



ORASI ILMIAH

HIDRASI DAN TRANSFER PROTON PADA  
MEMBRAN NATA DE COCO TERSULFONASI  
DAN TERFOSFATASI DENGAN TEORI  
FUNGSIONAL KERAPATAN

Oleh

Prof. Dr. Sitti Rahmawati, S.Pd, M.Pkim

Palu, Januari 2026

UNIVERSITAS TADULAKO



Bismillaahirrahmaanirrahiim.

Assala'amualaikum warahmatullaahi wabarakaatuh.

Yang terhormat: Menteri **Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi** Republik Indonesia, atau yang mewakili.

Yang saya hormati:

1. Bapak Rektor Universitas Tadulako Palu.
2. Bapak-bapak Wakil Rektor Bidang Akademik, Wakil Rektor Bidang Umum dan Keuangan, Wakil Rektor Bidang Kemahasiswaan, dan Wakil Rektor Bidang Pengembangan dan Kerja sama.
3. Bapak Ketua dan Sekretaris Senat Akademik UNTAD beserta jajaran.
4. Bapak Ibu Dekan dan Wakil Dekan, Para Kajur/Sekjur dan Korprodi se UNTAD.
5. Bapak Ibu Kepala Biro, Ketua Lembaga, Kepala UPA se-UNTAD.
6. Bapak Ibu para Guru Besar.
7. Para dosen, tenaga kependidikan, mahasiswa dan alumni.
8. Panitia pelaksana.
9. Para tamu undangan, stakeholders, rekan sejawat, kolega, keluarga tercinta, dan hadirin yang berbahagia.

Bapak/Ibu hadirin yang saya hormati, marilah sama-sama kita panjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT, karena dengan rahmat dan karunia-Nya kita dapat berkumpul untuk mengikuti acara Sidang Terbuka Senat Universitas Tadulako Palu, dengan agenda Pengukuhan Jabatan Guru Besar UNTAD di awal tahun 2026 ini. Sholawat serta salam sama-sama kita curahkan kepada Junjungan kita Nabi Besar Muhammad SAW, Allaahumma Shalli ala Muhammad, wa ala ali Muhammad. Semoga kita mendapatkan syafaat beliau. Selanjutnya perkenankan saya menyampaikan orasi ilmiah ini di hadapan Bapak/Ibu semua yang terhormat, dengan judul: **HIDRASI DAN TRANSFER PROTON PADA MEMBRAN NATA DE COCO TERSULFONASI DAN TERFOSFATASI DENGAN TEORI FUNGSIONAL KERAPATAN**

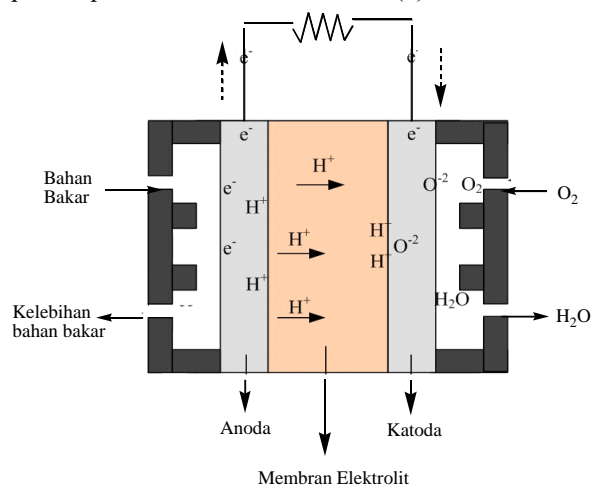
## Pendahuluan

Hadirin yang saya hormati,

Energi merupakan fondasi utama bagi keberlangsungan kehidupan modern. Ketergantungan dunia terhadap bahan bakar fosil yang bersifat tidak terbarukan telah menimbulkan dua persoalan besar, yaitu krisis ketersediaan energi dan degradasi lingkungan. Kondisi ini mendorong pengembangan teknologi energi alternatif yang berkelanjutan dan ramah lingkungan.

Salah satu teknologi yang dipandang sangat menjanjikan adalah **sel bahan bakar**, yang mampu mengonversi energi kimia secara langsung menjadi energi listrik dengan efisiensi tinggi dan emisi yang sangat rendah (1). Keunggulan tersebut menjadikan sel bahan bakar sebagai salah satu kandidat utama teknologi energi masa depan.

Namun demikian, keberhasilan teknologi sel bahan bakar tidak hanya ditentukan oleh reaksi elektrokimia yang berlangsung pada elektroda, melainkan sangat bergantung pada **membran polimer elektrolit (Gambar 1)**, yang berfungsi sebagai media transportasi proton dari anoda ke katoda (2).



Gambar 1 Bagian-bagian Komponen Utama Sel Bahan Bakar

## Masalah Ilmiah dan Latar Keilmuan

Berbagai membran polimer elektrolit telah dikembangkan, dengan Nafion® sebagai standar komersial. Meskipun memiliki performa yang sangat baik, membran ini relatif mahal dan berbasis material sintetik. Oleh karena itu, penelitian dalam dua dekade terakhir mengarah pada pengembangan membran alternatif berbasis biomaterial yang lebih berkelanjutan (2). Salah satu biomaterial yang telah banyak dikaji secara eksperimen sebagai bahan dasar membran sel bahan bakar adalah selulosa bakterial (nata de coco). Modifikasi membran tersebut menjadi **nata de coco terfosfatasi (NDCP)** dan **nata de coco tersulfonasi (NDCS)**, secara eksperimen telah menunjukkan konduktivitas proton yang kompetitif mendekati Nafion® (3,4). Karakteristik kedua jenis membran tersebut dalam kapasitas penukar ion (IEC) maupun derajat pengembangan (swelling) telah menunjukkan peran air yang sangat penting dalam transfer proton. Namun demikian, hingga penelitian ini dilakukan, **mekanisme molekuler hidrasi dan transfer proton pada kedua membran tersebut belum dikaji secara mendalam**, khususnya melalui pendekatan komputasi kuantum.

## Pendekatan Ilmiah dan Metodologi

Untuk menjawab persoalan tersebut, penelitian ini menggunakan pendekatan **Density Functional Theory (DFT) dengan fungsional B3LYP dan basis set 6-311G(d)**, yang dikembangkan secara fundamental oleh Kohn dan dirumuskan secara sistematis dalam kerangka teori oleh Parr dan Yang (5,6).

Pendekatan DFT telah digunakan secara luas untuk menjelaskan struktur elektronik, distribusi muatan, serta mekanisme reaksi dan interaksi antar molekul dengan tingkat akurasi yang tinggi, termasuk pada sistem membran elektrolit terhidrasi (5,6).

Melalui pendekatan ini, penelitian tidak hanya mempelajari struktur energi minimum, tetapi juga mengkaji proses hidrasi dan transfer proton serta parameter termodinamika dari interaksi n molekul air ( $n=1,2, \dots, 10$ ) pada kedua membran tersebut. Selanjutnya dilakukan analisis NBO pada kedua membran tersebut, untuk menentukan kontribusi gaya elektrostatik, polarisasi dan transfer muatan terhadap kekuatan interaksi intra dan intermolekul yang berperan penting dalam konduktivitas proton (7).

Hadirin yang saya hormati,

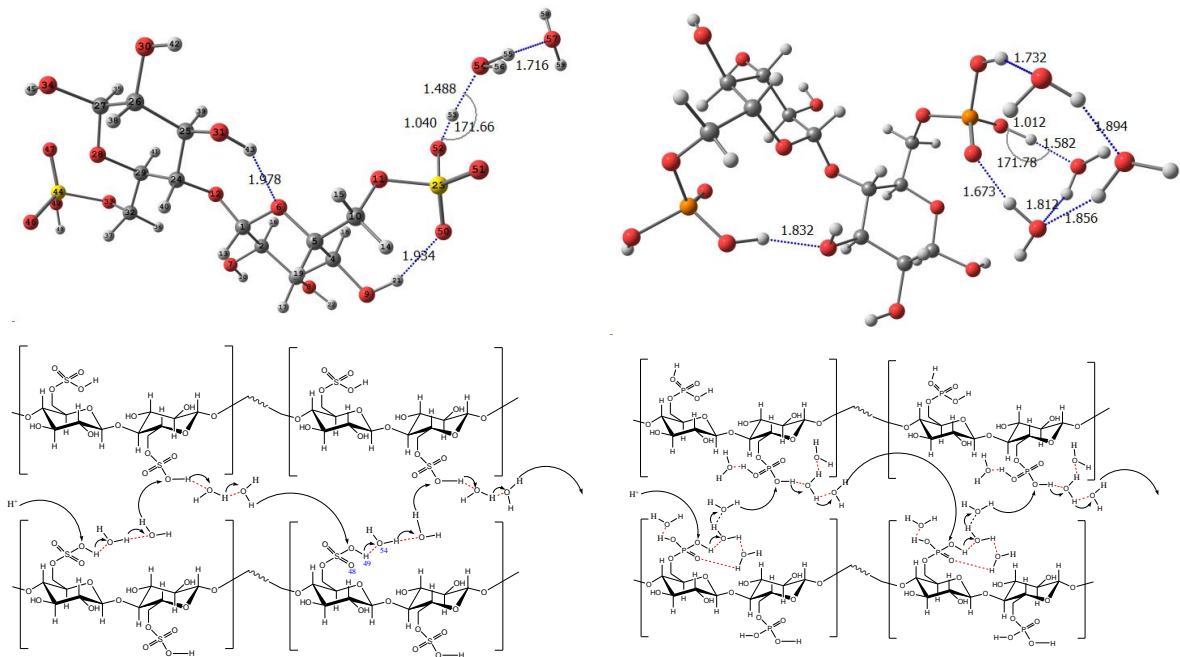
## Hasil dan Pembahasan

### Peran Hidrasi dalam Transfer Proton

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa penambahan molekul air ke dalam matriks membran menurunkan energi sistem secara signifikan. Energi interaksi, energi bebas Gibbs, dan perubahan entalpi menjadi semakin negatif seiring bertambahnya jumlah molekul air, menandakan bahwa proses hidrasi berlangsung secara spontan dan stabil (2, 5). Meningkatnya intensitas interaksi tersebut mendorong pengalihan proton ke dalam membran.

