

DOKUMEN HKI/PATEN

KARYA CIPTA

JUDUL

TEKNOLOGI TEPAT GUNA SINTESIS DAN KARAKTERISASI
MATERIAL LAYER HERBISIDA NANOhibRID UNTUK SENSOR
ASKORBAT DAN GLUKOSA

Pencipta :

Dr. Rahadian Zainul, S.Pd., M.Si.

Guspatni, S.Pd., M.A

Prof. Dr. Illyas Md Isa

Assoc. Prof. Dr. Norhayati Hashim

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

TAHUN 2020

TEKNOLOGI TEPAT GUNA SINTESIS DAN KARAKTERISASI MATERIAL LAYER HERBISIDA NANOhibRID UNTUK SENSOR ASKORBAT DAN GLUKOSA

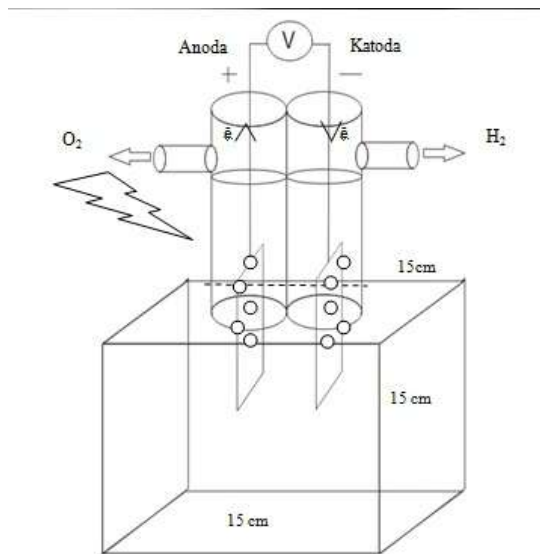
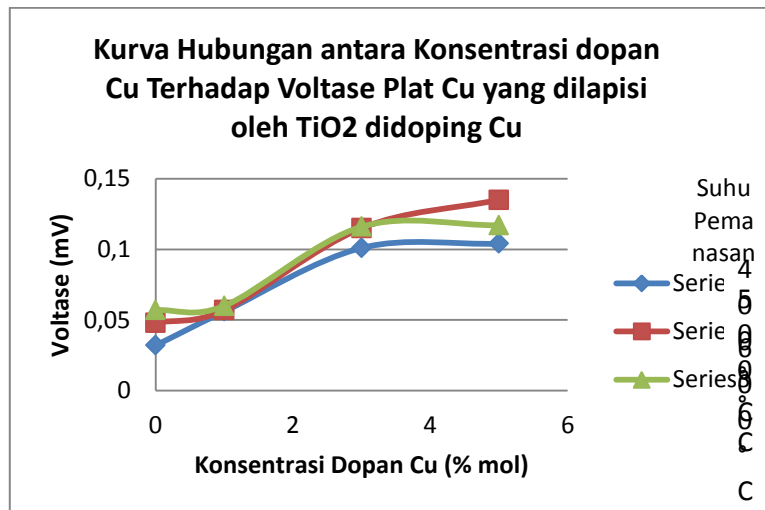
Dr. Rahadian Zainul, S.Pd., Guspatni, S.Pd., M.A., Prof. Dr. Illyas Md Isa., Assoc.

Prof. Dr. Norhayati Hashim

Universitas Negeri Padang

A. Disain dan Produk Berupa Komposisi Doping Katalis dan Reaktor

1. Dihasilkan beberapa Komposisi Katalis dengan berbagai metode. Pada pembuatan Katalis ZnO-CuO dihasilkan beberapa variasi komposisi. Pada pembuatan Nano Katalis TiO₂-CuO dengan berbagai variasi. Pengujian dilakukan pada Katalis tahun pertama pada Detergen, dan pada tahun kedua pada air gambut.
2. Dihasilkan beberapa Reaktor Katalis untuk pengujian material. Reaktor didisain dengan beberapa Disain, mulai disain statis hingga disain mobile. Juga dikembangkan dengan aplikasi pada dinding reaktor untuk mendapatkan keramik aktif (yang dilapisi TiO₂) yang bisa diaplikasikan pada limbah cair dan lingkungan.



