



PAPARAN KEILMUAN JABATAN GURU BESAR
UNIVERSITAS PADJADJARAN

PERKEMBANGAN FOTOKATALIS SEBAGAI MATERIAL MULTIFUNGSIONAL



Prof. Dr. Diana Rakhmawaty Eddy, S.Si., M.Si.



PERKEMBANGAN FOTOKATALIS SEBAGAI MATERIAL MULTIFUNGSIONAL

Paparan Keilmuan Berkenaan dengan Penerimaan Jabatan
Guru Besar dalam Bidang Material Anorganik Fotokatalitik
pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Padjadjaran

Bandung, 22 Juli 2025

Oleh

Diana Rakhmawaty Eddy



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI,
SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PADJADJARAN
BANDUNG
2025**

Bismillahirrohmanirrohim
Assalamu'alaikum warahmatullahi wabaraktuh

Kepada yang Terhormat,

Rektor Universitas Padjadjaran,
Ketua beserta Anggota Majelis Wali Amanah,
Ketua beserta Anggota Senat Akademik,
Ketua beserta Anggota Dewan Profesor Universitas Padjadjaran,
Para Guru Besar Tamu,
Wakil Rektor, Dekan, dan Wakil Dekan,
Direktur/Ketua Lembaga di lingkungan Universitas Padjadjaran.
Juga hadirin yang saya muliakan.

Dengan kerendahan hati dan rasa syukur yang mendalam, marilah kita panjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT. Atas rahmat dan karunia-Nya yang senantiasa menyertai, kita dapat berkumpul bersama dalam hari yang istimewa ini.

Hadirin yang berbahagia,

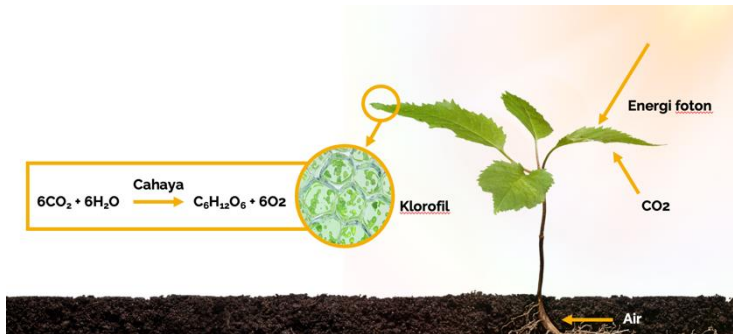
Merupakan suatu kehormatan dan kebanggaan bagi saya dapat memperoleh kesempatan untuk menyampaikan **Paparan Keilmuan pada Pengukuhan Jabatan Guru Besar dalam Bidang Material Anorganik Fotokatalitik**. Pada kesempatan yang berbahagia ini, izinkan saya menyampaikan paparan keilmuan dengan tema:

**“PERKEMBANGAN FOTOKATALIS SEBAGAI MATERIAL
MULTIFUNGSIONAL”**

Hadirin sekalian,

Dalam seni, cahaya digunakan untuk memberi perspektif serta makna pada suatu karya. Namun, dalam dunia sains, cahaya memiliki peran lebih dari itu. Cahaya dapat digunakan untuk memicu terjadinya reaksi yang meniru proses alami dari alam semesta dan dapat berguna bagi kehidupan manusia. Inilah yang menjadi esensi dari **fotokatalisis**, buah pemikiran yang terinspirasi

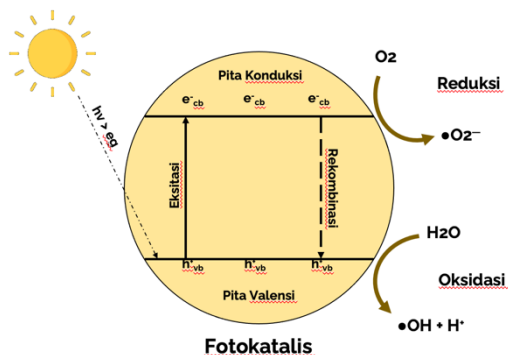
dari proses alam, yaitu fotosintesis, sebuah fenomena ketika cahaya dan material berinteraksi untuk memicu reaksi kimia¹.



Gambar 1. Proses Fotosintesis

Pada prosesnya, cahaya mendorong terjadinya proses Redoks (reduksi dan oksidasi) yang menghasilkan spesi aktif berupa radikal superoksida ($\bullet\text{O}_2^-$) dan hidroksil ($\bullet\text{OH}$) yang dapat digunakan dalam berbagai jenis reaksi kimia².

Berikut merupakan mekanisme reaksi yang terjadi pada proses fotokatalisis:



Gambar 2. Mekanisme Fotokatalisis

Hadirin yang saya hormati,

Fotokatalisis banyak menarik perhatian karena keunggulannya, seperti biaya yang rendah dan efisiensi yang tinggi³. Fotokatalisis juga dapat digunakan dalam berbagai aplikasi seperti remediasi polutan air, *self-cleaning*, dan lainnya. Pengembangan material fotokatalis sebagai material agen remediasi polutan air dan *self-cleaning* secara intens telah tim kami kembangkan.



Gambar 3. Remediasi polutan

Dalam aplikasinya sebagai agen remediasi polutan, fotokatalisis digunakan sebagai proses alternatif untuk mendegradasi polutan organik pada air limbah menjadi senyawa sederhana berupa CO_2 dan H_2O yang lebih aman dilepaskan ke lingkungan. Selain polutan organik, polutan anorganik juga dapat diremediasi menggunakan proses fotokatalisis melalui proses oksidasi dan reduksi untuk menghasilkan senyawa yang tidak berbahaya⁴.

