

## **Bukti korespondensi prosiding Semnas UNRAM 2016**

Judul artikel : Elektroda pasta karbon nanopori termodifikasi *molecularly imprinted polymer* sebagai sensor potensiometrik kreatinin

Penulis : Miratul Khasanah\*, Wendy Ayu Palupi, Muji Harsini

Prosiding : Seminar nasional Kimia-Universitas Mataram 2016



Miratul Khasanah &lt;miratulkhasanah@gmail.com&gt;

---

## abstrak peserta SNK 2016

---

Miratul Khasanah <miratulkhasanah@gmail.com>

1 Juli 2016 pukul 17.13

Kepada: semnaskimia.lombok2016@unram.ac.id

Yth. Panitia Semnas Kimia Unram 2016

Terlampir saya kirimkan formulir pendaftaran sebagai peserta Seminar Nasional Kimia Unram 2016 dan abstrak dari paper yang akan saya presentasikan pada seminar tersebut. Mohon dapat diterima.

Pendaftaran secara online juga sudah dilakukan.

Terimakasih

Miratul Khasanah  
Departemen Kimia  
FST Universitas Airlangga  
Surabaya 60115

---

### 2 lampiran



**FORMULIR-PENDAFTARAN\_miratul\_unair.pdf**

110K



**Miratul Khasanah\_kreatinin potensio\_Unair.docx**

17K

# ELEKTRODA PASTA KARBON NANOPORI TERMODIFIKASI MOLECULARLY IMPRINTED POLYMER SEBAGAI SENSOR POTENSIOMETRIK KREATININ

## NANOPOROUS CARBON PASTE ELECTRODE MODIFIED MOLECULARLY IMPRINTED POLYMER AS A POTENTIOMETRIC SENSOR OF CREATININE

Miratul Khasanah\*, Wendy Ayu Palupi, Muji Harsini

Departemen Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga,  
Kampus C, Jl. Mulyorejo, Surabaya 60115

\*Email: [miratulkhasanah@gmail.com](mailto:miratulkhasanah@gmail.com)

### ABSTRAK

Konsentrasi kreatinin di dalam tubuh seringkali dikaitkan dengan fungsi ginjal, sehingga diperlukan monitoring dan deteksi secara dini terhadap kadar kreatinin dalam tubuh. Metode yang umum digunakan dalam bidang kesehatan untuk mengukur kadar kreatinin adalah metode Jaffe secara spektrofotometri. Namun analisis kreatinin dengan metode ini memerlukan jumlah sampel yang banyak dan memerlukan pereaksi kimia yang mahal. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan elektroda berbasis karbon nanopori/molecularly imprinted polymer (MIP) sebagai sensor potensiometrik kreatinin. MIP dibuat dengan cara mereaksikan asam metakrilat, kreatinin, etilen dimetakrilat dengan perbandingan mol 1:1:3 menggunakan benzoil peroksida sebagai inisiator pada suhu 60°C. Kreatinin selanjutnya diekstraksi dari jaringan polimer menggunakan air panas. Elektroda pasta karbon nanopori-MIP dibuat dari campuran karbon nanopori, MIP dan parafin dengan perbandingan massa 45:20:35. Analisis kreatinin dilakukan pada pH larutan 6-7 dan waktu respon 180 detik. Dari penelitian diperoleh faktor Nernst sebesar 13,9 mV/dekade, jangkauan pengukuran sebesar  $10^{-6}$ - $10^{-3}$  M dan batas deteksi yang diperoleh adalah  $1,71 \times 10^{-5}$  M. Akurasi pengukuran untuk konsentrasi  $10^{-3}$  M- $10^{-6}$  M berkisar antara 79,96-115,12%. Presisi yang dinyatakan dengan koefisien variasi untuk konsentrasi tersebut adalah 0,38-8,22%. Urea tidak mengganggu kinerja elektroda pasta karbon nanopori/MIP pada analisis kreatinin.

**Kata kunci :** kreatinin, molecularly imprinted polymer, potensiometri, karbon nanopori

### ABSTRACT

Creatinine is one of the compound associated with the renal function, so that the monitoring and early detection of the creatinine levels in the body is required. The commonly used method in the medical field to measure creatinine levels is Jaffe method by spectrophotometry. However, analysis of creatinine using this method requires a large sample number and costly chemical reagents. The aim of this research was to develop sensor based on nanoporous carbon/molecularly imprinted polymer (MIP) on creatinine analysis by potentiometry. MIP was synthesized by mixing methacrylic acid, creatinine and ethylene dimethacrylate with molar ratio of 1:1:3 also by adding benzoyl peroxide as an initiator at 60°C. Creatinine was then extracted using hot water. Sensor was manufactured by mixing nanoporous carbon, MIP and paraffin with a ratio of 45:20:35 by mass. The measurement has been done at pH of 6-7 during 180 s. The research result showed the Nernst factor of 13.9 mV/decade, the measurement range of  $10^{-6}$ - $10^{-3}$  M and the detection limit of  $1.71 \times 10^{-5}$  M. The accuracy of measurement for the creatinine of  $10^{-3}$  M- $10^{-6}$  M was 79.96-115.12%. The precision was expressed by the coefficient of variation for the creatinine  $10^{-3}$  M- $10^{-6}$  M of 0.38-8.22%. Urea did not interfere the performance of the nanoporous carbon/MIP electrode on the creatinine analysis by potentiometry.

**Keywords :** creatinine, molecularly imprinted polymer, potentiometry, nanoporous carbon

FORMULIR PENDAFTARAN  
SEMINAR NASIONAL KIMIA 2016 UNIVERSITAS MATARAM  
Lombok, 10 – 11 Agustus 2016

Nama	: Dr. Miratul Khasanah, M.Si
Jenis Kelamin	: Perempuan
Lembaga/Institusi	: Departemen Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga
Alamat	: Kampus C Mulyorejo, Surabaya 60115
Telp./Hp.	: 031 5922427/08123077233
Email	: miratulkhasanah@gmail.com
Judul Makalah	: Elektroda Pasta Karbon Nanopori Termodifikasi <i>Molecularly Imprinted Polymer</i> Sebagai Sensor Potensiometrik Kreatinin

**Mendaftar sebagai :**

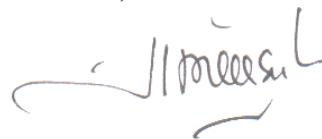
- Pemakalah Poster
- Pemakalah Oral
- Industri/Umum/Dosen/Peneliti
- Mahasiswa
- Peserta Non Pemakalah

Jumlah Pembayaran = Rp. 400.000,-

**Dibayar dengan cara :**

- Transfer ke rekening (copy bukti terlampir)
- Langsung ke sekretariat panitia

Surabaya, 01 Juli 2016  
Pendaftar,



(Dr. Miratul Khasanah, M.Si)



Miratul Khasanah &lt;miratulhasanah@gmail.com&gt;

---

**abstrak peserta SNK 2016**

---

**Seminar Nasional Kimia** <semnaskimia.lombok2016@unram.ac.id>  
Kepada: Miratul Khasanah <miratulhasanah@gmail.com>

1 Juli 2016 pukul 20.12

Dear Miratul Khasanah,

Terimakasih, abstrak Anda telah kami terima. Bersama ini kami lampirkan Surat Undangan Peserta Seminar Nasional Kimia Lombok 2016 beserta kelengkapannya. Mohon untuk mengirimkan surat konfirmasi kehadiran, bukti pembayaran, dan naskah full papaer sesuai dengan format terlampir sebelum tanggal 18 Juli 2016. Terima kasih.

Regards,

--



Pantia SNK 2016

Sudirman, M.Si (+6287765041690)  
Siti Raudhatul Kamali (+6287865800550)  
Dr. Maria Ulfa (+6287865305010)

Lantai 2 Fakultas MIPA Universitas Mataram  
Jl. Majapahit No.62 Mataram  
Telp. (0370)64450 4634708  
Email:[semnaskimia.lombok2016@unram.ac.id](mailto:semnaskimia.lombok2016@unram.ac.id)  
Website: [www.semnaskimialombok2016.unram.ac.id](http://www.semnaskimialombok2016.unram.ac.id)

---

**3 lampiran**



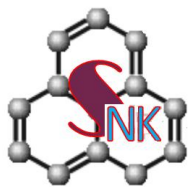
**Poster\_Semnas\_Kimia\_Lombok\_16.jpg**  
287K



**Template\_Makalah\_SNK\_2016.doc**  
205K



**141. Miratul Khasanah.pdf**  
579K



**PANITIA SEMINAR NASIONAL KIMIA (SNK)-LOMBOK 2016**  
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**  
**UNIVERSITAS MATARAM**

Jl. Majapahit No.62 Kode Pos 83125 Telp/Fax: (0370)-646506, 634708 Mataram  
Email: semnaskimia.lombok2016@unram.ac.id

Nomor : 03/SNK/I/2016  
Lampiran : 1 (satu) berkas  
Perihal : **Undangan Peserta Seminar**

Kepada Yth.

Bapak/Ibu Miratul Khasanah

di-

Tempat

*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.* Salam Sejahtera.

Dengan Hormat,

Sehubungan dengan akan diadakannya kegiatan "**Seminar Nasional Kimia-Lombok 2016**" yang bertemakan "**Pengembangan Kimia Berbasis Kearifan dan Sumber Daya Alam Lokal: Integrasi Riset, Pendidikan dan Industri**" oleh Program Studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Mataram, pada:

Hari/tanggal : Rabu-Kamis, 10-11 Agustus 2016

Waktu : 08.00- selesai WITA

Tempat : Puri Indah Hotel & Conventions

Jl. Sriwijaya No. 132 Cakranegara, Lombok (NTB)

Kami mengharapkan kesediaan Bapak/Ibu untuk dapat berpartisipasi sebagai peserta (baik pemakalah maupun non pemakalah) dalam kegiatan tersebut.