Gambar 13. Modifikasi katalis TiO₂-CuO dan Sketsa Reaktor

B. Hasil dan Karakterisasi Material Katalis

Dalam penelitian ini dilakukan karakterisasi material yang dibuat dengan berbagai cara, antara lain :

1. **Scanning Elektron Microscope (SEM)** (Lampiran 4)
2. **X-Ray Diffraction (XRD)** (Lampiran 5)
3. **FTIR** (Lampiran 6)

4. XRF (Lampiran 7)
5. DRS-UV (Lampiran 8)

C. Hasil dalam bentuk Luaran Buku

Dari penelitian ini dihasilkan satu draft buku, yakni :

TEKNOLOGI MATERIAL MAJU: Prinsip Dasar dan Aspek Rekayasa
(Lampiran 12, setebal 340 halaman). Rencana akan diterbitkan CV Berkah Prima pada tahun 2018



PV-EC) (a) Kover Depan

Buku dan (b) Kover Belakang Buku

D. Hasil dalam bentuk Luaran HKI

Dari penelitian ini dihasilkan Satu HKI Hak Cipta, yakni :

TEKNOLOGI MATERIAL MAJU: Prinsip Dasar dan Aspek Rekayasa


 REPUBLIK INDONESIA
 KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan	: E000201848842, 10 Oktober 2018
Pencipta	
Nama	: Dr. Rahadian Zainul, S.Pd., M.Si.
Alamat	: Jl. Datuk Perpatih Nan Sebatang No 287 Air Mati, Solok, Sumatera Barat, 27322
Kewarganegaraan	: Indonesia
Pemegang Hak Cipta	
Nama	: Dr. Rahadian Zainul, S.Pd., M.Si.
Alamat	: Jl. Datuk Perpatih Nan Sebatang No 287 Air Mati, Solok, Sumatera Barat, 27322
Kewarganegaraan	: Indonesia
Jenis Ciptaan	: Buku
Judul Ciptaan	: Teknologi Material Maju : Prinsip Dasar Dan Aspek Rekayasa
Tanggal dan tempat dimuncikan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia	: 1 September 2018, di Padang
Jangka waktu perlindungan	: Beraku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia, terhitung mulai tanggal 1 Januari tahun berikutnya.
Nomor pencatatan	: 000120364

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.
 Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.



a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
 DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL



Dr. Freddy Harris, S.H., LL.M., ACCS.
 NIP. 196611101994031001

E. Hasil dalam Bentuk Luaran Paper dan Publikasi Nasional dan Internasional

Publikasi yang sudah dihasilkan antara lain :

1. Artikel/Paper pada INTERNASIONAL ICBSA di Universitas Andalas Padang dengan judul *“Phototransformation of Linear Alkylbenzene Sulphonate (LAS) Surfactant Using ZnO-CuO Composite Photocatalyst”*.

Paper ini disampaikan pada International Conference on Basic Science and Its Application 2018, 23-24 Agustus 2018, di Universitas Andalas Padang. Paper ini akan dimuat Prosiding terindeks pada **Thomson Reuters**.

2. Artikel/Paper pada yang dipresentasikan pada Seminar Internasional ICEE Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang (**2018 INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING AND ENVIRONMENT**) dengan judul *“Preparation of ZnO-CuO Composite Photocatalyst Using the Sonochemical Method”*. Paper ini akan disampaikan saat Seminar Internasional ICEE, 8 November 2018. Paper ini akan dimuat di Jurnal Geomate, yang merupakan jurnal bereputasi internasional dan terindeks Scopus.
3. Artikel/Paper pada yang dipresentasikan pada **Seminar Internasional ICRLP (the 2018 International Conference on Research and Learning of Physics (ICRLP 2018))** dengan judul **“PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF XRD NANO CU-TIO₂ USING SOL-GEL METHOD”** Paper ini telah dipresentasikan pada Seminar Internasional ICRLP oleh Arizka Tamarani, pada Seminar Internasional ICRLP, 9-10 Agustus 2018 di Universitas Negeri Padang.
4. Artikel/Paper pada yang dipresentasikan pada **Seminar Internasional ICRLP (the 2018 International Conference on Research and Learning of Physics (ICRLP 2018))** dengan judul **“EFFECT OF NATRIUM SULPHATE CONCENTRATION ON INDOOR LIGHTS PHOTOVOLTAIC PERFORMANCE”** Paper ini telah dipresentasikan oleh Rahma Yulis, pada Seminar Internasional ICRLP, 9-10 Agustus 2018 di Universitas Negeri Padang.

