Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai

P-ISSN : 2579-6097
E-ISSN : 2579-5511

Journal of Watershed Management Research

Vol. 10 No. 1, 2026

DAMPAK PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN TERHADAP DEBIT PUNCAK DAS TIRO BERDASARKAN METODE RASIONAL
(*The Impact of Land CoverChange on Peak Discharge in the Tiro Watershed Using the Rational Method*)

Pradhipta Ertya Sakti, Hairul Basri, dan Purwana Satriyo

PERSEPSI MASYARAKAT TERHADAP DAMPAK SOSIAL, EKONOMI, DAN LINGKUNGAN TERHADAP KEBERADAAN HUTAN TANAMAN INDUSTRI PT. WIRAKARYA SAKTI
(*Community Perceptions of the Social, Economic, and Environmental Impacts of PT. Wirakarya Sakti's Industrial Plantation*)

Adzkia Chairunisa Ciptaningrum, Bramasto Nugroho, dan Leti Sundawati

KAJIAN SPASIAL DAMPAK ALIH FUNGSI LAHAN TERHADAP RISIKO BANJIR DAN IMPLIKASINYA PADA KETAHANAN PANGAN: STUDI KASUS DAS KRUENG KEUREUTO
(*Spatial Study Of The Impact Of Land Use Change To Flood Risk and Its Implication on Food Security: A Case Study Of The Krueng Keureuto Watershed*)

Nina Shaskia, Fitri Zaitun Nurnalisa, Zaitun Humaira, dan Cut Dwi Refika

PENGARUH ASET RUMAH TANGGA, PENDAPATAN, DAN STRATEGI NAFKAH TERHADAP KESEJAHTERAAN PENYADAP GETAH PINUS DI KPH BANDUNG SELATAN,PROVINSI JAWA BARAT
(*The Influence of Household Assets, Income, and Livelihood Strategies on the Welfare ofPineResin Tapper intheSouth Bandung Forest Management Unit, West Java Province*)

Rosyida Eka Dika Murti, Bramasto Nugroho, Leti Sundawati

ANALISIS PENGARUH IMPLEMENTASI PERATURAN PRESIDEN NOMOR 15 TAHUN 2018 TERHADAP PERUBAHAN PERILAKU MASYARAKAT DAN KELEMBAGAAN
(*Analysis of the Implementationof Presidential Regulation Number 15 of 2018 on Changes in Community Behaviour and Institutional Structure*)

Een Irawan Putra, Soeryo Adiwibowo, dan Hefni Effendi

KARAKTERISASI HIDROSTRATIGRAFI BERBASIS GEOLISTRIK UNTUK IDENTIFIKASI AKUIFER DI LERENG TIMUR GUNUNGAPI UNGARAN
(*Geoelectric-Based Hydrostratigraphic Characterization for Aquifer Identification on the Eastern Slope of Ungaran Volcano)*

Endra Yuliawan, Sonna Diwijaya, Hilmy Ahmad, Tjahyo NugrohoAdji, dan Ahmad Cahyadi

Diterbitkan oleh :
Asosiasi Peneliti dan Teknisi Kehutanan dan Lingkungan Hidup Indonesia (APTKLHI)
Jl. Gunung Batu No 5 Bogor
E-mail: admin@ejournal.aptklhi.org, sekred.jppdas@gmail.com;
Website: https://ejournal.aptklhi.org/index.php/JPPDAS/index

Volume 10, Nomor 1, 2026

JPPDAS | Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai

Journal of Watershed Management Research

P–ISSN: 2579-6097

E–ISSN: 2579-5511

JURNAL PENELITIAN PENGELOLAAN DAERAH ALIRAN SUNGAI

Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (JPPDAS) pertama kali diterbitkan pada April 2017 oleh Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (BPPTPDAS) dengan P-ISSN: 2579-6097 dan E-ISSN: 2579-5511. Pada awal penerbitannya, JPPDAS dikelola oleh BPPTPDAS bekerjasama dengan Masyakat Konservasi Tanah dan Air Indonesia (MKTI). Berdasarkan PermenLHK No 26 Tahun 2021, BPPTPDAS bertransformasi menjadi Badan Standardisasi Instrumen Lingkungan Hidup dan Kehutanan (BPSILHK) Solo. Seiring dengan perubahan tersebut, pengelolaan JPPDAS dilanjutkan oleh BPSILHK Solo bersama MKTI. Pada tahun 2023, pengelolaan JPPDAS dialihkan kepada Asosiasi Peneliti dan Teknisi Kehutanan dan Lingkungan Hidup Indonesia (APTKLHI) sehubungan dengan perubahan kewenangan BPSILHK Solo yang tidak lagi melaksanakan kegiatan penelitian serta penerbitan publikasi ilmiah. Transisi pemindahan pengelolaan JPPDAS menyebabkan Tahun 2023 JPPDAS hanya menerbitkan satu kali, yaitu Volume 7 Nomor 1, 2023. Meskipun demikian, komitmen untuk menjaga kualitas dan kesinambungan jurnal tetap menjadi prioritas utama.

SASARAN DAN RUANG LINGKUP

Karya Tulis Ilmiah yang diterbitkan dalam JPPDAS merupakan hasil penelitian, kajian konseptual, dan pengembangan metode di bidang pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS). Ruang lingkup jurnal meliputi bidang pengelolaan lahan dan vegetasi, konservasi tanah dan air, rehabilitasi lahan, hidrologi, sosial, ekonomi, kelembagaan, penginderaan jauh, dan Sistem Informasi Geografis (SIG) yang mendukung teknologi pengelolaan DAS secara berkelanjutan.

TERBITAN

JPPDAS diterbitkan oleh Asosiasi Peneliti dan Teknisi Kehutanan dan Lingkungan Hidup Indonesia (APTKLHI)
ISSN *print*/ P-ISSN : 2579-6097
ISSN *electronic*/ E-ISSN : 2579-5511
Edisi elektronik tersedia di
https://ejournal.aptklhi.org/index.php/JPPDAS

Seluruh KTI yang diterbitkan diberi nomor DOI yang digabungkan dengan awalan DOI Crossreff https://doi.org/10.59465/jppdas

FREKUENSI PENERBITAN

Jurnal diterbitkan dua kali dalam setahun yaitu pada bulan April dan Oktober dan setiap terbitan berisi 6 Karya Tulis Ilmiah (KTI).

KEBIJAKAN PEER REVIEW

Setiap KTI yang diterbitkan di JPPDAS akan ditelaah awal yang meliputi kesesuaian ruang lingkup jurnal dan tata cara penulisan menurut petunjuk penulisan. Selanjutnya telaah dilakukan minimal oleh dua *reviewer* dengan mempertimbangkan kebaruan, orisinalitas, metode, dan dampak keilmuan.

AKREDITASI

Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (JPPDAS) telah terakreditasi **Peringkat 2** berdasarkan Kutipan dari Keputusan Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset dan Teknologi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi Republik Indonesia Nomor **105/E/KPT/2022** tentang Peringkat Akreditasi Jurnal Ilmiah Periode 1 Tahun 2022 tanggal **7 April 2022**. Akreditasi berlaku selama 5 (lima) tahun yaitu mulai Volume 5 Nomor 2 Tahun 2021 sampai Volume 10 Nomor 1 Tahun 2026.

Volume 10, Nomor 1, 2026

JPPDAS | Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai
Journal of Watershed Management Research

P–ISSN: 2579-6097
E–ISSN: 2579-5511

ALAMAT KORESPONDENSI
Sekretariat Redaksi JPPDAS:
Asosiasi Peneliti dan Teknisi Kehutanan dan Lingkungan Hidup Indonesia (APTKLHI)
Alamat: Jl Gunung Batu No 5 Bogor
Email: sekred.jppdas@gmail.com
Website: https://ejournal.aptklhi.org/index.php/JPPDAS

PENYERAHAN ONLINE

Penulis yang akan mengirimkan KTI kepada JPPDAS perlu melakukan registrasi untuk mendapatkan *username* dan *password*.
Registrasi dilakukan pada:
https://ejournal.aptklhi.org/index.php/JPPDAS/user/register
Login dilakukan pada:
https://ejournal.aptklhi.org/index.php/JPPDAS/user/register
Karya tulis ilmiah harus dikirim secara online melalui website JPPDAS. Penulis dapat memantau proses dan status pengelolaan KTI dalam website tersebut.

CHECKLIST PERSIAPAN PENYERAHAN

Sebelum mengunggah KTI, penulis diminta untuk mengecek kelengkapan penyerahannya sebagaimana disebutkan di bawah ini. Apabila KTI tidak sesuai dengan petunjuk jurnal, maka akan dikembalikan ke penulis.

1. Karya tulis ilmiah harus ditulis berdasarkan *template* JPPDAS dan sesuai dengan pedoman bagi penulis.
2. Format referensi berdasarkan gaya *American Psychological Association* (APA) edisi ke 6 dan dikelola dengan perangkat lunak Mendeley.
3. Delapan puluh persen dari referensi yang digunakan merupakan referensi primer terbitan 10 tahun terakhir.
4. Formulir pernyataan etis (Formulir JPPDAS 01_paper) dan formulir transfer hak cipta (Formulir JPPDAS 06_copyright Kesepakatan transfer) harus dilampirkan saat penyerahan KTI.
5. Pernyataan kesanggupan membayar *Article Processing Charge*.

PROSES PENGEDITAN (*COPY EDITING*) DAN KOREKSI CETAKAN (*PROOFREADING*)

Pada setiap KTI yang diterima akan melalui proses pengeditan untuk peningkatan kualitas tata bahasa oleh tim editorial.

Volume 10, Nomor 1, 2026

JPPDAS | Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai

Journal of Watershed Management Research

P–ISSN: 2579-6097

E–ISSN: 2579-5511

PEMERIKSAAN PLAGIARISME

Pemeriksaan plagiarisme dilakukan oleh tim editorial JPPDAS. Apabila terindikasi plagiarisme melebihi 10%, maka KTI akan ditolak.

PENGELOLAAN REFERENSI

Untuk ketepatan pengambilan sumber informasi, silakan menggunakan perangkat lunak pengelola referensi Mendeley dalam membuat bibliografi, referensi dan kutipan dalam teks. Format referensi berdasarkan gaya APA ke 6. Mendeley adalah manajer referensi gratis yang dapat diunduh pada: https://www.mendeley.com/Download-mendeley-desktop .

KEBIJAKAN AKSES TERBUKA

Karya tulis ilmiah dalam JPPDAS dapat diakses secara terbuka dengan tujuan mendukung pertukaran informasi dan pengetahuan secara global.

IZIN CC

Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dikelola oleh Asosiasi Peneliti dan Teknisi Kehutanan dan Lingkungan Hidup Indonesia (APTKLHI) di bawah CC BY-NC-SA Creative Commons Attribution Non Komersial Berbagi seperti attribution 4.0 internasional.

PENGELOLAAN BIAYA

Setiap naskah yang terbit dikenakan biaya pemrosesan penerbitan sebesar Rp. 1.500.000,-. Karya tulis Ilmiah diterbitkan secara elektronik tersedia secara bebas pada website. Penulis dapat menggunakan file dengan ekstensi .pdf yang telah diterbitkan untuk keperluan non-komersial pada website institusi atau pribadi.

PROSES INDEX DAN ABSTRAK

Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai telah terindeks dari layanan berikut: *Cross Ref*, *Google Scholar*, Mendeley, *Indonesian Scientific Journal Database* (ISJD), PKP *Publishing Services*, *Cite Factor*, *Bielefeld Academic Search Engine* (BASE), dan *Scientific and Literature* (SCILIT).

HAK CIPTA

Jurnal ini dan kontribusi individu yang terkandung di dalamnya dilindungi oleh hak cipta Asosiasi Peneliti dan Teknisi Kehutanan dan Lingkungan Hidup Indonesia (APTKLHI). Hak cipta tersebut mengikuti ketentuan dan kondisi yang berlaku dalam penggunaannya.

PERNYATAAN PRIVASI

Nama dan alamat email yang masuk dalam jurnal ini akan digunakan secara eksklusif untuk kebutuhan jurnal dan tidak akan digunakan untuk kebutuhan pihak lain.

Volume 10, Nomor 1, 2026

JPPDAS Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai
Journal of Watershed Management Research

P–ISSN: 2579-6097
E–ISSN: 2579-5511

EDITORIAL TEAM

Editor in-Chief

Dr. Ir. Dewi Retna Indrawati, M.P. (Scopus ID: 57226719729)	Ekologi Manusia	Pusat Riset Kependudukan, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)

Editor

Prof. Ris. Dr. Ir. Tyas M. Basuki, M.Sc. (Scopus ID: 26030255700)	Hidrologi; Konservasi Tanah dan Air, dan Penginderaan Jauh	Pusat Riset Ekologi, BRIN
Prof. Ris. Dr. Irfan Budi Pramono, M.Sc. (Scopus ID: 57194592259)	Hidrologi dan Konservasi Tanah	Pusat Riset Limnologi dan Sumber Daya Air, BRIN
Dr. Muhammad Anggri Setiawan, M.Sc. (Scopus ID: 23487125500)	Geografi	Universitas Gadjah Mada
Dr. Agung B. Supangat, S.Hut., M.T., M.Si. (Scopus ID: 57226712006)	Hidrologi	Pusat Riset Ekologi, BRIN; Masyarakat Konservasi Tanah dan Air Indonesia (MKTI)
Dr. Ir. Nining Wahyuningrum, M.Sc. (Scopus ID: 57216288607)	Konservasi Tanah dan Air; Sistem Informasi Geografis	Pusat Riset Ekologi, BRIN
Saut A. Sagala, ST., M.Sc., Ph.D. (Scopus ID: 35323035100)	Mitigasi Bencana	Institut Teknologi Bandung
Dr. S. Andy Cahyono, S.P., M.Si. (Scopus ID: 57329151500)	Sosial Ekonomi	Pusat Riset Ekologi, BRIN
Dr. Yonky Indrajaya, S.Hut., M.T., M.Sc. (Scopus ID: 57189633934)	Manajemen Hutan	Pusat Riset Ekologi, BRIN
Dr. Ir. Hunggul Y.S.H. Nugroho, M.Si. (Scopus ID: 57194607752)	Hidrologi dan Konservasi Tanah	Pusat Riset Ekologi, BRIN
Dr. Ir. Sulistya ekawati, M.Si. (Scopus ID: 57209010673)	Sosiologi Kehutanan; Pemberdayaan Masyarakat	Pusat Riset Masyarakat dan Budaya, BRIN

Volume 10, Nomor 1, 2026

JPPDAS Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai
Journal of Watershed Management Research

P–ISSN: 2579-6097
E–ISSN: 2579-5511

Copy Editor

Dr. Ir. Endang Savitri, M.Sc. (Scopus ID: 57204823033)	Pengelolaan DAS, Konservasi Tanah dan Air, Kebencanaan	MKTI
R. Pamungkas B. Putra, S.Hut., M.Sc. (Scopus ID: 57092722900)	Silvikultur	Pusat Riset Ekologi, BRIN

Section Editor

Daniel Pandapotan Simarmata, M.Sc. (Scopus ID: 57885111400)	Ekologi Manusia	Pusat Riset Kependudukan, BRIN
F. Maftukhakh H. Nada, S.Hut., M.Sc. (Scopus ID: 57885111300)	Konservasi Tanah dan Air	Pusat Riset Ekologi, BRIN
Dian Pratiwi, S.Hut., M.Sc. (Scopus ID: 57222641915)	Konservasi dan Pengaruh Hutan	Pusat Riset Ekologi, BRIN
Luthfi Hanindityasari, S.Hut., M.Sc. (Scopus ID:57884113400)	Konservasi dan Pengaruh Hutan	Pusat Riset Ekologi, BRIN

Layout Editor

Diah Auliyani, S.Hut., M.Si. (Scopus ID: 57219661069)	Konservasi dan Pengaruh Hutan	Pusat Riset Ekologi, BRIN
Tri Hastuti Swandayani, S.Kom., M.Si.		Balai KSDA Yogyakarta, Kementerian Kehutanan

Sekretariat Redaksi JPPDAS: Asosiasi Peneliti dan Teknisi Kehutanan dan Lingkungan Hidup Indonesia (APTKLHI)

Alamat: Jl. Gunung Batu No 5 Bogor
E-mail: sekred.jppdas@gmail.com ; *Website:* https://ejournal.aptklhi.org/index.php/JPPDAS/index

Diterbitkan di Bogor, Indonesia
©2026 **Asosiasi Peneliti dan Teknisi Kehutanan dan Lingkungan Hidup Indonesia (APTKLHI)**

Volume 10, Nomor 1, 2026

JPPDAS Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai
Journal of Watershed Management Research

P–ISSN: 2579-6097
E–ISSN: 2579-5511

REVIEWER

Dr. Tri Sulistyati Widyaningsih, S.Sos., M.Sc. (Scopus ID: 57216432755)	Sosiologi Lingkungan	Pusat Riset Kependudukan, BRIN
Prof. Dr. Ahmad Maryudi, S.Hut., M.For. (Scopus ID: 48461414700)	Kebijakan Kehutanan	Universitas Gadjah Mada
Prof. Dr. rer. nat. Junun Sartohadi, M.Sc. (Scopus ID: 24766831900)	Geografi Tanah dan Lingkungan	Universitas Gadjah Mada; MKTI
Andry Rustanto, S.Si., M.Sc. (Scopus ID: 57192945184)	Geografi	Universitas Indonesia
Dr. Tjahyo Nugroho Adji, S.Si., M.Sc.Tech. (Scopus ID: 54987826800)	Geografi	Universitas Gadjah Mada
Dr. Ogi Setiawan, S.Hut., M.Sc. (Scopus ID: 5720543334)	Hidrologi, Geomorfologi, Kehutanan	Pusat Riset Ekologi, BRIN
Dr. Prabang Setyono, S.Si., M.Si. (Scopus ID: 56179823100)	Ekologi Pemodelan dan Rekayasa Lingkungan	Universitas Sebelas Maret
Dr. Ryke Nandini, S.Si., M.Si. (Scopus ID: 57205494099)	Konservasi dan Pengaruh Hutan	Pusat Riset Ekologi, BRIN
Ary Widiyanto, S.Hut., M.Eng., M.P.P. (Scopus ID:57226365246)	Kebijakan Publik, Agroforestry	Pusat Riset Kependudukan, BRIN
Dwi Priyo Ariyanto S.P., M.Sc., Ph.D. (Scopus ID: 57214875170)	Soil Science	Universitas Sebelas Maret
Dr. Siswo, S.P., M.Sc.For. (Scopus ID: 572094566980)	Forest Environment and Ecology	Balai Perhutanan Sosial Yogyakarta, Kementerian Kehutanan
Dr. Margaretha Widyastuti, M.T. (Scopus ID: 57195913207)	Hidrologi, Karst Hydrology	Universitas Gadjah Mada
Dr. Ahmad Cahyadi, S.Si., M.Sc. (Scopus ID: 55979018700)	Hidrologi, Geomorfologi	Universitas Gadjah Mada
Prof. Dr. Ir. Gusfan Halik, S.T., M.T. (Scopus ID: 56816987300)	Teknik Hidrologi	Universitas Jember
Dr. Sanudin S.Hut., M.Si. (Scopus ID: 57218920085)	Sociological dan Ekonomi Sumberdaya	Pusat Riset Kependudukan, BRIN

Sekretariat Redaksi JPPDAS: Asosiasi Peneliti dan Teknisi Kehutanan dan Lingkungan Hidup Indonesia (APTKLHI)
Alamat: Jl. Gunung Batu No 5 Bogor
E-mail: sekred.jppdas@gmail.com ; *Website:* https://ejournal.aptklhi.org/index.php/JPPDAS/index

Diterbitkan di Bogor, Indonesia
©2026 **Asosiasi Peneliti dan Teknisi Kehutanan dan Lingkungan Hidup Indonesia (APTKLHI)**

Volume 10, Nomor 1, 2026

JPPDAS Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai
Journal of Watershed Management Research

P–ISSN: 2579-6097
E–ISSN: 2579-5511

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih dan penghargaan kami sampaikan kepada Editor dan Mitra Bestari yang telah menyunting dan memberi saran yang konstruktif terhadap Karya Tulis Ilmiah dalam Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Volume 10 Nomor 1, 2026.

1. Ary Widiyanto, S.Hut., M.Eng., M.P.P.
2. Dr. Ir. Sulistya ekawati, M.Si.
3. Dr. Eko Budiyanto, M.Si.
4. Sadewa Purba Sejati, S.Si., M.Si.
5. Dr. S. Andy Cahyono, S.P., M.Si.
6. Dr. Ogi Setiawan, S.Hut., M.Sc.
7. Andry Rustanto, S.Si., M.Sc.
8. Dr. Agung Budi Supangat, S.Hut., M.T., M.Si.
9. Dr. Ir. Hunggul Yudono S.H. Nugroho, M.Si.
10. Dr. Sanudin S.Hut., M.Si.
11. Dr. Yonky Indrajaya, S.Hut., M.T., M.Sc.

.

Volume 10, Nomor 1, 2026

JPPDAS Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai
Journal of Watershed Management Research

P–ISSN: 2579-6097
E–ISSN: 2579-5511

DAFTAR ISI *(CONTENTS)*

Judul **Halaman**

DAMPAK PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN TERHADAP DEBIT PUNCAK DAS TIRO BERDASARKAN METODE RASIONAL
(The Impact of Land Cover Change on Peak Discharge in the Tiro Watershed Using the Rational Method)
Pradhipta Ertya Sakti, Hairul Basri, Purwana Satriyo _____ 1-18

PERSEPSI MASYARAKAT TERHADAP DAMPAK SOSIAL, EKONOMI, DAN LINGKUNGAN TERHADAP KEBERADAAN HUTAN TANAMAN INDUSTRI PT. WIRAKARYA SAKTI
(Community Perceptions of the Social, Economic, and Environmental Impacts of PT. Wirakarya Sakti's Industrial Plantation)
Adzkia Chairunisa Ciptaningrum, Bramasto Nugroho, Leti Sundawati _____ 19-44

KAJIAN SPASIAL DAMPAK ALIH FUNGSI LAHAN TERHADAP RISIKO BANJIR DAN IMPLIKASINYA PADA KETAHANAN PANGAN: STUDI KASUS DAS KRUENG KEUREUTO
(Spatial Study of the Impact of Land Use Change to Flood Risk and Its Implication on Food Security: A Case Study of the Krueng Keureuto Watershed)
Nina Shaskia, Fitri Zaitun Nurnalisa, Zaitun Humaira, Cut Dwi Refika _____ 45-62

PENGARUH ASET RUMAH TANGGA, PENDAPATAN, DAN STRATEGI NAFKAH TERHADAP KESEJAHTERAAN PENYADAP GETAH PINUS DI KPH BANDUNG SELATAN, PROVINSI JAWA BARAT
(The Influence of Household Assets, Income, and Livelihood Strategies on the Welfare of Pine Resin Tapper in the South Bandung Forest Management Unit, West Java Province)
Rosyida Eka Dika Murti, Bramasto Nugroho, Leti Sundawati_____ 63-90

ANALISIS PENGARUH IMPLEMENTASI PERATURAN PRESIDEN NOMOR 15 TAHUN 2018 TERHADAP PERUBAHAN PERILAKU MASYARAKAT DAN KELEMBAGAAN
(Analysis of the Implementation of Presidential Regulation Number 15 of 2018 on Changes in Community Behaviour and Institutional Structure)
Een Irawan Putra, Soeryo Adiwibowo, Hefni Effendi _____ 91-106

KARAKTERISASI HIDROSTRATIGRAFI BERBASIS GEOLISTRIK UNTUK IDENTIFIKASI AKUIFER DI LERENG TIMUR GUNUNG API UNGARAN
(Geoelectric-Based Hydrostratigraphic Characterization for Aquifer Identification on the Eastern Slope of Ungaran Volcano)
Endra Yuliawan, Sonna Diwijaya, Hilmy Ahmad, Tjahyo N. Adji, Ahmad Cahyadi _____ 107-130

JURNAL PENELITIAN PENGELOLAAN DAERAH ALIRAN SUNGAI (JPPDAS)

ABSTRAK

P-ISSN : 2579-6097
E-ISSN : 2579-5511

Vol. 10 No. 1, 2026

Kata kunci bersumber dari artikel. Lembar abstrak ini boleh disalin tanpa izin dan biaya

Pradhipta Ertya Sakti[1,2], Hairul Basri[3], Purwana Satriyo[3]

[1]*Magister Pengelolaan Sumber Daya Alam, Universitas Syiah Kuala, Aceh*

[2]*Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (BPDAS) Krueng Aceh, Banda Aceh*

[3]*Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala, Aceh*

DAMPAK PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN TERHADAP DEBIT PUNCAK DAS TIRO BERDASARKAN METODE RASIONAL

Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Vol. 10 No. 1, 2026, p. 1 - 18

Perubahan tutupan lahan memiliki peran penting dalam memengaruhi respons hidrologi daerah aliran sungai (DAS). perubahan tersebut dapat meningkatkan debit puncak meskipun DAS tersebut tidak termasuk dalam kategori prioritas nasional rehabilitasi. DAS Tiro di Provinsi Aceh mengalami kejadian banjir berulang, namun dinamika hidrologinya yang berkaitan dengan perubahan tutupan lahan belum dikaji secara kuantitatif. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi dampak perubahan tutupan lahan periode 2014-2024 terhadap debit puncak menggunakan metode rasional. Analisis overlay spasial dilakukan untuk mengidentifikasi transisi tutupan lahan dan menghitung koefisien aliran DAS. Hujan wilayah dihitung menggunakan metode isohyet berbasis interpolasi inverse distance weighting (IDW), dilanjutkan dengan analisis frekuensi untuk menentukan hujan rencana periode ulang 2-100 tahun. Debit puncak dihitung menggunakan rumus rasional dan divalidasi dengan data debit observasi menggunakan Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE). Hasil menunjukkan bahwa hutan lahan kering primer berkurang sebesar 3.498,8 ha yang meningkatkan koefisien aliran dari 0,109 menjadi 0,126 (15,6%). Perubahan tersebut menyebabkan kenaikan debit puncak sebesar 15,6% pada seluruh periode ulang, dengan kenaikan tertinggi sebesar 52,5 m^3/s pada periode ulang 100 tahun. Hasil validasi menunjukkan nilai NSE sebesar 0,77 pada kondisi tahun 2014 dan 0,93 pada kondisi tahun 2024 yang termasuk kategori baik. Temuan ini menunjukkan bahwa dinamika tutupan lahan menjadi determinan utama variasi debit puncak DAS Tiro selama periode penelitian.

Kata kunci: ***perubahan tutupan lahan; debit puncak; metode rasional; koefisien aliran; DAS Tiro***

Adzkia Chairunisa Ciptaningrum[1*], Bramasto Nugroho[2], Leti Sundawati[2]

[1]*Program Studi Ilmu Pengelolaan Hutan, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor*

[2]*BMKG Departemen Manajeman Hutan, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor*

PERSEPSI MASYARAKAT TERHADAP DAMPAK SOSIAL, EKONOMI, DAN LINGKUNGAN TERHADAP KEBERADAAN HUTAN TANAMAN INDUSTRI PT. WIRAKARYA SAKTI

Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Vol. 10 No. 1, 2026, p. 19 - 44

Keterbatasan pasokan kayu dari hutan alam mendorong pemerintah mengembangkan Hutan Tanaman Industri (HTI) untuk meningkatkan produktivitas hutan produksi dan memenuhi kebutuhan bahan baku industri perkayuan. Keberadaan HTI berpotensi memengaruhi kondisi sosial, ekonomi, dan lingkungan masyarakat sekitar. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis dampak keberadaan HTI PT. Wirakarya Sakti terhadap kondisi sosial, ekonomi, dan lingkungan masyarakat di sekitar wilayah konsesi. Penelitian menggunakan pendekatan metode campuran (kualitatif dan kuantitatif) melalui survei. Data kuantitatif diperoleh dari 88 responden yang ditentukan menggunakan rumus Slovin dengan tingkat kesalahan 10% dan dianalisis menggunakan uji paired sample t-test untuk membandingkan kondisi sebelum dan sesudah keberadaan HTI. Data kualitatif diperoleh melalui wawancara mendalam dan observasi lapangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keberadaan HTI memberikan dampak positif terhadap penyerapan tenaga kerja, penyediaan fasilitas sosial, migrasi penduduk, dan perubahan pola kebiasaan masyarakat, serta meningkatkan pendapatan masyarakat dan mendorong berkembangnya sektor perdagangan, jasa, dan usaha kecil. Di sisi lain, terdapat dampak negatif yang berkaitan dengan aktivitas operasional HTI, terutama keluhan terhadap debu dan kebisingan yang dikaitkan dengan aktivitas transportasi pengangkutan kayu, serta potensi konflik terkait akses dan pemanfaatan lahan. Temuan ini menegaskan bahwa sektor kehutanan melalui industri kayu memberikan manfaat ekonomi yang nyata bagi masyarakat lokal, namun memerlukan pengelolaan yang lebih baik untuk meminimalkan dampak sosial dan lingkungan. Penelitian ini berkontribusi dalam memperkaya literatur mengenai dampak HTI dan dapat menjadi dasar bagi pengelolaan HTI yang lebih berkelanjutan melalui kolaborasi antara pemerintah, perusahaan, dan masyarakat.

Kata kunci: ***Hutan Tanaman Industri; dampak sosial; dampak ekonomi; dampak lingkungan; masyarakat desa***

JURNAL PENELITIAN PENGELOLAAN DAERAH ALIRAN SUNGAI (JPPDAS)

ABSTRAK

P-ISSN : 2579-6097
E-ISSN : 2579-5511

Vol. 10 No. 1, 2026

Kata kunci bersumber dari artikel. Lembar abstrak ini boleh disalin tanpa izin dan biaya

Nina Shaskia[1*], Fitri Zaitun Nurnalisa[1], Zaitun Humaira[1], Cut Dwi Refika[1]
[1]Program Studi Teknik Sumber Daya Air Universitas Syiah Kuala

KAJIAN SPASIAL DAMPAK ALIH FUNGSI LAHAN TERHADAP RISIKO BANJIR DAN IMPLIKASINYA PADA KETAHANAN PANGAN: STUDI KASUS DAS KRUENG KEUREUTO

Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Vol. 10 No. 1, 2026, p. 45 - 62

Dinamika alih fungsi lahan memicu kerentanan wilayah terhadap banjir pada musim hujan. Peningkatan debit puncak banjir berpotensi menggenangi persawahan, yang pada akhirnya menurunkan produktivitas padi dan mengancam ketahanan pangan. Sejalan dengan permasalahan tersebut, studi ini dilakukan untuk mengkaji secara spasial hubungan antara alih fungsi lahan terhadap peningkatan debit banjir, serta implikasinya pada luas sawah yang terdampak banjir sehingga memengaruhi produksi padi di DAS Krueng Keureuto. Dinamika perubahan tata guna lahan dinilai melalui analisis spasial berbasis citra satelit multi-temporal yang diolah menggunakan ArcGIS, serta data debit diperoleh melalui pemodelan hidrologi dengan HEC-HMS. Selanjutnya, pemodelan banjir dilakukan untuk menilai luasan daerah yang terdampak banjir. Hasil pemodelan kemudian diintegrasikan dengan data produksi padi untuk menentukan dampak alih fungsi lahan terhadap produksi padi. Berdasarkan analisis, peralihan fungsi lahan berimplikasi pada kenaikan nilai CN, diikuti dengan kenaikan debit banjir ratarata sebesar 5,04%. Dalam rentang waktu 13 tahun, luas lahan sawah pada DAS Krueng Keureuto telah berkurang sebanyak 1.077 ha, dengan potensi penurunan produksi padi sebesar 6.526,62 ton akibat konversi lahan, yang diperparah dengan meluasnya genangan banjir pada sisa lahan sawah produktif. Oleh karena itu, diperlukan pengendalian alih fungsi lahan dan rehabilitasi hulu berbasis teknologi spasial serta kebijakan tata ruang kolaboratif untuk menjaga keberlanjutan produksi padi.

