



Volume 9
Nomor 1
Januari 2024

E-ISSN 2541-4275

P-ISSN 0853-7720

JURNAL

PENELITIAN DAN KARYA ILMIAH
LEMBAGA PENELITIAN UNIVERSITAS TRISAKTI

Terakreditasi SINTA 5 oleh Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia, Nomor 23/E/KPT/2019 tanggal 8 Agustus, berlaku mulai dari 1 Oktober 2018 hingga 30 September 2023

j. penelitian. karya ilmiah. lembaga
penelitian. universitas. trisakti

Vol.
9

No.
1

pp
1-286

P-ISSN
0853-7720

Editorial Team

Chief Editor

- **Mustamina Maulani**  mustamina@ftke.trisakti.ac.id (<http://ftke.trisakti.ac.id/>)
Scopus ID [57218205872]
Universitas Trisakti, Indonesia
Fakultas Teknologi Kebumihan dan Energi
Scopus (<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57218205872>) | Google Scholar (<https://scholar.google.com/citations?hl=en&user=myPFU9sAAAAJ>) |
Sinta (Science and Technology) (<https://sinta.ristekbrin.go.id/authors/detail?id=6648771&view=overview>) |

Editor Board Member

- **Rini Setiati**  (<mailto:rini.setiati@ftke.trisakti.ac.id>) (<http://ftke.trisakti.ac.id/>)
Scopus ID [57200731324]
Universitas Trisakti, Indonesia
Fakultas Teknologi Kebumihan dan Energi
Scopus (<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57200731324>) | Google Scholar (<https://scholar.google.com/citations?hl=en&user=3Q3ANrcAAAAJ>) |
Sinta (Science and Technology) (<https://sinta.ristekbrin.go.id/authors/detail?id=5984727&view=overview>) | researchgate.net
(https://www.researchgate.net/profile/Rini_Setiati)
- **Asep Iwa Soemantri**  (<mailto:asep.iwa@aal.ac.id>) (<http://www.aal.ac.id/>)
Scopus ID [57216282629] Akademi Angkatan Laut, Indonesia
Scopus (<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57216282629>) | Google Scholar (https://scholar.google.com/citations?view_op=list_works&hl=en&hl=en&user=0cGJwvEAAAAJ)
- **Fafurida Fafurida**  (<mailto:fafurida@unnes.ac.id>) (<https://unnes.ac.id/>)
Scopus ID [57196196903] Universitas Negeri Semarang, Indonesia
Scopus (<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57196196903>) | Google Scholar (<https://scholar.google.com/citations?user=SD-0XyWAAAAJ&hl=id&oi=ao>) | Sinta (Science and Technology Index) (<https://sinta.ristekbrin.go.id/authors/detail?id=529&view=overview>)
- **Indah Widiyaningsih**  (<mailto:indah.widiyaningsih@upnyk.ac.id>) (<https://www.upnyk.ac.id/>)
Scopus ID [57218204019] UPN Veteran Yogyakarta, Indonesia
Scopus (<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57218204019>)
Google Scholar (<https://scholar.google.co.id/citations?hl=id&user=c69L1lkAAAAJ>) | Sinta (Science and Technology Index) (<https://sinta.ristekbrin.go.id/authors/detail?id=6663304&view=overview>)
- **Ira Herawati**  (<mailto:ira.herawati@uir.ac.id>) (<https://uir.ac.id/>)
Universitas Islam Riau (UIR), Riau, Indonesia
Google Scholar (<https://scholar.google.co.id/citations?user=rz4aYxIAAAAAJ&hl=en>) | Sinta (Science and Technology Index) (<https://sinta.ristekbrin.go.id/authors/detail?id=6020520&view=overview>)
- **Nurhikmah Budi Hartanti**  (<mailto:nurhikmah@ftsp.trisakti.ac.id>) (<http://ftsp.trisakti.ac.id/>)
Scopus ID [57211574556] Universitas Trisakti, Indonesia
Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Trisakti
Scopus (<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57211574556>) | Google Scholar (<https://scholar.google.com/citations?hl=en&user=f-TdktIAAAAAJ>) | Sinta
(Science and Technology Index) (<https://sinta.ristekbrin.go.id/authors/detail?id=5983686&view=overview>) | Researchgate.net (<https://www.e-journal.trisakti.ac.id/agora/user/>)
- **Oknovia Susanti**  (<mailto:oknovia@ft.unand.ac.id>) (<https://ft.unand.ac.id/>)
Scopus ID [57193803989] Universitas Andalas, Indonesia
Fakultas Teknik - Universitas Andalas
Scopus (<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57193803989>) | Google Scholar (<https://scholar.google.com/citations?user=qMRyu5UAAAAJ&hl=id&oi=ao>) | Sinta (Science and Technology Index) (<https://sinta.ristekbrin.go.id/authors/detail?id=6019195&view=overview>)
- **Rani Kurnia**  (<mailto:rani.kurnia@ftm.itb.ac.id>) (<http://ftm.itb.ac.id>)
Scopus ID [57202498292] Institut Teknologi Bandung, Indonesia

- Scopus (<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57202498292>) | Google Scholar (<https://scholar.google.com/citations?hl=en&user=xnHmlmEAAAAJ>) | Sinta (Science and Technology Index) (<https://sinta.ristekbrin.go.id/authors/detail?id=6706994&view=overview>)
- **Rosyida Permatasari**  (mailto:%72%6f%73%79%69%64%61@%74%72%69%73%61%6b%74%69.%61%63.%69%64) <http://fti.trisakti.ac.id/> (<http://fti.trisakti.ac.id/>)
Scopus ID [36548948000] Universitas Trisakti, Indonesia
Fakultas Teknologi Industri - Universitas Trisakti
Scopus (<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57202498292>) | Google Scholar (<https://scholar.google.com/citations?hl=en&user=xnHmlmEAAAAJ>) | Sinta (Science and Technology Index) (<https://sinta.ristekbrin.go.id/authors/detail?id=6706994&view=overview>)
 - **Syifa Saputra**  (mailto:%73%79%69%66%61.%6d%70%62%69%6f%75%6e%73%79%69%61%68@%67%6d%61%69%6c.%63%6f%6d) <http://fti.trisakti.ac.id/> (<http://fti.trisakti.ac.id/>)
Scopus ID [57200986449] Universitas Al Muslim, Aceh, Indonesia
 - **Winnie Septiani**  (mailto:%77%69%6e%6e%69%65.%73%65%70%74%69%61%6e%69@%74%72%69%73%61%6b%74%69.%61%63.%69%64) <http://fti.trisakti.ac.id/> (<http://fti.trisakti.ac.id/>)
Scopus ID [55350716400] Universitas Trisakti, Indonesia
Fakultas Teknologi Industri - Universitas Trisakti
Scopus (<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55350716400>) | Google Scholar (<https://scholar.google.com/citations?hl=en&user=6ghiddMAAAAJ>) | Sinta (Science and Technology Index) (<https://sinta.ristekbrin.go.id/authors/detail?id=5981267&view=overview>)
 - **Yenny Yenny**  (mailto:%79%65%6e%6e%79%66%61%72%6d%61%6b%6f@%74%72%69%73%61%6b%74%69.%61%63.%69%64) <http://fk.trisakti.ac.id/> (<http://fk.trisakti.ac.id/>)
Scopus ID [37076227300] Universitas Trisakti, Indonesia
Farmakologi Fakultas Kedokteran
Scopus (<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=37076227300>) | Google Scholar (<https://scholar.google.com/citations?hl=en&user=nMO1MQQAAAJ&hl=id&oi=ao>) | Sinta (Science and Technology Index) (<https://sinta.ristekbrin.go.id/authors/detail?id=5992213&view=overview>)



(<https://sinta.ristekbrin.go.id/journals/detail?id=4453>)

Click here to **Submit**

(</lemlit/about/submissions#onlineSubmissions>)

INFORMATION

Kontak (</index.php/lemlit/about/contact>)

Dewan Editorial (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/lemlit/editorialteam>)

Reviewer (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/lemlit/peerreviewer>)

Fokus dan Ruang Lingkup (</index.php/lemlit/about#focusAndScope>)

Kebijakan Bagian (</index.php/lemlit/about#sectionPolicies>)

Proses Peer Review (</index.php/lemlit/about#peerReviewProcess>)

Frekuensi Penerbitan (</index.php/lemlit/about#publicationFrequency>)

Kebijakan Akses Terbuka (</index.php/lemlit/about#openAccessPolicy>)

Pengarsipan (</index.php/lemlit/about#archiving>)

