



## RANCANG BANGUN SENSOR KIMIA UNTUK PENENTUAN FORMALDEHIDA

Marudut Sinaga, Herna Julin Simanjuntak dan Manihar Situmorang\*

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Medan, Jl. Willem Iskandar Psr V Medan Estate, E-mail:  
[msitumorang@lycos.com](mailto:msitumorang@lycos.com)

**Abstrak.** Rancang bangun sensor kimia untuk penentuan formaldehida bertujuan untuk mendapatkan instrumen analisis yang memiliki daya analisis akurat, selektif, sensitif, cepat dan sederhana untuk penentuan formaldehida. Penelitian dilakukan melalui pengintegrasian senyawa aktif yang dapat bereaksi dengan formaldehida yang dapat dideteksi menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Prinsip analisisnya adalah berdasarkan reaksi yang terjadi karena kondensasi formaldehida dengan sistem aromatik dari asam kromatropat, membentuk senyawa 3,4,5,6-dibenzoxanthylum yang dideteksi pada panjang gelombang 560 nm. Berbagai faktor yang dapat mempengaruhi reaksi pembentukan kompleks formaldehida dioptimasi. Langkah awal pembuatan sensor kimia untuk penentuan formaldehida telah berhasil dilakukan. Sensor kimia menunjukkan linearitas pada skala konsentrasi 0,1-2 ppm formaldehida, dan batas deteksi berada pada 0,05 ppm formaldehida. Metode analisis telah diaplikasikan untuk penentuan formaldehida pada sampel ikan asin dan tahu.

**Kata Kunci:** Sensor kimia, pengawet formaldehida, kromatropat, spektrofotometry, ikan, tahu

### PENDAHULUAN

Pengembangan instrumen analisis yang sensitif, selektif, dan akurat untuk penentuan formaldehida perlu dilakukan karena formaldehida sangat berbahaya terhadap kesehatan. Penggunaan senyawa formaldehida sebagai pengawet di dalam makanan sering disalah gunakan oleh orang yang tidak bertanggungjawab, kemungkinan karena ketidaktahuan atau karena kesengajaan dengan alasan menjaga kesegaran makanan, menghambat pertumbuhan organisme, memelihara warna bahan makanan, dan untuk menjaga kualitas makanan dan minuman dalam penyimpanan dalam jangka waktu tertentu [1]. Penggunaan bahan pengawet yang aman bagi kesehatan diperbolehkan sepanjang masih berada dalam batas tingkat ambang batas toleransi [2], akan tetapi khusus untuk senyawa formaldehida sangat dilarang.

Penggunaan bahan pengawet alami sudah menjadi pilihan yang banyak dilakukan saat ini dengan alasan, untuk keamanan kesehatan dan keamanan lingkungan [3]. Akan tetapi, penggunaan senyawa anorganik dan organik juga ada yang dipergunakan sebagai bahan pengawet, dan umumnya sudah diberikan batas aman (toleransi) bagi keberadaan senyawa tersebut sebagai pengawet makanan dan minuman [4]. Apabila pengawet makanan yang ditambahkan ke dalam makanan melebihi ambang batas akan mengakibatkan permasalahan terhadap kesehatan [5].

Senyawa formaldehida dalam air dengan kadar 30-40% mempunyai nama dagang formalin. Formaldehida bukan bahan pengawet makanan, tetapi merupakan pengawet untuk spesimen hayati. Pada pengawet spesimen hayati, formaldehida bergabung dengan protein dan jaringan sehingga membuatnya keras dan tidak larut dalam air. Keadaan ini yang mencegah pembusukan spesimen hayati, dimana konsumsi terhadap pengawet ini baik dalam jangka pendek maupun dalam jangka panjang mengakibatkan berbagai penyakit [6]. *American Conference of Governmental and Industrial Hygienists (ACGIH)* menetapkan ambang batas (*Threshold Limit Value/TLV*) untuk formaldehida adalah 0.4 ppm. Sementara *National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH)* merekomendasikan paparan limit untuk para pekerja adalah 0,016 ppm selama periode 8 jam, sedangkan untuk 15 menit 0,1 ppm. Dalam *International Programme on Chemical Safety (IPCS)* disebutkan bahwa batas toleransi formaldehida yang dapat diterima tubuh dalam bentuk air minum adalah 0,1 mg per liter atau dalam satu hari asupan yang diperbolehkan adalah 0,2 mg. Sementara formalin yang boleh masuk ke tubuh dalam bentuk makanan untuk orang dewasa adalah 1,5 mg hingga 14 mg per hari. NIOSH juga menyatakan formaldehida berbahaya bagi kesehatan pada kadar 20 ppm [7].