Demikian undangan ini kami sampaikan. Atas perhatian dan partisipasi Bapak/Ibu, kami sampaikan terimakasih.

*Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.*

Ketua panitia,

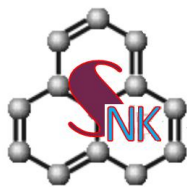
Dr. Maria Ulfa, S.Si., M.Si.  
NIP. 196905312000032001



Mataram, 31 Mei 2016

Sekretaris,

Sapri Hamdiani, S.Si., M.Sc.  
NIP.198410142010122008



**PANITIA SEMINAR NASIONAL KIMIA (SNK)-LOMBOK 2016  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS MATARAM**

Jl. Majapahit No.62 Kode Pos 83125 Telp/Fax: (0370)-646506, 634708 Mataram  
Email: semnaskimia.lombok2016@unram.ac.id

---

**SURAT PENERIMAAN ABSTRAK**

Kepada Yth.

Bapak/Ibu Miratul Khasanah

Dengan Hormat,

Melalui surat ini, kami sampaikan bahwa abstrak dengan judul "**ELEKTRODA PASTA KARBON NANOPORI TERMODIFIKASI MOLECULARLY IMPRINTED POLYMER SEBAGAI SENSOR POTENSIOMETRIK KREATININ**", untuk dipresentasikan secara oral/poster\* telah kami terima. Kami berharap, naskah lengkap segera dikirimkan kepada panitia seminar paling lambat tanggal 26 Juli 2016.

Surat penerimaan ini tidak berkaitan dengan dukungan dana dari panitia seminar. Semua peserta bertanggungjawab terhadap biaya perjalanan, termasuk tiket pesawat, transportasi darat, hotel, insidental dan asuransi perjalanan.

Seminar ini akan mencakup pemaparan dari pembicara utama, presentasi paralel dan pameran poster terkait dengan tema seminar: **Pengembangan Kimia Berbasis Kearifan dan Sumber Daya Alam Lokal: Integrasi Riset, Pendidikan dan Industri.**

Panitia akan bekerja keras membuat seminar ini menjadi pengalaman yang tak terlupakan bagi semua peserta. Untuk informasi lebih lanjut dapat menghubungi panitia seminar melalui email: semnaskimia.lombok2016@unram.ac.id.

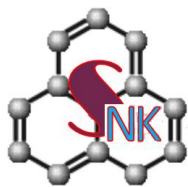
Kami sangat mengharapkan kedatangan Bapak/Ibu di Seminar Nasional Kimia-Lombok 2016.

Mataram, 31 Mei 2016  
Panitia Seminar Nasional Kimia (SNK) 2016,  
Ketua,

Dr. Maria Ulfa, S.Si., M.Si.

\*coret yang tidak perlu





**PANITIA SEMINAR NASIONAL KIMIA (SNK)-LOMBOK 2016**  
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**  
**UNIVERSITAS MATARAM**

Jl. Majapahit No.62 Kode Pos 83125 Telp/Fax: (0370)-646506, 634708 Mataram  
Email: semnaskimia.lombok2016@unram.ac.id

Kepada:  
Yth. Bapak/Ibu Miratul Khasanah

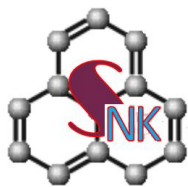
Dengan hormat,

Diinformasikan kepada peserta yang abstraknya diterima untuk presentasi/poster, diharuskan melakukan konfirmasi kepastian kehadiran kepada panitia sebelum tanggal 18 Juli 2016 ke alamat email : semnaskimia.lombok2016@unram.ac.id.

Selain itu, untuk memperlancar proses registrasi, peserta dimohon untuk mentransfer/membayar biaya seminar (sesuai dengan nominal yang tertera pada poster) melalui **Bank BNI No. Rek 0074728546 a.n Lely Kurniawati** dan mengirim bukti pembayaran kepada panitia melalui email atau WA ke No. 087765934229.

Hormat kami,  
Panitia Seminar Nasional Kimia (SNK) 2016,  
Ketua,

Dr. Maria Ulfa, S.Si., M.Si



**PANITIA SEMINAR NASIONAL KIMIA (SNK)-LOMBOK 2016**  
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**  
**UNIVERSITAS MATARAM**

Jl. Majapahit No.62 Kode Pos 83125 Telp/Fax: (0370)-646506, 634708 Mataram  
Email: semnaskimia.lombok2016@unram.ac.id

---

**SURAT KONFIRMASI KEHADIRAN**

Kepada Yth,  
Panitia Seminar Nasional Kimia (SNK) 2016  
di Mataram

Bersama surat ini, saya :

Nama : .....  
Judul Naskah : .....  
Peserta : Pemakalah oral/poster\*  
Instansi : .....

Menyatakan (Lingkari pilihan anda) :

- a. Akan hadir dan menyampaikan presentasi ORAL
- b. Akan hadir dan menyampaikan presentasi POSTER
- c. TIDAK AKAN hadir

Sebagai informasi tambahan (lingkari yang sesuai) ::

- 1. Pembayaran biaya seminar telah ditransfer, sebesar Rp. .... ,  
pada tanggal .....
- 2. Bukti bank transfer telah saya kirimkan lewat email/sms/wa\*

Hormat saya,

(.....)

Note:

Kirimkan lembar konfirmasi ini melalui email ke **Panitia SNK 2016**

\*coret yang tidak perlu



Miratul Khasanah &lt;miratulkhasanah@gmail.com&gt;

---

**full paper**

---

**Miratul Khasanah** <miratulkhasanah@gmail.com>

24 Juli 2016 pukul 17.33

Kepada: semnaskimia.lombok2016@unram.ac.id

Yth. Panitia Semnas Kimia Unram 2016

Terlampir saya kirimkan full paper semnas beserta konfirmasi kehadiran. Mohon dapat diterima  
Bukti pembayaran biaya pendaftaran telah saya kirim ke Dr. Maria Ufa melalui WA.  
Terimakasih

Miratul Khasanah  
Dept. Kimia FST Univ. Airlangga  
Kampus C, Mulyorejo Surabaya  
HP. 08123077233

---

**2 lampiran****Miratul Khasanah\_Unair\_2016\_1.docx**

76K

**konfirmasi\_miratul\_Unair.pdf**

321K



PANITIA SEMINAR NASIONAL KIMIA (SNK)-LOMBOK 2016  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS MATARAM

Jl. Majapahit No.62 Kode Pos 83125 Telp/Fax: (0370)-646506, 634708 Mataram  
Email: [semnaskimia.lombok2016@unram.ac.id](mailto:semnaskimia.lombok2016@unram.ac.id)

---

## SURAT KONFIRMASI KEHADIRAN

Kepada Yth,  
Panitia Seminar Nasional Kimia (SNK) 2016  
di Mataram

Bersama surat ini, saya :

Nama : Dr. Miratul Khasanah, M.Si  
Judul Naskah : Elektroda Pasta Karbon Nanopori Termodifikasi *Molecularly Imprinted Polymer* Sebagai Sensor Potensiometrik Kreatinin  
Peserta : Pemakalah oral/poster  
Instansi : Departemen Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga

Menyatakan \* :

- a. Akan hadir dan menyampaikan presentasi ORAL
- ~~b. Akan hadir dan menyampaikan presentasi POSTER~~
- ~~c. TIDAK AKAN hadir~~

Sebagai informasi tambahan \*:

1. Pembayaran biaya seminar telah ditransfer, sebesar : Rp. 400.000,-  
pada tanggal : 24 Juli 2016
2. Bukti bank transfer telah saya kirimkan lewat ~~email/sms~~wa\*

Hormat Saya

Dr. Miratul Khasanah, M.Si.

Note:

Kirimkan lembar konfirmasi ini melalui email ke **Panitia SNK 2016**

\*coret yang tidak perlu



Miratul Khasanah &lt;miratulhasanah@gmail.com&gt;

---

**full paper**

---

**Seminar Nasional Kimia** <semnaskimia.lombok2016@unram.ac.id>

26 Juli 2016 pukul 22.48

Kepada: Miratul Khasanah &lt;miratulhasanah@gmail.com&gt;

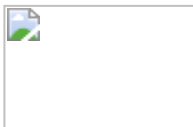
Dear Ibu Miratul Khasanah,

Terima kasih atas kesediaan Anda telah mengirimkan kembali konfirmasi kehadiran di seminar nasional kimia 2016. Full paper Anda sudah kami terima.

