecil dari sebuah citra. Pada aplikasi pengolahan citra digital pada umumnya, citra digital dapat dibagi menjadi 3, *color image*, *black and white image* dan *binary image* (Tompunu dan Kusumanto, 2011).

Pada model *color image* atau RGB (Red, Green, Blue) ini masing-masing piksel memiliki warna tertentu, warna tersebut adalah merah (*Red*), hijau (*Green*) dan biru (*Blue*). Jika masing-masing warna memiliki range 0 - 255, maka totalnya adalah $255^3 = 16.581.375$ (16 K) variasi warna berbeda pada gambar, dimana variasi warna ini cukup untuk gambar apapun. Karena jumlah bit yang diperlukan untuk setiap pixel, gambar tersebut juga disebut gambar-bit warna. *Color image* ini terdiri dari tiga matriks yang mewakili nilai-nilai merah, hijau dan biru untuk setiap pikselnya (Tompunu dan Kusumanto, 2011).

2.7 Penyakit dalam Prespektif Islam

Manusia merupakan makhluk ciptaan Allah yang tak pernah lepas dari cobaan dan ujian. Manusia diuji baik dengan perkara yang disukainya maupun tidak disukainya. Kita sebagai manusia sering kali membahasakan ujian yang tidak menyenangkan sebagai suatu permasalahan. Setiap muslim setidaknya tahu

bahwasannya Allah memberikan suatu ujian dan cobaan melainkan di balik itu terdapat hikmah, baik diketahui ataupun tidak. Allah Swt. berfirman dalam surat al Baqarah ayat 155-156, yaitu:

وَلَنَبْلُوَنَّكُمْ بِشَيْءٍ مِّنَ الْخَوْفِ وَالْجُوعِ وَنَقْصٍ مِّنَ الْأَمْوَالِ وَالْأَنْفُسِ وَالثَّمَرَاتِ ۗ
وَدَشِّرِ الصَّابِرِينَ ۖ إِذَا أَصَابَتْهُمُ مُصِيبَةٌ قَالُوا إِنَّا لِلَّهِ وَإِنَّا إِلَيْهِ رَاجِعُونَ



Artinya:

“Dan Kami pasti akan menguji kamu dengan sedikit ketakutan, kelaparan, kekurangan harta, jiwa, dan buah-buahan. Dan sampaikanlah kabar gembira kepada orang-orang yang sabar, yaitu orang-orang yang apabila ditimpa musibah mereka berkata, sesungguhnya kami milik Allah dan kepada-Nyalah kami kembali” (Al-Baqarah [2]: 155-156).

Ayat diatas menjelaskan bahwasannya Allah akan memberikan ujian berupa kesulitan dan kemudahan, kesehatan dan penyakit, kekayaan dan kemiskinan, kesabaran dan kemaksiatan, serta petunjuk dan kesesatan. Ujian berupa sakit merupakan salah satu bentuk ujian yang sering dialami oleh manusia. Tentu keadaan sakit ini lebih sedikit dan sebentar dibanding dengan keadaan sehat. Dalam pandangan Islam, penyakit merupakan cobaan yang diberikan Allah Swt. kepada hamba-Nya untuk menguji keimanannya. Ketika seseorang sakit disana terkandung pahala, ampunan dan akan mengingatkan orang sakit kepada Allah Swt. Dari Abu Said Al-Khudri dan dari Abu Hurairah Ra. dari Nabi Saw. beliau bersabda:

مَا يُصِيبُ الْمُسْلِمَ مِنْ نَصَبٍ وَ لَا هَمٍّ وَ لَا حُزْنٍ وَ لَا أَذًى وَ لَا غَمٍّ، حَتَّى الشَّوْكَةِ يُشَاكُهَا،
إِلَّا كَفَّرَ اللَّهُ بِهَا مِنْ خَطَايَاهِ

Artinya:

“Dari Abu Hurairah r.a. Nabi Muhammad Saw. Bersabda : Tidaklah seorang muslim ditimpa musibah, kesusahan, kesedihan, penyakit, gangguan

menumpuk pada dirinya kecuali Allah Swt. hapuskan akan dosa-dosanya” (HR. Al-Bukhari no. 5642 dan Muslim no. 2573).

Salah satu nikmat dari Allah Azza wajalla, ketika Allah Swt. memberikan obat dari penyakit apa saja yang diderita oleh seorang hamba. Telah disebutkan dalam sahih Bukhari dari hadits Abu Hurairah Radhiallohu Anhu bahwa Rasulullah Saw., bersabda:

مَا أَنْزَلَ اللَّهُ دَاءً إِلَّا أَنْزَلَ لَهُ شِفَاءً

Artinya :

“Tidaklah Allah menurunkan satu penyakit melainkan Allah telah menurunkan untuknya obat penyembuh.” (HR.Bukhari,no:5354)

Tidak ada yang mampu memberikan kesembuhan dari penyakit-penyakit hati dan jasmani selain Allah Swt. Tidak ada kesembuhan kecuali kesembuhan yang berasal dari-Nya. Tidak ada yang mampu menyembuhkan kecuali Dia. Hal ini seperti dikatakan Nabi Ibrahim As. dalam Al Qur’an:

وَإِذَا مَرِضْتُ فَهُوَ يَشْفِينِ

Artinya:

“dan apabila aku sakit, Dialah yang menyembuhkan Aku,” (QS. Asy Syu’araa: 80).

Dalam Tafsir Al-Azhar, di jelaskan bahwa masyarakat yang hidup di zaman Nabi Ibrahim mengalami sakit, namun mereka masih saja meminta pertolongan kepada berhala-berhala mereka. Nabi Ibrahim menyampaikan kepada masyarakat yang hidup pada saat itu supaya sadar bahwa sesungguhnya Allahlah yang memberi sakit, dan Dialah pula yang akan menyembuhkan sakit itu (Malik, 1981).

Tafsir Al-Maghribi (1987), menerangkan bahwa ayat-ayat ini merupakan lanjutan dari ayat sebelumnya yang menceritakan dialog di antara Ibrahim dan ayahnya. Ibrahim berkata: *“Aku menyembah Tuhan yang menciptakan aku dan*

yang menunjukkan jalan bagiku, yang memberi makan dan minum kepadaku dan apabila aku sakit, Dialah yang menyembuhkan penyakitku dan yang mematikan aku kemudian menghidupkan aku kembali di hari kiamat nanti”. Penyesalan sakit kepada dirinya, sekalipun ia terjadi dengan kekuasaan Tuhannya, menunjukkan kesopanan terhadap Tuhannya, seperti perkataan Jin:

وَأَنَا لَا نَدْرِي أَشَرُّ أَرِيدَ بِمَنْ فِي الْأَرْضِ أَمْ أَرَادَ بِهِمْ رَبُّهُمْ رَشَدًا

Artinya:

“Dan sesungguhnya kami tidak mengetahui (dengan adanya penjagaan itu) apakah keburukan yang dikehendaki bagi orang yang di bumi ataukah Tuhan mereka menghendaki kebaikan bagi mereka” (QS. Al-Jin: 10).

Menurut Tafsir Ibnu Katsier (1990), bahwa Allah semata yang memberikan kesembuhan, tidak ada sekutu bagi-Nya dalam memberikan kesembuhan. Oleh karena itu, wajib bagi kita memiliki keyakinan yang mantap bahwasanya tidak ada yang mampu menyembuhkan kecuali Allah. Keimanan dan keyakinan hanya Allah yang dapat menyembuhkan segala penyakit bukan berarti menjadi penghalang seorang hamba untuk melakukan pengobatan. Terdapat banyak hadits dari Nabi Saw. tentang perintah untuk berobat dan penyebutan tentang obat-obat yang bermanfaat. Hal tersebut tidaklah bertentangan dengan tawakal seseorang kepada Allah dan keyakinan bahwasanya kesembuhan berasal dari Allah Swt. Dari sahabat Jabir bin Abdillah Ra., bahwasanya Nabi Saw. bersabda:

لِكُلِّ دَاءٍ دَوَاءٌ، فَإِذَا أُصِيبَ الدَّوَاءُ الدَّاءِ بَرَأَ بِإِذْنِ اللَّهِ

Artinya:

“Semua penyakit ada obatnya. Jika sesuai antara penyakit dan obatnya, maka akan sembuh dengan izin Allah” (HR. Muslim no. 2204).

Hadits di atas mengandung penetapan antara sebab kesembuhan dan pemberi sebab kesembuhan, serta terdapat perintah untuk berobat, dan hal tersebut tidaklah meniadakan tawakal seseorang kepada Allah. Hakikat tawakal kepada Allah adalah bersandarnya hati kepada Allah dalam usaha mendapatkan manfaat dan menghindar dari mudharat baik perkara dunia maupun akhirat. Penyandaran hati tersebut harus disertai juga dengan mengambil sebab, yaitu menghilangkan sakit dengan berobat.