Kelebihan yang dimiliki oleh formaldehida adalah kemampuannya dalam membunuh organisme, yaitu dipergunakan sebagai pembasmi lalat dan berbagai serangga lain; Untuk pembersih

lantai kapal, gudang, dan pakaian; Bahan pada pembuatan sutra buatan, zat pewarna, cermin kaca dan bahan peledak; Dalam dunia fotografi biasanya digunakan untuk pengeras lapisan gelatin dan kertas; Bahan untuk pembuatan produk parfum; Bahan pembuatan pupuk dalam bentuk urea; Bahan pengawet produk kosmetika dan pengeras kuku; Bahan untuk insulasi busa; Pencegah korosi untuk sumur minyak dan Bahan perekat untuk produk kayu lapis (Plywood). Formaldehida juga dipakai sebagai pengawet dalam vaksinasi; Dalam konsentrasi yang sangat kecil (kurang dari 1%), Formalin digunakan sebagai pengawet untuk berbagai barang konsumen seperti pembersih barang rumah tangga, cairan pencuci piring, pelembut kulit, perawatan sepatu, shampoo mobil, lilin, pasta gigi, dan pembersih karpet. Dalam bidang medis, larutan formaldehida dipakai untuk mengeringkan kulit, misalnya mengangkat kutil; Didunia kedokteran formalin digunakan dalam pengawetan mayat, yang biasanya digunakan dengan formalin dengan konsentrasi 10% [8]. Turunan formaldehida yang lain adalah metilen difenil diisosianat, komponen penting dalam cat dan busa poliuretan, serta heksametilen tetramina, yang dipakai dalam resin fenol-formaldehid untuk membuat RDX (bahan peledak). Menurut SNI 19-0232-2005 ambang batas formaldehida di udara bagi pekerja adalah 0,37 ppm.

Penggunaan formaldehida dimaksudkan untuk memperpanjang umur simpan, karena formaldehida adalah senyawa antimikroba yang efektif dalam membunuh bakteri, dan jamur. Pada umumnya formaldehida digunakan dalam bahan yang mengandung banyak air. Produk-produk dengan kadar air tinggi sangat disukai oleh mikroba termasuk mikroba pembusuk sehingga secara alami produk tersebut mudah rusak dan tidak dapat disimpan pada suhu ruang dalam jangka waktu lama. Umur simpan tersebut menjadi semakin pendek apabila jumlah mikroba awal sangat tinggi karena proses pengolahannya yang tidak mengindahkan praktek-praktek yang baik serta penerapan sanitasi yang baik.

Formaldehida adalah senyawa reaktif dan mudah mengikat air, memiliki gugus aldehida yang mudah bereaksi dengan protein, karenanya ketika ditambah ke dalam makanan akan mengikat protein mulai dari bagian permukaan makanan hingga terus meresap kebagian dalamnya. Dengan matinya protein setelah terikat unsur kimia dari formalin maka bila ditekan makanan yang diberi formalin terasa lebih kenyal. Selain itu protein yang telah mati tidak akan diserang bakteri pembusuk yang menghasilkan senyawa asam, itulah makanan menjadi lebih awet. Formaldehida

membunuh bakteri dengan membuat jaringan dalam bakteri dehidrasi (kekurangan air), sehingga sel bakteri akan kering dan membentuk lapisan baru di permukaan. Bila desinfektan lainnya mendeaktifkan serangan bakteri dengan cara membunuh dan tidak bereaksi dengan bahan yang dilindungi, maka formaldehida akan bereaksi secara kimiawi dan tetap ada di dalam materi tersebut untuk melindungi dari serangan berikutnya. Melihat sifatnya, formalin juga sudah tentu akan menyerang protein yang banyak terdapat di dalam tubuh manusia seperti pada lambung. Dosis formaldehida, bila tidak terelakkan di dalam makanan harus sangat rendah. Formalin jika tertelan, dalam jangka pendek tidak menyebabkan keracunan, tetapi jika tertimbun di atas ambang batas dapat mengganggu kesehatan. Ambang batas yang aman adalah 1 ppm [9]. *International Programme on Chemical Safety* menetapkan bahwa batas toleransi yang dapat diterima dalam tubuh maksimum 0,1 ppm.