Kata kunci: Kajian spasial; alih fungsi lahan; debit banjir; produksi padi; Krueng Keureuto

Rosyida Eka Dika Murti[1], Bramasto Nugroho[2], Leti Sundawati[2]
[1]Program Studi Ilmu Pengelolaan Hutan, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, IPB University
[2]Departemen Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, IPB University

PENGARUH ASET RUMAH TANGGA, PENDAPATAN, DAN STRATEGI NAFKAH TERHADAP KESEJAHTERAAN PENYADAP GETAH PINUS DI KPH BANDUNG SELATAN, PROVINSI JAWA BARAT

Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Vol. 10 No. 1, 2026, p. 63 – 90

Pine resin tapping provides important economic opportunities for communities living around the pine forests of the South Bandung Forest Management Unit (KPH). However, low wages and income instability compel tappers to adopt various livelihood strategies to support their household needs. This study aims to analyze the livelihood capital, income sources, strategies of pine resin tapper households, and their relationship to welfare levels. The study employed a quantitative approach supported by qualitative data obtained through surveys, Likert-scale questionnaires, interviews, observations, and documentation. Data were analyzed descriptively and statistically using Spearman's rank correlation test. The findings show that social capital is the dominant component of household livelihood capital. The primary source of income comes from the forestry sector, specifically pine resin tapping and coffee cultivation. Non-forestry activities provide additional income. Most households apply dual livelihood strategies to maintain economic stability. The general level of household welfare is moderate. The correlation analysis showed no statistically significant relationship between livelihood capital and strategies, despite a positive coefficient was found. Likewise, no significant relationship was found between livelihood strategies and household welfare levels. These findings suggest that increasing livelihood capital and strategies do not automatically improve household welfare. Therefore, it is necessary to strengthen livelihood capital so that the implemented strategies are not merely defensive (survival strategies) but also capable of improving welfare through high-value agricultural businesses and entrepreneurship without disrupting tapping activities. Further studies are recommended to examine the effect of income disparity, particularly between local tappers and outsiders, on work motivation and performance.

Kata kunci: ***pine resin tappers; household assets; income sources; livelihood strategies; welfare***

JURNAL PENELITIAN PENGELOLAAN DAERAH ALIRAN SUNGAI (JPPDAS)

ABSTRAK

P-ISSN : 2579-6097
E-ISSN : 2579-5511
Vol. 10 No.1, 2026

Kata kunci bersumber dari artikel. Lembar abstrak ini boleh disalin tanpa izin dan biaya

Een Irawan Putra[1], Soeryo Adiwibowo[2], Hefni Effendi[3]
[1]*Program Studi Ilmu Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, IPB University*
[2]*Departemen Sains Komunikasi dan Pengembangan Masyarakat, IPB University*
[3]*Departemen Manajemen Sumberdaya Perikanan, IPB University*

ANALISIS PENGARUH IMPLEMENTASI PERATURAN PRESIDEN NOMOR 15 TAHUN 2018 TERHADAP PERUBAHAN PERILAKU MASYARAKAT DAN KELEMBAGAAN

Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Vol. 10 No. 1, 2026, p. 91 -106

Sungai Citarum memiliki nilai sejarah dan fungsi strategis penting berdasarkan potensi sumber daya air, serta dampaknya terhadap aspek sosial, ekonomi, dan budaya. Masalah dan tekanan pencemaran terhadap Sungai Citarum semakin membesar. Pada tahun 2018, Pemerintah menetapkan Peraturan Presiden Nomor 15 Tahun 2018 tentang Percepatan Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Daerah Aliran Sungai Citarum. Peraturan ini diimplementasikan melalui Program Citarum Harum yang berfokus pada kolaborasi lintas sektor untuk meningkatkan kualitas air, tata kelola sungai dan perubahan perilaku masyarakat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan perilaku masyarakat serta pengaruh dan kepentingan antar-stakeholder. Analisis perubahan perilaku masyarakat dilakukan secara deskriptif menggunakan konsep Teori U, sedangkan pengaruh serta kepentingan antar stakeholder dianalisis menggunakan analisis stakeholder. Berdasarkan analisis Teori U, perilaku masyarakat saat ini sudah berada pada tahap gerakan Co-creating, yaitu melembagakan hal baru melalui inovasi berbasis partisipasi kolektif. Hasil analisis stakeholder menunjukkan bahwa key player (pemain kunci) dalam program Citarum Harum adalah Tim Pengarah, Gubernur Jawa Barat, Panglima III Siliwangi, Komandan Sektor dan Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Citarum.

Kata kunci: ***DAS Citarum, perilaku masyarakat; stakeholder***

Endra Yuliawan[1], Sonna Diwijaya[1], Hilmy Ahmad[1], Tjahyo Nugroho Adji[1,*], dan Ahmad Cahyadi[1]
[1]*Departemen Geografi Lingkungan, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada*

KARAKTERISASI HIDROSTRATIGRAFI BERBASIS GEOLISTRIK UNTUK IDENTIFIKASI AKUIFER DI LERENG TIMUR GUNUNG API UNGARAN

Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Vol. 10 No. 1, 2026, p. 107 - 130

Lereng timur Gunung api Ungaran merupakan kawasan dengan tekanan tinggi terhadap kebutuhan air bersih akibat pertumbuhan penduduk, perluasan kawasan permukiman, dan industri. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengarakterisasi sistem akuifer melalui pendekatan hidrostratigrafi dengan mengintegrasikan data geolistrik metode Vertical Electrical Sounding (VES) pada 9 titik pengukuran, data log bor hingga kedalaman 35 meter, serta data geologi dan geomorfologi. Hasil penelitian menunjukkan adanya dua sistem akuifer utama, yaitu akuifer bebas dan akuifer tertekan. Akuifer bebas tersebar luas di wilayah tengah dan timur, khususnya pada satuan geomorfologi Aliran Piroklastik Lereng Tengah Ungaran Muda (VM6), yang didominasi oleh endapan lahar berpori. Sementara itu, akuifer tertekan teridentifikasi pada zona timur laut, dengan karakteristik lapisan lahar yang terjebak antara batuan kedap berupa lava dan tuf halus. Interpretasi resistivitas batuan menunjukkan bahwa endapan lahar (10–100 Ωm) berperan sebagai akuifer, lava (>100 Ωm) sebagai akuifug, dan tuf (<10 Ωm) sebagai akuiklud. Model hidrostratigrafi 2D dan 3D yang dihasilkan menggambarkan sebaran spasial akuifer secara jelas, dengan potensi air tanah terbesar berada di wilayah timur, tengah, dan sebagian utara. Sebaliknya, wilayah barat dan selatan didominasi oleh batuan lava yang memiliki potensi akuifer rendah. Temuan ini memberikan dasar ilmiah yang penting bagi pengelolaan dan pemanfaatan sumber daya air tanah secara berkelanjutan di kawasan vulkanik.

Kata kunci: ***Hidrostratigrafi; akuifer; metode geolistrik; gunung api Ungaran***

E-ISSN: **2579-5511/P-ISSN:2579-6097**
doi https://doi.org/10.59465/jppdas.2026.10.1.1-18

DAMPAK PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN TERHADAP DEBIT PUNCAK DAS TIRO BERDASARKAN METODE RASIONAL

(The Impact of Land Cover Change on Peak Discharge in the Tiro Watershed Using the Rational Method)

Pradhipta Ertya Sakti[1,2], Hairul Basri[3], dan Purwana Satriyo[4]
[1]*Magister Pengelolaan Sumber Daya Alam, Universitas Syiah Kuala, Aceh*
[2]*Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (BPDAS) Krueng Aceh, Banda Aceh*
[3]*Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala, Aceh*
[4]*Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala, Aceh.*

*purwana.satriyo23@gmail.com

Diterima: 1 Maret 2026, Direvisi : 18 Maret 2026, Disetujui : 31 Mei 2026

ABSTRACT

Land cover changes play a significant role in influencing the hydrological response of watersheds. These changes can increase peak discharge, even in watersheds that are not classified as national rehabilitation priorities. The Tiro Watershed in Aceh Province experiences recurrent flooding, yet the quantitative study of its hydrological dynamics related to land cover changes is lacking. This study aimes to evaluate the impact of land cover changes on peak discharge during the 2014 - 2024 period using the Rational Method. Spatial overlay analysis was conducted to identify land cover transitions and calculate the watershed runoff coefficients. Areal rainfall was calculated using the isohyet method with inverse distance weighting (IDW), followed by frequency analysis to determine planned rainfall for the the 2 to 100 year return period. Peak discharge was calculated using a Rational formula and validated with observed discharge data using Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE). Results showed a 3,498.8 ha decrease in primary dryland forest, which increased the watershed runoff coefficient from 0.109 to 0.126 (15.6%). These changes resulted in a 15.6% increase in peak discharge across all return periods. The highest increase was 52.5 m^3/s at the 100-year return period. Model validation results showed NSE values of 0.77 in 2014 and 0.93 in 2024, considered good. These findings suggest that land cover dynamics primarily determine peak discharge variation in the Tiro Watershed during the study period.

Keywords: land cover change; peak discharge; Rational Method; runoff coefficient; Tiro Watershed

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

ABSTRAK

Perubahan tutupan lahan memiliki peran penting dalam memengaruhi respons hidrologi daerah aliran sungai (DAS). perubahan tersebut dapat meningkatkan debit puncak meskipun DAS tersebut tidak termasuk dalam kategori prioritas nasional rehabilitasi. DAS Tiro di Provinsi Aceh mengalami kejadian banjir berulang, namun dinamika hidrologinya yang berkaitan dengan perubahan tutupan lahan belum dikaji secara kuantitatif. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi dampak perubahan tutupan lahan periode 2014-2024 terhadap debit puncak menggunakan metode rasional. Analisis overlay spasial dilakukan untuk mengidentifikasi transisi tutupan lahan dan menghitung koefisien aliran DAS. Hujan wilayah dihitung menggunakan metode isohyet berbasis interpolasi inverse distance weighting (IDW), dilanjutkan dengan analisis frekuensi untuk menentukan hujan rencana periode ulang 2-100 tahun. Debit puncak dihitung menggunakan rumus rasional dan divalidasi dengan data debit observasi menggunakan Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE). Hasil menunjukkan bahwa hutan lahan kering primer berkurang sebesar 3.498,8 ha yang meningkatkan koefisien aliran dari 0,109 menjadi 0,126 (15,6%). Perubahan tersebut menyebabkan kenaikan debit puncak sebesar 15,6% pada seluruh periode ulang, dengan kenaikan tertinggi sebesar 52,5 m^3/s pada periode ulang 100 tahun. Hasil validasi menunjukkan nilai NSE sebesar 0,77 pada kondisi tahun 2014 dan 0,93 pada kondisi tahun 2024 yang termasuk kategori baik. Temuan ini menunjukkan bahwa dinamika tutupan lahan menjadi determinan utama variasi debit puncak DAS Tiro selama periode penelitian.

Kata kunci: perubahan tutupan lahan; debit puncak; metode rasional; koefisien aliran; DAS Tiro

I. PENDAHULUAN

Dinamika tutupan lahan berperan signifikan dalam membentuk karakteristik respon hidrologi suatu daerah aliran sungai (DAS), terutama dalam memengaruhi proporsi limpasan permukaan serta besarnya debit puncak yang dihasilkan (Guzha, Rufino, Okoth, Jacobs, & Nóbrega, 2018). Alih fungsi kawasan hutan menjadi area budidaya maupun permukiman cenderung menurunkan kemampuan infiltrasi tanah serta meningkatkan nilai koefisien aliran, yang pada akhirnya berimplikasi pada meningkatnya potensi banjir (Hao *et al*., 2019). Dalam konteks pengelolaan DAS di Indonesia, penetapan DAS Prioritas Nasional umumnya didasarkan pada luas lahan kritis, namun pendekatan tersebut belum secara langsung mengintegrasikan indikator risiko hidrologi seperti peningkatan debit puncak akibat perubahan tutupan lahan.

Analisis data menunjukkan bahwa memang DAS Tiro tidak tercantum dalam daftar DAS prioritas nasional. Namun berbagai sumber resmi dan media lokal menegaskan bahwa kawasan ini sering dilanda banjir. Berdasarkan data BNPB (InaRISK) dan peta kerawanan Aceh (BNPB, 2021), sekitar 28,3% luas DAS Tiro termasuk rawan banjir (Salman, 2018). Fakta ini diperkuat dengan sejumlah

 @2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

kejadian banjir dalam beberapa tahun terakhir: misalnya hujan lebat pada 17 November 2018 meluapkan Krueng Tiro sehingga 28 gampong di Pidie terendam banjir, hujan serupa pada 21 Januari 2023 kembali membuat Sungai Tiro meluap di Kec. Kembang Tanjong Pidie (Salman, 2023), dan banjir bandang November 2025 melibatkan 91 desa di 14 kecamatan Pidie termasuk luapan DAS Tiro (Redaksi, 2025). Data BPBA Aceh juga mencatat puluhan kejadian banjir setiap tahun 67 kejadian yaitu Januari-Agustus 2021 (Hanafiah, 2021). Kondisi ini menunjukkan perlunya evaluasi dinamika hidrologi DAS Tiro secara kuantitatif, khususnya dalam kaitannya dengan perubahan tutupan lahan.

Debit puncak merupakan debit maksimum yang terjadi pada suatu aliran sungai sebagai respon langsung terhadap kejadian hujan, sehingga menjadi parameter penting dalam menggambarkan karakteristik hidrologi suatu daerah aliran sungai (DAS). Nilai debit puncak mencerminkan kemampuan DAS dalam mengubah curah hujan menjadi limpasan permukaan, yang sangat dipengaruhi oleh kondisi tutupan lahan, sifat tanah, dan karakteristik hujan. Perubahan tutupan lahan, terutama dari vegetasi alami menjadi lahan terbuka atau terbangun, dapat meningkatkan limpasan permukaan dan mempercepat respon hidrologi DAS, sehingga berpotensi meningkatkan debit puncak. Selain itu, debit puncak memiliki sensitivitas tinggi terhadap variasi intensitas dan pola hujan, sehingga sering digunakan sebagai indikator utama dalam analisis risiko banjir dan evaluasi dampak perubahan tutupan lahan terhadap respon hidrologi DAS (Wei, Sun, Xu, Wu, & Xie, 2019). Oleh karena itu, penggunaan debit puncak dalam penelitian ini menjadi relevan untuk mengkaji hubungan antara perubahan tutupan lahan dan peningkatan potensi banjir di DAS Tiro.

Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa perubahan tutupan lahan berkaitan erat dengan dinamika karakteristik hidrologi DAS. Penurunan luas hutan umumnya diikuti oleh kenaikan koefisien aliran dan debit banjir (Zhou *et al*., 2019). Secara khusus, beberapa studi internasional menunjukkan bahwa konversi hutan menjadi lahan terbuka atau terbangun dapat meningkatkan debit puncak secara signifikan akibat berkurangnya kapasitas infiltrasi dan meningkatnya limpasan permukaan. Penelitian Hrachowitz *et al*., (2021) menunjukkan bahwa pengurangan tutupan hutan menyebabkan peningkatan debit puncak dan mempercepat respon hidrologi DAS terhadap hujan. Temuan serupa juga dilaporkan oleh Banjara, Bhusal, Ghimire, & Kalra, (2024), yang menyatakan bahwa perubahan penggunaan lahan berkontribusi terhadap peningkatan intensitas limpasan dan debit banjir pada berbagai skala DAS. Dalam dua dekade terakhir, Kabupaten Pidie mengalami perubahan penggunaan lahan yang cukup luas, terutama dari lahan pertanian dan persawahan menjadi kawasan permukiman, (Safrika, 2021), sementara tutupan/penggunaan lahan menjadi faktor dominan dalam analisis kerawanan banjir dibandingkan parameter hidrologi lainnya (Kaswanto, Aurora, Yusri, & Sjaf, 2021).

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

Penelitian sebelumnya di DAS Tiro lebih berfokus pada neraca air dan tingkat bahaya erosi Azmeri, Shaskia, & Bahri, (2016), tanpa mengkaji secara spesifik perubahan debit puncak sebagai respon terhadap dinamika tutupan lahan. Padahal, debit puncak merupakan parameter kunci dalam menggambarkan respon hidrologi DAS terhadap kejadian hujan, serta memiliki peran penting dalam perencanaan tata ruang, rehabilitasi hutan dan lahan, dan penyusunan strategi mitigasi banjir berbasis risiko hidrologi (Blöschl *et al*., 2019). Oleh karena itu, kajian yang menghubungkan perubahan tutupan lahan dengan debit puncak secara kuantitatif dan tervalidasi menjadi penting untuk dilakukan, khususnya pada DAS Tiro.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi perubahan tutupan lahan di DAS Tiro selama periode 2014–2024 serta menganalisis pengaruhnya terhadap debit puncak secara kuantitatif. Analisis debit puncak dilakukan menggunakan metode rasional yang divalidasi dengan data debit observasi. Metode rasional dipilih karena sederhana, memiliki kompromi yang baik antara teori dan ketersediaan data, serta tetap andal untuk estimasi debit puncak pada DAS dengan informasi input yang terbatas (Grimaldi & Petroselli, 2015). Selain itu, metode ini memudahkan evaluasi cepat terhadap perubahan respon hidrologi akibat dinamika tutupan lahan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar informasi bagi pemerintah daerah, Balai Wilayah Sungai, dan BPBD dalam perencanaan tata ruang, pengelolaan DAS, rehabilitasi hutan dan lahan, serta penyusunan strategi mitigasi banjir berbasis risiko hidrologi.

II. BAHAN DAN METODE

A. Waktu dan Lokasi

Pelaksanaan penelitian dilakukan pada periode Januari-Februari 2026 di DAS Tiro, Provinsi Aceh. Secara administratif, 98,6% wilayah DAS berada di Kabupaten Pidie dan 1,4% di Kabupaten Pidie Jaya. Berdasarkan penetapan batas DAS terbaru, luas DAS Tiro ±30.176,8 ha yang diperoleh dari hasil delineasi menggunakan data *Digital Elevation Model* (DEM) melalui analisis Sistem Informasi Geografis (SIG). Peta lokasi penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar *(Figure)* 1 Lokasi Penelitian *(Research Location)*
Sumber *(Source)* : BIG, 2020, diolah oleh penulis (*processed by the author*)

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

B. Bahan dan Alat

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas data spasial dan hidrologi yang bersumber dari berbagai instansi terkait, meliputi data topografi, tutupan lahan, curah hujan, serta debit sungai. Rincian jenis data, sumber, dan kegunaannya dalam penelitian disajikan pada Tabel 1. Pengolahan data spasial dilakukan menggunakan perangkat lunak ArcMap dan Global Mapper**.**

Tabel *(Table)* 1. Jenis dan Sumber Data Penelitian *(Types and Sources of Research Data)*

No	Jenis Data (*Data types*)	Tahun (*Year*)	Sumber (*Sources*)	Kegunaan (*usefulness*)
1	Digital Elevation Model Nasional (DEMNAS)	-	Badan Informasi Geospasial (BIG)	Delineasi DAS dan analisis morfometri
2	Shapefile batas DAS	-	BPDAS Krueng Aceh	Penentuan batas wilayah DAS
3	Tutupan lahan	2014 dan 2024	Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK)	Analisis perubahan tutupan lahan
4	Data hujan harian maksimum	2014-2024	Stasiun Klimatologi Inderapuri, BMKG	Analisis hujan wilayah dan hujan rencana
5	Data debit observasi (AWLR)	2014-2024	Balai Wilayah Sungai Sumatera I	Validasi debit puncak

Sumber *(Source)* : Data penelitian, diolah penulis (2025) (*Data analysis 2025*)

C. Metode Penelitian

1) Karakteristik Fisik DAS

Parameter karakteristik fisik DAS, meliputi luas, panjang sungai utama, beda elevasi, dan kemiringan, diperoleh melalui analisis data DEM. Waktu konsentrasi (t_c) ditentukan menggunakan rumus Kirpich :

$$t_c = 0{,}0195L^{0{,}77}S^{-0{,}385} \qquad (1)$$

dengan t_c = menyatakan waktu konsentrasi (jam), L = merupakan panjang sungai utama (m), S = menunjukan kemiringan sungai, dan $\Delta\mathrm{H}$ = selisih elevasi antara bagian hulu dan hilir DAS (m) sehingga nilai S diperoleh dari perbandingan $\Delta\mathrm{H}$ terhadap L $(\mathrm{S} = \Delta\mathrm{H}/\mathrm{L}$.

2) Perubahan Tutupan Lahan dan Koefisien Aliran

Perubahan tutupan lahan tahun 2014 dan 2024 dianalisis melalui overlay spasial untuk memperoleh luas masing-masing kelas. Koefisien aliran DAS dihitung menggunakan metode rata-rata tertimbang (Hidiya, Giofandi, Tunggadewi, Ratnawati, & Tjahjono, 2025):

$$C_{DAS} = \frac{\sum(C_i \times A_i)}{A_{DAS}} \qquad (2)$$

di mana C_i menunjukan koefisien aliran pada masing-masing kelas tutupan lahan, sedangkan A_i merupakan luas setiap kelas. Penentuan nilai koefisien untuk tiap kelas mengacu pada (Nanang, 2025).

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

3) Hujan Wilayah dan Hujan Rencana
Hujan wilayah ditentukan menggunakan metode isohyet berbasis interpolasi Inverse Distance Weighting (IDW) (Mobaied, 2016). Analisis frekuensi dilakukan dengan distribusi Normal, Log Normal, Gumbel, dan Log Pearson III untuk menentukan hujan rencana periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun. Uji kecocokan distribusi dilakukan dengan Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov (Widyawati, Yuniarti, & Goejantoro, 2020).

4) Intensitas Hujan
Perhitungan intensitas hujan dilakukan dengan menggunakan rumus Mononobe (Widyawati, Yuniarti, & Goejantoro, 2020):

$$I = \frac{R_{24}}{24}\left(\frac{24}{t_c}\right)^{2/3} \quad (3)$$

Dengan keterangan bahwa I menyatakan intensitas hujan (mm/jam), R_{24} merupakan hujan maksimum 24 jam (mm), dan t_c adalah waktu konsentrasi (jam).

5) Debit Puncak
Debit puncak dihitung menggunakan metode rasional (Yusuf, Rachmat, Barkah, & Arfiansyah, 2021):

$$Q_p = 0{,}278 \cdot C \cdot I \cdot A \quad (4)$$

dengan Q_p = debit puncak (m³/s), C = koefisien aliran, I = intensitas hujan, dan A = luas DAS (km²).

6) Validasi Model
Keandalan model diuji menggunakan Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE) (Nash & Sutcliffe, 1970):

$$NSE = 1 - \frac{\sum(X_i - Y_i)^2}{\sum(X_i - \bar{X})^2} \quad (5)$$

dengan X_i = debit observasi, Y_i = debit hasil perhitungan, dan $\bar{X}$ = rerata debit observasi.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Fisik DAS Tiro

Karakteristik morfometri DAS menjadi elemen fundamental yang memengaruhi pola respon hidrologi suatu wilayah terhadap peristiwa hujan. Berdasarkan hasil analisis spasial, DAS Tiro memiliki luas ±30.176 ha (301 km²) dan termasuk kategori DAS kecil. Luas daerah tangkapan air berpengaruh terhadap kapasitas penyimpanan air serta potensi debit yang dihasilkan, karena respon banjir sangat dipengaruhi oleh skala DAS, konektivitas aliran, dan pola spasial aliran permukaan (Rogger *et al*., 2017).

Analisis morfometri menunjukkan panjang sungai utama sebesar 50,4 km dengan beda elevasi hulu-hilir 420 m. Parameter tersebut menghasilkan waktu konsentrasi sebesar 8,57 jam. Waktu konsentrasi menggambarkan durasi aliran air hujan dari bagian terjauh DAS hingga mencapai outlet, serta berperan sebagai parameter penting dalam perhitungan debit puncak (Echeverri-Díaz *et al*., 2022).

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

Nilai indeks kebulatan sebesar 0,21 menunjukkan bahwa bentuk DAS Tiro cenderung memanjang. DAS berbentuk memanjang umumnya memiliki distribusi aliran yang lebih bertahap karena aliran dari berbagai bagian DAS tidak tiba secara bersamaan di outlet (Putiamini, Kusratmoko, & Syamsudin, 2017). Secara keseluruhan, kombinasi luas DAS yang relatif kecil, bentuk memanjang, dan waktu konsentrasi 8,57 jam menunjukkan bahwa DAS Tiro tergolong sangat rentan terhadap lonjakan debit puncak secara tiba-tiba. Dalam kajian morfometri, karakteristik bentuk DAS dan waktu konsentrasi merupakan parameter yang berpengaruh terhadap kerentanan banjir dan respons hidrologi, sehingga perubahan respon hidrologi yang terjadi dalam kurun waktu penelitian lebih tepat dikaitkan dengan dinamika perubahan tutupan lahan dibandingkan faktor morfometri semata (Sutradhar & Mondal, 2023).

B. Perubahan Tutupan Lahan dan Koefisien Aliran

Hasil analisis overlay tutupan lahan tahun 2014 dan 2024 menunjukkan adanya perubahan signifikan pada struktur penggunaan lahan DAS Tiro. Rincian luas masing-masing kelas tutupan lahan tahun 2014 dan 2024 beserta besaran perubahannya disajikan pada Tabel 2 untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai dinamika perubahan setiap jenis tutupan lahan.

Dalam kurun waktu sepuluh tahun, terjadi perubahan komposisi tutupan lahan di DAS Tiro yang ditandai dengan berkurangnya luas hutan lahan kering primer sebesar 3.498,8 ha (11,6%). Sebaliknya, luas belukar mengalami peningkatan sebesar 3.267,9 ha (10,8%), disertai bertambahnya area permukiman seluas 847,6 ha (2,8%). Perubahan tersebut menunjukkan adanya pergeseran tutupan lahan dari kawasan berhutan menuju tutupan lahan yang memiliki kemampuan intersepsi dan infiltrasi lebih rendah. Kondisi ini berimplikasi pada meningkatnya limpasan permukaan dan koefisien aliran, yang selanjutnya berpengaruh terhadap peningkatan debit puncak.

Berdasarkan Tabel 2, dinamika tutupan lahan yang paling dominan memengaruhi perubahan debit puncak adalah berkurangnya hutan lahan kering primer, diikuti oleh peningkatan luas belukar dan permukiman yang berkontribusi terhadap meningkatnya respon hidrologi DAS terhadap kejadian hujan.

Distribusi perubahan tutupan lahan secara spasial dapat dilihat pada Gambar 2 yang menunjukkan perbandingan kondisi tahun 2014 dan 2024, termasuk pergeseran kelas tutupan lahan yang dominan. Perubahan tersebut ditandai dengan konversi hutan lahan kering primer menjadi hutan lahan kering sekunder dan belukar, yang secara ekologis mengindikasikan terjadinya degradasi struktur vegetasi.

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

Tabel *(Table)* 2. Perubahan Tutupan Lahan DAS Tiro 2014-2024 *(Land Cover Changes in the Tiro Watershed 2014-2024)*

No	Kelas Tutupan Lahan	2014 (ha)	2014 (%)	2024 (ha)	2024 (%)	Perubahan (ha)	Perubahan (%)
1	Badan Air	225,2	0,7	225,2	0,7	0,0	0,0
2	Belukar	4.079,8	13,5	7.347,7	24,3	+3.267,9	+10,8
3	Hutan lahan kering primer	11.635,0	38,6	8.136,3	27,0	-3.498,8	-11,6
4	Hutan lahan kering sekunder	3.466,4	11,5	3.545,7	11,7	+79,3	+0,3
5	Permukiman	1.948,4	6,5	2.796,0	9,3	+847,6	+2,8
6	Perkebunan	0,0	0,0	78,3	0,3	+78,3	+0,3
7	Pertanian lahan kering	557,6	1,8	479,9	1,6	-77,6	-0,3
8	Pertanian lahan kering campur	832,0	2,8	942,4	3,1	+110,4	+0,4
9	Savana/padang rumput	860,6	2,9	524,6	1,7	-336,1	-1,1
10	Sawah	5.076,5	16,8	5.268,7	17,5	+192,2	+0,6
11	Tambak	651,1	2,2	642,0	2,1	-9,1	-0,03
12	Tanah terbuka	844,1	2,8	190,0	0,6	-654,1	-2,2

Sumber *(Source)* : Hasil analisis penulis berdasarkan data citra satelit tahun 2014 dan 2024 (2025) (*Data analysis based on satellite imagery of 2014 and 2024*)



Gambar 2. Perubahan Tutupan Lahan DAS Tiro Tahun 2014 dan 2024 *(Land Cover Change in the Tiro Watershed in 2014 and 2024)*

Sumber *(Source)*: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, diolah penulis (2025) (*Ministry of Environment and Forestry, analysed by the author*)

Hutan lahan kering sekunder merupakan hutan yang tumbuh secara alami setelah mengalami gangguan atau perubahan akibat aktivitas manusia, seperti penebangan, kebakaran, atau pembukaan lahan, serta dapat berasal dari vegetasi yang tumbuh kembali pada lahan terdegradasi (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2019). Peningkatan luas belukar juga sering dikaitkan dengan proses deforestasi dan degradasi lahan (Pratiwi & Pravitasari, 2024). Selain faktor degradasi vegetasi, peningkatan jumlah penduduk sebesar 13,1% dalam periode yang sama berpotensi mendorong alih fungsi lahan, sebagaimana dikemukakan oleh Angraini, Selpiyanti,

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

& Walid, (2020) bahwa pertumbuhan penduduk berkorelasi dengan peningkatan tekanan terhadap ruang dan sumber daya lahan.

Perubahan komposisi tutupan lahan tersebut berdampak langsung terhadap karakteristik limpasan permukaan. Hasil perhitungan koefisien aliran dengan metode rata-rata tertimbang menunjukkan bahwa nilai C meningkat dari 0,109 pada tahun 2014 menjadi 0,126 pada tahun 2024. Peningkatan sebesar 15,6% tersebut mengindikasikan bertambahnya proporsi curah hujan yang berkontribusi menjadi aliran permukaan.

Secara hidrologis, tutupan hutan primer memiliki kemampuan intersepsi dan infiltrasi yang lebih tinggi dibandingkan belukar maupun permukiman, sehingga menghasilkan nilai koefisien aliran yang lebih rendah (J H C Bosmans, van Beek, Sutanudjaja, & Bierkens, 2017). Konversi hutan menjadi belukar atau permukiman menyebabkan berkurangnya kapasitas retensi air dan meningkatnya limpasan permukaan. Hasil penelitian ini konsisten dengan temuan Ridwan & Sarjito, (2024) yang menyatakan bahwa perubahan tutupan lahan berperan sebagai salah satu faktor utama dalam memengaruhi dinamika aliran permukaan pada berbagai DAS.