Interaksi ini dapat mempermudah transfer proton dalam matrix membran, karena  $H^{\delta+}$  dari  $-O^{\delta-}-H^{\delta+}$  dalam gugus fosfonat dan gugus Sulfonat dapat lepas dengan mudah (terdisosiasi) dan berinteraksi dengan air melalui interaksi elektrostatik, polarisasi dan transfer elektron. Disosiasi proton tersebut (Gambar 2) menghasilkan proton terhidrasi dalam bentuk ion hidronium, ion Zundel dan ion Eigen (3, 8, 9). Interaksi ini menyebabkan transfer proton dan meningkatkan konduktivitas proton membran NDCP dan NDCS. Interaksi intramolekular antar rantai polimer akan menurun dan interaksi antara gugus fosfonat/sulfonat dan air selanjutnya akan meningkat. NDCP dan NDCS memiliki gugus hidrofil yang memungkinkan transfer proton melalui jaringan kluster (10). Adanya air dalam media, memungkinkan terjadi kesetimbangan antara proton dan ion hidroksil

Secara fisik, kondisi ini menciptakan lingkungan yang kondusif bagi pelepasan proton dari gugus asam dan memfasilitasi perpindahan proton di dalam matriks membran.

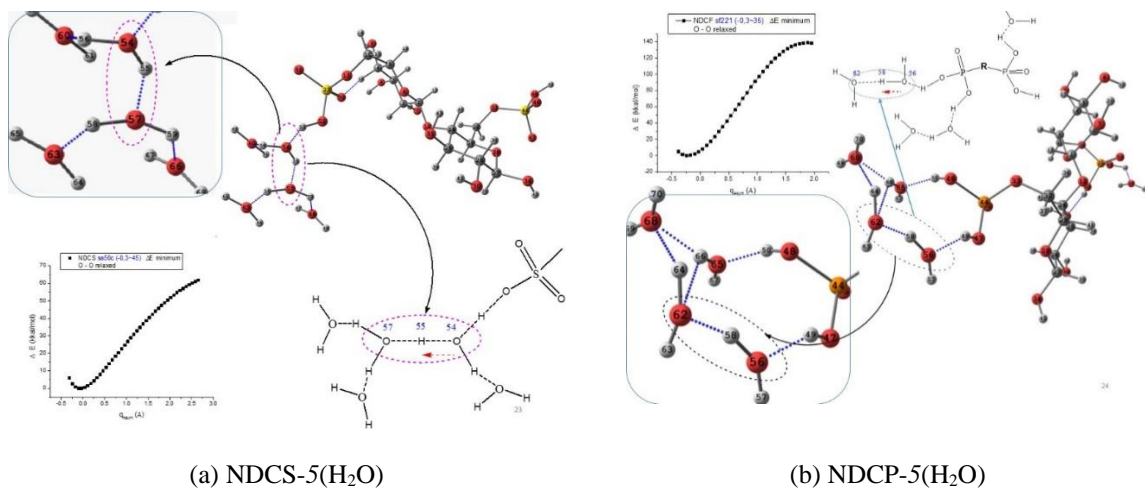


Gambar 2 Disosiasi proton pada NDGP-4H<sub>2</sub>O dan NDGS-2H<sub>2</sub>O

### Mekanisme Transfer Proton

Hasil penelitian menunjukkan bahwa transfer proton pada kedua membran berlangsung melalui **mekanisme Grotthuss**, yaitu mekanisme lompatan proton melalui jaringan ikatan hidrogen dengan keterlibatan ion hidronium, ion Zundel, dan ion Eigen (2, 9, 11).

Namun demikian, mekanisme ini berlangsung lebih efektif pada membran NDGS dibandingkan NDGP. Hal ini ditunjukkan oleh pembentukan ikatan hidrogen yang lebih kuat, energi stabilisasi yang lebih besar, serta energi penghalang transfer proton yang lebih rendah (Gambar 3).



(a) NDGS-5(H<sub>2</sub>O)

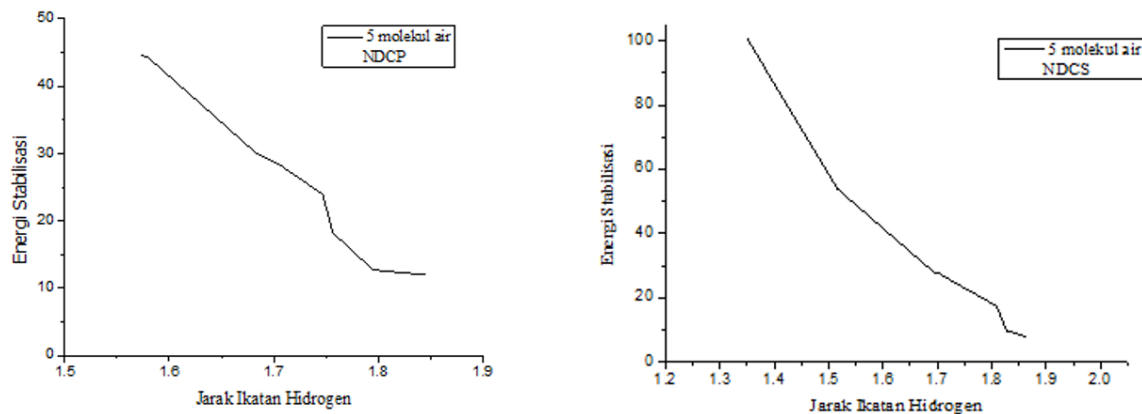
(b) NDGP-5(H<sub>2</sub>O)

Gambar 3 Profil energi relatif transfer proton

## Ikatan Hidrogen, Polarisasi, dan Transfer Elektron

Analisis **Natural Bond Orbital (NBO)** menunjukkan bahwa jarak dan sudut antara donor dan akseptor proton serta ikatan hidrogen antara gugus sulfonat dan molekul air pada NDCS memiliki energi stabilisasi (Gambar 4) yang jauh lebih besar (100,92 kkal/mol) dibandingkan interaksi antara gugus fosfat dan air pada NDCP (44,66 kkal/mol). Hal ini menandakan adanya polarisasi dan transfer elektron yang lebih kuat, serta ikatan hidrogen antara gugus sulfonat dengan molekul air lebih kuat dibandingkan gugus fosfonat dengan air sehingga lebih mudah mentransfer protonnya menuju gugus sulfonat yang lainnya (12-14).

Ikatan hidrogen yang kuat dan terorganisasi ini menjadi kunci utama dalam meningkatkan mobilitas proton di dalam membran.



Gambar 4. Variasi energi stabilisasi interaksi dengan jarak ikatan hidrogen

## Energi Penghalang Transfer Proton

Profil energi menunjukkan bahwa energi penghalang transfer proton (Gambar 3) pada NDCS lebih rendah dibandingkan pada NDCP. Energi penghalang yang rendah berarti proton dapat berpindah dengan lebih mudah dari satu situs ke situs lain di dalam matriks membran (10, 11).

Temuan ini memberikan dasar teoretis yang kuat terhadap hasil eksperimen yang menunjukkan bahwa konduktivitas proton NDCS lebih tinggi dibandingkan NDCP (3, 4).

## Perbedaan Fundamental NDCP dan NDCS

Perbedaan yang sangat mencolok ditemukan antara membran NDCP dan NDCS. Pada membran NDCP, disosiasi proton baru mulai terjadi setelah penambahan molekul air dalam jumlah yang relatif lebih besar. Sebaliknya, pada membran NDCS, disosiasi proton sudah terjadi pada tingkat hidrasi yang lebih rendah.

Temuan ini sejalan dengan pemahaman kimia bahwa **gugus sulfonat memiliki kekuatan asam yang lebih tinggi dibandingkan gugus fosfat**, sehingga lebih mudah melepaskan proton (10). Perbedaan ini memberikan penjelasan molekuler terhadap perbedaan konduktivitas proton yang diamati secara eksperimen (3, 4).