Bahaya formalin dalam jangka pendek (akut) adalah apabila tertelan maka mulut, tenggorokan dan perut terasa terbakar, sakit jika menelan, mual, muntah dan diare, kemungkinan terjadi pendarahan, sakit perut yang hebat, sakit kepala, hipotensi (tekanan darah rendah), kejang, tidak sadar hingga koma. Selain itu juga dapat menyebabkan terjadinya kerusakan jantung, hati, otak, limpa, pankreas, sistem saraf pusat dan ginjal. Bahaya jangka panjang adalah iritasi saluran pernafasan, muntah-muntah dan kepala pusing, rasa terbakar pada tenggorokan, penurunan suhu badan dan rasa gatal di dada; Pada hewan percobaan dapat menyebabkan kanker sedangkan pada manusia diduga bersifat. Konsumsi formalin pada dosis sangat tinggi dapat mengakibatkan konvulsi (kejang-kejang), haematuria (kencing darah) dan haematomesis (muntah darah) yang berakhir dengan kematian. Injeksi formalin dengan dosis 100 gram dapat mengakibatkan kematian dalam jangka waktu 3 jam [10].

Permasalahan yang dihadapi adalah sering ditemukan penambahan bahan pengawet yang tidak aman ke dalam makanan atau bahan makanan sehingga sangat berpotensi menimbulkan penyakit atau gangguan kesehatan [11]. Permasalahan lain adalah penambahan pengawet tersebut melebihi batas aman disebabkan oleh ketidaktahuan produsen, terutama produsen tradisional yang sangat banyak menjadi konsumsi masyarakat di Indonesia. Untuk mengetahui keberadaan bahan pengawet tersebut di dalam makanan secara pasti diperlukan instrumen analisis untuk penentuan kadar bahan pengawet yang terdapat di dalam makanan. Instrumen analisis yang akurat, selektif, sensitif, cepat dan sederhana

untuk kontrol kualitas makanan dan minuman sangat diperlukan untuk menjamin keakuratan penganalisisan senyawa-senyawa kimia yang berpotensi menimbulkan penyakit seperti kehadiran bahan pengawet yang ditambahkan ke dalam makanan dan minuman [12]. Informasi yang akurat dan dini terhadap kehadiran senyawa pengawet yang ditambahkan ke dalam makanan dan minuman akan dapat menghindarkan konsumen dari timbulnya penyakit yang disebabkan oleh konsumsi makanan dan minuman tersebut, terutama bagi mereka yang rentan terhadap kehadiran senyawa tertentu yang memberikan efek alergi maupun efek pemicu penyakit ikutan dan pengaruh jangka panjang seperti pemicu penyakit kanker.

Usaha pengembangan metode analisis sebagai kontrol kualitas makanan dan minuman perlu mendapat perhatian, terutama untuk mengetahui komponen-komponen penting senyawa kimia penyusun, baik berupa nutrisi, sumber kalori, maupun senyawa aditif yang ditambahkan dalam komposisi makanan dan minuman [13]. Studi terhadap kontrol kualitas makanan dan minuman meliputi pengetahuan terhadap informasi jenis senyawa target spesifik [14], teknik perlakuan sampel [15], dan metode analisis yang diperlukan untuk penentuan senyawa target [16]. Untuk itu diperlukan instrumen analisis sederhana dan serbaguna yang dapat memberikan informasi akurat terhadap kehadiran senyawa-senyawa penyusun makanan dan minuman dengan cepat.

Pengembangan sensor kimia untuk penentuan analit sangat menarik dalam kimia analisis dan sangat tepat untuk penentuan analit di dalam sampel. Sensor kimia merupakan instrumen analisis yang sangat penting karena mempunyai daya analisis selektif dan sensitif terhadap analit sehingga dapat menentukan kadar senyawa pada konsentrasi sangat rendah. Peralatan ini mempunyai kelebihan dalam kesederhanaan penganalisisan karena penentuan biasanya dilakukan tanpa perlakuan sampel sehingga mudah dilakukan oleh orang yang kurang terampil. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan metode analisis sensor kimia sebagai instrument analisis menjadi metode standar yang sensitif, akurat, sederhana dan cepat untuk penentuan formaldehida yang dapat diaplikasikan untuk penentuan formaldehida di dalam sampel makanan.