Meskipun nilai koefisien aliran DAS Tiro masih berada dalam kategori baik (<0,5), tren peningkatan tersebut mengindikasikan adanya penurunan daya dukung hidrologi. Dalam konteks metode rasional, peningkatan nilai koefisien aliran secara linier akan meningkatkan nilai debit puncak, sehingga perubahan tutupan lahan menjadi faktor kunci dalam perubahan respon hidrologi DAS Tiro.

C. Hujan Wilayah dan Hujan Rencana

Hujan wilayah DAS Tiro dihitung menggunakan metode isohyet berbasis interpolasi Inverse Distance Weighting (IDW) dari enam stasiun hujan yang berada di dalam dan sekitar DAS. Data hujan harian maksimum tahunan periode 2014-2024 digunakan sebagai dasar dalam analisis frekuensi untuk memperoleh hujan rencana. Rekapitulasi hujan harian maksimum wilayah menunjukkan variabilitas yang cukup signifikan antar tahun, dengan nilai tertinggi terjadi pada tahun 2015 sebesar 269 mm/hari. Fluktuasi ini mencerminkan karakteristik hujan ekstrem yang tidak seragam secara temporal dan menjadi dasar dalam penentuan probabilitas kejadian hujan rencana.

Berdasarkan uji parameter statistik dan uji kecocokan pada tingkat kepercayaan 95%, distribusi Gumbel dipilih sebagai distribusi probabilitas yang paling representatif dalam penelitian ini. Distribusi Gumbel secara umum digunakan dalam analisis frekuensi kejadian ekstrem karena mampu merepresentasikan data hidrologi maksimum tahunan (Widyawati, Yuniarti, & Goejantoro, 2020).

Berdasarkan hasil analisis, nilai hujan harian maksimum rencana menunjukkan kecenderungan

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

meningkat seiring bertambahnya periode ulang. Nilai hujan rencana untuk periode ulang 2 tahun sebesar 144,84 mm/hari, sedangkan pada periode ulang 100 tahun mencapai 445 mm/hari. Peningkatan ini menggambarkan bahwa kejadian hujan dengan intensitas lebih besar memiliki probabilitas kejadian yang lebih kecil, namun berpotensi menghasilkan dampak hidrologi yang lebih signifikan. Dalam konteks perhitungan debit puncak menggunakan metode rasional, nilai hujan rencana tersebut menjadi parameter utama dalam penentuan intensitas hujan yang selanjutnya memengaruhi besarnya limpasan permukaan.

D. Intensitas Hujan

Intensitas hujan merupakan besaran curah hujan yang terjadi dalam selang waktu tertentu dan digunakan sebagai parameter utama dalam perhitungan debit puncak dengan metode rasional. Dalam penelitian ini, intensitas hujan dihitung berdasarkan nilai hujan harian maksimum rencana dan waktu konsentrasi DAS Tiro sebesar 8,57 jam. Menurut Febrianti, Ramdani, & Badruzzaman, (2022), metode rasional didasarkan pada asumsi bahwa intensitas hujan terdistribusi secara seragam di seluruh DAS dan durasi hujan setara dengan waktu konsentrasi. Oleh karena itu, waktu konsentrasi berperan penting dalam menentukan besarnya intensitas hujan efektif yang digunakan dalam perhitungan debit puncak.

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa intensitas hujan meningkat seiring dengan bertambahnya periode ulang (Lilavanichakul & Yoksan, 2023). Pada periode ulang 2 tahun, nilai intensitas hujan sebesar 12 mm/jam, sementara pada periode ulang 100 tahun meningkat hingga 36,8 mm/jam. Kenaikan ini konsisten dengan peningkatan hujan rencana yang diperoleh dari analisis distribusi Gumbel.

Secara hidrologis, intensitas hujan memiliki hubungan langsung dengan potensi pembentukan limpasan permukaan. Intensitas yang tinggi dalam durasi yang relatif singkat dapat melampaui kapasitas infiltrasi tanah sehingga memperbesar volume aliran permukaan. Rosyid, (2023) menjelaskan bahwa peningkatan intensitas hujan secara eksponensial terhadap periode ulang akan meningkatkan risiko kejadian debit ekstrem, terutama pada DAS dengan kondisi tutupan lahan yang telah mengalami perubahan.

Secara statistik, periode ulang memiliki hubungan invers dengan probabilitas kejadian suatu hujan ekstrem. Intensitas hujan dengan periode ulang 100 tahun memiliki probabilitas kejadian sebesar 1% setiap tahun. Meskipun peluangnya kecil, dampak hidrologi yang ditimbulkan jauh lebih besar dibandingkan kejadian hujan dengan periode ulang yang lebih pendek. Dalam konteks DAS Tiro, peningkatan intensitas hujan pada periode ulang yang lebih tinggi, dikombinasikan dengan peningkatan koefisien aliran akibat perubahan tutupan lahan, berpotensi menghasilkan debit puncak yang

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

semakin besar. Oleh karena itu, analisis intensitas hujan menjadi tahap krusial sebelum estimasi debit puncak dilakukan.

E. Debit Puncak

Perhitungan debit puncak DAS Tiro dilakukan dengan metode rasional dengan memperhitungkan perubahan koefisien aliran pada kondisi tutupan lahan tahun 2014 dan 2024. Analisis dilakukan pada berbagai periode ulang, yaitu 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun, guna merepresentasikan respons hidrologi terhadap variasi intensitas hujan dan dinamika penggunaan lahan.

Hasil analisis menunjukkan bahwa pada kondisi tutupan lahan tahun 2014, debit puncak periode ulang 2 tahun sebesar 109,6 m^3/s dan meningkat hingga 336,7 m^3/s pada periode ulang 100 tahun. Pada kondisi tahun 2024, debit puncak meningkat menjadi 126,7 m^3/s untuk periode ulang 2 tahun dan mencapai 389,3 m^3/s pada periode ulang 100 tahun. Data lengkap perbandingan debit puncak ditampikan pada Tabel 3.

Tabel *(Table)* 3. Debit Puncak DAS Tiro pada Kondisi Tutupan Lahan Tahun 2014 dan 2024 *(Peak Discharge of Tiro Watershed under Land Cover Conditions in 2014 and 2024)*

Periode Ulang (*return period*)	Qp 2014 (m^3/s)	Qp 2024 (m^3/s)	Kenaikan (%) (*Increase*)
2 tahun	109,6	126,7	15,6
5 tahun	170,4	197,0	15,6
10 tahun	210,7	243,5	15,6
25 tahun	261,5	302,3	15,6
50 tahun	299,3	346,0	15,6
100 tahun	336,7	389,3	15,6

Sumber *(Source)*: Hasil perhitungan penulis (2025)

Perbandingan pada Tabel 3 menunjukkan bahwa seluruh periode ulang mengalami kenaikan debit puncak sebesar 15,6%. Persentase kenaikan ini identik dengan peningkatan nilai koefisien aliran akibat perubahan tutupan lahan. Pada formulasi metode rasional, nilai koefisien aliran berbanding lurus dengan debit puncak, sehingga setiap kenaikan nilai C akan menghasilkan peningkatan nilai Qp secara proporsional.

Secara hidrologis, peningkatan debit puncak mencerminkan bertambahnya limpasan permukaan akibat berkurangnya kapasitas infiltrasi dan retensi air. Penurunan luas hutan lahan kering primer serta peningkatan belukar dan permukiman menyebabkan proporsi curah hujan yang berubah menjadi aliran permukaan semakin besar. Temuan ini konsisten dengan penelitian Khairi, Suprijanto, & Hendrawan, (2022) yang mengindikasikan bahwa perubahan tutupan lahan berperan sebagai faktor utama dalam peningkatan potensi banjir di Kabupaten Pidie.

Secara global, berbagai studi menunjukkan pola yang serupa. Konversi hutan menjadi lahan pertanian dan permukiman terbukti

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

meningkatkan aliran permukaan dan debit puncak akibat penurunan kapasitas infiltrasi dan evapotranspirasi, (Kayitesi, Guzha, & Mariethoz, 2022), Selain itu studi di Amazon menunjukkan bahwa perubahan sekitar 20% tutupan hutan menjadi lahan pertanian dapat meningkatkan debit puncak hingga ±30%, sementara di Queensland, Australia, konversi hutan menjadi lahan terbuka meningkatkan limpasan hingga 40% (Chhinh, Rath, & Choeun, 2023). Dengan karakteristik morfometri DAS yang relatif tetap selama periode penelitian, peningkatan debit puncak yang terjadi lebih berkaitan dengan perubahan struktur tutupan lahan. Hal ini menegaskan bahwa dinamika penggunaan lahan memiliki implikasi langsung terhadap stabilitas hidrologi DAS Tiro.

F. Validasi Metode Rasional

Tahap validasi dilakukan untuk menilai tingkat akurasi metode rasional dalam menggambarkan kondisi debit aktual di DAS Tiro. Proses validasi dilakukan dengan membandingkan debit puncak hasil perhitungan (debit model) terhadap debit observasi yang tercatat pada stasiun AWLR periode 2014-2024. Penentuan batas DAS dalam penelitian ini tetap mengacu pada batas DAS Tiro secara keseluruhan, karena tujuan utama penelitian adalah menganalisis pengaruh perubahan tutupan lahan terhadap debit puncak pada skala DAS. Oleh karena itu, penggunaan delineasi DAS berdasarkan lokasi AWLR sejak awal tidak digunakan agar tetap merepresentasikan kondisi hidrologi DAS secara utuh. Namun demikian, karena posisi AWLR tidak berada tepat pada outlet DAS Tiro, maka dilakukan delineasi daerah tangkapan air (DTA) pada lokasi AWLR sebagai penyesuaian dalam tahap validasi. Penyesuaian ini dilakukan untuk menyesuaikan parameter luas, panjang sungai utama, dan waktu konsentrasi, sehingga perbandingan antara debit model dan debit observasi menjadi lebih representatif serta meminimalkan bias akibat perbedaan skala wilayah analisis.

Hasil analisis frekuensi terhadap debit observasi menunjukkan bahwa distribusi *Log Pearson* III memenuhi persyaratan statistik. Debit observasi rencana kemudian dibandingkan terhadap debit hasil perhitungan metode rasional pada kondisi tutupan lahan tahun 2014 dan 2024. Ringkasan perbandingan debit disajikan pada Tabel 4.

Untuk menilai tingkat kesesuaian model, digunakan indikator *Nash-Sutcliffe Efficiency* (NSE). Perhitungan NSE dilakukan dengan membandingkan hasil debit model terhadap debit observasi yang diperoleh dari analisis frekuensi berdasarkan data historis pada stasiun AWLR. Hasil perhitungan menunjukkan nilai NSE sebesar 0,77 pada kondisi tutupan lahan tahun 2014, sedangkan pada kondisi tahun 2024 mencapai 0,93. Berdasarkan kriteria interpretasi, nilai NSE pada rentang $0,75 < NSE \leq 1$ dikategorikan sebagai baik.

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

Tabel *(Table)* 4. Perbandingan Debit Puncak Hasil Perhitungan dan Debit Observasi DAS Tiro *(Comparison of Calculated Peak Discharge and Observed Discharge of Tiro Watershed)*

Periode Ulang	Debit Observasi (Hasil Analisi Frekuensi) (m^3/s)	Debit 2014 (m^3/s)	Debit 2024 (m^3/s)
2 tahun	90,9	80,1	102,9
5 tahun	140,3	123,1	158,3
10 tahun	175,1	151,6	194,9
25 tahun	220,9	187,6	241,2
50 tahun	256,1	214,3	275,6
100 tahun	292,1	240,9	309,7

Sumber *(Source)*: Data debit BWS Sumatera I dan hasil perhitungan penulis (2025) (*BWS Sumatera I data analysed by the author*)

Nilai NSE yang mendekati satu menunjukkan bahwa metode rasional memiliki kemampuan prediktif yang baik dalam merepresentasikan respon hidrologi DAS Tiro dengan tingkat penyimpangan yang rendah terhadap data observasi. Nilai NSE yang lebih tinggi pada kondisi tutupan lahan tahun 2024 dibandingkan tahun 2014 mengindikasikan bahwa parameter koefisien aliran hasil pembaruan tutupan lahan memberikan estimasi yang lebih mendekati kondisi hidrologi aktual.

Secara umum, hasil validasi tersebut menunjukkan bahwa metode rasional memiliki tingkat ketepatan yang memadai guna mengkaji pengaruh perubahan tutupan lahan terhadap debit puncak di DAS Tiro. Namun demikian, sebagaimana dikemukakan oleh Widiatmoko, Tarigan, & Wahjunie, (2020), setiap DAS memiliki karakteristik fisik dan hidrologi yang berbeda sehingga pemilihan metode perhitungan debit harus disesuaikan dengan kondisi lokal.

IV. KESIMPULAN

Perubahan tutupan lahan DAS Tiro periode 2014-2024 menunjukkan terjadinya penurunan luas hutan lahan kering primer sebesar 11,6% serta peningkatan luas belukar dan permukiman. Perubahan struktur vegetasi tersebut berdampak langsung terhadap karakteristik hidrologi DAS. Koefisien aliran menunjukkan peningkatan dari 0,109 pada tahun 2014 menjadi 0,126 pada tahun 2024, atau bertambah sebesar 15,6%. Kondisi ini mengindikasikan bahwa proporsi curah hujan yang menjadi aliran permukaan semakin besar, yang berkaitan dengan menurunnya kapasitas infiltrasi dan retensi air.

Kenaikan koefisien aliran berimplikasi linier terhadap peningkatan debit puncak. Debit puncak pada seluruh periode ulang mengalami peningkatan sebesar 15,6% antara kondisi tutupan lahan tahun 2014 dan 2024. Kondisi ini mengindikasikan bahwa perubahan tutupan lahan memiliki peran signifikan dalam

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

memengaruhi perubahan respon hidrologi DAS Tiro, dibandingkan dengan karakteristik morfometri yang relatif tetap selama periode penelitian. Hasil validasi menggunakan Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE) menunjukkan nilai 0,77 pada kondisi tahun 2014 dan 0,93 pada kondisi tahun 2024, yang termasuk kategori baik. Dengan demikian, metode rasional dinilai cukup andal dalam merepresentasikan pengaruh perubahan tutupan lahan terhadap debit puncak di DAS Tiro.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perubahan tutupan lahan periode 2014-2024 berkaitan dengan peningkatan koefisien aliran dan debit puncak di DAS Tiro. Meskipun perubahan nilai koefisien aliran relatif kecil, dampaknya terhadap debit puncak tetap terlihat pada seluruh periode ulang. Oleh karena itu, perubahan tutupan lahan berkontribusi terhadap perubahan respon hidrologi DAS Tiro, sementara karakteristik morfometri relatif tetap selama periode penelitian.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan kepada Prof. Dr. Hairul Basri, M.Sc dan Dr. Ir. Purwana Satriyo, M.TP., IPM selaku dosen pembimbing atas arahan, masukan, serta bimbingan akademik yang diberikan selama pelaksanaan penelitian hingga penyusunan naskah ini.

Penulis menyampaikan apresiasi kepada BPDAS Krueng Aceh, Banda Aceh atas dukungan institusional serta fasilitas yang telah menunjang pelaksanaan penelitian ini. Apresiasi juga diberikan kepada seluruh pihak yang berkontribusi dalam bentuk dukungan teknis dan akademik sehingga penelitian ini dapat diselesaikan.

KONTRIBUSI

Pradhipta Ertya Sakti menyusun konsep penelitian, melakukan pengumpulan dan analisis data, pengolahan spasial dan hidrologi, peninjauan pustaka, penyusunan draf awal naskah, serta revisi akhir naskah. Hairul Basri memberikan arahan konseptual, supervisi metodologi penelitian, serta masukan dalam analisis dan penyempurnaan substansi ilmiah naskah. Purwana Satriyo memberikan bimbingan akademik, evaluasi metodologi, serta kontribusi dalam penelaahan dan perbaikan naskah. Seluruh penulis telah menelaah dan menyetujui naskah akhir sebelum dipublikasikan.

DAFTAR PUSTAKA

Angraini, F., Selpiyanti, S., & Walid, A. (2020). Dampak alih fungsi lahan terhadap degradasi lingkungan: studi kasus lahan pertanian sawah menjadi lahan non pertanian. *Jurnal Swarnabhumi*, *5*(2). https://doi.org/10.31851/swarnabhumi.v5i2.4741

Azmeri, A. R. K., Shaskia, N., & Bahri, S. (2016). Alokasi Air Baku Dan Irigasi Dalam Menghadapi Musim Kering Pada Das Tiro-Provinsi Aceh. *Universitas*, *1*.

Banjara, M., Bhusal, A., Ghimire, A. B., & Kalra, A. (2024). Impact of Land Use

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

and Land Cover Change on Hydrological Processes in Urban Watersheds: Analysis and Forecasting for Flood Risk Management. *Geosciences*, *14*(2). https://doi.org/10.3390/geosciences14020040

Blöschl, G., Hall, J., Viglione, A., Perdigão, R. A. P., Parajka, J., Merz, B., Živković, N. (2019). Changing climate both increases and decreases European river floods. *Nature*, *573*(7772), 108–111. https://doi.org/10.1038/s41586-019-1495-6

BNPB. (2021). *Peta Kerentanan Banjir Aceh*.

Bosmans, J H C, van Beek, L. P. H., Sutanudjaja, E. H., & Bierkens, M. F. P. (2017). Hydrological impacts of global land cover change and human water use. *Hydrology and Earth System Sciences*, *21*(11), 5603–5626. https://doi.org/10.5194/hess-21-5603-2017

Chhinh, N., Rath, S., & Choeun, K. (2023). The Alteration of Flood Peak Discharge by Land Cover Change in Prek Thnot Watershed, Kampong Speu Provine, Cambodia. *Insight: Cambodia Journal of Basic and Applied Research*, *5*(2), 22–33. https://doi.org/10.61945/cjbar.2023.5.2.04

Echeverri-Díaz, J., Coronado-Hernández, Ó. E., Gatica, G., Linfati, R., Méndez-Anillo, R. D., & Coronado-Hernández, J. R. (2022). Sensitivity of Empirical Equation Parameters for the Calculation of Time of Concentration in Urbanized Watersheds. *Water*, *14*(18). https://doi.org/10.3390/w14182847

Febrianti, T., Ramdani, Y., & Badruzzaman, F. H. (2022). Analisis Curah Hujan dalam Menentukan Debit Banjir Rencana pada Daerah Aliran Sungai Cisadane Menggunakan Metode Rasional. *Bandung Conference Series: Mathematics*, *2*(1), 42–50.

Grimaldi, S., & Petroselli, A. (2015). Do we still need the Rational Formula? An alternative empirical procedure for peak discharge estimation in small and ungauged basins. *Hydrological Sciences Journal*, *60*(1), 67–77. https://doi.org/10.1080/02626667.2014.880546

Guzha, A. C., Rufino, M. C., Okoth, S., Jacobs, S., & Nóbrega, R. L. B. (2018). Impacts of land use and land cover change on surface runoff, discharge and low flows: Evidence from East Africa. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, *15*, 49–67. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2017.11.005

Hanafiah, J. (2021, September 21). Daerah Aliran Sungai Rusak, Bencana Makin Sering Landa Aceh. *Mongabay.Co.Id*.

Hao, Z., Gao, Y., Ma, M., Green, S. M., Wang, J., Song, X., … He, N. (2019).

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

Using δ13C to reveal the importance of different water transport pathways in two nested karst basins, Southwest China. *Journal of Hydrology*, *571*, 425–436. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.01.070

Hidiya, M., Giofandi, E. A., Tunggadewi, A. T., Ratnawati, B., & Tjahjono, B. (2025). Pemantauan Jasa Ekosistem untuk Tata Air DAS Cisangkuy Hulu dan Tengah. *Jurnal Ilmu Tanah Dan Lingkungan*, *27*(2), 102–114. http://dx.doi.org/10.29244/jitl.27.2.102-114

Hrachowitz, M., Stockinger, M., Coenders-Gerrits, M., van der Ent, R., Bogena, H., Lücke, A., & Stumpp, C. (2021). Reduction of vegetation-accessible water storage capacity after deforestation affects catchment travel time distributions and increases young water fractions in a headwater catchment. *Hydrology and Earth System Sciences*, *25*(9), 4887–4915. https://doi.org/10.5194/hess-25-4887-2021

Kaswanto, R. L., Aurora, R. M., Yusri, D., & Sjaf, S. (2021). Analisis faktor pendorong perubahan tutupan lahan selama satu dekade di Kabupaten Labuhanbatu Utara. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, *19*(1), 107–116. https://doi.org/10.14710/jil.19.1.107-116

Kayitesi, N. M., Guzha, A. C., & Mariethoz, G. (2022). Impacts of land use land cover change and climate change on river hydro-morphology- a review of research studies in tropical regions. *Journal of Hydrology*, *615*, 128702. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2022.128702

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2019). *Pedoman Penentuan Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan Hidup*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.

Khairi, M. A. F., Suprijanto, H., & Hendrawan, A. P. (2022). Analisis Keruntuhan Bendungan Rukoh Kabupaten Pidie Menggunakan Aplikasi HEC-RAS dan Berbasis InaSAFE. *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Sumber Daya Air*, *2*(1), 55–66. https://doi.org/10.21776/ub.jtresda.2022.002.01.05

Lilavanichakul, A., & Yoksan, R. (2023). Development of Bioplastics from Cassava toward the Sustainability of Cassava Value Chain in Thailand. *Sustainability*, *15*(20). https://doi.org/10.3390/su152014713

Mobaied, S. (2016). The Importance of Spatiotemporal Heterogeneity for Biodiversity in Forest-Heathland Mosaics and Implications for Heathland Conservation. *Journal of Environmental Protection*, *7*(10), 1317–1332.

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

http://dx.doi.org/10.4236/jep.2016.710115

Nanang, H. (2025). *Buku Ajar Metode Numerik*. Penerbit Widina.

Nash, J. E., & Sutcliffe, J. V. (1970). River flow forecasting through conceptual models part I — A discussion of principles. *Journal of Hydrology*, *10*(3), 282–290. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0022-1694(70)90255-6

Pratiwi, A. S., & Pravitasari, A. E. (2024). Perubahan Tutupan Lahan, Degradasi, dan Deforestasi Hutan di Kabupaten Nabire Periode 2000-2019. *Jurnal Lanskap Indonesia*, *16*(2), 199–207. doi : 10.29244/jli.v161i2.54249

Putiamini, S., Kusratmoko, E., & Syamsudin, F. (2017). Pemodelan kejadian banjir daerah aliran sungai Ciliwung hulu dengan menggunakan data radar. *Jurnal Geografi Lingkungan Tropik*, *1*(1), 1–13.

Redaksi. (2025, November 27). Banjir Bandang dan Luapan DAS Tiro di Kabupaten Pidie. *SinarPidie*.

Ridwan, M., & Sarjito, J. (2024). Studi kajian dampak perubahan tutupan lahan terhadap kejadian banjir di daerah aliran sungai. *ENVIRO: Journal of Tropical Environmental Research*, *26*(1), 38–45. https://doi.org/10.20961/enviro.v26i1.93145

Rogger, M., Agnoletti, M., Alaoui, A., Bathurst, J. C., Bodner, G., Borga, M., … Blöschl, G. (2017). Land use change impacts on floods at the catchment scale: Challenges and opportunities for future research. *Water Resources Research*, *53*(7), 5209–5219. https://doi.org/10.1002/2017WR020723

Rosyid, N. F. (2023). *Analisis Saluran Drainase Di Pengaman Pantai Kalianda (Pantai Muli) Lampung Selatan Menggunakan Program Hec-Ras* (Skripsi). Universitas Lampung, Bandar Lampung.

Safrika, S. (2021). Analisis dampak konversi lahan pertanian terhadap ketahanan pangan di Kabupaten Pidie. *Jurnal Bisnis Tani*, *7*(1), 37–43. DOI:10.35308/jbt.v7i1.2975

Salman. (2018, November 17). Krueng Tiro Meluap, Kembang Tanjung Terendam Banjir. *AJNN*.

Salman. (2023, January 21). Sungai Krueng Tiro Kembali Meluap di Kecamatan Kembang Tanjong. *AJNN*.

Wei, Z., Sun, H., Xu, H., Wu, G., & Xie, W. (2019). The effects of rainfall regimes and rainfall characteristics on peak discharge in a small debris flow-prone catchment. *Journal of Mountain Science, 16*(7), 1646–1660. https://doi.org/10.1007/s11629-018-5260-3

Sutradhar, S., & Mondal, P. (2023). Prioritization of watersheds based on morphometric assessment in

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

relation to flood management: A case study of Ajay river basin, Eastern India. *Watershed Ecology and the Environment*, *5*, 1–11. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.wsee.2022.11.011

Widiatmoko, N., Tarigan, S. D., & Wahjunie, E. D. (2020). Analisis Respons Hidrologi untuk Mendukung Perencanaan Pengelolaan Sub-DAS Opak Hulu, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, *25*(4), 503–514. DOI: 10.18343/jipi.25.4.503

Widyasari, T., & Achmad, N. (2023). Kurva intensitas durasi frekuensi hujan kabupaten bantul dengan menggunakan metode mononobe. *Jurnal Teknik Sipil*, *12*(2), 113–132.

Widyawati, W., Yuniarti, D., & Goejantoro, R. (2020). Analisis Distribusi Frekuensi dan Periode Ulang Hujan: Studi Kasus: Curah Hujan Kecamatan Long Iram Kabupaten Kutai Barat Tahun 2013-2017. *Eksponensial*, *11*(1), 65–70. https://doi.org/10.30872/eksponensial.v11i1.646

Yusuf, R. M., Rachmat, B., Barkah, M. N., & Arfiansyah, K. (2021). Analisis Debit Banjir Dengan Membandingkan Nilai Debit Banjir Metode Rasional Dan Kapasitas Debit Aliran Sungai Pada Sub-DAS Ciwaringin Kabupaten Majalengka Provinsi Jawa Barat. *Geoscience Journal*, *5*(4), 424–432.

Zhou, M., Qu, S., Chen, X., Shi, P., Xu, S., Chen, H., … Gou, J. (2019). Impact Assessments of Rainfall–Runoff Characteristics Response Based on Land Use Change via Hydrological Simulation. *Water*, *11*(4). https://doi.org/10.3390/w11040866

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

E-ISSN: **2579-5511/P-ISSN:2579-6097**
doi https://doi.org/10.59465/jppdas.2026.10.1.19-44

PERSEPSI MASYARAKAT TERHADAP DAMPAK SOSIAL, EKONOMI, DAN LINGKUNGAN TERHADAP KEBERADAAN HUTAN TANAMAN INDUSTRI PT. WIRAKARYA SAKTI

(Community Perceptions of the Social, Economic, and Environmental Impacts of PT. Wirakarya Sakti's Industrial Plantation)

Adzkia Chairunisa Ciptaningrum[1,*], Bramasto Nugroho[2], dan Leti Sundawati[2]
[1]Program Studi Ilmu Pengelolaan Hutan, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Dramaga Bogor, 16680, Indonesia
[2]Departemen Manajeman Hutan, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Dramaga Bogor, 16680, Indonesia

* Email: bramastonu@apps.ipb.ac.id

Diterima: 9 Desember 2025, Direvisi: 26 Januari 2026, Disetujui : 20 Mei 2026

ABSTRACT

Limited timber supplies from natural forests have prompted the government to develop Industrial Plantation Forests to increase the productivity of production forests and meet the raw material needs of the timber industry. The presence of HTI affects the social, economic, and environmental conditions of the surrounding community. The purpose of this study is to analyze the impact of PT. Wirakarya Sakti's industrial plantation forest on the social, economic, and environmental conditions of the community around the concession area. The study employed mixed-methods approach (qualitative and quantitative) through a survey. Quantitative data were obtained from 88 respondents determined using the Slovin formula with 10% margin of error. The data were analyzed using a paired sample t-test to compare conditions before and after the establishment of the HTI. Qualitative data were obtained through in-depth interviews and field observations. The positive impact of this study includes employment, the provision of social facilities, population migration, changes in community habits, increased community income, and the development of trade, service, and small businesses. The negative impacts of HTI operational activities include complaints about dust and noise from timber transportation, as well as potential conflicts related to land access and use. These findings confirm that the forestry sector provides tangible economic benefits to local communities, although it requires better management to minimize social and environmental impacts. This study enriches the literature on the impacts of industrial timber plantations, which can serve as a foundation for more sustainable management through collaboration of the government, companies, and the community.

Keywords: Industrial Plantation Forest; social impact; economic impact; environmental impact; village community

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

ABSTRAK

Keterbatasan pasokan kayu dari hutan alam mendorong pemerintah mengembangkan Hutan Tanaman Industri (HTI) untuk meningkatkan produktivitas hutan produksi dan memenuhi kebutuhan bahan baku industri perkayuan. Keberadaan HTI berpotensi memengaruhi kondisi sosial, ekonomi, dan lingkungan masyarakat sekitar. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis dampak keberadaan HTI PT. Wirakarya Sakti terhadap kondisi sosial, ekonomi, dan lingkungan masyarakat di sekitar wilayah konsesi. Penelitian menggunakan pendekatan metode campuran (kualitatif dan kuantitatif) melalui survei. Data kuantitatif diperoleh dari 88 responden yang ditentukan menggunakan rumus Slovin dengan tingkat kesalahan 10% dan dianalisis menggunakan uji *paired sample t-test* untuk membandingkan kondisi sebelum dan sesudah keberadaan HTI. Data kualitatif diperoleh melalui wawancara mendalam dan observasi lapangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keberadaan HTI memberikan dampak positif terhadap penyerapan tenaga kerja, penyediaan fasilitas sosial, migrasi penduduk, dan perubahan pola kebiasaan masyarakat, serta meningkatkan pendapatan masyarakat dan mendorong berkembangnya sektor perdagangan, jasa, dan usaha kecil. Di sisi lain, terdapat dampak negatif yang berkaitan dengan aktivitas operasional HTI, terutama keluhan terhadap debu dan kebisingan yang dikaitkan dengan aktivitas transportasi pengangkutan kayu, serta potensi konflik terkait akses dan pemanfaatan lahan. Temuan ini menegaskan bahwa sektor kehutanan melalui industri kayu memberikan manfaat ekonomi yang nyata bagi masyarakat lokal, namun memerlukan pengelolaan yang lebih baik untuk meminimalkan dampak sosial dan lingkungan. Penelitian ini berkontribusi dalam memperkaya literatur mengenai dampak HTI dan dapat menjadi dasar bagi pengelolaan HTI yang lebih berkelanjutan melalui kolaborasi antara pemerintah, perusahaan, dan masyarakat.