Allah menurunkan segala penyakitnya tanpa menjelaskan secara terperinci mengenai jenis penyakitnya dan Allah menurunkan obatnya tanpa menyebutkan secara detail apa obatnya dan bagaimana cara memakainya. Oleh karena ini, hal ini menjadi tugas bagi seorang ilmuwan muslim untuk menggunakan akal dan ilmu pengetahuannya dalam mengembangkan teknologi terutama dalam bidang kesehatan. Allah Swt. berfirman dalam Al-Qur'an surat ali Imran ayat 190-191:

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَأَخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِّأُولِي الْأَلْبَابِ ﴿١٩٠﴾
 الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ
 السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ﴿١٩١﴾

Artinya:

“Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal (Ulul Albab). (yaitu) Orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadaan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan Kami, Tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha suci Engkau, Maka peliharalah Kami dari siksa neraka” (Q.S ali Imran: 190-191).

Dari ayat diatas dijelaskan bahwasannya manusia memiliki kedudukan paling tinggi sebagai makhluk ciptaan Allah yang dikaruniai dengan akal pikiran. Sebagai makhluk ulul albab kita dituntut untuk selalu berfikir dan selalu mengingat Allah dalam segala hal, baik dalam setiap masalah ataupun cobaan yang kita hadapi. Berdasarkan firman Allah diatas, mendukung tentang pengembangan teknik deteksi urea menggunakan sensor urea yang dinilai cukup efektif, efisien dan murah bila dibandingkan dengan teknik konvensional. Penggunaan sensor urea ini dapat digunakan dalam mendeteksi kadar urea seseorang guna mencegah gagal ginjal yang lebih parah.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan April hingga Agustus 2015 di Laboratorium Kimia Analitik dan Laboratorium Instrumen Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang Jalan Gajayana No. 50 Malang.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian di laboratorium adalah timbangan analitik, pipet ukur 10 mL, pipet ukur 5 mL, beaker glass 50 mL, beaker glass 100 mL, gelas arloji, labu ukur 100 ml, pengaduk, pipet tetes, pinset, spatula, neraca analitik dan oven. Sedangkan alat yang digunakan untuk analisa data adalah *Adobe Photoshop CS5* dan *Microsoft Excel 2010*.

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah urea, *diacetyl monoxime*, *thiosemicarbazide*, asam sulfat (H_2SO_4), asam fospat (H_3PO_4), asam asetat (CH_3COOH), asam klorida (HCl), $FeCl_3$, aquades, dan plat silika.

3.3 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan meliputi:

1. Preparasi bahan dan reagen
2. Immobilisasi terbaik reagen DAM-TSC dan reagen asam pada plat silika gel untuk pembuatan sensor urea secara adsorpsi
3. Penentuan jenis reagen asam terbaik dalam pembuatan sensor urea secara adsorpsi pada plat silika gel

4. Pengumpulan data

5. Analisis data

3.4 Langkah Kerja

3.4.1 Preparasi Bahan dan Reagen

Preparasi bahan yang dilakukan meliputi pembuatan sampel larutan urea, pembuatan reagen *diacetyl monoxime*, pembuatan reagen *thiosemicarbazide* dan pembuatan reagen asam.

3.4.1.1 Pembuatan Sampel Larutan Urea 100 mmol/L

Larutan stok urea 100 mmol/L dibuat dengan cara ditimbang 0,6 gr urea, kemudian dilarutkan dalam 100 mL aquades.

3.4.1.2 Pembuatan Reagen Identifikasi Urea

Reagen identifikasi urea pada serum darah terdiri dari 2 macam, yaitu reagen *Diacetyl monoxime-Thiosemicarbazide* dan reagen asam dengan perbandingan 1:1.

a. Pembuatan Reagen *Diacetyl monoxime-Thiosemicarbazide* (Shanmugam, 2010)

Diacetyl monoxim, dan *Thiosemicarbazide* masing-masing ditimbang sebanyak 0,1 gram dan 0,02gram. Kedua bahan dicampur dan dilarutkan ke dalam 50 mL aquades di beaker glass 100 mL. Larutan dipindahkan ke labu takar 100 mL lalu ditambahkan aquades sampai tanda batas dan dihomogenkan.

b. Pembuatan Reagen Asam H_3PO_4 dan Asam H_2SO_4 (Shanmugam, 2010)

Asam phospat (H_3PO_4) dan asam sulfat (H_2SO_4) pekat masing-masing dipipet sebanyak 1 mL dan 6 mL ke dalam beaker glass 100 mL lalu

ditambahkan 75 mL aquades. Campuran tersebut didinginkan dan ditambahkan 0,1 mL larutan FeCl_3 . Larutan diencerkan dengan aquades di labu takar 100 mL sampai tanda batas dan dihomogenkan.

c. Pembuatan Reagen Asam CH_3COOH dan Asam H_3PO_4

Asam asetat (CH_3COOH) dan asam fosfat (H_3PO_4) masing-masing dipipet sebanyak 1 mL dan 6 mL ke dalam beaker glass 100 mL lalu ditambahkan 75 mL aquades. Campuran tersebut didinginkan dan ditambahkan 0,1 mL larutan FeCl_3 . Larutan diencerkan dengan aquades di labu takar 100 mL sampai tanda batas dan dihomogenkan.

d. Pembuatan Reagen Asam HCl dan Asam H_2SO_4

Asam klorida (HCl) dan asam H_2SO_4 pekat masing-masing dipipet sebanyak 1 mL dan 6 mL ke dalam beaker glass 100 mL lalu ditambahkan 75 mL aquades. Campuran tersebut didinginkan dan ditambahkan 0,1 mL larutan FeCl_3 . Larutan diencerkan dengan aquades di labu takar 100 mL sampai tanda batas dan dihomogenkan.

3.4.2 Immobilisasi Reagen *Diacetyl monoxime* dan *Thiosemicarbazide* (DAM-TSC) dan Reagen Asam pada Plat Silika Gel untuk Pembuatan Sensor Urea secara Adsorpsi

3.4.2.1 Penentuan Teknik Adsorpsi Reagen *Diacetyl monoxime-Thiocarbazide* pada Plat Silika Gel untuk Identifikasi Urea

Reagen identifikasi urea berupa reagen *Diacetyl dioxim-Thiosemicarbazide* dan reagen asam disiapkan sebanyak 30 mL (1:1), serta plat silika gel ukuran 2×2 yang sudah diketahui beratnya. Reagen identifikasi urea diimmobilisasikan ke atas fasa diam plat silika gel ukuran 2×2 cm dengan variasi teknik adsorpsi, yaitu ditotol, disemprot dan dilapiskan (*coating*) pada seluruh

bagian plat silika gel, kemudian plat silika gel ditimbang dengan neraca analitik. Plat silika gel yang telah terimmobilisasi reagen identifikasi urea dikeringkan dengan oven pada suhu 35⁰C selama 10 menit, kemudian plat silika ditimbang dengan neraca analitik. Plat silika ditetesi dengan sampel larutan urea menggunakan pipa kapiler. Plat didiamkan 5 menit sambil dipanaskan dan diamatai waktu bercak warna mulai terlihat, kejelasan dan kestabilan dari bercak warna yang terbentuk, sehingga dapat diketahui teknik adsorpsi yang paling baik untuk mendeteksi urea. Reagen identifikasi urea yang bereaksi dengan urea akan membentuk kompleks dengan berwarna merah muda. Prosedur diatas diulangi sebanyak tiga kali pengulangan pada masing-masing teknik adsorpsi. Dihitung dan diidentifikasi jumlah zat cair yang teruapkan pada plat silika gel dari masing-masing perlakuan (Fitriani, 2013).

3.4.2.2 Penentuan Waktu Pemanasan Reagen *Diacetyl monoxime-Thiocarbazide* pada Plat Silika Gel untuk Identifikasi Urea

Reagen identifikasi urea berupa reagen *Diacetyl dioxim-Thiosemicarbazide* dan reagen asam disiapkan sebanyak 30 mL, serta plat silika gel ukuran 2×2 cm yang sudah diketahui beratnya. Reagen identifikasi urea diimmobilisasikan ke atas fasa diam plat silika gel ukuran 2×2 cm dengan teknik adsorpsi terbaik pada seluruh bagian plat silika gel, kemudian plat silika gel ditimbang dengan neraca analitik. Plat silika gel yang telah terimmobilisasi reagen identifikasi urea dikeringkan dengan teknik pengeringan terbaik, kemudian plat silika ditimbang dengan neraca analitik. Plat silika ditetesi dengan sampel larutan urea menggunakan pipa kapiler. Plat didiamkan 5 menit kemudian dipanaskan dengan variasi waktu pemanasan 10 menit, 20 menit dan 30 menit dan diamatai waktu bercak warna mulai terlihat, kejelasan dan kestabilan dari bercak warna

yang terbentuk, sehingga dapat diketahui waktu pemanasan yang paling baik untuk pembuatan sensor urea. Reagen identifikasi urea yang bereaksi dengan urea akan membentuk kompleks dengan berwarna merah muda. Prosedur diatas diulangi sebanyak tiga kali pengulangan pada masing-masing waktu pemanasan. Dihitung dan diidentifikasi jumlah zat cair yang teruapkan pada plat silika gel dari masing-masing perlakuan (Fitriani, 2013).