## METODE PENELITIAN

### Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Spektrofotometer Perkin Elmer Lambda 25, kuvet kuarsa, pipet mikro, neraca analitik, blender, hotplate, magnetic stirrer, dan alat-alat gelas kimia. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bahan kimia pro-analisis (PA) dan dilarutkan langsung tanpa pemurnian yaitu larutan asam kromatofat (Larutan jenuh lebih kurang 0,5 % dari asam 1,8-dihidroksinaftalena-3,6-disulfonat dalam asam sulfat 80 % v/v), formaldehida, asam sulfat, asam fosfat,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ , asam klorida, natrium hidroksida, glutaraldehid, aseton, dietil eter, metil asetat, natrium klorida, natrium nitrit, natrium disulfat, albumin, metanol, asam askorbat, air suling (akuades).

### Prosedur Penelitian

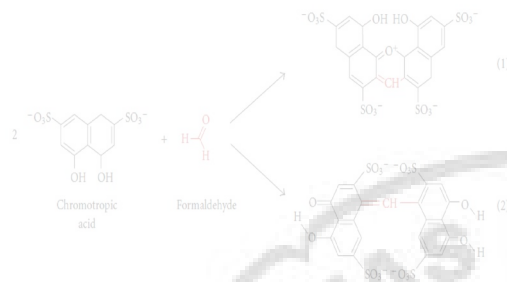
Penelitian adalah berupa eksperimental murni di laboratorium untuk pengembangan metode analisis penentuan formaldehida. Prosedur penelitian pembuatan rancang bangun sensor kimia sebagai instrumen analisis dalam deteksi spektrofotometri untuk penentuan formaldehida dilakukan mengikuti prosedur yang dijelaskan dalam penelitian sebelumnya [17]. Tahapan analisis meliputi pembuatan larutan, preparasi sampel, pengembangan sensor optik kimia sebagai instrumen analisis untuk menguji kadar pengawet formaldehida dalam makanan, metode spektrofotometri untuk penentuan kadar formaldehida di dalam sampel sebagai pembanding [18].

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Rancang Bangun Sensor Formaldehida

Pembuatan rancang bangun sensor kimia sebagai instrumen standar untuk monitoring kadar zat pengawet formaldehida adalah membuat komponen sensor kimia tunggal melalui immobilisasi senyawa kimia aktif asam kromatopropat di dalam matriks polityramin yang diintegrasikan dengan kuvet dan spektrofotometri. Pembuatan matriks polityramin dilakukan dari 0,1 M tyramin secara elektro-polimerisasi pada 0.0 V dan +1.6 V vs Ag/AgCl. Polityramin yang terbentuk pada permukaan konduktif plastik bersifat transparan dan terikat kuat [19]. Komponen kimia aktif sebagai bagian penting dari sensor kimia yang memberikan respon secara selektif terhadap formaldehida dibuat secara elektrokimia dengan cara mengimobilisasi asam kromatopropat di dalam polityramin. Reaksi formalin dengan asam kromatopropat sebagai senyawa kimia

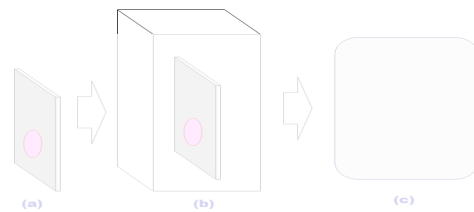
aktif komponen sensor kimia penentuan formaldehida diperlihatkan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Skematik reaksi asam kromatropat dengan formaldehida sebagai komponen aktif penentuan formaldehida.