## Refleksi Ilmiah

Hadirin yang saya muliakan,

Penelitian ini menunjukkan bahwa konduktivitas proton dalam membran polimer tidak semata-mata ditentukan oleh jumlah gugus asam, melainkan oleh **interaksi kompleks antara hidrasi, jaringan ikatan hidrogen, polarisasi, dan transfer elektron pada tingkat molekuler** (2, 6).

Pendekatan komputasi memungkinkan kita menjembatani kesenjangan antara pengamatan eksperimen dan pemahaman fundamental mengenai proses yang berlangsung pada skala atom dan molekuler.

## Penutup

Sebagai penutup, dapat disimpulkan bahwa **membran nata de coco tersulfonasi memiliki potensi yang lebih besar sebagai membran elektrolit sel bahan bakar dibandingkan membran nata de coco terfosfatasi**, baik ditinjau dari mekanisme molekuler, stabilitas termodinamika, maupun energi penghalang transfer proton.

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar ilmiah bagi pengembangan dan perancangan membran elektrolit berbasis biomaterial lokal yang berkelanjutan, serta berkontribusi pada penguatan riset energi di Indonesia.

**Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.**

## DAFTAR PUSTAKA

1. Haile, S. M., 2003, Fuel Cell Materials and Components, *J. Acta Materialia*, **51**, 5981-6000..
2. Kreuer, K. D., Paddison, S. J., Spohr, E., dan Schuster, M. (2004): Transport in Proton Conductors for Fuel Cell Applications: Simulations, Elementary Reactions, and Phenomenology, *Chem. Rev.*, **104**, 4637-4678.
3. Radiman, C.L dan Rifathin A, 2013, Preparation of Phosphorylated Nata-de-Coco for Polymer Electrolyte Membran Applications, *Journal of Applied Polymer Science*, Wiley Periodicals, Inc. [130](#): 399–405.
4. Radiman, C.L dan Himawan, H. (2014): Nata de coco tersulfonasi untuk membran polimer elektrolit pada sel bahan bakar methanol, Skripsi, ITB. Bandung.
5. Paddison, S.J., dan Elliott, J.A. (2005): Molecular Modeling of the Short-Side-Chain Perfluorosulfonic Acid Membran, *J. Phys. Chem. A*, 109: 7583-7593.
6. Wang, C dan Paddison, S.J. (2013): Hydration and Proton Transfer in Highly Sulfonated Poly (phenylene sulfone) Ionomers: An Ab Initio Study *J. Phys. Chem.* 117, 650–660.
7. Rahmawati, S., Radiman, C.L., and Martoprawiro, M.A., 2018, Density Functional Theory (DFT) and Natural Bond Orbital (NBO) Analysis of Intermolecular Hydrogen Bond Interaction in "Phosphorylated Nata De Coco - Water", *Indones. J. Chem.*, 18 (1), 173-178.
8. Paddison, S. J., (2003): Proton Conduction Mechanisms at Low Degrees of Hydration in Sulfonic Acid-Based Polymer Electrolyte Membrans, *Annu.Rev. Matter. Res.*, 33: 289-319.
9. Rahmawati, S., Radiman, C.L., and Martoprawiro, M.A., 2017, Ab Initio Study of Proton Transfer and Hydration on Phosphorylated Nata de coco. *Indones. J. Chem.*, 17 (3), 523-530
10. Sepehr, F., dan Paddison, S.J., 2017, Primary hydration and proton transfer of electrolyte acids: An ab initio study. *Solid State Ionics* 306, 2–12.
11. Marx, D. (2006). Proton transfer 200 years after von Grotthuss: Insights from ab initio simulations. *ChemPhysChem*, 7(9), 1848-1870.
12. Jeffrey, G.A. (1997): An Introduction to Hydrogen Bonding, Oxford University Press, Inc., Oxford.
13. Kolandaivel, P., and Nirmala, V., 2004, Study of proper and improper hydrogen bonding using Bader's atoms in molecules (AIM) theory and NBO analysis, *J. Mol. Struct.*, 694 (1-3), 33–38.
14. Paul, B.K., Guchhait, N., 2011, Density functional theory (DFT) and natural bond orbital (NBO) investigation of intramolecular hydrogen bond interaction and excited-state intramolecular proton transfer (ESIPT) reaction in a five-membered hydrogen-bonding system 2-(1H-pyrazol-5-yl)pyridine: On the possibility of solvent (water)-assisted ESPT, *Computational and Theoretical Chemistry*, 972, 1-13.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Melalui sidang yang terhormat ini, saya secara pribadi memohon doa dan restu dari para hadirin semua agar senantiasa diberikan kesehatan, kekuatan, keberkahan, dan petunjuk-nya, sehingga dapat melaksanakan amanah sebagai guru besar, berkarya secara optimal untuk Universitas Tadulako Palu dan masyarakat luas. Untuk itu, perkenallah saya menghaturkan terimakasih yang mendalam kepada:

1. Pemerintah Republik Indonesia, melalui Menteri Pendidikan Tinggi, Sains dan Teknologi Bapak Brian Yulianto, yang telah mengangkat saya sebagai Guru Besar dalam bidang Kimia Fisik Teori dan Komputasi per tanggal 1 Juni 2025 di Program Studi Pendidikan Kimia, FKIP, UNTAD
2. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi yang telah menyetujui Penetapan Angka Kredit saya dalam jabatan guru besar dan pangkat menjadi Pembina Tingkat I, golongan ruang IV/b per 1 April 2024.
3. Rektor Universitas Tadulako Palu, Yth. Bapak Prof. Dr. Ir. Amar, S.T., M.T. Capaian ini setelah sekian lama mengabdikan di UNTAD InsyaAllah merupakan salah satu buah dari kepemimpinan dan kebijakan-kebijakan yang ada, yang mendorong dan memberi peluang terjadinya atmosfer sampai ke GB ini. Selain dari para Rektor sebelumnya.
4. Ketua Senat Akademik Universitas, Yth Bapak Prof. Dr. H. Djayani Nurdin, SE, M.Si., beserta jajaran dan TIM PAK UNTAD, yang telah memberikan dukungan dan kontribusi besar, mengusulkan dan menilai usulan jabatan ini.
5. Ketua Dewan Guru Besar Universitas Tadulako, Bapak Prof. Dr. Ir. H. Fahurrahman, M.P. beserta jajarannya dan seluruh anggota Dewan Guru Besar, atas perhatian dan dukungannya
6. Para Wakil Rektor, Kepala Biro, kepala Lembaga, Para Dekan dan Wadek, Ketua Jurusan dan korprodi se Universitas Tadulako yang telah turut memberi energi dan dinamika sehari-hari.
7. Dekan FKIP UNTAD, Bapak Dr. Jamaludin, S.Pd., M.Si., beserta Para Wakil Dekan, Ketua Jurusan PMIPA, dan Koordinator Prodi Pendidikan Kimia dengan berbagai bantuan proses usulan guru besar ini.
8. Bapak (Alm) Dr. H. Suherman, MS dan Bapak Dr. H. Sudarman Benu, M.Pd selaku pembimbing S1 pada Pendidikan Kimia FKIP UNTAD, Bapak Dr. Bunbun Bundjali, M.S, selaku pembimbing S2 di Jurusan Kimia Institut Teknologi Bandung; Prof. Dr. Ing. Cynthia Linaya, dan Drs. Muhamad Abdulkadir Martoprawiro, M.Si, Ph.D., selaku promotor dan co-promotor S3 di Institut Teknologi Bandung. Mereka adalah orang-orang hebat yang telah banyak membimbing dalam keilmuan yang saya geluti, dan memberikan andil besar dalam perjalanan memperoleh capaian saat ini selain para dosen dan guru saya lainnya.
9. Kepada guru-guru saya di SD Inpres Polebungin Selayar, SMP Negeri 2 Benteng Selayar, SMA Negeri 1 Benteng Selayar, dosen-dosen saya di prodi S1 pendidikan Kimia FKIP Untad (Prof Baharuddin Hamzah, Prof. Mappiratu (Alm), Prof Siti Nuryanti, Prof Tri Santoso, Dr. Sitti Aminah, Dr. Suherman (Alm), Dr. Husain Sosidi, Vanny M. Tiwow Ph.D, Prof Tahril, Prof Daud K Walanda, Dr. Supriadi, Prof Dr. Syafruddin Sirajuddin., M.Si (Alm), Prof. Nurdin, Sri Mulyani, M.Si, Minarni, M.Si (Alm), P.H, Abram, Ph.D, Sri Hastuti, M.Si), dosen-dosen saya di Program Magister dan Doktor kimia FMIPA Institut Teknologi Bandung (ITB), yang telah membentuk dasar keilmuan dan cara berpikir saya hingga sampai pada tahap ini.
10. Bapak dan Ibu kolega dosen serta tenaga kependidikan di Program Studi Pendidikan Kimia, FKIP UNTAD, yang telah mendukung dalam tugas keseharian dan proses pengajuan Guru besar ini.
11. Seluruh panitia acara pengukuhan Guru Besar yang telah menyiapkan dan melaksanakan acara ini dengan baik dan matang sehingga berjalan dengan lancar dan sukses.
12. Seluruh tamu undangan dan hadirin semuanya yang tidak saya sebut satu-persatu, yang telah menyempatkan hadir dan mengikuti acara dengan sabar mulai awal sampai berakhirnya acara, atas semua itu semoga menjadi amal-ibadah disisi Allah SWT.
13. Kedua orangtua Bapak (Alm) Abd Gani dan Ibu (Alm) Sitti Hadidjah, yang telah melahirkan, mendidik, dan membesarkan saya dengan penuh keikhlasan, serta menanamkan nilai-nilai kehidupan yang menjadi bekal utama dalam perjalanan akademik dan kehidupan saya. Semoga seluruh jasa dan pengorbanan Bapak dan Ibu memperoleh balasan terbaik sebagai amal ibadah di sisi Allah SWT