3.4.3 Penentuan Jenis Reagen Asam Terbaik dalam Pembuatan Sensor Urea secara Adsorpsi pada Plat Silika Gel

Dilakukan terlebih dahulu penentuan jenis reagen asam terbaik dengan prosedur sebagai berikut; disiapkan plat silika gel ukuran 2×2 cm yang telah diketahui beratnya. Disiapkan reagen identifikasi urea sebanyak 30 mL yang merupakan campuran reagen DAM-TSC (15 mL) dan reagen asam H₂SO₄ dan H₃PO₄ (15 mL). Diimmobilisasikan reagen identifikasi urea tersebut ke atas plat silika gel dengan teknik adsorpsi terbaik lalu plat ditimbang dengan neraca analitik. Dikeringkan plat silika gel yang telah terimmobilisasi reagen identifikasi urea dengan teknik pengeringan terbaik, lalu plat silika gel ditimbang dengan neraca analitik. Ditetesi plat dengan setetes sampel larutan urea menggunakan pipa kapiler. Plat didiamkan kemudian dipanaskan dengan waktu pemanasan terbaik dan dihitung waktu bercak warna mulai terlihat serta diamati kejelasan dan kestabilan dari bercak warna yang tersebut. Reagen DAM-TSC dan reagen asam akan membentuk warna merah muda dengan urea. Diulangi prosedur di atas dengan reagen asam lain yaitu CH₃COOH dan H₃PO₄, HCl dan H₂SO₄. Jenis reagen asam terbaik diperoleh dengan membandingkan waktu bercak warna merah muda mulai terbentuk pada masing-masing plat, kejelasan dan kestabilan dari bercak warna tersebut. Dihitung dan diidentifikasi jumlah zat cair yang

teruapkan pada plat silika gel dari masing-masing perlakuan. Prosedur di atas diulangi sebanyak tiga kali pengulangan pada masing-masing jenis reagen asam.

3.4.4 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan secara langsung mengamati hasil penelitian secara berulang (*repeated measurement*). Warna yang timbul pada plat silika gel yang terimobilisasi reagen identifikasi urea diamati secara langsung dan diambil gambarnya menggunakan kamera *Sony 5MP*.

3.4.5 Analisis Data

Reagen identifikasi diimmobilisasikan pada permukaan plat silika gel yang kemudian ditetesi sampel urea. Plat yang telah terintegrasi reagen identifikasi dan sampel urea kemudian dipanaskan hingga terjadi perubahan warna pada plat yang awalnya tidak berwarna hingga berwarna merah muda. Warna merah muda yang dihasilkan diambil dengan kamera *Sony 5MP*, yang kemudian hasil foto ditentukan nilai RGB menggunakan *adobe photoshop CS5* dan selanjutnya nilainya dikonversikan ke nilai $\Delta mean$ RGB menggunakan *microsoft excel 2010*.

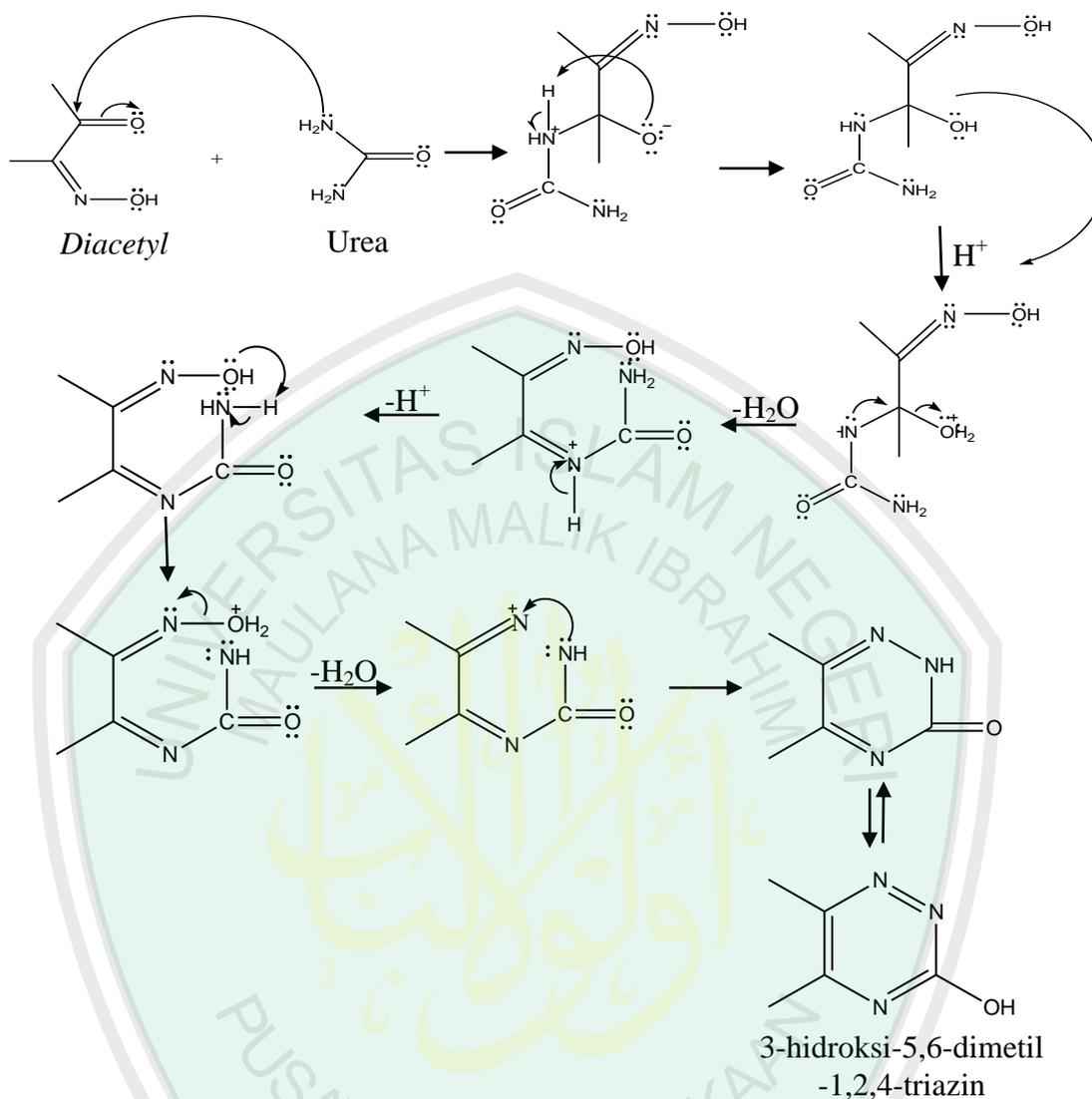
Jenis reagen asam terbaik dan teknik immobilisasi terbaik reagen identifikasi urea pada masing-masing variasi teknik adsorpsi dan waktu pemanasan pada plat silika gel dapat diketahui dengan analisa waktu respon warna mulai terbentuk, waktu warna mulai pudar, kestabilan warna dan kejelasan warna yang terbentuk pada plat silika gel yang terimmobil reagen identifikasi urea, serta hasil dari nilai $\Delta Mean$ RGB.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sensor urea merupakan salah satu aplikasi dalam metode analisis urea secara cepat dengan tingkat keakuratan yang tinggi. Komponen utama dalam suatu sensor terdiri dari reagen kimia dan transduser yang harus terhubung dengan baik untuk bisa menghasilkan signal-signal yang dapat kita baca dengan mudah. Reagen kimia yang digunakan dalam pembuatan sensor urea adalah reagen *diacetyl monoxime-thiosemicarbazide*, reagen asam dan FeCl_3 yang terhubung pada transduser dengan cara diimmobilisasikan pada sebuah padatan pendukung berupa plat silika gel. Sensor tersebut akan menghasilkan signal berupa perubahan warna yang awalnya tidak berwarna akan berubah menjadi merah muda setelah ditetesi dengan analit atau sampel berupa urea.