Kata kunci: Hutan Tanaman Industri; dampak sosial; dampak ekonomi; dampak lingkungan; masyarakat desa

I. PENDAHULUAN

Hutan berperan penting dalam memenuhi kebutuhan kayu. Sejak tahun 1980, pembangunan hutan tanaman mulai dikembangkan akibat meningkatnya kebutuhan bahan baku kayu bagi industri dan menurunnya ketersediaan kayu alam (FWI, 2015). Kebutuhan bahan baku industri perkayuan tersebut tidak lagi dapat bergantung pada penebangan hutan alam, sehingga pemerintah perlu menetapkan kebijakan untuk meningkatkan produktivitas kawasan hutan produksi melalui pembangunan Hutan Tanaman Industri (HTI). Pemerintah mulai mendorong pembangunan HTI melalui kebijakan pengusahaan HTI yang diperkuat melalui Undang-Undang Nomor 41 Tahun 1999 tentang Kehutanan. Kebijakan tersebut bertujuan untuk meningkatkan produktivitas hutan produksi, menjamin pasokan bahan baku industri, memperluas lapangan kerja, meningkatkan perekonomian daerah, dan mendukung pengelolaan hutan secara lestari (Syahadat & Sylviani, 2014). Pada

 @2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

tahun 2019, pemerintah mengeluarkan kebijakan terkait HTI dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No P.62/MENLHK/SETJEN/KUM.1/10/2019 tentang Pembangunan HTI.

Pembangunan HTI diarahkan untuk meningkatkan produktivitas lahan dan kawasan hutan, penyediaan lapangan usaha, menyerap tenaga kerja, serta memenuhi kebutuhan bahan baku industri perkayuan, *pulp and paper* (Rabdi, 2017). Arahan tersebut dimaksudkan untuk mencapai manfaat sosial, ekonomi, dan lingkungan masyarakat sekitarnya secara optimal (Tamba & Manurung, 2015). Di sisi lain, keberadaan HTI melalui kegiatan produksi yang dilakukan dalam jangka panjang dapat menimbulkan perubahan atau dampak terhadap lingkungan fisik maupun sosial ekonomi masyarakat desa di sekitarnya. Selain dampak positif berupa terbukanya lapangan kerja, meningkatnya pendapatan masyarakat, berkembangnya aktivitas perdagangan dan jasa, serta meningkatnya pembangunan infrastruktur desa, pembangunan HTI juga berpotensi menimbulkan dampak negatif seperti perubahan tutupan lahan, berkurangnya akses masyarakat terhadap sumber daya hutan, konflik lahan, serta penurunan kualitas lingkungan akibat aktivitas produksi yang berlangsung secara intensif (Wahdaniah et al., 2022).

Dampak sosial merupakan perubahan kondisi sosial yang dialami oleh masyarakat akibat pelaksanaan aktivitas pembangunan perusahaan di wilayah permukiman. Menurut Kainyande et al. (2022) selain potensi penciptaan lapangan kerja secara langsung, HTI melalui program *Corporate Social Responsibility* (CSR) diwajibkan untuk menyediakan dan meningkatkan fasilitas dan layanan sosial di sekitar wilayah operasional. Hal ini sejalan dengan penelitian Wati (2017) yang mengatakan bahwa keberadaan PT. RAPP berdampak positif terhadap aspek sosial termasuk perbaikan di bidang pendidikan sebesar 94% dan memberikan kontribusi nyata melalui bantuan sosial kepada masyarakat Kelurahan Pangkalan Kerinci, Kabupaten Pelalawan, Provinsi Riau.

Berdirinya industri berskala besar membuka peluang kerja baru melalui penyerapan tenaga kerja maupun usaha-usaha pendukung lainnya (Samsul et al., 2018). Agustang (2021) menyatakan bahwa kondisi ekonomi dipengaruhi oleh jenis mata pencaharian dan tingkat pendapatan. Menurut Andiny dan Irwan (2009), setiap kegiatan termasuk aktivitas pembangunan yang melibatkan manusia berpotensi menimbulkan dampak lingkungan, baik positif maupun negatif. Hal ini dapat memengaruhi kehidupan masyarakat desa yang berada di sekitar wilayah konsesi.

PT. Wirakarya Sakti merupakan perusahaan yang beroperasi di bidang HTI dan telah berkembang pesat di Kabupaten Tanjung Jabung Barat, Provinsi Jambi sejak tahun 1989 seluas 287.116,11 ha. Beberapa kasus yang sering terjadi di wilayah PT. Wirakarya Sakti adalah konflik sosial dengan masyarakat seperti pemberian areal konsesi untuk izin kehutanan dan perkebunan sawit oleh pemerintah, baik pusat maupun daerah sesuai regulasi yang berlaku, pengelolaan atau penanaman akasia di kubah gambut, serta terjadi kerusakan lingkungan lainnya (Jikalahari, 2021). Keberadaan perusahaan

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

HTI berpotensi memberikan kontribusi, baik positif maupun negatif terhadap masyarakat yang bermukim di sekitar wilayah konsesi HTI. Berdasarkan penelitian Youlla (2020) di Kabupaten Menpawah, masyarakat merespon positif pembangunan HTI karena memperoleh berbagai bentuk bantuan dari pihak perusahaan, meskipun belum sepenuhnya memperoleh manfaat dari aspek ketenagakerjaan. Sebagian besar masyarakat lokal hanya menempati posisi sebagai pekerja harian lepas atau tenaga borongan, sementara posisi staf dan pengawas lapangan lebih banyak diisi oleh tenaga kerja dari luar (Youlla, 2020).

Pengelolaan hutan tanaman hingga saat ini masih menggunakan pendekatan kehutanan konvensional yang memprioritaskan produksi kayu untuk kebutuhan pertukangan maupun sebagai bahan baku industri *pulp* dan kertas dengan fokus utama pada pencapaian keuntungan perusahaan, sehingga kurang memperhatikan kesejahteraan masyarakat di sekitar kawasan hutan (Qomar et al., 2008). Penerapan pendekatan tersebut seringkali mengabaikan keterlibatan masyarakat lokal dan manfaat sosial ekonomi yang dihasilkan, termasuk akses terhadap sumber daya dan kontribusi terhadap pembangunan lokal (Barney, 2024). Masalah pengelolaan hutan yang didominasi oleh konsesi telah mendorong laju deforestasi dan degradasi hutan serta menimbulkan konflik dengan masyarakat lokal yang umumnya berkaitan dengan berkurangnya penguasaan hak atas kawasan hutan dan terbatasnya akses terhadap lahan dalam wilayah konsesi (Allo et al., 2023). Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak keberadaan HTI PT. Wirakarya Sakti terhadap kondisi sosial, ekonomi, dan lingkungan masyarakat desa di sekitar kawasan konsesi. Keberadaan HTI tersebut diharapkan mampu memberikan kontribusi positif dan manfaat yang lebih besar bagi kehidupan masyarakat di wilayah sekitarnya. Penelitian ini penting dilakukan untuk mengevaluasi secara empiris keseimbangan antara manfaat sosial ekonomi yang dihasilkan dan potensi dampak lingkungan yang ditimbulkan, sehingga dapat menjadi dasar ilmiah dalam perumusan kebijakan pengelolaan HTI yang berkelanjutan dan berkeadilan bagi masyarakat lokal.

II. BAHAN DAN METODE

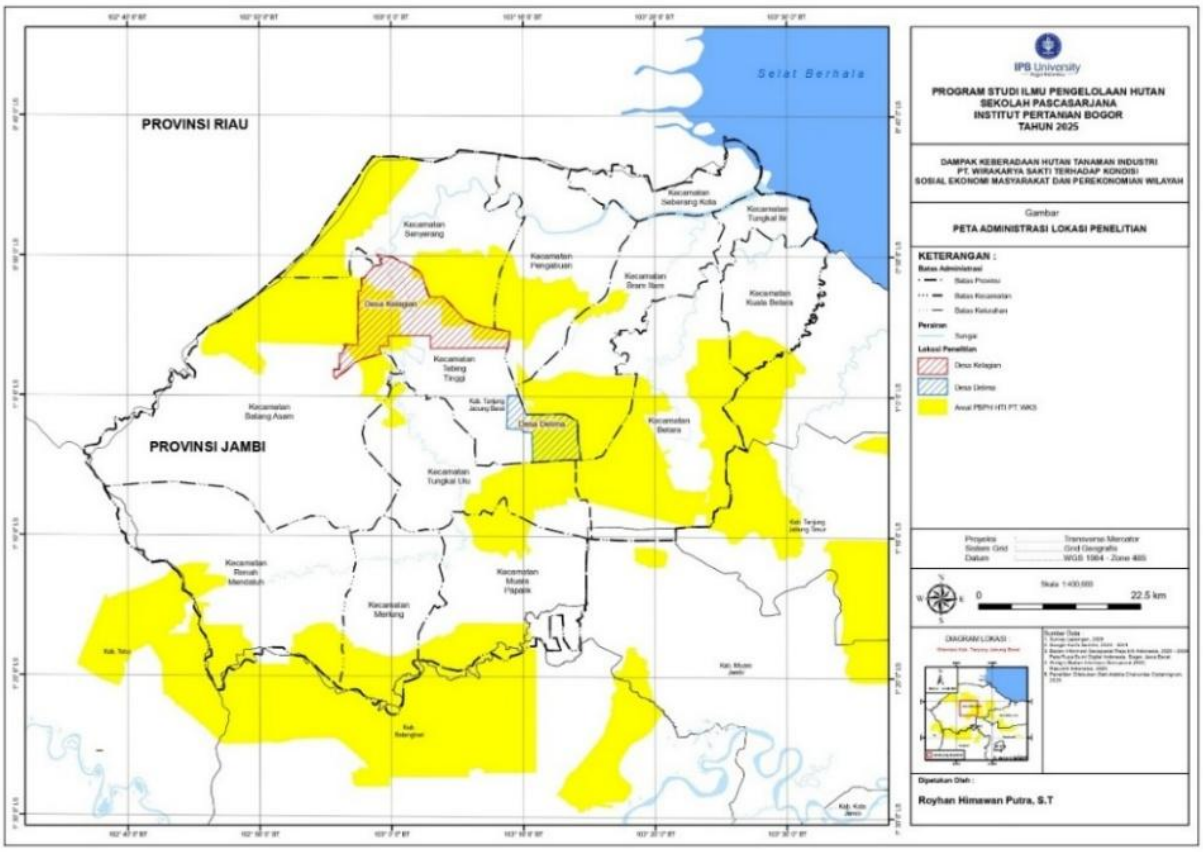
A. Waktu dan Lokasi

Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret hingga April 2025 di Desa Kelagian dan Desa Delima wilayah konsesi HTI PT. Wirakarya Sakti, Kabupaten Tanjung Jabung Barat, Provinsi Jambi (Gambar 1). Penentuan responden menggunakan teknik purposive sampling dengan kriteria desa yang berada dalam kawasan konsesi HTI, memiliki akses paling dekat, dan tingkat interaksi yang tinggi dengan aktivitas HTI.

B. Bahan dan Alat

Penelitian ini menggunakan data primer dan sekunder. Alat yang digunakan meliputi: alat tulis, perekam suara, kamera, dan laptop dengan perangkat lunak pendukung *Microsoft Word, Microsoft Excel, SPSS*, dan kuesioner.

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.



Gambar (Figure) 1. Peta Administrasi Lokasi Penelitian *(Administrative map of the research location)*
Sumber *(Source*): Pengolahan data, 2025 (*Data analysis,* 2025)

C. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif melalui survei, kuesioner, dan analisis statistik, serta pendekatan kualitatif melalui observasi dan wawancara untuk mengetahui persepsi masyarakat mengenai dampak sosial, ekonomi, dan lingkungan dari keberadaan HTI. Pengukuran variabel dan indikator dalam kuesioner menggunakan skala *likert*. Data primer dikumpulkan melalui observasi langsung di lapangan serta wawancara dengan responden. Data sekunder berupa studi literatur terkait penelitian yang dilakukan.

a) Penentuan responden

Penentuan jumlah responden menggunakan teknik *purposive sampling* dan ukuran sampel dihitung menggunakan rumus *Slovin* (Rumus 1) (Amin et al., 2023).

$$n = \frac{N}{N.(e^2)+1} \quad (1)$$

Keterangan:
n = Jumlah sampel responden
N = Total populasi
e = Tingkat toleransi kesalahan (10%)

Penentuan jumlah sampel untuk tiap desa ditentukan secara proporsional seperti Rumus 2 (Purnomo, 2017).

$$n_i = \frac{N_i}{N} n \quad (2)$$

Keterangan :
ni = Ukuran sampel pada strata ke-i
N_i = Jumlah populasi pada strata ke-i
n = Ukuran sampel total
N = Jumlah total populasi

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

Tabel (*Table*) 1. Kebutuhan data dan analisis data (*Data requirement and data analysis*)

Variabel (*Variable*)		Indikator (*Indicator*)	Metode Pengumpulan Data (*Data collection method*)	Metode Analisis Data (*Data analysis method*)
Dampak yang ditimbulkan Hutan Tanaman Industri PT. Wirakarya Sakti terhadap kondisi sosial ekonomi dan lingkungan masyarakat desa sekitar	Sosial	• Migrasi penduduk • Penyerapan tenaga kerja • Pola kebiasaan masyarakat • Potensi konflik • Fasilitas sosial	• Survei dengan kuesioner • Wawancara semi-terstruktur • Observasi	• Analisis deskriptif • Analisis statistik Roanuddin (2016)
	Ekonomi	• Mata pencaharian • Tingkat pendapatan • Peluang kerja • Kesempatan berusaha	• Survei dengan kuesioner • Wawancara semi-terstruktur • Observasi	• Analisis deskriptif • Analisis statistik Soeratmo (2002)
	Lingkungan	• Pencemaran udara • Pencemaran air • Pencemaran suara	• Survei dengan kuesioner • Wawancara semi-terstruktur • Observasi	• Analisis deskriptif • Analisis statistik Wardhana (2001)

Dalam penelitian ini, jumlah populasi di Desa Kelagian sebanyak 500 KK dan Desa Delima sebanyak 264 KK. Dengan menggunakan rumus *Slovin* dan tingkat toleransi kesalahan sebesar 10%, diperoleh jumlah sampel sebanyak 88 responden. Populasi responden yaitu kepala keluarga yang telah bermukim di lokasi penelitian lebih dari 10 tahun atau rumah tangga di desa sekitar kawasan yang telah menetap lebih dari 9 tahun sejak awal berdirinya HTI PT.Wirakarya Sakti. Responden yang dipilih berusia 18-60 tahun (masih umur produktif untuk berkomunikasi). Selanjutnya, dengan menggunakan metode alokasi proporsional pada masing-masing desa berdasarkan jumlah populasi, jumlah sampel yang ditetapkan sebanyak 57 responden di Desa Kelagian dan 31 responden di Desa Delima. Hal ini sesuai dengan Sugiyono (2017) dalam penentuan jumlah sampel yang digunakan minimal 30 sampel. Rumus *Slovin* digunakan untuk menentukan ukuran sampel karena jumlah populasi relatif besar, dengan tingkat kesalahan yang ditetapkan sebesar 10% (Hendryadi et al., 2019).

Data kualitatif dikumpulkan melalui wawancara mendalam dengan informan menggunakan teknik *snowball sampling*. Jumlah informan tidak ditetapkan secara baku pada awal penelitian, tetapi ditentukan secara bertahap hingga data yang dikumpulkan telah memadai. Sampai dengan akhir penelitian, jumlah informan yang diwawancarai sebanyak tujuh orang. Informan terdiri atas kepala desa, perangkat desa, staf humas PT. Wirakarya Sakti, dan tokoh masyarakat yang memiliki pengetahuan serta keterlibatan langsung terhadap keberadaan HTI. Data kualitatif digunakan untuk memperdalam dan

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

menjelaskan temuan kuantitatif hasil survei masyarakat.

b) Analisis Data

Proses analisis data diawali dengan meninjau seluruh informasi yang diperoleh dari hasil kuesioner dan wawancara. Data tersebut kemudian diolah dan dianalisis secara deskriptif guna memberikan gambaran yang rinci mengenai objek penelitian berdasarkan informasi yang telah dikumpulkan. Menurut Miles dan Huberman (2014), analisis data deskriptif dilakukan melalui tiga tahapan utama, yaitu proses reduksi data, penyajian data, serta verifikasi kesimpulan. Tahapan pengolahan data akan dilakukan dengan memasukkan hasil skoring yang diperoleh dari kuesioner dan diolah menggunakan *Microsoft Excel 2019 dan perangkat lunak IBM SPSS Statistics versi 25.* Jumlah kelas yang digunakan diklasifikasikan menjadi lima kelas kategori (Tabel 2).

Tabel (*Table*) 2. Indikator penilaian skala *likert* (*Likert scale assessment indicator*)

No.	Kriteria (*Criteria*)	Skor (*Score*)
1.	Sangat Setuju	5
2.	Setuju	4
3.	Netral	3
4.	Tidak Setuju	2
5.	Sangat Tidak Setuju	1

Sumber *(Source*): Sugiyono (2017)

Tahapan selanjutnya dilakukan uji statistik *paired sample t-test* untuk membandingkan rata-rata kondisi sosial, ekonomi, dan lingkungan sebelum dan sesudah HTI PT. Wirakarya Sakti dengan menggunakan *software* SPSS. Data kondisi sebelum keberadaan HTI diperoleh melalui pendekatan *recall* responden, yaitu dengan meminta responden yang telah menetap di wilayah penelitian sejak sebelum perusahaan HTI beroperasi dan mulai beroperasi secara aktif untuk menggambarkan kondisi sosial, ekonomi, dan lingkungan yang mereka alami pada periode tersebut. Sementara itu, data kondisi setelah keberadaan HTI diperoleh berdasarkan kondisi aktual yang dirasakan masyarakat pada saat penelitian dilakukan. Informasi tersebut dikumpulkan melalui kuesioner terstruktur yang memuat indikator-indikator sosial, ekonomi, dan lingkungan yang sama untuk kedua periode waktu. Perbandingan kedua kondisi tersebut dianalisis menggunakan uji *paired sample t-test* pada taraf nyata (α) = 5% (0,05). Kriteria pengujiannya ditetapkan bahwa hipotesis nol (H_o) diterima apabila nilai p-*value* lebih besar dari α, dan ditolak apabila nilai p-*value* lebih kecil dari α (Muhid, 2019).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Umum Hutan Tanaman Industri (HTI) PT. Wirakarya Sakti

PT. Wirakarya Sakti merupakan salah satu perusahaan besar dari grup Sinarmas yang mengelola usaha di bidang HTI sejak tahun 1989. PT. Wirakarya Sakti memiliki dasar hukum perizinan dan luas areal konsesi yang dikelola yang ditetapkan melalui Surat Keputusan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor SK. 55/MENLHK/SETJEN/HPL.0/2/2021 tanggal 18 Februari 2021 tentang penetapan areal kerja izin usaha pemanfaatan hasil hutan kayu pada HTI dalam kawasan Hutan Produksi PT. Wirakarya Sakti seluas 287.116,11 Ha di Provinsi Jambi. Tujuan dari pembangunan

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

dan pengelolaan HTI PT. Wirakarya Sakti yaitu rehabilitasi sumberdaya hutan untuk mendukung pasokan bahan baku industri *pulp* dan kertas dengan menanam tanaman *Eucalyptus* sp dan *Acacia crassicarpa* (Ridwan & Nurwansyah, 2023).

Wilayah pembangunan dan pengelolaan HTI PT. Wirakarya Sakti yang pertama kali dibuka adalah areal kerja Distrik 1 seluas 46.585 Ha, merupakan areal pengelolaan terluas yang saat ini sudah memasuki rotasi/daur ke-7 (siklus tanam rata-rata per rotasi/daur selama 4 – 5 tahun), dengan umur/masa pengelolaan telah mencapai 30 tahun (Susliana et al. 2024). Letak areal Distrik I ini berada berdekatan dengan pabrik PT. Lontar Papyrus Pulp and Paper Industry (PT. LPPPI), yang menyuplai bahan baku kayu ke pabrik dengan menggunakan transportasi darat. Lokasi usaha PT. Wirakarya Sakti mencakup 5 Kabupaten, yaitu Kabupaten Tanjung Jabung Barat, Tanjung Jabung Timur, Batanghari, Muaro Jambi, dan Tebo dengan sebaran wilayah kerja yang terbagi menjadi 8 distrik (Ridwan & Nurwansyah, 2023).

Desa Delima dan Desa Kelagian yang berada di Kecamatan Tebing Tinggi termasuk wilayah desa yang secara geografis berdekatan dengan kawasan operasional PT. Wirakarya Sakti. Masyarakat di kedua desa tersebut umumnya bermata pencaharian di sektor pertanian, perkebunan, perikanan, dan kegiatan ekonomi informal lainnya. Sebagian masyarakat juga bekerja sebagai tenaga kerja pada perusahaan HTI maupun pada sektor ekonomi yang berkembang akibat aktivitas perusahaan, seperti jasa transportasi, perdagangan, dan usaha kecil. Kedua desa tersebut menjadi bagian dari wilayah yang terdampak langsung oleh aktivitas pengelolaan HTI maupun program pemberdayaan masyarakat yang dijalankan perusahaan. Sebagian wilayah operasional perusahaan berada di sekitar permukiman masyarakat desa sehingga terdapat interaksi sosial dan ekonomi antara perusahaan dengan masyarakat setempat (Badan Pusat Statistik Kabupaten Tanjung Jabung Barat, 2023).

B. Dampak Sosial Hutan Tanaman Industri (HTI) PT. Wirakarya Sakti

Keberadaan HTI membawa perubahan signifikan terhadap kehidupan masyarakat sekitar. Perubahan tersebut terutama terjadi pada indikator penyerapan tenaga kerja dan ketersediaan fasilitas sosial di Desa Kelagian dan Desa Delima (Tabel 3 dan 4). Hasil analisis uji-t *paired sample t-test* memperkuat temuan ini. Indikator penyerapan tenaga kerja, potensi konflik, migrasi penduduk, pola kebiasaan masyarakat, dan fasilitas sosial menunjukkan perbedaan signifikan antara persepsi sebelum dan sesudah HTI beroperasi (*P-value* < 0,05).

Dari sisi penyerapan tenaga kerja, terjadi peningkatan persepsi positif setelah HTI beroperasi. Sebelum HTI beroperasi, 47,37% responden menyatakan tidak setuju dengan terbukanya penyerapan tenaga kerja. Kondisi ini disebabkan oleh terbatasnya lapangan pekerjaan formal di wilayah perdesaan. Sebelum HTI PT. Wirakarya Sakti beroperasi, masyarakat meragukan kemampuan perusahaan tersebut untuk dapat menyerap tenaga kerja sesuai keinginan masyarakat Desa

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

Kelagian. Saat itu, mayoritas masyarakat bergantung pada sektor pertanian, perkebunan, dan perikanan yang bersifat musiman dan tidak tetap. Kesempatan kerja formal sangat terbatas, sementara sektor informal belum berkembang secara optimal.

Kurangnya industri di sekitar desa membuat peluang kerja menjadi kecil, sehingga sebagian masyarakat terpaksa bekerja di luar desa. Setelah HTI beroperasi, sebanyak 58,48% responden menyatakan setuju. Hasil analisis uji-t (t-hitung 7,728; *P*-value <0,05) mengindikasikan terdapat perbedaan signifikan. Perubahan persepsi responden terhadap penyerapan tenaga kerja menunjukkan adanya dampak positif dari keberadaan HTI PT. Wirakarya Sakti dengan menyerap sebagian kecil masyarakat untuk menjadi karyawan tetap di perusahaan.

Dampak terhadap potensi konflik juga menunjukkan perbedaan signifikan (t-hitung 2,727; *P*-value < 0,05). Perbedaan ini terlihat dari persepsi setuju meningkat dari 26,32% menjadi 50,00% setelah HTI beroperasi. Mayoritas responden berpendapat bahwa keberadaan HTI PT. Wirakarya Sakti dapat menimbulkan potensi konflik, yang disebabkan oleh ketidakpastian hak penguasaan dan akses lahan, yang berimplikasi pada kondisi sosial dan ekonomi masyarakat sekitar kawasan konsesi (Wulandari & Sadad, 2022; Wirdani et al., 2023).

Konflik yang terjadi di kawasan konsesi HTI tidak semata-mata disebabkan oleh rendahnya upaya memajukan ekonomi masyarakat lokal, tetapi juga dipicu oleh ketidakpastian status kepemilikan lahan (tenurial) yang terus berulang (Pirard et al., 2016). Konflik sosial dapat terjadi apabila suatu kelompok masyarakat kehilangan hak akses dan kendali terhadap suatu sumberdaya agraria (Pratama et al., 2025).

Keberadaan HTI PT. Wirakarya Sakti menjadi faktor utama yang memicu peningkatan jumlah penduduk di wilayah sekitar. Hasil analisis menggunakan uji-t menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan (*P*-value <0,05). Hal tersebut terlihat dari sebagian responden yang konsisten menunjukkan persepsi setuju, baik sebelum maupun sesudah berdirinya HTI di Desa Kelagian yang meningkat dari 41,23% menjadi 50,44% (Tabel 3).

Sebagian responden merasakan terjadinya peningkatan jumlah penduduk yang berasal dari luar daerah. Perubahan ini mengindikasikan bahwa keberadaan HTI PT. Wirakarya Sakti berkontribusi dalam mendorong arus imigrasi, yaitu masuknya penduduk dari luar wilayah ke desa sekitar kawasan operasional perusahaan untuk mencari peluang ekonomi. Keberadaan HTI membuka berbagai kesempatan kerja baik secara langsung pada sektor kehutanan maupun secara tidak langsung pada sektor pendukung seperti perdagangan, jasa, dan transportasi. Peningkatan arus penduduk pendatang tersebut turut mendorong aktivitas ekonomi lokal melalui berkembangnya usaha dan meningkatnya permintaan terhadap barang dan jasa di tingkat desa. Peningkatan jumlah penduduk dari luar wilayah juga berpotensi menimbulkan implikasi sosial ekonomi, seperti meningkatnya persaingan dalam memperoleh kesempatan kerja, tekanan terhadap fasilitas dan infrastruktur desa, serta perubahan sosial masyarakat.

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

Tabel (*Table*) 3. Persentase persepsi responden terhadap dampak sosial HTI di Desa Kelagian (*Percentage of respondents' perceptions of the social impact of HTI in Kelagian Village*)

No	Indikator (*Indicator*)	Persentase (*Percentage*) (%)					Hasil Uji-T (*T-test results*)		
		Sangat Setuju (*Strongly agree*) (5)	Setuju (*Agree*) (4)	Netral (*Neutral*) (3)	Tidak Setuju (*Disagree*) (2)	Sangat Tidak Setuju (*Strongly disagree*) (1)	T-hitung (T-*count*)	T-tabel (T-*table*)	P-*value*
1.	Penyerapan tenaga kerja (*Employment absorption*)								
	Sebelum HTI	1,75	18,13	19,88	47,37	12,87	7,728	2,004	0,000 (< 0,05)
	Sesudah HTI	7,60	58,48	12,87	20,47	0,58			
2.	Potensi konflik (*Potential conflicts*)								
	Sebelum HTI	10,96	26,32	19,30	29,82	13,60	2,727	2,004	0,009 (< 0,05)
	Sesudah HTI	1,32	50,00	15,79	22,81	10,09			
3.	Migrasi penduduk (*Population migration*)								
	Sebelum HTI	7,46	41,23	14,91	28,07	8,33	3,417	2,004	0,001 (< 0,05)
	Sesudah HTI	7,02	50,44	18,86	20,61	3,07			
4.	Pola kebiasaan masyarakat (*Community habits*)								
	Sebelum HTI	0,00	1,17	17,54	53,80	27,49	5,772	2,004	0,000 (< 0,05)
	Sesudah HTI	0,00	19,30	10,53	62,57	7,60			
5.	Fasilitas sosial (*Social facilities*)								
	Sebelum HTI	0,00	19,30	19,01	52,05	9,65	8,336	2,004	0,000 (< 0,05)
	Sesudah HTI	4,09	51,75	17,84	22,51	3,80			

Sumber *(Source)*: Pengolahan data 2025 (*Data analysis* 2025)

Ketika unsur baru masuk ke dalam kehidupan sosial, masyarakat cenderung mengalami perubahan sebagai bentuk penyesuaian terhadap perkembangan lingkungan. Perubahan sosial merupakan suatu perubahan dalam kehidupan masyarakat yang mencakup pada pola pikir, norma, nilai-nilai, sikap sosial, serta berbagai bentuk pola perilaku individu dan kelompok dalam masyarakat (Huraerah, 2024). Sebelum HTI beroperasi, sebanyak 53,80% responden menyatakan tidak setuju terhadap perubahan pola kebiasaan masyarakat, dan meningkat menjadi 62,57% setelah HTI beroperasi (Tabel 3).

Mayoritas responden di Desa Kelagian tetap mempertahankan pendapat bahwa keberadaan HTI tidak secara langsung mengubah nilai-nilai sosial, norma, atau kebiasaan lokal yang telah ada. Masyarakat menilai aktivitas perusahaan HTI tidak banyak memengaruhi pola perilaku masyarakat dalam kehidupan sehari-hari. Meskipun perubahan ini terlihat signifikan secara statistik, namun secara substansi lebih mencerminkan perubahan pada persepsi, bukan pada perubahan perilaku nyata. Sebagai perusahaan yang beroperasi cukup dekat dengan permukiman masyarakat sekitar, PT. Wirakarya Sakti memiliki program pemberdayaan masyarakat yang menjadi bagian dari implementasi CSR. Keberadaan program CSR tersebut tidak secara

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

langsung mengubah nilai-nilai sosial masyarakat, namun dapat memengaruhi persepsi masyarakat terhadap keberadaan perusahaan, terutama terkait dengan kontribusinya dalam penyediaan fasilitas sosial dan dukungan terhadap kegiatan masyarakat. Oleh karena itu, persepsi responden terhadap kontribusi perusahaan dalam penyediaan fasilitas sosial menjadi indikator penting untuk menilai pengaruh keberadaan HTI terhadap kehidupan sosial masyarakat.

Program CSR ini bertujuan untuk mengembangkan potensi yang dimiliki masyarakat melalui pendekatan pemberdayaan masyarakat dengan menekankan pada peningkatan kemandirian masyarakat lokal sebagai suatu sistem sosial yang mampu mengatur dan mengelola sumber dayanya secara mandiri dan berkelanjutan (Roanuddin 2016). Oleh karena itu, persepsi responden terhadap kontribusi perusahaan HTI PT. Wirakarya Sakti dalam penyediaan fasilitas sosial menjadi indikator penting untuk menilai pengaruh kehadiran perusahaan terhadap kehidupan sosial masyarakat.

Hasil penelitian yang dibuktikan melalui uji-t menunjukkan nilai t-hitung sebesar 8,336 > t-tabel 2,004, dengan *P*-value 0,000 < nilai alfa (α) 0,05. Artinya, terdapat beda nyata ketersediaan fasilitas sosial sebelum dan sesudah beroperasinya HTI di Desa Kelagian (tolak H_0). Persepsi responden yang menyatakan setuju terhadap tersedianya fasilitas sosial meningkat dari 19,30% menjadi 51,75% setelah HTI beroperasi. Program CSR PT. Wirakarya Sakti telah memberikan kontribusi positif melalui dukungan di bidang pertanian, kesehatan, dan bantuan sosial. Di sisi lain, keberadaan HTI juga menimbulkan dampak negatif, berupa penurunan kualitas infrastruktur jalan akibat aktivitas kendaraan berat (*logging*) yang sering melintasi jalan desa. Apriyanti dan Munthaha (2017) menjelaskan bahwa keberadaan perusahaan perkebunan berpotensi menimbulkan dampak positif maupun negatif terhadap pembangunan fasilitas publik, seperti sarana pendidikan, kesehatan, serta lembaga-lembaga sosial kemasyarakatan. Pengaruh negatif yang dirasakan masyarakat di antaranya adalah lahan pertanian menjadi sempit, pencemaran lingkungan dari aktivitas perkebunan dan pabrik kelapa sawit, dan pergeseran budaya masyarakat lokal.

