



PROSIDING

SEMIRATA 2014

Bidang MIPA BKS-PTN-Barat

"Integrasi sains MIPA untuk mengatasi masalah pangan, energi, kesehatan, reklamasi, dan lingkungan"

IPB International Convention Center dan Kampus IPB Baranangsiang, 9-11 Mei 2014

BUKU 4

BIOLOGI I (Sains, Integrasi dan Pendidikan)

Diterbitkan oleh: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Pertanian Bogor



ISBN 978-602-70491-0-9



2014

Semirata

Bidang MIPA

ISBN : 978-602-70491-0-9

PROSIDING

Seminar Nasional dan Rapat Tahunan Bidang MIPA 2014

"Integrasi Sains MIPA untuk Mengatasi Masalah Pangan, Energi, Kesehatan, Lingkungan, dan Reklamasi"

Diterbitkan Oleh :



**Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Pertanian Bogor**

Copyright© 2014

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor

Prosiding Seminar Nasional dan Rapat Tahunan Bidang MIPA 2014, 9-11 Mei 2014

Diterbitkan oleh : FMIPA-IPB, Jalan Meranti Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680

Telp/Fax: 0251-8625481/8625708

<http://fmipa.ipb.ac.id>

Terbit Oktober, 2014

ix + 363 halaman

ISBN: 978-602-70491-0-9

Editor dan Reviewer

PROSIDING

Seminar Nasional dan Rapat Tahunan Bidang MIPA 2014

Direktor Editor

- Drs. Ali Kusnanto, MSi.
- Dr. Heru Sukoco
- Dr. Wisnu Ananta Kusuma
- Dr. Imas Sukaesih Sitanggang
- Auzi Asfarian, M.Kom
- Wulandari, S.Komp
- Dean Apriana Ramadhan, S.Komp

Editor Utama

- Dr. Rika Raffiudin
- Dr. Ence Darmo Jaya Supena
- Dr. Utut Widyastuti
- Prof. Dr. Purwantiningsih
- Dr. Tony Ibnu Sumaryada
- Dr. Imas Sukaesih Sitanggang
- Dr. Wisnu Ananta Kusuma
- Dr. drh. Sulistyani, MSc.
- Dr. Indahwati
- Dr. Sobri Effendi
- Drs. Ali Kusnanto, MSi.

Editor Pembantu

- Fikar & Alif

Reviewer

- Dr. Rika Raffiudin
- Prof. Dr. Ir. Alex Hartana
- Dr. Ir. Tatik Chikmawati, M.Si
- Prof. Dr. Aris Tri Wahyudi, M.Si
- Prof. Dr. Dra. Anja Meryandini, MS
- Dr. Ir. Nampiah
- Dr. Ir. Achmad Farajallah, M.Si
- Dr. Ir. RR Dyah Perwitasari, M.Sc
- Dr. Sulistijorini, M.Si
- Dr. Ir. Rita Megia
- Prof. Dr. Okky Setiawati
- Dr. Utut Widyastuti
- Dr. Ence Darmo Jaya Supena

KATA PENGANTAR

Kegiatan Seminar dan Rapat Tahunan Bidang MIPA tahun 2014 (Semirata-2014 Bidang MIPA) Badan Kerja Sama Perguruan Tinggi Negeri Wilayah Barat (BKS-PTN Barat) yang diamanahkan kepada FMIPA-IPB sebagai penyelenggara telah dilaksanakan dengan sukses pada tanggal 9-11 Mei 2014 di IPB International Convention Center dan Kampus IPB Baranagsiang, Bogor. Salah satu program utama adalah Seminar Nasional Sains dan Pendidikan MIPA dengan tema: *"Integrasi sains MIPA untuk mengatasi masalah pangan, energi, kesehatan, dan lingkungan"*.

Dalam sesi pleno seminar telah disampaikan pemaparan materi oleh satu pembicara utama dan empat pembicara undangan yang berasal dari beragam insstitusi dan profesi. Dari sesi pleno ini, diharapkan peserta dapat menambah wawasan dan pemahaman tentang pengembangan dan pemanfaatan IPTEK, khususnya Bidang MIPA, sehingga sains dan pendidikan MIPA terus berkembang dan dapat berkontribusi nyata untuk kemajuan dan kemakmuran bangsa Indonesia.

Kegiatan yang tidak kalah pentingnya dalam seminar ini adalah sesi paralel karena telah memberi kesempatan kepada peserta untuk melakukan presentasi dan komunikasi ilmiah secara langsung dengan sesama kolega yang mempunyai minat yang sama dalam mengembangkan Sains dan atau Pendidikan MIPA. Dalam kegiatan sesi paralel ini dipresentasikan secara oral 592 judul makalah hasil penelitian yang disampaikan dalam 37 ruang seminar secara paralel, dan juga dipresentasikan 120 poster ilmiah. Dalam kegiatan komunikasi ilmiah secara langsung ini juga telah dimanfaatkan untuk menjalin jejaring agar lebih bersinergi dalam pengembangan Sains dan Pendidikan MIPA ke depannya. Supaya komunikasi ilmiah yang baik ini dapat juga tersampaikan ke komunitas ilmiah lain yang tidak dapat hadir pada kegiatan seminar, panitia memfasilitasi untuk menerbitkan makalah dalam bentuk **Prosiding**. Panitia juga tetap memberi kesempatan kepada peserta yang akan menerbitkan makalahnya di jurnal ilmiah, sehingga tidak seluruh materi yang disampaikan pada seminar diterbitkan dalam prosiding ini.

Dalam proses penerbitan prosiding ini, panitia telah banyak dibantu oleh Tim Reviewer dan Tim Editor yang dikoordinir oleh Ali Kusnanto yang telah dengan sangat intensif mencurahkan waktu, tenaga dan pikiran. Untuk itu, panitia menyampaikan terima kasih dan penghargaan. Panitia juga menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada seluruh penulis makalah yang telah merespon dengan baik hasil review artikelnya. Namun, panitia juga menyampaikan permohonan ma'af karena dengan sangat banyaknya makalah yang akan diterbitkan dalam prosiding ini, waktu yang dibutuhkan dalam proses penerbitan prosiding ini mencapai lebih dari empat bulan, dan penerbitan prosiding tidak dilakukan dalam satu buku tetapi dalam tujuh buku prosiding. Semoga penerbitan prosiding ini selain bermanfaat bagi para pemakalah dan penulis, juga dapat bermanfaat dalam pengembangan Sains dan Pendidikan MIPA.

Bogor, September 2014
Semirata-2014 Bidang MIPA BKS-PTN Barat

Dr. Ir. Sri Nurdianti, MSc.
Supena
Dekan FMIPA-IPB

Ence Darmo Jaya
Ketua Panitia Pelaksana

Daftar Isi

	Halaman
Editor dan Reviewer.....	vii
Daftar Isi.....	ix
INTEGRASI	13
LIMA GALUR KACANG HIJAU POTENSIAL HASIL MUTASI KOLKISIN	
Herman, Elfrida Oktavia, Dewi Indriyani Roslim.....	14
BIODIVERSITAS TUMBUHAN DI CAGAR ALAM MOROWALI SULAWESI TENGAH INDONESIA	
Ramadhanil Pitopang dan Muhammad Ihsan Nur Mallo	19
UJI VIABILITAS KAPANG DARI INOKULUM PROBIOTIK UNTUK PAKAN TERNAK PADA BERBAGAI JENIS KEMASAN	
Nurul Maulida dan Sumardi.....	29
EKSTRAKSI LINAMARIN DAN LINAMARASE DARI UBI KAYU (<i>MANIHOT ESCULENTA CRANTZ</i>) UNTUK PENGEMBANGAN SISTEM DETEKSI SENYAWA SIANOGEN	
Rini Riffiani.....	38
ISOLASI DAN KARAKTERISASI GEN-GEN ANALOG RESISTEN PADA TANAMAN KAKAO (<i>Theobroma cacao</i> L.)	
Surti Kurniasih, Sudarsono, Asep Setiawan, Agus Purwantara, Hugo Volkaert.....	47
KONSTRUKSI PRIMER UNTUK DETEKSI SNP RS7895340 PADA GFN TCF7L2 PENYEBAB DIABETES MELITUS TIPE-2 DENGAN METODE ARMS – PCR	
Syamsurizal, Yanwirasti, Asman Manaf, Husnil Kadri dan Jamsari	57
HASIL UMBI DARI UBI KAYU (<i>Manihot esculenta</i> Crantz) GENOTIPE MENTEGA	
Dewi Indriyani Roslim, Robni Yanti, Herman.....	66
PRODUKSI BIOGAS DARI SEDIMEN DANAU SITU LEBAKWANGI DALAM SKALA LABORATORIUM	
Arif Raditya Nugraha, Megga Ratnasari Pikoli dan Irawan Sugoro.....	70
PENGARUH PEMBERIAN BIOKONTROL TERHADAP TINGKAT INFEKSI KAPANG PATOGEN <i>FOC</i> DAN KEANEKARAGAMAN MIKROORGANISME PERAKARAN DI PERKEBUNAN PISANG CUGENANG, CIANJUR	
Nur Laili, Dwi Agustiyani, Sarjiya Antonius.....	78
ANALISIS FILOGENETIK SPESIES-SPESIES <i>RADOPHOLUS</i> (NEMATODA: RADOPHOLINAE) MENGGUNAKAN DATA MORFOLOGI	
Abdul Gafur	88
ISOLASI DAN DETEKSI BAKTERI PENAMBAT NITROGEN <i>AZOTOBACTER</i> SP.	