Publication Ethics and Malpractice Statement (</index.php/lemlit/about#custom-3>)

Plagiarism Check (</index.php/lemlit/about#custom-3>)

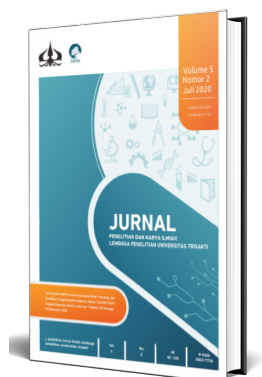
Author Guideline (https://drive.google.com/file/d/1JzDnk9fbfzV8It8S7FUREXVTJUpOys_/view?usp=sharing)

Indexing (</index.php/lemlit/about#custom-5>)

Statistik Visitor (https://statcounter.com/p11347205/summary/?account_id=7047103&login_id=5&code=d2bbb84984db1056dbea94852be7b39e&guest_login=1)

TEMPLATE

- ISSN 2541-4275
(<https://issn.brin.go.id/terbit/detail/1474618987>)
(Online)
- ISSN 0853-7720 (<https://issn.brin.go.id/terbit?search=0853-7720>)(Print)

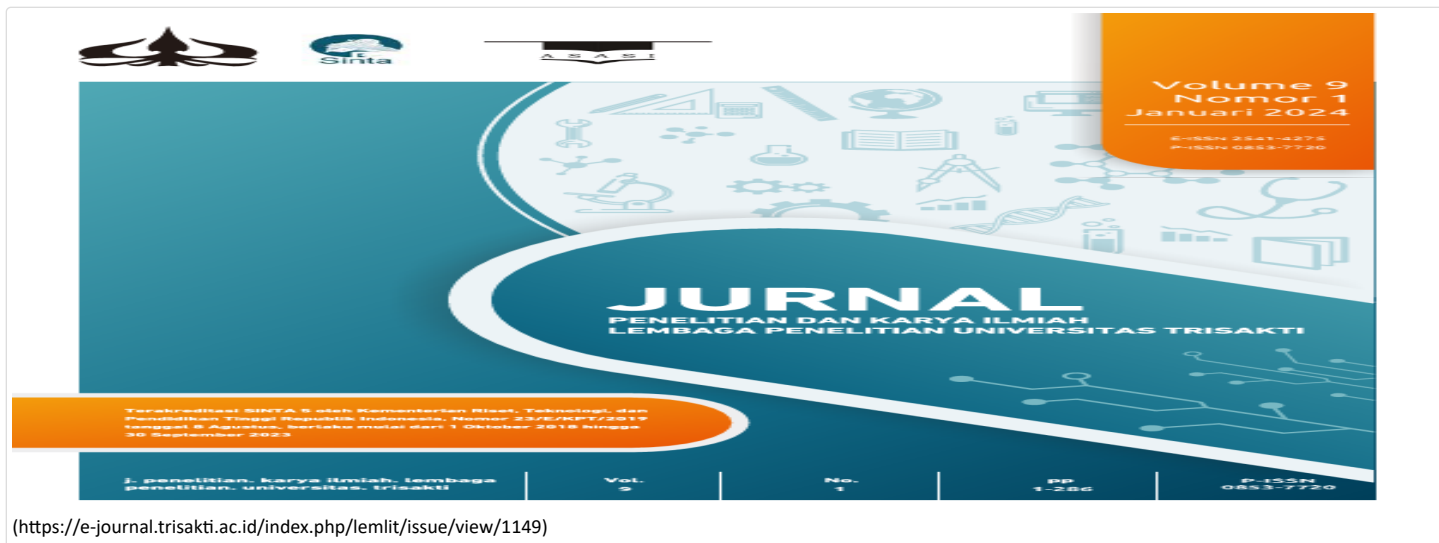


Jurnal Penelitian dan Karya Ilmiah Lembaga Penelitian Universitas Trisakti, adalah jurnal yang diterbitkan oleh Lembaga Penelitian Universitas Trisakti untuk memberikan wadah kepada para peneliti untuk menyebarkan pengetahuan dan kemampuan yang dimiliki dalam bentuk hasil penelitian maupun karya ilmiah terpublikasi. Jurnal ini untuk mempublikasikan berbagai isu-isu terkini yang berkaitan dengan bidang ilmu pengetahuan baik sains, sosial maupun budaya.

Jurnal Penelitian dan Karya Ilmiah telah terakreditasi SINTA 5 oleh Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia dengan sk bernomor 23 / E / KPT / 2019, pada tgl 8 Agustus 2019, berlaku mulai dari 1 Oktober 2018 hingga 30 September 2023. (<https://sinta.kemdikbud.go.id/journals/profile/4453>)

Current Issue

Volume 9, Nomor 1, Januari 2024



Published: 2024-01-15

Cover (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/lemlit/article/view/19059>)

PDF (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/lemlit/article/view/19059/10697>)

|  Abstract views: 11 |  PDF Download: 64 |

Articles

ANALISIS POLA PERMUKIMAN BERDASARKAN TOPOGRAFI DI KOTA TERNATE (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/lemlit/article/view/15227>)

Eva Purnamasari, Yudi Yudi Antomi, Samsudin A. Hafid, Sukri Karim

1-10

PDF (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/lemlit/article/view/15227/10664>)

|  Abstract views: 56 |  PDF Download: 79 |

 <https://doi.org/10.25105/pdk.v9i1.15227>  (<https://doi.org/10.25105/pdk.v9i1.15227>)

STRES KERJA PADA KARYAWAN YANG BERKAITAN DENGAN FAKTOR PSIKOSOSIAL LINGKUNGAN KERJA (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/lemlit/article/view/16221>)

Farras Fahira Albasithu, Magdalena Wartono
11-19

PDF (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/lemlit/article/view/16221/10674>)

|  Abstract views: 68 |  PDF Download: 83 |

 <https://doi.org/10.25105/pdk.v9i1.16221>  (<https://doi.org/10.25105/pdk.v9i1.16221>)

HUBUNGAN POLA ASUH DAN BERAT BADAN LAHIR DENGAN KEJADIAN STUNTING PADA ANAK USIA 24-59 BULAN (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/lemlit/article/view/16262>)

Devitha Sri Wardani, Dian Mediana
20-29

PDF (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/lemlit/article/view/16262/10675>)

|  Abstract views: 95 |  PDF Download: 64 |

 <https://doi.org/10.25105/pdk.v9i1.16262>  (<https://doi.org/10.25105/pdk.v9i1.16262>)

HUBUNGAN ANTARA STADIUM KANKER DAN DEPRESI PADA PASIEN KANKER SERVIKS (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/lemlit/article/view/16377>)

Talitha Imanina Putri Gunawan, Fransisca Chondro
30-37

PDF (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/lemlit/article/view/16377/10676>)

|  Abstract views: 56 |  PDF Download: 42 |

 <https://doi.org/10.25105/pdk.v9i1.16377>  (<https://doi.org/10.25105/pdk.v9i1.16377>)

HUBUNGAN STRES AKADEMIK DENGAN KECENDERUNGAN GEJALA SOMATISASI PADA SISWA SMA DI ERA PANDEMI COVID-19 (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/lemlit/article/view/16487>)

Widia Aina Rohmah, Lie Tanu Merijanti
38-48

PDF (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/lemlit/article/view/16487/10677>)

|  Abstract views: 49 |  PDF Download: 48 |

 <https://doi.org/10.25105/pdk.v9i1.16487>  (<https://doi.org/10.25105/pdk.v9i1.16487>)

FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KESEHATAN MENTAL PENDUDUK DKI JAKARTA PADA MASA PANDEMI COVID-19 BERDASARKAN DETERMINAN KESEHATAN PUBLIK PERKOTAAN (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/lemlit/article/view/16635>)

Wisely Yahya
49-65

PDF (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/lemlit/article/view/16635/10678>)

|  Abstract views: 63 |  PDF Download: 72 |

 <https://doi.org/10.25105/pdk.v9i1.16635>  (<https://doi.org/10.25105/pdk.v9i1.16635>)

ANALISA AUDIT ENERGI UNTUK OPTIMALISASI PEMAKAIAN LISTRIK AIR CONDITIONING PADA GEDUNG PERKANTORAN X DI JAKARTA (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/lemlit/article/view/16808>)

Candra Setiawan, Chalilullah Rangkuti, Annisa Bhikuning
66-81

PDF (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/lemlit/article/view/16808/10679>)

|  Abstract views: 59 |  PDF Download: 41 |

 <https://doi.org/10.25105/pdk.v9i1.16808>  (<https://doi.org/10.25105/pdk.v9i1.16808>)