5. Artikel untuk **Jurnal Nasional Terakreditasi SINTA 2** di **Makara Journal of Technology** under review. Artikel yang dikirim berjudul, “**Water Photosplitting Reactor Design to Produce H₂ Gas**”
6. Artikel untuk **Jurnal Internasional Bereputasi** di *Rasayan Journal* (Q2) under review. Artikel yang dikirim berjudul, “**Microstuctural Analysis and Optical Properties of Nanocrystalline Cerium Oxides Synthesized by Precipitation Method**”

F. Hasil dalam Luaran/Bentuk Skripsi dan Tugas Akhir Mahasiswa

Penelitian Terapan ini melibatkan Mahasiswa Kimia yang tengah menyelesaikan tugas akhirnya, ada 6 mahasiswa yang ikut dalam grup riset sudah menyelesaikan Skripsi dan 4 mahasiswa tengah melanjutkan riset . Mereka adalah :

1. **Shanty**
2. **Mashuri**
3. **Helnita Suherni**
4. **Shanty R**
5. **Rahma Yulis**
6. **Arizka Tamarani**
7. **Deandra Savitri**
8. **Sri**
9. **Sitiwi**
10. **Nadya**

HASIL TAHUN 2

Publikasi Internasional dalam bentuk Prosiding Internasional Scopus :

Ada 5 publikasi Prosiding Scopus pada ICRLP 2019 yaitu :

- 1. PROSIDING TEINDEKS SCOPUS : Design of Rotary Photoreactor Using Nano Cu/TiO₂ for Degradation Humic Acid in Outdoor Visible Light/ ICRLP 2019/ R Zilla¹, D Purnamasari², R Zainul^{3*} dipresentasikan pada 8-9 Agustus 2019 di Universitas Negeri Padang, Jurusan Fisika**
- 2. PROSIDING TEINDEKS SCOPUS : Preparation of TiO₂ Thin Layer on Ceramics Using Dip Coating Method for Degradation Humic Acid/ICRLP 2019/Rohadatul Nadya Maurani¹, Devi Purnamasari², Rahadian Zainul/ dipresentasikan pada 8-9 Agustus 2019 di Universitas Negeri Padang, Jurusan Fisika**
- 3. PROSIDING TEINDEKS SCOPUS : Chataliytic Activity Of Nano Zno/Cu For Degradation Humic Acid Under Illumination Outdoor Light / ICRLP 2019/ Sitiwi Mandar¹, D Purnamasari², R Zainul^{3*} dipresentasikan pada 8-9 Agustus 2019 di Universitas Negeri Padang, Jurusan Fisika**
- 4. PROSIDING TEINDEKS SCOPUS : Study of Dynamically Catalytic System on Humic Acid Phototranformator/ ICRLP 2019/ Yuni Aulia Djasli¹, D Purnamasari², R Zainul^{3*} dipresentasikan pada 8-9 Agustus 2019 di Universitas Negeri Padang, Jurusan Fisika**
- 5. PROSIDING TEINDEKS SCOPUS : Design and Engineering of Tandem Hydrogen Generator-Photoreactor Systems : Between Hydrogen Energy, Green Chemistry and Economical Modern City Design / ICRLP 2019/ Sri Wahyu Wardhani¹, D Purnamasari², R Zainul^{3*} dipresentasikan pada 8-9 Agustus 2019 di Universitas Negeri Padang, Jurusan Fisika**

Ada 1 Publikasi pada Jurnal Nasional Terakreditasi Sinta 4 (Eksakta), yaitu :

The Performance of Hydrogen Generator based on a 4/4 Al-Cu Plates Designed Sandwich/EKSAKTA Berkala Ilmiah Bidang MIPA/Sinta 4/ Volume 20 No 1/ Sri Wahyu Wardhani, Rahadian Zainul.

RENCANA TAHUN BERIKUTNYA (Maksimal 500 kata)

Bagian ini ditulis tidak melebihi 500 kata. Bagian ini berisi tentang rencana yang akan dilakukan pada tahun berikutnya, termasuk luaran yang akan dicapai dan bagaimana proses pencapaian luaran tersebut akan dilakukan.

Pada tahun ke dua (2) 2019, akan dilanjutkan penelitian dengan pengembangan model dan prototype dari fotoreaktor pendegradasi limbah sebagai lanjutan dari modifikasi katalis yang telah dilakukan. Dengan adanya hasil pada tahun 1 tentang katalis yang paling efektif dan memiliki efisiensi dalam mentransformasikan asam humat dan senyawa kontaminan organik lainnya, maka pengaplikasian riset lanjutan untuk tahun ke dua, adalah menerapkannya dalam disain fotoreaktor katalitik yang ada. Ada beberapa model yang diajukan sebagai bagian dari riset payung, dan dilaksanakan kepada Tim Peneliti yang menjadi bagian dari skripsi mahasiswa.