Ahmad Suryadi , Annisa Dwiana , Oktavia Damayanti , Achmad Alfiyan	97
POLIMORFISME GEN Mx PADA BURUNG-BURUNG AIR LIAR DI CAGAR ALAM PULAU DUA PROPINSI BANTEN	
Dewi Elfidasari, Retno D. Soejoedono, Sri Murtini, Dedy D. Solihin	103
KAJIAN MORFOLOGI DARI <i>PUNTIUS BINOTATUS</i> (VALENCIENNES, 1842) DI SUMATERA BARAT	
Dewi Imelda Roesma, Dwinda Kurniasih Vitri, Syaifullah.....	110
EFEK PENAMBAHAN SENYAWA ASAM AMINO SULFONAT TAURIN PADA PAKAN KOMERSIL TERHADAP PERTUMBUHAN DAN KELULUS HIDUPAN IKAN GURAMI (<i>Osphronemus gouramy</i> Lac.) JUVENILE	
Elisa N. Fitriana, E.L.Widiastuti, N.Nurcahyani, M.Kanedi	119
VIABILITAS REPRODUKSI RAINBOW BOESEMANI (<i>Melanotaenia boesemani</i>)	
Frenzysca Yuliani , Siti Zuhriyyah Musthofa , Tutik Kadarini , Dewi Elfidasari	127
PENGARUH PEMBERIAN EKSTRAK ETANOL DAUN SIRSAK (<i>Annona uricata</i> L.) TERHADAP GAMBARAN HISTOLOGI ORGAN HATI TIKUS (<i>Rattus norvegicus</i> L.)	
Endang Sulistyarini Gultom, Martina Restuati, Elen Elizabeth Panggabean	134
KAJIAN PERBANDINGAN <i>CARBON POOL</i> PADA EMPAT JENIS TUMBUHAN PIONIR DAN NON PIONIR DI KAWASAN HUTAN HUJAN TROPIS PINANG-PINANG SUMATERA BARAT	
Rafdinal, Erizal Mukhtar, Syamsuardi dan Hermansyah	142
TABEL KEHIDUPAN EPILACHNA VIGINTIOCTOPUNCTATA F. PADA TANAMAN INANG SOLANUM MELONGENA L.	
Suwarno, Tuti Arianti, Dalil Sutckad	151
POTENSI FUNGI ENDOFIT ASAL LAHAN KRITIS KALIMANTAN SELATAN SEBAGAI PEMACU PERTUMBUHAN TANAMAN <i>Calopogonium mucunoides</i>	
Witiyasti Imaningsih, Siti Zulaikha, Miftahul Jannah	159
KAJIAN MENTOK RIMBA (<i>Cairina scutulata</i>) Di TAMAN NASIONAL WAY KAMBAS, LAMPUNG	
Yusrina AviantiSetiawan, Muhammad Yunus, Sumianto, Nur Wahid Alim, Apriawan, Agus Subagyo, Elly Lestari Rustiati	168
KOORDINASI NEURMUSKULAR MENCIT (<i>Mus musculus</i> L.) PASKASAPIH SETELAH INJEKSI OCHRATOKSIN A SECARA INTRASISTERNAL	
Arum Setiawan , Mammed Sagi , Istriyati , Widya Asmara	174
KONDISI DAN STRATIFIKASI VERTIKAL TERUMBU KARANG DI PERAIRAN GUNUNG ANAK KRAKATAU	
Adi Ilhan Nuari , Endang Linirin Widiastuti, Rikha Aryani Surya	183
CADANGAN KARBON DI HUTAN TROPIK ULU GADUT, PADANG, SUMATERA BARAT	
Erizal Mukhtar, Adi Bejo, Delfina Saswita, Syamsuardi dan Chairul	192

AMELIORASI KONDISI TANAH BEKAS TAMBANG BAUKSIT DENGAN BAHAN ORGANIK PUPUK KANDANG DAN PENGARUHNYA TERHADAP RESPON FOTOSINTESIS, KANDUNGAN KLOORIFIL DAN KONDUKTANSI STOMATA TANAMAN KARET	
Sri Wulandari dan L.N.Firdaus	200
KEANEKARAGAMAN JENIS COLEOPTERA COPROFAGUS PADA FESES GAJAH SUMATERA (<i>Elephas maximus sumatranus</i>) BINAAN DI PUSAT LATIHAN GAJAH, SEBLAT KABUPATEN BENGKULU UTARA	
Rizwar, F. Hildayati dan Helmiyetti	208
GAMBARAN HISTOLOGIS PANKREAS MENCIT DIABETES MELLITUS PASCA PEMBERIAN EKSTRAK ETANOL DAUN DAN BIJI MIMBA (<i>Azadirachta indica</i> A. Juss)	
Elsa Lisanti, A. Winarto.....	216
UPAYA KONSERVASI KUPU-KUPU <i>Papilio peranthus</i> DENGAN METODE PENGAYAAN HABITAT DI TAMAN KUPU-KUPU GITA PERSADA, GUNUNG BETUNG, LAMPUNG	
Herawati Soekardi.....	223
BIOKONSERVASI JERUK KEPROK BRASTAGI (<i>Citrus nobilis</i> BRASTEPU) JERUK LOKAL SUMATERA UTARA SECARA OKULASI	
Isnaini Nurwahyuni, Riyanto Sinaga.....	228
SEBAGAI HERBISIDA ORGANIK PADA GULMA <i>Borreria alata</i> (Aublet) DC	
Siti Fatonah, Herman , Mayta Novaliza Isda.....	237
PEMANFAATAN RADIOISOTOP ³² P SEBAGAI PENANDA SEL BAKTERI ASAM LAKTAT HASIL ISOLASI DARI SALURAN PENCERNAAN IKAN PATIN	
Dina Hanifa, Narti Fitriana, Irawan Sugoro dan Adria Priliyanti Murni.....	247
INVENTARISASI JENIS-JENIS ARECACEAE DI TAMAN NASIONAL BUKIT DUABELAS JAMBI	
Dewi Komariah dan Muswita	255
VARIASI SEKUEN DENGAN PENANDA ITS DAN IMPLIKASINYA DALAM KLASIFIKASI <i>Hornstedtia schypifera</i> (ZINGIBERACEAE)	
Nurainas, Syamsuardi, Ardinis Arbain.....	262
STRUKTUR POPULASI <i>Daemonorops draco</i> (Willd.) Blume (ARECACEAE) BERDASARKAN PENANDA RAPD	
Revis Asra, Syamsuardi, Mansyurdin, Joko Ridho Witono	267
KARAKTERISTIK MORFOLOGI DURIAN MERAH BANYUWANGI JAWA TIMUR	
Rusmiati, Eko Mulyanto, Sumeru Ashari, M.Aris Widodo dan Lutfi Bansir.....	274
MORFOLOGI SERBUK SARI BEBERAPA VARIETAS KRISAN (<i>Chrysanthemum morifolium</i> R.)	
Des M, Moralita Chatri, Suci Rahmiati	282
AKTIVITAS AMILASE PADA ISOLAT BAKTERI TERMOFILIK YANG BERASAL DARI SUMBER AJR PANAS SEMURUP, KERINCI, JAMBI	
Ruth Rize Paas Megahati S , Mansyurdin, Anthonie Agustien, dan Djong Hon Tjong	290

ADSORPSI ION LOGAM TEMBAGA (Cu^{2+}) DENGAN KARBON AKTIF DARI KAYU GELAM (<i>Melaleuca leucodendron</i> L)	
Fatma, Nova Yuliasari, Yuni Angela Nidianti.....	294
BIODEGRADASI HIDROKARBON MINYAK BUMI OLEH KULTUR TUNGGAL DAN KULTUR CAMPUR KAPANG HIDROKARBONOKLASTIK ASAL KAWASAN BAKAU YANG TERCEMAR MINYAK BUMI	
Hary Widjajanti , Nuni Gofar, Moh.Rasyid Ridho, Farhan Syahdi	302
ISOLASI DAN IDENTIFIKASI FUNGI ENDOFIT PADA TUMBUHAN PIPERACEAE ASAL GUNUNG SALAK, JAWA BARAT DAN KEBUN RAYA EKA KARYA, BALI	
Muhammad Ilyas	312
EKSPLORASI SIANOBAKTERIA PLANKTONIK PADA PERAIRAN PAYAU DI EKOSISTEM MANGROVE CAGAR ALAM PULAU DUA SERANG-BANTEN	
Wineng Siti Rohmah, Siti Gia Syauqiah Fitri, Rida Oktorida Khastini	324
UJI VIABILITAS BAKTERI AMILOLITIK DARI INOKULUM PROBIOTIK UNTUK PAKAN TERNAK PADA BERBAGAI JENIS KEMASAN	
Shofia Rodiah dan Sumardi	332
PENGGUNAAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG) UNTUK KAJIAN TUTUPAN LAHAN HABITAT ALAMI GAJAH SUMATERA (<i>Elephas maximus sumatranus</i>) DI TAMAN NASIONAL BUKIT BARISAN SELATAN	
Suci Natalia, Jani Master, Yob Charles, Elly L. Rustiati, Agus Prayitno	339
PENINGKATAN KUALITAS BIJI KAKAO MELALUI PROSES FERMENTASI OLEH MIKROBA LOKAL ASAL SULAWESI TENGGARA	
Nur Arfa Yanti, Jamili dan Prima Endang Susilowati	345
IDENTIFIKASI BAKTERI GRAM POSITIF ASAL TANAH BERDASAR ANALISA PROFIL ASAM LEMAK METIL ESTER DAN SEKUEN GEN 16S rRNA	
Tri Ratna Sulistiyani.....	354



BKS PTN Barat

<http://semirata2014.fmipa.ipb.ac.id>



Semirata 2014

Bidang MIPA



SERTIFIKAT

diberikan kepada

Dr. Arum Setiawan, M.Si

atas partisipasinya sebagai

Pemakalah

pada acara

Semirata 2014 Bidang MIPA BKS-PTN Barat

"Integrasi sains MIPA untuk mengatasi masalah pangan, energi, kesehatan, reklamasi, dan lingkungan" IPB International Convention Center, Bogor 11 Mei 2014.

Dr. Ence Darmo Jaya Supena
Ketua Panitia



Dr. Ir. Sri Nurdiati, M.Sc
Dekan FMIPA IPB

**KOORDINASI NEURMUSKULAR MENCIT (*Mus musculus* L.) PASKASAPIH
SETELAH INJEKSI OCHRATOKSIN A SECARA INTRASISTERNAL**

**NEUROMUSCULAR COORDINATION OF POSTWEANING MICE AFTER
OCHRATOXIN A INDUCTION BY INTRACISTERNAL INJECTION**

Arum Setiawan¹, Mammed Sagi², Istriyati³, Widya Asmara⁴

¹Jurusan Biologi FMIPA Universitas Sriwijaya, Palembang*
setiawanarum@gmail.com, 0812 781 6101/ 0711355805

Pusat Penelitian Lingkungan Hidup (PPLH) Unsri

Mesa Unsri Griya Asri Jalan. Padang Selasa No. 522, Bukit Besar Palembang 30139

^{2,3}Laboratorium Histologi dan Embriologi I Iwan Fakultas Biologi UGM, Yogyakarta^{2,3}

⁴Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Hewan UGM, Yogyakarta⁴

ABSTRACT

Ochratoxin A (OA) is the most toxic of the ochratoxins. Ochratoxin A is structurally similar to the amino acid phenylalanine (Phe), it has an inhibitory effect on a number of enzymes that use Phe as a substrate. This study aims to determine the effect of intracisternal injection of OA against neuromuscular coordination of postweaning Mice. In the experimental group, each of treatment 0.5 ; 1.0 ; 1.5 µg OA (Sigma Chemicals Ltd.) was dissolved in 1 µl of 0.1 M sodium bicarbonate, are injected into the cisterna cerebellomedullaris once on day 5 after birth with Hamilton microinjection 26-gauge size. In the control group, 2 µl of 0.1 M sodium bicarbonate was injected into the same area. Mice were maintained until the age of 21 days (postweaning), then test the ability of the neuromuscular coordination using swimming test. The reaction of mice in the swimming test in the water observed in terms of the direction of swimming, swimming angle and the use of limbs. The results showed that OA decline in the ability of the neuromuscular caused postweaning mice in terms of the direction of swimming, swimming angle and the use of limbs.