PENGUNAAN SINAR INFRA MERAH UNTUK DETEKSI PANAS BUMI DAERAH SANGKANHURIP, KUNINGAN, JAWA BARAT (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/lemlit/article/view/16916>)

Untung Sumotarto, Fajar Hendrasto, Afiat Anugrahadi, Taat Tri Purwiyono, Wahyu Robiul Ashari
82-96

PDF (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/lemlit/article/view/16916/10680>)

|  Abstract views: 60 |  PDF Download: 38 |



<https://doi.org/10.25105/pdk.v9i1.16916>  (<https://doi.org/10.25105/pdk.v9i1.16916>)

DUKUNGAN GURU TERHADAP KEPATUHAN KONSUMSI TABLET TAMBAH DARAH RUTIN REMAJA PUTRI SEKOLAH (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/lemlit/article/view/16927>)

Rudy Pou, Erika Siti Azhari, Ramsyifa Virzanisda
97-105

PDF (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/lemlit/article/view/16927/10681>)

|  Abstract views: 114 |  PDF Download: 94 |



<https://doi.org/10.25105/pdk.v9i1.16927>  (<https://doi.org/10.25105/pdk.v9i1.16927>)

SEMANGAT BERSAMA NESCAFE DALAM FOTO ILUSTRASI

foto ilustrasi

(<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/lemlit/article/view/16929>)

Widya Jidan Aryanti, Silviana Amanda Aurelia, Erlina Novianti
106-121

PDF (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/lemlit/article/view/16929/10682>)

|  Abstract views: 30 |  PDF Download: 23 |



<https://doi.org/10.25105/pdk.v9i1.16929>  (<https://doi.org/10.25105/pdk.v9i1.16929>)

ANALISIS PENGARUH PRODUK DOMESTIK REGIONAL BRUTO (PDRB) DAN INFLASI TERHADAP KONSUMSI RUMAH TANGGA DI KABUPATEN BANDUNG JAWA BARAT (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/lemlit/article/view/17055>)

Dalta Ratna Dewi, Khirstina Curry
122-132

PDF (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/lemlit/article/view/17055/10683>)

|  Abstract views: 32 |  PDF Download: 34 |



<https://doi.org/10.25105/pdk.v9i1.17055>  (<https://doi.org/10.25105/pdk.v9i1.17055>)

PEMODELAN SEMIVARIOGRAM PADA DATA POTENSI CALON MAHASISWA BARU FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UNIVERSITAS TRISAKTI (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/lemlit/article/view/17271>)

Giraldi Fardiaz Kuswanda, Julia Damayanti, Marcella Aurellia Ramadhani
133-146

PDF (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/lemlit/article/view/17271/10684>)

|  Abstract views: 30 |  PDF Download: 19 |



<https://doi.org/10.25105/pdk.v9i1.17271>  (<https://doi.org/10.25105/pdk.v9i1.17271>)

MENGHAFA AL-QURAN: TINJAUAN FUNGSI KOGNITIF (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/lemlit/article/view/17487>)

Donna Adriani, Patwa Amani, Mustika Anggiane Putri, Yudhisman Imran, Ahmad Fauzi
147-151

PDF (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/lemlit/article/view/17487/10685>)

|  Abstract views: 72 |  PDF Download: 39 |



<https://doi.org/10.25105/pdk.v9i1.17487>  (<https://doi.org/10.25105/pdk.v9i1.17487>)

KOMORBID DIABETES MELITUS BERHUBUNGAN DENGAN LAMA PERAWATAN DI RUMAH SAKIT PADA PASIEN COVID-19 (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/lemlit/article/view/17548>)

Fira Riskita, Diana Samara
152-158

PDF (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/lemlit/article/view/17548/10686>)

|  Abstract views: 24 |  PDF Download: 32 |

 <https://doi.org/10.25105/pdk.v9i1.17548>  (<https://doi.org/10.25105/pdk.v9i1.17548>)

CORRELATION BETWEEN CARBON DIOXIDE (CO₂) AND RESPIRATORY ISSUES: A LITERATURE REVIEW (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/lemlit/article/view/17646>)

Hari Krismanuel
159-168

PDF (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/lemlit/article/view/17646/10687>)

|  Abstract views: 43 |  PDF Download: 39 |

 <https://doi.org/10.25105/pdk.v9i1.17646>  (<https://doi.org/10.25105/pdk.v9i1.17646>)

KAJIAN DAYA TAMPUNG BEBAN PENCEMAR SUNGAI CIUJUNG KABUPATEN SERANG PROVINSI BANTEN (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/lemlit/article/view/17650>)

Alfian Pradigda Pramuswara, Melati Ferianita Fachrul, Widyo Astono
169-179

PDF (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/lemlit/article/view/17650/10688>)

|  Abstract views: 44 |  PDF Download: 30 |

 <https://doi.org/10.25105/pdk.v9i1.17650>  (<https://doi.org/10.25105/pdk.v9i1.17650>)

HUBUNGAN KADAR TROMBOSIT DAN KADAR LIMFOSIT TERHADAP DERAJAT GEJALA PADA PASIEN COVID-19 (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/lemlit/article/view/17968>)

Josephine Maria Ekklesia, Rita Khairani
180-190

PDF (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/lemlit/article/view/17968/10689>)

|  Abstract views: 50 |  PDF Download: 77 |

 <https://doi.org/10.25105/pdk.v9i1.17968>  (<https://doi.org/10.25105/pdk.v9i1.17968>)

PENERAPAN KARATERISTIK BANGUNAN DI KAWASAN SUMBU FILOSOFI YOGYAKARTA TERHADAP PERANCANGAN DESAIN JOGJA PLANNING GALLERY (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/lemlit/article/view/17661>)

Annisa Nur Habibah, Mohammad Ischak, Julindiani Iskandar
191-202

PDF (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/lemlit/article/view/17661/10690>)

|  Abstract views: 50 |  PDF Download: 40 |

 <https://doi.org/10.25105/pdk.v9i1.17661>  (<https://doi.org/10.25105/pdk.v9i1.17661>)

INDIKATOR SENSE OF PLACE KAMPUNG KOTA DAN RUSUNAWA (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/lemlit/article/view/18167>)

Novita Sari, Hanny W. Wiranegara, Yayat Supriatna
203-213

PDF (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/lemlit/article/view/18167/10691>)

|  Abstract views: 44 |  PDF Download: 37 |

 <https://doi.org/10.25105/pdk.v9i1.18167>  (<https://doi.org/10.25105/pdk.v9i1.18167>)

MEKANISME RESISTENSI PSEUDOMONAS AERUGINOSA TERHADAP ANTIBIOTIK (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/lemlit/article/view/18185>)

T Robertus
214-221

PDF (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/lemlit/article/view/18185/10692>)

|  Abstract views: 62 |  PDF Download: 76 |

 <https://doi.org/10.25105/pdk.v9i1.18185>  (<https://doi.org/10.25105/pdk.v9i1.18185>)

INDUKSI OKSITOSIN SELAMA PERSALINAN BERHUBUNGAN DENGAN KEJADIAN ASFIKIA PADA NEONATUS CUKUP BULAN (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/lemlit/article/view/18407>)

Nita Farhatussalihah , Kurniasari Kurniasari
222-229

PDF (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/lemlit/article/view/18407/10693>)

|  Abstract views: 88 |  PDF Download: 64 |

 <https://doi.org/10.25105/pdk.v9i1.18407>  (<https://doi.org/10.25105/pdk.v9i1.18407>)

PENGARUH FAKTOR SOSIAL EKONOMI DAN ASURANSI BPJS PASIEN TERHADAP KEPUASAN PASIEN YANG DIMODERASI KUALITAS PELAYANAN DI PUSKESMAS BITTUANG KECAMATAN BITTUANG KABUPATEN TANA TORAJA (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/lemlit/article/view/18446>)

Sriwahyuni Rustan, Muhandi, Subhan Perkasa
230-258

PDF (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/lemlit/article/view/18446/10694>)

|  Abstract views: 34 |  PDF Download: 26 |

 <https://doi.org/10.25105/pdk.v9i1.18446>  (<https://doi.org/10.25105/pdk.v9i1.18446>)

PENGUATAN KEAMANAN SIBER PADA SEKTOR JASA KEUANGAN INDONESIA (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/lemlit/article/view/18643>)