Pemeriksaan urea dengan sensor urea ini didasarkan pada prinsip kolorimetri, yaitu adanya perubahan warna. Berdasarkan hasil studi dari Rosita dan Lugosi (1972) serta Beale dan Croft (1961) diduga reagen *diacetyl monoxime* akan bereaksi terlebih dahulu dengan analit berupa urea akan menghasilkan senyawa Triazin (3-hidroksi-5,6-dimetil-1,2,4,-triazin) yang selanjutnya triazin akan membentuk kompleks dengan reagen *thiosemicarbazide*. Reaksi ini dimulai oleh pasangan elektron bebas (PEB) gugus amina pada urea menyerang gugus karbonil dari reagen *diacetyl monoxime* karena PEB dari amina lebih bersifat nukleofil yang mengakibatkan atom O bermuatan parsial negatif. Selanjutnya bereaksi dengan H^+ dari reagen asam sehingga melepas H_2O dan terjadi reaksi pembentukan cincin senyawa 3-hidroksi-5,6-dimetil-1,2,4,-triazin. Dugaan mekanisme reaksi yang terjadi dapat dilihat pada gambar 4.1 berikut:



Gambar 4.1 Reaksi Kondensasi *Diacetyl monoxime* dengan Urea

Reaksi kondensasi antara *diacetyl monoxime* dengan urea diatas akan menghasilkan senyawa 3-hidroksi-5,6-dimetil-1,2,4,-triazin yang berwarna kuning. Untuk membentuk senyawa kompleks berwarna merah muda, urea dan *diacetyl monoxime* direaksikan dengan reagen pengembang warna, yaitu *thiosemicarbazide* dan FeCl_3 . Berdasarkan penelitian Ratnam dan Anipindi (2012) mengenai studi terhadap mekanisme dan laju reaksi oksidasi *thiosemicarbazide*, semikarbazida dan hidroksilamin dengan Fe(III) serta adanya triazin (triazin

dalam penelitian ini adalah 3-hidroksi-5,6-dimetil-1,2,4-triazin) kemungkinan senyawa kompleks yang terbentuk adalah sebagai berikut:



Reaksi yang terjadi antara triazin (TZ), *thiosemicarbazide* (TSC) dan Fe(III) melibatkan beberapa tahapan reaksi. Triazin terlebih dahulu mengalami protonasi kemudian membentuk kompleks dengan Fe(III) berdasarkan reaksi sebagai berikut:

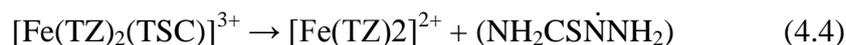


Reaksi selanjutnya yaitu pembentukan kompleks antara Fe(III)-TZ-TSC dengan perbandingan 1 : 2 : 1



Reaksi pembentukan kompleks tersebut melibatkan pembentukan ikatan koordinasi dengan penyumbang elektron berasal dari atom nitrogen dan sulfur milik *thiosemicarbazide*. Akan tetapi, sumbangan elektron lebih cenderung berasal dari atom S karena keelektronegatifannya yang lebih rendah.

Kompleks hasil reaksi (4.3) dinyatakan sangat stabil sehingga reaksi berikutnya yang merupakan reaksi dekomposisi berlangsung sangat lambat. Reaksi dekomposisi ini merupakan tahap penentu laju (*rate-determining step*) dan menghasilkan radikal bebas *thiosemicarbazide*:

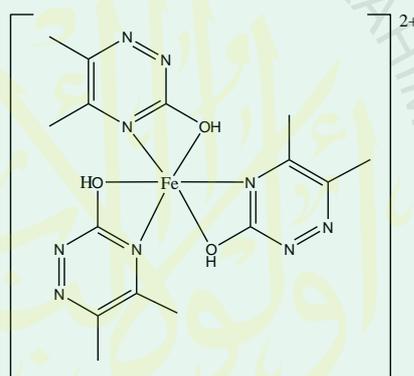


Reaksi (4.4) melibatkan oksidasi TSC oleh Fe(III) menghasilkan radikal bebas TSC sementara Fe(III) mengalami reduksi menjadi Fe(II) dan tetap membentuk kompleks dengan dua molekul triazin. Radikal TSC kemudian diduga

mengalami dimerisasi dan menghasilkan disulfida sedangkan Fe(II) membentuk kompleks dengan penambahan satu lagi molekul triazin:



Tiga molekul 3-hidroksi-5,6-dimetil-1,2,4-triazin yang berperan sebagai ligan, menyumbangkan masing-masing dua pasangan elektron bebas yang diduga berasal dari atom N dan O yang berdekatan pada strukturnya kepada ion pusat Fe(II) sehingga membentuk ikatan kovalen koordinasi dan menghasilkan suatu kompleks dengan bilangan koordinasi enam. Struktur kompleks tersebut ditunjukkan pada Gambar 4.2 berikut:



Gambar 4.2 Dugaan struktur kompleks $[\text{Fe}(\text{TZ})_3]^{2+}$

Tahapan-tahapan penelitian yang kami lakukan dalam pembuatan sensor urea ini, yaitu penentuan teknik adsorpsi reagen dan waktu pemanasan terbaik dan penentuan jenis reagen asam terbaik dengan menggunakan variasi reagen asam yaitu, asam fosfat dan asam asetat, asam fosfat dan asam sulfat, asam sulfat dan asam klorida.

4.1 Immobilisasi Reagen *Diacetyl monoxime-Thiosemicarbazide* dan Reagen Asam pada Plat Silika Gel untuk Identifikasi Urea

Immobilisasi merupakan suatu teknik pengikatan reagen pada fasa padat atau material pendukung secara merata yang memungkinkan untuk terjadinya pertukaran dengan larutan sampel dimana terdapat analit untuk dideteksi. Dalam proses pembuatan sensor immobilisasi merupakan tahapan yang penting karena pada tahapan ini reagen yang bertindak sebagai reseptor pada sensor diikat dalam sebuah matriks dengan syarat aktifitas reagen tersebut masih tetap ada.

Sensor urea dibuat dengan mengimmobilisasikan reagen *diacetyl monoxime-thiosemicarbazide* dan reagen asam pada plat silika gel dimana plat silika gel disini berperan sebagai matriks atau material pendukung pada sensor. Plat silika gel yang digunakan adalah plat silika gel GF₂₅₄ yang biasanya digunakan sebagai fasa diam dalam analisis kromatografi lapis tipis (KLT). Plat silika gel dipilih sebagai material pendukung ini karena plat silika gel telah memenuhi beberapa kriteria yang dibutuhkan dalam pembuatan sensor urea, seperti sifatnya yang stabil pada kondisi asam serta memiliki daya tahan yang tinggi terhadap panas.

Immobilisasi reagen *diacetyl monoxime-thiosemicarbazide* dan reagen asam pada plat silika gel untuk identifikasi urea dilakukan dengan cara fisik, yaitu teknik adsorpsi secara fisika. Teknik adsorpsi secara fisika lebih dipilih dalam penelitian ini karena teknik ini tidak disertai dengan perubahan kimia ketika reagen identifikasi urea terikat pada plat silika gel. Adsorpsi pada permukaan plat terjadi karena adanya gugus aktif silanol (SiOH) serta silokan (Si-O-Si) pada permukaan plat sehingga dapat mengikat molekul-molekul dari reagen akibat

terjadinya interaksi gugus aktif tersebut dengan molekul reagen. Interaksi ini dapat berupa ikatan hidrogen maupun gaya van der Waals.

Beberapa optimasi dilakukan pada tahapan immobilisasi reagen identifikasi urea pada plat silika gel untuk mendapatkan sensor urea yang dapat memberikan hasil terbaik, yaitu penentuan teknik adsorpsi, teknik pengeringan dan waktu pemanasan plat silika gel yang telah terimmobil reagen identifikasi urea.

4.1.1 Penentuan Teknik Adsorpsi Terbaik Reagen *Diacetyl monoxime-Thiosemicarbazide* pada Plat Silika Gel untuk Identifikasi Urea

Penentuan teknik adsorpsi reagen identifikasi urea pada plat silika gel dilakukan untuk menentukan teknik adsorpsi terbaik reagen *Diacetyl monoxime-Thiosemicarbazide* yang sudah terimmobil secara sempurna pada plat silika gel, sehingga pendeteksian urea dapat diketahui dengan terbentuknya warna merah muda secara optimal. Teknik adsorpsi reagen identifikasi urea pada plat silika gel dibuat dengan 3 variasi teknik adsorpsi, yaitu reagen identifikasi urea diimmobilkan dengan cara ditotol, disemprot dan dilapiskan. Penentuan jumlah zat cair yang teruapkan dari masing-masing teknik adsorpsi dilakukan untuk mengetahui perbedaan jumlah zat cair yang teruapkan dari plat silika gel yang terimmobil reagen identifikasi urea dari masing-masing teknik adsorpsi, yang kemudian dilanjutkan dengan pengamatan terhadap waktu respon ketika mulai berubah warna, warna kompleks yang terbentuk dan waktu kestabilan kompleks warna yang terbentuk. Hasil yang diperoleh dari masing-masing variasi teknik adsorpsi dapat dilihat pada Tabel 4.1, yaitu:

Tabel 4.1 Hasil Pengamatan dari masing-masing variasi teknik adsorpsi

Teknik Adsorpsi	Jumlah Zat Cair yang Teruapkan (%)	Warna Kompleks yang Terbentuk	Waktu Respon mulai Terbentuknya Warna	Waktu Warna mulai Pudar
Totol	16,92		2 menit	1 jam 52 menit mulai pudar
Semprot	20,59		3 menit	1 jam mulai pudar
Lapis (Coating)	19,60		2 menit	1 jam 45 menit mulai pudar

Tabel 4.1 menjelaskan bahwa jumlah zat cair yang teruapkan pada masing-masing variasi teknik adsorpsi terdapat perbedaan yang cukup besar. Pada teknik adsorpsi dengan ditotol, jumlah zat cair yang teruapkan diperoleh paling rendah yaitu 16,92%, sedangkan pada teknik adsorpsi disemprot diperoleh nilai paling besar yaitu 20,59%. Pada teknik adsorpsi dilapis/*coating* diperoleh jumlah zat cair yang teruapkan sebesar 19,60% tidak jauh berbeda dengan teknik adsorpsi dengan disemprot. Perbedaan jumlah zat cair yang teruapkan ini kemungkinan disebabkan oleh ukuran plat silika yang tidak sama persis dan jumlah reagen yang berada di permukaan plat silika gel yang tidak sama. Jumlah zat cair yang teruapkan disini mungkin berupa air yang menguap ataupun reagen yang telah terimmobil ke dalam plat silika gel. Semakin kecil jumlah zat cair yang teruapkan

maka jumlah reagen yang berada pada permukaan plat silika akan semakin banyak, sehingga plat silika yang dihasilkan akan lebih efektif dan bagus digunakan.