Keyword: Ochratoxin A, mice, postweaning, neuromuscular

ABSTRAK

Ochratoxin A (OA) merupakan mikotoksin utama pada kelompok *ochratoxin* yang bersifat toksis. Struktur OA yang mirip dengan struktur asam amino fenilalanin (Phe), menyebabkan OA dapat menghambat enzim yang menggunakan Phe seperti *Phe-tRNA synthetase*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian secara intracisternal OAA terhadap koordinasi neuromuskular Mencit paskasapih. Pada kelompok eksperimen, masing-masing perlakuan 0,5; 1,0 dan 1,5 µg OA (Sigma Chemicals Ltd) dilarutkan dalam 1 µl 0,1 M natrium bikarbonat, disuntikkan ke dalam cisterna cerebellomedullaris sekali pada hari ke-5 setelah lahir dengan microinjeksi Hamilton ukuran 26-gauge. Pada kelompok kontrol, 2 µl 0,1 M sodium bikarbonat disuntikkan ke daerah yang sama. Mencit dipelihara sampai umur 21 hari (paskasapih), kemudian dilakukan uji kemampuan koordinasi neuromuskular dengan uji aktifitas berenang. Kemudian reaksi anak mencit setelah masuk ke dalam air diamati dalam hal arah berenang, sudut berenang dan penggunaan anggota badan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa OA menyebabkan penurunan kemampuan neuromuskular mencit paskasapih dalam hal arah berenang, sudut berenang dan penggunaan anggota badan.

Kata Kunci : Ochratoxin A, mencit, paskasapih, neuromuskular

PENDAHULUAN

Sistem saraf pusat merupakan salah satu sistem yang mempengaruhi perilaku, sehingga apabila terjadi kelainan perkembangan atau gangguan perkembangan pada sistem saraf pusat dapat menyebabkan terjadinya penyimpangan perilaku. Penyimpangan perilaku pada hewan percobaan berkaitan erat dengan terganggunya fungsi sistem saraf pusat karena terhambatnya perkembangan otak dan terganggunya produksi neurotransmitter [1].

Pengujian perilaku bermanfaat dalam mengevaluasi perilaku tahap pasca lahir akibat pendedahan pralahir berbagai faktor eksternal terhadap perilaku tahap pasca lahir karena perilaku merupakan indikator fungsional proses-proses integratif dari sistem saraf tepi, baik sensoris maupun motoris. Penyimpangan perilaku dapat merupakan indikator dini terhadap adanya efek toksik dan teratogenik suatu senyawa kimia, sebab adanya perubahan sudah dapat diketahui sebelum gejala klinis dan kelainan struktural [2].

Penyimpangan perilaku didasari oleh proses biokimiawi di dalam otak, khususnya menyangkut peran neurotransmitter, terutama asetilkolin, norepinefrin, dopamin dan serotonin [3]. Pengaturan proses belajar dan mengingat serta berbagai aktifitas muskular dipengaruhi oleh serotonin dan dopamin [4].

Ochratoxin A merupakan mikotoksin utama dari kelompok ochratoxin yang bersifat toksis. OA merupakan derivat dihydro-isocoumarin yang diikat peptida dengan fenilalanin (Phe) dan banyak ditemukan pada gandum, minyak tumbuhan, kopi, anggur dan daging unggas [5]. Penelitian mengenai pengaruh akut dan kronis dari OA pada sistem saraf masih belum banyak dilakukan [6]. OA dilaporkan neurotoksik pada tikus jantan dewasa diberi OA dalam makanan. Neurotoksisitas, ditandai dengan konsentrasi laktat dehidrogenase yang dilepaskan dari jaringan otak seperti mesencephalon ventral, hippocampus, dan striatum daripada di otak kecil [7].

Berat molekul OA ($C_{20}H_{18}ClNO_6$) adalah 403,8 Da. Secara struktural OA sangat mirip dengan asam amino fenilalanin (Phe), sehingga merupakan penghambat kompetitif pada beberapa enzim yang menggunakan Phe sebagai substrat seperti *Phe-tRNA synthetase* yang pada akhirnya akan menghambat sintesis protein [8]. OA berbentuk kristal tidak berwarna yang larut dalam pelarut organik, bersifat optik aktif dan berpendar biru di bawah sinar ultraviolet. OA merupakan mikotoksin yang sangat stabil pada beberapa pelarut yang berbeda. Penyimpanan OA dalam metanol dibawah suhu $-20^{\circ}C$ dapat bertahan sampai beberapa tahun [9].

Selama kebuntingan akhir, calon mikroneuron, yaitu sel-sel granulosa, sel-sel granulosa membentuk lapisan di luar (lapisan granular eksternal / EGL), sehingga sel-sel aktif membelah dan menyebar ke seluruh permukaan calon cerebellum [10]. Calon sel Purkinje bermigrasi dari daerah ventrikel radial menuju permukaan luar otak kecil (korteks), dan setelah posisi tertentu akan membedakan sel ke sel Purkinje. Dalam otak yang normal berbentuk *Purkinje cell monolayer* tepat di bawah lapisan granular eksternal (EGL), dan dendrit bercabang tumbuh di lapisan molekul (ML). Di sisi lain, sel-sel granulosa yang terletak di membagi korteks oleh mitosis dan mensintesis Reelin, kemudian berpindah ke bagian dalam lapisan granular intern (IGL) melalui ML dan *Purkinje Sel Layer* (PCL). Reelin adalah protein yang disekresikan oleh sel-sel granulos ekstraseluler selama migrasi awal dan berfungsi sebagai matriks adhesi molekul yang membantu posisi pengaturan pola sel-sel saraf [10].

OA menurunkan jumlah sel-sel Purkinje *cerebellum* otak fetus mencit. OA juga mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan otak fetus mencit (*Mus musculus L.*) setelah pendedahan selama organogenesis [12]. Berdasarkan hal tersebut, maka penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh injeksi intrasisternal OA terhadap koordinasi neuromuskular anak mencit paskasapah.

METODE PENELITIAN.

Bahan uji adalah OA diperoleh dari SIGMA-Aldrich Chemical Co., yang dilarutkan dalam larutan 0,1 M sodium bikarbonat 0,1 μ l larutan tiap ekor anak mencit. Hewan uji yaitu 30 ekor anak mencit jantan (*Mus musculus L.*) sekelahiran, umur \pm 5 hari. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah kandang untuk pemeliharaan hewan percobaan, microinjeksi Hamilton ukuran 26-gauge, akuarium berukuran 65 cm (p) x 35 cm (t) x 45 cm (l) dan kamera digital sebagai alat dokumentasi.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan masing-masing 6 ulangan. Pada kelompok eksperimen, 0,5; 1,0 dan 1,5 μ g OA dilarutkan dalam 0,1 μ l 0,1 M natrium bikarbonat, disuntikkan ke dalam *cisterna cerebellomedularis* sekali pada hari ke-5 setelah lahir oleh Microinjeksi Hamilton 26-gauge. Pada kelompok kontrol placebo, 2 μ l 0,1 M sodium bikarbonat disuntikkan ke daerah yang sama [13], sedangkan kontrol tidak diberi perlakuan apa-apa.

Mencit dipelihara sampai umur 21 hari (paskasapah), kemudian dilakukan uji kemampuan koordinasi neuromuskular dengan uji aktifitas berenang. Pada uji ini, disiapkan air hangat dengan suhu 27°C- 30°C di dalam akuarium berukuran 65 cm (p) x 35 cm (t) x 45 cm (l), sebanyak 2/3 tinggi akuarium. Kemudian anak mencit dijatuhkan tepat di bagian tengah akuarium dari ketinggian sekitar 10 cm di atas permukaan air. Gambar 1 menunjukkan reaksi anak mencit setelah masuk ke dalam air diamati dalam hal arah berenang, sudut berenang dan penggunaan anggota badan dan diberi nilai menurut metode Schapiro [14].

- a. untuk arah berenang, nilai :
 - 0 : tenggelam
 - 1 : terapung
 - 2 : berputar-putar
 - 3 : lurus
- b. untuk sudut berenang (Gambar 1), nilai :
 - 0 : kepala dan tubuh berada di bawah permukaan air
 - 1 : permukaan kepala dan sebagian hidung di atas permukaan air
 - 2 : bagian kepala sebatas mata di atas permukaan air
 - 3 : bagian kepala, mata dan setengah telinga di atas permukaan air
 - 4 : kepala dan seluruh telinga ada di atas permukaan air
- c. untuk penggunaan anggota badan, nilai :
 - 1 : tidak menggunakan anggota badan
 - 2 : menggunakan keempat anggota badan
 - 3 : menggunakan kedua kaki belakang saja.



Gambar 1. Penilaian sudut berenang anak mencit menurut metode Schapiro [14], yaitu nilai 0, 1, 2, 3, dan 4
Keterangan : Garis merupakan batas permukaan air

HASIL DAN PEMBAHASAN.

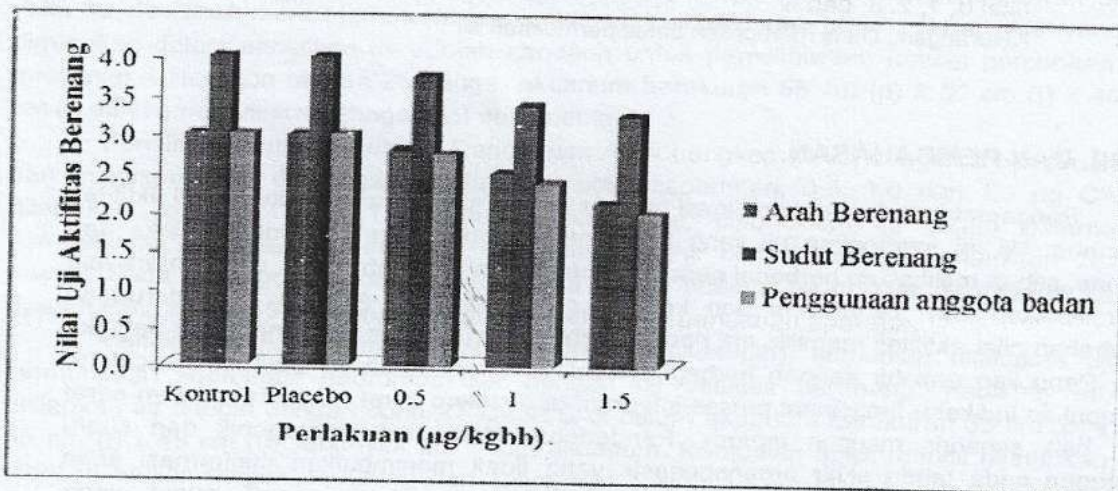
Pengamatan terhadap koordinasi motoris dilakukan dengan melakukan uji aktifitas berenang. Uji ini merupakan uji yang baik untuk pengamatan koordinasi refleks dan motoris, sebab melibatkan berbagai gerakan motoris dan keseimbangan, yang antara lain dikordinasikan oleh *cerebellum* dan korteks *cerebrum* [15]. Adanya kecenderungan perubahan nilai aktifitas memiliki arti penting sebagai ciri adanya penyimpangan perilaku [16]. Pengujian pralahir dengan berbagai faktor eksternal terhadap perilaku pascalahir merupakan indikator fungsional proses integratif dari sistem saraf pusat dan sistem saraf tepi, baik sensoris maupun motoris. Pendedahan dosis sub teratogenik dari suatu teratogen pada tahap akhir organogenesis yang tidak menimbulkan malformasi akan memunculkan kelainan fungsional yaitu terhambatnya sistem saraf pusat yang dimanifestasikan sebagai penyimpangan perilaku [17].