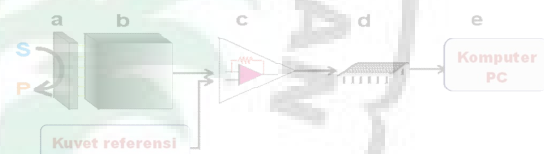
Senyawa formaldehida oleh kehadiran asam kromatropat dalam asam sulfat disertai pemanasan beberapa menit akan terjadi pewarnaan violet. Bila senyawa tersebut dipanaskan dengan asam kromatropat dalam larutan asam sulfat pekat akan membentuk warna violet. Reaksi ini terjadi berdasarkan kondensasi formaldehida dengan sistem aromatik dari asam kromatropat, membentuk senyawa berwarna (3,4,5,6-dibenzoxanthylum). Pewarnaan disebabkan terbentuknya ion karbenium - oksonium yang stabil karena mesomeri.

Warna violet yang terbentuk diukur dengan alat spektrofotometer cahaya tampak pada panjang gelombang 560-565 nm. Komponen aktif kromatropat diimmobilisasi pada permukaan plastik konduktif menggunakan polimer polityramin matriks yang dibuat dengan cara elektropolimerisasi monomer tyramin menjadi polimer polityramin pada permukaan plastik konduktif dan selanjutnya dilaminating untuk pembatasan senyawa aktif dengan menutup sebagian permukaan menggunakan teknik laminating agar komponen aktif yang bereaksi dengan analit dapat diukur. Elektropolimerisasi dilakukan secara siklik voltametri (CV) sebanyak 4 kali *sweep cycle* dan pada saat elektropolimerisasi, senyawa kromatropat terimmobilisasi di dalam polimer secara fisik. Senyawa aktif kromatropat yang menjadi komponen penting sensor kimia penentuan formaldehida yang telah diimmobilisasi, yaitu berupa plastik konduktif yang mengandung senyawa aktif kromatropat terimmobilisasi dan dilaminating (Gambar 2a) selanjutnya diposisikan di dalam kuvet kwarsa atau kuvet kaca (Gambar 2b) sehingga kompatibel dengan deteksi spektrofotometri UV-Vis (Gambar 2c) sehingga dapat dipergunakan untuk penentuan formaldehida secara kuantitatif.



**Gambar 2.** Skematik komponen aktif sensor kimia penentuan formaldehida: (a) Plastik konduktif yang mengandung senyawa aktif kromatropat terimmobilisasi dan dilaminating, (b) plastik konduktif di letakkan di dalam kuvet kwarsa atau kuvet kaca, dan (3) Deteksi spektrofotometri UV-Vis.

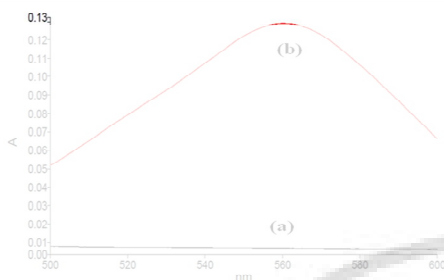
Integrasi komponen aktif dengan spektrofotometri UV-Vis dilakukan untuk pembuatan sensor formaldehida. Skema rancang bangun penentuan formaldehida melalui integrasi antara senyawa kimia sebagai bahan aktif yang memberikan respon spesifik terhadap pengawet formaldehida dengan transduser spektrofotometri UV-Vis diperlihatkan pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Rancang bangun sensor kimia dalam sistem statis yang terdiri atas: (a) analit formaldehida (S = substrat, dan P= Produk), (b) senyawa kimia aktif (kromatropat) terimmobilisasi didalam polityramin, (c) Kuvet terintegrasi di dalam double beam spektrofotometri UV-Vis, (d) amplifikasi signal, dan (e) signal processor pada komputer PC. Dalam analisis ini S = substrat, dan P= Produk

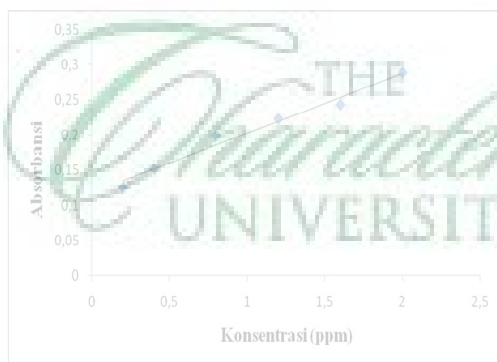
### Respon Sensor Kimia Terhadap Formaldehida