Hasil analisis persepsi responden di Desa Delima menunjukkan bahwa keberadaan HTI PT. Wirakarya Sakti memberikan perubahan signifikan terhadap berbagai aspek sosial masyarakat (Tabel 4). Persentase persepsi terhadap penyerapan tenaga kerja mengalami peningkatan, ditunjukkan oleh pergeseran persepsi responden dari mayoritas tidak setuju sebelum HTI menjadi dominan setuju setelah HTI beroperasi. Desa Delima menunjukkan peningkatan persepsi sangat setuju yang lebih tinggi (21,51%) dibandingkan dengan Desa Kelagian (7,60%). Hal ini mengindikasikan bahwa responden Desa Delima lebih merasakan langsung dampak positif HTI terhadap penyerapan tenaga kerja. Kondisi ini dapat disebabkan oleh faktor aksesibilitas lokasi, keterlibatan tenaga kerja lokal yang lebih tinggi, atau besarnya jumlah pendatang yang bermigrasi ke Desa Delima untuk

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

bekerja. Sumber konflik ditemukan di seluruh desa sekitar wilayah konsesi, meskipun penyebab konflik pada masing-masing desa berbeda. Sebanyak 30,65% responden di Desa Delima menyatakan tidak setuju terhadap adanya potensi konflik. Setelah HTI beroperasi, terjadi peningkatan signifikan pada persepsi setuju menjadi 54,84%. Persepsi negatif masyarakat terhadap perusahaan banyak dipengaruhi oleh tertutupnya akses terhadap lahan yang selama ini digunakan sebagai sumber mata pencaharian. Konflik yang berkepanjangan dapat memunculkan sikap apatis dan penolakan masyarakat terhadap kegiatan yang dikembangkan oleh pihak luar (Septemuryanto, 2020).

Sumber konflik ditemukan di seluruh desa sekitar wilayah konsesi, meskipun penyebab konflik pada masing-masing desa berbeda. Sebanyak 30,65% responden di Desa Delima menyatakan tidak setuju terhadap adanya potensi konflik. Setelah HTI beroperasi, terjadi peningkatan signifikan pada persepsi setuju menjadi 54,84%. Persepsi negatif masyarakat terhadap perusahaan banyak dipengaruhi oleh tertutupnya akses terhadap lahan yang selama ini digunakan sebagai sumber mata pencaharian. Konflik yang berkepanjangan dapat memunculkan sikap apatis dan penolakan masyarakat terhadap kegiatan yang dikembangkan oleh pihak luar (Septemuryanto, 2020).

Tabel (*Table*) 4. Persentase persepsi responden terhadap dampak sosial HTI di Desa Delima (*Percentage of respondents' perceptions of the social impact of HTI in Delima Village*)

No	Indikator (*Indicator*)	Persentase (*Percentage*) (%)					Hasil Uji-T (*T-test results*)		
		Sangat Setuju (*Strongly agree*) (5)	Setuju (*Agree*) (4)	Netral (*Neutral*) (3)	Tidak Setuju (*Disagree*) (2)	Sangat Tidak Setuju (*Strongly disagree*) (1)	T-hitung (T-*count*)	T-tabel (T-*table*)	P-*value*
1.	Penyerapan tenaga kerja (*Employment absorption*)								
	Sebelum HTI	4,30	15,05	25,81	45,16	9,68	7,424	2,042	0,000 (< 0,05)
	Sesudah HTI	21,51	54,84	18,28	5,38	0,00			
2.	Potensi konflik (*Potential conflicts*)								
	Sebelum HTI	10,48	26,61	17,74	30,65	14,52	4,193	2,042	0,000 (< 0,05)
	Sesudah HTI	0,00	54,84	13,71	29,84	1,61			
3.	Migrasi penduduk (*Population migration*)								
	Sebelum HTI	8,06	41,94	16,13	24,19	9,68	3,574	2,042	0,001 (< 0,05)
	Sesudah HTI	9,68	53,23	14,52	16,13	6,45			
4.	Pola kebiasaan masyarakat (*Community habits*)								
	Sebelum HTI	1,08	1,08	18,28	54,84	24,73	3,870	2,042	0,001 (< 0,05)
	Sesudah HTI	2,15	12,90	5,38	61,29	18,28			
5.	Fasilitas sosial (*Social facilities*)								
	Sebelum HTI	1,61	22,58	20,97	44,09	10,75	9,359	2,042	0,000 (< 0,05)
	Sesudah HTI	11,83	63,44	17,20	6,45	1,08			

Sumber *(Source)*: Pengolahan data 2025 (*Data analysis* 2025)

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

Mayoritas responden merasakan terjadinya peningkatan jumlah penduduk, yang umumnya berasal dari luar daerah, seiring dengan beroperasinya HTI. Indikasi peningkatan jumlah penduduk terlihat dari data kependudukan di Desa Kelagian yang mencapai 535 jiwa pada periode setelah berkembangnya aktivitas HTI. Kondisi serupa juga terjadi di Desa Delima dengan jumlah penduduk meningkat menjadi sekitar 1.661 jiwa setelah berkembangnya kegiatan HTI. Peningkatan ini menunjukkan bahwa pertumbuhan penduduk tidak hanya dipengaruhi oleh pertumbuhan alami, tetapi juga oleh masuknya pendatang yang memanfaatkan peluang kerja dan usaha di sekitar wilayah operasional HTI. Hal ini diperkuat dengan hasil uji-t yang menunjukkan nilai *P*-value < 0,05, yang mengindikasikan adanya perbedaan signifikan secara statistik. Kondisi ini menunjukkan keberadaan HTI mumpunyai sebuah daya tarik tersendiri bagi penduduk dari luar desa, baik untuk bekerja maupun mencari peluang ekonomi baru. Masyarakat akan melakukan proses imigrasi menuju wilayah lain dengan keadaan perekonomian lebih baik serta menyediakan peluang kerja dengan pendapatan yang lebih menguntungkan (Qomariya et al., 2021).

Temuan ini sejalan dengan penelitian Tamba dan Manurung (2015) yang mengatakan bahwa masuknya perusahaan PT. Toba Pulp Lestari menyebabkan kondisi sosial masyarakat mengalami pergeseran dari segi pelaksanaan kegiatannya. Hasil uji-t mendukung temuan ini menunjukkan perbedaan signifikan antara kondisi sebelum dan setelah keberadaan HTI (t-hitung 3,870 > 2,042; *P*-value <0,05). Hal tersebut bisa didefinisikan sebagai perubahan tidak tampak secara langsung, tetapi mulai dirasakan oleh sebagian masyarakat, terutama terkait interaksi sosial, pola perilaku atau waktu kerja yang sedikit berubah seiring masuknya kegiatan perusahaan HTI PT. Wirakarya Sakti. Perubahan ini memengaruhi waktu luang masyarakat, sehingga partisipasi dalam kegiatan sosial relatif menurun. Meskipun demikian, masyarakat desa masih berupaya untuk mempertahankan dan menjalankan nilai-nilai sosial yang dianggap penting, terlihat dari tetap berlangsungnya kegiatan gotong royong dan musyawarah mufakat. Hasil ini sesuai dengan penelitian Tamba dan Manurung (2015) yang menyatakan bahwa masuknya perusahaan PT. Toba Pulp Lestari menyebabkan terjadinya pergeseran pelaksanaan berbagai aktivitas sosial dan ekonomi.

Kegiatan perkumpulan kekeluargaan secara rutin dilakukan oleh masyarakat Desa Kelagian sebagai upaya untuk mempererat dan menjaga hubungan silaturahmi antar masyarakat. Pelaksanaan kegiatan ini umumnya dilaksanakan pada hari Minggu, saat masyarakat tidak melakukan aktivitas rutin dan dilakukan secara bergantian dari satu rumah ke rumah anggota lainnya. HTI telah beroperasi dan membuka akses terhadap berbagai sumber ekonomi serta memperluas interaksi dengan pihak luar, namun masyarakat desa tetap mempertahankan pola kebiasaan sosial yang telah tertanam kuat. Hal ini menjadi gambaran penting bahwa tidak semua proses pembangunan secara otomatis mampu mendorong perubahan sosial, dan keberhasilan suatu pembangunan perlu memperhatikan nilai-

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

nilai sosial budaya masyarakat lokal yang telah lama terbentuk.

Pola perilaku sosial menggambarkan sikap dan rutinitas individu yang dilakukan secara berulang dalam kehidupan bermasyarakat di suatu wilayah. Hasil ini berbeda dengan penelitian Roanuddin (2016) yang menunjukkan bahwa masyarakat di sekitar perkebunan kelapa sawit swasta PT. Gawi Makmur Kalimantan mengalami perubahan sosial yang cukup nyata. Perubahan tersebut ditandai dengan berkurangnya partisipasi masyarakat dalam kegiatan kampung seperti sebelumnya, akibat pola kerja penduduk yang cenderung kaku dan padat. Selain itu, terjadi akulturasi budaya antara budaya Melayu khas Riau dengan budaya Jawa dan Medan, yang tercermin dari penggunaan bahasa sehari-hari yang lebih didominasi oleh bahasa Jawa dan bahasa Medan. Perubahan perilaku sosial budaya masyarakat terjadi seiring dengan adanya masyarakat yang bekerja sebagai karyawan perusahaan perkebunan. Menurunnya intensitas partisipasi dalam kegiatan kerja bakti, karena bertentangan dengan jadwal kerja sistem *shift* mereka. Kondisi ini umumnya dialami oleh laki-laki, yang menjadi mayoritas tenaga kerja di perusahaan perkebunan.

Dampak paling nyata terlihat pada fasilitas sosial. Persepsi setuju meningkat setelah HTI beroperasi, dari 22,58% menjadi 63,44%. Masyarakat Desa Delima dapat menerima keberadaan perusahaan HTI karena perusahaan menunjukkan itikad baik melalui kegiatan sosialisasi yang bertujuan meningkatkan kesejahteraan masyarakat dalam jangka panjang. Salah satu bentuk pendekatan yang dilakukan adalah pemberdayaan masyarakat, yang dimaknai sebagai suatu proses untuk meningkatkan kapasitas dan kemandirian masyarakat dalam memperbaiki taraf hidup (Amaliyah et al., 2023).

Program Desa Makmur Peduli Api (DMPA) merupakan bentuk pelaksanaan dari tindakan tanggung jawab sosial PT. Wirakarya Sakti kepada masyarakat sekitar. Program ini mempunyai tujuan memberikan kontribusi nyata positif untuk kesejahteraan bagi masyarakat serta kelestarian lingkungan hutan. Tujuan utamanya adalah untuk meningkatkan pengetahuan dan kualitas hidup masyarakat yang berada pada kawasan konsesi, mewujudkan kesejahteraan sosial serta perbaikan ekonomi dengan melakukan penerapan praktik berorientasi pada keberlanjutan dari lingkungan (Ridwan & Nurwansyah, 2023).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada kedua desa terjadi peningkatan keterlibatan masyarakat dalam aktivitas ekonomi di luar sektor pertanian, terutama melalui peluang kerja yang muncul dari aktivitas perusahaan maupun kegiatan ekonomi yang berkembang di sekitar wilayah operasional HTI. Kondisi ini juga diikuti oleh meningkatnya mobilitas penduduk, termasuk masuknya pendatang yang mencari peluang kerja di wilayah tersebut. Namun demikian, tingkat perubahan sosial yang terjadi pada kedua desa menunjukkan variasi. Di Desa Kelagian, perubahan sosial cenderung lebih terlihat melalui meningkatnya interaksi masyarakat dengan aktivitas perusahaan serta bertambahnya jaringan sosial yang

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

terbentuk dari keberadaan pekerja dan pendatang baru. Sementara itu, di Desa Delima perubahan sosial lebih banyak tercermin pada meningkatnya aktivitas ekonomi masyarakat dan keterlibatan masyarakat dalam berbagai kegiatan usaha yang berkembang di sekitar desa. Pada kedua desa, nilai-nilai sosial, norma, dan kebiasaan masyarakat secara umum masih tetap dipertahankan.

C. Dampak Ekonomi Hutan Tanaman Industri (HTI) PT. Wirakarya Sakti

Dalam menganalisis dampak ekonomi keberadaan HTI, penting untuk melihat persepsi masyarakat terhadap beberapa aspek, seperti ketersediaan lapangan pekerjaan, jenis mata pencaharian, kesempatan berusaha, dan tingkat pendapatan yang diperoleh. Keempat indikator tersebut menggambarkan sejauh mana keberadaan HTI memberikan kontribusi dalam memperkuat kondisi ekonomi rumah tangga dan mendorong keberlanjutan penghidupan masyarakat.

Tabel 5 menunjukkan bahwa keberadaan HTI PT. Wirakarya Sakti menghasilkan efek positif dan signifikan kepada kondisi pada aspek perekonomian masyarakat Desa Kelagian. Pada indikator peluang kerja, mayoritas responden menyatakan tidak setuju (56,14%) dan terjadi peningkatan pada persepsi setuju (52,05%) setelah HTI beroperasi. Keberadaan HTI dapat membuka lapangan kerja dan membentuk persepsi positif di kalangan masyarakat, namun manfaatnya belum sepenuhnya dirasakan oleh masyarakat lokal, terutama dalam akses terhadap posisi kerja yang lebih strategis. Kondisi ini menimbulkan kecemburuan sosial di kalangan masyarakat lokal karena merasa kurang mendapatkan kesempatan yang sama dalam struktur ketenagakerjaan perusahaan.

Tabel (*Table*) 5. Persentase persepsi responden terhadap dampak ekonomi HTI di Desa Kelagian (*Percentage of respondents' perceptions of the economic impact of HTI in Kelagian Village)*

No	Indikator (*Indicator*)	Persentase (*Percentage*) (%)					Hasil Uji-T (*T-test results*)		
		Sangat Setuju (*Strongly agree*) (5)	Setuju (*Agree*) (4)	Netral (*Neutral*) (3)	Tidak Setuju (*Disagree*) (2)	Sangat Tidak Setuju (*Strongly disagree*) (1)	T-hitung (T-*count*)	T-tabel (T-*table*)	P-*value*
1.	Peluang kerja (*Job opportunity*)								
	Sebelum HTI	0,00	6,43	20,47	56,14	16,96	13,025	2,004	0,000 (< 0,05)
	Sesudah HTI	7,60	52,05	25,15	15,20	0,00			
2.	Mata pencaharian (*Livelihood*)								
	Sebelum HTI	5,26	20,47	13,45	44,44	16,37	19,549	2,004	0,000 (< 0,05)
	Sesudah HTI	26,90	53,22	8,19	11,70	0,00			
3.	Kesempatan berusaha (*Business opportunity*)								
	Sebelum HTI	0,00	17,11	16,67	52,19	14,04	14,361	2,004	0,001 (< 0,05)
	Sesudah HTI	7,89	58,77	18,42	14,04	0,88			

Sumber *(Source)*: Pengolahan data 2025 (*Data analysis* 2025)

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

Seiring beroperasinya HTI PT. Wirakarya Sakti, masyarakat desa sekitar secara perlahan mulai beralih ke sektor lain seperti industri, dan wiraswasta. Temuan ini sejalan dengan penelitian Susliana et al. (2024) yang menunjukkan bahwa keberadaan HTI di Kecamatan Tebing Tinggi membuka peluang pekerjaan baru, dimana sekitar 41,24% masyarakat bekerja sebagai karyawan atau buruh perusahaan dan 20,62% bergerak pada kegiatan usaha perdagangan dan jasa. Kondisi ini menunjukkan bahwa aktivitas HTI dapat mendorong perubahan struktur ekonomi masyarakat desa dari yang semula didominasi sektor agraris menjadi lebih beragam. Berkurangnya ketersediaan lahan pertanian serta ketidakstabilan pendapatan dari pekerjaan sebelumnya, menyebabkan masyarakat memilih pekerjaan yang dianggap lebih menguntungkan (Siska, 2013). Mata pencaharian masyarakat desa juga mengalami perubahan karena terbukanya akses dan masuknya para pekerja dari luar desa (Susliana et al., 2024). Persepsi terhadap perubahan mata pencaharian di Desa Kelagian mengalami perbedaan signifikan setelah HTI beroperasi, dimana persepsi responden pada kategori setuju meningkat dari 20,47% menjadi 53,22% sesudah HTI beroperasi (Tabel 5). Keberadaan HTI telah memengaruhi pola mata pencaharian dan meningkatkan pendapatan masyarakat sekitar.

Keberadaan HTI PT. Wirakarya Sakti memberikan dampak terhadap perkembangan aktivitas ekonomi masyarakat. Di antaranya adalah terciptanya kesempatan berusaha yang sebelumnya dinilai masih sangat terbatas. Kesempatan berusaha mulai muncul seiring dengan berkembangnya aktivitas perusahaan HTI dan meningkatnya jumlah penduduk. Hal ini terlihat dari persepsi tidak setuju (52,19%) sebelum HTI menjadi setuju (57,88%) sesudah HTI beroperasi. Kegiatan HTI akan berpengaruh dengan terbukanya kesempatan berusaha bagi masyarakat, meskipun jenis usaha yang berkembang masih berskala kecil dan intensitasnya terbatas. Hasil uji-t pada ketiga indikator menunjukkan bahwa nilai t-hitung lebih besar dibandingkan dari nilai t-tabel dengan p-*value* <0,05, yang berarti bahwa kondisi sebelum dan sesudah berbeda secara nyata. HTI. Hal ini menegaskan bahwa keberadaan HTI telah membuka peluang kerja, mendorong pergeseran mata pencaharian, dan memperluas kesempatan usaha.

Keberadaan HTI PT. Wirakarya Sakti berpengaruh nyata pada perekonomian masyarakat di Desa Delima (Tabel 6). Pada indikator peluang kerja, sebelum HTI mayoritas responden menyatakan tidak setuju (54,84%), sementara setelah HTI beroperasi persepsi setuju meningkat menjadi 66,67%. Keberadaan HTI berperan penting dalam menciptakan peluang kerja bagi masyarakat pedesaan. Peran HTI tidak hanya dari sisi produksi kayu, tetapi juga berkontribusi terhadap pembangunan sosial ekonomi masyarakat sekitar. Hasil penelitian Puluhulawa dan Gubali (2017) mengemukakan bahwa pemberdayaan masyarakat melalui sektor kehutanan mampu meningkatkan kapasitas ekonomi lokal dan mengurangi angka pengangguran.

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

Tabel (*Table*) 6. Persentase persepsi responden terhadap dampak ekonomi HTI di Desa Delima (*Percentage of respondents' perceptions of the economic impact of HTI in Delima Village)*

No	Indikator (*Indicator*)	Persentase (*Percentage*) (%)					Hasil Uji-T (*T-test results*)		
		Sangat Setuju (*Strongly agree*) (5)	Setuju (*Agree*) (4)	Netral (*Neutral*) (3)	Tidak Setuju (*Disagree*) (2)	Sangat Tidak Setuju (*Strongly disagree*) (1)	T-hitung (T-*count*)	T-tabel (T-*table*)	P-*value*
1.	Peluang kerja (*Job opportunity*)								
	Sebelum HTI	0,00	4,30	21,51	54,84	19,35	13,227	2,042	0,000 (< 0,05)
	Sesudah HTI	15,05	66,67	16,13	2,15	0,00			
2.	Mata pencaharian (*Livelihood*)								
	Sebelum HTI	8,60	16,13	12,90	45,16	17,20	8,682	2,042	0,000 (< 0,05)
	Sesudah HTI	21,51	40,86	11,83	23,66	2,15			
3.	Kesempatan berusaha (*Business opportunity*)								
	Sebelum HTI	0,00	9,68	21,77	52,42	16,13	17,146	2,042	0,000 (< 0,05)
	Sesudah HTI	10,48	66,13	22,58	0,81	0,00			

Sumber *(Source)*: Pengolahan data 2025 (*Data analysis* 2025)

Perubahan serupa juga terlihat pada indikator mata pencaharian, di mana persepsi setuju meningkat dari 16,13% menjadi 40,86% sesudah HTI beroperasi. Pengembangan HTI mampu memperluas lapangan kerja dan mendorong masyarakat lokal untuk beradaptasi dengan peluang baru melalui pekerjaan di luar sektor pertanian (Pirard et al., 2016). Selanjutnya, pada indikator kesempatan berusaha, sebelum HTI mayoritas responden tidak setuju (52,42%) dan berubah menjadi setuju (66,13%) setelah HTI beroperasi. Hal ini mengindikasikan bahwa HTI berperan sebagai penggerak roda ekonomi lokal yang mendorong masyarakat untuk lebih aktif berwirausaha. Peluang berusaha ini dimanfaatkan oleh masyarakat untuk mengembangkan berbagai jenis usaha, sehingga mampu menciptakan nilai tambah secara ekonomi. Sesuai dengan hasil penelitian (Wati, 2017) bahwa kehadiran perusahaan HTI PT. RAPP berpotensi memberikan dampak positif terhadap terbukanya sektor informal di wilayah sekitarnya. Hasil uji-t pada ketiga indikator menghasilkan nilai t-tabel lebih kecil daripada nilai t-hitung dengan P-*value* <0,05, sehingga dapat diartikan bahwa perbedaan persepsi terhadap dampak ekonomi sebelum dan sesudah berdirinya HTI signifikan secara statistik.

Tingkat pendapatan masyarakat diklasifikasikan berdasarkan ke tiga kriteria interval kelas rendah, sedang, dan tinggi. Dari Tabel 7 terlihat peningkatan pada pendapatan masyarakat setelah HTI beroperasi. Sebelum HTI beroperasi, mayoritas responden Desa Kelagian (89,47%) berada pada kategori pendapatan rendah, 10,53% termasuk kategori pendapatan sedang. Namun setelah HTI mulai beroperasi, terjadi perubahan dalam struktur pendapatan masyarakat. Mayoritas responden telah bergeser ke kategori pendapatan sedang (40,35%) dan tinggi (42,11%). Kondisi serupa terjadi di Desa Delima, di mana sebelum HTI beroperasi sebanyak 70,97% responden berada pada kategori pendapatan rendah,

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

sementara itu sesudah HTI beroperasi mengalami peningkatan pada kategori pendapatan sedang (32,26%) dan tinggi (45,16%). Jika dilihat dari nilai rerata pendapatan masyarakat, terlihat bahwa rata-rata pendapatan masyarakat di Desa Kelagian meningkat dari sekitar Rp 302.632 per bulan sebelum HTI menjadi sekitar Rp 2.109.649/bulan setelah HTI beroperasi. Sementara itu di Desa Delima, rata-rata pendapatan masyarakat meningkat dari Rp 395.161/bulan sebelum HTI menjadi Rp 2.040.323/bulan setelah HTI beroperasi. Peningkatan ini menunjukkan bahwa keberadaan HTI berpotensi memberikan kontribusi terhadap peningkatan pendapatan masyarakat, baik melalui kesempatan kerja langsung maupun melalui berkembangnya aktivitas ekonomi di sekitar wilayah operasional perusahaan.

Baik di Desa Kelagian maupun Desa Delima terjadi pergeseran distribusi pendapatan masyarakat dari kategori rendah menuju kategori sedang dan tinggi setelah beroperasinya HTI. Kondisi ini mengindikasikan adanya diversifikasi mata pencaharian masyarakat, dari yang sebelumnya didominasi sektor pertanian menuju kegiatan ekonomi yang lebih beragam, seperti pekerjaan di sektor industri kehutanan, perdagangan, jasa, dan usaha kecil. Meskipun demikian, tingkat perubahan ekonomi antar desa menunjukkan variasi yang dipengaruhi oleh faktor seperti akses terhadap peluang kerja, keterlibatan masyarakat dalam kegiatan ekonomi baru, serta kedekatan geografis desa dengan aktivitas operasional HTI. Perubahan ini menunjukkan bahwa keberadaan HTI PT. Wirakarya Sakti telah menciptakan peluang ekonomi baru yang mendorong peningkatan pendapatan rumah tangga

Tabel (*Table*) 7. Persentase perubahan tingkat pendapatan (*Percentage of change in income level)*

No	Tingkat Pendapatan Masyarakat Sebelum HTI / Bulan (*Level of community income before HTI/ month*)	Desa Kelagian (*Kelagian village*)		Desa Delima (*Delima village*)	
		Frekuensi (*Frequency*)	Persentase (*Percentage*) (%)	Frekuensi (*Frequency*)	Persentase (*Percentage*) (%)
1.	Rendah (*Low*) (0 - ≤Rp 500.000)	51	89,47	22	70,97
2.	Sedang (*Moderate*) (Rp 500.000< - ≤Rp 1.000.000)	6	10,53	9	29,03
3.	Tinggi (*High*) (>Rp 1.000.000)	0	0,00	0	0,00
	Jumlah (*Total*)	57	100,00	31	100,00
No	Tingkat Pendapatan Masyarakat Sesudah HTI / Bulan (*Level of community income after HTI/ month*)	Frekuensi (*Frequency*)	Persentase (*Percentage*) (%)	Frekuensi (*Frequency*)	Persentase (*Percentage*) (%)
1.	Rendah (*Low*) (0 - ≤Rp 1.500.000)	10	17,54	7	22,58
2.	Sedang (*Moderate*) (Rp 1.500.000< - ≤ Rp2.500.000)	23	40,35	10	32,26
3.	Tinggi (*High*) (> Rp2.500.000)	24	42,11	14	45,16
	Jumlah (*Total*)	57	100,00	31	100,00

Sumber *(Source*): Pengolahan data 2025 (*Data analysis* 2025)

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

baik secara langsung melalui terbukanya kesempatan kerja dalam sektor formal, seperti tenaga kerja harian, perangkat desa, atau karyawan swasta, maupun secara tidak langsung melalui meningkatnya aktivitas ekonomi lokal, seperti perdagangan, jasa, dan sektor informal lainnya. Kondisi ini sesuai dengan Susliana et al. (2024), yang mengatakan bahwa pembangunan HTI berpotensi memperbaiki struktur pendapatan masyarakat dengan menyediakan akses pekerjaan formal dan mendukung aktivitas ekonomi lokal.

D. Dampak Lingkungan Hutan Tanaman Industri (HTI) PT. Wirakarya Sakti

Lingkungan terdiri dari semua hal yang berkaitan dengan kehidupan manusia dan saling berinteraksi satu sama lain, namun aktivitas dari suatu sektor juga berpotensi menimbulkan ancaman terhadap lingkungan berupa pencemaran yang terjadi akibat kegiatan operasional perusahaan (Saranraj dan Stella, 2014). Tabel 8 dan 9 menyajikan penilaian persepsi responden terhadap dampak lingkungan yang ditimbulkan oleh HTI PT. Wirakarya Sakti di Desa Kelagian dan Desa Delima. Berdasarkan Tabel 8 menunjukkan perubahan signifikan pada persepsi responden Desa Kelagian terhadap dampak lingkungan setelah beroperasinya HTI. Mayoritas responden Desa Kelagian belum merasakan adanya gangguan kualitas udara di lingkungan mereka, yang terlihat dari tingginya persentase kategori tidak setuju (38,01%). Setelah HTI beroperasi, terjadi peningkatan pada kategori setuju (45,61%) yang menunjukkan adanya pergeseran persepsi bahwa aktivitas HTI mengakibatkan penurunan kualitas udara. Gangguan ini umumnya disebabkan oleh lalu lintas truk pengangkut kayu dan kegiatan panen yang dilakukan secara berkala dalam siklus rotasi pendek, yaitu setiap 5-7 tahun (Pirard et al., 2016).

Tabel (*Table*) 8. Persentase persepsi responden terhadap dampak lingkungan HTI di Desa Kelagian (*Percentage of respondents' perceptions of the environmental impact of HTI in Kelagian Village)*

No	Indikator (*Indicator*)	Persentase (*Percentage*) (%)					Hasil Uji-T (*T-test results*)		
		Sangat Setuju (*Strongly agree*) (5)	Setuju (*Agree*) (4)	Netral (*Neutral*) (3)	Tidak Setuju (*Disagree*) (2)	Sangat Tidak Setuju (*Strongly disagree*) (1)	T-hitung (T-*count*)	T-tabel (T-*table*)	P-*value*
1.	Polusi udara (*Air pollution*)								
	Sebelum HTI	11,11	18,13	17,54	38,01	15,20	5,778	2,004	0,000 (< 0,05)
	Sesudah HTI	14,04	45,61	8,19	30,41	1,75			
2.	Polusi air (*Water pollution*)								
	Sebelum HTI	0,00	3,51	14,04	54,39	28,07	15,101	2,004	0,000 (< 0,05)
	Sesudah HTI	4,09	42,69	6,43	40,94	5,85			
3.	Polusi suara (*Noise pollution*)								
	Sebelum HTI	0,00	0,58	9,94	61,40	28,07	19,479	2,004	0,000 (< 0,05)
	Sesudah HTI	15,79	53,80	19,88	10,53	0,00			

Sumber *(Source)*: Pengolahan data 2025 (*Data analysis* 2025)

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

Perubahan serupa terlihat pada polusi air, persepsi responden menunjukkan tidak merasakan adanya pencemaran air. Hal ini terbukti dari tingginya persentase kategori tidak setuju (54,39%) dengan terjadinya polusi air. Setelah HTI mulai beroperasi, terjadi perubahan yang signifikan, dimana persentase setuju meningkat menjadi 42,69% (Tabel 8). Masyarakat mulai merasakan dampak terhadap kondisi air bersih, akibat penambahan bahan kimia untuk proses penjernihan air sungai. Aktivitas ini tidak hanya dilakukan untuk mendukung kebutuhan internal HTI PT. Wirakarya Sakti, tetapi juga sebagai bentuk kontribusi dalam membantu pasokan air bersih bagi industri pengolahan *pulp and paper* PT. Lontar Papyrus. Penggunaan bahan kimia tersebut mengakibatkan kematian sejumlah ikan yang menjadi sumber penghidupan bagi nelayan setempat. Mayoritas responden juga tidak merasakan adanya gangguan kebisingan sebelum HTI beroperasi. Hal ini terlihat dari 61,40% responden yang menyatakan tidak setuju dan terjadi perubahan dalam persepsi responden yang menyatakan setuju menjadi 53,80% setelah HTI beroperasi. Hasil uji-t mendukung temuan tersebut, di mana seluruh indikator (polusi udara, air, dan suara) mempunyai nilai t-hitung sebesar 2,004 yang lebih besar dibandingkan nilai t-tabel dengan nilai *P*-value < 0,05. Hal ini mengindikasikan adanya perbedaan persepsi yang signifikan secara statistik mengenai dampak lingkungan yang dirasakan masyarakat sebelum dan sesudah beroperasinya HTI.