14. Om Prof. Dr. H. Musji Amal Pagiling, MA (Alm) dan Tante Lullah dg Mawasa serta Om Prof. Drs. H Hasan Basri, MA., Ph.D. Kakak Achmadi Satriawan, Ph.D, Dr Nurhayati Rais M.P, Drs. Sudirman Rais, M.Si, Ir. Muhammad Najib, M.Si, Dr. Ir. Ahda Muliati, M.Si. Hasni Imran SE, Taslim Tahir SH, Etnawati, SE, Erlina Karim, S.Sos, Syamsul Qadar, SE dan Israwati Muhtar, S.Sos yang telah memberikan kontribusi berarti dalam pembentukan nilai dan perjalanan hidup saya serta yang senantiasa mendampingi dalam suka dan duka. Terima kasih atas dukungan, dorongan, dan kebersamaan dalam perjuangan selama ini. Semoga semua kebaikan tersebut bernilai amal ibadah di sisi Allah SWT..
15. Adik-adik tercinta: Asmunawir, S.Pd dan Israwati; Darmasuri, S.Pd dan Arifuddin; Awaluddin, SE Ak, M.Si dan Asniwati; Radiawati, S.Pd dan Arifin Marzuki; terima kasih yang tak terhingga atas doa dan supportnya; Kemenakanku tercinta: Mazaya Aurelia Adisti, Dini Aina Ribka, Maulana Aditia Putra, Naira, Nadib dan Nada Semoga persembahan ini memberikan teladan buat kalian.
16. TIM Dosen Muda Pendidikan Kimia UNTAD, yang selalu berjuang seolah tak mengenal pamrih: Dewi, Magfira, Arwan, Yuli, Detris dan Reny, terima kasih atas doa dan supportnya selama ini, serta kami yang tidak pernah dimasukkan ke group dosen muda pendidikan kimia: Purnama Ningsih, Ph.D, Dr. Afadil serta Prof Anang, dalam beberapa tahun kita selalu bersama dalam suka dan duka serta berdiskusi.
17. Prof. Anjar Lasmini dan Bapak Burhanuddin Nasir, yang telah mengajarkan dan menanamkan banyak nilai berharga, khususnya dalam pengabdian kepada masyarakat; kepada Bapak Makmur Salatung, S.E., sekeluarga, serta kepada para sahabat terbaik: Yassaroh, S.Pd., M.Si., Ph.D.; (Dr. Sitti Aminah sekeluarga); Dr. Suci Hilda Zulaikha, M.Si.; (Anna Sylvia, S.Pd., M.Pd., beserta keluarga); Syukri Nur Aisyah, S.Pd, M.Pd; Qonita Kurnia Anjani, Ph.D, Irmawati Syafruddin, S.Pd.; (Prof. Ijirana sekeluarga), Kusri Burase, S.Pd., M.Pd.; Dahlan M. Saleh, S.Pd., M.Si.; Dr. Rahman Ansyari, S.Pd., M.Pd.; Kasmir Sy Male, S.Pd; Zainal Abidin, S.Pd; Rohmala Enar, M.Pkim; Ma'ruf, S.Pd, M.Pkim; Syarfin, M.Si; Topan S, M.Pkim; M.Ahdiat, M.Pkim; Fendi, Ph.D, Fauzi, M.Pd, Bu Eko dan Suharti Idris, S.Sos, M.Si, atas kebersamaan, dukungan, dan persahabatan yang menguatkan perjalanan akademik dan kehidupan saya.
18. Pimpinan dan jajaran kepegawaian Universitas Tadulako (Pak Ichsan, Pak Ismet, Nurul, Bu Anggi dan staf lainnya) serta kepegawaian FKIP (Maman, Pak Abduh, Kaipal dan staf lainnya) dengan penuh tanggungjawab dan keikhlasan telah membantu proses sesuai prosedural dan teknis pelaksanaannya.
19. Teman-teman seperjuangan semua, terima kasih dukungan dan doanya selama ini



## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Nama lengkap : Sitti Rahmawati
2. Jenis Kelamin : P
3. Jabatan Fungsional/Gol : Guru Besar/IVb
4. NIP : 19711021 199512 2 001
5. NIDN : 0021107107
6. Tempat dan tanggal lahir : Barugaia Selayar, 21 Oktober 1971
7. E-mail : [sittirahmawati@yahoo.com](mailto:sittirahmawati@yahoo.com)
8. Nomor Telp/Faks/HP : 085241111314
9. Alamat Kantor : Kampus Bumi Tadulako Tondo
10. Nomor Telp/Faks : (0451)422611 Ext.262/ (0451)422844
11. ID Scopus dan WOS Researcher ID : 55543938100  
HJI-7696-2023
12. ID Sinta dan Garuda ID : 69894 dan 614925
13. Orcid ID : <https://orcid.org/0000-0002-7954-4822>
14. Lulusan yang telah dihasilkan : S-1 = orang S-2 = orang S-3 = orang
  1. Kimia Dasar
  2. Kimia Fisik
  3. Kinetika Kimia
  4. Kimia Inti/Radiokimia
15. Mata Kuliah yang Diampu
  5. Ikatan Kimia
  6. Media Pembelajaran Kimia
  7. Pengembangan program pengajaran kimia
  8. Telaah Kimia Sekolah

<b>Riwayat Pendidikan</b>	S – 1	S – 2	S – 3
Nama Perguruan Tinggi	Universitas Tadulako	ITB	ITB
Bidang Ilmu	Pendidikan Kimia	Kimia Fisik	Kimia Fisik
Tahun Masuk-Lulus	1990 – 1995	2007 – 2009	2013 – 2018
Judul Skripsi/Thesis/Disertasi	Fenomena Pindah Panas pada Jaringan Pisang Kepok selama Proses Pengeringan	Kinetika Reaksi Oksidasi Vitamin C	Hidrasi dan Transfer Proton Membran nata de coco Tersulfonasi dan Terfosfatasi dengan Teori Fungsional Kerapatan
Nama Pembimbing /Promotor	Dr. Suherman, M.S Dr. Sudarman Benuu, M.Pd	Dr. Bunbun Bundjali, M.S	Prof. Dr. Ing. Cynthia Linaya Radiman Muhamad A. Martoprawiro, Ph.D