Hasil warna yang terbentuk dan waktu respon mulai terbentuknya warna juga dapat dilihat pada Tabel 4.1. Pada tabel tersebut dapat dilihat bahwasannya waktu respon mulai terbentuknya warna untuk teknik adsorpsi total adalah 2 menit. Warna terlihat memudar dalam waktu 1 jam 52 menit lebih dan warna hilang dalam waktu 5×24 jam lebih. Pada teknik adsorpsi dengan disemprot waktu pemanasan yang dibutuhkan untuk mulai terbentuknya warna adalah 3 menit. Warna merah muda yang terbentuk mulai memudar dalam waktu 1 jam dan warna hilang dalam waktu 5×24 jam lebih. Sedangkan pada teknik adsorpsi dilapis/coating waktu pemanasan yang dibutuhkan untuk mulai terbentuknya warna adalah 2 menit dan warna terlihat mulai memudar dalam waktu 1 jam 45 menit dan warna hilang dalam 5×24 jam lebih.

Kejelasan warna yang terlihat berdasarkan Tabel 4.1 dari masing-masing plat dengan variasi teknik adsorpsi tidak memiliki perbedaan yang signifikan bila diamati secara langsung, yaitu berwarna merah muda tipis akan tetapi warna yang relatif lebih rata dihasilkan pada plat dengan teknik adsorpsi secara penotolan. Oleh karena itu, diperlukan analisis lebih lanjut untuk mengetahui perbedaan secara signifikan dari ketiga warna yang terbentuk yaitu dengan analisis nilai RGB. Analisis warna RGB dilakukan menggunakan *adobe photoshop CS5*. Tujuan dari analisis nilai RGB adalah untuk mengetahui perbedaan warna yang lebih akurat berdasarkan data numerik dari nilai masing-masing komponen warna merah (*red*), hijau (*green*) dan biru (*blue*) dari warna yang berasal dari foto.

Masing-masing komponen warna RGB memiliki rentang nilai 0 – 255, dimana kombinasi dari ketiga nilai tersebut dapat menghasilkan lebih dari 16.000 variasi warna yang cukup untuk gambar apapun. Nilai RGB untuk putih adalah nilai maksimum dari ketiga komponen warna RGB (255, 255, 255) sementara untuk warna hitam adalah nilai minimum dari ketiga komponen warna RGB (0, 0, 0) (Tompunu dan Kusuma, 2011). Maka dapat dikatakan bahwa semakin tinggi nilai mean RGB yang dihasilkan oleh warna pada masing-masing plat, semakin rendah intensitas warna yang diserap oleh plat karena nilai RGB yang ditangkap oleh kamera menandakan besar intensitas warna yang tidak terserap oleh plat. Maka dari itu, untuk mengetahui besar intensitas warna RGB yang diserap oleh plat, dihitung nilai $\Delta mean$ RGB atau selisih nilai mean RGB blanko dan nilai mean RGB warna dari respon sensor. Dari hasil analisis RGB didapatkan hasil seperti pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil analisis nilai $\Delta Mean$ RGB pada variasi teknik adsorpsi

No	Teknik Adsorpsi	$\Delta Mean$ RGB	Mean RGB Blanko
1.	Semprot	64,11	237,6667
2.	Lapis/Coating	70	237,6667
3.	Penotolan	71	237,6667

Tabel 4.2 menunjukkan nilai $\Delta Mean$ RGB mengalami peningkatan dari hasil adsorpsi secara penyemprotan, pelapisan kemudian penotolan akan tetapi dengan selisih yang tidak jauh beda, dimana semakin besar nilai $\Delta mean$ warna yang terbentuk akan semakin kuat/jelas.

Berdasarkan hasil pengamatan yang diperoleh dari Tabel 4.1 dan Tabel 4.2, dapat disimpulkan bahwasannya teknik adsorpsi plat silika gel yang

terimmobil reagen identifikasi urea yang terbaik adalah dengan cara ditotolkan. Teknik adsorpsi dengan ditotol dipilih karena waktu pemanasan dan waktu bercak mulai terlihat lebih cepat dan hasil warna merah muda yang dihasilkan berdasarkan analisis menggunakan nilai RGB menunjukkan hasil yang lebih kuat dibandingkan dengan teknik adsorpsi dengan disemprot ataupun dilapis. Selain itu jumlah zat cair yang teruapkan pada teknik totol lebih sedikit dibanding teknik yang lain. Hal ini mungkin dikarenakan pada teknik adsorpsi totol reagen yang terimmobil ke dalam plat silika gel lebih banyak dan lebih tersebar merata pada permukaan plat silika gel. Sehingga teknik adsorpsi totol lebih efektif untuk digunakan.

4.1.2 Penentuan Waktu Pemanasan Plat Silika Gel yang Terimmobil Reagen Identifikasi Urea

Penentuan waktu pemanasan plat silika gel yang terimmobil reagen identifikasi urea dilakukan untuk menentukan waktu pemanasan terbaik reagen *Diacetyl monoxime-Thiosemicarbazide* yang sudah terimmobil secara sempurna pada plat silika gel, sehingga pendeteksian urea dapat diketahui dengan terbentuknya warna merah muda secara optimal.

Waktu pemanasan plat silika gel yang terimmobil reagen identifikasi urea dilakukan dengan 3 variasi waktu pemanasan, yaitu plat silika gel yang terimmobil reagen identifikasi urea dipanaskan pada waktu 10 menit, 20 menit dan 30 menit. Penentuan jumlah zat cair yang teruapkan dari masing-masing waktu pemanasan dilakukan untuk mengetahui perbedaan jumlah zat cair yang teruapkan dari plat silika gel yang terimmobil reagen identifikasi urea dari masing-masing waktu pemanasan, yang kemudian dilanjutkan dengan

pengamatan terhadap waktu respon ketika mulai berubah warna, warna kompleks yang terbentuk dan waktu kestabilan kompleks warna yang terbentuk. Adapun hasil yang diperoleh dari masing-masing variasi waktu pemanasan dapat dilihat pada Tabel 4.3, yaitu:

Tabel 4.3 Hasil pengamatan dari masing-masing variasi waktu pemanasan

Waktu Pemanasan	Jumlah Zat Cair yang Teruapkan (%)	Warna Kompleks yang Terbentuk	Waktu Warna mulai Pudar
10 menit	18,01		1 jam 17 menit
20 menit	17,09		1 jam 19 menit
30 menit	16,61		1 jam 25 menit

Berdasarkan Tabel 4.3 dijelaskan bahwa jumlah zat cair yang teruapkan pada masing-masing variasi waktu pemanasan tidak berbeda secara signifikan. Hal ini dimungkinkan pada penentuan jumlah zat cair yang teruapkan dari plat silika gel yang terimmobil reagen identifikasi urea waktu pemanasan tidak terlalu berpengaruh, dengan perlakuan teknik adsorpsi yang dibuat sama yaitu ditotolkan yang diperoleh dari hasil penentuan teknik adsorpsi terbaik. Pada saat reagen identifikasi urea diimmobilisasikan pada plat silika gel dengan dilapis(*coating*) dan dikeringkan kemudian dipanaskan dengan variasi waktu yang berbeda, dimungkinkan reagen tersebut sudah sama-sama terserap pada seluruh bagian plat

silika gel, hanya proses pemanasan dari masing-masing variasi waktu pemanasan yang berbeda.