Sensor formaldehida hasil pengembangan seperti diperlihatkan pada Gambar 3 selanjutnya dipergunakan untuk penentuan formaldehida. Sensor formaldehida hasil pengembangan selanjutnya diujicobakan untuk melihat respon senyawa aktif terhadap formaldehida secara kuantitatif menggunakan larutan standar formaldehida. Prinsip dasar penentuan formaldehida di dalam sensor adalah berdasarkan reaksi antara senyawa formaldehida dengan pereaksi kromatopart (Gambar 1) membentuk warna ungu merah sehingga dapat diukur dalam deteksi spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang optimum pada  $\lambda 560$  nm. Besarnya absorpsi yang dihasilkan yaitu setara dengan konsentrasi formaldehida yang terdapat di dalam sampel. Respon sensor kimia terhadap senyawa formaldehida standar diperlihatkan pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Bentuk respon signal sensor kimia penentuan formaldehida dalam deteksi spektrofotometri UV-Vis di dalam larutan buffer posfat pH 3,0 pada gelombang  $\lambda$  500-600 nm, dan optimum pada  $\lambda$ 560 nm: (a) 0,2 ppm formaldehida, dan (b) Larutan blangko.

Signal yang dihasilkan oleh sensor kimia adalah berasal dari hasil reaksi antara formaldehida dengan senyawa aktif kromatoprat menghasilkan senyawa berwarna violet yang memberikan absorpsi dalam deteksi UV-Vis. Senyawa formaldehida memberikan ansorpsi optimum pada  $\lambda$ 560 nm (Gambar 4b) dan apabila senyawa formaldehida tidak ada di dalam larutan seperti pada larutan blangko maka sensor tidak menghasilkan signal (Gambar 4a). Hasil ini meyakinkan bahwa sensor kimia dengan immobilisasi senyawa aktif kromatoprat menghasilkan kompleks berwarna sehingga memberikan respon yang sensitif dan selektif terhadap senyawa formaldehida. Selanjutnya dilakukan pengukuran standar formaldehida pada 0,1-2,0 ppm formaldehida di dalam larutan buffer posfat (0,01 M, pH 3,0) pada panjang gelombang optimum pada  $\lambda$ 560 nm. Kurva kalibrasi larutan standar formaldehida diperlihatkan pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Kurva kalibrasi larutan standar 0,1 - 2,0 ppm formaldehida diukur pada  $\lambda$ 560 nm di dalam larutan buffer posfat 0,01 M pada pH 3,0.

Dari kurva kalibrasi diatas dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi larutan standar formaldehida maka semakin tinggi juga absorbansi yang diperoleh. Dari pegukuran diperoleh data kurva kalibrasi dengan persamaan garis regresi

linearnya  $Y = 0,1170x + 0,0912$ .  $R^2 = 0,09954$ .

Sensor kimia menunjukkan linearitas yang cukup baik terhadap senyawa formaldehida, yaitu berada pada skala konsentrasi 0,1-2 ppm formaldehida, dan batas deteksi berada pada 0,05 ppm formaldehida. Dengan demikian, sensor formaldehida dapat dipergunakan untuk penentuan formaldehida di dalam sampel.

#### Interferen pada Sensor Formaldehida

Pengaruh zat pengganggu terhadap analisis formaldehida dilakukan dengan cara 1 mL formaldehida 5 ppm, dicampurkan dengan masing-masing 5 ppm zat pengganggu direaksikan dengan 3 mL asam kromatofat kemudian dilakukan perlakuan pemanasan pada suhu  $100^{\circ}\text{C}$  selama 15 menit kemudian diencerkan dengan buffer pH 3 pada labu tentu ukur 10- mL, setelah terbentuk warna violet maka diukur serapannya pada panjang gelombang 563,58 nm. Pengaruh zat pengganggu terhadap panjang gelombang dan absorbansi larutan diperlihatkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Pengaruh zat pengganggu terhadap pergeseran panjang gelombang dan absorbansi pada sensor formaldehida