Tabel 1. Kemampuan motoris pada uji aktivitas berenang anak mencit setelah pemberian OA dosis 0,5 µg/kgbb; 1,0 µg/kgbb dan 1,5 µg/kgbb selama periode organogenesis

Perlakuan (µg/kgbb)	Arah Berenang ± SD	Sudut Berenang $\bar{X} \pm SD$	Penggunaan Anggota Badan $\bar{X} \pm SD$
Kontrol	3,000 ± 0,000 a	4,000 ± 0,000 a	3,000 ± 0,000 a
Plasebo	3,000 ± 0,000 a	4,000 ± 0,000 a	3,000 ± 0,000 a
0,5	2,750 ± 0,463 ab	3,750 ± 0,463 ab	2,750 ± 0,463 ab
1,0	2,500 ± 0,535 b	3,375 ± 0,518 b	2,375 ± 0,744 bc
1,5	2,125 ± 0,353 b	3,250 ± 0,886 b	2,000 ± 0,756 c

Keterangan : huruf yang sama dibelakang angka pada satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata.
Skor arah berenang : 0 – 4 ; Skor sudut berenang : 0 – 4
Skor penggunaan anggota badan : 1 – 3 (Schapiro [14]).

Hasil pengamatan mengenai kemampuan koordinasi motoris anak mencit tahap paskasapih (umur 21 hari) pada uji berenang ditunjukkan pada Tabel 1 dan Gambar 2. Dari hasil tersebut menunjukkan terjadi penurunan kemampuan koordinasi motoris pada uji berenang dalam hal arah berenang, sudut berenang dan penggunaan anggota badan pada semua kelompok perlakuan dibandingkan dengan kontrol dan plasebo. Penurunan kemampuan koordinasi motoris pada anak mencit tahap paskasapih tersebut sejalan dengan peningkatan dosis pada tiap kelompok perlakuan. Penurunan yang signifikan terjadi pada dosis 1,0 μg dan dosis 1,5 μg . Semakin tinggi dosis OA yang diberikan, maka koordinasi anak mencit umur 21 hari paskasapih akan semakin menurun.



Gambar 2. Histogram kemampuan koordinasi motoris pada uji aktifitas berenang
Keterangan : semakin tinggi dosis pemberian OTA, maka nilai uji aktifitas koordinasi motoris akan semakin menurun.

Untuk pengujian pada umur 21 hari (paskasapih) dengan parameter arah berenang terdapat perbedaan nyata antara kontrol dan plasebo dengan kelompok perlakuan, meskipun untuk dosis OA 0,5 μg tidak berbeda nyata dengan kontrol dan plasebo. Antara dosis 0,5 μg dengan dosis 1,0 μg dan dosis 1,5 μg tidak berbeda nyata antar perlakuan. Hal ini berarti bahwa peningkatan dosis pemberian OA tidak mempunyai pengaruh terhadap uji aktifitas berenang dalam hal arah berenang.

Untuk uji aktifitas dalam hal sudut berenang antara kontrol dan plasebo berbeda nyata dengan perlakuan. Pada pemberian dosis OA 0,5 μg belum memberikan pengaruh yang berarti terhadap sudut berenang mencit umur 21 hari, sedangkan pada dosis 1,0 μg dan 1,5 μg sudah memberikan pengaruh yang nyata. Dalam hal sudut berenang ini, dari hasil pengamatan didapatkan bahwa kenaikan dosis pemberian OA belum memberikan hasil yang signifikan terhadap pengujian sudut berenang. Hal ini berarti bahwa pemberian OA mempengaruhi aktifitas uji berenang mencit, tetapi peningkatan dosis tidak memberikan pengaruh yang berarti dan sebagian besar mencit perlakuan masih bisa mempertahankan lubang hidungnya diatas permukaan air.

Untuk parameter uji berenang adalah hal penggunaan anggota badan, terdapat beda nyata antara kelompok kontrol dan plasebo dengan kelompok perlakuan. Meskipun pada dosis OA 0,5 µg tidak berbeda nyata dengan kontrol dan plasebo, namun peningkatan dosis OA memperlihatkan pengaruh yang signifikan. Hal ini berarti bahwa semakin tinggi dosis OA maka akan semakin menurunkan indeks nilai penggunaan anggota badan dalam uji berenang mencit pasca saphi umur 21 hari. Mencit dewasa yang normal pada saat berenang hanya menggunakan dua tungkai belakang saja, sedangkan kedua tungkai depannya melipat didepan dada sambil mempertahankan kedudukan kepala di atas permukaan air. Untuk mencit yang mengalami malformasi menggunakan keempat tungkainya pada saat berenang. Hal ini menunjukkan adanya kerusakan pada *sensory motor cortex* (SMC) pada mencit yang mengalami malformasi [18].

Nilai aktivitas berenang anak mencit yang diamati pada tiga parameter yaitu arah berenang, sudut berenang dan penggunaan anggota badan menunjukkan penurunan dengan semakin tingginya dosis pemberian OA. Hal ini berarti bahwa OA juga dapat berpotensi sebagai teratogen perilaku. Adanya kecenderungan perubahan nilai aktivitas berenang memiliki arti penting sebagai ciri adanya penyimpangan perilaku. Sesuai dengan latar belakang bahwa OA mempunyai sifat neurotoksik yang mampu mempengaruhi susunan saraf terutama pada sistem saraf pusat [19].

Penyimpangan perilaku sangat erat kaitannya dengan perubahan fisik maupun kimia di dalam jaringan otak. Otak merupakan organ yang berfungsi sebagai pusat pengaturan dan pengolahan, serta tempat proses mental yang mencakup proses belajar dan mengingat [20]. Penyimpangan perilaku sejalan dengan terjadinya perubahan konsentrasi neurotransmitter di berbagai wilayah otak. Penurunan kemampuan aktivitas berenang pada tikus sejalan dengan penurunan konsentrasi asetilkolin, serotonin dan norepinefrin di striatum; serotonin di korteks; oksipital; norepinefrin dan dopamin di hipokampus dorsal serta norepinefrin di hipokampus ventral [21].

Penurunan konsentrasi neurotransmitter otak berpengaruh terhadap kemampuan susunan saraf untuk mencerna dan menyampaikan impuls. Hal ini disebabkan oleh terganggunya fungsi neurotransmitter. Neurotransmitter berfungsi sebagai zat kimia penghantar impuls saraf dari satu neuron ke neuron lain, sehingga dengan berkurangnya konsentrasi neurotransmitter atau terganggunya aktivitas neurotransmitter otak akan berpengaruh pada kurangnya kemampuan anak mencit untuk merespon stimulus [22]. Penurunan konsentrasi neurotransmitter di otak berkaitan erat dengan terjadinya penyimpangan perilaku. Perilaku belajar dan mengingat memungkinkan untuk memberikan respon terhadap rangsangan yang datang dari luar seperti menyelamatkan diri atau menghindari dari situasi tertentu dan mendekati obyek, sehingga berperan penting karena mempunyai nilai adaptif bagi organisme.

Reseptor asetilkolin bertanggung jawab terhadap penyaluran impuls saraf ke kontraksi motoris [23]. Pemberian OA diduga mengganggu penyaluran impuls saraf ke kontraksi motoris sehingga akan mempengaruhi fungsi otak dan perilaku anak mencit dalam merespons impuls. Otak yang sedang berkembang memiliki sinapsis lebih banyak dibandingkan dengan otak dewasa dan dibentuk berdasarkan rangsangan yang diterima selama masa perkembangan. Jika terjadi peningkatan aktifitas neural, yaitu dengan adanya OA, maka proses perkembangan sinapsis dapat terhambat dan bersifat permanen terhadap anatomi sinapsis dan fungsi otak. Hal inilah yang menyebabkan terjadinya kemunduran dalam proses belajar dan perilaku anak mencit yang ditandai dengan menurunnya nilai-nilai aktifitas dari beberapa parameter seperti arah berenang,

sudut berenang dan penggunaan anggota badan pada kelompok perlakuan OA bila dibandingkan dengan kontrol dan plasebo.

Penurunan koordinasi motorik mencit setelah pemberian OA juga berhubungan dengan penurunan jumlah sel Purkinje *cerebellum*. Sel Purkinje merupakan sel utama *cerebellum* dan merupakan satu-satunya sel *output* korteks *cerebellum*. Sel Purkinje menerima *input* eksitasi dari *mossy fibers* (melalui sel-sel granula dan *parallel fibers*) dan dari neuron-neuron *nucleus olivarius inferior* (melalui *climbing fibers*). Masing-masing sel Purkinje menerima input dari sekitar 100.000 *parallel fibers*, tetapi hanya satu yang dari *climbing fibers*. Interneuron sel stellat, sel basket dan sel Golgi juga menerima input dari *parallel fibers*. Sel stellat dan sel basket akan menyebabkan inhibisi sel-sel Purkinje ketika sel Golgi menginhibisi sel granula. Input dari *parallel fibers* dan inhibisi interneuron menghasilkan pelepasan impuls dari sel Purkinje yang dikenal sebagai *simple spikes*, sebaliknya *climbing fibers* menghasilkan pelepasan impuls yang diperpanjang, kadang-kadang berupa osilasi, dikenal sebagai *complex spikes* [24]. OA menurunkan jumlah sel Purkinje *cerebellum* otak fetus mencit setelah pembedahan selama periode organogenesis [25].

Sel Purkinje *cerebellum* juga memodulasi *output cerebellum*, yang bertanggung jawab dalam aspek pembelajaran motorik dari fungsi *cerebellum*. Pemberian OTA akan menurunkan jumlah sel Purkinje sehingga mengganggu proses penerimaan *input* dari *mossy fibers* dan *climbing fibers* dan modulasi *output cerebellum*. Gangguan proses ini akan menyebabkan proses transmisi *output* dari *cerebellum* ke *upper motor neuron* (UMN) terganggu sehingga menyebabkan penurunan koordinasi motorik.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa OA yang diberikan secara intrasisternal pada anak mencit umur 5 hari menyebabkan penurunan koordinasi neuromuscular pada uji aktifitas berenang dengan menurunkan nilai uji pada arah berenang, sudut berenang dan penggunaan anggota badan. OA merupakan teratogen perilaku.

PUSTAKA

- [1] Nelson B.K., Brightwell W.S., Burg J.R., Massari V.J., 1984, Behavioral and neurochemical alterations in offspring of rats after maternal or paternal inhalation exposure to the industrial solvent 2-methoxyethanol, *Pharmacol. Biochem. Behav.*, 20(2): 269-270.
- [2] Spyker J.M.; Avery P.I., 1977, Neurobehavioral effect of prenatal exposure to the organophosphate diazinon in mice, *J. Toxicol. Environ. Health.*, 3: 989 – 1002.
- [3] Johanson G., 1999, *Criteria Document for Swedish Occupational Standards-Ethylene Glycol Monomethyl Ether Anethylene Glycol Monomethyl Etil Acetate*, Arbete Och Halsa, National Institute for Working Life, Stockholm, Sweden.
- [4] Kibiuk L., 1997, Dopamine – a sample neurotransmitter, society for neuroscience, from : <http://www.sfn.org>, 31 Agustus 2009.