### Penelitian

1. Struktur Pengetahuan Mahasiswa dalam Memecahkan Masalah Kimia Berdasarkan Tingkat Kemampuan (Hibah Bersaing, 2013)

2. Pemanfaatan Dan Modifikasi Limbah Udang Dengan Lempung Sebagai Membran Elektrolit Untuk Aplikasi Baterai Ion Litium (Hibah Bersaing, 2013)
3. Sintesis dan Karakterisasi Membran Komposit S-Abs-Ls-Lempung sebagai Membran Elektrolit Sel Bahan Bakar (Fuel Cell), Hibah Fundamental, 2014
4. Karakterisasi Poliblend Biji Buah kelor (*Moringa Oleifera*) dengan Cangkang Telur sebagai Adsorben untuk Pengolahan Air (Hibah Bersaing, 2014)
5. Penerapan *Cooperative Learning* Model Jigsaw untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa dalam Pembelajaran Kimia di SMA Negeri 1 Palu, DIPA FKIP, 2014
6. Pemulihan dan Peningkatan Buah Kakao dengan Cara Pemberian Suplemen Unsur Hara dari Tonasi yang di blending dengan Kitosan serta Pemanfaatannya untuk Biskuit-Kripik (Bispik). Tahun 1, II dan III, MP3I 2014-2016
7. Ekstraksi Ion Merkuri dari Limbah Cair Menggunakan Emulsi Membran Cair Tipe W/O Bersurfaktan. Tahun I dan II, Hibah Bersaing 2015-2016
8. Studi Ab Ibitio: Hidrasi dan Transfer Proton dalam Membran Polimer Elektrolit Sel Bahan Bakar (PEMFC) Nata De Coco Terfosfatasi, Hibah disertasi doktor 2016
9. Membran Polimer Elektrolit Nata De Coco Tersulfonasi untuk Aplikasi Direct Membrane Fuel Cell (DMFC), Penelitian Dasar Fundamental 2019-2020
10. Pengembangan produk berbasis labu siam (*sechium Edule*) dan Analisis biomolekulnya sebagai alternative pencegahan diabetes mellitus, DIPA FKIP 2019
11. Revitalisasi kesuburan tanah perkebunan kakao menggunakan kitosan, limbah hewan dan limbah ikan untuk meningkatkan produksi buah, DIPA FKIP 2020
12. Histologi HE & IHC Pankreas Tikus Diabetes Setelah Pemberian Kombinasi Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera*) dan Bunga Cengkeh (*Syzygium aromaticum*), DIPA FKIP 2020
13. Pemanfaatan dan modifikasi limbah kulit nenas sebagai membran polimer elektrolit pada sel bahan bakar direct methanol fuel cell (DMFC), DIPA FKIP 2021
14. Kajian fitokimia dan aktivitas antioksidan biskuit berbasis labu siam – kacang hijau sebagai sumber belajar materi pokok biomolekul di SMA/MA, DIPA FKIP 2021
15. Pembuatan dan Karakterisasi Edible Film Dari Biji Nangka (*Artocarpus Heterophyllus L.*) Sebagai Bahan Ajar Kimia pada Materi Polimer, DIPA FKIP 2022
16. Pembuatan dan karakterisasi edible film dari umbi talas (*xanthosoma sagittifolium*) dengan ekstrak daun kelor sebagai antioksidan, DIPA FKIP 2023
17. Eksplorasi potensi limbah kulit pisang kepok (*musa paradisiaca l.*) Melalui modifikasi dengan ekstrak daun kelor (*moringa oleifera l.*) Dan aplikasinya sebagai membran polimer edible film, DIPA FKIP 2024
18. Efektivitas ekstrak bugenvil (*bougainvillea spectabilis wilid*) terhadap penurunan glukosa darah tikus putih (*rattus norvegicus*) model hiperkolestrolemia, DIPA FKIP 2024
19. Potensi alami ekstrak daun ubi jalar ungu (*ipomoea batatas L.*): alternatif inhibitor korosi besi pada medium asam klorida, DIPA Pasca 2024
20. Explorasi Senyawa Bioaktif Daun Pepaya (*Carica papaya linn*) Sebagai Anti-Malaria: Kajian Mekanisme Molekular Berbasis Network Pharmacology dan In Silico, DRTPM 2024
21. Potensi ekstrak daun ubi jalar ungu (*ipomoea batatas l.*): alternatif inhibitor korosi besi dalam medium asam klorida, DRTPM 2024
22. Eksplorasi potensi biji rambutan melalui modifikasi dengan ekstrak bunga rosella dan aplikasinya sebagai membran polimer edible film, DRTPM 2024
23. Briket Arang Berbasis Sekam Padi dan Kulit Buah Naga: Solusi Sumber Energi Terbarukan yang Berkelanjutan, DIPA PASCA 2025
24. Investigasi Senyawa Aktif Buah Makasar Sebagai Antidiabetes: Kajian Mekanisme Molekular Berbasis Network Analysis, In Silico-based Clustering dan Validasi Eksperimen, DPPM 2025

## Pengabdian

1. IbM Kelompok Penjual Jagung di kota Palu dalam mengolah limbah bonggol jagung menjadi briket arang sebagai bahan bakar alternatif, DIKTI 2013
2. Pelatihan Kelompok Siswa KIR SMAN 5 PALU yang Kesulitan Membuat Karya Tulis Ilmiah untuk Olimpiade Penelitian Siswa Indonesia DIPA FKIP 2014
3. Pelatihan Pengembangan Dan Pemantapan Materi Olimpiade Kimia Bagi Guru Kimia SMAN 5 Palu, DIPA FKIP 2014
4. Short-Term Stay Program at Kanazawa University, Universitas Kanazawa /ITB, 2015
5. IbM Kelompok Tani Dalam Memanfaatkan Limbah Sekam Padi Untuk Pembuatan Arang Briket Dan Asap Cair Di Desa Baluase Kecamatan Dolo Selatan, DRPM 2016
6. IbM Kelompok Tani dalam mengatasi masalah hama dan penyakit serta pemanfaatan limbah Kulit Kakao di desa Baluase Kecamatan Dolo Selatan, DRPM 2017
7. Pemateri bidang studi kimia program pembinaan olimpiade sains nasional (OSN) SMA Tingkat provinsi Riau, di pekanbaru dari tanggal 16 s/d 25 April 2017
8. PKM Kelompok Tani untuk Mengatasi Masalah Limbah Kulit Kakao Sebagai Bahan Dasar Pembuatan Asap Cair dan Briket Arang Pada Perkebunan Kakao di Desa Budi Mukti Kecamatan Damsol, DRPM 2018
9. Pengembangan Rumah Pangan dan Klinik Tumbuhan Obat untuk Pemenuhan Pangan dan Gizi Serta Peningkatan Derajat Kesehatan Masyarakat Berbasis *Education For Sustainable Development*, DRPM 2018
10. PPDM Pemberdayaan Masyarakat Melalui Program Desa Mandiri Pangan Berbasis Usahatani Organik Terintegrasi Tanaman dan Ternak di Desa Pombewe Kecamatan Sigi Biromaru Kabupaten Sigi, DRPM 2019-2020
11. Pelatihan pembuatan olahan makanan sehat berbasis labu siam untuk meningkatkan kesehatan dan kesejahteraan nasyarakat kecamatan Palolo kabupaten Sigi, DIPA FKIP 2019
12. Penyuluhan pada kegiatan pendampingan kesehatan Ibu dan Anak, Mandiri 2019
13. Penyuluhan pengolahan limbah lingkungan menjadibriket arang sebagai bahan bakar alternative, Mandiri 2019
14. PKM Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP) Kimia Kabupaten Donggala dalam Penyusunan dan Publikasi Karya Ilmiah, DRPM 2020
15. Pelatihan Pembuatan Tepung Ampas Kelapa di kecamatan Tanantovea Kabupaten Donggala, DIPA FKIP 2020
16. Pemberdayaan kelompok tani desa pandere kabupaten sigi melalui pemanfaatan olahan labu siam dan meningkatkan sistim imun di masa pandemi covid-19, DIPA FKIP 2021
17. Pelatihan penyusunan lembar kerja peserta didik (LKPD) untuk praktikum dimasa pandemi covid bagi MGMP kimia kota Palu, DIPA PASCA 2021
18. Pembimbingan siswa MAN 1 Kota Palu dalam rangka menghadapi kompetisi sains madrasah, 2021
19. Pelatihan Penyusunan Bahan Ajar Digital dimasa pandemi covid bagi MGMP Kimia Kota Palu, DIPA PASCA 2022
20. Pelatihan Pembuatan Biskuit Berbasis Labu Siam Sebagai Suplemen Makanan Sehat Pencegah Kekurangan Gizi Dimasa Pandemi Covid-19, DIPA FKIP 2022
27. Pelatihan penyusunan soal hots untuk mengembangkan kemampuan pedagogik guru kimia di kota palu, DIPA PASCA 2023
28. Pelatihan Pengembangan Modul Praktikum Berbasis Green Chemistry Bagi Guru- Guru Di MGMP Kimia Kota Palu, DIPA FKIP 2023
29. Perbaikan Sanitasi Air Melalui Penerapan Teknologi Pengolahan Air Bersih Sebagai Upaya Mengurangi Prevalensi Stunting Di Desa Simoro Kabupaten Sigi, DIPA UNTAD 2024
30. Pelatihan Penyusunan Modul Ajar Berdasar TaRL Pada Guru Kimia Di Kota Palu, DIPA FKIP 2024
31. Pelatihan Penyusunan e-modul berbasis PjBl dengan pendekatan STEM untuk Mengembangkan Kemampuan literasi numerasi Guru Kimia di kota Palu, DIPA PASCA 2024

- 32 Pelatihan dan Pendampingan Penyusunan Soal HOTS Berbasis Digital Literasi Pedagogic-Chem pada Guru kimia Di Kabupaten Donggala, DRTPM 2024
- 33 Membangun Future-ready Teachers: Pelatihan dan Pendampingan Pembuatan Media Pembelajaran Berbasis ICT dan Website Untuk Optimalisasi PMM Guru, DRTPM 2024
- 34 Pemanfaatan Limbah Sekam Padi Untuk Pembuatan Arang Briket dan Asap Cair Di Desa Tanah Harapan Kecamatan Palolo, DIPA PASCA 2025
- 35 Pelatihan Teknik Evaluasi Pembelajaran yang Sesuai Kebutuhan Peserta didik dengan Pendekatan Teaching at the Right Level, DIPA FKIP 2025