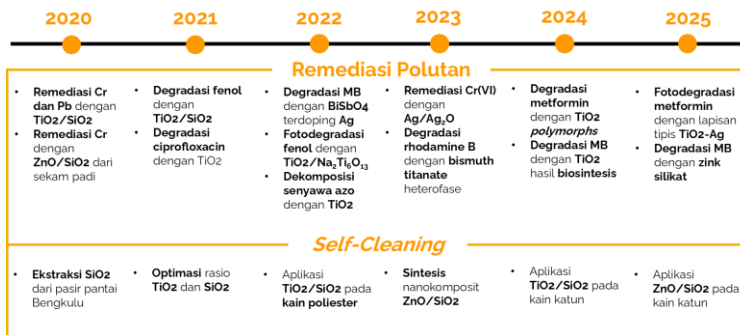
Dalam proses *self-cleaning* fotokatalis dapat mendegradasi polutan organik yang mengalami kontak langsung dengan permukaan material terlapis⁵. Fotokatalis juga dapat meningkatkan hidrofilitas permukaan sehingga memungkinkan terjadinya interaksi yang lebih banyak antara pengotor dan fotokatalis.

Dalam aplikasinya pada pelapisan kaca atau cermin anti kabut atau pelapisan pada kain, sehingga mempunyai sifat membersihkan dengan sendirinya.



Gambar 4. Material *self-cleaning*

Adapun beberapa penelitian yang telah kami lakukan dapat dilihat pada roadmap penelitian berikut ini ⁶⁻¹⁵.



Gambar 5. Aplikasi fotokatalis sebagai agen remediasi polutan dan material *self-cleaning*

Dapat dilihat bahwa berbagai jenis logam oksida dapat dikembangkan dan diterapkan sebagai material fotokatalis, baik itu diaplikasikan untuk proses remediasi polutan maupun sebagai material *self-cleaning*. Hasil penelitian kami menunjukkan bahwa fotokatalis sebagai agen remediasi polutan dapat diaplikasikan secara luas terhadap berbagai jenis polutan. Pada aplikasi *self-cleaning* menunjukkan potensinya yang tinggi sebagai kain fungsional. Hal ini menunjukkan bahwa material fotokatalis merupakan material multifungsional

yang dapat diterapkan dalam berbagai jenis aplikasi dan memungkinkan pengembangan secara berkelanjutan.

Simpulan

Material fotokatalis memiliki banyak keunggulan dan dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang kehidupan. Meski begitu, **inovasi dalam pengembangannya** masih perlu dilakukan untuk mencari metode sintesis terbaik dan meningkatkan aktivitas fotokatalitiknya. Pengembangan material ini ke depannya diharapkan dapat ditingkatkan untuk menghasilkan barang **komersil** yang dapat diterapkan secara langsung dalam kehidupan manusia.

Ucapan Terimakasih

Dengan segenap rasa syukur dan kebahagiaan yang mendalam, perkenankan saya untuk menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang berperan dalam mengiringi langkah akademik saya hingga sampai pada posisi ini. Yang paling utama, saya panjatkan puji dan syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya yang menganugerahkan saya kesempatan untuk mencapai titik penting dalam perjalanan ini.

Ucapan terima kasih yang mendalam saya sampaikan kepada:

1. Menteri Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi Indonesia.
2. Rektor Universitas Padjadjaran, Prof. Arief Sjamsulaksan Kartasasmita, dr., SpM(K), M.Kes., Ph.D
3. Ketua Senat Akademik, Prof. Dr. Ir. Ganjar Kurnia, DEA
4. Dewan Profesor, Prof. Arief Anshory Yusuf, M.Sc., Ph.D
5. Rektor Universitas Padjadjaran ke 12: Prof. Dr. Rina Indiatuti, SE., MSIE.
6. Guru Besar Tamu, Prof. Djulia Onggo, Ph.D. dari Jurusan Kimia FMIPA ITB.
7. Dekan FMIPA Unpad, Prof. Dr. Iman Rahayu sebagai pembina ALG.
8. Wakil Dekan FMIPA, Prof. Dr. Desi Harneti Putri Huspa, M.Si. dan Lusi Safriani, Ph.D.
9. Direktorat SDM Unpad, tendik Kepegawaian FMIPA, dan Departemen Kimia.
10. Lembaga pendidikan formal, SDN Cihampelas 1 Bandung, SMPN 48 Bandung, dan SMAN 2 Bandung. Selanjutnya kepada Jurusan Kimia

- Unpad (S.Si, 1997) pembimbing skripsi, Ir. John Paundanan dan Dra Yati B. Yuliati. Selanjutnya, Jurusan Kimia FMIPA ITB (M.Si, 2003) pembimbing tesis, Prof. Dr. Susanto Imam Rahayu dan Dra. Rita Anggraini, M.S, serta Osaka Prefecture University Japan (Dr, 2008) dengan Supervisor: Prof. Masakazu Anpo dan Prof. Masaya Matsuoka.
11. Tim Kerjasama penelitian: Prof. Dr. M. Lutfi Firdaus (Universitas Bengkulu), Prof. Fitri Khoerunnisa, Ph.D., (UPI Bandung), Prof. Dr. Muhamad Nasir, M.Si., Prof. Dr. Joddy Arya Laksmono, S.T., M.T. Indah Primadona, Ph.D., Dr. Vienna Saraswati, M.Si., Drs. Tatang Wahyudi, M.Si (BRIN)
 12. Kepala Departemen Kimia FMIPA Unpad, Prof. Dr. Iman Permana Maksum, M.Si. dan seluruh Guru Besar di Departemen Kimia FMIPA.
 13. KBK Kimia Material dan Lab Anorganik, Prof. Dr. Atiek Rostika Noviyanti, M.Si., dan Dr. Yusi Deawati, M.Si
 14. Semua tim penelitian Fotokatalitik, mahasiswa S1-S3 Program Studi Kimia FMIPA Unpad.
 15. Mitra penelitian, Prof. Takahiro Takei dan Muhamad Diki Permana, M.Si (University of Yamanashi), Prof. Masaya Matsuoka dan Dr. Masato Takeuchi (Osaka Metropolitan University), dan Prof. Yasuo Izumi (Chiba University).
 16. Kedua orangtua (alm Eddy Sudjana Ardiwinata dan almh N Rochanah) dan Kakak-kakak (Herry Rodiana Eddy, Rita Hendrawaty Eddy, Judy Muliawan Eddy)
 17. Kedua mertua (Djuandi Natawiria dan Atit Djuwita Wati) beserta kakak dan adik ipar.
 18. Suami terkasih Dikdik Kurnia dan kedua buah hati (Daffa Abiyyu Kurnia dan Dhafin Aqila Kurnia) yang senantiasa memberikan doa, cinta, dan kasih.