- [5] Miraglia M.; Brera C., 2002, *Assessment of Dietary Intake of Ochratoxin A by the Population of EU Member States*, Directorate General Health and Consumer Product, Rome, Italy.
- [6] Sava V., Reunova O., Velasques A., Harbison R., Sanchez-Ramos J., 2006, Acute neurotoxic effects of the fungal metabolite Ochratoxin A, *Neuro. Toxicol.*, 27:82-92.
- [7] Belmadani A., Tramu G., Betbeder A.M., Steyn P.S., Creppy E.E., 1998a, Regional selectivity to ochratoxin A, distribution and cytotoxicity in rat brain, *Arch. Toxicol.*, 72: 656-662.
- [8] Marti N.B., 2006, Ochratoxin A and ochratoxigenic moduls in grapes, must and wine, ecophysiological study, tesis doctoral Universitat de Lleida Spain, from URL : http://www.tesisenxarxa.net/TESIS_UdL/AVAILABLE/TDX0406107172700/Tbmn10d_e18.pdf. 10 Juni 2007.
- [9] Valenta H., 1998, Chromatographic methods for the determination of ochratoxin A in animal an human tissues and fluids, *J. Chromat.*, 815:75-92.
- [10] Darmanto W., Inouye M., Takagishi Y., Ogawa M., Mikoshiba K., Murata Y., 2000, Derangement of Purkinje cells in the rat cerebellum following prenatal exposure to X-irradiation : decreased Reelin level is possible cause, *J. Neurophatol. Exp. Neurol.*, 59: 245-256.
- [11] Darmanto W., 2005, Abnormal struktur histologis korteks cerebellar tikus dengan normal foliasi akibat iradiasi sinar X masa postnatal, *Ber. Pen. Hay.*, 11:13-18.
- [12] Setiawan, A., Sagi M., Asmara W., Istriyati. 2011. Analisis kuantitatif sel purkinje cerebellum mencit (*Mus musculus* L.) Swiss Webster setelah induksi ochratoxin A selama periode organogenesis. *J. Biota* 16(2): 262-268.
- [13] Fukui Y., Hoshino K., Kameyama Y., 1987, Developmental abnormalities of mouse cerebellum induced by intracisternal injection of ochratoxin A in neonatal period, *J. Neural. Transm.*, 116:1451-1455.
- [14] Schapiro S., Salas M., Vukovic K., 1970, Hormonal effects on ontogeny of swimming ability in the rat : assesment of control nervous system development, *Sci.*, 168: 147-150.
- [15] Kihara T., T.W. Surjono, M. Sakamoto, T. Matsuo, Y. Yasuda and T. Tanimura, 2001, Effects of prenatal rubrotoxin-B exposure on behaviors of mouse offspring, *Toxicol. Sci.*, 61:368-373.
- [16] Leonard B.E., 1983, Behavioral teratology and toxicology. In *Psychopharmacology 1, Part 1 Preclinical Psychopharmacology*, D. G. Grahame-Smith Ed., Excerpta Medica, Amsterdam, Oxford, Princeton, 248-299.
- [17] Vorhees C.V., and E.P. Riley, 1986, *Handbook of Behavioral Teratology*, Plenum Press, New York, London, 23-64.
- [18] Stoltz S., J.L. Humm and T. Scharlert, 1999, Cortical injury impairs contralateral forelimb immobility during swimming : a simple test for loss of inhibitory motor control, *Behav. Brain Res.*, 106:127-132.

- [19] Leonard B.E., 1983, Behavioral teratology and toxicology. In *Psychopharmacology 1, Part 1 Preclinical Psychopharmacology*, D. G. Grahame-Smith Ed., Excerpta Medica, Amsterdam, Oxford, Princeton, 248–299.
- [20] Scanlon S.C. and T. Sanders, 2007, *Essentials of Anatomy and Physiology* 5th edition, F.A. Davis Company, Philadelphia, 163-195.
- [21] Stemmelin J., C. Lazarus, S. Cassel, C. Kelche, and J.C. Cassel, 2000, *Immunohistochemical and neurochemical correlates of learning deficits in aged rats. J. Neurosci.*, 96:275–289.
- [22] Nelson B.K., W.S. Brightwell, J.R. Burg and V.J. Massari, 1984, Behavioral and neurochemical alterations in offspring of rats after maternal or paternal inhalation exposure to the industrial solvent 2-methoxyethanol, *Pharmacol. Biochem. Behav.*, 20(2): 269-270.
- [23] Patel A., 2001, How does lead effect the nervous system ?, from : <http://www.serendip.bryanmawr.edu>, 1-2, 20 Oktober 2009
- [24] Purvess D., G.J. Augustine, D. Fitzpatrick, L.C. Katz, A.S. Lamantia, J.O. McNamara and S.M. William, 2001, *Neuroscience* 2nd ed., Sinauer Associates Inc., Massachusetts, 409-426.
- [25] Setiawan, A., M. Sagi, W. Asmara dan Istriyati. 2011. Analisis kuantitatif sel purkinje *cerebellum* mencit (*Mus musculus* L.) Swiss Webster setelah induksi ochratoxin A selama periode organogenesis. *J. Biota* 16(2): 262–268.

**KOORDINASI NEURMUSKULAR
MENCIT (Mus musculus L.)
PASCASAPIH SETELAH INJEKSI
OCHRATOKSIN A SECARA
INTRASISTERNAL**

By Arum Setiawan

**KOORDINASI NEURMUSKULAR MENCIT (*Mus musculus* L.) PASCASAPIH
SETELAH INJEKSI OCHRATOKSIN A SECARA INTRASISTERNAL**

**NEUROMUSCULAR COORDINATION OF POSTWEANING MICE AFTER
OCHRATOXIN A INDUCTION BY INTRACISTERNAL INJECTION**

Arum Setiawan^{1*}, Mammed Sagi², Istriyati³, Widya Asmara⁴

Jurusan Biologi FMIPA Universitas Sriwijaya, Palembang^{1*}

setiawanarum@gmail.com, 0812 781 6101/ 0711355805

Pusat Penelitian Lingkungan Hidup (PPLH) Unsri

Mess Unsri Griya Asri Jalan. Padang Selasa No. 522

Bukit Besar Palembang 30139

Laboratorium Histologi dan Embriologi Hewan Fakultas Biologi UGM, Yogyakarta^{2,3}

Labortorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Hewan UGM, Yogyakarta⁴

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of intracisternal injection of Ochratoxin A against neuromuscular coordination of postweaning Mice. In the experimental group, each of treatment 0.5 ; 1.0 ; 1.5 μg OA (Sigma Chemicals Ltd.) was dissolved in 1 μl of 0.1 M sodium bicarbonate, are injected into the cisterna cerebellomedularis once on day 5 after birth with Hamilton microinjection 26-gauge size. In the control group, 2 μl of 0.1 M sodium bicarbonate was injected into the same area. Mice were maintained until the age of 21 days (postweaning), then test the ability of the neuromuscular coordination using swimming test. The reaction of mice in the swimming test in the water observed in terms of the direction of swimming, swimming angle and the use of limbs. The results showed that Ochratoxin A decline in the ability of the neuromuscular caused postweaning mice in terms of the direction of swimming, swimming angle and the use of limbs.

Keywords: Ochratoxin A, Mice, Postweaning, neuromuscular

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian secara intracisternal Ochratoksin A terhadap koordinasi neuromuscular Mencit pascasapih. Pada kelompok eksperimen, masing-masing perlakuan 0,5; 1,0 dan 1,5 μg OA (Sigma Chemicals Ltd) dilarutkan dalam 1 μl 0,1 M natrium bikarbonat, disuntikkan ke dalam cisterna cerebellomedularis sekali pada hari ke-5 setelah lahir dengan microinjeksi Hamilton ukuran 26-gauge. Pada kelompok kontrol, 2 μl 0,1 M sodium bikarbonat disuntikkan ke daerah yang sama. Mencit dipelihara sampai umur 21 hari (pascasapih), kemudian dilakukan uji kemampuan koordinasi neuromuskular dengan uji aktifitas berenang. Kemudian reaksi anak mencit setelah masuk ke dalam air diamati dalam hal arah berenang, sudut berenang dan penggunaan anggota badan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Ochratoksin A menyebabkan penurunan kemampuan neuromuskular mencit pascasapih dalam hal arah berenang, sudut berenang dan penggunaan anggota badan.

Kata Kunci : Ochratoksin A, Mencit, Pascasapih, neuromuskular

1. PENDAHULUAN.

Sistem saraf pusat merupakan salah satu sistem yang mempengaruhi perilaku, sehingga apabila terjadi kelainan perkembangan atau gangguan perkembangan pada sistem saraf pusat dapat menyebabkan terjadinya penyimpangan perilaku. Penyimpangan perilaku pada hewan percobaan berkaitan erat dengan terganggunya fungsi sistem saraf pusat karena terhambatnya perkembangan otak dan terganggunya produksi neurotransmitter [1].

Pengujian perilaku bermanfaat dalam mengevaluasi perilaku tahap pasca lahir akibat pendedahan pralahir berbagai faktor eksternal terhadap perilaku tahap pasca lahir karena perilaku merupakan indikator fungsional proses-proses integratif dari sistem saraf tepi, baik sensoris maupun motoris. Penyimpangan perilaku dapat merupakan indikator dini terhadap adanya efek toksik dan teratogenik suatu senyawa kimia, sebab adanya perubahan sudah dapat diketahui sebelum gejala klinis dan kelainan struktural [2].

Penyimpangan perilaku didasari oleh proses biokimiawi di dalam otak, khususnya menyangkut peran neurotransmitter, terutama asetilkolin, norepinefrin, dopamin dan serotonin [3]. Pengaturan proses belajar dan mengingat serta berbagai aktifitas muskular dipengaruhi oleh serotonin dan dopamin [4].

Ochratoxin A merupakan mikotoksin utama dari kelompok ochratoxin yang bersifat toksis. OA merupakan derivat dihydro-isocoumarin yang diikat peptida dengan fenilalanin (Phe) dan banyak ditemukan pada gandum, minyak tumbuhan, kopi, anggur dan daging unggas [5]. Penelitian mengenai pengaruh akut dan kronis dari OA pada sistem saraf masih belum banyak dilakukan [6]. OA dilaporkan neurotoksik pada tikus jantan dewasa diberi OA dalam makanan. Neurotoksisitas, ditandai dengan konsentrasi laktat dehidrogenase yang dilepaskan dari jaringan otak seperti mesencephalon ventral, hippocampus, dan striatum daripada di otak kecil [7].

Berat molekul OA ($C_{20}H_{18}ClNO_6$) adalah 403,8 Da. Secara struktural OA sangat mirip dengan asam amino fenilalanin (Phe), sehingga merupakan penghambat kompetitif pada beberapa enzim yang menggunakan Phe sebagai substrat seperti *Phe-tRNA synthetase* yang pada akhirnya akan menghambat sintesis protein [8]. OA berbentuk kristal tidak berwarna yang larut dalam pelarut organik, bersifat optik aktif dan berpendar biru di bawah sinar ultraviolet. OA merupakan mikotoksin yang sangat stabil pada beberapa pelarut yang berbeda. Penyimpanan OA dalam metanol dibawah suhu $-20^{\circ}C$ dapat bertahan sampai beberapa tahun [9].