#### **Publikasi Artikel Ilmiah dalam Jurnal**

1. Kinetics of the Oxidation of Vitamin C, Indonesian Journal of Chemistry ISSN 1411-9420 indexed on: Scopus, Simago Q3, Vol. 12 No. 2012; 291 – 296
2. Peningkatan Hasil Belajar Kimia Menggunakan Multimedia pada Materi Ikatan Kimia Kelas X SMK Negeri Parigi Selatan, Jurnal Akademika Kimia, 2(1): 39-46, 2013
3. Pemanfaatan Daun Palado (Agave sp) dalam Proses Pembuatan Virgin Coconut Oil (VCO), Jurnal Akademika Kimia, 2(2): 97-104, 2013
4. Pemanfaatan Kulit Rambutuan (Nephelium sp.) Untuk Bahan Pembuatan Briket Arang Sebagai Bahan Bakar Alternatif, SNIPS 2013
5. Analysis of factors that affect the potential of star fruit (Averhoa Bilimbi) and cactus (Gymnocalycium Hossei) extracts as alternative battery, **1589**, 516 (2014), indexed on: Scopus
6. Ekstrak Enzim Protease Dari Daun Palado (Agave Angustifolia) Dan Pemanfaatannya Dalam Proses Pembuatan Virgin Coconut Oil, Jurnal Akademika Kimia, 3 (3), 336-345, 2014
7. Ab initio calculation of hydration and proton transfer on sulfonated *nata de coco* European Journal of Chemistry 7 (4) (2016) 442-447
8. Pengaruh tembaga(II) dan kadmium(II) terhadap persen ekstraksi merkuri(II) menggunakan emulsi membran cair tipe W/O bersurfaktan ganda dengan benzoil aseton sebagai pembawa kation, Jurnal Kimia Mulawarman, vol 15 2017
9. Ab Initio Study of Proton Transfer and Hydration on Phosphorylated Nata de coco, Indonesian Journal of Chemistry indexed on: Scopus (category : Q3), Indones. J. Chem., 2017, 17 (3), 523 – 530
10. Density Functional Theory (DFT) and Natural Bond Orbital (NBO) Analysis of Intermolecular Hydrogen Bond Interaction in “Phosphorylated Nata de Coco – Water”, Indones. J. Chem., 2018, 18 (1), 173 – 178
11. Mercury(II) extraction from solution with W/O type of liquid membrane emulsion using surfactant combination (span-80 + span-20) and 1-phenyl-3-methyl-4-benzoyl-5-pyrazolone as carrier of cation, International Journal of Engineering & Technology; (category : Q3), 7 (4) 4278-4281 (2018)
12. PKM Pelatihan Dan Workshop Pembuatan Briket Arang Dan Asap Cair Pada Perkebunan Kakao Di Desa Budi Mukti Kecamatan Damsol, Jati Emas (Jurnal Aplikasi Teknik dan Pengabdian Masyarakat), Vol. 2 No. 2 (2018)
13. Analisis Teori Fungsional Kerapatan Struktur Membran Nata de coco Tersulfonasi, Chimica et Natura Acta, (2019) Vol. 7 No. 2: 87-90
14. The Used of Protease from Palado (Agave) Roots, and Palado Leaf in the Making Process of Virgin Coconut Oil (VCO), Materials Science Forum, Vol. 967, pp 123-131, 2019, Scopus, Q3
15. KKN-PPM Pengembangan Rumah Pangan Dan Klinik Tumbuhan Obat Untuk Pemenuhan Pangan Dan Gizi Serta Peningkatan Derajat Kesehatan Masyarakat Berbasis Education For Sustainable Development, Jati Emas (Jurnal Aplikasi Teknik dan Pengabdian Masyarakat), 3 (1), 2019
16. Application of benzoyl-acetone as a cation carrier in mercury (II) extraction by using liquid membrane emulsion technique, Key Engineering Materials, Vol. 811, pp 80-85, 2019, scopus Q3
17. PKM Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP) Kimia Kabupaten Donggala Dalam Penyusunan Dan Publikasi Karya Ilmiah, Jati Emas (Jurnal Aplikasi Teknik dan Pengabdian Masyarakat), 4 (2), 2020
18. Program desa mitra: penerapan zero waste agriculture melalui pembuatan pupuk organik cair biokultur dan biourin, Abditani : Jurnal Pengabdian Masyarakat, 3 (2) 80-83, 2020
19. Proximate, Minerals, and Vitamins In Chayote Flour, International Journal Research in Pharmaceutical Sciences, 11 (2), 2020. Scopus Q4

20. Density Functional Theory (DFT) and Natural Bond Orbital (NBO) Investigation of Intra/ Intermolecular Hydrogen Bond Interaction in Sulfonated Nata-De Coco-Water (NDCS-(H<sub>2</sub>O)<sub>n</sub>), *International Journal of Advanced Science and Technology*, tahun: 2020, Vol. 29, No. 5s, pp. 987-998, Scopus, Q3
21. The Reduction Activity of Malondi aldehide (Mda) Level in Combination of Ethanol Extracts of Moringa Leaf (*Moringa Oleifera* Lamk) and Clove Flower (*Syzygium Aromaticum* Merry & Perril), *International Journal of Advanced Science and Technology*, 2020, Vol. 29, No. 5, pp. 1130-1134, Scopus, Q3
22. The pH route of rosella flower (*hibiscus sabdariffa* l) as an acid-base indicator, *International Journal of Advanced Science and Technology*, 2020, Vol. 29, No. 6, pp. 1154-1160, Scopus, Q3
23. The Making and Characterization of Banggai Tuber (*Dioscorea* Spp) Edible Film, *International Journal of Advanced Science and Technology*, 2020, Vol. 29, No. 5, pp. 8141-8153, Scopus, Q3
24. Kinetika Reaksi Hidrolisis Pati Biji Alpukat (*Persea americana* Mill) dengan Katalis HCl. *Jurnal IPA dan Pembelajaran*, Vol. 4, No. 1, 120-131, 2020, Sinta 3)
25. The utilization of corncob for the manufacture of charcoal briquette as an alternative fuel, *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1563, p. 012022, (2020), scopus Q4
26. Sulfonated Nata De Pina as Polymer Electrolyte Membrane for Fuel Cell Application, *Technology Reports of Kansai University*, 62(8), pp 4859-4871, 2020
27. Analysis of Tannin in Sapodilla Fruit (*Manilkara zapota* (L) Van Royen). *Rasayan Journal of Chemistry*, 13 (4), pp. 2243 - 2248, 2020
28. Phosphorylated Nata De Pina As Polymer Electrolyte Membrane In Fuel Cells. *Rasayan Journal of Chemistry*, 13 (4), pp. 2243 - 2248, 2020
29. Hydration and Proton Transfer Processes in Sulfonated Nata De Coco Membrane with Density Functional Theory. *Key Engineering Materials*, Vol. 874, pp 58-66, 2021
30. The Potential Of Durian Seed Flour As An Alternative Source Of Carbohydrate For Diabetes Mellitus Sufferers, *European Journal of Molecular and Clinical Medicine*, 7(6), pp 728-734, 2020
31. Endogenous Antioxidant Activity Combination Of Moringa Leaf And Clove Flower Extracts Toward Diabetic Rats (*Rattus Norvegicus*), *European Journal of Molecular and Clinical Medicine*, 7(10), pp 1806-1813, 2020
32. Analysis of Flavanoids in Flour and Biscuit based on Chayote, *Jurnal Akademika Kimia*, 9(4): 219-223, 2020
33. Pemberdayaan Masyarakat Melalui Penerapan Teknik Integrasi Tanaman-Ternak Berbasis Zero Waste Agriculture, *DINAMISIA: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(1), 198-205, 2021
34. Pemberdayaan masyarakat pembuatan tepung ampas kelapa di kecamatan Tanantovea kabupaten donggala, *Jurnal Abdi Dosen*, 5(1), 124-129, 2021
35. Analysis of calcium levels in beef bones from kaledo waste. *Journal of Physics: Conference Series*. 1763 (1), p.012061, 2021
36. Rotation of the curve as far as  $\alpha$  with center P(m, n), *Journal of Physics: Conference Series*, 1763 (1), p.012085, 2021
37. Description of the composition of gold to silver minerals in the rock containing gold, *Journal of Physics: Conference Series*. 1832 012007, 2021
38. The Utilization of Durian Seeds (*Durio Zibethinus* Murr) as a Base for Making Edible Film, *International Journal of Design & Nature and Ecodynamics*, 16 (1), pp. 77-84, 2021
39. Histology of hematoxylin-eosin and immunohistochemical diabetes rat pancreas after giving combination of moringa leaves (*Moringa oleifera*) and clove flower (*Syzygium aromaticum*) extracts, *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*. 9(A):257-262, 2021
40. The Analysis of the Honesty and Responsibility Characters of Chemistry Students during Exams in Chemistry Education Study Program, *Jurnal Akademika Kimia*, 10(3): 167-173, 2021
41. Conceptual Changes of Students in Thermodynamics in Physical Chemistry Course through the Implementation of Blended Learning, *Jurnal Akademika Kimia*, 10(3): 174-181, 2021
42. Analysis of magnesium content and phosphorus as fertility indicators in the post-tsunami seagrass ecology system in the palu bay coastal area, *Rasayan Journal of Chemistry*, 14(3): 2056-2061, 2021
43. Langmuir and Freundlich isotherm equation test on the adsorption process of Cu (II) metal ions by cassava peel waste (*Manihot esculenta* crantz), *Journal of Physics: Conference Series*, 2126 (2021) 012022
44. The use of water spinach plants (*Ipomoea aquatica* Forsk.) for phytoremediation of hospital waste, *Journal of Physics: Conference Series*, 2126 (2021) 012026