Terima kasih kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Saya memohon doa semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, dan saya dapat menjaga amanah ini untuk kemaslahatan umat. Aamiin ya Rabbal'alamin.

Wassalamu'alaikum warohmatullahi wabarakatuh.

Salam hormat,

Diana Rakhmawaty Eddy

DAFTAR PUSTAKA

1. Yang, X. & Wang, D. Photocatalysis: From Fundamental Principles to Materials and Applications. *ACS Appl. Energy Mater.* **1**, 6657–6693 (2018).
2. Arun, J. *et al.* Synthesis and application of titanium dioxide photocatalysis for energy, decontamination and viral disinfection: a review. *Environ. Chem. Lett.* **21**, 339–362 (2023).
3. Eddy, D. R., Permana, M. D. & Mulus, D. A. S. *Fotokatalis Heterogen Berbasis TiO₂: Prinsip Dasar, Mekanisme, dan Aplikasi*. (Unpad Press, 2025).
4. Ren, G. *et al.* Recent Advances of Photocatalytic Application in Water Treatment: A Review. *Nanomaterials* **11**, 1804 (2021).
5. Jafarpisheh, F., Kolvir, H. R. & Ghorbanpour, M. Photocatalytic self-cleaning and antibacterial activity of modified wood by Ag doped TiO₂ nanoparticles. *Next Mater.* **4**, 100207 (2024).
6. Eddy, D. R., Ishmah, S. N., Permana, M. D. & Firdaus, M. L. Synthesis of Titanium Dioxide/Silicon Dioxide from Beach Sand as Photocatalyst for Cr and Pb Remediation. *Catalysts* **10**, 1248 (2020).
7. Firdaus, M. L. *et al.* SILICA EXTRACTION FROM BEACH SAND FOR DYES REMOVAL: ISOTHERMS, KINETICS AND THERMODYNAMICS. *Rasayan J. Chem.* **13**, 249–254 (2020).
8. Ishmah, S. N., Permana, M. D., Firdaus, M. L. & Eddy, D. R. Extraction of Silica from Bengkulu Beach Sand using Alkali Fusion Method. *PENDIPA J. Sci. Educ.* **4**, 1–5 (2020).
9. Eddy, D. R. *et al.* Photocatalytic Phenol Degradation by Silica-Modified Titanium Dioxide. *Appl. Sci.* **11**, 9033 (2021).
10. Usman, M. R. *et al.* No Title Degradation of Ciprofloxacin by Titanium Dioxide (TiO₂) Nanoparticles: Optimization of Conditions, Toxicity, and Degradation Pathway. *Bull. Chem. React. Eng. Catal.* **16**, 752–762 (2021).
11. Eddy, D. R., Lestari, P. R., Permana, M. D., . J. & Rahayu, I. Simple Synthesis Pathway of Uniform Nanoparticle TiO₂ from Hydrolysis of TiCl₄ and Kinetic Study of Photocatalytic Decomposition of Azo Compounds. *Res. J. Chem. Environ.* **27**, 48–54 (2022).
12. El-Bahy, S. M. *et al.* Improved photocatalytic performance of a new silver doped BiSbO₄ photocatalyst. *Ceram. Int.* **48**, 23914–23920 (2022).
13. Permana, M. D. *et al.* Enhancing the Photocatalytic Activity of TiO₂/Na₂Ti₆O₁₃ Composites by Gold for the Photodegradation of Phenol. *ChemEngineering* **6**, 69 (2022).
14. Eddy, D. R. *et al.* Comparative studies of synthesis of Ag/Ag₂O nanoparticles by sol–gel and sonochemical method as removal of Cr(VI). *Emergent Mater.* **6**, 1231–1242 (2023).
15. Noviyanti, A. R., Eddy, D. R., Permana, M. D. & Risdiana, R. Heterophase of Bismuth Titanate as a Photocatalyst for Rhodamine B Degradation. *Trends Sci.* **20**, 6147 (2023).
16. Eddy, D. R. *et al.* Study on triphase of polymorphs TiO₂ (anatase/rutile/brookite) for boosting photocatalytic activity of metformin degradation. *Chemosphere* **351**, 141206 (2024).

17. Rahmawati, D. *et al.* Synthesis of TiO₂ nanoparticles using red spinach leaf extract (*Amaranthus Tricolor* L.) for photocatalytic of methylene blue degradation. *Green Chem. Lett. Rev.* **17**, (2024).
18. Sakti, L. K. *et al.* Utilizing TiO₂ photocatalysis and natural SiO₂ superhydrophilicity synergy to improve self-cleaning activity in cotton fabric. *Cellulose* **31**, 5885–5898 (2024).
19. Mulus, D. A. S. *et al.* Enhanced performance of spin-coated silver-modified titanium dioxide thin films over dip coating method for metformin photodegradation. *Results Opt.* **21**, 100838 (2025).
20. Syahnur, F. R. *et al.* Influence of Zn²⁺ amount on zinc silicate phase from natural silica via hydrothermal synthesis method and evaluation of photocatalytic activity. *Emergent Mater.* (2025) doi:10.1007/s42247-025-01144-2.