Regards

[Kutipan teks disembunyikan]

--



Pantia SNK 2016

Sudirman, M.Si (+6287765041690)  
Siti Raudhatul Kamali (+6287865800550)  
Dr. Maria Ulfa (+6287865305010)

Lantai 2 Fakultas MIPA Universitas Mataram  
Jl. Majapahit No.62 Mataram  
Telp. (0370)64450 4634708  
Email:[semnaskimia.lombok2016@unram.ac.id](mailto:semnaskimia.lombok2016@unram.ac.id)  
Website: [www.semnaskimialombok2016.unram.ac.id](http://www.semnaskimialombok2016.unram.ac.id)



Miratul Khasanah &lt;miratulkhasanah@gmail.com&gt;

## Prosiding Seminar Nasional Kimia Lombok 2016

**Seminar Nasional Kimia** <semnaskimia.lombok2016@unram.ac.id>

16 September 2016 pukul 14.10

Kepada: "Mr. Abubakar , -" <abu.028@gmail.com>, adelzamri@yahoo.com, adlis santoni <adlis\_1962@yahoo.com>, Adri Nora <adrinora13@gmail.com>, Afrizal Itam <afrizalitam@gmail.com>, afrizal itam <afrizalitam@yahoo.com>, agung kiswandono <agungkiswandono@gmail.com>, agus\_ap@unram.ac.id, Ali Amran <amrana.unp@gmail.com>, Ali Muharam <ali\_muhamaram@yahoo.com>, Aliefman Hakim <aliefmanhakim27@gmail.com>, andiana@genecraftlabs.com, Andromeda Saidir <andromedasaidir@yahoo.com>, Anggriani Setiawan <anisetiawann@yahoo.com>, Arfina <arfina@arfindo.com>, armaini adam <armaini59@gmail.com>, armaini59@gmail.com, arum putri <rmptrp@gmail.com>, asepkadarohman@yahoo.com, astari@biomaterial.lipi.go.id, avika.dwic@pti-cosmetics.com, Azrifitria UIN Jakarta <azrifitria@uinjkt.ac.id>, azrul pohan <salim\_emil17@icloud.com>, Baiq Nila Sari N <nilasarinbkyu1@gmail.com>, bambangst@ugm.ac.id, bidang destinasi <bidangdestinasi@gmail.com>, Broto Santoso <Broto.Santoso@ums.ac.id>, Buhani Buhani <buhani\_s@yahoo.co.id>, Charles Banon <banonc89@yahoo.com>, Dede Sukandar <sukandarkimia@uinjkt.ac.id>, Dedy Suhendra <dedysehendra@unram.ac.id>, Defita <defita@arfindo.com>, Desi Zulfiana <zulfianadesi@yahoo.co.id>, deswati Sutopo <deswati\_ua@yahoo.co.id>, "dhony.hermanto" <dhony.hermanto@gmail.com>, Diah Gusti <diahgusti07@yahoo.co.id>, Dian Herasari <dehayan@yahoo.com>, Dika Octa <dikaocta@usd.ac.id>, DIKDİK KURNIA <dikdik.kurnia@unpad.ac.id>, Diman Uchiha <diman.uchiha@gmail.com>, Dimas Frananta <dimahozeo@gmail.com>, Dimas Frananta Simatupang <dsimatup@gmail.com>, Dina Asnawati <dinaasnawati@gmail.com>, dwi lestari <dwiles0109@gmail.com>, Dwimaryam Suciati <dwimaryamsuciati@yahoo.com>, "Eka Putri, M.Si UIN Jakarta" <eka.putri@uinjkt.ac.id>, ekajune@unram.ac.id, eko\_kunarti@ugm.ac.id, ELLA EYDA <ellaeyda@gmail.com>, Ella Fitriani <ella.fitriani@unj.ac.id>, Emas Agus <emasagus@ymail.com>, emil salim <salim\_emil17@yahoo.com>, emmyuanita yuswadi <myuanita24@gmail.com>, emriadi emriadi <emriadi\_62@yahoo.com>, Enade Istyastono <enade@usd.ac.id>, Enade Istyastono <enade.istyastono@gmail.com>, endang triwahyuni <endriw@yahoo.com>, Eni Widiyati <widiyati58@unib.ac.id>, Erin Ryantin <erinryantin@unram.ac.id>, erwin akkas <erwinakkas1970@gmail.com>, euis@chem.itb.ac.id, evana evana <evana3009@gmail.com>, Fariyah Fatmawati <fariyahfatmawati@gmail.com>, Fatimah Nursandi <fatnursandi@gmail.com>, Fatimatuzzahra Al Gadri <fatimatuzzahra.algadri@ymail.com>, febri\_nitbani@yahoo.com, Frida Anwar <yefanwar@gmail.com>, ganesdarmayanti@gmail.com, ganesgdarmayanti@ymail.com, Gani Purwiandono <gani\_js@yahoo.com>, haerulfahmi94 <haerulfahmi94@gmail.com>, Harly Hanif <drharlians@gmail.com>, Harmiwati Nahar <harminahar@gmail.com>, Hasrianti anty <hasrianti@chemyst@gmail.com>, haziz13@yahoo.com, Hendrawati UIN Jakarta <hendrawati@uinjkt.ac.id>, hendro hitijahubessy <hitijahubessy.hendro@yahoo.com>, Hesti Meilina <hesti.meilina@che.unsyiah.ac.id>, hiasinta rini <hiasinta91@gmail.com>, idahsyah76@gmail.com, Ikhwan Arifin <ikhwan\_arifin@rocketmail.com>, ilim ilim <ilim\_ds@yahoo.com.au>, Imelda Imelda <imeldai@ymail.com>, indar kustiningsih <indarkustiningsih@yahoo.com>, Indra Danas <indradanas@yahoo.com>, Isalmi Aziz <isalmikimia@uinjkt.ac.id>, ISMAIL MARZUKI <ismailmz3773@gmail.com>, iwansumarlan@yahoo.com, John Hendri <johnhendri.ristekdikti@gmail.com>, jono irawan <mr.jhon29@gmail.com>, Jumina Jumina <jumina@ugm.ac.id>, kadar@upi.edu, kamisahdelilawati pandiangann <kamisahdelilawati@yahoo.com>, karina vvip <karinavvip@gmail.com>, khoirotul ummah <khoirotulummah91@gmail.com>, Kholis Abdurachim Audah <kholis.audah@sgu.ac.id>, khumairah siti <khumairah989@gmail.com>, kurnia prasetiyo <jundiazam@yahoo.com>, Lalu Rudyat Telly Savalas <telly@unram.ac.id>, Latisma Asmed <latisma\_dj@yahoo.com>, LELA KHUMAISAH <lelakhumaisah@ummi.ac.id>, Lely Anwar <lely.anwar@gmail.com>, lely kurniawati <tiaravanda96@gmail.com>, lely\_kurniawati.1048@yahoo.com, lely-kurniawati.1048@yahoo.com, Lenny Anwar <lenny\_an\_war@yahoo.com>, "liliasari upi.edu" <liliasari@upi.edu>, Lilik Astari <lilik.astari@biomaterial.lipi.go.id>, Lina Elfita <lina.elfita@uinjkt.ac.id>, linda shofiyana <lindahshofiyana@gmail.com>, Lucky Wardhani <wardhani\_lucky@yahoo.com>, Luki Yunita <luki.yunita@uinjkt.ac.id>, Lusiana Retno <lusianaretno@yahoo.com>, "M. Arsyik Kurniawan" <m.arsyik@gmail.com>, mai efdi <maiefdi@yahoo.com>, Maria Paristiwati <maria.paristiwati@unj.ac.id>, maria ulfa <maruli69@gmail.com>, Marniati Salim <bundosalim@gmail.com>, masdiati may <masdiati\_may@yahoo.com>, Maulida Septiyana <yanyanyana.ms@gmail.com>, mawardianwar@yahoo.com, Meireza Ajeng Pratiwi <meireza17@gmail.com>, Merry Asria <merryasria@gmail.com>, mimiedison@yahoo.com, minda@fmipa.unp.ac.id, Miratul Khasanah <miratulkhasanah@gmail.com>, Mita Rilyanti <mita\_rilyanti@yahoo.com>, Monita Pasaribu <monitapasaribu@gmail.com>, Muh Nurdin <mnurdin06@yahoo.com>, muhamad@chem.itb.ac.id, muhammad ikhsan <ichsanchemisist@gmail.com>, muhammad syahrur <muhammadsyahrur2@gmail.com>, Muhammad Yunis <myanis88@gmail.com>, muhammad.saiful@btn.co.id, Muhdarina M <muhdarina.m@lecturer.unri.ac.id>, Muhtadi <Muhtadi@ums.ac.id>, Muji Harsini <muji\_harsini@yahoo.co.id>, muntari\_unram@yahoo.com, murni\_chem12@yahoo.com, Mutiah Kimia <mutiahkimia@yahoo.co.id>, myuanita@gmail.com, Nadia Amida <nadia.amida@gmail.com>, Nancy Willian <ncy\_we@yahoo.co.id>, Nanda Pratiwi <prtwinanda@gmail.com>, Nelly Suryani <nelly\_suryani30@yahoo.com>, nelson Saksono <nelsonsaksono@gmail.com>, Nila Berghuis <berghuistania@gmail.com>, Nine Wahyu <ninewahyu.nw@gmail.com>, Ninik Handayani <ninikhandayani09@gmail.com>, noerma juli azhari <noermajuliazhari@gmail.com>, Noor Fitri <nfitri1@gmail.com>, Nova Kurnia <novakimia88@yahoo.com>, NOVY ANY <novyany73@gmail.com>, Nunuk Soedjoed