Hasil warna yang terbentuk dan stabilitas warna juga dapat dilihat pada Tabel 4.3 dengan tingkat warna merah muda yang berbeda. Pada tabel tersebut dapat dilihat bahwasannya untuk waktu pemanasan 10 menit warna merah muda dari urea pada pelarut air tidak kuat. Warna merah muda terlihat memudar dalam 1 jam 17 menit dan warna hilang dalam waktu 5×24 jam lebih. Hasil dari waktu pemanasan 20 menit, diperoleh warna merah muda dari urea pada pelarut air terlihat lebih kuat dibandingkan pada waktu pemanasan 10 menit. Warna merah muda terlihat memudar dalam 1 jam 19 menit dan warna hilang dalam 5×24 jam lebih. Hasil dari waktu pemanasan selama 30 menit, warna merah muda yang dihasilkan dari urea pada pelarut air sangat kuat dan lebih jelas dibandingkan dengan waktu pemanasan 10 menit dan 20 menit. Warna merah muda terlihat mulai memudar dalam 1 jam 25 menit dan warna hilang dalam 5×24 jam lebih.

Warna kompleks yang terlihat pada Tabel 4.3 menunjukkan terdapat perbedaan dari tiap-tiap waktu pemanasan dimana semakin lama waktu pemanasan warna merah muda yang dihasilkan semakin kuat. Perbedaan warna yang dihasilkan dari masing-masing variasi waktu pemanasan dimungkinkan disebabkan oleh waktu pemanasan yang berbeda. Pada waktu pemanasan 10 menit, urea dan reagen identifikasi urea belum bereaksi secara sempurna sehingga warna kompleks yang dihasilkan tidak terlalu kuat. Pada waktu pemanasan 20 menit, proses reaksi yang terjadi antara urea dengan reagen identifikasi urea hampir sempurna, sehingga warna kompleks yang dihasilkan lebih kuat dibandingkan waktu pemanasan 10 menit. Sedangkan pada waktu pemanasan 30

menit, warna kompleks menunjukkan warna merah muda yang sangat kuat, dari warna tersebut dapat diketahui kemungkinan reaksi yang terjadi antara urea dengan reagen identifikasi sudah sempurna, sehingga warna kompleks yang dihasilkan sangat kuat. Untuk memperoleh data yang lebih akurat, maka diperlukan analisis lebih lanjut yaitu dengan analisis nilai RGB menggunakan salah satu aplikasi *image processing tool* yaitu *adobe photoshop CS5*. Tujuan dari analisis nilai RGB adalah untuk mengetahui perbedaan warna yang lebih akurat berdasarkan data numerik dari warna dari foto yang telah diambil karena pengamatan secara langsung tidak dapat memberikan perbedaan yang akurat. Dari hasil analisis RGB menggunakan *adobe photoshop CS5* didapatkan hasil seperti pada Tabel 4.4

Tabel 4.4 Hasil analisis nilai $\Delta Mean$ RGB pada variasi waktu pemanasan

No	Waktu Pemanasan	$\Delta Mean$ RGB	Mean RGB Blanko
1.	10 menit	61,89	237,6667
2.	20 menit	74,56	237,6667
3.	30 menit	77,11	237,6667

Tabel 4.4 menunjukkan nilai $\Delta Mean$ RGB mengalami peningkatan dari hasil pemanasan 10 menit, 20 menit dan 30 menit. Hal ini menunjukkan bahwa pada pemanasan selama 30 menit akan menghasilkan warna kompleks merah muda yang lebih optimal, dimana semakin besar nilai dari $\Delta Mean$ RGB warna yang terbentuk akan semakin kuat.

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah diperoleh diatas, dapat disimpulkan bahwasannya waktu pemanasan plat silika gel yang terimmobil reagen identifikasi urea yang terbaik adalah selama 30 menit. Waktu pemanasan

30 menit dipilih karena pada waktu pemanasan tersebut warna yang dihasilkan lebih kuat dan lebih jelas dibanding waktu pemanasan 10 menit dan 20 menit.

4.2 Penentuan Jenis Reagen Asam Terbaik dalam Pembuatan Sensor Urea Secara Adsorpsi pada Plat Silika Gel

Penggunaan jenis reagen asam yang tepat sangat berperan penting dalam proses pembuatan sensor urea guna didapatkan warna kompleks merah muda yang lebih stabil dan memiliki stabilitas yang tinggi. Dari hasil penelitian Favreau dan Coloumbe (1963) yang menggunakan campuran asam sulfat, asam klorida dan asam fosfat sebagai reagen asamnya menyatakan bahwa penggunaan asam sulfat sendiri dengan konsentrasi optimum dapat meningkatkan stabilitasnya sebesar 25-30%. Sedangkan menurut Boyde dan Rahmatullah (1980) penggunaan reagen asam yang sangat kuat akan menurunkan stabilitas dari warna kompleks yang terbentuk, begitu pula sebaliknya dimana penggunaan reagen asam lemah dapat menurunkan intensitas warna kompleks yang terbentuk. Dalam hal ini kami mencoba untuk memvariasikan penggunaan jenis reagen asam guna didapatkan sensor urea yang memiliki kestabilan warna, sehingga pendeteksian urea dapat diketahui dengan terbentuknya warna merah muda secara optimal.

Variasi reagen asam yang kita gunakan dalam penelitian ini, yaitu asam fosfat (H_3PO_4)-asam asetat (CH_3COOH), asam fosfat (H_3PO_4)-asam sulfat (H_2SO_4) dan asam sulfat (H_2SO_4)-asam klorida (HCl). Pemilihan jenis reagen asam ini kami pilih berdasarkan kekuatan asam, guna mengetahui pengaruhnya terhadap warna kompleks yang terbentuk dan stabilitasnya. Penentuan jenis reagen asam terbaik didasarkan pada penentuan jumlah zat cair yang teruapkan dari masing-masing variasi reagen asam dilakukan untuk mengetahui perbedaan

jumlah zat cair yang teruapkan dari plat silika gel yang terimmobil reagen identifikasi urea dari masing-masing reagen asam, yang kemudian dilanjutkan dengan pengamatan terhadap waktu respon ketika mulai berubah warna, waktu kestabilan kompleks, warna kompleks yang terbentuk dan nilai $\Delta Mean$ RGB.

Adapun hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh dari masing-masing variasi reagen asam dapat dilihat pada Tabel 4.5, yaitu:

Tabel 4.5 Hasil pengamatan dari masing-masing variasi jenis reagen asam

Reagen Asam	Jumlah Zat Cair yang Teruapkan (%)	Warna Kompleks yang Terbentuk	Waktu Respon mulai Terbentuknya Warna	Waktu Warna mulai Pudar
Asam Fosfat dan Asam Asetat	17,86		9 menit 50 detik	30 menit
Asam Klorida dan Asam Sulfat	16,96		5 menit 10 detik	1 jam 04 menit
Asam Fosfat dan Asam Sulfat	16,83		3 menit 12 detik	1 jam 30 menit

Berdasarkan tabel 4.5 dijelaskan bahwa jumlah zat cair yang teruapkan pada masing-masing variasi reagen asam terdapat perbedaan yang tidak terlalu signifikan. Hal ini dimungkinkan pada penentuan jumlah zat cair yang teruapkan dari plat silika gel yang terimmobil reagen identifikasi urea dengan penggunaan variasi reagen asam tidak terlalu berpengaruh, dengan perlakuan teknik adsorpsi yang dibuat sama yaitu ditotolkan yang diperoleh dari hasil penentuan teknik adsorpsi terbaik. Pada saat reagen identifikasi urea diimmobilisasikan pada plat

silika gel dengan ditotol dan dikeringkan kemudian dipanaskan dengan waktu yang sama, dimungkinkan reagen tersebut sudah sama-sama terserap pada seluruh bagian plat silika gel.

Hasil warna yang terbentuk dan waktu respon mulai terbentuknya warna juga dapat dilihat pada Tabel 4.5. Pada tabel tersebut dapat dilihat bahwasannya untuk reagen asam fosfat dan asam asetat terbentuk warna merah muda yang sangat lemah bila dibandingkan dengan jenis reagen asam yang lain dengan waktu pemanasan yang dibutuhkan untuk mulai terbentuknya warna adalah 9 menit 50 detik, dan warna terlihat memudar dalam waktu 30 menit dan warna hilang dalam 12 jam. Hal ini mungkin dikarenakan penggunaan jenis asam yang sama-sama bersifat asam lemah, sehingga pembentukan warna kompleks merah muda tidak maksimal. Hasil ini sesuai dengan teori dari Rahmatullah (1980) yang menyatakan bahwa pembentukan kompleks DAM-TSC dengan menggunakan asam lemah akan menurunkan intensitas dari warna kompleks yang terbentuk. Untuk penggunaan jenis reagen asam kedua, yaitu asam sulfat dan asam klorida, warna merah muda yang dibentuk tidak terlalu kuat dengan waktu pemanasan yang dibutuhkan untuk mulai terbentuknya warna adalah 5 menit 10 detik dan warna terlihat mulai memudar dalam waktu 1 jam 04 menit dan warna hilang dalam 24 jam lebih. Pada penggunaan kombinasi antara asam kuat dengan asam kuat intensitas warna yang dihasilkan tidak sekuat pada penggunaan asam kuat dan asam lemah, karena penggunaan reagen asam yang terlalu kuat justru malah akan menurunkan intensitas warna yang dibentuk, hal ini sesuai dengan teori dari Rahmatullah (1980) bahwa penggunaan reagen asam yang sangat kuat justru akan menurunkan tingkat kestabilan dan intensitas warna yang terbentuk.