Ada terdapat 4 mahasiswa yang saat ini melanjutkan riset pengembangan fotoreaktor katalitik untuk asam humat dari air gambut, yakni :

1. Yuni Aulia Putri Djasli

Judul Proposal Penelitian yang telah diseminarkan pada 14 Desember 2018

:

“DESAIN DAN REKAYASA FOTOTRANSFORMATOR PLAT TEMBAGA (II) OKSIDA (CuO) UNTUK ASAM HUMAT PADA AIR GAMBUT”

2. Rohadatul

Judul Proposal Penelitian yang telah diseminarkan pada 14 Desember 2018 :

“Desain dan rekayasa fototransformator menggunakan katalis tio₂ untuk asam humat pada air gambut”

3. Rahma Zila

Judul Proposal Penelitian yang telah diseminarkan pada 14 Desember 2018:
“Desain dan Rekayasa Fototransformator TiO₂ Doping Cu untuk Asam Humat pada Air Gambut”

4. Sitiwi Mandar

Judul Proposal Penelitian yang telah diseminarkan pada 14 Desember 2018:
Desain dan rekayasa fototransformator nano seng oksida (zno) doping cu untuk asam humat pada air gambut

Keempat mahasiswa ini telah menyelesaikan seminar proposal untuk bidang fotoreaktor katalis dari oksida logam yang dikembangkan, dan akan diaplikasikan pada Fotoreaktor asam humat.

Dari keempat mahasiswa ini Pada tahun 2019 ini akan direncanakan akan menghasilkan 4 prototype sebagai berikut :

- 1. Fotoreaktor Mobile Rotary Plate***
- 2. Fotoreaktor Mobile Rotary Powder***
- 3. Fotoreaktor Static Panel Glass Powder***
- 4. Fotoreaktor Sistem Dinding Berlapis Nano Seng Oksida***

Masing masing prototype akan ditelaah dan dikaji mana yang akan diajukan sebagai Hak Cipta dan mana yang akan diajukan sebagai PATEN.

Rencana luaran tambahan lainnya adalah pada tahun ini direncanakan untuk menghasilkan Buku tentang Fotoreaktor Degradasi Asam Humat sebagai bahan kajian dan pertimbangan bagi rekasayawan dan pemerintah, dalam mengatasi kendala Asam Humat yang menjadi komponen utama yang menyebabkan keruhnya air gambut. Dengan adanya buku ini, maka diharapkan akan menjadi masukan bagi perbaikan lingkungan, khususnya kawasan air rawa gambut yang sangat luas di tanah air, sekitar 23 juta Hektar.

Rencana Publikasi pada tahun 2019 ini meliputi, jurnal internasional, konferensi Internasional dan Jurnal Nasional terakreditasi.

Draft paper atau draft publikasi yang direncanakan adalah sebagai berikut :

1. ***“Photodegradation of Humic Acid using CuO Plate Semiconductor”***, rencana diseminarkan pada KONASPI/International Seminar Science Technology, UNP, SCOPUS. Yuni dan Rahadian
2. ***“Study of Transformator Humic Acid CuO Plate Semiconductor”***, rencana submit ke Jurnal Rasayan, SCOPUS Q2. Yuni dan Rahadian
3. ***“Effect of Molecular Dynamic and Catalytic for Phototransformator Humic Acid ”***, rencana submit di Jurnal EKSAKTA, Terakreditasi. Yuni dan Rahadian
4. ***“Synthesis and Catalytic Activity of Nano TiO₂/Cu For Degradation Humic Acid under Illumination Indoors Lights”***, rencana diseminarkan pada KONASPI/International Seminar Science Technology, UNP, SCOPUS. Rahma Zilla dan Rahadian
5. ***“Effect of Rotary Time and Illumination using Nano TiO₂/Cu Powder for Catalytic Activity”***, rencana akan submit ke EKSAKTA, Jurnal Terakreditasi Sinta, Dikti. Rahma Zilla dan Rahadian
6. ***“Design of Rotary Photoreactor using Nano TiO₂/Cu Powder for degradation Humic Acid in Outdoor Visible Lights”***, rencana akan submit ke Jurnal Internasional, Rasayan Journal of Chemistry SCOPUS, Q2. Rahma Zilla dan Rahadian
7. ***“Sintesis dan Karakterisasi Nano ZnO Doping Cu”***, rencana akan submit ke Jurnal Internasional, Rasayan Journal of Chemistry SCOPUS, Q2. Tiwi dan Rahadian

Daftar pustaka disusun dan ditulis berdasarkan sistem nomor sesuai dengan urutan pengutipan.
Hanya pustaka yang disitasi pada usulan penelitian yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