<nunuk.soedjoed@gmail.com>, nur laela <zaininaalifia@gmail.com>, Nur Meilis <nurmeilis.uin@gmail.com>, Nurhasni Bahar <nurhasni@uinjkt.ac.id>, nurul ismillayli <nurulismillayli12@gmail.com>, nurulismilallayli@gmail.com, nurulismillayli@gmail.com, nururrahmah hammado <rahmahuncp@yahoo.co.id>, Octovianus SR Pasanda <o.pasanda@yahoo.com>, oktavina.chemistry@gmail.com, olly tetra <olly512@yahoo.com>, pak\_jumina@yahoo.com, Pauline Destinugrainy <pauline@unpc.ac.id>, Pipit <pipit@genecraftlabs.com>, prio santoso <santosoprio99@gmail.com>, Puteri Amelia <puteri.amelia@uinjkt.ac.id>, rafif\_ali@yahoo.com, Rahma Yenni <rahmayenni83@yahoo.com>, rahmi hidayani <amiye\_pooh@yahoo.com>, Rahmiana Zein <mimiedison@yahoo.co.id>, Refinel Alfian <nafirefinel21@yahoo.com>, renny futeri <rennyfuteri@yahoo.com>, Restu Kartiko Widi 6178 \_ <restu@staff.ubaya.ac.id>, rizky arfindo <rizky@arfindo.com>, Robby Gus Mahardika <robbygusmahardika@gmail.com>, Rosnalia Widyan <rosnalia.widyan17@gmail.com>, rozi\_383@yahoo.co.id, S Safni <safni@yahoo.com>, salma riza <rizasalma@yahoo.com>, salmah.agung@uinjkt.ac.id, Sandra Hermanto <sandra.hermanto@gmail.com>, Sapri Hamdiani <sapri\_hamdiani@yahoo.com>, Saprizal Hadisaputra <rizal@unram.ac.id>, Satria Wirayudha <satriawirayudha2@gmail.com>, Selfina gala <selfinagala90@gmail.com>, Sella Rindi Antikaa <sellarindi0@gmail.com>, Seminar Nasional Kimia <semnaskimia.lombok2016@unram.ac.id>, seminarkits.jogja@gmail.com, sendy kurniawan <sendy\_160494@yahoo.co.id>, "septhy.mangiwa" <septhy.mangiwa@yahoo.com>, Septriyanto Dirgantara <sepriyanto1986@gmail.com>, serly sekewael <sjssekewael@yahoo.com>, sherly\_kasuma <sherly\_kasuma@yahoo.com>, Shovich Faradillah <shovichfaradillah@yahoo.co.id>, simon sembiring <simonsembiring2@gmail.com>, siti alaa <siti.alaa@gmail.com>, siti kamali <sitikamali@gmail.com>, siuk\_nnf@yahoo.com, sjamsul@indo.net.id, Sri Hartati Yuliani <yuli\_far@usd.ac.id>, suharso suharso <suharso\_s@yahoo.com>, sukib Kimia <sukib64@ymail.com>, Sumaryati Syukur <sumaryatisyukur\_unand@yahoo.co.id>, supandi supandi <supandi\_19@yahoo.co.id>, Supwatul Hakim <supwatul@gmail.com>, sur\_hadi@yahoo.com, sur\_hadi88@gmail.com, Suryati Suryati <suryati\_chemua@yahoo.com>, Susilawati Susilawati <wati.susila@ymail.com>, Syafrizayanti Syafrizayanti <syafrizayanti@gmail.com>, Syaiful BAHRI <sybahri2002@yahoo.co.uk>, Syamsi aini Aini <syamsiaini@ymail.com>, T S Budikania <trisutanti\_budika@yahoo.co.id>, Tanti Iswati <tanti.iswati@biofarma.co.id>, Teja Dwi Sutanto <tejads@unib.ac.id>, tri\_asik06@yahoo.co.id, tri\_asik06@yahoo.com, Triyono Triyono <triyono74@staff.uns.ac.id>, uci ciliang <uci\_ciliang@yahoo.com>, uci-ciliang@yahoo.com, Uly Maulidiyah <maulid06@yahoo.com>, Umar kalmar <umarjati77@gmail.com>, undrirastuti@yahoo.co.id, usman Sain <sainusman@ymail.com>, Uswatun Hasanah <uswas55@gmail.com>, Uyun Husna Utami <yun.uyunhusna@gmail.com>, uzlifatul azmiyati <u.azmiyati@gmail.com>, viqhi aswie <viqhi0801@gmail.com>, Wahyu Utami <Wahyu.Utami@ums.ac.id>, WASINTON SIMANJUNTAK <wasinton.simanjuntak@fmipa.unila.ac.id>, wildanfkp@yahoo.com, windhy\_febriyanti@yahoo.com, windhy@biofarma.co.id, Wulan Sekilas <wulan.sekilas@gmail.com>, xjuned@yahoo.com, Yahoo! <sud\_arma@yahoo.co.id>, Yana@chem.itb.ac.id, Yayuk Andayani <yayukmtr@gmail.com>, yerimadesi Busmairizal <yerimadesi\_74@yahoo.com>, Yeslia Utubira <yeslia.utubira@gmail.com>, yetria rilda <yetriarilda@yahoo.com>, Yulia Eka Putri <ekaputriyulia@gmail.com>, Yuliar Kimiaunand <yuliarkimiaunand@gmail.com>, yus maniar <ys\_maniar@yahoo.com>, Yusraini Dian Inayati Siregar <yuskimia@uinjkt.ac.id>, Yuyum FF <yuyumff@gmail.com>, Zakaria Mus <zakaria28041970@gmail.com>

Dear Semua Peserta Seminar Nasional Kimia - Lombok 2016

Berikut disampaikan hasil revisi final dari Prosiding Seminar Nasional Kimia - Lombok 2016

 [Prosiding SNK-Lombok 2016-Revisi.pdf](#)

Terima kasih.

Pada 27 Agustus 2016 09.11, Seminar Nasional Kimia <semnaskimia.lombok2016@unram.ac.id> menulis:

[Kutipan teks disembunyikan]

[Kutipan teks disembunyikan]

---

 [Buku Abstrak.pdf](#)  
1617K



## Pindai halaman sampul dan daftar isi prosiding SNK Lombok 2016

Search results - miratul-k@fst.un... x Prosiding Seminar Nasional Kimia x +

mail.google.com/mail/u/0/#search/semnaskimia.lombok2016%40unram.ac.id/FMfcgxmRRdPwCDTBStfxttKzfdnNIMph

Gmail

semnaskimia.lombok2016@unram.ac.id

Tulis

Kotak Masuk 45

Berbintang

Ditunda

Penting

Terkirim

Draf 48

Kategori

Sosial 909

Update 16

Forum

Promosi 1.775

Selengkapnya

Label +

Pantia SNK 2016

Sudirman, M.Si (+6287765041690)  
Siti Raudhatul Kamali (+6287865800550)  
Dr. Maria Ulfa (+6287865305010)

Lantai 2 Fakultas MIPA Universitas Mataram  
Jl. Majapahit No.62 Mataram  
Telp. (0370)64450 4634708  
Email: [semnaskimia.lombok2016@unram.ac.id](mailto:semnaskimia.lombok2016@unram.ac.id)  
Website: [www.semnaskimialombok2016.unram.ac.id](http://www.semnaskimialombok2016.unram.ac.id)

Satu lampiran • Dipindai dengan Gmail

Pengembangan Kimia Berbasis Kearifan dan Sumber Daya Alam Lokal: Integrasi Riset, Pendidikan dan Industri

Mataram, 10 - 11 Agustus 2016  
Puri Indah Hotel & Conventions, Mataram - Lombok

Prosiding SNK-Lo...

21:29  
02/04/2023

ISBN : 978-979-8911-97-2

PROSIDING  
SEMINAR NASIONAL KIMIA ( SNK ) 2016  
"Pengembangan Kimia Berbasis Kearifan dan Sumber Daya Alam Lokal:  
Integrasi Riset, Pendidikan dan Industri"

Mataram, 10 - 11 Agustus 2016  
Puri Indah Hotel & Conventions, Mataram - Lombok

PROGRAM STUDI KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA & ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS MATARAM  
Jl. Majapahit No. 62 Mataram - NTB  
www.mipa.unram.ac.id  
Telp. / Fax: (0370) 644506

### PROSIDING SEMINAR NASIONAL KIMIA -LOMBOK 2016

#### "Pengembangan Ilmu Kimia Berbasis Kearifan dan Sumber Daya Alam Lokal: Integrasi Riset, Pendidikan dan Industri"

Hak Cipta Dilindungi oleh Undang-undang  
Copyright©2016  
ISBN: 9-789798-911972

#### Editor:

Prof. Ir. Surya Hadi, M.Sc, Ph.D  
Prof. Dr. Yana Maolana Syah  
Prof. Dr. Euis Holisotan Hakim  
Prof. Dr. Syamsul Arifin Ahmad  
Prof. Dr. A. Bambang Setiaji  
Dedy Suhendra, Ph.D  
Erin Ryantin Gunawan, Ph.D

#### Diterbitkan oleh:

Program Studi Kimia  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Mataram

#### Alamat Penerbit:

Jl.Majapahit No.62 Mataram NTB Telp. (0376) 648506



## DAFTAR ISI

Kata Pengantar  
Susunan Panitia  
Susunan Acara  
Daftar Nama Peserta  
Daftar Isi

## PEMAKALAH KUNCI

A001-DISAIN DAN SINTESIS KANDIDAT ANTIBIOTIK DARI EUGENOL SEBAGAI ALTERNATIF PENGGANTI PENICILLIN.....	i-xiii
A002-PENGEMBANGAN KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA UNTUK MENINGKATKAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI KIMIA.....	xiv-xx
A003- STUDI KOMPUTASI MEKANISME REAKSI PIROLISIS DAN SINTESIS-TURUNAN MOLEKUL-MOLEKUL ALAM.....	xxi-xxii

## PEMAKALAH PENDAMPING

B001-EFEKTIVITAS KATALIS ASAM DAN BASA DALAM REAKSI HIDROLISIS P-METOKSIFENILASETONITRI.....	1-10
B002-PENGEMBANGAN EXTRACT LIBRARY DARI BIODIVERSITAS INDONESIA MENUJU KEMANDIRIAN BANGSA DALAM PENEMUAN OBAT-OBATAN.....	11-19
B003-KONVERSI KOMPONEN LAIN PADA MINYAK PERMEN ( <i>Mentha piperita</i> ) MENJADI MENTOL.....	20-29
B004- UJI AKTIVITAS DAN MEKANISME PENGHAMBATAN ANTI-FUNGI KATEKIN GAMBIR ( <i>Uncaria gambir, Roib</i> ) PADA BEBERAPA FUNGI.....	30-40
B005- EKSTRAKSI ZAT WARNA ALAMI DARI LIMBAH KAYU MAHONI ( <i>Swietenia mahagoni</i> ) DENGAN METODE BERBANTUKAN GELOMBANG MIKRO.....	41-50
B006-KANDIDAT REFERENCE MATERIAL UNTUK PENENTUAN KAFEIN DARI BIJI KOPI HIJAU SECARA HPTLC.....	51-58
B007- BENZOFENON GLUKOSIDA DARI EKSTRAK ETIL ASETAT BUAH MAHKOTA DEWA ( <i>Phaleria macrocarpa</i> (Scheff.) Boerl.).....	59-68
B008- PERBANDINGAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN, ANTIBAKTERI, DAN TOKSISITAS DARI PRODUK EKSTRAK KERING KULIT MANGGIS.....	69-78
B009- STUDI FITOKIMIA DAN UJI AKTIVITAS SITOTOKSIK TUMBUHAN SARANG SEMUT <i>Hydnophytum moseleyanum</i> ASAL PAPUA.....	79-87
B010-AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DARI FRAKSI ARTOCARPUS INTEGERS (Thunb.) Merr-DENGAN METODE DPPH.....	88-95