Diny Luthfah
259-267

PDF (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/lemlit/article/view/18643/10553>)

|  Abstract views: 172 |  PDF Download: 57 |

 <https://doi.org/10.25105/pdk.v9i1.18643>  (<https://doi.org/10.25105/pdk.v9i1.18643>)

UJI KESTABILAN LARUTAN DAN PERUBAHAN FASA SEBAGAI KARAKTERISTIK DARI SCREENING SURFAKTAN METIL ESTER SULFONATE KELAPA SAWIT TERHADAP MINYAK RINGAN LAPANGAN "X" (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/lemlit/article/view/18790>)

Sugeng Suparwoto, Rini Setiati, Pri Agung Rahkmanto, Muh. Taufiq Fathaddin, Suryo Prakoso, Dwi Atty Mardiana
268-275

PDF (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/lemlit/article/view/18790/10695>)

|  Abstract views: 82 |  PDF Download: 56 |

 <https://doi.org/10.25105/pdk.v9i1.18790>  (<https://doi.org/10.25105/pdk.v9i1.18790>)

STUDI ISOTERMAL ADSORPSI KARBON AKTIF BATUBARA DENGAN AKTIVASI ASAM POSPAT TERHADAP LOGAM Fe dan Mn DALAM AIR ASAM TAMBANG (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/lemlit/article/view/18804>)

Ririn Yulianti, Suliestyah, Edy Jamal Tuheteru, Christin Palit, Caroline Claudia Yomaki
276-286

PDF (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/lemlit/article/view/18804/10696>)

|  Abstract views: 110 |  PDF Download: 89 |

 <https://doi.org/10.25105/pdk.v9i1.18804>  (<https://doi.org/10.25105/pdk.v9i1.18804>)

ANALISIS PENCEMARAN AIR TANAH BERDASARKAN PENATAAN JARAK SUMUR GALI DENGAN TANGKI SEPTIK DI KELURAHAN SUKAMAJU, DEPOK, JAWA BARAT (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/lemlit/article/view/19071>)

Dewi Syavitri Husein, Khadafi, Silia Yuslim, Adimas Amri
287-299

PDF (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/lemlit/article/view/19071/10707>)

|  Abstract views: 38 |  PDF Download: 55 |

 <https://doi.org/10.25105/pdk.v9i1.19071>  (<https://doi.org/10.25105/pdk.v9i1.19071>)

View All Issues  (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/lemlit/issue/archive>)



(<https://sinta.ristekbrin.go.id/journals/detail?id=4453>)



STUDI ISOTERMAL ADSORPSI KARBON AKTIF BATUBARA DENGAN AKTIVASI ASAM POSPAT TERHADAP LOGAM Fe dan Mn DALAM AIR ASAM TAMBANG

Ririn Yulianti¹, Suliestyah^{1*}, Edy Jamal Tuheteru¹, Christin Palit¹, Caroline Claudia Yomaki¹

¹Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Kebumihan dan Energi, Universitas Trisakti, Jakarta 1440, Indonesia.

*Penulis koresponden: suliestyah@trisakti.ac.id

ABSTRAK

Air Asam Tambang (AAT) merupakan limbah cair dampak aktifitas penambangan yang mengandung logam Fe dan Mn yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk melihat potensi karbon aktif berbahan batubara sebagai adsorben dalam pengolahan AAT. Karbon aktif dibuat dari batubara dengan mengaktifkannya dengan H_3PO_4 dengan perbandingan berat 40% dan karbonisasi pada suhu $800^\circ C$ selama 120 menit. Hasil karakterisasi menunjukkan Luas permukaan BET, volume pori total, dan bilangan iodin masing-masing $296,379 \text{ m}^2/\text{g}$, $0,1562 \text{ cc/g}$, dan 1206 mg/g . Banyaknya pori, rekahan, saluran, dan gugus aktif pada permukaan dibuktikan oleh analisis FT-IR dan SEM. Treatment karbon aktif untuk mereduksi logam Fe dan Mn menggunakan 2 gram karbon aktif yang dicampurkan ke dalam 200 ml AAT *artificial* dengan 4 variasi konsentrasi awal logam Fe dan Mn yang berbeda. Didapatkan hasil pada perlakuan yang paling optimal untuk konsentrasi awal logam Fe sebesar $28,2541 \text{ mg/L}$ dan logam Mn $15,2241 \text{ mg/L}$ setelah dilakukan *treatment* karbon aktif mengalami penurunan konsentrasi logam Fe menjadi $0,1473 \text{ mg/L}$ (tereduksi 99,47%) dan logam Mn $0,0103 \text{ mg/L}$ (tereduksi 99,93%). Studi adsorpsi isothermal menunjukkan bahwa adsorpsi logam Fe mengikuti model isothermal Langmuir dengan nilai R^2 sebesar 99% dan kapasitas adsorpsi terbesar $2,81 \text{ mg/g}$, sedangkan adsorpsi logam Mn mengikuti model Freundlich dengan nilai R^2 sebesar 92% dan kapasitas adsorpsi terbesar $1,52 \text{ mg/g}$.

Kata kunci: air asam tambang, karbon aktif, aktivasi asam pospat, adsorpsi, Langmuir, Freundlich

SEJARAH ARTIKEL

Diterima
14 Desember 2023
Revisi
16 Desember 2023
Disetujui
20 Desember
Terbit online
15 Januari 2024

KATA KUNCI

- Adsorpsi,
- Karbon Aktif,
- Langmuir,
- Pengolahan Limbah Cair,
- Freundlich

1. PENDAHULUAN

Air asam tambang (AAT) adalah air yang bersifat asam ($\text{pH} < 5$) akibat adanya oksidasi mineral sulfida yang terjadi akibat kontak antara batuan yang mengandung sulfida dengan udara dan air sehingga membentuk asam sulfat. Setelah asam sulfat terbentuk, pirit terlarut dalam air asam, melepaskan logam dan metaloid terkait seperti besi, aluminium, arsenik dan mangan ke lingkungan sekitarnya. Dalam seluruh tambang memiliki potensi terbentuknya air asam tambang (Skousen & Jacobs, 2014). Air asam tambang yang terbentuk juga ini juga sangat bervariasi dan berbeda-beda sesuai dengan karakteristiknya. Dengan demikian, diperlukan penelitian secara khusus agar dapat meminimalisir potensi terbentuknya air asam tambang. Hal ini dilakukan sebagai upaya untuk mencegah dampak dari air asam tambang yang berjangka Panjang terutama terhadap lingkungan.

Timbulnya air asam tambang ini akan membawa dampak yang buruk bagi lingkungan. Sehingga dibutuhkan suatu langkah preventif dalam pengendalian atau pengelolaan air asam tambang yang telah terbentuk. Metode yang dapat digunakan untuk melakukan pengelolaan air asam tambang adalah dengan menggunakan karbon aktif. Karbon aktif merupakan bahan adsorben atau padatan berpori yang dibuat melalui dua metode yakni karbonisasi dan aktivasi (kimia) dengan menggunakan bahan kimia yang bereaksi kuat yakni H_3PO_4 (Idrus et al., 2013), (Kusdarini et al., 2017), (Sun et al., 2016).

Metode pengolahan air asam tambang terbagi menjadi metode aktif dan pasif. Sistem pengolahan aktif adalah pengolahan air asam tambang dengan menggunakan bahan kimia alkali untuk meningkatkan pH air, menetralkan keasaman dan pengendapan logam. Pengolahan air asam tambang secara aktif (*active treatment*) umumnya menggunakan bahan kimia yang mengandung kapur, bisa dalam bentuk CaCO_3 , Ca(OH)_2 , CaO atau penambahan soda kaustik (NaOH) dan amoniak (NH_3). Pada *passive treatment* terdapat suatu proses bertahap untuk menghilangkan logam dan/atau keasaman dalam suatu *biosystem* alami tetapi buatan manusia untuk mendukung reaksi ekologi dan geokimia. Proses ini tidak memerlukan tenaga atau bahan kimia, namun akan berumur puluhan tahun dengan bantuan manusia secara minimum (Akcil & Koldas, 2006), (Lestari et al., 2016).

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk melakukan pengelolaan air asam tambang adalah dengan menggunakan karbon aktif. Karbon aktif merupakan bahan adsorben yang dibuat melalui dua metode yakni karbonisasi dan aktivasi (kimia) atau dengan menggunakan bahan kimia yang bereaksi kuat seperti ZnCl_2 , H_3PO_4 , dan hidroksida logam alkali (NaOH dan KOH). Karbon aktif telah diyakini dapat menghilangkan kontaminan organik maupun anorganik dalam media air atau gas secara efektif karena memiliki kemampuan adsorpsi yang tinggi. Karbon aktif juga dapat dibuat dengan menggunakan batubara subbitumius dengan aktivasi asam fosfat (Kusdarini et al., 2017).