Selama kebuntingan akhir, calon microneuron, yaitu sel-sel granulosa, sel-sel granulosa membentuk lapisan di luar (lapisan granular eksternal / EGL), sehingga sel-sel aktif membelah dan menyebar ke seluruh permukaan calon cerebellum [10]. Calon sel Purkinje bermigrasi dari daerah ventrikel radial menuju permukaan luar otak kecil (korteks), dan setelah posisi tertentu akan membedakan sel ke sel Purkinje. Dalam otak yang normal berbentuk Purkinje cell monolayer tepat di bawah lapisan granular eksternal (EGL), dan dendrit bercabang tumbuh di lapisan molekul (ML). Di sisi lain, sel-sel granulosa yang terletak di membagi korteks oleh mitosis dan mensintesis Reelin, kemudian berpindah ke bagian dalam lapisan granular intern (IGL) melalui ML dan Purkinje Sel Layer (PCL). Reelin adalah protein yang disekresikan oleh sel-sel granulos ekstraseluler selama migrasi awal dan berfungsi sebagai matriks adhesi molekul yang membantu posisi pengaturan pola sel-sel saraf [10].

OA menurunkan jumlah sel-sel Purkinje cerebellum otak fetus mencit. OA juga mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan otak fetus mencit (*Mus musculus L.*) setelah pendedahan selama organogenesis [12]. Berdasarkan hal tersebut, maka penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh injeksi intracisternal OA terhadap koordinasi neuromuscular anak mencit pascasapah.

2 METODE PENELITIAN.

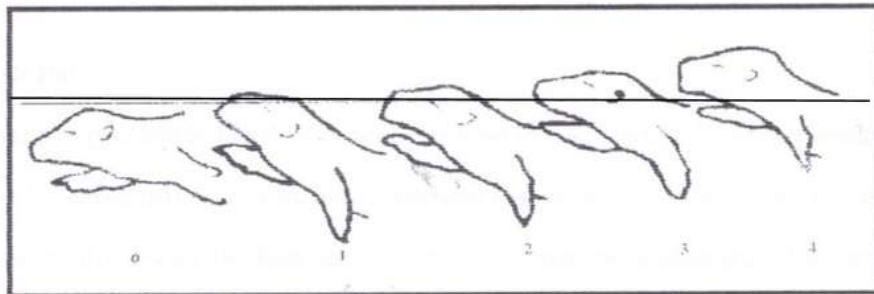
Bahan uji adalah OA diperoleh dari SIGMA-Aldrich Chemical Co., yang dilarutkan dalam larutan 0,1 M sodium bikarbonat 0,1 µl larutan tiap ekor anak mencit. Hewan uji yaitu 30 ekor anak mencit jantan (*Mus musculus L.*) sekelahiran, umur \pm 5 hari. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah kandang untuk pemeliharaan hewan percobaan, microinjeksi Hamilton ukuran 26-gauge, akuarium berukuran 65 cm (p) x 35 cm (t) x 45 cm (l) dan kamera digital sebagai alat dokumentasi.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan masing-masing 6 ulangan. Pada kelompok eksperimen, 0,5; 1,0 dan 1,5 µg OA dilarutkan dalam 0,1 µl 0,1 M natrium bikarbonat, disuntikkan ke dalam cisterna cerebellomedularis sekali pada hari ke-5 setelah lahir oleh Microinjeksi Hamilton 26-gauge. Pada kelompok kontrol placebo, 2 µl 0,1 M sodium bikarbonat disuntikkan ke daerah yang sama [13], sedangkan kontrol tidak diberi perlakuan apa-apa.

Mencit dipelihara sampai umur 21 hari (pascasapah), kemudian dilakukan uji kemampuan koordinasi neuromuskular dengan uji aktifitas berenang. Pada uji ini, disiapkan

air hangat dengan suhu 27°C- 30°C di dalam akuarium berukuran 65 cm (p) x 35 cm (t) x 45 cm (l), sebanyak 2/3 tinggi akuarium. Kemudian anak mencit dijatuhkan tepat di bagian tengah akuarium dari ketinggian sekitar 10 cm di atas permukaan air. Gambar 1 menunjukkan reaksi anak mencit setelah masuk ke dalam air diamati dalam hal arah berenang, sudut berenang dan penggunaan anggota badan dan diberi nilai menurut metode Schapiro [14].

- a. untuk arah berenang, nilai :
 - 0 : tenggelam
 - 1 : terapung
 - 2 : berputar-putar
 - 3 : lurus
- b. untuk sudut berenang (Gambar 1), nilai :
 - 0 : kepala dan tubuh berada di bawah permukaan air
 - 1 : permukaan kepala dan sebagian hidung di atas permukaan air
 - 2 : bagian kepala sebatas mata di atas permukaan air
 - 3 : bagian kepala, mata dan setengah telinga di atas permukaan air
 - 4 : kepala dan seluruh telinga ada di atas permukaan air
- c. untuk penggunaan anggota badan, nilai :
 - 1 : tidak menggunakan anggota badan
 - 2 : menggunakan keempat anggota badan
 - 3 : menggunakan kedua kaki belakang saja.



Gambar 1. Penilaian sudut berenang anak mencit menurut metode Schapiro (1970), yaitu nilai 0, 1, 2, 3, dan 4

Keterangan :

Garis merupakan batas permukaan air

3. HASIL DAN PEMBAHASAN.

Pengamatan terhadap koordinasi motoris dilakukan dengan melakukan uji aktifitas berenang. Uji ini merupakan uji yang baik untuk pengamatan koordinasi refleks dan motoris, sebab melibatkan berbagai gerakan motoris dan keseimbangan, yang antara lain dikordinasikan oleh *cerebellum* dan korteks *cerebrum* [15]. Adanya kecenderungan perubahan nilai aktifitas memiliki arti penting sebagai ciri adanya penyimpangan perilaku [16]. Pengujian pralahir dengan berbagai faktor eksternal terhadap perilaku pascalahir merupakan indikator fungsional proses integratif dari sistem saraf pusat dan sistem saraf tepi, baik sensoris maupun motoris. Pendedahan dosis sub teratogenik dari suatu teratogen pada tahap akhir organogenesis yang tidak menimbulkan malformasi akan memunculkan kelainan fungsional yaitu terhambatnya sistem saraf pusat yang dimanifestasikan sebagai penyimpangan perilaku [17].

Tabel 1. Kemampuan motoris pada uji aktivitas berenang anak mencit setelah pemberian OTA dosis 0,50 mg/kgbb; 1,0 mg/kgbb dan 1,5 mg/kgbb selama periode organogenesis

Perlakuan (mg/kgbb)	Arah Berenang $\bar{X} \pm SD$	Sudut Berenang $\bar{X} \pm SD$	Penggunaan Anggota Badan $\bar{X} \pm SD$
Kontrol	3,000 \pm 0,000 a	4,000 \pm 0,000 a	3,000 \pm 0,000 a
Plasebo	3,000 \pm 0,000 a	4,000 \pm 0,000 a	3,000 \pm 0,000 a
0,5	2,750 \pm 0,463 ab	3,750 \pm 0,463 ab	2,750 \pm 0,463 ab
1,0	2,500 \pm 0,535 b	3,375 \pm 0,518 b	2,375 \pm 0,744 bc
1,5	2,125 \pm 0,353 b	3,250 \pm 0,886 b	2,000 \pm 0,756 c

Keterangan : huruf yang sama dibelakang angka pada satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata.

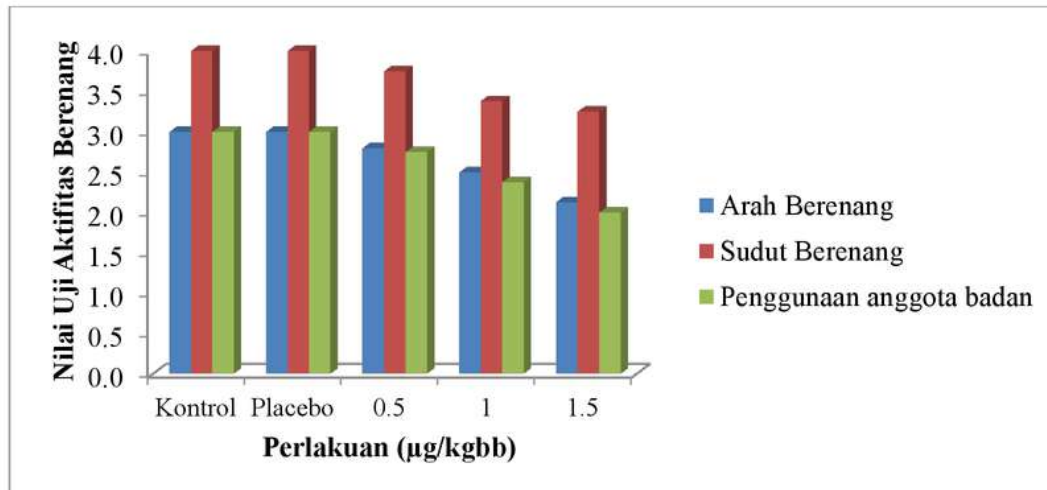
Skor arah berenang : 0 – 4

Skor sudut berenang : 0 – 4

Skor penggunaan anggota badan : 1 – 3 (Schapiro *et al.*, 1970).

Hasil pengamatan mengenai kemampuan koordinasi motoris anak mencit tahap pascasapih (umur 21 hari) pada uji berenang ditunjukkan pada Tabel 1 dan Gambar 2. Dari hasil tersebut menunjukkan terjadi penurunan kemampuan koordinasi motoris pada uji berenang dalam hal arah berenang, sudut berenang dan penggunaan anggota badan pada semua kelompok perlakuan dibandingkan dengan kontrol dan plasebo. Penurunan kemampuan koordinasi motoris pada anak mencit tahap pascasapih tersebut sejalan dengan peningkatan dosis pada tiap kelompok perlakuan. Penurunan yang signifikan terjadi pada

dosis 1,0 μg dan dosis 1,5 μg . Semakin tinggi dosis OTA yang diberikan, maka koordinasi anak mencit umur 21 hari pascasapah akan semakin menurun.



Gambar 2. Histogram kemampuan koordinasi motoris pada uji aktifitas berenang
Keterangan : semakin tinggi dosis pemberian OTA, maka nilai uji aktifitas koordinasi motoris akan semakin menurun.

Untuk pengujian pada umur 21 hari (pascasapah) dengan parameter arah berenang terdapat perbedaan nyata antara kontrol dan plasebo dengan kelompok perlakuan, meskipun untuk dosis OA 0,5 μg tidak berbeda nyata dengan kontrol dan plasebo. Antara dosis 0,5 μg dengan dosis 1,0 μg dan dosis 1,5 μg tidak berbeda nyata antar perlakuan. Hal ini berarti bahwa peningkatan dosis pemberian OA tidak mempunyai pengaruh terhadap uji aktifitas berenang dalam hal arah berenang.