Sedangkan pada jenis asam ketiga yaitu asam fosfat dan asam sulfat terbentuk warna merah muda yang sangat kuat dibandingkan pada variasi kedua asam sebelumnya dan waktu pemanasan yang dibutuhkan untuk mulai terbentuknya warna adalah 3 menit 12 detik, sedangkan warna merah muda yang terbentuk mulai memudar dalam waktu 1 jam 30 menit dan warna hilang dalam 5×24 jam lebih. Dari segi waktu respon dan stabilitas warnanya, penggunaan reagen jenis asam fosfat dan asam sulfat ini lebih baik dibandingkan dengan jenis asam yang lain, yang ditunjukkan dengan waktu respon yang lebih cepat dan kestabilan warnanya yang paling tinggi. Hal ini sesuai dengan yang diungkapkan Coulombe dan Favreu dalam Rho (1980) bahwa penggunaan asam kuat akan memberikan hasil warna yang lebih tinggi dibandingkan dengan asam lemah, akan tetapi dengan pencampuran kedua jenis asam tersebut, warna yang dihasilkan akan jauh lebih baik dari pada hanya menggunakan salah satu jenis asam. Selain itu dalam penelitian Ratnam dan Anipindi (2012) tentang pembentukan senyawa kompleks pada senyawa Fe(III) dengan triazin disebutkan bahwa penggunaan asam fosfat akan meningkatkan kemampuan oksidasi dari Fe(III) dalam membentuk kompleks dengan triazin. Untuk memperoleh data yang lebih akurat mengenai jenis asam terbaik, maka diperlukan analisis lebih lanjut yaitu dengan analisis nilai RGB menggunakan salah satu aplikasi *image processing tool* yaitu *adobe photoshop CS5*. Tujuan dari analisis nilai RGB adalah untuk mengetahui perbedaan warna yang lebih akurat berdasarkan data numerik dari warna dari foto yang telah diambil karena pengamatan secara langsung tidak dapat memberikan perbedaan yang akurat. Dari hasil analisis RGB menggunakan *adobe photoshop CS5* didapatkan hasil seperti pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil analisis nilai $\Delta Mean$ RGB pada variasi jenis reagen asam

No	Jenis Reagen Asam	$\Delta Mean$ RGB	Mean RGB Blanko
1.	Asam Fosfat-Asam Asetat	76,22	237,6667
2.	Asam Sulfat-Asam Klorida	85,5	237,6667
3.	Asam Fosfat-Asam Sulfat	97,89	237,6667

Tabel 4.6 diatas menunjukkan penggunaan reagen asam fosfat dan asam sulfat memberikan nilai $\Delta Mean$ RGB yang paling tinggi dibandingkan yang lain. Hal ini menunjukkan bahwa warna kompleks dan intensitas warna yang terbentuk lebih kuat dibandingkan dengan menggunakan jenis reagen asam yang lain.

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah diperoleh dari data-data diatas, dapat disimpulkan bahwasannya penggunaan jenis reagen asam terbaik pada pembuatan sensor urea adalah jenis asam fosfat dan asam sulfat. Hal ini ditunjukkan dengan waktu pembentukan warnanya yang lebih cepat, stabilitasnya yang tinggi, warna kompleks yang terbentuk paling kuat serta nilai $\Delta Mean$ RGB yang paling tinggi.

4.3 Pandangan Islam tentang Penelitian Pembuatan Sensor Urea

Umat Islam diperintahkan untuk memikirkan ciptaan Allah Swt. yang berada di langit, di bumi, dan apa yang berada di antara keduanya sebagaimana firman Allah dalam surat Ali Imran ayat 190–191. Allah Swt. telah menciptakan segala sesuatu dengan penuh hikmah dan tidak ada yang sia-sia. Hal ini kembali ditegaskan oleh Allah Swt. dalam surat Shaad ayat 27:

وَمَا خَلَقْنَا السَّمَاءَ وَالْأَرْضَ وَمَا بَيْنَهُمَا بَطْلًا

Artinya:

“dan Kami tidak menciptakan langit dan bumi dan apa yang ada antara keduanya tanpa hikmah”

Ayat diatas menjelaskan bahwasannya Allah memberikan segala sesuatu melainkan dibalik itu semua ada hikmah dan pelajaran, baik diketahui ataupun tidak. Seperti halnya ketika manusia diuji dengan cobaan sakit yang sebenarnya Allah menyerukan kepada kita agar senantiasa ingat kepada-Nya dan selalu berpikir tentang solusi yang dapat diberikan untuk mengatasi masalah tersebut. Salah satu bentuk berpikir terhadap ciptaan Allah Swt. adalah tentang pembuatan sensor urea. Sensor urea merupakan teknik pengembangan dari analisis kadar urea secara konvensional. Dari hasil penelitian yang telah kami lakukan, sensor urea yang kami buat mampu untuk mendeteksi kadar urea dalam darah yang dapat dijadikan sebagai skrining awal adanya kerusakan pada ginjal. Dengan adanya sensor urea ini diharapkan dapat memberikan solusi kepada masyarakat untuk mencegah kerusakan ginjal yang lebih parah, karena sifatnya yang lebih efektif, efisien dan ekonomis. Urea dalam darah atau disebut juga *blood nitrogen urea* (BUN) memiliki kadar normal sebesar 5-25 mg/dL (Shanmugam dkk, 2010). Apabila kadar urea melebihi batas normal dapat diindikasikan terjadinya kerusakan pada ginjal. Sebagaimana firman Allah Swt. dalam surat al Furqan (25): 2, bahwa Allah Swt. menciptakan segala sesuatu dengan kadar dan ukuran tertentu.

الَّذِي لَهُ مُلْكُ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَلَمْ يَتَّخِذْ وَلَدًا وَلَمْ يَكُن لَّهُ شَرِيكٌ فِي الْمُلْكِ وَخَلَقَ كُلَّ شَيْءٍ فَقَدَرَهُ تَقْدِيرًا ﴿٢﴾

Artinya:

“Yang kepunyaan-Nya-lah kerajaan langit dan bumi, dan Dia tidak mempunyai anak, dan tidak ada sekutu baginya dalam kekuasaan(Nya), dan Dia telah menciptakan segala sesuatu, dan Dia menetapkan ukuran-ukurannya dengan serapi-rapinya”

Kata *qaddara* berarti kadar tertentu yang tidak bertambah atau berkurang, atau berarti kuasa, atau berarti ketentuan dari sistem yang ditetapkan terhadap

segala sesuatu. Sedangkan kata *taqdiiron* adalah bentuk *masdar* dari kata *qaddara*. Ayat ini menyangkut pengaturan Allah Swt. serta keseimbangan yang dilakukanNya antar makhluk. Artinya tidak ada satu pun ciptaanNya yang bernilai sia-sia sebab semuanya memiliki potensi yang sesuai dengan kadar yang cukup (Shihab, 2002).

Gagal ginjal terjadi ketika ginjal tidak mampu mengangkut hasil metabolisme tubuh atau melakukan fungsi regulernya. Kerusakan pada ginjal dapat disebabkan oleh beberapa hal, diantaranya adalah hipertensi dan diabetes mellitus. Pada penderita diabetes mellitus kadar gula darah yang tinggi dalam jangka waktu yang lama dan tidak terkontrol akan merusak ginjal dan menurunkan kemampuannya untuk menyaring darah dan membuang sisa metabolisme ke urin. Sedangkan pada hipertensi atau tekanan darah yang tinggi dapat menyebabkan kerusakan pada organ-organ yang dilewati pembuluh darah termasuk ginjal. Selain kedua penyebab tersebut masih ada beberapa faktor yang dapat menyebabkan kerusakan ginjal, seperti pengaruh obat, dehidrasi, sepsis atau peradangan pada ginjal, dan lain sebagainya. Setiap tahun 50.000 orang Amerika meninggal akibat gagal ginjal (Brunner & Studdarth, 2002).

Allah semata yang memberikan kesembuhan, tidak ada sekutu bagi-Nya dalam memberikan kesembuhan. Oleh karena itu, wajib bagi kita memiliki keyakinan yang mantap bahwasanya tidak ada yang mampu menyembuhkan kecuali Allah. Allah berfirman dalam surat al Insyirah ayat 5-6:

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٥﴾ إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٦﴾

Artinya:

“karena Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan” (Q.S al Insyirah: 5-6).

Keimanan dan keyakinan hanya Allah yang dapat menyembuhkan segala penyakit bukan berarti menjadi penghalang seorang hamba untuk melakukan pengobatan. Hal tersebut tidaklah bertentangan dengan tawakal seseorang kepada Allah dan keyakinan bahwasanya kesembuhan berasal dari Allah Swt. Sebagaimana telah di jelaskan pada Q.S Asy Syu'ara ayat 80:

وَإِذَا مَرَضْتُ فَهُوَ يَشْفِينِ ﴿٨٠﴾

Artinya:

“dan apabila aku sakit, Dialah yang menyembuhkan Aku” (Q.S Asy Syu'araa: 80).