Adsorpsi adalah terserapnya suatu zat dalam permukaan adsorben. Mekanisme adsorpsi merupakan proses dimana molekul yang terdapat pada larutan akan menempel pada permukaan zat adsorben secara fisika. Proses adsorpsi dipengaruhi oleh beberapa jenis faktor yaitu jenis adsorben, jenis zat yang diserap, luas permukaan adsorben, dan konsentrasi zat yang diadsorpsi. Dari faktor-faktor tersebut menyebabkan setiap adsorben memiliki perbedaan penyerapan. Proses adsorpsi oleh suatu adsorben dipengaruhi beberapa faktor serta mempunyai pola isoterm adsorpsi tertentu yang khas. Jenis adsorben, jenis zat yang diserap, luas permukaan adsorben, konsentrasi zat yang diadsorpsi, dan suhu merupakan beberapa faktor yang mempengaruhi dalam proses adsorpsi. Dengan adanya faktor-faktor tersebut, setiap adsorben yang menyerap zat satu dengan zat lain tidak akan mempunyai pola adsorpsi yang sama. Sehingga untuk mendapatkan kesetimbangan proses adsorpsi dapat dilakukan dengan penjabaran matematis isotermal pada

adsorben yang digunakan (Atkins, n.d.), (Khamaluddin Aditya, Yusnimar, 2016).

Model isotermal yang dapat digunakan untuk memodelkan data isotermal secara keseluruhan adalah model kesetimbangan adsorpsi isoterm Langmuir dan Freundlich. Model Langmuir merupakan suatu model yang menggambarkan kondisi kesetimbangan adsorpsi homogen monolayer. Dimana proses adsorpsi hanya terbentuk satu lapisan yang tersusun oleh adsorbat di permukaan adsorbatnya. Untuk permodelan bentuk linear dari Langmuir dapat dilinearisasikan sebagai berikut (Fisli et al., 2020):

$$\frac{1}{q_e} = \frac{1}{(kLQ_m)} \frac{1}{C_e} + \frac{1}{Q_m} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

- kL = Koefisien Langmuir (L/mg)
- C_e = Konsentrasi akhir ion (ppm)
- q_e = Daya serap ion (mg/L)
- Q_m = Kapasitas Adsorpsi (mg/g)

Isoterm adsorpsi Freundlich merupakan model yang menggambarkan adsorpsi nonlinear dan pembentukan multilayer. Dimana model Freundlich adalah salah satu model yang paling sering digunakan dan cukup memberikan hasil yang efektif. Bentuk linear dan nonlinear dari model ini adalah sebagai berikut :

$$q_e = K_F C_e^{1/n} \dots\dots\dots (2)$$

$$\log q_e = \log K_F + \frac{1}{n} C_e \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan :

- K_F = Koefisien Freundlinch (L/mg)
- C_e = Konsentrasi akhir ion (ppm)
- q_e = Daya serap ion (mg/L)
- n = Konstanta Empiris

Kemudian berdasarkan hasil pengolahan data logam Fe dan Mn, maka dapat dilakukan perhitungan kapasitas adsorpsi untuk mengetahui kapasitas adsorpsi logam Fe dan Mn secara optimum berdasarkan persamaan berikut :

$$q = \frac{(C_o - C_e)V}{W} \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan :

- C_o = Konsentrasi Awal ion (ppm)
- C_e = Konsentrasi akhir ion (ppm)
- V = Volume (L)
- W = Berat Adsorben (mg/g)

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Preparasi batubara

Melakukan pengamatan sampel untuk mengkarakterisasi sampel batubara yang akan dianalisis, seperti bentuk sampel, warna sampel, kilap, kotoran, kekerasan, ukuran terbesar, dan kompak atau berlapis. Menimbang sampel dan melakukan reduksi dengan *jaw crusher*, kemudian keringkan sampel yang telah direduksi dalam oven pada suhu 30-35°C selama 6 jam. Kemudian lakukan reduksi ukuran lagi dengan *mill* hingga sampel lolos saringan ukuran 60 mesh. Tentukan

kualitas batubara, meliputi analisa *total moisture*, *volatile matter*, *coal ash*, *fix carbon*, *total sulfur*, dan *calorific value*.

2.2 Persiapan pembuatan karbon aktif batubara menggunakan asam fosfat

Timbang batubara dan H_3PO_4 dengan komposisi sebesar 60% dan 40% dengan berat tertentu yang dikehendaki. Lalu campurkan batubara dan H_3PO_4 tersebut ke dalam satu tempat dan aduk hingga rata. Diamkan campuran batubara dan H_3PO_4 selama 24 jam. Saring campuran batubara dan H_3PO_4 yang telah didiamkan selama 24 jam tadi menggunakan kertas *whattman* No. 41 dan ambil residu batubaranya. Panaskan residu batubara yang telah disaring ke dalam oven selama 3 jam dengan suhu $80^\circ C$, kemudian lanjutkan dengan menaikkan suhu hingga mencapai $105^\circ C$. Pengeringan terus dilakukan hingga mencapai bobot tetap. Lakukan aktivasi karbon aktif dengan memasukan residu yang sudah kering hasil dari langkah nomor 3 tadi ke dalam kotak baja, lalu letakkan dalam *muffle furnace* yang dialirkan gas nitrogen selama 1 jam dengan suhu $800^\circ C$, lalu dinginkan selama 1 jam dengan masih mengalirkan gas Nitrogen pada *muffle furnace*. Cuci karbon aktif dengan menggunakan aquades panas ($80^\circ C$ - $90^\circ C$) sambil terus diaduk hingga pH mencapai 5. Lalu saring dengan menggunakan kertas saring dan corong. Masukkan karbon aktif hasil penyaringan ke dalam oven untuk dipanaskan pada suhu $105^\circ C$ selama 1 jam.

Dalam membuat air asam tambang *artificial*, dilakukan pengenceran larutan standar Fe dan Mn 1000 ppm dengan aquades pada perbandingan 1:10 dalam labu takar. Larutan Fe dan Mn yang sudah diencerkan akan dibuat 5 variasi konsentrasi air asam tambang yang berbeda. Konsentrasi air asam tambang *artificial* larutan Fe adalah air asam tambang dari lapangan, variasi 10 ppm, 20 ppm, 30 ppm dan 40 ppm. Sedangkan untuk logam Mn ialah air asam tambang dari lapangan, variasi 10 ppm, 13 ppm, 17 ppm, dan 20 ppm. Berdasarkan variasi konsentrasi ini kemudian akan dilakukan analisis *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS) dan memperoleh nilai konsentrasi awal dari kedua logam. Logam Fe meliputi Fe konsentrasi awal logam Fe 9,1141 mg/L dan logam Mn 8,7457 mg/L; konsentrasi logam Fe 18,8741 mg/L dan logam Mn 11,0478 mg/L; konsentrasi awal logam Fe 28,2541 mg/L dan logam Mn 15,2241 mg/L; konsentrasi awal logam Fe 38,1147 mg/L dan logam Mn 18,7605 mg/L.

2.3 Karakterisasi karbon aktif batubara dengan aktivasi asam fosfat

Karakterisasi karbon aktif batubara menggunakan asam fosfat dilakukan dengan beberapa jenis analisis. Dilakukan pengujian bilangan iodin untuk mengetahui kemampuan karbon aktif untuk menyerap zat dengan ukuran molekul yang lebih kecil. Semakin besar angka iodi yang dihasilkan maka semakin besar kemampuan dalam mengadsorpsi. Kemudian analisa *Scanning Electron Microscope* (SEM) merupakan teknik dalam memindai berkas elektron sehingga untuk menghasilkan berbagai sinyal yang memberikan informasi tentang morfologi (bentuk pori-pori) dan komposisi permukaan sampel, analisa *Brunauer–Emmett–Teller* (BET) untuk luas permukaan, diameter pori, dan volume pori, serta analisis *Fourier-Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) untuk identifikasi gugus fungsi.