No	Senyawa Pengganggu	$\lambda$ Max (nm)	Abs (Au)
1.	Formaldehida + Glutaraldehid	420.98	1.96
2.	Formaldehida + Aseton	562.99	0.24
3.	Formaldehida + Dietil Eter	563.82	0.24
4.	Formaldehida + Metil Asetat	563.13	0.18
5.	Formaldehida + NaCl	561.64	0.20
6.	Formaldehida + $\text{NaNO}_2$	421.28	1.34
7.	Formaldehida + $\text{Na}_2\text{SO}_4$	561.03	0.10
8.	Formaldehida + Albumin	342.00	0.24
9.	Formaldehida + Metanol	567.05	0.33
10.	Formaldehida + Asam Askorbat	280.09	0.16
11.	Campuran	342.00	10
12.	Formaldehida	563.58	0.18

Dari hasil pengujian terhadap senyawa interferen yang ditambahkan ke dalam standar formaldehida diketahui bahwa senyawa pengganggu dari golongan aldehid, keton, eter, ester, garam-garam, protein, alkohol, asam askorbat serta campuran, dapat mempengaruhi panjang gelombang dan absorbansi dari formaldehida. Hal ini terbukti bahwa panjang gelombang dan nilai absorbansi formaldehida setelah penambahan zat pengganggu tidak sama serta tidak stabil. Dan senyawa pengganggu yang memberikan pengaruh paling besar adalah asam askorbat (vitamin C) dengan pergeseran panjang gelombang sebesar 221,58 nm.

### Aplikasi Sensor Formaldehida

Penentuan kadar formaldehida dilakukan pada beberapa sampel makanan yaitu ikan asin dan tahu dari berbagai jenis. Pada tahap preparasi sampel, semua sampel ditimbang terlebih dahulu sebanyak 20 g sebelum dihomogenkan. Kemudian dilakukan destilasi pada sampel, tahap selanjutnya 1 mL destilat, dimasukkan ke dalam tabung reaksi ditambahkan 3 mL larutan asam kromatropat yang dibuat segar, kemudian dipanaskan di dalam penangas air yang mendidih selama 15 menit. Selanjutnya volume ditetapkan menggunakan buffer. Setelah terbentuk kompleks berwarna violet sebagai reaksi senyawa aktif dengan formaldehida pada sampel, lalu diukur serapannya pada panjang gelombang 563,58 nm dan waktu kerja selama 15 menit. Kadar formaldehida dalam sampel diukur seperti dirangkum pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Kadar formaldehida dalam sampel ikan asin dan tahu menggunakan sensor formaldehida. Nama jenis sampel selengkapnya pada [17]

No	Nama Makanan	Formaldehida (ppm)
1	Ikan Asin jenis 1	1.30
2	Ikan Asin jenis 2	37.7
3	Ikan Asin jenis 3	74.74
4	Ikan Asin jenis 4	29.14
5	Ikan Asin jenis 5	29.74
6	Tahu jenis 1	0.51
7	Tahu jenis 2	0.08
8	Tahu jenis 3	4.78
9	Tahu jenis 4	5.55
10	Tahu jenis 5	0.34

Dari hasil analisis yang diperoleh menggunakan sensor kimia penentuan formaldehida (Tabel 2) diketahui bahwa hampir semua sampel dari berbagai jenis ikan asin dan tahu mengandung senyawa formaldehida. Kadar formaldehida di dalam sampel ikan asin jenis 2, 3, 4, dan 5 tergolong sangat tinggi, demikian juga untuk sampel tahu jenis 3 dan 4 juga mengandung formaldehida konsentrasi tinggi, semuanya tergolong melebihi ambang batas yang diperbolehkan di dalam makanan.

### KESIMPULAN

Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa rancang bangun sensor kimia untuk penentuan formaldehida telah berhasil dikembangkan. Sensor formaldehida didisain melalui integrasi senyawa aktif kromatropat yang diimobilasi pada permukaan konduktif plastik menggunakan matriks polityramin yang diimobilasi secara