- 45 Making Edible Film from Jackfruit Seed Starch (*Artocarpus Heterophyllus*) with the Addition of Rosella Flower Extract (*Hibiscus Sabdariffa* L.) as Antioxidant, *International Journal of Design & Nature and Ecodynamics*, 16(6), pp. 61-699, 2021
46. Application of Cooperative Learning Jigsaw Model to Improve Student's Learning Achievement in Chemistry Learning, *Jurnal Akademika Kimia*, 11(1): 39-45, 2022
- 47 Characteristics of charcoal briquettes from kepok banana peel waste (*Musa paradisiaca* F.) as alternative fuel, *Rasayan Journal of chemistry*, 15(1): 108-115, 2022
- 48 The Antioxidant Activities of Acid Hydrolysis of  $\kappa$ -Carrageenan, *Rasayan Journal of chemistry*, 15(1), 529-537, 2022
- 49 Pelatihan Penyusunan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Untuk Praktikum Dimasa Pandemi Covid Bagi MGMP Kimia Kota Palu, *ABDI DOSEN: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* sinta 4, 6(1): 1-6, 2022
- 50 Phosphorylated nata de banana as polymer electrolyte membrane in fuel cells, *International Journal of Materials Research*, 113(6), 569-576, 2022
- 51 The Making and Characterization of Edible Film from Jackfruit Seeds (*Artocarpus heterophyllus* L.), *International Journal of Design & Nature and Ecodynamics*, 17(3): 407-415, 2022
- 52 Antidiabetic Effect Test of Insulin Stem Extract (*Tithonia diversifolia*) Toward Streptozotocin-Induced Diabetic Rats (*Rattus Norvegicus*), *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, 10(A) :1006-1010, 2022
- 53 Characteristics and antioxidants of edible film from durian seeds (*Durio zibethinus*) with additions to rosella flower extract (*Hibiscus sabdariffa* L.), *Materials Today: Proceedings* 65 (2022) 3109–3115
- 54 Application of a Resource-Based-Learning (RBL) Approach to Improving Student Learning Outcomes on the Substance of Alkaline and Soil Alkaline, *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, vol 674, 2022
- 55 Saponins and Tannin Levels in Chayote, Mung Beans, and Biscuits from Chayote and Mung Beans, *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*. 10(A):1355-1358. 2022
- 56 Utilization of Papaya and Pandan Leaf Extract as a Source of Vegetable Pesticides, *Jurnal Akademika Kimia*, 11(3), 183-189, 2022
- 57 The use of durian seeds (*Durio zibethinus* Murr) as flour products from Tolitoli and Donggala Regencies, *Journal of Natural Resources and Environmental Management*, 12(3): 478-484. 2022
- 58 The use of MSG (monosodium glutamat), aloe vera, and papaya leaf (*carica papaya* L) as an alternative of corrosion inhibitor, *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* **1075** (2022) 012013
- 59 Recovery and Improvement of Cocoa Production With the Use of Nutrients from Chitosan-Tonnage Blending Ash, *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 1075 (2022) 012013
- 60 Effectiveness of cacao fruit peel extract (*theobroma cacao* l.) As an organic inhibitor on corrosion of iron nails in 3% nacl medium. *Rasayan Journal of Chemistry*, 16(3). 2023
- 61 The utilization of durian peels (*Durio zibethinus*) for the manufacturing of charcoal briquettes as alternative fuel, *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 13(1), 76-87. 2023
- 62 Jackfruit (*Artocarpus Heterophyllus*) Seed Starch with Sorbitol as a Plasticizer and Rosella Flower Antioxidant in the Making Edible Film (*Hibiscus Sabdariffa*), *International Journal of Design and Nature and Ecodynamics* 18 (2), 443-448, 2023
- 63 The influence of the STAD cooperative learning model assisted by virtual laboratory on activities and learning outcomes of class X students for electrolyte and nonelectrolyte solution material. *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2619, No. 1). 2023
- 64 Application of interactive multimedia-assisted discovery learning model to students' critical thinking skills of electrolyte and non-electrolyte solution. *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2619, No. 1). 2023
- 65 Using the Reaction Rate Learning Module with a STEM Approach to Student's Creative Thinking Ability, *Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia*, 7(1), 36-45. 2023
- 66 Application of Student Worksheets Based on Hyperdocs in Chemistry Learning on Scientific Creativity. *Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia*, 7(1), 10-18. 2023
- 67 Training on Making Bulletin Learning Media Integrated Character Education. *Mattawang: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(3), 245-251, 2023
- 68 Flower Extract Tapak Dara (*Catharanthus roseus* L) as Acid–Base Indicator, *Malaysian journal of chemistry* 25 (5), 207, 2023
- 69 Hots Question Preparation Training to Develop Pedagogic Skills of Chemistry Teachers in Palu City. *Abdi Dosen : Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 7(4), 1316-1324. 2023

- 70 Training On Differentiated Learning Strategies With Merrdeka Flow For Chemistry Teachers In Palu City, Abdi Dosen: Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat 7 (4), 1354-1362, 2023
- 71 Training And Mentoring Of Literacy And Numeracy Activities Through The Use Of ICT-Based Bulletin Integrated Character Education (BICE) Media In Elementary School 9 Mamboro, Abdi Dosen: Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat 7 (4), 1384-1393, 2023
- 72 Tongkol Jagung: Inovasi Briket sebagai Karya Mahasiswa dalam Program MBKM untuk Kesejahteraan Masyarakat, Panrannuangku Jurnal Pengabdian Masyarakat 3 (4), 126-133
- 73 Evaluating torenia fournieri Flower Extract as a Natural Acid-Base Titration Indicator, 19(2): 497-503, 2024
- 74 Digital Learning Innovation: Mentoring to Improving Access to Education through ICT and Website-Based Media, Mattawang: Jurnal Pengabdian Masyarakat, 5(3): 121-129, 2024
- 75 Analysis of Primary Metabolite Compound Content in Tempe Durian Seeds (*Durio zibethinus*), Jurnal Penelitian Pendidikan IPA, 10(5): 2331-2336, 2024
- 76 Chemical And Physical Attributes Of Charcoal Briquettes Made From A Mixture Of Ketapang Fruit Shell (*Terminalia Catappa L*) And Corn Cob (*Zea Mays*). *Rasayan Journal of Chemistry*, 17(4): 1773, 2024, Scopus, Q3
- 77 Antioxidant Edible Films Derived from Belitung Taro Tubers (*Xanthosoma sagittifolium*) Incorporated with Moringa Leaf Extract (*Moringa oleifera*), *Preventive Nutrition and Food Science*, 29(2):210–219, 2024, scopus Q2
- 78 Potential of Beluntas Leaf Extract (*Pluchea indica L*) as a basic ingredient for Making Liquid Anti-Mosquito Repellent, *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA (JPPIPA)*, 10(7): 3992-3997, 2024
- 79 Utilization Of Purple Sweet Potato Leaves (*Ipomoea Batatas L.*) As Iron Corrosion Inhibitor In Hydrochloric Acid Medium, *Rasayan Journal of chemistry*, 17(4): 1709-1716, (2024)
- 80 Pelatihan Penyusunan Modul Ajar Berdasar TaRL pada Guru Kimia di Kota Palu dan Kabupaten Sigi, *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat Nusantara*, 6(1): 1516-1522, 2024
- 81 Pelatihan Penyusunan Instrumen Penilaian Pembelajaran Berdeferensiasi Bagi Guru Kimia Di Kota Palu dengan Alur MERRDEKA, *Panrannuangku Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(3): 179-185, 2024
- 82 Training On E-Module Compilation Based On Pjbl With A STEM Approach To Develop The Numeracy Literacy Ability Of Mathematics Teachers In Donggala District, Abdi Dosen: Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat, 8(3): 1172-1181, 2024
- 83 Training And Assistance In Preparing Hots Questions Based On Digital Literacy Pedagogic-Chem For Chemistry Teachers In Donggala Regency, Abdi Dosen: Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat, 8(3): 1162-1171, 2024
- 84 Equipping Teachers With 21<sup>ST</sup> Century Skills: Training On Website And ICT-Based Learning Media Creation, Abdi Dosen: Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat, 8(3): 1152-1161, 2024
- 85 Determination Of Vitamin C Content Dewandaru Fruit (*Eugenia Uniflora L.*) By Content Maturity, *Rasayan Journal of Chemistry*, 17(4): 1474-1478, 2024
- 86 Pelatihan Pembuatan E-Modul Pembelajaran Kimia Berbasis Project Based Learning (PJBL) Dengan Pendekatan STEM Pada MGMP Kimia Kota Palu, *Panrannuangku Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(3), 2024
- 87 Organoleptic Characteristics of Tempeh from Durian Seed (*Durio zibethinus Murr*) as Alternative Raw Material, *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(8): 5844-5850, 2024
- 88 Determination of Total Flavonoid Content in Bangle Plant (*Zingiber Montanum*)Extraction Results, *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(8): 5929-5934, 2024
- 89 Quantification of Tannin in Chromolaena Odorat (Kirinyu) Leaf Extract, *International Journal of Design & Nature and Ecodynamics*, 19(4): 1341-1346, 2024
- 90 Evaluating torenia fournieri Flower Extract as a Natural Acid-Base Titration Indicator, *International Journal of Design & Nature and Ecodynamics*, 19(2): 497-503, 2024
- 91 Utilization Of Purple Sweet Potato Leaves (*Ipomoea Batatas L.*) As Iron Corrosion Inhibitor In Hydrochloric Acid Medium, *Rasayan Journal of Chemistry*, 17(4), 1709-1716(2024) Scopus Q3
- 92 The effect of time management and interest in learning mathematics: a case study of senior high school students in Palu Indonesia on students' learning achievement, *Heliyon*, scopus, Q1, 11(3), 2025
- 93 Biodegradable Edible Films Derived from Banana Peels Infused with Extract from Moringa Oleifera, *International Journal of Design & Nature and Ecodynamics*, 20(1): 107-113, 2025, Scopus Q3
- 94 Molecular investigation on active compounds in papaya leaves (*Carica papaya Linn*) as anti-malaria using network pharmacology, molecular docking, clustering-based analysis and molecular dynamics simulation, *Phytomedicine Plus*, 5(1), 100713, 2025, scopus Q1