2.4 Pengolahan air asam tambang *artificial* dengan karbon aktif batubara menggunakan asam fosfat

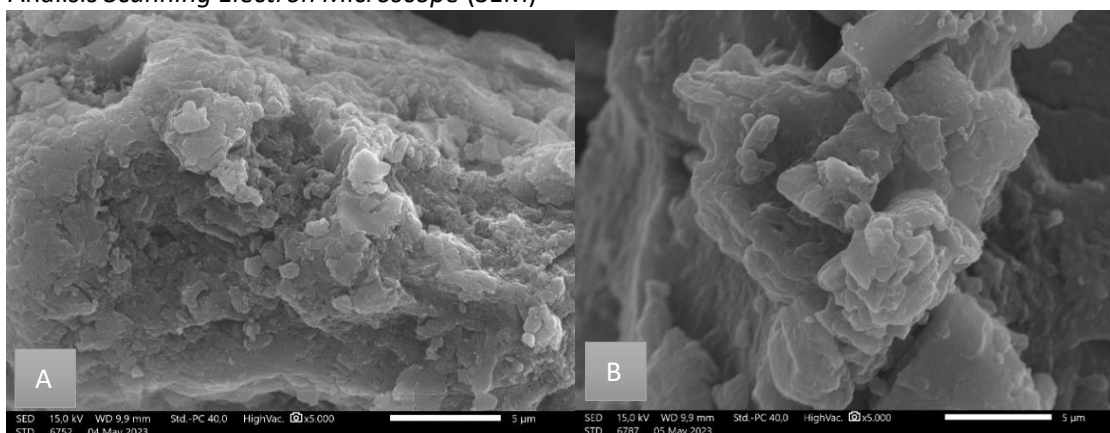
Menggunakan karbon aktif batubara menggunakan asam fosfat sebanyak 2 gram dan kemudian dicampurkan dengan 200 ml air asam tambang *artificial* pada 4 variasi konsentrasi logam Fe dan Mn dengan menggunakan labu erlenmeyer yang ditutup rapat. Lalu dimasukan kedalam *shaker incubator* kecepatan 280 rpm pada suhu $25^\circ C$ selama 1,5 jam. Kemudian, saring larutan beserta filtratnya untuk dilakukan analisis *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS) sehingga dapat menentukan konsentrasi logam Fe dan Mn.

3. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Analisis Bilangan Iodin Karbon Aktif Batubara Menggunakan Asam Phospat

Hasil dari pembuatan karbon aktif digunakan untuk menentukan dalam miligram yang terserap dalam setiap 1 gram karbon aktif. Nilai bilangan iodin yang didapatkan adalah sebesar 1.206 mg/g. Hasil bilangan iodin ini sudah berada diatas nilai persyaratan minimum SNI yakni sebesar 750 mg/g. Besarnya nilai bilangan iodin ini mempengaruhi kemampuan adsorpsi karbon aktif, jika nilai iodin besar maka kemampuan adsorpsi yang baik.

3.2 Analisis *Scanning Electron Microscope* (SEM)



Gambar 1 Hasil Scanning Electron Microscope (A) batubara, (B) karbon aktif batubara dengan aktivasi asam pospat

Gambar 1 menunjukkan permukaan pada pengujian SEM batubara, dimana terdapat sedikit rongga-rongga yang cukup besar dan masih tersumbat oleh kotoran, sesuai dengan nilai iod yang kecil. Sedangkan tekstur permukaannya terlihat cukup kasar. Pada karbon aktif yang telah diaktivasi dengan asam phospat terlihat rongga yang lebih banyak dan tersebar namun tekstur permukaannya tidak terlihat kasar (Verayana et al., 2018).

3.3 Analisis *Brunauer–Emmett–Teller* (BET)

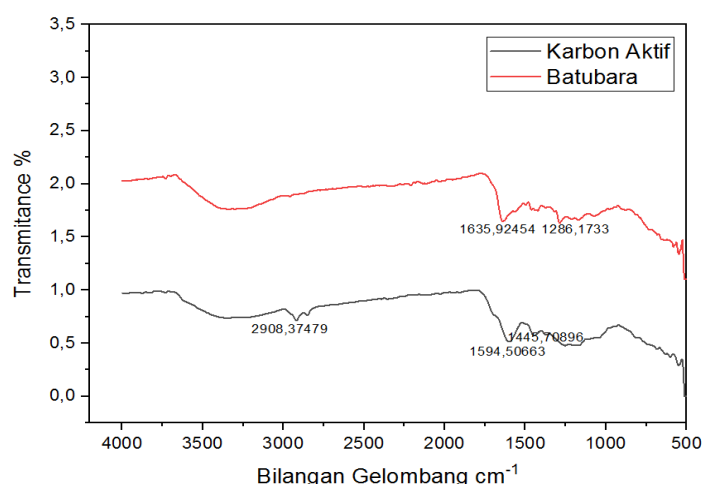
Tabel 1 Data Hasil Pengujian BET

Jenis	Luas Permukaan (m ² /g)	Volumer Pori (cc/g)	Diameter Pori (Å)
Batubara 60 Mesh	2,876	0,0039	27,3252
Karbon Aktif	296,379	0,1562	10,5419

Berdasarkan hasil pengujian BET (lihat tabel 1) didapatkan hasil luas permukaan batubara 60 mesh sebesar 2,876 (m²/g) yang mengalami peningkatan luas permukaan ketika menjadi karbon aktif sebesar 296,379 (m²/g). Hasil pengujian ini menunjukkan adanya peningkatan luas permukaan. Pada hasil volume pori batubara menjadi karbon aktif mengalami peningkatan yang

awalnya sebesar 0,0039 cc/g menjadi 0,1562 cc/g. Karbon aktif menggunakan asam phospat ini membuat volume pori menjadi lebih besar. Dengan adanya luas permukaan yang besar akan meningkatkan besarnya nilai volume pori. Hasil Pengukuran diameter pori batubara 60 mesh adalah sebesar 27,3252 *Angstrom* (Å), namun setelah dilakukan aktivasi dan karbonisasi menjadi karbon aktif hasil diameter mengalami penurunan ukuran diameter pori menjadi 10,5419 Å. Diameter pori yang kecil akan meningkatkan jumlah pori dan juga nilai luas permukaan yang akan menjadi besar (Yunus et al., 2015), (Kurniawan et al., 2014)

3.4 Analisis Fourier-Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)



Gambar 2 Hasil Fourier Transform Infrared Spectroscopy karbon aktif batubara menggunakan asam phospat

Gambar 2 menunjukkan puncak-puncak serapan dari batubara dan karbon aktif menggunakan asam phospat, pada panjang gelombang $\pm 2908,37\text{cm}^{-1}$ ada gugus hidroksi OH yang dapat mengikat ion logam dan meningkatkan pH. Pada panjang gelombang $\pm 1635,92$, panjang gelombang $1594,51\text{ cm}^{-1}$ dan panjang gelombang $1445,71\text{ cm}^{-1}$ terdapat gugus karboksilat, lalu pada panjang gelombang $\pm 1286,17\text{ cm}^{-1}$ terdapat gugus eter. Dapat dilihat bahwa puncak serapan karbon aktif dengan batubara mengalami penurunan dan peningkatan akibat dari proses aktivasi asam phospat (Yagmur et al., 2020).

3.5 Data Proses Adsorpsi Logam Fe dan Mn Dengan Aktivasi Karbon Aktif Batubara Menggunakan Asam Pospat

Tabel 2 Data Adsorpsi Logam Fe

Jenis AAT	Co (ppm)	Ce (ppm)	qe (mg/L)
AAT 1	3,5613	0,7172	2,8441
AAT 2	9,1141	0,1805	8,9336
AAT 3	18,8741	0,1656	18,7085
AAT 4	28,2541	0,1473	28,1068

Tabel 3 Data Adsorpsi Logam Mn

Jenis AAT	Co (ppm)	Ce (ppm)	qe (mg/L)
AAT 1	5,7405	4,6608	1,0797
AAT 2	8,7457	0,0054	8,7403
AAT 3	11,0478	0,0108	11,037
AAT 4	15,2241	0,0103	15,2138

Keterangan :

Co = Konsentrasi awal ion (ppm)

Ce = Konsentrasi akhir ion (ppm)

qe = Daya serap ion (mg/L)

Pada tabel 1 dan tabel 2 dapat dilihat bahwa semakin meningkat nilai konsentrasi adsorbat maka kemampuan daya serap adsorben semakin meningkat. Hal ini dikarenakan tumbukan antara adsorben dan adsorbat yang tinggi yang disebabkan oleh konsentrasi yang tinggi. Akibatnya jumlah adsorbat yang terserap akan semakin banyak. Dengan demikian, berdasarkan data (tabel 1 dan tabel 2) menunjukkan bahwa adsorben karbon aktif menggunakan batubara dengan aktivasi asam pospat cukup baik dalam menyerap logam Fe dan logam Mn.