Untuk uji aktifitas dalam hal sudut berenang antara kontrol dan plasebo berbeda nyata dengan perlakuan. Pada pemberian dosis OA 0,5 μg belum memberikan pengaruh yang berarti terhadap sudut berenang mencit umur 21 hari, sedangkan pada dosis 1,0 μg dan 1,5 μg sudah memberikan pengaruh yang nyata. Dalam hal sudut berenang ini, dari hasil pengamatan didapatkan bahwa kenaikan dosis pemberian OA belum memberikan hasil yang signifikan terhadap pengujian sudut berenang. Hal ini berarti bahwa pemberian OA mempengaruhi aktifitas uji berenang mencit, tetapi peningkatan dosis tidak memberikan pengaruh yang berarti dan sebagian besar mencit perlakuan masih bisa mempertahankan lubang hidungnya diatas permukaan air.

Untuk parameter uji berenang dalam hal penggunaan anggota badan, terdapat beda nyata antara kelompok kontrol dan plasebo dengan kelompok perlakuan. Meskipun pada

dosis OA 0,5 µg tidak berbeda nyata dengan kontrol dan plasebo, namun peningkatan dosis OA memperlihatkan pengaruh yang signifikan. Hal ini berarti bahwa semakin tinggi dosis OA maka akan semakin menurunkan indeks nilai penggunaan anggota badan dalam uji berenang mencit pasca saphim umur 21 hari. Mencit dewasa yang normal pada saat berenang hanya menggunakan dua tungkai belakang saja, sedangkan kedua tungkai depannya melipat di depan dada sambil mempertahankan kedudukan kepala di atas permukaan air. Untuk mencit yang mengalami malformasi menggunakan keempat tungkainya pada saat berenang. Hal ini menunjukkan adanya kerusakan pada *sensory motor cortex* (SMC) pada mencit yang mengalami malformasi [18].

Nilai aktivitas berenang anak mencit yang diamati pada tiga parameter yaitu arah berenang, sudut berenang dan penggunaan anggota badan menunjukkan penurunan dengan semakin tingginya dosis pemberian OA. Hal ini berarti bahwa OA juga dapat berpotensi sebagai teratogen perilaku. Adanya kecenderungan perubahan nilai aktivitas berenang memiliki arti penting sebagai ciri adanya penyimpangan perilaku. Sesuai dengan latar belakang bahwa OTA mempunyai sifat neurotoksik yang mampu mempengaruhi susunan saraf terutama pada sistem saraf pusat [19].

Penyimpangan perilaku sangat erat kaitannya dengan perubahan fisik maupun kimia di dalam jaringan otak. Otak merupakan organ yang berfungsi sebagai pusat pengaturan dan pengolahan, serta tempat proses mental yang mencakup proses belajar dan mengingat [20]. Penyimpangan perilaku sejalan dengan terjadinya perubahan konsentrasi neurotransmitter di berbagai wilayah otak. Penurunan kemampuan aktivitas berenang pada tikus sejalan dengan penurunan konsentrasi asetilkolin, serotonin dan norepinefrin di striatum; serotonin di korteks; oksipital, norepinefrin dan dopamin di hipokampus dorsal serta norepinefrin di hipokampus ventral [21].

Penurunan konsentrasi neurotransmitter otak berpengaruh terhadap kemampuan susunan saraf untuk mencerna dan menyampaikan impuls. Hal ini disebabkan oleh terganggunya fungsi neurotransmitter. Neurotransmitter berfungsi sebagai zat kimia penghantar impuls saraf dari satu neuron ke neuron lain, sehingga dengan berkurangnya konsentrasi neurotransmitter atau terganggunya aktivitas neurotransmitter otak akan berpengaruh pada kurangnya kemampuan anak mencit untuk merespon stimulus [22]. Penurunan konsentrasi neurotransmitter di otak berkaitan erat dengan terjadinya penyimpangan perilaku. Perilaku belajar dan mengingat memungkinkan untuk memberikan respon terhadap rangsangan yang datang dari luar seperti menyelamatkan diri atau

menghindar dari situasi tertentu dan mendekati obyek, sehingga berperan penting karena mempunyai nilai adaptif bagi organisme.

Reseptor asetilkolin bertanggung jawab terhadap penyaluran impuls saraf ke kontraksi motoris [23]. Pemberian OA diduga mengganggu penyaluran impuls saraf ke kontraksi motoris sehingga akan mempengaruhi fungsi otak dan perilaku anak mencit dalam merespons impuls. Otak yang sedang berkembang memiliki sinapsis lebih banyak dibandingkan dengan otak dewasa dan dibentuk berdasarkan rangsangan yang diterima selama masa perkembangan. Jika terjadi peningkatan aktifitas neural, yaitu dengan adanya OA, maka proses perkembangan sinapsis dapat terhambat dan bersifat permanen terhadap anatomi sinapsis dan fungsi otak. Hal inilah yang menyebabkan terjadinya kemunduran dalam proses belajar dan perilaku anak mencit yang ditandai dengan menurunnya nilai-nilai aktifitas dari beberapa parameter seperti arah berenang, sudut berenang dan penggunaan anggota badan pada kelompok perlakuan OA bila dibandingkan dengan kontrol dan plasebo.

Penurunan koordinasi motorik mencit setelah pemberian OA juga berhubungan dengan penurunan jumlah sel Purkinje *cerebellum*. Sel Purkinje merupakan sel utama *cerebellum* dan merupakan satu-satunya sel *output* korteks *cerebellum*. Sel Purkinje menerima *input* eksitasi dari *mossy fibers* (melalui sel-sel granula dan *parallel fibers*) dan dari neuron-neuron *nucleus olivarius inferior* (melalui *climbing fibers*). Masing-masing sel Purkinje menerima input dari sekitar 100.000 *parallel fibers*, tetapi hanya satu yang dari *climbing fibers*. Interneuron sel stellat, sel basket dan sel Golgi juga menerima input dari *parallel fibers*. Sel stellat dan sel basket akan menyebabkan inhibisi sel-sel Purkinje ketika sel Golgi menginhibisi sel granula. Input dari *parallel fibers* dan inhibisi interneuron menghasilkan pelepasan impuls dari sel Purkinje yang dikenal sebagai *simple spikes*, sebaliknya *climbing fibers* menghasilkan pelepasan impuls yang diperpanjang, kadang-kadang berupa osilasi, dikenal sebagai *complex spikes* [24]. OA menurunkan jumlah sel Purkinje *cerebellum* otak fetus mencit setelah pembedahan selama periode organogenesis [25].

Sel Purkinje *cerebellum* juga memodulasi *output cerebellum*, yang bertanggung jawab dalam aspek pembelajaran motorik dari fungsi *cerebellum*. Pemberian OTA akan menurunkan jumlah sel Purkinje sehingga mengganggu proses penerimaan *input* dari *mossy fibers* dan *climbing fibers* dan memodulasi *output cerebellum*. Gangguan proses ini akan menyebabkan proses transmisi *output* dari *cerebellum* ke *upper motor neuron* (UMN) terganggu sehingga menyebabkan penurunan koordinasi motorik.

4. SIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa Ochratoxin A yang diberikan secara intracisternal pada anak mencit umur 5 hari menyebabkan penurunan koordinasi neuromuscular pada uji aktifitas berenang dengan menurunkan nilai uji pada arah berenang, sudut berenang dan penggunaan anggota badan. OA merupakan teratogen perilaku.

4. PUSTAKA

- [1] Nelson B.K., W.S. Brightwell, J.R. Burg and V.J. Massari, 1984, Behavioral and neurochemical alterations in offspring of rats after maternal or paternal inhalation exposure to the industrial solvent 2-methoxyethanol, *Pharmacol. Biochem. Behav.*, **20**(2): 269-270.
- [2] Spyker J.M. and P.I. Avery, 1977, Neurobehavioral effect of prenatal exposure to the organophosphate diazinon in mice, *J. Toxicol. Environ. Health.*, **3**: 989 – 1002.
- [3] Johanson G., 1999, *Criteria Document for Swedish Occupational Standards-Ethylene Glycol Monomethyl Ether Anethylene Glycol Monomethyl Etil Acetate*, Arbete Och Halsa, National Institute for Working Life, Stocklom, Sweden.
- [4] Kibiuk L., 1997, Dopamine – a sample neurotransmitter, society for neuroscience, from : <http://www.sfn.org>, 31 Agustus 2009.
- [5] Miraglia M. and C. Brera, 2002, *Assessment of Dietary Intake of Ochratoxin A by the Population of EU Member States*, Directorate General Health and Consumer Product, Rome, Italy.
- [6] Sava V., O. Reunova, A. Velasques, R. Harbison and J. Sanchez-Ramos, 2006, Acute neurotoxic effects of the fungal metabolite Ochratoxin A, *Neuro. Toxicol.*, **27**:82-92.
- [7] Belmadani A., G. Tramu, A.M. Betbeder, P.S. Steyn and E.E. Creppy, 1998a, Regional selectivity to ochratoxin A, distribution and cytotoxicity in rat brain, *Arch. Toxicol.*, **72**: 556–562.
- [8] Marti N.B., 2006, *Ochratoxin A and ochratoxigenic moduls in grapes, must and wine, ecophysiological study*, tesis doctoral Universitat de Lleida Spain, from URL : http://www.tesisenxarxa.net/TESIS_UdL/AVAILABLE/TDX0406107172700/Tbmn10de18.pdf. 10 Juni 2007.
- [9] Valenta H., 1998, Chromatographic methods for the determination of ochratoxin A in animal an human tissues and fluids, *J. Chromat.*, **815**:75-92.
- [10] Darmanto W., M. Inouye, Y. Takagishi, M. Ogawa, K. Mikoshiba and Y. Murata, 2000, Derangement of Purkinje cells in the rat cerebellum following prenatal exposure to X-irradiation : decreased Reelin level is possible cause, *J. Neurophatol. Exp. Neurol.*, **59**: 245-256.
- [11] Darmanto W., 2005, Abnormal struktur histologis korteks cerebellar tikus dengan normal foliasi akibat iradiasi sinar X masa postnatal, *Be Pen. Hay.*, **11**:13-18.
- [12] Setiawan, A., M. Sagi, W. Asmara dan Istriyati. 2011. Analisis kuantitatif sel purkinje cerebellum mencit (*Mus musculus L.*) Swiss Webster setelah induksi ochratoxin A selama periode organogenesis. *J. Biota* 16(2): 262–268.
- [13] Fukui Y., K. Hoshino and Y. Kameyama, 1987, Developmental abnormalities of mouse cerebellum induced by intracisternal injection of ochratoxin A in neonatal period, *J. Neural. Transm.*, **116**:1451-1455.