Curriculum Vitae

1. **Nama** : Prof. Dr. Diana Rakhmawaty Eddy, M.Si.
2. **Tempat/Tanggal Lahir** : Bandung, 20 November 1973
3. **Riwayat Pendidikan**
 1. S-1 Kimia, Universitas Padjadjaran (1992–1997)
 2. S-2 Kimia, Institut Teknologi Bandung (2001–2003)
 3. S-3 *Applied Chemistry*, Osaka Prefecture University (2005–2008)
4. **Riwayat Pekerjaan dan Jabatan**
 1. Staf Departemen Kimia, Universitas Padjadjaran (1998–Sekarang)
 2. Ketua Program Studi Kimia Terapan, Universitas Padjadjaran (2009–2013)
 3. Stak Akademik Departemen Kimia, Universitas Padjadjaran (2013–2014)
 4. Kepala Laboratorium Anorganik, Universitas Padjadjaran (2014–2015)
 5. Sekretaris Departemen Kimia, Universitas Padjadjaran (2016–2017)
 6. Ketua Program Studi Sarjana Kimia, Universitas Padjadjaran (2021–Sekarang)
5. **Kepakaran** : Material Anorganik Fotokatalitik
6. **Riwayat Penelitian 2 Tahun Terakhir**
 1. Komposit $\text{Ag}_2\text{O}/\text{TiO}_2$ Heterofase dalam Mendegradasi Obat Anti Diabetes Metformin, RKDU-HRU Unpad.
 2. Sintesis Nanopartikel TiO_2 Menggunakan Ekstrak Tanaman Sebagai *Capping Agent* Untuk Aplikasi Fotokatalisis Degradasi Zat Warna, RDPD-HRU Unpad.
 3. Pemanfaatan silika alam Bengkulu sebagai komposit pada *coating* kain fungsional antibakteri dan *self-cleaning*, RKDN-BIMA Dikti.
 4. Fungsionalisasi Kain Katun Dengan Komposit $\text{Cu-TiO}_2/\text{SiO}_2$ Dari Silika Alam Menjadi Kain Antibakteri dan *Self-Cleaning* Melalui Aktivasi Fotokatalisis Sinar Tampak, PTM-BIMA Dikti.
 5. Heterophase $\text{Ag}_2\text{O}/\text{TiO}_2$ Composite in Degrading Drug Metformin Antidiabetic, WCP-Kemenristek.
 6. Kolorimetri Digital Berbasis *Smartphone* Untuk Deteksi Biomolekul Dan Logam Berat Menggunakan Nanopartikel Emas, PTM-BIMA Dikti.

7. Pemanfaatan silika alam Bengkulu sebagai komposit pada coating kain fungsional antibakteri dan *self-cleaning*, PFR-BIMA Dikti.
 8. Komposit Ag₂O/TiO₂ Heterofase dalam Mendegradasi Obat Anti Diabetes Metformin, RKDU-HRU Unpad.
 9. Komposit ZnO-TiO₂/rGO Berbasis Ampas Kopi Dan Sekam Padi Untuk Remediasi Limbah, RKDU-HRU Unpad.
 10. Efek sinergis penggabungan magnetit (Fe₃O₄) dengan grafit-karbon nitrida (g-C₃N₄) dalam degradasi polutan dan reduksi ion logam, BUPP Unpad.
 11. Valorisasi Kulit Buah Naga Untuk Sintesis Nanokomposit TiO₂-Biochar Sebagai Fotokatalis Degradasi Parasetamol, RKI-HRU Unpad.
 12. Pengembangan Kain Katun Terlapisi Material Fungsional Berbasis Silika Alam untuk *Self-cleaning* dengan Analisis *Digital Image Colorimetry*, PT-BIMA Dikti.
 13. Sintesis Komposit ZnO/HAp dari Limbah Baterai dan Cangkang Telur Sebagai Fotokatalis Untuk Penanganan Limbah Pewarna Organik, PDD-BIMA Dikti.
- 7. Riwayat Publikasi Artikel 5 tahun Terakhir**
1. Rahayu, I., Ernawati, E.E., Noviyanti, A.R., Linda, Y., **Eddy, D.R.**, Suprabawati, A., Anggraeni, A., Bahti, H.H., Hidayat, S. The Effect of Gadolinium Ion Doping on Electronic Conductivity of LiFePO₄/C. *Key Engineering Materials*, **2020**, 860, 69-74.
 2. Puspita, S., **Eddy, D.R.**, Wahyudi, T., Julaeha, E. Microencapsulation of Lime Peel Essential Oils (Citrus aurantifolia) with Complex Coacervation Methods using Gelatin/Sodium Alginate Coating. *Jurnal Kimia Valensi*, **2020**, 6(1), 104-110.
 3. Ishmah, S.N., Permana, M.D., Firdaus, M.L., **Eddy, D.R.** Extraction of Silica from Bengkulu Beach Sand using Alkali Fusion Method, *PENDIPA Journal of Science Education*, **2020**, 4(2), 1-5.
 4. **Eddy, D.R.**, Ishmah, S.N., Permana, M.D., Firdaus, M.L. Synthesis of Titanium Dioxide/Silicon Dioxide from Beach Sand as Photocatalyst for Cr and Pb Remediation. *Catalysts*, **2020**, 10(11), 1248.
 5. Julaeha, E., Nurzaman, M., **Eddy, D.R.**, Kurnia, D., Puspita, S., Rosandi, Y., Wahyudi, T., Anshori, J.A. Preparation and Characterization of Citrus Aurantifolia Lime Oils Microcapsules by Complex Coacervation Technique. *Revista de Chimie*, **2020**, 71 (12), 146-155.
 6. Zakiyyah, S.N., **Eddy, D.R.**, Firdaus, M.L., Hartati, Y.W. Application of Gold Silica Nanocomposites in Electrochemical Biosensors: A Review. *PENDIPA Journal of Science Education*, **2021**, 5(2), 122-132.
 7. Mulyani, F., Permana, M.D., Ishmayana, S., Rahayu, I., **Eddy, D.R.** Optimisation of Zinc Oxide Nanoparticle Biosynthesis Using *Saccharomyces Cerevisiae* with Box-Behnken Design. *Revista de Chimie*, **2021**, 72(1), 78-88.