C011- SINTESIS TiO <sub>2</sub> /Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> -BENTONIT DAN APLIKASINYA DALAM FOTODEGRADASI FENOL.....	245-250
C012- EFEK PENAMBAHAN ALUMINA PADA KARAKTERISTIK MIKROSTRUKTUR DAN FISIS CORDIERITE DARI SILIKA AMORPH SEKAM PADI.....	251-260
C013- PIROLISIS BIOMASA KAYU PINUS (PINE WOOD) DENGAN KATALIS MOLEMPUNG MENJADI BIO-OIL.....	261-271
C014- KO-PIROLISIS CAMPURAN BAGAS TEBU DAN MINYAK JARAK UNTUK PEMBUATAN BAHAN BAKAR CAIR MENGGUNAKAN ALUMINOSILIKAT DENGAN NISBAH SIAI YANG BERBEDA.....	272-281
C015- SINTESIS BIODISEL DARI MINYAK KEMIRI SUNAN (REUTEALIS TRISPERMA (BLANCO) AIRY SHAW) DENGAN KATALIS CaO DAN IRRADIASI GELOMBANG MIKRO.....	282-290
C016- PENGARUH PENAMBAHAN MALEAT ANHIDRIDA DAN BPO SEBAGAI PENGIKAT SILANG TERHADAP BIODEGRADASI PLASTIK BIODEGRADABEL DARI LIMBAH POLIPROPILENA DAN PATI BIJI DURIAN.....	291-300
C017- SIFAT-SIFAT KOMPOSIT POLIVINIL ALKOHOL-MIKROFIBRIL PELEPAH KELAPA SAWIT YANG TERISI KHITOSAN.....	301-308
C018- AKTIVASI ARANG AKTIF SECARA FISIKA DARI LIMBAH PABRIK CPO (CRUDE PALM OIL) SEBAGAI ADSORBEN METILEN BIRU.....	309-319
C019- PEMANFAATAN PATI BIJI DURIAN SEBAGAI FILLER DALAM PEMBUATAN PLASTIK BIODEGRADABEL DENGAN Matriks POLIPROPILENA.....	320-330
C-020 SINTESIS ZSM-5 PORI HIRARKI TANPA PENAMBAHAN TEMPLET ORGANIK MENGGUNAKAN METODA STEAM ASSISTED CONVERSION (SAC).....	331-339
D001- PENENTUAN KADAR VITAMIN C PADA BERBAGAI MACAM BUAH SEGAR DAN OLAHANNYA.....	340-345
D002- ELEKTRODA PASTA KARBON NANOPORI TERMODIFIKASI MOLECULARLY IMPRINTED POLYMER SEBAGAI SENSOR POTENSIMETRIK KREATININ.....	346-355
D003- PENGGUNAAN KOAGULAN CAIR DAN ADSORBEN BERBASIS LEMPUNG ALAM UNTUK PENGOLAHAN AIR GAMBUT.....	356-368
D004- DEGRADASI ELEKTROKIMIA INDIGO BIRU MENGGUNAKAN ELEKTRODA KARBON.....	369-378
D005- DEGRADASI FENOL DALAM LIMBAH CAIR DENGAN METODE CONTACT GLOW DISCHARGE ELECTROLYSIS MENGGUNAKAN ELEKTROLIT KOH.....	379-387
D006- HIDROLISIS LIMBAH RUMPUT LAUT MELALUI PERLUKUAN AUTOKLAF.....	388-397

Prosiding Seminar Nasional Kimia-Lombok 2016  
Lombok, 10-11 Agustus 2016  
Artikel No.19062

### ELEKTRODA PASTA KARBON NANOPORI TERMODIFIKASI MOLECULARLY IMPRINTED POLYMER SEBAGAI SENSOR POTENSIMETRIK KREATININ

#### NANOPOROUS CARBON PASTE ELECTRODE MODIFIED MOLECULARLY IMPRINTED POLYMER AS A POTENTIOMETRIC SENSOR OF CREATININE

Miratul Khasanah<sup>1</sup>, Wendy Ayu Palupi, Muji Harsini

Departemen Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga,  
Kampus C, Jl. Mulyorejo, Surabaya 60115

<sup>1</sup>Email: [miratulhasanah@gmail.com](mailto:miratulhasanah@gmail.com)

#### ABSTRAK

Konsentrasi kreatinin di dalam tubuh seringkali dikaitkan dengan fungsi ginjal, sehingga diperlukan monitoring terhadap kadar kreatinin dalam tubuh. Metode yang umum digunakan dalam bidang kesehatan untuk mengukur kadar kreatinin adalah metode Jaffe. Analisis kreatinin dengan metode ini memerlukan jumlah sampel yang banyak dan pereaksi kimia/enzim yang mahal. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan elektroda berbasis karbon nanopori/molecularly imprinted polymer (MIP) sebagai sensor potensiometrik kreatinin. MIP dibuat dengan cara mereaksikan asam metakrilat, kreatinin, etilen dimetakrilat dengan perbandingan mol 1:1:3 menggunakan benzoil peroksida sebagai inisiator pada suhu 60°C. Kreatinin selanjutnya diekstraksi dari jaringan polimer menggunakan air panas. Elektroda pasta karbon nanopori-MIP dibuat dari campuran karbon nanopori, MIP dan parafin dengan perbandingan massa 45:20:35. Analisis kreatinin dilakukan pada pH larutan 7. Hasil penelitian menunjukkan waktu respon elektroda sebesar 180 detik, faktor Nemst 53,92 mV/dekade, jangkauan pengukuran 10<sup>-6</sup>-10<sup>-3</sup> M dan batas deteksi sebesar 1,71 x 10<sup>-6</sup> M. Akurasi metode untuk pengukuran konsentrasi 10<sup>-3</sup> M-10<sup>-4</sup> M berkisar antara 79,99-115,12%, sedangkan koefisien variasi untuk konsentrasi tersebut adalah 0,38-8,22%. Keberadaan urea dalam larutan sampel tidak mengganggu kinerja elektroda pasta karbon nanopori/MIP pada analisis kreatinin.

**Kata kunci :** kreatinin, molecularly imprinted polymer, potensiometri, karbon nanopori

#### ABSTRACT

Creatinine is one of the compounds associated with the renal function, so that the monitoring and early detection of the creatinine levels in the body is required. The commonly used method in the medical field to measure creatinine levels is Jaffe method by spectrophotometry. However, analysis of creatinine using this method requires a large sample number and costly chemical reagents. The aim of this research was to develop sensor based on nanoporous carbon/molecularly imprinted polymer (MIP) on creatinine analysis by potentiometry. MIP was synthesized by mixing methacrylic acid, creatinine and ethylene dimethacrylate with molar ratio of 1:1:3 also by adding benzoyl peroxide as an initiator at 60°C. Creatinine was then extracted by using hot water. Sensor was manufactured by mixing nanoporous carbon, MIP and paraffin with a ratio of 45:20:35 by mass. The measurement has been done at pH of 7 during 180 s. The research result showed the Nemst factor of 53.92 mV/decade, the measurement range of 10<sup>-6</sup>-10<sup>-3</sup> M and the detection limit of 1.71 x 10<sup>-6</sup> M. The accuracy of measurement for the creatinine of 10<sup>-3</sup> M-10<sup>-4</sup> M was 79.99-115.12%, while the coefficient of variation of 0.38-8.22%. Urea not interfere the performance of the nanoporous carbon/MIP electrode on the creatinine analysis.

**Keywords:** creatinine, molecularly imprinted polymer, potentiometry, nanoporous carbon

## ELEKTRODA PASTA KARBON NANOPORI TERMODIFIKASI MOLECULARLY IMPRINTED POLYMER SEBAGAI SENSOR POTENSIOMETRIK KREATININ

### NANOPOROUS CARBON PASTE ELECTRODE MODIFIED MOLECULARLY IMPRINTED POLYMER AS A POTENTIOMETRIC SENSOR OF CREATININE

Miratul Khasanah\*, Wendy Ayu Palupi, Muji Harsini

Departemen Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga,  
Kampus C, Jl. Mulyorejo, Surabaya 60115

\*Email: [miratulhasanah@gmail.com](mailto:miratulhasanah@gmail.com)

#### ABSTRAK

Konsentrasi kreatinin di dalam tubuh seringkali dikaitkan dengan fungsi ginjal, sehingga diperlukan monitoring terhadap kadar kreatinin dalam tubuh. Metode yang umum digunakan dalam bidang kesehatan untuk mengukur kadar kreatinin adalah metode Jaffe. Analisis kreatinin dengan metode ini memerlukan jumlah sampel yang banyak dan pereaksi kimia/enzim yang mahal. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan elektroda berbasis karbon nanopori/molecularly imprinted polymer (MIP) sebagai sensor potensiometrik kreatinin. MIP dibuat dengan cara mereaksikan asam metakrilat, kreatinin, etilen dimetakrilat dengan perbandingan mol 1:1:3 menggunakan benzoil peroksida sebagai inisiator pada suhu 60°C. Kreatinin selanjutnya diekstraksi dari jaringan polimer menggunakan air panas. Elektroda pasta karbon nanopori-MIP dibuat dari campuran karbon nanopori, MIP dan parafin dengan perbandingan massa 45:20:35. Analisis kreatinin dilakukan pada pH larutan 7. Hasil penelitian menunjukkan waktu respon elektroda sebesar 180 detik, faktor Nernst 53,92 mV/dekade, jangkauan pengukuran  $10^{-6}$ - $10^{-3}$  M dan batas deteksi sebesar  $1,71 \times 10^{-5}$  M. Akurasi metode untuk pengukuran konsentrasi  $10^{-3}$  M- $10^{-6}$  M berkisar antara 79,96-115,12%, sedangkan koefisien variasi untuk konsentrasi tersebut adalah 0,38-8,22%. Keberadaan urea dalam larutan sampel tidak mengganggu kinerja elektroda pasta karbon nanopori/MIP pada analisis kreatinin.