- [14] Schapiro S., M. Salas. and K. Vukovic, 1970, Hormonal effects on ontogeny of swimming ability in the rat : assesment of control nervous system development, *Sci.*, **168**: 147–150.
- [15] Kihara T., T.W. Surjono, M. Sakamoto, T. Matsuo, Y. Yasuda and T. Tanimura, 2001, Effects of prenatal rubrotoxin-B exposure on behaviors of mouse offspring, *Toxicol. Sci.*, **61**:368-373.
- [16] Leonard B.E., 1983, Behavioral teratology and toxicology. In *Psychopharmacology 1, Part 1 Preclinical Psychopharmacology*, D. G. Grahame-Smith Ed., Excerpta Medica, Amsterdam, Oxford, Princeton, 248–299.
- [17] Vorhees C.V., and E.P. Riley, 1986, *Handbook of Behavioral Teratology*, Plenum Press, New York, London, 23–64.
- [18] Stoltz S., J.L. Humm and T. Scharllert, 1999, Cortical injury impairs contralateral forelimb immobility during swimming : a simple test for loss of inhibitory motor control, *Behav. Brain Res.*, **106**:127-132.
- [19] Leonard B.E., 1983, Behavioral teratology and toxicology. In *Psychopharmacology 1, Part 1 Preclinical Psychopharmacology*, D. G. Grahame-Smith Ed., Excerpta Medica, Amsterdam, Oxford, Princeton, 248–299.
- [20] Scanlon S.C. and T. Sanders, 2007, *Essentials of Anatomy and Physiology* 5th edition, F.A. Davis Company, Phyladelphia, 163-195.
- [21] Stemmelin J., C. Lazarus, S. Cassel, C. Kelche, and J.C. Cassel, 2000, Immunohistochemical and neurochemical correlates of learning deficits in aged rats. *J. Neurosci.*, **96**:275 –289.
- [22] Nelson B.K., W.S. Brightwell, J.R. Burg and V.J. Massari, 1984, Behavioral and neurochemical alterations in offspring of rats after maternal or paternal inhalation exposure to the industrial solvent 2-metoxyethanol, *Pharmacol. Biochem. Behav.*, **20**(2): 269-270.
- [23] Patel A., 2001, How does lead effect the nervous system ?, from : <http://www.serendip.brynmawr.edu>, 1-2, 20 Oktober 2009
- [24] Purvess D., G.J. Augustine, D. Fitzpatrick, L.C. Katz, A.S. Lamantia, J.O. McNamara and S.M. William, 2001, *Neuroscience* 2nd ed., Sinauer Associates Inc., Massachusetts, 409-426.
- [25] Setiawan, A., M. Sagi, W. Asmara dan Istiyati. 2011. Analisis kuantitatif sel purkinje cerebellum mencit (*Mus musculus* L.) Swiss Webster setelah induksi ochratoxin A selama periode organogenesis. *J. Biota* 16(2): 262–268.

KOORDINASI NEURMUSKULAR MENCIT (Mus musculus L.) PASCASAPIH SETELAH INJEKSI OCHRATOKSIN A SECARA INTRASISTERNAL

ORIGINALITY REPORT

12%

SIMILARITY INDEX

MATCH ALL SOURCES (ONLY SELECTED SOURCE PRINTED)

★eprints.unsri.ac.id

Internet

6%

EXCLUDE QUOTES ON

EXCLUDE MATCHES < 1%

EXCLUDE
BIBLIOGRAPHY ON

LEMBAR
HASIL PENILAIAN SEJAWAT SEBIDANG (PEER REVIEW)
KARYA ILMIAH: PROSIDING

Judul Karya Ilmiah intrainternal : Koordinasi neuromuskular mencit (*Mus musculus*) paskasapih setelah injeksi Ochrotoksin A secara intrainternal
 Jumlah Penulis : **Arum Setiawan**, Mammed Sagi, Istriyati, Widya Asmara
 Identitas Prosiding : a. Nama Prosiding : Semirata BKS-PTN Wilayah Barat Tahun 2014
 b. ISBN/ISSN : 978-602-70491-0-9
 c. Nomor/Volume/Hal : 174-182
 d. Penerbit : FMIPA IPB Bogor
 e. Jumlah Halaman : 9

Kategori Publikasi Jurnal Ilmiah (Beri \checkmark pada kategori yang tepat) : Prosiding Forum Ilmiah Internasional
 Prosiding Forum Ilmiah Nasional
 Makalah tidak disajikan dalam seminar/symposium.lokakarya, tetapi dimuat dalam prosiding internasional
 Makalah tidak disajikan dalam seminar/symposium.lokakarya, tetapi dimuat dalam prosiding nasional
 Makalah disajikan dalam seminar internasional (Tetapi tidak dimuat dalam prosiding)
 Makalah disajikan dalam seminar nasional (Tetapi tidak dimuat dalam prosiding)

I. Hasil Penilaian Validasi:

No.	ASPEK	URAIAN/KOMENTAR PENILAIAN
1	Indikasi Plagiasi	12 %
2	Linieritas	Topik paper kurang linier dengan bidang keilmuan biologi konservasi

II. Hasil Penilaian *Peer Review*:

Komponen Yang Dinilai	Nilai Maksimal Jurnal Ilmiah (Isikan di kolom yang sesuai)						Nilai Akhir Yang Diperoleh
	Prosiding Forum Ilmiah Internasional (Maks. 30)	Prosiding Forum Ilmiah Nasional (Maks. 10)	Makalah tidak diseminarkan tetapi dimuat dalam prosiding internasional (Maks. 10)	Makalah tidak diseminarkan tetapi dimuat dalam prosiding nasional (Maks. 5)	Makalah disajikan dalam seminar internasional (Tetapi tidak dimuat dalam prosiding) (Maks. 5)	Makalah disajikan dalam seminar nasional (Tetapi tidak dimuat dalam prosiding) (Maks. 3)	
Kelengkapan dan Kesesuaian unsur isi paper (10 %)		1					0
Ruang Lingkup dan kedalaman pembahasan (30 %)		3					2
Kecukupan dan Kemutakhiran data/Informasi dan metodologi (30 %)		3					3
Kelengkapan unsur dan Kualitas penerbit / prosiding (30 %)		3					3
Total = (100 %)		10					8

Kontribusi Pengusul (Penulis Pertama/Anggota Utama) : Penulis Utama=(0,6x8)= **4,8**

KOMENTAR/ULASAN PEER REVIEW

- Kelengkapan dan Kesesuaian Unsur	Paper terkait koordinasi neuromuskular mencit (<i>Mus musculus</i>) paskasapih setelah injeksi ochrotoksin A secara intrainternal. Isi paper sudah memenuhi kaidah-kaidah karya ilmiah namun kurang sesuai dengan bidang biologi konservasi
- Ruang Lingkup dan Kedalaman Pembahasan	Hasil penelitian dibahas cukup komprehensif dengan penyampaian perbandingan dari temuan-temuan penelitian lainnya dan teori terkait. Referensi yang diacu dalam pembahasan sudah cukup update untuk bidang kajian ini.
- Kecukupan & Kemutakhiran Data & Metodologi	Data-data hasil penelitian sudah baik dan didukung peta lokasi sampling, tabel dan gambar yang ditampilkan menarik. Data didapatkan dengan menggunakan metode yang sudah standard.
- Kelengkapan Unsur & Kualitas Penerbit	Penerbit FMIPA IPB Bogor berkualitas baik, tidak termasuk predatory publisher, dan prosiding tidak terindeks di scopus

Surabaya, 18 Mei 2020
Penilai 1



Prof. Hery Purnobasuki, M.Si., Ph.D.
NIP 196705071991021001
Unit Kerja : Jurusan Biologi FST Unair
Bidang Ilmu : Biologi
Jabatan/Pangkat : Guru Besar/ Pembina Utama Madya

LEMBAR
HASIL PENILAIAN SEJAWAT SEBIDANG (PEER REVIEW)
KARYA ILMIAH: PROSIDING

Judul Karya Ilmiah : Koordinasi neuromuskular mencit (*Mus musculus*) paskasapah setelah injeksi Ochrotoksin A secara intrainternal

Jumlah Penulis : **Arum Setiawan**, Mammed Sagi, Istriyati, Widya Asmara
 Identitas Prosiding : a. Nama Prosiding : Semirata BKS-PTN Wilayah Barat Tahun 2014
 b. ISBN/ISSN : 978-602-70491-0-9
 c. Nomor/Volume/Hal : 174-182
 d. Penerbit : FMIPA IPB Bogor
 e. Jumlah Halaman : 9

Kategori Publikasi Jurnal Ilmiah : Prosiding Forum Ilmiah Internasional
 (Beri \checkmark pada kategori yang tepat) Prosiding Forum Ilmiah Nasional
 Makalah tidak disajikan dalam seminar/symposium.lokakarya, tetapi dimuat dalam prosiding internasional
 Makalah tidak disajikan dalam seminar/symposium.lokakarya, tetapi dimuat dalam prosiding nasional
 Makalah disajikan dalam seminar internasional (Tetapi tidak dimuat dalam prosiding)
 Makalah disajikan dalam seminar nasional (Tetapi tidak dimuat dalam prosiding)

I. Hasil Penilaian Validasi:

No.	ASPEK	URAIAN/KOMENTAR PENILAIAN
1	Indikasi Plagiasi	12 %
2	Linieritas	V

II. Hasil Penilaian *Peer Review*:

Komponen Yang Dinilai	Nilai Maksimal Jurnal Ilmiah (Isikan di kolom yang sesuai)						Nilai Akhir Yang Diperoleh
	Prosiding Forum Ilmiah Internasional (Maks. 30)	Prosiding Forum Ilmiah Nasional (Maks. 10)	Makalah Tidak diseminarkan tetapi dimuat dalam prosiding internasional (Maks. 10)	Makalah Tidak diseminarkan tetapi dimuat dalam prosiding nasional (Maks. 5)	Makalah disajikan dalam seminar internasional (Tetapi tidak dimuat dalam prosiding) (Maks. 5)	Makalah disajikan dalam seminar nasional (Tetapi tidak dimuat dalam prosiding) (Maks. 3)	
Kelengkapan dan Kesesuaian unsur isi paper (10 %)		1					1
Ruang Lingkup dan kedalaman pembahasan (30 %)		3					2
Kecukupan dan Kemutakhiran data/Informasi dan metodologi (30 %)		3					2,5
Kelengkapan unsur dan Kualitas penerbit / prosiding (30 %)		3					3
Total = (100 %)		10					8,5
Kontribusi Pengusul (Penulis Pertama/Anggota Utama)	PROSIDING Semirata BKS-PTN Wilayah Barat Tahun 2014. ISBN: 978-602-70491-0-9. Hal.: 174-182. Penulis pertama dari empat penulis. Nilai maksimal 85%. Nilai pengusul: $0,6 \times 0,85 \times 10 = 5,1$						

KOMENTAR/ULASAN PEER REVIEW

- Kelengkapan dan Kesesuaian Unsur	Format lengkap dan sesuai aturan prosiding.
- Ruang Lingkup dan Kedalaman Pembahasan	Ruang lingkup masih terkait tapi pembahasan kurang mendalam dan beberapa narasi diblok berarti ada yang diragukan.
- Kecukupan & Kemutakhiran Data & Metodologi	Data layak dan bagus, metode baru.
- Kelengkapan Unsur & Kualitas Penerbit	FMIPA IPB Bogor berkualitas dan lengkap.

Yogyakarta, 6 Juli 2020

Penilai 2
 tanda tangan.....

Prof. Dr. Suwarno Hadisusanto
 NIP 195411161983031002
 Unit Kerja : Fakultas Biologi UGM
 Bidang Ilmu : Biologi
 Jabatan/Pangkat : Guru Besar/ Pembina Utama Madya