Tabel (*Table*) 9. Persentase persepsi responden terhadap dampak lingkungan HTI di Desa Delima (*Percentage of respondents' perceptions of the environmental impact of HTI in Delima Village)*

No	Indikator (*Indicator*)	Persentase (*Percentage*) (%)					Hasil Uji-T (*T-test results*)		
		Sangat Setuju (*Strongly agree*) (5)	Setuju (*Agree*) (4)	Netral (*Neutral*) (3)	Tidak Setuju (*Disagree*) (2)	Sangat Tidak Setuju (*Strongly disagree*) (1)	T-hitung (T-*count*)	T-tabel (T-*table*)	P-*value*
1.	Polusi udara (*Air pollution*)								
	Sebelum HTI	11,83	18,28	17,20	43,01	9,68	12,457	2,042	0,000 (< 0,05)
	Sesudah HTI	19,35	70,97	5,38	4,30	0,00			
2.	Polusi air (*Water pollution*)								
	Sebelum HTI	0,00	4,30	8,60	67,74	19,35	1,726	2,042	0,095 (> 0,05)
	Sesudah HTI	0,00	5,38	17,20	64,52	12,90			
3.	Polusi suara (*Noise pollution*)								
	Sebelum HTI	1,08	2,15	12,90	64,52	19,35	19,091	2,042	0,000 (< 0,05)
	Sesudah HTI	19,35	70,97	9,68	0,00	0,00			

Sumber *(Source*): Pengolahan data 2025 (*Data analysis* 2025)

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

Tabel 9 menyajikan hasil analisis persepsi responden terhadap dampak lingkungan yang ditimbulkan oleh keberadaan HTI di Desa Delima. Hasil analisis menunjukkan terdapat perubahan signifikan pada persepsi responden sebelum dan sesudah keberadaan HTI, terutama pada aspek polusi udara dan suara. Hasil uji-t menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap polusi udara sebelum dan sesudah HTI (*P-value* < 0,05). Sebelum HTI beroperasi, mayoritas responden tidak setuju (43,01%) terjadinya polusi udara. Namun, setelah HTI beroperasi, mayoritas responden menyatakan setuju (70,97%).

Perubahan persepsi masyarakat terhadap polusi suara juga signifikan (*P-value* <0,05). Menurut Fajriyyah et al., (2023), pencemaran suara dapat menjadi ancaman serius bagi kualitas lingkungan manusia, karena berpotensi mengganggu kenyamanan dan kesehatan masyarakat. Sebaliknya, pada indikator polusi air sebagian besar responden di Desa Delima menyatakan tidak setuju bahwa keberadaan HTI menyebabkan pencemaran air, baik sebelum maupun setelah beroperasinya HTI. Hasil uji statistik juga menunjukkan bahwa perubahan persepsi tersebut tidak signifikan secara statistik (*P-value* >0,05), sehingga dapat disimpulkan bahwa masyarakat belum merasakan dampak pencemaran air secara nyata atau belum menjadi perhatian utama masyarakat di wilayah tersebut. Meskipun terjadi sedikit peningkatan responden yang menyatakan setuju setelah HTI (dari 4,30% menjadi 5,38%), sebagian besar tetap tidak menyetujui bahwa HTI menyebabkan pencemaran air. Kondisi ini sesuai dengan pendapat responden bahwa sumber air yang digunakan masyarakat relatif masih aman dan tidak menunjukkan perubahan kualitas yang signifikan. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain jarak pemukiman masyarakat yang relatif jauh dari lokasi operasional atau pembuangan limbah perusahaan, ketersediaan sumber air alternatif seperti air ledeng atau PDAM, serta penggunaan sumber air yang lebih terlindungi dari potensi pencemaran.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil survei dan analisis persepsi masyarakat di Desa Kelagian dan Desa Delima, keberadaan HTI PT. Wirakarya Sakti menunjukkan adanya perubahan pada aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan masyarakat di sekitar wilayah operasional perusahaan. Pada aspek sosial, keberadaan HTI dipersepsikan masyarakat memberikan peluang keterlibatan yang lebih luas dalam aktivitas ekonomi di luar sektor pertanian, terutama melalui akses terhadap pekerjaan di sektor formal maupun informal. Selain itu, program pemberdayaan masyarakat yang dijalankan perusahaan melalui kegiatan CSR dinilai turut mendukung penyediaan fasilitas sosial dan peningkatan kapasitas masyarakat. Namun demikian, kehadiran HTI juga memicu beberapa dampak yang dipersepsikan negatif oleh masyarakat, antara lain potensi konflik sosial terkait akses dan pemanfaatan lahan.

Pada aspek ekonomi, masyarakat mengalami diversifikasi mata pencaharian dari yang sebelumnya didominasi sektor pertanian tanaman pangan menjadi lebih beragam, termasuk sektor jasa, perdagangan, dan usaha kecil. Perubahan

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

ini juga diikuti dengan kecenderungan peningkatan pendapatan masyarakat serta bertambahnya peluang kerja yang tersedia di sekitar wilayah desa. Hal tersebut menunjukkan bahwa keberadaan HTI berkontribusi dalam mendorong aktivitas ekonomi lokal dan memperluas sumber pendapatan masyarakat. Pada aspek lingkungan, hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian masyarakat merasakan adanya gangguan lingkungan yang berkaitan dengan aktivitas operasional HTI, terutama berupa keluhan terhadap polusi suara dan debu dari aktivitas transportasi pengangkutan kayu. Selain itu, terdapat pula kekhawatiran sebagian masyarakat terhadap potensi pencemaran air. Namun demikian, persepsi masyarakat terhadap dampak lingkungan tersebut relatif bervariasi dan tidak sepenuhnya dirasakan secara merata oleh seluruh responden.

Secara keseluruhan, keberadaan HTI di wilayah penelitian menunjukkan adanya *trade-off* antara manfaat sosial ekonomi yang dirasakan masyarakat dengan potensi dampak sosial dan lingkungan yang muncul. Oleh karena itu, pengelolaan HTI perlu diarahkan pada upaya memperkuat manfaat ekonomi dan sosial bagi masyarakat melalui peningkatan pemberdayaan dan peluang usaha lokal, sekaligus meminimalkan potensi dampak negatif melalui pengelolaan lingkungan yang lebih baik, peningkatan kualitas infrastruktur desa, serta penguatan komunikasi dan kemitraan antara perusahaan, pemerintah, dan masyarakat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak dan Ibu dosen pembimbing, serta pihak yang telah memberikan dukungan, bimbingan, arahan, dan masukannya. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada masyarakat Desa Kelagian dan Desa Delima, serta pihak PT. Wirakarya Sakti, Kabupaten Tanjung Jabung Barat atas kerja sama dan bantuan selama proses pengambilan data.

KONTRIBUSI

A.C.C berkontribusi dalam menyusun konsep awal, penulisan draft awal, pengumpulan data, pengolahan dan analisis data. **B.S** berkontribusi terhadap penyuntingan draft, peninjauan pustaka, evaluasi dan revisi draft. **L.S** berkontribusi dalam memberikan koreksi, penyuntingan draft akhir.

DAFTAR PUSTAKA

Agustang, A.T., Salam, R., & Pua, R.M. (2021). Perubahan sosial ekonomi masyarakat Desa Toweka terhadap keberadaan perusahaan PT KSO Capital Kasagro. *Jurnal Sosialisasi UNM*, 8(2), 157. https://doi.org/10.26858/sosialisasi.

Allo, J.K., Edwin, M., & Sulistyorini, I.S. (2023). Tingkat kesejahteraan masyarakat Desa Himba Lestari di dalam Areal IUPHHK-HT di Kabupaten Kutai Timur, Kalimantan Timur. *Jurnal Ilmu Sosial dan Humaniora*, *2*(2), 165–174. https://doi.org/10.55123/sosmaniora.v2i2.1742.

Amaliyah, A., Saifuddin., Jauhari, T. (2023) Enpowerment of social forestry business group in improving village welfare in South Lampung. *Community Empowerment*, 8(4), 508-

 @2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

518. https://doi.org/10.31603/ce.9015.

Amin, N.F., Garancang, S., & Abunawas, K. (2023). Konsep umum populasi dan sampel dalam penelitian. *Jurnal Pilar*, 14(1), 15-31. https://doi.org/10.26618/whw41w62.

Andiny, P. & Irwan, M. (2009). Analisis dampak eksternalitas aktivitas industri karet terhadap lingkungan hidup di sekitarnya. *Jurnal Ekonomi Bisnis dan Koperasi,* 11(1), 27-41.

Apriyanti, I. & Munthaha, M.A. (2017). Kondisi sosial ekonomi masyarakat sekitar perusahaan perkebunan kelapa sawit di Kabupaten Langkat. *Agrium*, 20(3), 239-245.

Barney, K. (2024). Commercial timber plantations anda community livelihoods: insights from comparative case studies in southern Laos. *Forest Policy and Economics*, 158. https://doi.org/10.1016/j.forpol.2023.103099

Badan Pusat Statistik Kabupaten Tanjung Jabung Barat. (2023). Kabupaten Tanjung Jabung Barat dalam Angka 2023. Kuala Tungkal: BPS Kabupaten Tanjung Jabung Barat.

Fajriyyah, U.N., Paramita, D., & Adi, N.P. (2023). Analisis tingkat kebisingan di Depo Kayu Desa Tanjunganom, Kaliwiro, Wonosobo. *Masaliq*, 3(5), 918-925. https://doi.org/10.58578/masaliq.v3i5.1504.

Hendryadi., Tricahyadinata, I., & Zannati, R. (2019). *Metode Penelitian*. Lembaga Pengembangan Manajemen dan Publikasi Imperium.

Huraerah, A. (2024). Perubahan sosial dan implikasinya terhadap pembangunan kesejahteraan sosial: tantangan bagi peneliti dan praktisi kesejahteraan sosial. *Jurnal Pekerjaan Sosial*, 7(2), 221-227. https://doi.org/10.24198/focus.v7i260229.

FWI. (2015). Pelanggaran Perusahaan Hutan Tanaman Industri (HTI) dan Pembiayaan. In: FWI, Koalisi Responsi Bank Indonesia.

Jikalahari. (2021). Catatan Hasil Pemantauan Kepatuhan Korporasi Mewujudkan Nol Deforestasi, Restorasi Gambut serta Perlindungan Keanekaragaman Hayati, 1-102.

Kainyande, A., Auch, E. F., & Williams, A. D. (2022). The socio-economic contributions of large-scale plantation forests: perceptions of adjacent rural communities in the Northern Province of Sierra Leone. *Trees, Forests and People*, 10. https://doi.org/10.1016/j.tfp.2022.100329.

Milles, M.B. & Huberman, A.M. (2014). *Analisis Data Kualitatif*. Buku Sumber Tentang Metode-Metode Baru. Jakarta: UI Press.

Muhid, A. (2019). *Analisis Statistik 5 Langkah Praktis Analisis Statistik dengan SPSS for Windows*. Sidoarjo: Zifatama Jawara.

Pirard, R., Petit, H., Baral, H., & Achdiawan, R. (2016). Impacts of industrial timber plantations in Indonesia: An analysis of rural populations' perceptions in Sumatra, Kalimantan and Java. *Occasional Paper*, 60. https://doi.org/10.17528/cifor/006037.

Pratama, D.M., Pratiwi,D., & Lestari, N.O. (2025). Konflik agraria dan keadilan ekologis: tinjauan hukum atas hak masyarakat adat terhadap

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

tanah ulayat. Indonesia Journal of Law and Justice, 3(2), 1-10. https://doi.org/10.47134/ijlj.v3i2.5248.

Puluhulawa, J. & Gubali, H.N. (2017). Hutan tanaman industri dampaknya bagi kehidupan sosial masyarakat di Desa Huyula Kecamatan Mootilango Kabupaten Gorontalo. *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian Politeknik Negeri Lampung*. https://doi.org/10.25181/prosemnas.v0i0.727.

Purnomo, R.A. (2017). *Menulis Penelitian*. Ponorogo: Unmuh Ponorogo Press.

Qomar, N., Hadi, S., & Rifai, A. (2008). Aspek sosial ekonomi masyarakat di sekitar hutan tanaman industri di Riau. *Jurnal Industri dan Perkotaan*, 7(22), 1763-1769.

Qomariya, F.N., Soetarto, H., & Alfiyah, N.I. (2021). Migrasi dalam perubahan sosial ekonomi masyarakat Desa Talango. J*urnal Public Corner Fisip Universitas Wiraraja*, 16(1), 79-96. https://doi.org/10.24929/fisip.v16i1.1597.

Rabdi, H. (2017). Evaluasi pelaksanaan perizinan hutan tanaman industri (HTI) di Kabupaten Pelalawan (studi kasus PT. RAPP tahun 2013-2015). *Jom Fisip*, 4(1), 1-11.

Ridwan & Nurwansyah, C. (2023). Corporate Social Responsbility (CSR) PT. Wirakarya Sakti (WKS) dengan masyarakat Desa Lubuk Mandarsah dalam program Desa Makmur Peduli Api (DMPS) ke arah peningkatan pangan. *Jurnal Politik dan Pemerintahan*, 5(1), 60-72. https://doi.org/10.36355/jppd.v5i1.112.

Samsul., Budiman, A.A., & Anshariah. (2018). Analisis dampak positif industri terhadap lingkungan masyarakat. *Jurnal Geomine*, 6(2), 54-59.

Saranraj, P. & Stella, D. (2014). Impact of sugar mill effluent to environment and bioremediation: A review. W*orld Applied Sciences Journal*. 30(3),299–316. https://doi.org/10.5829/idosi.wasj.2014.30.03.1656

Siburian, R. (2004). Kebijakan kehutanan dan akibatnya bagi masyarakat lokal. *Jurnal Masyarakat dan Budaya*, 6(1), 121-136. https://doi.org/10.14203/jmb.v6i1.199.

Siska. (2013). Dampak industri batubara terhadap sosial ekonomi masyarakat di sekitar Desa Jembayan Kecamatan Loa Kulu Kabupaten Kutai Kertanegara. *Journal Administrasi Negara,* 1(2), 473-493.

Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

Susliana., Hamid, R., & Yanita, M. (2024). Dampak hutan tanaman industri PT. Wirakarya Sakti terhadap kondisi sosial ekonomi masyarakat desa binaan Kecamatan Tebing Tinggi Kabupaten Tanjung Jabung Barat. *Jurnal Pertanian Agros*, 26(4), 1530-1536. https://doi.org/10.37159/jpa.v26i4.4793.

Syahadat E. & Sylviani. (2014). Analisis kebijakan penyediaan lahan hutan tanaman industri. *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan,* 11(3), 277-296.

Tamba, P. & Manurung, R. (2015). Adaptasi masyarakat dalam merespon perubahan fungsi hutan. *Perspektif Sosiologi*, 3(1), 150-164.

 @2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

Wahdaniah, Rahim S., & Bempah, I. (2022). Dampak hutan tanaman industri terhadap perubahan tutupan lahan hutan dan kondisi sosial ekonomi masyarakat. J*ournal of Forestry Research*, 5(2), 102-109. https://doi.org/10.32662/gjfr.v5i2.2151.

Wati, R.R. (2017). Kondisi sosial ekonomi dan persepsi masyarakat terhadap perusahaan (studi tentang pengaruh keberadaan PT. RAPP di Masyarakat Kelurahan Pangkalan Kerinci Barat Lingkungan Terusan Baru Kecamatan Pangkalan Kerinci Kabupaten Pelalawan). *Jom Fisip*, 4 (1), 1-12.

Wirdani, M., Cepriadi., & Kausar. (2023). Analisis konflik hutan tanaman industri (studi kasus konflik masyarakat Desa Kota Garo dengan PT. Arara Abadi di Kecamatan Tapung Hilir Kabupaten Kampar Provinsi Riau). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agroinfo Galuh*, 10(1), 278-291. https://doi.org/10.25157/jimag.v10i1.8894.

Wulandari, T. & Sadad, A. (2022). Resolusi konflik sengketa lahan Hutan Tanaman Industri (HTI) di Kampung Mandiangin Kecamatan Minas Kabupaten Siak. *Jurnal Administrasi Politik dan Sosial*, 3(2), 92-102. https://doi.org/10.46730/japs.v3i2.77.

Youlla, D.E., Medianto, H., & Taligana, S. (2020). Dampak sosial pembangunan hutan tanaman industri terhadap kehidupan masyarakat di Dusun Nanas Kecamatan Siantan Kabupaten Menpawah. Zira'ah, 45(2), 213-223.

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

Halaman ini sengaja dikosongkan

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

E-ISSN: **2579-5511/P-ISSN:2579-6097**
doi https://doi.org/10.59465/jppdas.2026.10.1.45-62

KAJIAN SPASIAL DAMPAK ALIH FUNGSI LAHAN TERHADAP RISIKO BANJIR DAN IMPLIKASINYA PADA KETAHANAN PANGAN: STUDI KASUS DAS KRUENG KEUREUTO

(Spatial Study Of The Impact Of Land Use Change To Flood Risk and Its Implication on Food Security: A Case Study Of The Krueng Keureuto Watershed)

Nina Shaskia[1,]*, Fitri Zaitun Nurnalisa[1], Zaitun Humaira[1], dan Cut Dwi Refika[1]
[1]*Program Studi Teknik Sumber Daya Air Universitas Syiah Kuala, Jl. Syech Abdurrauf No.7, Kopelma Darussalam, Banda Aceh, Aceh 23111, Indonesia*

ninashaskia@usk.ac.id

Diterima: 18 Desember 2025, Direvisi : 17 Maret 2026, Disetujui : 9 Juni 2026

ABSTRACT

The dynamics of land use change trigger regional vulnerability to flooding during the rainy season. Increased peak flood discharge has the potential to inundate rice fields, ultimately reducing rice productivity and threatening food security. In line with these issues, this study was conducted to spatially examine the relationship between land use change and increased flood discharge and as well as its implications for the flood-affected rice field areas that influence rice production in the Krueng Keureuto Watershed. The dynamics of land use change were assessed through spatial analysis based on multi-temporal satellite imagery processed using ArcGIS, and discharge data obtained through hydrological modeling with HEC-HMS. Furthermore, flood modeling was conducted to evaluate the extent of the affected areas. The modeling results were then integrated with rice production data to determine the impact of land use change on rice production. Based on the analysis, land use change has implications for an increase in the Curve Number (CN) value, followed by an average increase in flood discharge of 5.04%. Within a 13-years, rice field areas in the Krueng Keureuto Watershed have decreased by 1,077 ha, with a potential reduction in rice production of 6,526.62 tons of due to land conversion, exacerbated by widespread flooding in the remaining productive rice fields. Therefore, land-use control and upstream rehabilitation based on spatial technology, along with collaborative spatial planning policies, are required to maintain sustainable rice production.

Keywords: Spatial study; Land use change; Flood discharge; Rice production; Krueng Keureuto.

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

ABSTRAK

Dinamika alih fungsi lahan memicu kerentanan wilayah terhadap banjir pada musim hujan. Peningkatan debit puncak banjir berpotensi menggenangi persawahan, yang pada akhirnya menurunkan produktivitas padi dan mengancam ketahanan pangan. Sejalan dengan permasalahan tersebut, studi ini dilakukan untuk mengkaji secara spasial hubungan antara alih fungsi lahan terhadap peningkatan debit banjir, serta implikasinya pada luas sawah yang terdampak banjir sehingga memengaruhi produksi padi di DAS Krueng Keureuto. Dinamika perubahan tata guna lahan dinilai melalui analisis spasial berbasis citra satelit multi-temporal yang diolah menggunakan ArcGIS, serta data debit diperoleh melalui pemodelan hidrologi dengan HEC-HMS. Selanjutnya, pemodelan banjir dilakukan untuk menilai luasan daerah yang terdampak banjir. Hasil pemodelan kemudian diintegrasikan dengan data produksi padi untuk menentukan dampak alih fungsi lahan terhadap produksi padi. Berdasarkan analisis, peralihan fungsi lahan berimplikasi pada kenaikan nilai CN, diikuti dengan kenaikan debit banjir rata-rata sebesar 5,04%. Dalam rentang waktu 13 tahun, luas lahan sawah pada DAS Krueng Keureuto telah berkurang sebanyak 1.077 ha, dengan potensi penurunan produksi padi sebesar 6.526,62 ton akibat konversi lahan, yang diperparah dengan meluasnya genangan banjir pada sisa lahan sawah produktif. Oleh karena itu, diperlukan pengendalian alih fungsi lahan dan rehabilitasi hulu berbasis teknologi spasial serta kebijakan tata ruang kolaboratif untuk menjaga keberlanjutan produksi padi.

Kata kunci: Kajian spasial; Alih fungsi lahan; Debit banjir; Produksi padi; Krueng Keureuto

I. PENDAHULUAN

Dinamika alih fungsi lahan di wilayah Daerah Aliran Sungai (DAS) berperan signifikan dalam perubahan respon hidrologi, mulai dari peningkatan limpasan permukaan (Gashaw,Tulu, Argaw & Worqlul, 2018; Chilagane, Kashaigili, Mutayoba, Lyimo, Munishi, Tam & Burgess, 2021), perubahan bentuk hidrograf, hingga meningkatnya risiko banjir dan sedimentasi (Welde & Gebremariam, 2017; Barasa & Perera, 2018) yang pada gilirannya berdampak pada ketahanan pangan wilayah. Secara global, (Foley *et al*., 2005) menegaskan bahwa konversi hutan dan lahan alami menjadi pertanian, perkebunan, dan permukiman tidak hanya memicu hilangnya keanekaragaman hayati, tetapi juga mengganggu siklus hidrologi yang dapat menimbulkan konsekuensi ekologis.

Proses hidrologi DAS dipengaruhi oleh tutupan lahan dan iklim (Puno, Puno & Talisay, 2019). Di daerah Jakarta, setiap 13 km^2 konversi lahan hutan atau pertanian menjadi lahan perkotaan atau lahan terbuka, akan meningkatkan debit puncak banjir, luas area banjir, dan volume banjir masing-masing sebesar 3,6%, 15%, dan 16% (Farid, Pratama, Kuntoro, Adityawan, Rohmat & Moe, 2022). Sedangkan di Provinsi Sulawesi Tenggara, alih fungsi lahan menyebabkan kenaikan kumulatif debit banjir hingga 10% (Widyaningrum, Nurhakim, Farid, Hartanto, Nugroho & Chaidar, 2024). Dampak perubahan tata guna lahan pada neraca air terlihat lebih

 @2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

besar pada sub DAS dibandingkan pada DAS utama (Shawul, Chakma & Melesse, 2019). Konversi lahan sawah kembali menjadi hutan di daerah Cina terbukti dapat mengurangi limpasan (Zhang, Wang, Bai & Lv, 2015; Wang, Wang, Luan, Zhang, Wang & Yu, 2025).

DAS Krueng Keureuto di Aceh Utara memiliki probabilitas banjir dan korban tertinggi di Aceh, sehingga mengurangi efektivitas pengelolaan sumber daya airnya (Dianto, Azmeri & Yulianur, 2024). Secara empiris, frekuensi banjir di DAS Krueng Keureuto berkaitan dengan kombinasi intensitas hujan yang tinggi dan degradasi daerah tangkapan di bagian hulu (Ikshan, 2016). Kajian hidrologi-spasial terbaru menunjukkan bahwa pada 2015–2021 terjadi peningkatan luasan perkebunan (±11,83%), permukiman (±6,34%), dan ladang (±4,75%), disertai penurunan hutan (±27,67%) diikuti oleh sawah (±1,21%). Perubahan tersebut berkorelasi dengan kenaikan debit di outlet DAS yang menegaskan sensitivitas respons hidrologi terhadap alih fungsi lahan di wilayah studi (Rishaq, Nanda, Fadhliani, Ersa, Usrina, Azra & Budi, 2024).

Dampak hidrologis tersebut telah berimplikasi langsung pada sektor pertanian. Peningkatan debit banjir akan memperbesar tingkat risiko banjir. Banjir adalah penyebab utama kegagalan panen padi di Kabupaten Aceh Utara. Pada tahun 2024, tercatat ±153 ha tanaman padi di 12 desa gagal panen akibat terendam banjir yang dipicu curah hujan tinggi dan luapan Sungai Krueng Keureuto (Jafaruddin, 2024).

Seiring dengan perubahan yang terus berlangsung di DAS, berbagai metode dikembangkan untuk mengevaluasi dampak alih fungsi lahan terhadap siklus hidrologi. Analisis ini umumnya memanfaatkan citra satelit dan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk memetakan dinamika tutupan lahan secara spasial dan temporal yang kemudian diintegrasikan ke dalam model hidrologi untuk memperkirakan pengaruhnya terhadap aliran permukaan, infiltrasi, dan debit sungai. Pemilihan model yang tepat sangat penting untuk memperoleh estimasi aliran yang akurat dan memahami dinamika hidrologi di tingkat DAS. Dalam penelitian ini, digunakan model *Hydrologic Engineering Center–Hydrologic Modeling System (HEC-HMS)* karena kemampuannya dalam merepresentasikan proses transformasi hujan menjadi aliran (*rainfall–runoff*) secara terperinci, serta fleksibilitasnya dalam mengevaluasi berbagai skenario perubahan alih fungsi lahan. Debit hasil simulasi selanjutnya dimasukkan ke GeoHECRAS untuk memodelkan penyebaran banjir. Pendekatan terpadu ini memungkinkan analisis dampak perubahan alih fungsi lahan terhadap risiko banjir secara komprehensif, sekaligus mendukung perencanaan pengelolaan DAS dan mitigasi banjir.

Berdasarkan pada kondisi di atas, studi ini difokuskan pada kajian spasial dampak alih fungsi lahan terhadap risiko banjir dan implikasinya terhadap ketahanan pangan di DAS Krueng Keureuto. Analisis ini penting untuk memahami keterkaitan antara dinamika penggunaan lahan dengan peningkatan debit banjir yang secara langsung maupun tidak langsung

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

mempengaruhi keberlanjutan produksi padi setempat.

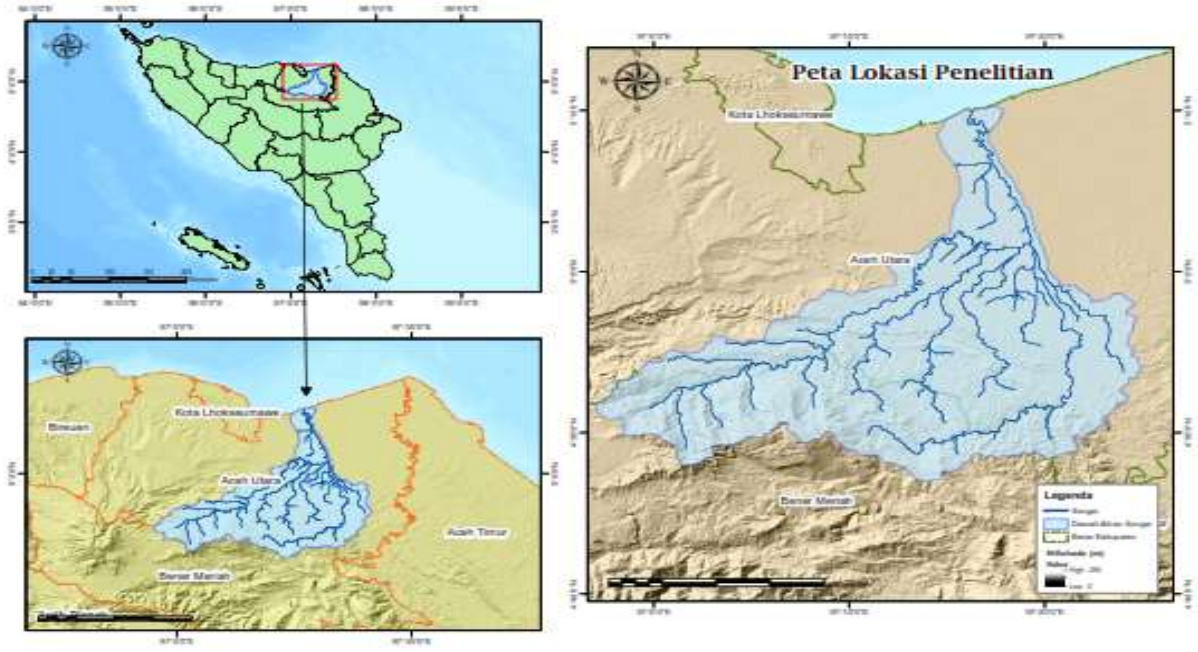
II. BAHAN DAN METODE

A. Waktu dan Lokasi

Penelitian ini dilaksanakan di tahun 2025 dengan daerah studi pada DAS Krueng Keureuto di Provinsi Aceh. Secara geografis, DAS Krueng Keureuto berada diantara 4°46'0" – 5°11'0" Lintang Utara dan 96°53'0" – 97°29'0" Bujur Timur yang terletak di Kabupaten Aceh Utara dengan bagian hulu yang terletak di Kabupaten Bener Meriah. DAS Krueng Keureuto memiliki luas keseluruhan 932,11 Km^2 (Gambar 1).

DAS Krueng Keureuto secara topografis memiliki karakteristik yang bervariasi, membentang dari dataran tinggi di bagian hulu hingga dataran rendah di wilayah hilir. Di bagian hulu, wilayah ini didominasi oleh perbukitan terjal dan pegunungan, sedangkan bagian hilirnya melintasi kawasan pesisir dengan kemiringan lereng yang landai. Perbedaan elevasi yang signifikan ini menyebabkan DAS ini memiliki potensi limpasan air permukaan yang tinggi, terutama saat curah hujan ekstrem, sehingga sering memicu dinamika hidrologi yang kompleks di wilayah Aceh Utara dan sekitarnya.

Secara geologis dan pedologis, DAS Krueng Keureuto tersusun atas formasi batuan sedimen dan aluvial yang memengaruhi karakteristik tanahnya. Jenis tanah pada DAS Keureuto ini didominasi oleh jenis tanah *inceptisol, ultisols* serta *mollisols*. Kondisi geologi ini membuat struktur tanah cenderung rentan terhadap erosi di bagian hulu jika tutupan lahan terganggu. Sementara itu, penggunaan lahan di DAS ini sangat beragam, mulai dari hutan lahan kering primer dan hutan lahan kering sekunder di bagian hulu, perkebunan kelapa sawit dan karet di bagian tengah, hingga permukiman serta persawahan intensif di bagian hilir.



Gambar (*Figure*) 1. Daerah study (*Study area*)
Sumber *(Source)*: Pengolahan data 2025 (*Data analysis* 2025)

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

B. Data dan Alat Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian merujuk pada data sekunder yang diperoleh dari instansi terkait maupun dari hasil penelitian terdahulu, meliputi:

1. Data hujan tahun 2011-2013 dari BMKG dan Dinas Pengairan. Selanjutnya diolah menggunakan Sistem Informasi geografis (GIS).
2. Data DEM dari *FABDEM* (*Forest and Buildings removed Digital Elevation Model*) dengan resolusi 30 × 30 meter, yang dikembangkan oleh University of Bristol dan Fathom. Data DEM yang digunakan adalah data *DTM (Digital Terrain Model)* yaitu model digital yang menampilkan elevasi "*bare-earth*" dengan menghapus efek vegetasi maupun bangunan.
3. Peta tutupan lahan dari Balai Pemantapan Kawasan Hutan (BPKH) Wilayah XVIII Banda Aceh untuk periode 2011 – 2024, dengan skala 1:250.000.
4. Data produksi padi tahun 2019 – 2023 dari Badan Pusat Statistik.
4. Perangkat lunak:
   ArcGIS digunakan sebagai platform integrasi data, analisis spasial, dan visualisasi;
   HEC-HMS untuk pemodelan hidrologi DAS; dan
   GeoHECRAS untuk pemodelan daerah genangan banjir.

C. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif spasial dengan pendekatan pemodelan hidrologi dan analisis penutupan lahan. Analisis dilakukan untuk mengetahui pengaruh perubahan tutupan lahan terhadap peningkatan debit banjir serta implikasinya terhadap ketahanan pangan, yang dalam hal ini dikhususkan pada produksi padi. Perubahan tutupan lahan dianalisis dengan membandingkan kondisi pada tahun 2011 dan tahun 2024. Prosedur penelitian dalam kajian ini disusun melalui tahapan berikut.

1. Analisis curah hujan
   Perhitungan hidrologi dalam penelitian ini difokuskan pada penentuan curah hujan rencana untuk kala ulang tertentu yang digunakan sebagai input dalam pemodelan hidrologi menggunakan HEC-HMS. Data curah hujan diperoleh dari empat stasiun hujan, yaitu: BPP Jambo Ayee, ARR Panton Labu, Stasiun Alur Gading, dan Stasiun Keureuto. Curah hujan wilayah dihitung menggunakan metode Poligon Thiessen untuk memperoleh nilai curah hujan rata-rata daerah aliran sungai (DAS) dengan persamaan (1).

$$\bar{p} = \frac{A_1 p_1 + A_2 p_2 + A_3 p_3 + \cdots + A_n p_n}{A_1 + A_2 + \cdots + A_n} \quad \text{..... (1)}$$

dimana: $\bar{p}$ = hujan rerata Kawasan (mm); p_1, p_2, p_3…, p_4= hujan stasiun 1,2,3, …, n (mm); dan $A_1 + A_2 + .. + A_n$= luas daerah yang mewakili stasiun 1, 2, 3, …, n (km^2).

Selanjutnya dilakukan analisis frekuensi curah hujan untuk menentukan curah hujan rencana pada beberapa kala ulang tertentu. Metode distribusi probabilitas yang digunakan adalah Log Pearson Tipe III (persamaan 2), setelah sebelumnya dilakukan uji kesesuaian distribusi menggunakan uji Chi-Kuadrat (persamaan 3) dan uji Smirnov-Kolmogorov.

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

$$y_T = \bar{y} + K_T \cdot S_y \quad \text{..... (2)}$$

dimana: y_T = nilai logaritmik dari x dengan periode ulang T; $\bar{y}$ = nilai rerata y; S_y= deviasi standar; dan K_T= faktor frekuensi

$$x^2 = \sum_{t=1}^{N} \frac{(Of-Ef)^2}{Ef} \quad \text{..... (3)}$$

dimana: x^2= nilai Chi-Kuadrat terhitung; Ef= Frekuensi yang diharapkan sesuai dengan pembagian kelasnya; Of= frekuensi terbaca pada kelas yang sama; dan N= jumlah sub kelompok dalam satu grup.

Curah hujan rencana yang diperoleh kemudian didistribusikan secara temporal menggunakan Alternating Block Method (ABM) sehingga diperoleh hujan efektif yang akan digunakan sebagai input dalam pemodelan hidrologi untuk pendugaan debit banjir rencana.

2. Analisis tutupan lahan

Data tutupan lahan dalam penelitian ini diperoleh dari BPKH (Balai Pemantapan Kawasan Hutan) untuk tahun 2011 dan 2024. Oleh karena itu, penelitian ini tidak melakukan klasifikasi citra tutupan lahan, melainkan menggunakan data tutupan lahan tutupan lahan yang sudah tersedia. Pengolahan data dilakukan menggunakan software ArcGIS, dengan tahapan sebagai berikut:

- Melakukan *clipping* peta tutupan lahan berdasarkan batas DAS Krueng Keureuto;
- Menghitung luas masing-masing kelas tutupan lahan pada tahun 2011 dan 2024;
- Menganalisis perubahan tutupan lahan yang terjadi dalam periode tersebut.

Data tutupan lahan kemudian dikombinasikan dengan data jenis tanah untuk menentukan nilai Curve Number (CN) yang digunakan dalam analisis hidrologi.

a). Nilai Curve Number (CN) ditetapkan dari kombinasi peta tutupan lahan dan kelompok tanah, dimana nilai CN yang digunakan ditentukan secara komposit karena wilayah studi memiliki variasi tata guna lahan dan tipe tanah (persamaan 4).

$$CN_w = \frac{\sum(CN_i \times A_i)}{\sum A_i} \quad \text{..... (4)}$$

dimana: CN_w = Curve Number berbobot; CN_i = Curve Number pada lahan ke-i; dan A_i: luas lahan ke-i.

b). Potensi simpanan air tanah (S) dengan persamaan (5).

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad \text{.....(5)}$$

c). Menghitung limpasan permukaan (Q) dengan persamaan (6).

$$Q = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S} \quad \text{.....(6)}$$

3. Analisis debit banjir

Dalam penelitian ini, debit banjir dianalisis dengan bantuan HEC-HMS dengan memanfaatkan data curah hujan dan nilai CN yang sudah diperoleh sebelumnya. Data ini digunakan untuk memperoleh debit banjir periode ulang 2 tahun hingga 100 tahun. Pemodelan

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

dengan HEC-HMS dimulai dengan skematisasi *basin model* tunggal yang dilanjutkan dengan penentuan parameter *Loss Method* menggunakan teknik *SCS Curve Number* yang mengkonversi jenis tutupan lahan menjadi kapasitas infiltrasi, serta *transform method* menggunakan *SCS Unit Hydrograph* untuk menghitung waktu konsentrasi aliran. Selanjutnya, dilakukan penelusuran aliran (*routing*) dengan metode Muskingum karena memiliki pendekatan yang sederhana dan tidak memerlukan data geometri saluran secara rinci, sehingga sesuai dengan ketersediaan data pada daerah studi. Data curah hujan jam-jaman yang diperoleh dari metode ABM digunakan sebagai data *precipitation* pada komponen *Meteorological Model.* Data *time-series* simulasi untuk kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun dilakukan selama dua hari dengan interval waktu 1 jam. Hasil simulasi disajikan dalam bentuk *Global Summary Result* yang menyajikan ringkasan parameter hasil simulasi seperti debit puncak, waktu terjadinya debit maksimum (*time of peak*), total volume limpasan, serta informasi hidrologi lainnya yang dihasilkan dari basin model. Validasi model dilakukan dengan data debit yang diperoleh dari Laporan *Master Plan* Pengendalian Banjir dari Dinas Pengairan Aceh. Data debit puncak hasil simulasi HEC-HMS nantinya digunakan sebagai input pada *software* GeoHECRAS untuk menganalisis sebaran banjir.

4. Pemodelan banjir

   Parameter hidrologi berupa nilai SCS *Curve Number (CN)* dan *Initial Abstraction (Ia)* diturunkan dari hasil *clipping* tutupan lahan untuk menghitung kapasitas infiltrasi. Hambatan aliran pada permukaan dan bantaran sungai direpresentasikan melalui koefisien kekasaran Manning yang bervariasi secara spasial sesuai dengan jenis penggunaan lahan. Parameter jaringan sungai (*river network*) diintegrasikan untuk mendefinisikan alur utama, yang diperkuat dengan penerapan fitur *breaklines* di sepanjang alur tersebut guna memastikan sel-sel pada jaringan *mesh* sejajar dengan dasar sungai dan tebing. Akhirnya, data hujan jam-jaman (*hyetograph*) dimasukkan langsung ke model 2D untuk mensimulasikan proses terjadinya air larian dan penyebaran genangan secara bersamaan di seluruh DAS.

5. Analisis hubungan perubahan tutupan lahan terhadap ketahanan pangan

   Keterkaitan perubahan penggunaan lahan terhadap ketahanan pangan dianalisis secara deskriptif dengan berfokus pada dinamika produksi padi sebagai indikator utama. Analisis dilakukan dengan membandingkan luas lahan sawah antara tahun 2011 dan 2024 untuk mengidentifikasi perubahan tutupan lahan. Selanjutnya, hasil simulasi GeoHEC-RAS diintegrasikan untuk menghitung luas sawah di zona rawan banjir yang berpotensi menurunkan produktivitas padi.

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

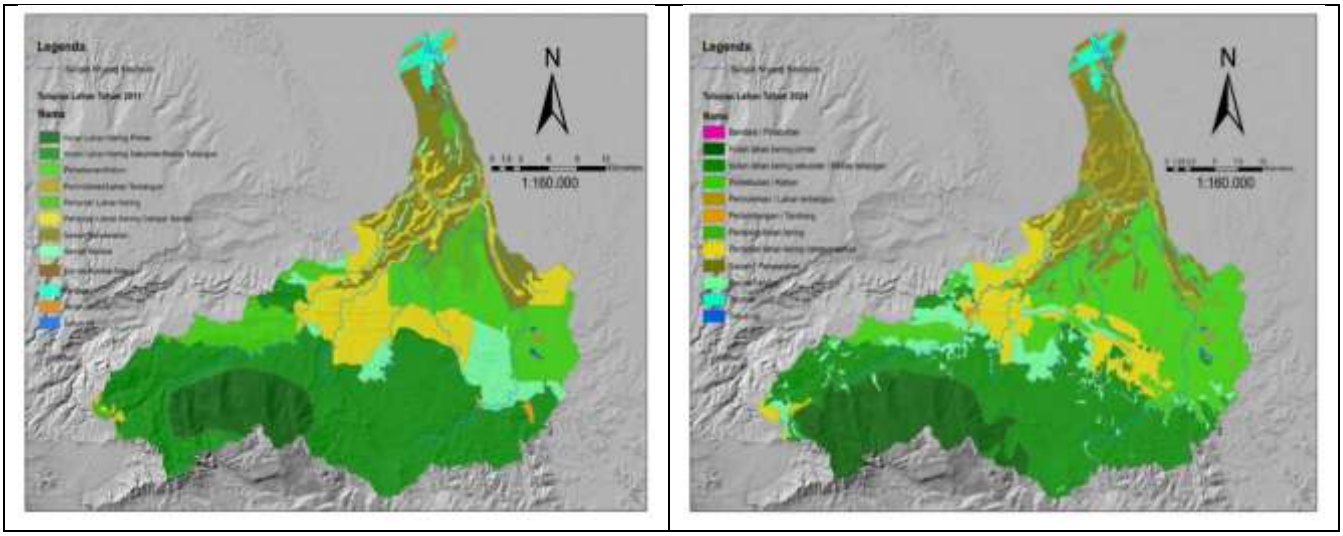
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Peralihan Tutupan Lahan pada DAS Krueng Keureuto

Peralihan tutupan lahan berpengaruh signifikan terhadap peningkatan limpasan permukaan (Zhang, Li, Chen, Hu, Yin, Qin & Li, 2025) sehingga memicu terjadinya genangan dan memperbesar risiko banjir (Pertiwi, Hisyam & Yofianti, 2020). Gambar 2 menunjukkan tutupan lahan tahun 2011 dan 2024.

Berdasarkan perbandingan tutupan lahan tahun 2011 dan 2024 pada Tabel 1, terlihat adanya perubahan yang cukup signifikan pada DAS Krueng Keureuto. Hutan lahan kering sekunder mengalami pengurangan sebesar 25,77% yang disertai dengan peningkatan pada semak belukar (16,91%), perkebunan (38,35%) dan permukiman (83,44%). Selain itu, terjadi penurunan tutupan lahan pada sektor pertanian yang mencakup pertanian lahan kering (97,49%), pertanian lahan kering campur semak (34,11%), dan lahan persawahan sebesar 11,60%. Pendekatan analisis perubahan luasan antar waktu ini memberikan gambaran jelas mengenai pergeseran dominasi tutupan lahan di wilayah tersebut dalam rentang 13 tahun terakhir.

Penurunan luas hutan lahan kering sekunder, yang terjadi bersamaan dengan peningkatan semak belukar, perkebunan dan permukiman, mengindikasikan degradasi fungsi resapan air di wilayah hulu maupun hilir. Secara hidrologis, perubahan komposisi tutupan lahan ini mempengaruhi koefisien limpasan (*runoff*) secara signifikan, yang pada gilirannya memperbesar risiko banjir di sepanjang aliran DAS Krueng Keureuto. Kondisi tersebut diperburuk oleh berkurangnya luas lahan persawahan dan pertanian lahan kering yang sebelumnya berfungsi sebagai area retensi air alami, sehingga mempercepat akumulasi debit puncak saat curah hujan tinggi.



Gambar (*Figure*) 2. Peralihan tutupan lahan tahun 2011 hingga 2024 (*Land cover change from 2011 to 2024*)
Sumber *(Source*): Pengolahan data 2025 (*Data analysis* 2025)

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

Tabel (*Table*) 1. Peralihan tutupan lahan di DAS Krueng Keureuto (*Land cover change in Krueng Keureuto Watershed*)

Tutupan Lahan (*Land cover)*	Luas (*area*)		Perubahan (*Change*)	
	2011	2024		
	(km^2)	(km^2)	(km^2)	(%)
Hutan Lahan Kering Primer	78,72	129,00	50,28	38,98
Hutan Lahan Kering Sekunder/Bekas Tebangan	352,22	261,44	90,78 (-)	25,77 (-)
Semak Belukar	62,76	75,54	12,77	16,91
Perkebunan/Kebun	136,62	221,59	84,98	38,35
Permukiman/Lahan Terbangun	8,08	48,80	40,72	83,44
Tanah Terbuka	3,71	0,00	3,71 (-)	100,00 (-)
Tubuh Air	1,29	1,71	0,43	24,87
Semak Belukar Rawa	0,85	0,00	0,85 (-)	100,00 (-)
Pertanian Lahan Kering	34,87	0,88	33,99 (-)	97,49 (-)
Pertanian Lahan Kering Campur Semak	145,46	95,84	49,62 (-)	34,11 (-)
Sawah/Persawahan	92,79	82,02	10,76 (-)	11,60 (-)
Tambak	10,84	9,90	0,94 (-)	8,65 (-)
Bandara / Pelabuhan	0,00	0,26	0,26	100,00
Pertambangan / Tambang	0,00	1,20	1,20	100,00
Jumlah (*Total*)	928,20	928,20		

Sumber *(Source)*: Pengolahan data 2025 (*Data analysis* 2025)

B. Dampak Peralihan Tutupan Lahan Terhadap Debit Banjir

Tutupan lahan memiliki kaitan erat terhadap limpasan permukaan (Wen, Duan, Lu, Zhou, Ren & Wen, 2023). Daerah dengan tutupan lahan rapat seperti hutan dapat meningkatkan penyerapan air (infiltrasi) dan memperkecil aliran permukaan (Mansida, Gaffar, Zainuddin & Syamsuri, 2021). Keberadaan vegetasi secara signifikan memperbesar kemampuan infiltrasi tanah (Marjenah; Matius; Aprillius & Mulyadi, 2023; Ariyanto, Sayoga, Suryono & Sulistyo, 2023). Respon hidrologi DAS akibat perubahan tutupan lahan terlihat pada perubahan nilai *Curve Number* (CN) yang diperoleh berdasarkan metode *Soil Conservation Service Curve Number* (SCS-CN) dengan mempertimbangkan karakteristik tanah dan tutupan lahan

.

Tabel (*Table*) 2. Debit Banjir (*Flood Discharge*)

Periode Ulang (*Return Period*)	2011		2024		Peningkatan (*Increase*) (%)
	CN	Q (m^3/dt)	CN	Q (m^3/dt)	
2	68,65	767,10	70,54	808,20	5,36
5		1.412,60		1.506,50	6,65
10		1.913,10		2.021,00	5,64
25		2.618,50		2.741,80	4,71
50		3.192,10		3.325,30	4,17
100		3.803,60		3.945,50	3,73
Rata-rata					5,04

Sumber *(Source)*: Pengolahan data 2025 (*Data analysis* 2025)

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

Berdasarkan tabel 2, terlihat bahwa terjadi peningkatan nilai CN selama kurun waktu 2011 hingga 2024. Pada tahun 2011, nilai CN tercatat sebesar 68,65 dan pada tahun 2024 nilai CN meningkat menjadi 70,54. Nilai CN tinggi menandakan rendahnya potensi resapan yang diikuti dengan meningkatnya debit limpasan (Muchtar, Wahyullah, Herawaty, Arsyad & Fathurrahman, 2024). Perubahan nilai CN dapat dipengaruhi oleh perubahan tutupan lahan, penggunaan lahan, urbanisasi dan kebijakan konservasi. Peningkatan nilai CN memiliki kontribusi terhadap peningkatan limpasan permukaan (Ruhiat, Soekarno, Kardhana & Suwarman, 2025). Peningkatan nilai SCS CN sebesar 1 unit menghasilkan peningkatan debit puncak sebesar 1,6842 m^3/detik (Widyasasi, Fadlin, Sofyan & Tahrir, 2024).

Debit banjir meningkat dari tahun 2011 ke tahun 2024 dengan rata-rata peningkatan sebesar 5,04%. Hal ini selaras dengan hasil penelitian (Banjara, Bhusal, Ghimire & Kalra, 2024) mengenai perubahan tata guna lahan yang menyebabkan peningkatan debit puncak sebesar 5% dan 6,8% serta volume limpasan sebesar 8% dan 13,3% pada tahun 2050 dan 2080 untuk debit banjir kala ulang 100 tahun. Perubahan tata guna lahan memiliki dampak yang lebih signifikan pada limpasan dibandingkan dengan perubahan pada curah hujan (Sharma *et al*., 2024). Temuan (Mansida, Gaffar, Zainuddin & Syamsuri, 2025) turut menyatakan dampak dari perubahan tutupan lahan berimplikasi pada peningkatan limpasan permukaan, peningkatan debit banjir, perubahan hidrologi, dan perubahan fungsi utama DAS sebagai penyangga ketersediaan air tanah untuk mendukung aliran sungai.

C. Implikasi Terhadap Ketahanan Pangan

Tutupan lahan daerah pertanian (Tabel 3) pada DAS Krueng Keureuto tahun 2011 hingga 2024 menunjukkan kecenderungan menurun. Pada tahun 2011, total luas lahan pertanian adalah 27.311 ha, dalam rentang waktu 13 tahun, terjadi perubahan total lahan pertanian sebanyak 9.437 ha atau sebesar 10,16%, sehingga pada tahun 2024 sisa lahan pertanian adalah sebesar 17.874 ha. Pertanian lahan kering mengalami penurunan sebanyak 3,67 %, dari luas 3.487 ha menjadi 88 ha. Pertanian lahan kering campur semak menurun sebanyak 5,35% dari luas 14.546 ha menjadi 9.584 ha. Demikian pula pada daerah persawahan, terjadi penurunan luas sebanyak 1,16% dari luas 9.279 ha menjadi 8.202 ha. Transformasi lahan pertanian ke sektor non pertanian berimplikasi langsung pada penurunan ketahanan pangan.

Tabel (*Table*) 3. Perubahan pada Lahan Pertanian (*Change in Agricultural Land*)

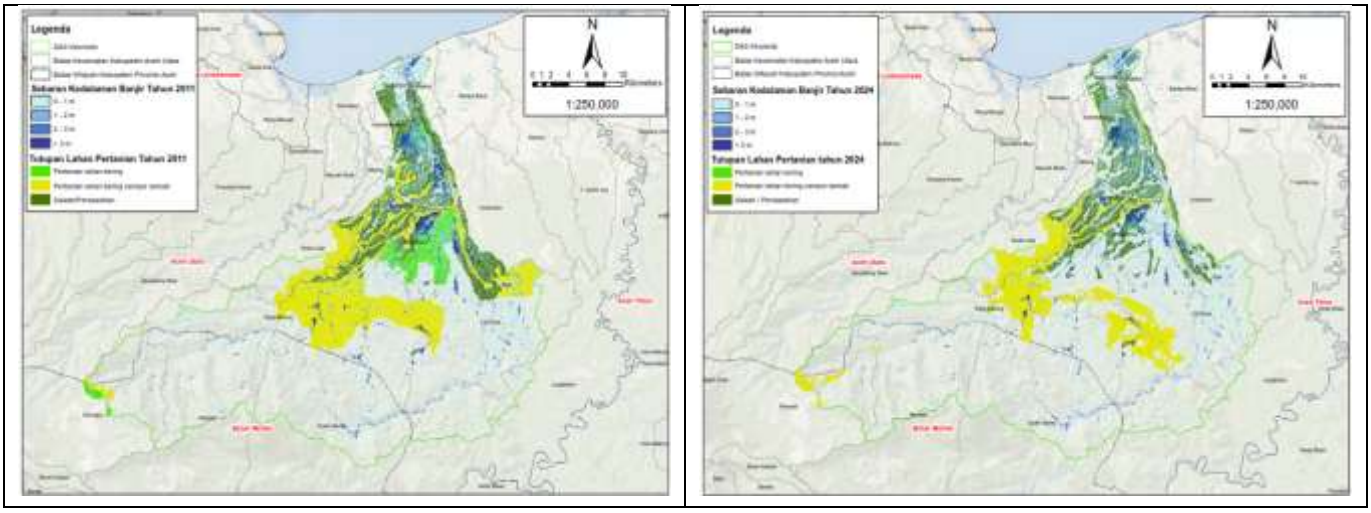
Lahan Pertanian (*Agricultural Land*)	Luas (*area*)			
	2011		2024	
	ha	%	ha	%
Pertanian Lahan Kering	3.487	3,76	88	0,09
Pertanian Lahan Kering Campur Semak	14.546	15,67	9.584	10,32
Sawah/Persawahan	9.279	10,00	8.202	8,84
Total	27.311	29,42	17.874	19,26

Sumber *(Source)*: Pengolahan data 2025 (*Data analysis* 2025)

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

Perubahan tutupan lahan pada sektor pertanian memiliki efek negatif terhadap hasil pertanian tanaman pangan utama, seperti padi. Pengurangan luas tutupan lahan pertanian menyebabkan berkurangnya jumlah produksi komoditas pangan utama nasional (Chofyan & Dewi, 2025). Setiap hektar pengurangan tutupan lahan persawahan menyebabkan penurunan produksi padi sekitar 6,06 ton (Ayuningtyas, Komariah, Ariyanto & Syamsiyah, 2024). Dalam rentang waktu 13 tahun, luas lahan sawah pada DAS Krueng Keureuto berkurang sebanyak 1.077 ha. Artinya, terdapat potensi penurunan produksi padi sebesar 6.526,62 ton akibat adanya konversi lahan.

Gambar 3 menunjukkan luas lahan pertanian yang terdampak banjir hasil pemodelan banjir dengan menggunakan GeoHECRAS. Penelitian ini memfokuskan analisis pada simulasi banjir dengan kala ulang 10 tahun yang ditetapkan sebagai skenario kritis untuk merepresentasikan kondisi hidrologi dominan di DAS Krueng Keureuto. Pemilihan periode ini didasarkan pada besaran curah hujan rencana yang melampaui ambang batas ekstrem (>150 mm), di mana secara teknis intensitas tersebut mampu menjenuhkan kapasitas infiltrasi tanah dan memicu debit puncak yang signifikan. Dengan demikian, banjir kala ulang 10 tahun dinilai sangat relevan untuk memetakan risiko genangan pada wilayah tersebut.



Gambar (*Figure*) 3 Genangan banjir pada lahan pertanian (*Flood inundation on agricultural land*)
Sumber (*Source*): Pengolahan data 2025 (*Data analysis 2025*)

Tabel (*Table*) 4. Luas pertanian terdampak banjir (*Agricultural area affected by flooding*)

Tutupan Lahan	Luas (km^2)		Luas Terdampak Banjir			
	2011	2024	2011		2024	
	km^2	km^2	km^2	%	km^2	%
Pertanian Lahan Kering	34,87	0,88	13,23	37,94	0,60	68,52
Pertanian Lahan Kering Campur Semak	145,46	95,84	21,03	14,46	10,05	10,49
Sawah/Persawahan	92,79	82,02	42,78	46,10	43,56	53,10
Total	273,11	178,74	77,04		54,21	

Sumber *(Source)*: Pengolahan data 2025 (*Data analysis* 2025)

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

Berdasarkan Tabel 4, luas pertanian menurun dari 77,04 km^2 pada tahun 2011 menjadi 54,21 km^2 pada tahun 2024. Meskipun luas terdampak menurun, tetapi persentase luas terdampak banjir meningkat. Penurunan luasan terdampak ini menurun dikarenakan adanya penyusutan luas lahan pertanian secara keseluruhan. Persentase luas terdampak banjir pada pertanian lahan kering meningkat 30,58%, pertanian lahan kering campur semak menurun 3,97%, sedang persawahan meningkat 7%.

Ditinjau secara proporsional, kerentanan sektor tanaman pangan utama (sawah) di DAS Krueng Keureuto justru mengalami peningkatan risiko yang sangat tajam. Hasil integrasi spasial menunjukkan bahwa persentase luas persawahan yang terpapar genangan banjir meningkat dari 46,10 % pada tahun 2011 menjadi 53,10 % pada tahun 2024. Kenaikan sebesar 7% ini mengindikasikan bahwa lebih dari separuh total luas lahan sawah yang tersisa di wilayah studi kini berada dalam zona bahaya banjir periode ulang 10 tahun. Fenomena ini mempertegas bahwa meskipun terjadi penyusutan luas lahan sawah akibat alih fungsi lahan, sisa lahan produktif yang bertahan kini menghadapi ancaman kegagalan panen yang lebih tinggi. Hal ini secara langsung berdampak pada penurunan produktivitas padi tahunan dan memperlemah stabilitas ketahanan pangan di wilayah hilir Aceh Utara.

Tabel (*Table*) 5. Produksi Beras Kabupaten Aceh Utara (*Rice Production in North Aceh Regency)*

Tahun (Year)	Produksi Padi (*Paddy Production*)	Produksi Beras (*Rice Production*)	Pengurangan Produksi Padi (*Reduction in Paddy Production*)		Pengurangan Produksi Beras (*Reduction in Rice Production*)	
	ton	ton	ton	%	ton	%
2019	396.467,64	227.221,64				
2020	388.190,19	222.477,72	8.277,45	2,09	4.743,92	2,09
2021	360.353,40	207.593,43	27.836,79	7,17	14.884,29	6,69
2022	323.839,47	186.558,36	36.513,93	10,13	21.035,07	10,13
2023	236.839,84	136.439,35	86.999,63	26,87	50.119,01	26,87

Sumber *(Source*): Badan Pusat Statistik dan Pengolahan data 2025 (*Central Bureau of Statistics* and Data analysis 2025)

. Pengurangan hasil produksi padi terbesar terlihat pada rentang waktu 2022-2023, yang menunjukkan selisih sebanyak 16,73% dimana pada tahun-tahun sebelumnya pengurangan tahunan tercatat hanya sebesar 3-5%. Pada tahun 2022 dan 2023 DAS Krueng Keureuto mengalami banjir besar. Pada bulan Oktober tahun 2022, 560 ha sawah tergenang di Aceh Utara akibat banjir (Zulfirman, 2022) dan pada bulan November seribuan hektar sawah kembali tergenang. Selama tahun 2022 tercatat empat kali sawah terendam banjir dan mengalami gagal panen (Jafaruddin, 2022). Demikian juga pada tahun 2023, banjir yang terjadi pada bulan September 2023 menggenangi sawah seluas 1.737 ha sawah dengan ketinggian melebihi 1 meter (Zulkarnaini, 2023). Pada bulan Oktober

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

2023, banjir kembali menggenangi sawah selama empat hari dan mengakibatkan gagal panen (Jafaruddin, 2023). Kegagalan panen akibat banjir menyebabkan kerugian yang mengarah pada terganggunya ketersediaan pangan, ditambah lagi konversi lahan pertanian akibat dinamika penggunaan lahan yang menyebabkan penyempitan luas lahan subur yang juga berpotensi mengganggu akses pangan (Akmal & Mohammadi, 2025)

IV. KESIMPULAN

Peralihan fungsi lahan berimplikasi pada kenaikan nilai CN yang diikuti dengan kenaikan debit banjir rata-rata sebesar 5,04%.Dalam rentang waktu 13 tahun, luas lahan sawah pada DAS Krueng Keureuto berkurang sebanyak 1.077 ha dengan potensi penurunan produksi padi sebesar 6.526,62 ton akibat adanya konversi lahan. Selain akibat alih fungsi lahan, kejadian banjir turut berkontribusi terhadap penurunan produksi padi. Dengan peningkatan debit banjir, lahan sawah yang terdampak banjir juga semakin meluas, akibatnya produksi padi ikut mengalami defisit. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat kaitan erat antara peralihan fungsi lahan terhadap peningkatan debit banjir yang turut pula berimplikasi pada penurunan produksi padi. Oleh karena itu, pengelolaan DAS Krueng Keureuto perlu difokuskan pada pengendalian peralihan fungsi lahan dan rehabilitasi wilayah hulu, serta didukung pemanfaatan teknologi spasial dan integrasi kebijakan tata ruang yang berbasis kolaborasi pemangku kepentingan guna menekan peningkatan debit banjir dan menjaga keberlanjutan produksi padi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala (USK) yang telah membiayai penelitian ini dan Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) USK yang telah membantu dalam proses penelitian.

KONTRIBUSI

Penulis pertama, kedua, dan ketiga berkontribusi dalam mengumpulkan data, mengolah dan menganalisis hasil penelitian. Peneliti keempat melakukan peninjauan pustaka dan menyusun draf awal untuk publikasi. Kesemua penulis berkontribusi dalam penulisan naskah untuk publikasi.

DAFTAR PUSTAKA

Akmal, F. A., & Mohammadi, Y. (2025). The nexus of agricultural land use change and food security: A comprehensive systematic review. *Land Use Policy*, *158*, 107717. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2025.107717

Ariyanto, D. P., Sayoga, P. A., Suryono, & Sulistyo, T. D. (2023). The effect of the land cover plant on infiltration rate in Alas Bromo, Karanganyar. *E3S Web of Conferences*, *467*, 01024. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202346701024

Ayuningtyas, F. I., Komariah, Ariyanto Dwi Priyo;, & Syamsiyah, J. (2024). Hubungan laju alih fungsi lahan

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

pertanian dengan produksi padi di Jakarta Barat. *Jurnal AGROSAINS Dan TEKNOLOGI*, *9*.