1. Zebic Avdicevic M, Kosutic K, Dobrovic S. 2017. Effect of operating conditions on the performances of multichannel ceramic UF membranes for textile mercerization wastewater treatment. *Environmental technology* 38:65-77
2. Kraas M, Schlich K, Knopf B, Wege F, Kagi R, et al. 2017. Long-term effects of sulfidized silver nanoparticles in sewage sludge on soil microflora. *Environmental toxicology and chemistry* 36:3305-13
3. Silva Lisboa D, Santos C, Barbosa RN, Magalhaes O, Paiva LM, et al. 2017. Requalification of a Brazilian Trichoderma Collection and Screening of Its Capability to Decolourise Real Textile Effluent. *International journal of environmental research and public health* 14
4. Forss J, Lindh MV, Pinhassi J, Welander U. 2017. Microbial Biotreatment of Actual Textile Wastewater in a Continuous Sequential Rice Husk Biofilter and the Microbial Community Involved. *PloS one* 12:e0170562
5. Li Y, Zhao J, Guo J, Liu M, Xu Q, et al. 2017. Influence of sulfur on the accumulation of mercury in rice plant (*Oryza sativa* L.) growing in mercury contaminated soils. *Chemosphere* 182:293-300
6. Liang J, Yang Z, Tang L, Zeng G, Yu M, et al. 2017. Changes in heavy metal mobility and availability from contaminated wetland soil remediated with combined biochar-compost. *Chemosphere* 181:281-8
7. Bratina B, Sorgo A, Kramberger J, Ajdnik U, Zemljic LF, et al. 2016. From municipal/industrial wastewater sludge and FOG to fertilizer: A proposal for economic sustainable sludge management. *Journal of environmental management* 183:1009-25

8. Boca Santa RAA, Soares C, Riella HG. 2016. Geopolymers with a high percentage of bottom ash for solidification/immobilization of different toxic metals. *Journal of hazardous materials* 318:145-53
9. Khaled EM, Meguid NA, Bjorklund G, Gouda A, Bahary MH, et al. 2016. Altered urinary porphyrins and mercury exposure as biomarkers for autism severity in Egyptian children with autism spectrum disorder. *Metabolic brain disease* 31:1419-26
10. Faddeeva-Vakhrusheva A, Derks MF, Anvar SY, Agamennone V, Suring W, et al. 2016. Gene Family Evolution Reflects Adaptation to Soil Environmental Stressors in the Genome of the Collembolan *Orchesella cincta*. *Genome biology and evolution* 8:2106-17
11. Paradelo R, Cutillas-Barreiro L, Soto-Gomez D, Novoa-Munoz JC, Arias-Estevez M, et al. 2016. Study of metal transport through pine bark for reutilization as a biosorbent. *Chemosphere* 149:146-53
12. Lanier C, Bernard F, Dumez S, Leclercq J, Lemiere S, et al. 2016. Combined effect of Cd and Pb spiked field soils on bioaccumulation, DNA damage, and peroxidase activities in *Trifolium repens*. *Environmental science and pollution research international* 23:1755-67
13. Ferraro A, van Hullebusch ED, Huguenot D, Fabbicino M, Esposito G. 2015. Application of an electrochemical treatment for EDDS soil washing solution regeneration and reuse in a multi-step soil washing process: Case of a Cu contaminated soil. *Journal of environmental management* 163:62-9
14. Migliaccio O, Castellano I, Cirino P, Romano G, Palumbo A. 2015. Maternal Exposure to Cadmium and Manganese Impairs Reproduction and Progeny Fitness in the Sea Urchin *Paracentrotus lividus*. *PloS one* 10:e0131815
15. Wang Y, Qin J, Zhou S, Lin X, Ye L, et al. 2015. Identification of the function of extracellular polymeric substances (EPS) in denitrifying phosphorus removal sludge in the presence of copper ion. *Water research* 73:252-64