8. **Eddy, D.R.,** Rahayu, I., Fauzia, R.P., Ishmayana, S. Preliminary Investigation of Baker's Yeast For The Biosynthesis of Metal Oxide Nanoparticles and Evaluation of Their Antibacterial Activity. *Scientific Study & Research*, **2021**, 22(1), 37-46.
9. Luthfiah, A., Permana, M.D., Deawati, Y., Firdaus, M.L., Rahayu, I., **Eddy, D.R.** Photocatalysis of nanocomposite titania–natural silica as antibacterial against *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa*. *RSC Adv*, **2021**, 11, 38528-38536.
10. Noviyanti, A.R., Malik, Y.T., Rahayu, I., **Eddy, D.R.,** Pratomo, U. Electrochemical properties of $\text{La}_{9.33}\text{Si}_6\text{O}_{26}(\text{LSO})\text{-La}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{Mg}_{0.2}\text{O}_{2.55}(\text{LSGM})$ electrolyte over NiO and $\text{La}_{0.1}\text{Ca}_{0.9}\text{MnO}_3(\text{LCM})$ electrodes. *Materials Research Express*, **2021**, 8(11), 115505.
11. Luthfiah, A., Deawati, Y., Rahayu, I., **Eddy, D.R.** Silica from Natural Sources: a Review on the Extraction and Potential Application as a Supporting Photocatalytic Material for Antibacterial Activity. *Science and Technology Indonesia*, **2021**, 6(3), 144-155.
12. Noviyanti, A., **Eddy, D.R.,** Rukiah, Deawati, Y. Nano-Hydroxyapatite and Its Compounds and Their Potential in the Fight Against Covid-19: A Review. *Rasayan Journal of Chemistry*, **2021**, 14(2), 1006.
13. Wibowo, A., Marsudi, M.A., Pramono, E., Belva, J., Parmita, A.W.Y.P., Patah, A., **Eddy, D.R.,** Aimon, A.H., Ramelan, A. Recent Improvement Strategies on Metal-Organic Frameworks as Adsorbent, Catalyst, and Membrane for Wastewater Treatment, **2021**, 26(17), 5261.
14. **Eddy, D.R.,** Ishmah, S.N., Permana, M.D., Firdaus, M.L., Rahayu, I., El-Badry, Y.A., Hussein, E.E., El-Bahy, Z.M. Photocatalytic phenol degradation by silica-modified titanium dioxide. *Applied Sciences*, **2021**, 11(19), 9033.
15. Usman, M.R., Prasasti, A., Islamiah, S., Firdaus, A.N., Marita, A.W., Fajriyah, S., Noviyanti, A.R., **Eddy, D.R.** Degradation of ciprofloxacin by titanium dioxide (TiO_2) nanoparticles: Optimization of conditions, toxicity, and degradation pathway. *Bulletin of Chemical Reaction Engineering & Catalysis*, **2021**, 16(4), 752-762.
16. Pandiangan, N.S., Pratiwi, L., **Eddy, D.R.,** Wahyudi, T., Mulyawan, A.S., Julaeha, E. Aktivitas Anti Nyamuk Mikrokapsul Minyak Asiri *Citrus Aurantifolia* terhadap *Aedes Aegypti*. *Arena Tekstil*, **2021**, 36(2), 73-82.
17. Pratama, R.A., Nurhayati, Y., Fitri, D.F., Mahendra, A.N., Azuri, K.A.M., **Eddy, D.R.** Pelapisan Komposit $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ pada Kain Poliester dengan Metode *Dip Coating* pada Pembuatan Masker Hidrofobik Antivirus. *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*, **2022**, 18(1), 95-102.
18. Irwansyah, F.S., Yusuf, A., **Eddy, D.R.,** Risdiana, R., Noviyanti, A.R. Effect of Sensitive pH on Hydroxyapatite Properties Synthesized from Chicken Eggshell. *Indonesia Journal of Chemistry*, **2022**, 22(5), 1418-1426.
19. Pratiwi, L., **Eddy, D.R.,** Anshori, J.A., Harja, A., Wahyudi, T., Mulyawan, A.S., Julaeha, E. Microencapsulation of *Citrus aurantifolia* essential oil with the optimized CaCl_2 crosslinker and its antibacterial study for cosmetic textiles. *RSC Adv*, **2022**, 12, 30682-30690.
20. **Eddy, D.R.,** Nursyamsiah, D., Permana, M.D., Solihudin, Noviyanti, A.R., Rahayu, I. Green production of zero-valent iron (ZVI) using tea-leaf extracts for fenton degradation of mixed rhodamine B and methyl orange dyes. *Materials*, **2022**, 15(1), 332.