**Kata kunci** : kreatinin, molecularly imprinted polymer, potensiometri, karbon nanopori

#### ABSTRACT

Creatinine is one of the compounds associated with the renal function, so that the monitoring and early detection of the creatinine levels in the body is required. The commonly used method in the medical field to measure creatinine levels is Jaffe method by spectrophotometry. However, analysis of creatinine using this method requires a large sample number and costly chemical reagents. The aim of this research was to develop sensor based on nanoporous carbon/molecularly imprinted polymer (MIP) on creatinine analysis by potentiometry. MIP was synthesized by mixing methacrylic acid, creatinine and ethylene dimethacrylate with molar ratio of 1:1:3 also by adding benzoyl peroxide as an initiator at 60°C. Creatinine was then extracted by using hot water. Sensor was manufactured by mixing nanoporous carbon, MIP and paraffin with a ratio of 45:20:35 by mass. The measurement has been done at pH of 7 during 180 s. The research result showed the Nernst factor of 53.92 mV/decade, the measurement range of  $10^{-6}$ - $10^{-3}$  M and the detection limit of  $1.71 \times 10^{-5}$  M. The accuracy of measurement for the creatinine of  $10^{-3}$  M- $10^{-6}$  M was 79.96-115.12%, while the coefficient of variation of 0.38-8.22%. Urea not interfere the performance of the nanoporous carbon/MIP electrode on the creatinine analysis.

**Keywords** : creatinine, molecularly imprinted polymer, potentiometry, nanoporous carbon

## PENDAHULUAN

Kreatinin merupakan produk sisa dari perubahan kreatin fosfat yang terjadi di otot melalui filtrasi glomerulus. Kadar kreatinin dalam darah digunakan sebagai indikator khusus dan lebih sensitif terhadap adanya penyakit ginjal dibandingkan kadar nitrogen urea darah (BUN). Konsentrasi normal kreatinin dalam darah pada umumnya sekitar 0,6-1,2 mg/dL. Kadar kreatinin yang rendah dalam serum dapat mengindikasikan status nutrisi yang rendah, sedangkan kadar kreatinin yang tinggi dapat menyebabkan glomerulonefritis, nefropati diabetik, pielonefritis, eklampsia, gagal ginjal akut bahkan dapat menyebabkan kematian [1].

Metode yang digunakan untuk penentuan kadar kreatinin dalam bidang kesehatan adalah metode Jaffe dan metode enzimatis. Prinsip dasar dari metode Jaffe adalah mereaksikan kreatinin dengan larutan pikrat dalam suasana alkali sehingga membentuk larutan yang berwarna jingga. Metode ini memiliki selektivitas yang rendah dan kurang spesifik akibat ikut terukurnya kadar kromogen-kromogen lain seperti asam askorbat, glukosa, keton, asetoasetat, sefalosporin dan obat-obatan [2]. Analisis kreatinin dengan metode enzimatis didasarkan pada degradasi enzimatis kreatinin dan produknya oleh *creatininase*, *creatinase* dan *sarcosine oksidase*. Hampir tidak ditemukan interferensi yang disebabkan oleh matriks lain dalam sampel pada analisis kreatinin dengan metode ini. Akan tetapi, analisis kreatinin dengan metode ini membutuhkan waktu yang relatif lama dan melibatkan enzim yang harganya mahal [3]. Elektroda *hanging mercury drop* (HMD) termodifikasi *molecularly imprinted polymer* (MIP) sebagai sensor voltammetrik kreatinin telah dikembangkan sebelumnya. Sensor tersebut memiliki selektivitas yang tinggi dalam matriks NaCl, urea, kreatin, tirosin, histidin dan sitosin [4].

Pada penelitian ini dikembangkan teknik MIP pada pembuatan sensor untuk analisis kreatinin secara potensiometri melalui modifikasi elektroda pasta karbon nanopori. Pemilihan karbon nanopori ini dikarenakan sifatnya yang inert dan konduktivitasnya yang tinggi [5]. Teknik MIP banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, khususnya sebagai sensor kimia karena memiliki kemampuan untuk mengenali molekul secara spesifik, bahkan berpotensi mengenali senyawa kiral. Peneliti sebelumnya telah mengembangkan elektroda berbasis karbon nanopori/MIP untuk analisis melamin dalam susu [6].

Pada penelitian ini, MIP disintesis dari monomer asam metakrilat (MAA), *crosslinker* etilen dimetakrilat (EDMA) dan inisiator benzoil peroksida. Parameter yang dipelajari adalah komposisi elektroda dan pH optimum larutan. Elektroda dibuat

dengan komposisi campuran karbon nanopori, MIP dan parafin padat yang bervariasi. Selanjutnya dilakukan uji kinerja elektroda pasta karbon nanopori/MIP meliputi waktu respon elektroda, faktor Nernst, jangkauan pengukuran, batas deteksi, akurasi, dan presisi. Selektivitas elektroda dipelajari melalui pengaruh penambahan larutan urea pada analisis kreatinin.

## **METODE PENELITIAN**

### **Bahan**

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kreatinin, asam metakrilat, kloroform, etilen dimetakrilat, benzoil peroksida, etanol, asam asetat, natrium asetat, natrium hidrogenfosfat, natrium dihidrogenfosfat, urea, kawat Ag, karbon nanopori, parafin padat dan akuades. Semua bahan kimia yang digunakan memiliki derajat kemurnian pro analisis.

### **Peralatan**

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah potensiometer *Cyberscan* 510, pH-meter Metrohm tipe 744, *hotplate magnetic stirrer*, ayakan *Retsch* 140 mesh, neraca analitik *Kern* 870, elektroda Ag/AgCl, tip mikropipet, mortar porselin, dan peralatan gelas.

### **Prosedur**

#### ***Pembuatan molecularly imprinted polymer (MIP) dan polimer kontrol***

MIP dibuat dengan cara mencampurkan 0,8 mmol asam metakrilat dalam 5 mL kloroform dan 0,8 mmol kreatinin dalam 2 mL etanol dalam gelas beker, kemudian ditambahkan 3 mL kloroform. Dalam wadah yang berbeda disiapkan pula 2,4 mmol etilen dimetakrilat (EDMA) dan 1 mmol benzoil peroksida yang telah dilarutkan dalam 1 ml kloroform. Campuran EDMA dan benzoil peroksida ditambahkan ke dalam campuran asam metakrilat dan kreatinin, kemudian dipanaskan pada temperatur 60°C selama kurang lebih 2 jam tanpa pengadukan. Padatan yang terbentuk dikeringkan di udara terbuka, ditumbuk dan diayak dengan ukuran 140 mesh. Selanjutnya kreatinin diekstraksi dengan air panas (70°C) dengan bantuan sentrifugasi. Polimer yang telah diekstraksi kreatininnya inilah yang disebut MIP yang selanjutnya digunakan untuk pembuatan elektroda. Polimer kontrol disintesis dengan cara yang sama namun tanpa penambahan kreatinin.

### ***Pembuatan elektroda pasta karbon nanopori/MIP***

Elektroda dibuat dengan menyiapkan badan elektroda terlebih dahulu yaitu dengan mengisi  $\frac{3}{4}$  bagian tip mikropipet 1 mL dengan parafin padat yang di dalamnya telah dipasang kawat Ag. Selanjutnya ruang kosong dalam tip mikropipet tersebut diisi dengan pasta yang terbuat dari campuran karbon nanopori, parafin padat dan MIP dengan perbandingan massa bervariasi. Selanjutnya permukaan elektroda digosokkan pada kertas HVS hingga rata dan halus.

### ***Penentuan pH optimum larutan***

Optimasi pH larutan dilakukan menggunakan larutan kreatinin  $10^{-3}$  M dengan pH bervariasi yaitu pH 3, 4, 5, 6, 7 dan 8 melalui penambahan buffer asetat/buffer fosfat. Selanjutnya larutan ini dianalisis menggunakan elektroda kerja pasta karbon nanopori/MIP dengan elektroda pembanding Ag/AgCl.

### ***Pengukuran larutan standar dan penentuan kinerja elektroda***

Kurva standar dibuat dari data hasil pengukuran potensial elektroda yang dicelupkan ke dalam larutan kreatinin konsentrasi  $10^{-1}$  M sampai  $10^{-8}$  M dengan pH optimum. Kemudian dibuat kurva hubungan antara potensial dan log konsentrasi kreatinin. Data tersebut juga digunakan untuk mempelajari kinerja elektroda meliputi jangkauan pengukuran, faktor Nernst, batas deteksi, presisi, akurasi, dan waktu respon.