16. Hussein RA. 2014. Assessment of the effectiveness of orange (*Citrus reticulata*) peel in the recovery of nickel from electroplating wastewater. *The Journal of the Egyptian Public Health Association* 89:154-8
17. Fine P, Paresch R, Beriozkin A, Hass A. 2014. Chelant-enhanced heavy metal uptake by Eucalyptus trees under controlled deficit irrigation. *The Science of the total environment* 493:995-1005
18. Williams G, Snow ET, West JM. 2014. Exposure to As(III) and As(V) changes the Ca(2+)-activation properties of the two major fibre types from the chelae of the freshwater crustacean *Cherax destructor*. *Aquatic toxicology* 155:119-28
19. Pamphlett R, Kum Jew S. 2013. Heavy metals in locus ceruleus and motor neurons in motor neuron disease. *Acta neuropathologica communications* 1:81
20. Shaheen SM, Eissa FI, Ghanem KM, Gamal El-Din HM, Al Anany FS. 2013. Heavy metals removal from aqueous solutions and wastewaters by using various byproducts. *Journal of environmental management* 128:514-21
21. Kumar RM, Frankilin J, Raj SP. 2013. Accumulation of heavy metals (Cu, Cr, Pb and Cd) in freshwater micro algae (*Chlorella* sp.). *Journal of environmental science & engineering* 55:371-6
22. Halder N, Peshin SS, Pandey RM, Gupta YK. 2015. Awareness assessment of harmful effects of mercury in a health care set-up in India: A survey-based study. *Toxicology and industrial health* 31:1144-51
23. Chaudhuri G, Shah GA, Dey P, S G, Venu-Babu P, Thilagaraj WR. 2013. Enzymatically mediated bioprecipitation of heavy metals from industrial wastes and single ion solutions by mammalian alkaline phosphatase. *Journal of environmental science and health. Part A, Toxic/hazardous substances & environmental engineering* 48:79-85
24. Prelot B, Einhorn V, Marchandea F, Douillard JM, Zajac J. 2012. Bulk hydrolysis and solid-liquid sorption of heavy metals in multi-component aqueous suspensions containing porous inorganic solids: are these

mechanisms competitive or cooperative? *Journal of colloid and interface science* 386:300-6

25. Geric M, Gajski G, Orescanin V, Kollar R, Garaj-Vrhovac V. 2012. Chemical and toxicological characterization of the bricks produced from clay/sewage sludge mixture. *Journal of environmental science and health. Part A, Toxic/hazardous substances & environmental engineering* 47:1521-7
26. Venancio VP, Silva JP, Almeida AA, Brigagao MR, Azevedo L. 2012. Conventional (MG-BR46 Conquista) and transgenic (BRS Valiosa RR) soybeans have no mutagenic effects and may protect against induced-DNA damage in vivo. *Nutrition and cancer* 64:725-31
27. Prakash N, Latha S, Sudha PN, Renganathan NG. 2013. Influence of clay on the adsorption of heavy metals like copper and cadmium on chitosan. *Environmental science and pollution research international* 20:925-38
28. Liang YJ, Chai LY, Min XB, Tang CJ, Zhang HJ, et al. 2012. Hydrothermal sulfidation and floatation treatment of heavy-metal-containing sludge for recovery and stabilization. *Journal of hazardous materials* 217-218:307-14
29. Khezri SM, Shariat SM, Tabibian S. 2013. Evaluation of extracting titanium dioxide from water-based paint sludge in auto-manufacturing industries and its application in paint production. *Toxicology and industrial health* 29:697-703
30. Ogata F, Tominaga H, Kangawa M, Inoue K, Kawasaki N. 2012. Adsorption capacity of Cu(II) and Pb(II) onto carbon fiber produced from wool. *Journal of oleo science* 61:149-54
31. Prakash N, Sudha PN, Renganathan NG. 2011. Copper and cadmium removal from synthetic industrial wastewater using chitosan and nylon 6. *Environmental science and pollution research international* 19:2930-41
32. Cao QC, Lou YX, Zhang YX, Bao LM, Cao T, et al. 2009. [Bioindicating function of sulfur in Haplocladium under heavy metals pollution by SRXRF and XANES]. *Huan jing ke xue= Huanjing kexue* 30:3663-8