21. Firdaus, M.L., Saputra, E., Ginting, S.M., Wyantuti, S., **Eddy, D.R.**, Rahmidar, L., Yulianto B. Smartphone-based digital image colorimetry for non-enzymatic detection of glucose using gold nanoparticles. *Sensing and Bio-sensing Research*, **2022**, 35, 100472.
22. **Eddy, D.R.**, Permana, M.D., Lutfiah, A., Noviyanti, A.R., Deawati, Y., Rahayu, I. Challenges of TiO₂-composite, as a visible active photocatalyst material for SARS-CoV-2 antiviral compared with the other viruses. *Quimica Nova*, **2022**, 45(1), 74-82.
23. Julaeha, E., **Eddy, D.R.**, Wahyudi, T., Ningsih, B.A., Nurzaman, M., Permadi, N., Herlina, T., Anshori, J.A. Coacervate Microcapsules of *Citrus aurantifolia* Essential Oil (LOs): Optimization and Their Antibacterial Activity Study. *ChemistrySelect*, **2022**, 7(15), e202200187.
24. **Eddy, D.R.**, Deawati, Y., Solihudin., Luthfiah, A., Sakti, L.K., Rahayu, I. The use of nano-sized natural silica to visible light photocatalyst as a mask coating for inactivation of SARS-CoV-2: a review. *Rasayan Journal of Chemistry*, **2022**, 15(3), 1822-1833.
25. El-Bahy, S.M., Arshad, J., Munir, S., Chaudhary, K., Alhashmialameer, D., **Eddy, D.R.**, Warsi, M.F., Shahid, M. Improved photocatalytic performance of a new silver doped BiSbO₄ photocatalyst. *Ceramics International*, **2022**, 48(16), 23914-23920.
26. Novianti, H.R., Maryani, E., **Eddy, D.R.**, Solihudin, S., Arifiadi, F., Idamayanti, D. Sintesis dan Karakterisasi Nanopartikel Zirkonia Terstabilkan Kalsium (CSZ) Berbasis Prekursor Zirkonium Hidroksida dari Pasir Zirkon Menggunakan Templat Etilen Glikol. *Chimica et Natura Acta*, **2022**, 10(2), 72-80.
27. Irwansyah, F.S., Noviyanti, A.R., **Eddy, D.R.**, Risdiana, R. Green template-mediated synthesis of biowaste nano-hydroxyapatite: a systematic literature review. *Molecules*, **2022**, 27(17), 5586.
28. Permana, M.D., Noviyanti, A.R., Lestari, P.R., Kumada, N., **Eddy, D.R.**, Rahayu, I. Enhancing the Photocatalytic Activity of TiO₂/Na₂Ti₆O₁₃ Composites by Gold for the Photodegradation of Phenol. *ChemEngineering*, **2022**, 6(5), 69.
29. Permana, M.D., Noviyanti, A.R., Lestari, P.R., Kumada, N., **Eddy, D.R.**, Rahayu, I. Synthesis and photocatalytic activity of TiO₂ on phenol degradation. *Kuwait Journal of Science*, **2022**, 49(4).
30. Rostika, A.R., Asyiah, E.N., Permana, M.D., Dwiyantri, D., Suryana, **Eddy, D.R.** Preparation of hydroxyapatite-titanium dioxide composite from eggshell by hydrothermal method: characterization and antibacterial activity. *Crystals*, **2022**, 12(11), 1599.
31. Zakiyyah, S.N., **Eddy, D.R.**, Firdaus, M.L., Subroto, T., Hartati, Y.W. Screen-printed carbon electrode/natural silica-ceria nanocomposite for electrochemical aptasensor application. *Journal of Electrochemical Science and Engineering*, **2022**, 12(6), 1225-1242.
32. **Eddy, D.R.**, Lestari, P.R., Permana, M.D., Juliandri., Rahayu, I. Simple Synthesis Pathway of Uniform Nanoparticle TiO₂ from Hydrolysis of TiCl₄ and Kinetic Study of Photocatalytic Decomposition of Azo Compounds. *Research Journal of Chemistry and Environment*, **2022**, 27(1), 1-8.
33. Firdaus, M.L., Apriyoanda, H., Isnani, I., Wyantuti, S., **Eddy, D.R.** Quantitative analysis of Cr (III) and Cr (VI) using gold nanoparticles with UV-vis spectrometry and smartphone colorimetric-sensing. *Iran J. Chem. Chem. Eng*, **2023**, 42(3).
34. Permana, M.D., Sakti, L.K., Luthfiah, A., Firdaus, M.L., Takei, T., **Eddy, D.R.**, Rahayu, I. A Simple Methods for Determination of Methylene Blue using Smartphone-Based as Digital Image Colorimetry. *Trends in Sciences*, **2023**, 20(4), 5149