Rentang konsentrasi larutan standar kreatinin yang masih memberikan kurva berupa garis lurus dan masih memenuhi persamaan Nernst merupakan jangkauan pengukuran. Garis lurus dalam kurva tersebut merupakan kurva standar. Kemiringan (slope) kurva standar disebut sebagai faktor Nernst. Batas deteksi diperoleh dari perpotongan garis linier dan non linier pada kurva hubungan log konsentrasi dengan potensial elektroda. Jika titik potong kedua garis tersebut diekstrapolasikan ke absis, maka akan diperoleh log konsentrasi batas deteksi. Presisi menyatakan derajat keterulangan (*reproducibility*) yaitu besarnya kesesuaian atau penyimpangan dari setiap hasil pengukuran yang dilakukan berulang-ulang pada sampel yang konsentrasinya sama. Akurasi adalah ketepatan yang merupakan kedekatan setiap konsentrasi larutan standar yang diperoleh kembali dari hasil pengukuran dengan konsentrasi larutan standar sesungguhnya (yang diukur). Presisi yang dinyatakan dengan nilai koefisien variasi (KV) [7] dan akurasi diperoleh melalui pengukuran

potensial elektroda pada larutan kreatinin dengan konsentrasi dalam rentang jangkauan pengukuran. Waktu respon elektroda pasta karbon nanopori/MIP terhadap kreatinin dihitung mulai saat elektroda dicelupkan dalam larutan standar hingga diperoleh pembacaan nilai potensial yang relatif konstan.

### ***Penentuan selektivitas sensor***

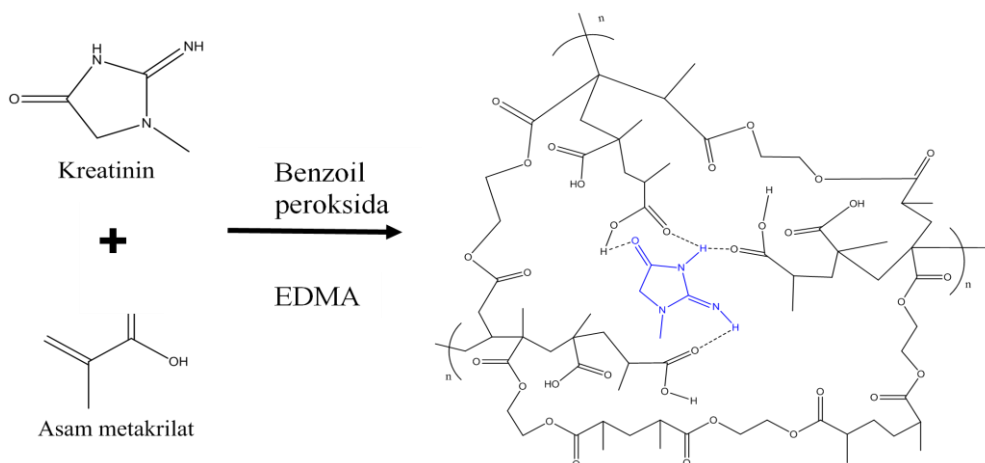
Selektivitas elektroda pada penelitian ini dinyatakan dengan nilai koefisien selektivitas ( $k_{ij}$ ) yang ditentukan dengan cara mengukur potensial larutan kreatinin (i) dengan kadar normal dalam serum yaitu  $10^{-4}$  M. Selanjutnya dilakukan pengukuran potensial larutan kreatinin  $10^{-4}$  M yang di dalamnya mengandung larutan urea (j) dengan konsentrasi bervariasi yaitu  $10^{-2}$  M,  $5 \times 10^{-3}$  M dan  $10^{-3}$  M. Potensial yang diperoleh dari hasil pengukuran larutan yang hanya mengandung kreatinin maupun larutan kreatinin yang mengandung urea digunakan untuk menghitung koefisien selektivitas.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Hasil sintesis polimer kontrol, *non imprinted polymer* (NIP), dan *molecularly imprinted polymer* (MIP)**

Polimer kontrol disintesis dengan cara mencampurkan antara 0,8 mmol asam metakrilat, 2,4 mmol etilen dimetakrilat (EDMA) dan 1 mmol benzoil peroksida. Polimer kontrol ini tidak memiliki sisi pengenalan aktif. Sintesis NIP dilakukan dengan perbandingan mol asam metakrilat : EDMA: kreatinin sebesar 1:3:1. Tahap pertama yaitu mencampurkan asam metakrilat dengan kreatinin dan didiamkan selama 1 jam agar terbentuk konjugat non-kovalen antara kreatinin dan asam metakrilat. Adanya benzoil peroksida sebagai inisiator mengakibatkan terjadi inisiasi pada asam metakrilat sehingga menghasilkan suatu radikal yang diperlukan dalam tahap propagasi untuk pemanjangan rantai. Reaksi pembentukan NIP ditunjukkan pada Gambar 1.

Selanjutnya kreatinin diekstraksi dari kerangka polimer menggunakan air panas ( $70^{\circ}\text{C}$ ). Melalui interaksi non kovalen, *template* (kreatinin) mudah dilepaskan dari polimer di bawah kondisi yang ringan karena ikatannya lemah [8]. Air panas diasumsikan dapat melepaskan *template* kreatinin dari rantai polimer karena kreatinin dapat larut sempurna dalam air.



Gambar 1 Reaksi pembentukan NIP dari asam metakrilat, kreatinin, dan EDMA

Polimer yang telah diekstraksi kreatininnya inilah yang disebut *molecularly imprinted polymer* (MIP). Hasil sintesis polimer kontrol, NIP dan MIP selanjutnya dikarakterisasi dengan FTIR (tidak dilaporkan di sini) dan digunakan sebagai salah satu material penyusun elektroda. Hasil uji kinerja pada pembuatan elektroda dengan berbagai komposisi ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Data faktor Nernst, jangkauan pengukuran dan linieritas hasil pengukuran larutan kreatinin menggunakan elektroda dengan berbagai komposisi

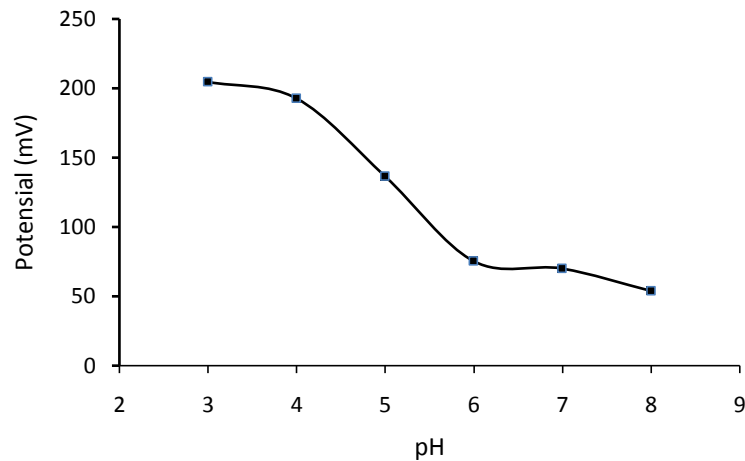
Elektroda	Karbon:MIP:parafin (%berat)	Faktor Nernst (mV/dekade)	Jangkauan pengukuran (M)	Koefisien korelasi kurva (r)
E1	65:0:35	3,40	$10^{-6}$ - $10^{-3}$	0,8758
E2	60:5:35	6,65	$10^{-6}$ - $10^{-3}$	0,8812
E3	58:7:35	4,39	$10^{-6}$ - $10^{-3}$	0,1228
E4	55:15:35	10,06	$10^{-6}$ - $10^{-3}$	0,9599
E5	50:15:35	11,39	$10^{-6}$ - $10^{-3}$	0,8482
E6	45:20:35	43,62	$10^{-6}$ - $10^{-3}$	0,9970
E7	40:25:35	32,02	$10^{-6}$ - $10^{-3}$	0,9580

Berdasarkan nilai faktor Nernst dan koefisien korelasi kurva kalibrasi maka elektroda yang dibuat dengan perbandingan berat karbon, MIP dan paraffin = 45:20:35 dipilih sebagai elektroda yang memiliki kinerja optimum. Selanjutnya elektroda tersebut digunakan untuk optimasi pH larutan dan pengukuran larutan standar.

### Optimasi pH larutan

Optimasi pH larutan dilakukan untuk mengetahui rentang pH kerja pada analisis kreatinin secara potensiometri. Kondisi pengukuran yang berbeda dimungkinkan akan menghasilkan respon yang berbeda pula. Kreatinin memiliki sifat amfoter dengan dua konstanta disosiasi yang dinyatakan dengan nilai  $pK_{a1} = 4,8$  dan  $pK_{a2} = 9,2$  [9]. Optimasi pH ini dilakukan pada rentang pH 3-8. Variasi pH dan pengukuran dilakukan

terhadap konsentrasi kreatinin  $10^{-3}$  M dengan asumsi bahwa pada konsentrasi lain akan menghasilkan respon potensial yang identik. Kurva hubungan antara pH dan potensial elektroda yang terukur ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Kurva hubungan antara pH larutan kreatinin dengan potensial elektroda

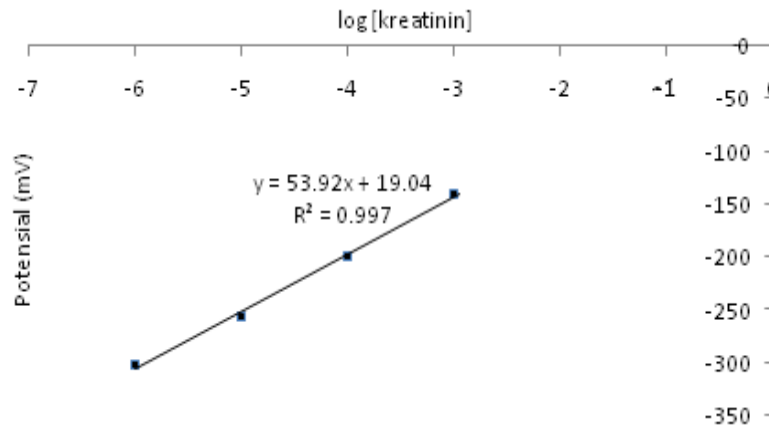
Pada penelitian ini, hasil pengukuran pH larutan kreatinin konsentrasi  $10^{-1}$  M hingga  $10^{-10}$  M (tanpa pengaturan pH) berkisar antara 6-8. Berdasarkan kurva hubungan pH larutan kreatinin dengan potensial elektroda pada Gambar 2, tampak bahwa pada pH 4-6 memberikan kemiringan 58,65 mV/dekade. Hal ini menunjukkan bahwa pada pH tersebut elektroda berfungsi sebagai sensor ion  $H^+$ . Pada pH 6-8 menghasilkan nilai potensial yang relatif konstan, yang merupakan rentang pH kerja elektroda. Pada pH tersebut kreatinin berada dalam bentuk spesi molekul.