Untuk menuntun manusia dalam mengembangkan dan mengamalkan akal pikirannya, serta mengeluarkan manusia dari kegelapan dan kebodohan, guna kebaikan manusia dan alam sekitarnya, sehingga manusia dapat melaksanakan tugasnya sebagai “khalifah” yang diperintahkan untuk mengelola segala di bumi ini dengan baik. Firman Allah dalam surat al Baqarah ayat 29-30:

هُوَ الَّذِي خَلَقَ لَكُمْ مَا فِي الْأَرْضِ جَمِيعًا ثُمَّ اسْتَوَىٰ إِلَى السَّمَاءِ فَسَوَّاهُنَّ سَبْعَ سَمَوَاتٍ وَهُوَ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيمٌ ﴿٢٩﴾ وَإِذْ قَالَ رَبُّكَ لِلْمَلَائِكَةِ إِنِّي جَاعِلٌ فِي الْأَرْضِ خَلِيفَةً قَالُوا أَتَجْعَلُ فِيهَا مَنْ يُفْسِدُ فِيهَا وَيَسْفِكُ الدِّمَاءَ وَنَحْنُ نُسَبِّحُ بِحَمْدِكَ وَنُقَدِّسُ لَكَ قَالَ إِنِّي أَعْلَمُ مَا لَا تَعْلَمُونَ ﴿٣٠﴾

Artinya:

(29) Dia-lah 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. (30) Ingatlah ketika Tuhanmu berfirman kepada Para Malaikat: "Sesungguhnya aku hendak menjadikan seorang khalifah di muka bumi." mereka berkata: "Mengapa Engkau hendak menjadikan (khalifah) di bumi itu orang yang akan membuat kerusakan padanya dan menumpahkan darah, Padahal Kami Senantiasa bertasbih dengan memuji Engkau dan mensucikan Engkau?" Tuhan berfirman: "Sesungguhnya aku mengetahui apa yang tidak kamu ketahui" (QS. Al Baqarah: 29-30)

Perlu diketahui, bahwa Allah menurunkan segala penyakitnya tanpa menjelaskan secara terperinci mengenai jenis penyakitnya dan Allah menurunkan obatnya tanpa menyebutkan detail apa obatnya dan bagaimana memakainya. Masalah ini haruslah dikerjakan oleh manusia dengan akal, ilmu dan penyelidikan yang sekarang dinamai “science” bersama teknologinya.

QS Al-Baqarah ayat 29-30, mendukung tentang pentingnya menganalisis kadar urea dalam darah untuk mencegah atau meminimalisir penyakit gagal ginjal yang lebih parah. Menurut hasil penelitian yang telah dilakukan, pembuatan sensor urea lebih optimal dengan menggunakan reagen asam fosfat dan asam sulfat. Dimana sensor urea menggunakan reagen asam jenis ini akan memberikan perubahan warna menjadi merah muda. Adanya perubahan warna ini mengindikasikan bahwa dalam sampel tersebut terdapat urea dalam kadar tertentu. Sehingga sensor urea ini dapat diaplikasikan dalam mendeteksi kadar urea dalam darah.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Teknik adsorpsi terbaik reagen diasetil monoksim-tiosemikarbazida pada plat silika gel adalah dengan cara ditotol dengan waktu respon 2 menit dan nilai $\Delta Mean$ RGB sebesar 70. Sedangkan waktu pemanasan terbaik didapat pada waktu 30 menit dengan warna yang lebih jelas dan nilai $\Delta Mean$ RGB sebesar 77,11.
2. Jenis reagen asam terbaik yang digunakan dalam pembuatan sensor urea adalah asam fosfat dan asam sulfat. Hal ini ditunjukkan dengan waktu respon yang lebih cepat yaitu 3 menit 12 detik, lamanya waktu warna mulai hilang dan nilai $\Delta Mean$ RGB sebesar 97,89.

5.2 Saran

Disarankan perlu adanya penelitian lanjutan dengan menggunakan sampel urea pada serum darah untuk melengkapi dan menyempurnakan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 2012. Data Penderita Gagal Ginjal berdasarkan Indonesia Renal Registry. <http://pernefri-inasn.org/Laporan/4thAnnualReportOfIRR>. Diakses 12 Juli 2014.
- _____. 2013. Data Penderita gagal Ginjal berdasarkan WHO. <http://www.academia.edu/6834088/>. Diakses 12 Juli 2014.
- Alberty, R. A., Danniels F. 1983. *Kimia Fisika Versi S1 Edisi Kelima Jilid 1*. Diterjemahkan Oleh N. M. Surdia. Jakarta: Erlangga
- An-Najjar, Zaghlul. 2011. *Sains Dalam Hadis*. Jakarta: AMZAH
- Armenente. 2010. *The Principles of Ion-Selective Electrodes and of Membrane Transport*, Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam
- Bahreisy, S. 1990. *Terjemahan Singkat Tafsir Ibnu Katsier*. Surabaya: PT. Bina Ilmu
- Beale RN, Croft D. 1961. A Sensitive Method for the Colorimetric Determination of Urea. *J Clin Pathol*. Jul;14:418–424
- Buhani dkk. 2009. Production Of Metal Ion Imprinted Polymer From Mercapto-Silica Through Sol-Gel Process as Selective Adsorbent of Cadmium, Desalination. 251: 83-89
- Coulombe JJ, favreau L. 1963 A new simple semimicro method for colorimetric determination of urea. *Clin Chem* :102–108.
- Fitriani, W. 2013. Metode Penentuan Fenilpiruvat pada Urine Menggunakan FeCl₃ yang Diimobilisasi pada Plat Silika Gel. *Skripsi Tidak Dipublikasikan*. Malang: Jurusan Kimia. Fakultas Saintek. Universitas Maulana Malik Ibrahim Malang
- Gazzaniga, Ceriotti G, Spandrio L. 1965 A spectrophotometric method for determination of urea. *Clin Chim Acta*. Mar;8:295–299.
- Hulanicki, A, Glab, S, Ingman, F. 1991. Chemical Sensors Definitions and Classification. *Pure Appl. Chem.*, 63, 1247–50
- Kusumanto, RD, Tomponu, Alan Novi. 2011. Pengolahan Citra Digital Untuk Mendeteksi Obyek Menggunakan Pengolahan Warna Model Normalisasi. Palembang: Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi Terapan
- Kuswandi, Bambang. 2010. *Sensor*. Jember: Universitas Jember Press

- Marsh, W. H., et al. 1965. Determination of Urea Nitrogen with Time Diacetyl Method and Automatic Dialyzing Apparatus. *Am. J. Clin. Path.* 28, 681
- Mather, A. dan Dorothy, R. 1968. The Automated Thiosemicarbazide-Diacetyl Monoxime Method for Plasma Urea. *Clinical Chemistry*. 393-397.
- Mulyono. 2006. *Kamus Kimia*. Jakarta: Bina Aksara
- Musthafa, A. 1987. *Terjemahan Tafsir Al-Maghribi*. Semarang: PT. Karya Toha Putra
- Oscik, J. 1982. *Adsorption (Ellis Horwood Series In Physical Chemistry)*. New York: Haisted Press
- Plata, M. R., Ana, M. C. dan Angel, R. 2010. State-Of-Art Of (Bio) Chemical Sensor Developments In Analytical Spanish Groups. *Sensors*. 10: 2511-2576
- Rahmatullah, M dan T.R.C. Boyde. 1980. Improvements In The Determination Of Urea Using Diacetyl Monoxime; Method With And Without Deproteinisation. *Clinical Chimica Acta*. 107: 3-9
- Ratnam, S dan Anipindi, N. R. 2012. Kinetic and mechanistic studies on the oxidation of hydroxylamine, semicarbazide, and thiosemicarbazide by iron(III) in the presence of triazines. *Transition Met Chem*. 37:453-462
- Rho, J. H. 1980. Direct Fluorometric Determination Of Urea In Urine. *Clinical Chemistry*. Volume 18. Nomor 5.
- Rosita, Yu Si Tan. 1972. *Reaction of urea with diacetyl monoxime and diacetyl*. University of Windsor.
- Shanmugam, S., dkk. 2010. *Laboratory Handbook On Biochemistry*. New Delhi: PHI Learning Private Limited
- Shihab, Q. 2002. *Tafsir Al-Misbah*. Jakarta: Lentera Hati
- Solihat, U. 2004. *Analisis Kromatografi Tipis Dan Kromatografi Kertas*. Bandung: Dinas Pendidikan Program Analisis Kimia
- Wibenga, D. R, John D. G dan Vincet J. P. 1971. Manual and Automated Methods for Urea Nitrogen Measurement in Whole Serum. *Clinical Chemistry*. Vol. 14. No. 9