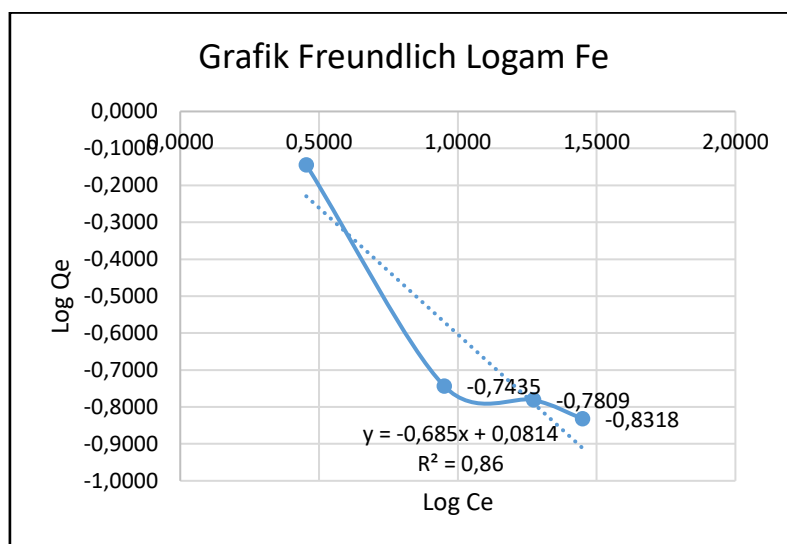
3.6 Penentuan Model Isotermal Adsorpsi

Penentuan model isotherm adsorpsi logam Fe dan Mn pada adsorben karbon aktif batubara dengan asam pospat dilakukan dengan metode linear dari persamaan kesetimbangan model isotherm adsorpsi Langmuir dan Freundlich. Dengan hasil kapasitas adsorpsi yang didapatkan pada masing-masing logam Fe dan Mn. Untuk perhitungan kapasitas adsorpsi digunakan dengan mengetahui volume dan berat karbon aktif yang digunakan (lihat persamaan 4). Hasil dari kapasitas logam Fe adalah sebagai berikut AAT 1 sebesar 0,28 mg/g; AAT 2 sebesar 0,89 mg/g; AAT 3 sebesar 1,87 mg/g; AAT 4 sebesar 2,81 mg/g. Kemudian untuk hasil kapasitas adsorpsi logam Fe adalah sebagai berikut AAT 1 sebesar 0,11 mg/g; AAT 2 sebesar 0,87 mg/g; AAT 3 sebesar 1,10 mg/g; AAT 4 sebesar 1,52 mg/g. Berdasarkan hasil tersebut menyatakan bahwa semakin tinggi nilai konsentrasi maka nilai daya serap yang dihasilkan juga semakin tinggi sehingga hasil kapasitas adsorpsi akan meningkat. Yakni adsorbat yang terakumulasi pada permukaan adsorben akan semakin banyak. Dengan demikian, ketika proses adsorpsi berlangsung pada kondisi yang optimum maka akan diperoleh karbon aktif dengan kapasitas adsorpsi yang optimum (Suliestyah et al., 2021).

Tabel 4 Data Hasil Pengolahan Model Isoterm Freundlich Logam Fe

Jenis AAT	Co (ppm)	Ce (ppm)	qe (mg/L)	Log qe	Log Ce
AAT 1	3,5613	0,7172	2,8441	0,4539	-0,1444
AAT 2	9,1141	0,1805	8,9336	0,9510	-0,7435
AAT 3	18,8741	0,1656	18,7085	1,2720	-0,7809

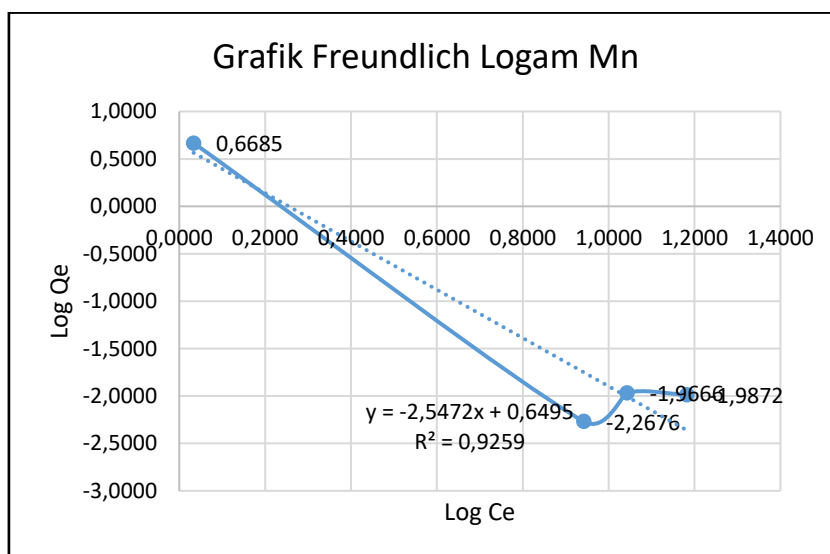
AAT 4	28,2541	0,1473	28,1068	1,4488	-0,8318
-------	---------	--------	---------	--------	---------



Gambar 3 Hasil Kurva Hubungan Log Qe dan Log Ce

Tabel 5 Data untuk Isoterm Freundlich Logam Mn

Jenis AAT	Co (ppm)	Ce (ppm)	Qe (mg/L)	Log Qe	Log Ce
AAT 1	5,7405	4,6608	1,0797	0,0333	0,6685
AAT 2	8,7457	0,0054	8,7403	0,9415	-2,2676
AAT 3	11,0478	0,0108	11,037	1,0429	-1,9666
AAT 4	15,2241	0,0103	15,2138	1,1822	-1,9872

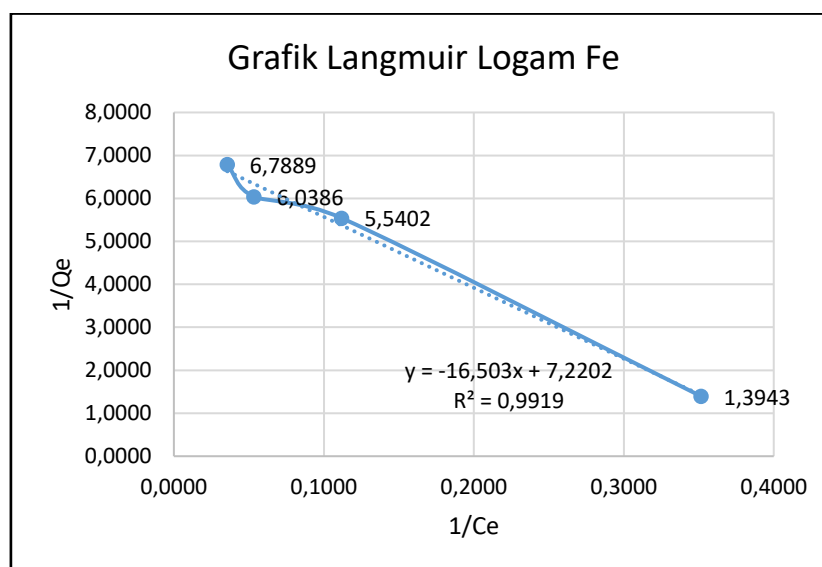


Gambar 4 Hasil Kurva Hubungan Log Qe dan Log Ce

Berdasarkan data hasil pengolahan model isotherm Freundlich untuk logam Fe pada tabel 4 maka dapat dibuat kurva hubungan log Q_e dan log C_e yang dapat dilihat pada gambar 3. Terlihat bahwa pada kurva tersebut memiliki nilai keefektifan R^2 sebesar 86%. Sedangkan untuk data hasil pengolahan model isotherm Freundlich logam Mn pada tabel 5 dan gambar 4 menunjukkan bahwa keefektifan R^2 sebesar 92%. Dengan demikian, dapat dilihat bahwa untuk permodelan Freundlich yang mewakili nilai R paling tinggi terjadi pada model Freundlich logam Mn. Sehingga adsorpsi pada logam Mn oleh karbon aktif batubara dengan asam pospat terjadi secara fisika dan terbentuk lapisan multilayer.