- 95 Edible Film Based on Rambutan Seed (*Nephelium lappaceum*) Starch: An Alternative Biodegradable Food Packaging, *Preventive Nutrition and Food Science* 2025;30(2):186-195, Scopus Q2
- 100 Biodegradable food packaging ilm derived from sago starch/ microcrystalline cellulose enriched with ginger (*Zingiber Oicinale*) extract for sliced apple preservation, *Journal of Food Science and Technology*, 1-11. (2025), Scopus Q2
- 101 Physicochemical Characteristics And Fuel Potential of Charcoal Briquettes from Candlenut and Peanut Shell Mixtures, *Rasayan Journal of Chemistry* Open source preview, 2025, 18(3), pp. 1822–1830
- 102 Binding patterns and structural dynamics of *Brucea javanica* bioactives as anti-diabetic leads: integrative insights from network-based analysis, fragment molecular orbital, and molecular dynamics simulations, *Molecular Simulation*, 2025, 51(18), pp. 1184 – 1204, scopus Q3

#### **Presenter Seminar/ Konferensi**

1. Seminar Nasional sains dan matematika II “Peran Sains, Matematika dan Pendidikan Dalam Menyelesaikan Permasalahan Bangsa” Palu, 23 November 2013
2. Joint Indonesia-UK Conference on Computational Chemistry, Bandung, 10-11 Desember 2015
3. Seminar Nasional Sains dan Pendidikan Sains dengan tema Sinergi Pengembangan Sains dan Strategi Pembelajaran Sains, Terkini Berbasis Riset, Samarinda, 08 Maret 2016
4. Seminar Nasional 2016 dengan tema kesiapan daerah menghadapi masyarakat ekonomi asean (MEA), Palopo, 7 Mei 2016
5. International Seminar on Chemistry, Surabaya, 26-27 Juli 2016
6. Seminar Hasil Program Peningkatan Kapasitas Riset, Makassar, 9-10 Maret 2017
7. Seminar Hasil Program Pengabdian kepada Masyarakat Mono, Makassar, 25-26 Februari 2019
8. ICOLSSTEM, International Conference on Lesson Study of Science Technology Engineering and Mathematics, 19-20 september 2019
9. International Conference on Frontiers in Molecular Sciences, Bandung, 3 Maret 2020
10. The 2<sup>nd</sup> International Seminar on Science and Technology, Palu, 16-17 September 2020
11. The 1st International Conferences on Physics Issues (ICoPIs 2021), Palu, Agustus 2021
12. International Virtual Seminar, Jakarta, 16 Oktober 2021
13. Tadulako’s International Conference on Social Sciences TICoSS 2021, Palu
14. 2ND International Conference Of Sustainable Enviromental Technology 2021 exclusive virtual conference, Malaysia, 9-10 November 2021
15. 1<sup>st</sup> International Conference on Science Education and Sciences (1<sup>st</sup> ICSES), Mataram, 3-4 Desember 2021
16. International Interdisciplinary Conference On Environmental Science And Sustainable Developments (IICESSD), Palu, 5 - 6 December 2021
17. The 4th International Conference on Chemistry and Material Science (IC2MS), Malang, 8 – 9 September 2022
18. The 4th International Seminar on Science and Technology (ISST4), Palu, 2 – 3 November 2022
19. The 8th International Conference on Mathematics and Natural Sciences (ICMNS), ITB Bandung (Hybrid), 10-11 February 2023
20. The 2ND International Seminar On Chemistry And Chemistry Education, Universitas Pattimura, 12-13 September 2023
21. The 11st International Conference of the Indonesian Chemical Society (ICICS), Universitas Jambi (Hybrid), 14-16 November 2023
22. The 5th International Seminar on Science and Technology (ISST5), Palu 23 Desember 2023
23. The 2nd International Conference on Education (ICE), Palu, 12 September 2024
24. The 1st International Conference of Tecnology and Sciences (IcoTenS), 31 Oktober 2024

#### **Buku**

1. Kinetika Reaksi Kimia, RP Karsel Publishing, 2012, ISBN 978-602-9165-11-1
2. Kimia Inti, RP Karsel Publishing, 2013, ISBN 978-602-9165-10-4
3. Kimia Fisik, UNTAD PRESS, 2021, ISBN 978-623-6006-15-3
4. Buku Pendukung Mata Kuliah Telaah Kimia Sekolah, JDS, 2022, ISBN 978-623-5926-15-5
5. Kimia Fisik: Termodinamika Kimia dan Kesetimbangan, deepublish, 2022, ISBN 978-623-02-5107-8
6. Kimia Analisis Terapan, JDS, 2023, ISBN 978-623-5926-54-4
7. Sistem persamaan linier dan kuadrat berbasis PjBL dengan pendekatan STEM, Deepublish, 2024, ISBN 978-623-0298-07-3

8. Bank soal HOTS stoikiometri, JDS, 2024, ISBN 978-623-8314-88-1
9. Kimia Karbon dan Makromolekul, Deepublish, 2024, ISBN 978-623-0293-50-4
10. Kinetika reaksi kimia berbasis PjBL dan case method, Deepublish, 2025, ISBN 978-623-0295-76-8
11. Kelarutan dan Hasil Kali Kelarutan Berbasis PJBL dengan Pendekatan STEM, Gemilang Press Indonesia, 2025, ISBN 978-634-7337-77-1

#### **HaKI**

1. studi komputasi ab initio hidrasi dan transfer proton pada sel bahan bakar membran polimer elektrolit nata de coco tersulfonasi dan nata de coco terfosfatasi, Hak Cipta, EC0020222714 /000336166, 21 Oktober 2018
2. Kinetika reaksi kimia, Hak Cipta, EC00202220713 / 000336165, 01 Februari 2020
3. Materi Ajar Laju Reaksi dan Kesetimbangan Kimia Inkuiri Berbasis Pertanyaan Kritis, Hak Cipta, EC00202217430 / 000332795, 14 Maret 2022
4. Penulisan Karya Ilmiah, Hak Cipta, EC00202218706 / 000334095, 18 Maret 2022
5. Instrumen Penelitian: Inventori kesadaran metakognisi dan angketnya, Hak Cipta, EC002022108819 / 000424563, 02 Desember 2022
6. Panduan praktikum kimia berbasis green chemistry, Hak Cipta, EC00202308326 / 000441249, 30 Januari 2023
7. Media Pembelajaran Bulletin Integrated Character Education (BICE) Kelas 4 Semester 1 Muatan Pembelajaran IPAS "Tumbuhan Sumber Kehidupan di Bumi", Hak Cipta, EC00202368617, 18 agustus 2023
8. Pengembangan kemampuan pedagogic guru kimia di kota palu melalui pelatihan penyusunan soal HOTS, Hak Cipta, EC002023100850, 27 oktober 2023
9. Pembuatan ekstrak Daun Ubi Jalar ungu (*Ipomea batatas L.*) serta dan pemanfaatannya sebagai Inhibitor Korosi Besi Pada Medium Asam Klorida, Hak Cipta, EC002024208862, 2024

#### **Penghargaan yang Pernah Diraih**

- 1 Dosen Berprestasi Tingkat Fakultas (FKIP UNTAD) Peringkat 1 Tahun 2020
- 2 Dosen Berprestasi Tingkat Universitas Tadulako peringkat III, Tahun 2020
- 3 Dosen Berprestasi Tingkat Universitas Tadulako peringkat II, Tahun 2025