### ***Kurva standar kreatinin dan kinerja elektroda***

Pembuatan kurva standar kreatinin dilakukan dengan mengukur potensial larutan kerja kreatinin  $10^{-1}$  sampai dengan  $10^{-10}$  M menggunakan E6 pada pH 7 dan elektroda pembanding Ag/AgCl. Selanjutnya dari nilai potensial yang diperoleh ini dibuat kurva kalibrasi dengan log konsentrasi kreatinin sebagai sumbu x dan potensial sebagai sumbu y. Kurva hubungan antara log konsentrasi kreatinin dan potensial elektroda yang menghasilkan garis linier disebut sebagai kurva standar seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.

Kinerja suatu elektroda dinyatakan dengan beberapa parameter diantaranya waktu respon, jangkauan pengukuran, faktor Nernst, batas deteksi, presisi, akurasi, selektivitas. Elektroda E6 merupakan elektroda dengan kinerja optimum yang memiliki faktor Nernst sebesar 53,92 mV/dekade dengan waktu respon kurang dari 180 detik.





Gambar 3 Kurva standar kreatinin

Rentang jangkauan pengukuran dan batas deteksi hasil penelitian ini lebih bagus dari nilai yang diperoleh dari metode yang dikembangkan sebelumnya [10]. Metode potensiometri untuk analisis kreatinin menggunakan elektroda pasta karbon nanopori/MIP ini memiliki akurasi yang cukup baik untuk konsentrasi  $10^{-6}$  M dan  $10^{-3}$  M dengan nilai akurasi 79,96-115,12%, sedangkan menurut AOAC (*Association of Official Analytical Chemist*) rentang nilai akurasi yang masih dapat diterima secara statistik untuk konsentrasi tersebut adalah 80-110%. Pengukuran menggunakan elektroda ini juga memiliki presisi yang baik yang dinyatakan dengan nilai KV sebesar 0,38-8,22%, sedangkan menurut AOAC nilai KV untuk konsentrasi tersebut berada pada kisaran 3,7-11% [11].

Penentuan koefisien selektivitas ( $k_{ij}$ ) dilakukan dengan cara mengukur potensial larutan kreatinin (i) sebagai analit utama dan urea (j) sebagai matriks pengganggu, dimana kedua komponen tersebut selalu berada secara bersama-sama di dalam sampel darah maupun urin [9,10]. Pada penelitian ini uji selektivitas dilakukan dengan metode tercampur yaitu mengukur potensial larutan kreatinin konsentrasi tertentu dan larutan kreatinin dengan konsentrasi tertentu yang ditambah urea dengan konsentrasi bervariasi. Digunakan konsentrasi normal kreatinin dalam darah yaitu sebesar  $10^{-4}$  M dan konsentrasi urea rendah, normal dan tinggi dalam darah secara berturut-turut sebesar  $10^{-3}$  M,  $5 \times 10^{-3}$  M dan  $10^{-2}$  M. Pemilihan konsentrasi urea ini didasarkan pada kadar normal urea dalam darah yaitu sebesar 15-40 mg/dL ( $2,5 \times 10^{-3}$ - $6,7 \times 10^{-3}$  M [12]. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai  $k_{ij}$  yang diperoleh untuk penambahan ketiga macam konsentrasi urea tersebut berturut-turut adalah 0,1487; 0,1189 dan 0,1316 ( $k_{ij} < 1$ ). Hal ini berarti bahwa elektroda karbon nanopori/MIP lebih selektif terhadap kreatinin daripada urea.

### **Perbandingan kinerja elektroda termodifikasi MIP, NIP dan polimer kontrol**

Pada penelitian ini telah dilakukan pengukuran larutan kreatinin menggunakan elektroda pasta karbon nanopori (E1), elektroda pasta karbon nanopori/MIP (EMIP), elektroda pasta karbon nanopori/NIP (ENIP) dan elektroda pasta karbon nanopori/polimer kontrol (EPK). Hal ini bertujuan untuk mengetahui apakah MIP menambah kinerja elektroda pasta karbon nanopori untuk analisis kreatinin secara potensiometri. Hasil pengukuran potensial menggunakan keempat elektroda tersebut digunakan untuk membuat kurva hubungan antara log konsentrasi kreatinin dan potensial elektroda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi elektroda pasta karbon nanopori/MIP untuk mengukur potensial elektroda pada larutan standar kreatinin menghasilkan faktor Nernst dan jangkauan pengukuran yang lebih bagus dibandingkan ketiga elektroda lainnya (Tabel 4.2). Hal ini menunjukkan bahwa cetakan dalam MIP yang memiliki bentuk dan ukuran yang sesuai dengan analit kreatinin telah membantu elektroda dalam mengenali kreatinin dalam larutan.

Tabel 4.2 Nilai faktor Nernst dan jangkauan pengukuran hasil uji perbandingan kinerja elektroda

Elektroda	Faktor Nernst (mV/dekade)	Jangkauan Pengukuran (M)	Koefisien korelasi (r)
E1	13,63	$10^{-6}$ - $10^{-3}$	0,8847
EMIP	53,92	$10^{-6}$ - $10^{-3}$	0,9985
ENIP	2,90	$10^{-10}$ - $10^{-7}$	0,9836
EPK	10,35	$10^{-4}$ - $10^{-2}$	0,9999

### **KESIMPULAN**

Keberadaan MIP yang terbuat dari monomer asam metakrilat dapat meningkatkan kinerja elektroda pasta karbon untuk analisis kreatinin secara potensiometri. Elektroda pasta karbon nanopori/MIP yang dibuat dengan komposisi massa karbon nanopori, MIP dan parafin 45:20:35 bekerja optimum pada pH 6-8 dengan waktu respon kurang dari 180 detik. Pada konsentrasi  $10^{-6}$ - $10^{-3}$  M menunjukkan kurva yang Nernstian dengan batas deteksi yang diperoleh sekitar enam kali lebih rendah dari konsentrasi normal kreatinin dalam darah. Elektroda berbasis karbon nanopori/MIP yang dikembangkan memiliki selektivitas yang tinggi terhadap kreatinin dalam matriks urea.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Departemen Kimia FST Universitas Airlangga atas fasilitas laboratorium dan kepada Lembaga Penelitian dan Inovasi Universitas Airlangga atas pendanaan penelitian yang telah diberikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Panasyuk-Delaney, T., P.M. Mirsky, and O.S. Wolbeis. 2002. Capacitive Creatinine Sensor Based on a Photografted Molecularly Imprinted Polymer. *Electroanalysis*. 14(3): 221-224.
- [2] Quon, H., C.E. Grossman, R.L. King, M. Putt, K.Donaldson, L.Kricka, J. Finlay, T. Zhu, A.Dimofta, K. Malloy, K.A. Cengel, and T.M. Busch. 2010. Interference with the Jaffé Method for Creatinine Following 5-aminolevulinic Acid Administration. *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*. 7: 268-274.
- [3] Guo, M.D. and H.X. Guo. 2005. Voltammetric Behavior Study of Creatinine At Phosphomolydic-Polypyrrole Film Modified Electrode. *Electroanalytical Chemistry*. 585: 28-34.
- [4] Lakshmi, D., B.B. Prasad, and P.S. Sharma. 2006. Creatinine Sensor Based on a Molecularly Imprinted Polymer Modified Hanging Mercury Drop Electrode. *Talanta*. 70: 272-280.
- [5] Pyun, S. and G. Lee. 2007. Synthesis and Characterization of Nanoporous Carbon and Its Electrochemical Application to Electrode Material for Supercapacitors. *Modern Aspect of Electrochemistry*. No 41. Springer. New York.
- [6] Liang, R., R. Zhang, and W. Qin. 2009. Potentiometric Sensor Based on Molecularly Imprinted Polymer for Determination of Melamine in Milk. *Sensors and Actuators B*. 14: 544-550.
- [7] Miller, J.C and J.N. Miller. 1988. *Statistics for Analytical Chemistry*. 3<sup>rd</sup> edition. Ellis Horwood Limited. New York.
- [8] Sellergren, B. (Editor). 2001. *Molecularly Imprinted Polymer: Man-made Mimics of Antibodies and Their Applications in Analytical Chemistry*. Elsevier. Amsterdam.
- [9] Gatti, R., V. Lazzarotto, C.B. De Palo, E. Cappellin, P. Spinella, and E.F. De Palo. 1999. A Rapid Urine Creatinine Assay by Capillary Zone Electrophoresis, *Electrophoresis*. 20: 2917-2921.
- [10] Hassan, S.S.M., E.M.Elnemma, and A.H.K. Mohamed. 2005. Novel Biomedical Sensors for Flow Injection Potentiometric Determination of Creatinine in Human Serum. *Electroanalysis*. 17: 2246-2253.
- [11] Taverniers, I., M.D. Loose, and E.V. Bockstaele. 2004. Trends in Quality in The Analytical Laboratory. II. Analytical Method Validation and Quality Assurance. *Trends in Analytical Chemistry*. 23: 535-552.
- [13] Dhawan, G., G. Sumana, and B. D. Maholtra. 2009. Recent Developments in Urea Biosensors. *Biochemical Engineering Journal*. 44: 42-52.