35. Maesaroh, K., Permana, M.D., **Eddy, D.R.**, Rahayu, I. The effect of different synthesis with chemical and biological methods on properties of silver oxide nanoparticles. *Trends in Sciences*, **2023**, 20(3), 4350-4350.
36. Asyiah, E.N., Irwansyah, F.S., Noviyanti, A.R., **Eddy, D.R.** Composite of hydroxyapatite (HA) from eggshells and TiO_2 . *AIP Publishing LLC*, **2023**, 2646(1), 030016.
37. Giasari, A.F., Muharam, A.P.M., Syampurwadi, A., **Eddy, D.R.**, Primadona, I. Morphological effect of one-dimensional ZnO nanostructures on the photocatalytic activity. *Journal of Physics and Chemistry Solids*, **2023**, 176, 111259.
38. Zakiyyah, S.N., **Eddy, D.R.**, Firdaus, M.L., Subroto, T., Hartati, Y.W. Box-Behnken Experimental Design for Electrochemical Aptasensor Optimization on Screen Printed Carbon Electrode/Silica-Ceria. *Jurnal Kimia Valensi*, **2023**, 9(1), 1-12.
39. Irwansyah, F.S., Amal, A.I., Hadisusanto, E.P., Noviyanti, A.R., **Eddy, D.R.**, Ma'Amor, A., Risdiana, R. Effect of low solid/liquid ratio on hydrothermal synthesis of hydroxyapatite with green template from banana flower (*Musa acuminata* Cavendish). *al Kimiya: Jurnal Ilmu Kimia dan Terapan*, **2023**, 10(1), 57-63.
40. **Eddy, D.R.**, Permana, M.D., Sakti, L.K., Sheha, G.A.N., Solihudin, Hidayat, S., Takei, T., Kumada, N., Rahayu, I. Heterophase Polymorph of TiO_2 (Anatase, Rutile, Brookite, TiO_2 (B)) for Efficient Photocatalyst: Fabrication and Activity. *Nanomaterials*, **2023**, 13(704), 1-30.
41. **Eddy, D.R.**, Luthfiah, A., Permana, M.D., Deawati, Y., Firdaus, M.L., Rahayu, I., Izumi, Y. Rapid probing of self-cleaning activity on polyester coated by titania-natural silica nanocomposite using digital image-based colorimetry. *ACS Omega*, **2023**, 8(8), 7858–7867.
42. **Eddy, D.R.**, Permana, M.D., Sakti, L.K., Dwiyanti, D., Takei, T., Kumada, N., Rahayu, I. Comparative Studies of Synthesis of $\text{Ag}/\text{Ag}_2\text{O}$ Nanoparticles by Sol-gel and Sonochemical Method as Removal of Cr(VI) . *Emergent Materials*, **2023**, 6(4), 1231-1242.
43. Noviyanti, A.R., **Eddy, D.R.**, Permana, M.D., Risdiana, R. Heterophase of bismuth titanate as a photocatalyst for rhodamine B degradation. *Trends in Sciences*, **2023**, 20(10), 6147-6147.
44. Edwin, R., **Eddy, D.R.**, Rahayu, I. A Rapid Synthesis of Zeolitic Imidazolate Framework-14 Cobalt (ZIF-14 Co) for Surface Modification of LiFePO_4 as Lithium-Ion Battery Cathode Material. *Key Engineering Materials*, **2023**, 950, 31-38.
45. Sakti, L.K., Sheha, G.A.N., Radhiyah, C.P.S.M., Nugraha, J., **Eddy, D.R.**, Permana, M.D., Maksum, I.P., Deawati, Y. Cotton fabric coating by rGO and polymethylsiloxane layer with antibacterial, hydrophobic and photothermal properties. *Trends in Sciences*, **2023**, 20(11), 6813-6813.
46. Novella, I., Rupaedah, B., **Eddy, D.R.**, Suryana, Irwansyah, F.S., Noviyanti, A.R. The Influence of Polyvinyl Alcohol Porogen Addition on the Nanostructural Characteristics of Hydroxyapatite. *Materials*, **2023**, 16(18), 6313.
47. Julaeha, E., Pandiangan, N.S., **Eddy, D.R.**, Permadi, N., Harja, A., Wahyudi, T., Al-Anshori, J. Ethyl cellulose-based microcapsules of *Citrus aurantifolia* (Christm.) Swingle essential oil with an optimized emulsifier for antibacterial cosmetotextiles. *Polymer*, **2023**, 283, 126265.
48. Firdaus, M.L., Okumura, R.M., Nursaadah, E., Handayani, D., Mayub, A., Rahmidar, L., Permana, M.D., Luthfiah, A., Wyantuti, S., **Eddy, D.R.**, Hartati, Y.W. Colorimetric

- Sensing of Ascorbic Acid Using Cu-Phen MOFs and Subsequent Digital Image Analysis with Smartphone. *Science and Technology Indonesia*, **2023**, 8(4), 660-665.
49. Irwansyah, F.S., Amal, A.I., Hadisusanto, E.P., Noviyanti, A.R., **Eddy, D.R.**, Risdiana, R., Suryana, S., Zain, S.B.M. How to make and characterize hydroxyapatite from eggshell using the hydrothermal method: Potential insights for drug delivery system. *Indonesia Journal of Science and Technology*, **2023**, 8(3), 469-486.
 50. Aqillah, F., Permana, M.D., **Eddy, D.R.**, Firdaus, M.L., Takei, T., Rahayu, I. Detection and quantification of Cu²⁺ ion using gold nanoparticles via Smartphone-based digital imaging colorimetry technique. *Results in Chemistry*, **2024**, 7, 101418.
 51. Irwansyah, F.S., Amal, A.I., Diyanthi, E.W., Hadisusanto, E.P., Noviyanti, A.R., **Eddy, D.R.**, Risdiana, R. How to read and determine the specific surface area of inorganic materials using the Brunauer-Emmett-Teller (BET) method. *ASEAN Journal of Science and Engineering*, **2024**, 4(1), 61-70.
 52. **Eddy, D.R.**, Sheha, G.A.N., Permana, M.D., Saito, N., Takei, T., Kumada, N., Rahayu, I., Abe, I., Sekine, Y., Oyumi, T., Izumi, Y. Study on triphase of polymorphs TiO₂ (anatase/rutile/brookite) for boosting photocatalytic activity of metformin degradation. *Chemosphere*, **2024**, 351, 141206.
 53. **Suminar, D.R.**, Rahayu, I., Andrijanto, E., Anam, Y.M., Fadhillah, F., Irwansyah, F.S., **Eddy, D.R.** Comparison of Carbon-Based Heterogeneous Acid Catalyst from Water Hyacinth and Coconut Shell for Biofuel Production. *Trends in Sciences*, **2024**, 21(6), 7601-7601.
 54. Sakti, L.K., **Eddy, D.R.**, Permana, M.D., Firdaus, M.L., Deawati, Y., Rahayu, I. Utilizing TiO₂ photocatalysis and natural SiO₂ superhydrophilicity synergy to improve self-cleaning activity in cotton fabric. *Cellulose*, **2024**, 31(9), 5885-5898.
 55. **Eddy, D.R.**, Rahmawati, D., Permana, M.D., Takei, T., Noviyanti, A.R., Rahayu, I. A review of recent developments in green synthesis of TiO₂ nanoparticles using plant extract: Synthesis, characterization and photocatalytic activity. *Inorganic Chemistry Communications*, **2024**, 165, 112531.
 56. Suminar, D.R., Pribadi, C.Z., Fitriana, Q.R., Andrijanto, E., Permana, M.D., **Eddy, D.R.**, Rahayu, I. Corncob waste derived carbon with sulfonic acid group: An efficient heterogeneous catalyst for production of ethyl levulinate as biodiesel additives. *Heliyon*, **2024**, 10(18).
 57. Giasari, A.S., Pratama, R.A., **Eddy, D.R.**, Irkham, Adzani, M.D., Fransisca, N., Pratomo, U., Fultom, N.S., Indriyati, Primadona, I. Role of Sulfur in Enhancing UV-Light Absorption and Photoelectrochemical Performance of ZnO/N, S- doped CQDs Nanocomposite. *ChemistrySelect*, **2024**, 9(42), e202404072.
 58. Permana, M.D., Takei, T., Khatun, A.A., **Eddy, D.R.**, Saito, N., Kumada, N. Effect of wavelength in light irradiation for Fe²⁺/Fe³⁺ redox cycle of Fe₃O₄/g-C₃N₄ in photocatalysis and photo-Fenton systems. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, **2024**, 457, 115876.
 59. Rahmawati, D., Permana, M.D., **Eddy, D.R.**, Saito, N., Takei, T., Suryana, Noviyanti, A.R., Rahayu, I., Helal, M.H., El-Bahy, Z.M. Synthesis of TiO₂ nanoparticles using red spinach leaf extract (*Amaranthus Tricolor L.*) for photocatalytic of methylene blue degradation. *Green Chemistry Letters and Reviews*, **2024**, 17(1), 2352571.
 60. Irwansyah, F.S., Amal, A.I., Hadisusanto, E.P., Noviyanti, A.R., **Eddy, D.R.**, Risdiana, R. New insight on the role of banana plant (*Musa acuminata Cavendish*) template in low-temperature synthesis of hydroxyapatite. *Results in Chemistry*, **2025**, 13, 101932.