33. Cruz Viggi C, Pagnanelli F, Cibati A, Uccelletti D, Palleschi C, Toro L. 2010. Biotreatment and bioassessment of heavy metal removal by sulphate reducing bacteria in fixed bed reactors. *Water research* 44:151-8
34. Syed Ibrahim K, Bakkiyaraj D, James R, Ganesh Babu T, Karutha Pandian ST. 2009. Isolation and sequence analysis of a small cryptic plasmid pRK10 from a corrosion inhibitor degrading strain *Serratia marcescens* ACE2. *Plasmid* 62:183-90
35. Abhilash PC, Pandey VC, Srivastava P, Rakesh PS, Chandran S, et al. 2009. Phytofiltration of cadmium from water by *Limnocharis flava* (L.) Buchenau grown in free-floating culture system. *Journal of hazardous materials* 170:791-7
36. Zhang Z, Hao ZW, Liu WL, Xu XH. 2009. [Synchronous treatment of heavy metal ions and nitrate by zero-valent iron]. *Huan jing ke xue = Huanjing kexue* 30:775-9
37. Adenipekun CO, Isikhuemhen OS. 2008. Bioremediation of engine oil polluted soil by the tropical white rot fungus, *Lentinus squarrosulus* Mont. (Singer). *Pakistan journal of biological sciences : PJBS* 11:1634-7
38. Zha SW, Yu JQ, Liu JY, Pan L, Lin N, et al. 2008. [Contents of lead, cadmium, zinc and manganese in the follicular fluid and semen of non-professionally exposed infertile couples]. *Zhonghua nan ke xue = National journal of andrology* 14:494-7
39. Luo M, Li J, Cao W, Wang M. 2008. Study of heavy metal speciation in branch sediments of Poyang Lake. *Journal of environmental sciences* 20:161-6
40. Massadeh A, Al-Momani F, Elbetieha A. 2008. Assessment of heavy metals concentrations in soil samples from the vicinity of busy roads: influence on *Drosophila melanogaster* life cycle. *Biological trace element research* 122:292-9

41. Fu F, Zeng H, Cai Q, Qiu R, Yu J, Xiong Y. 2007. Effective removal of coordinated copper from wastewater using a new dithiocarbamate-type supramolecular heavy metal precipitant. *Chemosphere* 69:1783-9
42. Hu Z, Navarro R, Nomura N, Kong H, Wijesekara S, Matsumura M. 2007. Changes in chlorinated organic pollutants and heavy metal content of sediments during pyrolysis. *Environmental science and pollution research international* 14:12-8
43. Mohamed MA, Abd-Elaty MM, El-Shall WI, Ramadan AB, Tawfik MS. 2005. Environmental impacts of cooling system on Abou Qir Bay. *The Journal of the Egyptian Public Health Association* 80:585-605
44. Mukhina AM, Zhelezniakova AV, Kitina Iu N, Shenkman BS, Nemirovskaia TL. 2006. [NFATc1 and slow-to-fast shift of myosin heavy chain isoforms under functional unloading of the rat m. soleus]. *Biofizika* 51:918-23
45. Arthanareeswaran G, Thanikaivelan P, Jaya N, Mohan D, Raajenthiren M. 2007. Removal of chromium from aqueous solution using cellulose acetate and sulfonated poly(ether ether ketone) blend ultrafiltration membranes. *Journal of hazardous materials* 139:44-9
46. Outokesh M, Mimura H, Niibori Y, Tanaka K. 2006. Preparation of stable alginate microcapsules coated with chitosan or polyethyleneimine for extraction of heavy metal ions. *Journal of microencapsulation* 23:291-301
47. Tsui MT, Cheung KC, Tam NF, Wong MH. 2006. A comparative study on metal sorption by brown seaweed. *Chemosphere* 65:51-7
48. Al-Momani FA, Massadeh AM. 2005. Effect of different heavy-metal concentrations on *Drosophila melanogaster* larval growth and development. *Biological trace element research* 108:271-7
49. Zhao L, Chen F, Zhao G, Wang Z, Liao X, Hu X. 2005. Isomerization of trans-astaxanthin induced by copper(II) ion in ethanol. *Journal of agricultural and food chemistry* 53:9620-3

50. Drogui P, Blais JF, Mercier G. 2005. Hybrid process for heavy metal removal from wastewater sludge. *Water environment research : a research publication of the Water Environment Federation* 77:372-80
51. Moreno-Garrido I, Campana O, Lubian LM, Blasco J. 2005. Calcium alginate immobilized marine microalgae: experiments on growth and short-term heavy metal accumulation. *Marine pollution bulletin* 51:823-9
52. Behraves E, Emami K, Wu H, Gonda S. 2005. Comparison of genotoxic damage in monolayer cell cultures and three-dimensional tissue-like cell assemblies. *Advances in space research : the official journal of the Committee on Space Research* 35:260-7
53. Stout LM, Nusslein K. 2005. Shifts in rhizoplane communities of aquatic plants after cadmium exposure. *Applied and environmental microbiology* 71:2484-92
54. Hocking RK, Hambley TW. 2005. Structural measures of element-oxygen bond covalency from the changes to the delocalisation of the carboxylate ligand. *Dalton transactions*:969-78
55. Garg VK, Kaushik P. 2005. Vermistabilization of textile mill sludge spiked with poultry droppings by an epigeic earthworm *Eisenia foetida*. *Bioresource technology* 96:1063-71
56. Endo T, Yoshikawa M, Ebara M, Kato K, Sunaga M, et al. 2004. Immunohistochemical metallothionein expression in hepatocellular carcinoma: relation to tumor progression and chemoresistance to platinum agents. *Journal of gastroenterology* 39:1196-201
57. Whitfield L, Richards AJ, Rimmer DL. 2004. Relationships between soil heavy metal concentration and mycorrhizal colonisation in *Thymus polytrichus* in northern England. *Mycorrhiza* 14:55-62
58. Manios T, Stentiford EI, Millner P. 2003. Removal of heavy metals from a metaliferous water solution by *Typha latifolia* plants and sewage sludge compost. *Chemosphere* 53:487-94