Tabel 6 Data untuk Isoterm Langmuir Logam Fe

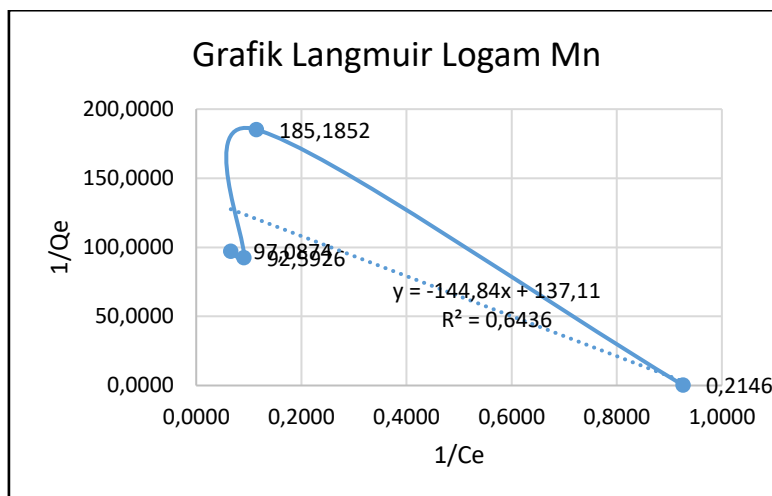
Jenis AAT	Co (ppm)	Ce (ppm)	Qe (mg/L)	1/Qe	1/Ce
AAT 1	3,5613	0,7172	2,8441	0,3516	1,3943
AAT 2	9,1141	0,1805	8,9336	0,1119	5,5402
AAT 3	18,8741	0,1656	18,7085	0,0535	6,0386
AAT 4	28,2541	0,1473	28,1068	0,0356	6,7889



Gambar 5 Hasil Kurva Hubungan 1/Qe dan 1/Ce

Tabel 7 Data untuk Isoterm Langmuir Logam Mn

Jenis AAT	Co (ppm)	Ce (ppm)	Qe (mg/L)	1/Qe	1/Ce
AAT 1	5,7405	4,6608	1,0797	0,9262	0,2146
AAT 2	8,7457	0,0054	8,7403	0,1144	185,1852
AAT 3	11,0478	0,0108	11,037	0,0906	92,5926
AAT 4	15,2241	0,0103	15,2138	0,0657	97,0874



Gambar 6 Hasil Kurva Hubungan 1/Qe dan 1/Ce

Berdasarkan data hasil pengolahan model isotherm Langmuir untuk logam Fe pada tabel 6 maka dapat dibuat kurva hubungan $1/Q_e$ dan $1/C_e$ yang dapat dilihat pada gambar 5. Terlihat bahwa pada kurva tersebut memiliki nilai keefektifan R^2 sebesar 99%. Sedangkan data hasil pengolahan model isotherm Langmuir untuk logam Mn pada tabel 7 dan gambar 6 menunjukkan nilai keefektifan R^2 sebesar 64%. Berbeda dengan model Freundlich, pada model Langmuir keefektifan adsorpsi tertinggi terdapat pada hasil pengolahan logam Fe. Sehingga adsorpsi pada logam Fe mengalami adsorpsi homogeny monolayer.

4. KESIMPULAN

Karbon aktif batubara dengan aktivasi asam pospat memiliki efektifitas yang tinggi untuk penyerapan logam Fe dan Mn dalam limbah cair (AAT). Didapatkan hasil pada perlakuan yang paling optimal untuk konsentrasi awal logam Fe sebesar 28,2541 mg/L dan logam Mn 15,2241 mg/L setelah dilakukan treatment karbon aktif mengalami penurunan konsentrasi logam Fe menjadi 0,1473 mg/L (tereduksi 99,47%) dan logam Mn 0,0103 mg/L (tereduksi 99,93%). Studi adsorpsi isothermal menunjukkan bahwa adsorpsi logam Fe mengikuti model isothermal Langmuir dengan nilai R^2 sebesar 99% dan kapasitas adsorpsi terbesar 2,81 mg/g, adsorpsi terjadi secara fisika (fisisorpsi monolayer). Sedangkan adsorpsi logam Mn mengikuti model Freundlich dengan nilai R^2 sebesar 92% dan kapasitas adsorpsi terbesar 1,52 mg/g, adsorpsi terjadi secara kimia (kimisorpsi multilayer).

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada pimpinan Fakultas Teknologi Kebumihan dan Energi yang telah membiayai penelitian ini dan juga kepada Laboratorium Analisa Kualitas Batubara yang merupakan tempat berlangsungnya penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

Akcil, A., & Koldas, S. (2006). Acid Mine Drainage (AMD): causes, treatment and case studies. *Journal of Cleaner Production*, 14(12-13 SPEC. ISS.), 1139–1145.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2004.09.006>

Atkins, P. (n.d.). *Physical Chemistry* (9th ed.). Oxford University Press.

Fisli, A., Safitri, R. D., Nurhasni, Dewi, S. H., & Deswita. (2020). Isotherm, kinetics and thermodynamics adsorption studies of dye onto Fe₃O₄-waste paper activated carbon composites. *Jurnal Teknologi*, 83(1), 45–55.

<https://doi.org/10.11113/jurnalteknologi.v83.14991>

Idrus, R., Lapanporo, B. P., & Putra, Y. S. (2013). Pengaruh Suhu Aktivasi Terhadap Kualitas Karbon Aktif Berbahan Dasar Tempurung Kelapa. *Prisma Fisika*, 1(1), 50–55.

<https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jpfu/article/view/1422>

Khamaluddin Aditya1), Yusnimar2), Z. (2016). *Penentuan Model Isoterm Adsorpsi Ion Cu(II) Pada Karbon Aktif Tempurung Kelapa*. 24(2), 1–5.

Kurniawan, R., Luthfi, M., & Wahyunanto, A. (2014). Karakterisasi Luas Permukaan Bet (Braunanear , Emmelt dan Teller) Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa dan Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Aktivasi Asam Fosfat. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 2(1), 15–20.

<https://jkptb.ub.ac.id/index.php/jkptb/article/view/168>

Kusdarini, E., Budianto, A., & Ghafarunnisa, D. (2017). Produksi Karbon Aktif Dari Batubara Bituminus Dengan Aktivasi Tunggal H₃PO₄, Kombinasi H₃PO₄-NH₄HCO₃, Dan Termal. *Reaktor*, 17(2), 74.

<https://doi.org/10.14710/reaktor.17.2.74-80>

Lestari, R. S. D., Sari, D. K., Rosmadiana, A., & Dwipermata, B. (2016). Pembuatan Dan Karakterisasi Karbon Aktif Tempurung Kelapa Dengan Aktivator Asam Fosfat Serta Aplikasinya Pada Pemurnian Minyak Goreng Bekas. *Teknika: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 12(2), 419.

<https://doi.org/10.36055/tjst.v12i2.6607>

Skousen, J., & Jacobs, J. A. (2014). Stream Characterization for Acid Mine Drainage. *Acid Mine Drainage, Rock Drainage, and Acid Sulfate Soils: Causes, Assessment, Prediction, Prevention, and Remediation*, 9780470487(April 2014), 105–118.

<https://doi.org/10.1002/9781118749197.ch9>

Suliestyah, Jamal Tuheteru, E., Permata Sari, I., & Wisnu Fajar, M. (2021). Effectiveness of carbon active processed from coal in treating the acid mine drainage at a laboratory scale. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 882(1), 0–7. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/882/1/012066>

Sun, Y., Li, H., Li, G., Gao, B., Yue, Q., & Li, X. (2016). Characterization and ciprofloxacin adsorption properties of activated carbons prepared from biomass wastes by H₃PO₄ activation.

BIORESOURCE TECHNOLOGY. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2016.03.047>

Verayana, V. (Verayana), Paputungan, M. (Mardjan), & Iyabu, H. (Hendri). (2018). Pengaruh Aktivator HCl dan H₃PO₄ terhadap Karakteristik (Morfologi Pori) Arang Aktif Tempurung Kelapa Serta Uji Adsorpsi pada Logam Timbal (Pb). *Jambura Journal of Educational Chemistry*, 13(1), 67–75.

<https://www.neliti.com/publications/277418/>

Yagmur, E., Gokce, Y., Tekin, S., Semerci, N. I., & Aktas, Z. (2020). Characteristics and comparison of activated carbons prepared from oleaster (*Elaeagnus angustifolia* L.) fruit using KOH and ZnCl₂. *Fuel*, 267(January). <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2020.117232>

Yunus, Z. M., Othman, N., Hamdan, R., & Ruslan, N. N. (2015). Characterization of phosphoric acid impregnated activated carbon produced from honeydew peel. *Jurnal Teknologi*, 76(5), 15–19.

<https://doi.org/10.11113/jt.v76.5526>