61. Syahnur, F.R., Permana, M.D., Pratama, R.A., Deawati, Y., Firdaus, M.L., **Eddy, D.R.**, Rahayu, I. Exploring chemical, physical, and biosynthesis methods for ZnO/SiO₂: Synthesis strategies and applications. *Inorganic Chemistry Communications*, **2025**, 171, 113659.
62. Pratomo, U., Fransisca, N., Adzani, M.D., Sulaeman, A.P., **Eddy, D.R.**, Mulyana, J.Y., Primadona, I. Doping of rare earth element: The effects in elevated physical and optical properties of ZnO. *Talanta Open*, **2025**, 100411.
63. Rupaedah, B., Novella, I., Noviyanti, A.R., **Eddy, D.R.**, Safarriada, A., Hapid, A., Haqqa, Z.A., Suryana, S., Kurnia, I., Inayatirrahmi, F. Synthesis and the impact of hydroxyapatite nanoparticles on the viability and activity of rhizobacteria. *Beilstein Journal of Nanotechnology*, **2025**, 16(1), 216-228.
64. Maesaroh, K., Zahra, G.I., Shieddieque, A.D., Permana, M.D., Edwin, R., Laksmono, J.A., **Eddy, D.R.**, Rahayu, I. A novel strategy of water-based synthesis method of zeolitic-imidazolate framework-14 (ZIF-14). *Results in Chemistry*, **2025**, 14, 102097.
65. Noviyanti, A.R., Fajrina, Y., **Eddy, D.R.**, Hartati, Y.W., Rupaedah, B., Permana, M.D., Karnjanakom, S., Guan, G., Kurnia, I. Utilization of Nanohydroxyapatite-Kaolin Composites as a Slow-Release Materials of Urea. *Materials Chemistry and Physics*, **2025**, 130976.
66. Permana, M.D., Takei, T., Khatun, A.A., Saito, N., **Eddy, D.R.**, Kumada, N. The synergistic effect of Fe₃O₄/g-C₃N₄ for persulfate activation in sulfate radical photo-Fenton. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, **2025**, 137110.
67. Yuliana, Y., Permana, M.D., **Eddy, D.R.**, Saito, N., Takei, T. Adsorption evaluation of linear alkylbenzene sulfonate on magadiite-magnetite and carbon-magnetite from rice husk ash. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, **2025**, 11, 101224.
68. Mulus, D.A.S., Permana, M.D., Deawati, Y., **Eddy, D.R.** A current review of TiO₂ thin films: synthesis and modification effect to the mechanism and photocatalytic activity. *Applied Surface Sciences Advances*, **2025**, 27, 100746.
69. Syahnur, F.R., Permana, M.D., Dwiyantri, D., **Eddy, D.R.**, Deawati, Y., Takei, T., Firdaus, M.L. Influence of Zn²⁺ amount on zinc silicate phase from natural silica via hydrothermal synthesis method and evaluation of photocatalytic activity. *Emergent Materials*, **2025**, 1-12.
70. Mulus, D.A.S., Permana, M.D., Prawiranegara, S.P.H., Tustika, C.Z., Putri, S.P., Zahra, S.A., Deawati, Y., **Eddy, D.R.** Enhanced performance of spin-coated silver-modified titanium dioxide thin films over dip coating method for metformin photodegradation. *Results in Optics*, **2025**, 21, 100838.
71. Alzura, S.P., Saraswati, V., Ishmayana, S., Budiman, Y.P., **Eddy, D.R.**, Aji, E.S., Ratnaningrum, D., Endah, E.S., Meirinawati, H., Setiyanto, H. Synthesis and characterization of zinc oxide nanoparticles-carbon composite derived from pineapple peel wastes for adsorption of methylene blue from solution and photocatalytic activity. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, **2025**, 11, 101113.

8. Riwayat Publikasi Buku 5 Tahun Terakhir

Fotokatalis Heterogen berbasis TiO₂: Prinsip Dasar, Mekanisme, dan Aplikasi, Unpad Press, 978-623-352-513-8, 2025 (1st author).