59. Waranusantigul P, Pokethitiyook P, Kruatrachue M, Upatham ES. 2003. Kinetics of basic dye (methylene blue) biosorption by giant duckweed (*Spirodela polyrrhiza*). *Environmental pollution* 125:385-92
60. Garner DJ, Widrick JJ. 2003. Cross-bridge mechanisms of muscle weakness in multiple sclerosis. *Muscle & nerve* 27:456-64
61. Voegelin A, Scheinost AC, Buhlmann K, Barmettler K, Kretzschmar R. 2002. Slow formation and dissolution of Zn precipitates in soil: a combined column-transport and XAFS study. *Environmental science & technology* 36:3749-54
62. Lorenz S, Francese M, Smith VJ, Ferrero EA. 2001. Heavy metals affect the circulating haemocyte number in the shrimp *Palaemon elegans*. *Fish & shellfish immunology* 11:459-72
63. Rausch-Fan X, Schedle A, Franz A, Spittler A, Gornikiewicz A, et al. 2000. Influence of dental amalgam and heavy metal cations on in vitro interleukin-1beta production by human peripheral blood mononuclear cells. *Journal of biomedical materials research* 51:88-95
64. Chan DC, Titus HW, Chung KH, Dixon H, Wellinghoff ST, Rawls HR. 1999. Radiopacity of tantalum oxide nanoparticle filled resins. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials* 15:219-22
65. Tam NF, Wong YS. 1996. Retention and distribution of heavy metals in mangrove soils receiving wastewater. *Environmental pollution* 94:283-91
66. Roggi C, Maccarini L, Merlo E, Silva S, Minoia C. 1993. [The use of discriminant analysis in the classification of the alcohol intake in a general adult population]. *Giornale italiano di medicina del lavoro* 15:145-51
67. Sarker AB, Akagi T, Yoshino T, Fujiwara K, Murakami I. 1993. Bauhinia purpurea lectin (BPA) binding spectra in hyperplastic human tonsil and in peripheral blood: immunohistochemical, immunoelectron microscopic, and flow cytometric analyses. *The journal of histochemistry and cytochemistry : official journal of the Histochemistry Society* 41:811-7
68. Kim JS, Hwang YW, Kim CG, Bae JH. 2003. Nitrification and denitrification using a single biofilter packed with granular sulfur. *Water science and*

technology : a journal of the International Association on Water Pollution Research 47:153-6

69. Danish M, Khanday WA, Hashim R, Sulaiman NS, Akhtar MN, Nizami M. 2017. Application of optimized large surface area date stone (Phoenix dactylifera) activated carbon for rhodamin B removal from aqueous solution: Box-Behnken design approach. *Ecotoxicology and environmental safety* 139:280-90
70. L. EE, D. AA. 2013. Similarities between photosynthesis and the principle of operation of dye-sensitized solar cell. *International Journal of Physical Sciences* Vol. 8(45), pp. 2053-2056
71. Linsebigler AL, Lu G, Yates JT. 1995. Photocatalysis on TiO₂ Surfaces: Principles, Mechanisms, and Selected Results. *Chem. Rev.* Vol. 95, No. 3,; 735-58
72. Kudo A. 2003. Photocatalyst materials for water splitting. *Catalysis Surveys from Asia* Vol. 7, No. 1, April 2003
73. Kondarides DI, Daskalaki VM, Patsoura A, Verykios XE. 2007. Hydrogen Production by Photo-Induced Reforming of Biomass Components and Derivatives at Ambient Conditions. *Catalysis Letters* 122:26-32
74. Conibeer G, Perez-Wurfl I, Hao X, Di D, Lin D. 2012. Si solid-state quantum dot-based materials for tandem solar cells. *Nanoscale research letters* 7:193
75. Strehlow WH, Cook EL. 1973. Compilation of Energy Band Gaps in Elemental and Binary Compound Semiconductors and Insulators. *J. Physic. Chem. Ref. Data.* Vol. 2, No.1