elektrokimia, dimasukkan ke dalam kuvet dan diintegrasikan dengan detektor UV-Vis. Sensor kimia menunjukkan linearitas yang cukup baik, yaitu berada pada skala konsentrasi 0,1-2 ppm formaldehida, dan batas deteksi berada pada 0,05 ppm formaldehida. Sensor formaldehida telah diaplikasikan untuk penentuan formaldehida di dalam sampel makanan. Berbagai jenis ikan asin dan tahu mengandung formaldehida.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Ditlitabmas Dikti Kemendikbud yang telah memberikan dana penelitian melalui Penelitian Desentralisasi BOPTN Hibah Bersaing, Nomor 050/UN33.8/Kep/KU/2013, tanggal 06 Mei 2013.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Giesova, M., Chumchalova, J., dan Plockova, M., (2004), Effect of food preservatives on the inhibitory activity of acidocin CH5 and bacteriocin D10, *Eur Food Res Technol* **218**: 194-197.
- [2] Friedman, M dan Juneja, V.K., (2010), Review of Antimicrobial and Antioxidative Activities of Chitosans in Food, *Journal of Food Protection*, **73(9)**: 1737-1761.
- [3] Damalas, C.A., (2011), Potential uses of turmeric (*Curcuma longa*) products as alternative means of pest management in crop production, *Plant Osmich Journal* **4(3)**: 136-141.
- [4] Vadas, P., (2003), Food allergens and anaphylaxis, *Canadian Journal of Dietetic Practice and Research* **64(2)**: 1-5.
- [5] Eigenmann, P.A. dan Haeggeli, C.A., (2007), Food colourings, preservatives, and hyperactivity, *The Lancet* **370**: 1524-1525.
- [6] Achmadi, S., (1983). *Kimia Organik*, Penerbit Erlangga, Jakarta
- [7] Saraswati T.R., Indraswari. E., Nurani., (2009), Pengaruh Formalin, Diazepam dan Minuman Beralkohol terhadap Konsumsi Pakan, Minum dan Bobot Tubuh. *Jurnal Sains dan Mat.* **17(3)**. 141-144
- [8] Yulianti, N., (2007), *Bahaya di Balik Lezatnya Makanan*. Penerbit Andi, Yogyakarta.

- [9] Broto, L., (2006), Formalin Bukan Formalitas, *Harian Kompas*, 5 Januari 2006a.
- [10] Winarno, F. G. dan T. S. Rahayu., (1994), *Bahan Tambahan Untuk Makanan dan Kontaminan*. Penerbit Pustaka Sinar Harapan, Jakarta.
- [11] Sinaga, M., Sihombing, K., Saputra, A., Hakim, L., dan Situmorang, M., (2013), Rancang Bangun Sensor Kimia Sebagai Instrumen Analisis Dalam Deteksi Spektrofotometri Untuk Penentuan Pengawet Nitrit, *Jurnal Saintika* 19(2) (in press).
- [12] Santiesteban-Lo'Pez, N.A., Rosales, M.N, Palou, N., dan Lo'Pez-Malo, A., (2009), Growth Response of Escherichia coli ATCC 35218 Adapted to Several Concentrations of Sodium Benzoate and Potassium Sorbate, *Journal of Food Protection*, 72(11): 2301–2307.
- [13] Peris, M., (2002), Present and future of expert systems in food analysis, *Analytica Chimica Acta* 454(1): 1-11.
- [14] Pravdova, V.; Boucon, C.; de Jong, S.; Walczak, B. dan Massart, D.L., (2002), Three-way principal component analysis applied to food analysis: an example, *Analytica Chimica Acta* 462(2): 133-148.
- [15] Buldini, P.L.; Ricci, L. dan Sharma, J.L., (2002), Recent applications of sample preparation techniques in food analysis, *Journal Of Chromatography A* 975(1): 47-70
- [16] Steven, S.J. dan Lehotay, J., (2002), Application of gas chromatography in food analysis, *Trends in Analytical Chemistry* 21(9-10): 686-697
- [17] Sinaga, M dan Sihombing, K., (2013), Rancang Bangun Sensor Kimia Sebagai Instrumen Analisis Dalam Deteksi Spektrofotometri Untuk Penentuan Pengawet Formaldehida dan Nitrit, **Laporan Penelitian**, FMIPA UNIMED Medan.
- [18] Simanjuntak, H.J., (2012), Pengembangan Sensor Optik Kimia Untuk Penentuan Formaldehida Di Dalam Makanan, **Skripsi**, FMIPA UNIMED Medan.
- [19] Situmorang, M., (2012), *The Development of Biosensor by Using Electrodeposited Polymer and its Application*, Conference Proceeding SKAM 25 International Seminar of Analytical Sciences 2012, Tanggal 12 - 14 November, 2012 di Tiara Convention Centre Medan, Indonesia.