Banjara, M., Bhusal, A., Ghimire, A. B., & Kalra, A. (2024). Impact of Land Use and Land Cover Change on Hydrological Processes in Urban Watersheds: Analysis and Forecasting for Flood Risk Management. *Geosciences*, *14*(2), 40. https://doi.org/10.3390/geosciences14020040

Barasa, B. N., & Perera, E. D. P. (2018). Analysis of land use change impacts on flash flood occurrences in the Sosiani River basin Kenya. *International Journal of River Basin Management*, *16*(2), 179–188. https://doi.org/10.1080/15715124.2017.1411922

Chilagane, N. A., Kashaigili, J. J., Mutayoba, E., Lyimo, P., Munishi, P., Tam, C., & Burgess, N. (2021). Impact of Land Use and Land Cover Changes on Surface Runoff and Sediment Yield in the Little Ruaha River Catchment. *Open Journal of Modern Hydrology*, *11*(03), 54–74. https://doi.org/10.4236/ojmh.2021.113004

Chofyan, I., & Dewi, D. A. (2025). The impact of land conversion on rice production vulnerability in south Bangka regency: A GIS-based analysis. *International Journal of Innovative Research and Scientific Studies*, *8*(4), 1986–1997. https://doi.org/10.53894/ijirss.v8i4.8282

Dianto, R., Azmeri, A., & Yulianur, A. (2024). Institutional Studies of Keureuto Watershed Water Resources Management as Disaster Mitigation. *International Journal of Disaster Management*, *7*(1), 95–106. https://doi.org/10.24815/ijdm.v7i1.36375

Farid, M., Pratama, M. I., Kuntoro, A. A., Adityawan, M. B., Rohmat, F. I. W., & Moe, I. R. (2022). Flood Prediction due to Land Cover Change in the Ciliwung River Basin. *International Journal of Technology*, *13*(2), 356. https://doi.org/10.14716/ijtech.v13i2.4662

Foley, J. A., DeFries, R., Asner, G. P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S. R., Chapin, F. S., Coe, M. T., Daily, G. C., Gibbs, H. K., Helkowski, J. H., Holloway, T., Howard, E. A., Kucharik, C. J., Monfreda, C., Patz, J. A., Prentice, I. C., Ramankutty, N., & Snyder, P. K. (2005). Global Consequences of Land Use. *Science*, *309*(5734), 570–574. https://doi.org/10.1126/science.1111772

Gashaw, T., Tulu, T., Argaw, M., & Worqlul, A. W. (2018). Modeling the hydrological impacts of land use/land cover changes in the Andassa watershed, Blue Nile Basin, Ethiopia. *Science of The Total Environment*, *619–620*, 1394–1408. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.11.191

Ikshan, M. K. (2016). Pengaruh Tataguna Lahan Terhadap Besaran Banjir Dan Sedimen Das Krueng Keureuto Aceh

 @2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

Utara. *Teras Jurnal : Jurnal Teknik Sipil*, *3*(1). https://doi.org/10.29103/tj.v3i1.44

Jafaruddin. (2022, November 20). *Sudah Empat Kali Padi Sawah di Aceh Utara Terendam Banjir* . Serambinews.Com. https://aceh.tribunnews.com/2022/11/20/sudah-empat-kali-padi-sawah-di-aceh-utara-terendam-banjir

Jafaruddin. (2023, October 8). *Ratusan Hektare Sawah di Matangkuli Aceh Utara Terendam Banjir, Warga Khawatir Gagal Panen Lagi Artikel ini telah tayang di SerambiNews.com dengan judul Ratusan Hektare Sawah di Matangkuli Aceh Utara Terendam Banjir, Warga Khawatir Gagal Panen Lagi*. Serambinews.Com. https://aceh.tribunnews.com/2023/10/08/ratusan-hektare-sawah-di-matangkuli-aceh-utara-terendam-banjir-warga-khawatir-gagal-panen-lagi

Jafaruddin. (2024, October 16). *153 Ha Tanaman Padi Tersebar di 12 Desa di Aceh Utara Gagal Panen*. Serambinews.Com. https://aceh.tribunnews.com/2024/10/16/153-ha-tanaman-padi-tersebar-di-12-desa-di-aceh-utara-gagal-panen

Mansida, A., Gaffar, F., Zainuddin, M. A., & Syamsuri, A. M. (2021). Analysis of infiltration and surface runoff using rainfall simulator with variation of rain intensity and vegetation. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *1088*(1), 012108. https://doi.org/10.1088/1757-899X/1088/1/012108

Mansida, A., Gaffar, F., Zainuddin, M. A., & Syamsuri, A. M. (2025). The Impact of Land Use Change on Improving Surface Runoff, Peak Flood Discharge, and Sedimentation in the Maros Watershed. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, *15*(4), 24875–24884. https://doi.org/10.48084/etasr.10826

Marjenah, Matius, P., Aprillius, D., & Mulyadi, R. (2023). The Impact of Land Cover Density on the Water Infiltration Process in the Nyadeng Lake Area, Merabu Village Berau District, East Kalimantan. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *1282*(1), 012050. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1282/1/012050

Muchtar, A., Wahyullah, W., Herawaty, H., Arsyad, U., & Fathurrahman, A. F. (2024). Estimasi Limpasan Permukaan dengan Menggunakan Metode CN Modifikasi di Sub DAS Mamasa. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, *22*(4), 1001–1008. https://doi.org/10.14710/jil.22.4.1001-1008

Pertiwi, P. C., Hisyam, E. S., & Yofianti, D. (2020). The effect of land use change to surface runoff discharge in the POMPONG watershed at Bangka regency. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *599*(1), 012039. https://doi.org/10.1088/1755-1315/599/1/012039

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

Puno, R. C. C., Puno, G. R., & Talisay, B. A. M. (2019). Hydrologic responses of watershed assessment to land cover and climate change using soil and water assessment tool model. *Global Journal of Environmental Science and Management*, *5*(1), 71–82. https://doi.org/10.22034/gjesm.2019.01.06

Rishaq, A. M., Nanda, S. A., Fadhliani, F., Ersa, N. S., Usrina, N., Azra, D. S., & Budi, R. (2024). Analisis Perubahan Hidrograf Aliran Akibat Konversi Tutupan Lahan DAS Keureuto. *Teras Jurnal : Jurnal Teknik Sipil*, *14*(1), 122–132. https://doi.org/10.29103/tj.v14i1.1038

Ruhiat, D., Soekarno, I., Kardhana, H., & Suwarman, R. (2025). Projected Curve Number (CN) Changes and Surface Runoff Response to Corrected Land Cover Dynamics in the Citarum-Majalaya Catchment. *International Journal of Design & Nature and Ecodynamics*, *20*(4), 761–775. https://doi.org/10.18280/ijdne.200407

Sharma, A., Poonia, M., Rai, A., Biniwale, R. B., Tiwari, A., Lachure, S., Tuegel, F., Holzbecher, E., & Hinkelmann, R. (2024). Impact of land use and rainfall change on runoff and flood resilience of an urban environment: a case study of Chennai City, India. *Arabian Journal of Geosciences*, *17*(7), 208. https://doi.org/10.1007/s12517-024-11985-6

Shawul, A. A., Chakma, S., & Melesse, A. M. (2019). The response of water balance components to land cover change based on hydrologic modeling and partial least squares regression (PLSR) analysis in the Upper Awash Basin. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, *26*, 100640. https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2019.100640

Wang, A., Wang, J., Luan, B., Zhang, M., Wang, X., & Yu, P. (2025). Quantifying the impact of land use changes on surface runoff in the Loess Plateau area of Northwest China by SWAT. *Journal of Environmental Management*, *377*, 124641. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.124641

Welde, K., & Gebremariam, B. (2017). Effect of land use land cover dynamics on hydrological response of watershed: Case study of Tekeze Dam watershed, northern Ethiopia. *International Soil and Water Conservation Research*, *5*(1), 1–16. https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2017.03.002

Wen, B., Duan, G., Lu, J., Zhou, R., Ren, H., & Wen, Z. (2023). Response relationship between vegetation structure and runoff-sediment yield in the hilly and gully area of the Loess Plateau, China. *CATENA*, *227*, 107107. https://doi.org/10.1016/j.catena.2023.107107

Widyaningrum, D., Nurhakim, A., Farid, M., Hartanto, I. M., Nugroho, E. O., & Chaidar, A. N. (2024). Analysis of the

 @2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

Impact of Land Use Change on Flood Discharge in the Ameroro River, Konawe Regency. In *Advances in Civil Engineering Materials. ICACE 2023. Lecture Notes in Civil Engineering* (Vol. 466, pp. 649–660). Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-97-0751-5_57

Widyasasi, D., Fadlin, F., Sofyan, A. B., & Tahrir, M. (2024). Land Use Change and Soil Conservation Services Curve Number (SCS-CN) in Karangmumus Watershed Samarinda. *International Journal of Engineering Trends and Technology*, *72*(10), 1–9. https://doi.org/10.14445/22315381/IJETT-V72I10P101

Zhang, L., Li, W., Chen, Z., Hu, R., Yin, Z., Qin, C., & Li, X. (2025). Impacts and Prediction of Land Use/Cover Change on Runoff in the Jinghe River Basin, China. *Land*, *14*(3), 626. https://doi.org/10.3390/land14030626

Zhang, L., Wang, J., Bai, Z., & Lv, C. (2015). Effects of vegetation on runoff and soil erosion on reclaimed land in an opencast coal-mine dump in a loess area. *CATENA*, *128*, 44–53. https://doi.org/10.1016/j.catena.2015.01.016

Zulfirman. (2022, October 5). *Aceh Utara Banjir, 3.858 Jiwa Pengungsi dan 560 Hektare Sawah Terendam*. Beritamerdeka.Net. https://beritamerdeka.net/news/aceh-utara-banjir-3-858-jiwa-pengungsi-dan-560-hektare-sawah-terendam/index.html

Zulkarnaini. (2023, September 7). *Dampak Banjir di Aceh Utara, 1.737 Hektar Sawah Tergenang*. Kompas.Id. https://www.kompas.id/artikel/dampak-banjir-di-aceh-utara-1737-hektar-sawah-tergenang

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

E-ISSN: **2579-5511/P-ISSN:2579-6097**
doi https://doi.org/10.59465/jppdas.2026.10.1.63-90

PENGARUH ASET RUMAH TANGGA, PENDAPATAN, DAN STRATEGI NAFKAH TERHADAP KESEJAHTERAAN PENYADAP GETAH PINUS DI KPH BANDUNG SELATAN, PROVINSI JAWA BARAT

(The Influence of Household Assets, Income, and Livelihood Strategies on the Welfare of Pine Resin Tapper in the South Bandung Forest Management Unit, West Java Province)

Rosyida Eka Dika Murti[1]*, Bramasto Nugroho[2], Leti Sundawati[3]
[1]*Program Studi Ilmu Pengelolaan Hutan, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, IPB University, Lingkar Kampus IPB Dramaga, Bogor, Indonesia, 16680.*
[2]*Departemen Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, IPB University, Lingkar Kampus IPB Dramaga, Bogor, Indonesia, 16680.*
[3]*Departemen Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, IPB University, Lingkar Kampus IPB Dramaga, Bogor, Indonesia, 16680.*

**Email: bramastonu@apps.ipb.ac.id*

Diterima: 12 Maret 2026, Direvisi : 9 April 2026, Disetujui : 8 Juni 2026

ABSTRACT

Pine resin tapping provides important economic opportunities for communities living around the pine forests of the South Bandung Forest Management Unit (KPH). However, low wages and income instability compel tappers to adopt various livelihood strategies to support their household needs. This study aims to analyze the livelihood capital, income sources, strategies of pine resin tapper households, and their relationship to welfare levels. The study employed a quantitative approach supported by qualitative data obtained through surveys, Likert-scale questionnaires, interviews, observations, and documentation. Data were analyzed descriptively and statistically using Spearman's rank correlation test. The findings show that social capital is the dominant component of household livelihood capital. The primary source of income comes from the forestry sector, specifically pine resin tapping and coffee cultivation. Non-forestry activities provide additional income. Most households apply dual livelihood strategies to maintain economic stability. The general level of household welfare is moderate. The correlation analysis showed no statistically significant relationship between livelihood capital and strategies, despite a positive coefficient was found. Likewise, no significant relationship was found between livelihood strategies and household welfare levels. These findings suggest that increasing livelihood capital and strategies do not automatically improve household welfare. Therefore, it is necessary to strengthen livelihood capital so that the implemented strategies are not merely defensive (survival strategies) but also capable of improving welfare through high-value agricultural businesses and entrepreneurship without disrupting tapping activities. Further studies are recommended to examine the effect of

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

income disparity, particularly between local tappers and outsiders, on work motivation and performance.

Keywords: pine resin tappers; household assets; income sources; livelihood strategies; welfare

ABSTRAK

Penyadapan getah pinus memberikan peluang ekonomi penting bagi masyarakat yang tinggal di sekitar kawasan hutan di Kesatuan Pemangkuan Hutan (KPH) Bandung Selatan. Namun, rendahnya upah dan ketidakstabilan pendapatan mendorong penyadap untuk menerapkan berbagai strategi nafkah guna memenuhi kebutuhan rumah tangga mereka. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis modal nafkah, sumber pendapatan, strategi nafkah, serta hubungannya dengan tingkat kesejahteraan rumah tangga penyadap getah pinus. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif yang didukung data kualitatif melalui survei, kuesioner skala *Likert*, wawancara, observasi, dan dokumentasi. Data dianalisis secara deskriptif dan statistik menggunakan uji korelasi *Rank Spearman*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa modal sosial merupakan komponen dominan dalam modal nafkah. Sumber pendapatan utama berasal dari sektor kehutanan, khususnya penyadapan getah pinus dan budidaya kopi. Kegiatan non-kehutanan berperan sebagai pendapatan tambahan. Sebagian besar rumah tangga menerapkan strategi nafkah ganda untuk menjaga stabilitas ekonomi. Tingkat kesejahteraan secara umum tergolong sedang. Hasil analisis korelasi menunjukkan bahwa tidak ada hubungan yang signifikan secara statistik antara modal dan strategi nafkah, meskipun ditemukan koefisien positif. Selain itu, tidak ditemukan hubungan yang signifikan antara strategi nafkah dan tingkat kesejahteraan rumah tangga. Temuan ini menunjukkan bahwa peningkatan modal dan strategi nafkah tidak secara otomatis meningkatkan kesejahteraan rumah tangga. Oleh karena itu, penguatan modal nafkah diperlukan agar strategi nafkah yang diterapkan tidak hanya bersifat defensif (strategi bertahan hidup), tetapi juga mampu meningkatkan kesejahteraan melalui pengembangan usaha pertanian bernilai tinggi dan kewirausahaan tanpa mengganggu aktivitas penyadapan. Penelitian lebih lanjut disarankan untuk mengkaji pengaruh disparitas pendapatan, khususnya antara penyadap lokal dan penyadap dari luar daerah, terhadap motivasi dan kinerja.

Kata kunci: penyadap getah pinus; modal nafkah rumah tangga; sumber pendapatan; strategi nafkah; kesejahteraan

I. PENDAHULUAN

Hutan memiliki peran penting dalam menyediakan sumber daya bagi masyarakat sekitar melalui pemanfaatan hasil hutan kayu, hasil hutan bukan kayu (HHBK), dan jasa lingkungan. Di Pulau Jawa, pengelolaan hutan dilaksanakan oleh Perum Perhutani sesuai PP No. 23 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Kehutanan. Salah satu bentuk pemanfaatan HHBK yang berkontribusi langsung terhadap ekonomi masyarakat lokal adalah penyadapan getah pinus (Oktaviani *et al*., 2024).

 @2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

Meskipun memberikan peluang ekonomi, penyadapan getah pinus umumnya masih menjadi pekerjaan sampingan. Penelitian Suhartono dan Widiyanto (2018) menunjukkan bahwa penyadap di Desa Panjalu, Kabupaten Ciamis, bekerja rata-rata 25 hari per bulan dengan waktu kerja 4 jam/hari, sementara waktu lainnya digunakan untuk kegiatan pertanian atau peternakan. Pendapatan dari penyadapan belum sepenuhnya mencukupi kebutuhan rumah tangga karena dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti jumlah pohon yang disadap, luas lahan, dan intensitas kerja (Mujetahid *et al*., 2021).

Untuk mempertahankan kehidupannya, masyarakat mengembangkan berbagai sumber nafkah di luar kawasan hutan. Menurut Scoones (1998), strategi nafkah rumah tangga dapat berupa intensifikasi atau ekstensifikasi pertanian, diversifikasi, dan migrasi. Strategi tersebut dipengaruhi oleh ketersediaan modal atau aset yang dimiliki. Ellis (2000) membagi modal nafkah menjadi lima, yaitu modal manusia, alam, fisik, finansial, dan sosial. Kombinasi modal tersebut menentukan taktik rumah tangga dalam membentuk strategi dan struktur nafkah. Struktur nafkah sendiri merupakan kombinasi penghasilan dari sektor *on-farm*, *off-farm*, dan *non-farm*. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa akses terhadap modal nafkah sangat menentukan pilihan strategi penghidupan yang berkelanjutan bagi masyarakat sekitar kawasan hutan (Abdullah dan Ridwan, 2025). Selain itu, pemanfaatan hasil hutan yang didukung oleh pengelolaan modal nafkah yang baik juga terbukti berkorelasi langsung dengan peningkatan kesejahteraan ekonomi masyarakat lokal (Siri *et al*., 2025).

Berbagai penelitian terdahulu telah membahas kontribusi ekonomi penyadapan getah pinus, pendapatan rumah tangga penyadap, serta strategi nafkah masyarakat sekitar hutan. Namun, sebagian studi tersebut masih berfokus pada aspek pendapatan dan belum banyak mengintegrasikan hubungan antara modal nafkah, strategi nafkah, dan tingkat kesejahteraan rumah tangga secara terpadu. Kajian mengenai keterkaitan ketiga aspek tersebut juga masih relatif terbatas, khususnya pada kawasan hutan yang dikelola Perhutani di Jawa Barat. Selain itu, penelitian di wilayah KPH Bandung Selatan masih jarang dilakukan, padahal wilayah ini merupakan salah satu kawasan produksi pinus penting di Jawa Barat. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menganalisis sumber nafkah, modal nafkah, strategi nafkah, serta hubungannya dengan tingkat kesejahteraan rumah tangga penyadap getah pinus di KPH Bandung Selatan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar bagi pemberdayaan masyarakat sekitar hutan dan pengelolaan hutan yang berkelanjutan, khususnya pada hutan pinus yang dikelola oleh Kesatuan Pemangkuan Hutan (KPH) Bandung Selatan.

II. BAHAN DAN METODE

A. Waktu dan Lokasi

Penelitian dilaksanakan di Resort Pemangkuan Hutan (RPH) Banjaran, Bagian Kesatuan Pemangkuan Hutan (BKPH) Banjaran; RPH Mandalawangi, BKPH Ciparay; dan RPH Papandayan, BKPH

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

Pangalengan, KPH Bandung Selatan. Lokasi penelitian ini ditentukan dengan teknik *purposive sampling* berdasarkan kriteria RPH yang memiliki kelas perusahaan pinus, serta BKPH dan RPH dengan tiga kelas produksi berbeda (rendah, sedang, tinggi). Penentuan kelas produksi dilakukan dengan teknik *cluster sampling* berdasarkan produktivitas getah pinus per pohon mengacu pada data produksi getah pinus KPH Bandung Selatan tahun 2024. Penelitian berlangsung selama dua bulan, yaitu November hingga Desember 2024.

B. Bahan dan Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini berupa alat tulis, *handphone* yang dilengkapi perekam suara dan kamera, laptop yang dilengkapi program *software Microsoft Word*, *Microsoft Excel*, dan *SPSS 30*. Sedangkan bahan yang digunakan dalam pengolahan data adalah data primer dan data sekunder.

C. Metode Penelitian

1) Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif yang dilengkapi dengan data kualitatif. Pendekatan kuantitatif dilakukan melalui survei menggunakan kuesioner berbasis skala *Likert* untuk menangkap persepsi, sikap, dan pendapat responden terhadap modal nafkah, sumber nafkah, strategi nafkah, dan tingkat kesejahteraan rumah tangga penyadap getah pinus. Analisis dilakukan secara statistik menggunakan uji korelasi *Rank Spearman* untuk menjelaskan hubungan antara modal dan sumber nafkah dengan strategi nafkah, serta hubungan strategi nafkah dengan tingkat kesejahteraan rumah tangga penyadap getah pinus.

Pendekatan kualitatif dilakukan melalui wawancara semi-terstruktur, observasi, dokumentasi, dan studi literatur untuk memperkaya hasil survei. Observasi menggunakan metode *observer as participant* untuk melihat fenomena faktual di lapangan, sedangkan dokumentasi berupa foto, rekaman, dan arsip digunakan untuk mendukung temuan lapangan.

Tahapan penelitian meliputi penentuan lokasi, penentuan responden, observasi lapangan, pengumpulan data primer, dan pengumpulan data sekunder. Penentuan informan untuk penelitian kualitatif dilakukan dengan teknik *snowball sampling* hingga mencapai kejenuhan data, dengan jumlah informan sebanyak 6 orang yang terdiri dari penyadap getah pinus serta mandor atau Ketua Tani Sadap (KTS). Sementara itu, penentuan responden untuk penelitian kuantitatif dilakukan secara *purposive sampling* terhadap penyadap aktif. Penentuan jumlah responden dilakukan menggunakan rumus *Cochran* untuk populasi terbatas:

$$n_0 = \left(\frac{t_{\left(\frac{\alpha}{2},df\right)} CV}{SE}\right)^2 \quad (1)$$

$$n = \left(\frac{n_0}{1+\left(\frac{n_0}{N}\right)}\right) \quad (2)$$

Keterangan (*remarks*):
N = Sampel yang disesuaikan
n_o = Sampel yang dibutuhkan
N = Populasi
$t_{\alpha/2,df}$ = *t*-Student dengan signifikansi α/2 dan derajat kebebasan
CV = Koefisien variasi
SE = Standard *Error*

Berdasarkan perhitungan menggunakan rumus tersebut, dari total 59 penyadap aktif pada tiga lokasi penelitian ditetapkan sebanyak 32

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

responden sebagai sampel penelitian. Responden tersebut tersebar pada tiga lokasi RPH, yaitu sebanyak 20 responden di RPH Banjaran, 10 responden di RPH Mandalawangi, dan 2 responden di RPH Papandayan. Distribusi responden disesuaikan dengan jumlah penyadap aktif pada masing-masing lokasi penelitian.

2) Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif dengan mengombinasikan metode kuantitatif dan kualitatif. Variabel modal nafkah diukur berdasarkan lima dimensi, yaitu modal manusia, modal alam, modal fisik, modal finansial, dan modal sosial. Strategi nafkah diukur berdasarkan diversifikasi sumber pendapatan rumah tangga pada sektor kehutanan dan non-kehutanan. Tingkat kesejahteraan diukur melalui indikator pendapatan, kondisi tempat tinggal, pendidikan, kesehatan, dan kepemilikan aset rumah tangga.

Analisis deskriptif digunakan untuk menggambarkan data sesuai kondisi sebenarnya tanpa melakukan generalisasi (Sugiyono, 2017). Data kuantitatif diolah melalui tabulasi silang, penyajian data dalam bentuk tabel dan diagram, serta uji statistik sederhana menggunakan *SPSS* 30 untuk mengidentifikasi hubungan antarvariabel. Skor variabel berbasis skala *Likert* diakategorikan ke dalam tiga tingkat (rendah, sedang, tinggi) mengacu pada metode Azwar (2012) . Sementara itu, variabel dengan skala rasio berbentuk nilai moneter juga dikategorikan ke dalam tiga tingkat (rendah, sedang, tinggi) menggunakan kuartil sebagai dasar penentuan interval kategori, sehingga pengelompokan didasarkan pada distribusi empiris.

Hubungan antar variabel diuji menggunakan korelasi *Rank Spearman* pada taraf signifikansi 0,05 untuk mengetahui kekuatan hubungan antarvariabel. Interpretasi nilai korelasi mengacu pada Wahyono (2009) dan Sudaryono *et al*., (2012) yaitu 0,00–0,20 (hampir tidak ada korelasi), 0,21–0,40 (rendah), 0,41–0,60 (sedang), 0,61–0,80 (tinggi), dan 0,81–1,00 (sempurna). Data kualitatif dari wawancara dan observasi dianalisis secara naratif melalui tahapan reduksi, penyajian, dan penarikan kesimpulan. Analisis ini berfungsi memperkuat hasil kuantitatif serta memperkaya interpretasi temuan penelitian.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian

KPH Bandung Selatan merupakan salah satu unit manajemen di bawah Divisi Regional Jawa Barat dan Banten, Perum Perhutani. Berdasarkan SK Kepala Perum Perhutani Unit III Jawa Barat dan Banten No. 232/Kpts/III/1994, KPH Bandung Selatan memiliki satu kelas perusahaan yaitu Kelas Perusahaan (KP) Pinus dengan luas wilayah kerja 55.480,07 ha, yang mencakup wilayah administrasi Kabupaten Bandung dan Kabupaten Bandung Barat, Provinsi Jawa Barat. Pengelolaan kawasan hutan ini terbagi menjadi 9 BKPH dan 27 RPH. Secara umum, kawasan KPH Bandung Selatan merupakan daerah perbukitan dan pegunungan dengan kelerengan bervariasi dari datar hingga sangat curam. Jenis tanah dominan adalah andosol dan latosol yang cukup peka terhadap erosi, dengan curah

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

hujan tahunan berkisar antara 1.500–5.200 mm (tipe iklim A dan B). Secara hidrologis, wilayah KPH Bandung Selatan berada pada dua daerah aliran sungai (DAS), yaitu DAS Citarum dan DAS Cibuni. Kedua DAS tersebut mencakup beberapa sub-DAS, yaitu Cianjing, Cibitung, Cidadap, Cikawung, Cileat, Cipaneguh, Ciputri, Cisangkuy, Cisokan, Citarik, Ciwidey, dan Ciherang.

Secara sosial, masyarakat di sekitar kawasan hutan didominasi oleh penduduk usia produktif dengan tingkat pendidikan lulusan SD dan SMP. Sebagian besar berprofesi sebagai petani, buruh tani, serta wirausahawan kecil. Kepadatan penduduk di wilayah kerja KPH Bandung Selatan mencapai sekitar 142.299 jiwa/km². Penelitian dilaksanakan di tiga RPH, yaitu RPH Banjaran (BKPH Banjaran) mewakili kelas produksi sedang, RPH Mandalawangi (BKPH Ciparay) mewakili kelas produksi tinggi, dan RPH Papandayan (BKPH Pangalengan) mewakili kelas produksi rendah. Ketiga lokasi tersebut memiliki luas areal sadapan masing-masing 183,75 ha, 144,41 ha, dan 5,20 ha dengan jumlah penyadap aktif berturut-turut sebanyak 36, 19, dan 4 orang berdasarkan data administrasi KPH Bandung Selatan tahun 2024.

B. Karakteristik Responden

Responden dalam penelitian ini berjumlah 32 orang penyadap getah pinus aktif yang tersebar di RPH Banjaran, RPH Mandalawangi, dan RPH Papandayan. Seluruh responden berjenis kelamin laki-laki. Mayoritas responden berada pada kelompok usia produktif 25–44 tahun (53,13%), diikuti usia 45–59 tahun (28,13%). Menurut Badan Pusat Statistik (2022), seluruh responden berada dalam rentang usia produktif (15–64 tahun). Tingkat pendidikan responden relatif rendah, dengan dominasi lulusan SD/sederajat (46,88%) dan tidak tamat SD (31,25%). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pekerjaan penyadapan getah pinus masih banyak dijalankan oleh tenaga kerja dengan tingkat pendidikan dasar.

Sebagian besar responden memiliki jumlah tanggungan keluarga ≤ 4 orang (75%) dan pengalaman menyadap ≤ 10 tahun (75%). Jumlah pohon yang disadap mayoritas berada pada kisaran 461–1.157 pohon (87,50%), yang menunjukkan variasi beban kerja dan kapasitas produksi antarpenyadap. Secara umum, karakteristik responden menggambarkan bahwa rumah tangga penyadap getah pinus didominasi oleh tenaga kerja usia produktif dengan pendidikan relatif rendah.

C. Modal Nafkah Rumah Tangga Penyadap Getah Pinus

Strategi nafkah rumah tangga penyadap getah pinus sangat dipengaruhi oleh penguasaan modal nafkah yang dimiliki untuk mempertahankan keberlangsungan hidup rumah tangga. Menurut Ellis (2000), modal nafkah terdiri atas lima jenis, yaitu modal alam, fisik, finansial, manusia, dan sosial. Modal alam mencakup lahan garapan baik di dalam maupun di luar kawasan Perhutani; modal fisik meliputi kepemilikan aset produksi dan non-produksi; modal finansial berkaitan dengan kemampuan ekonomi, tabungan, dan akses terhadap pinjaman; modal manusia mencerminkan kapasitas tenaga kerja, tingkat pendidikan, serta keterampilan; sedangkan modal sosial mencakup jaringan

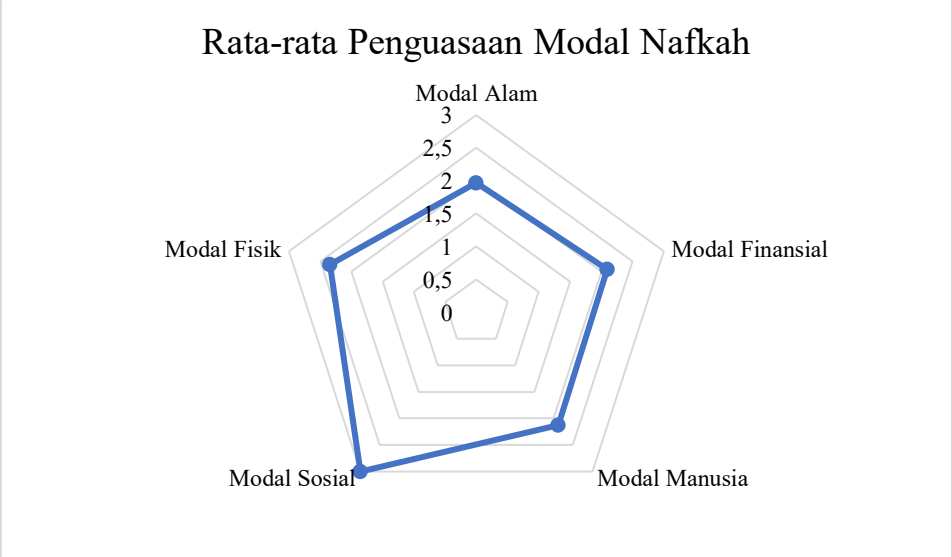
@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

hubungan, tingkat kepercayaan, dan kepatuhan terhadap norma yang berlaku.

Kerangka penghidupan berkelanjutan tersebut masih relevan digunakan dalam berbagai penelitian terkini untuk menganalisis kondisi penghidupan masyarakat yang bergantung pada sumber daya alam. Penelian yang dilakukan oleh Pratama *et al*., (2025) menggunakan pendekatan lima modal penghidupan dan metode skoring untuk merumuskan strategi nafkah berkelanjutan masyarakat kawasan hutan. Selain itu, Makkarennu *et al*., (2024) menunjukkan bahwa modal fisik berperan dominan dalam mendukung strategi nafkah berkelanjutan masyarakat hutan kemasyarakatan di Sulawesi Selatan.

Berdasarkan kelima modal tersebut, distribusi penguasaan modal nafkah rumah tangga penyadap getah pinus dianalisis menggunakan metode skoring berdasarkan karakteristik sosial, demografi, dan ekonomi responden, seperti usia, tingkat pendidikan, pengalaman menyadap, kepemilikan aset, dan akses ekonomi. Hasil skor masing-masing modal kemudian divisualisasikan dalam bentuk *pentagon asset* sebagaimana disajikan pada Gambar 1.

Gambar 1 menunjukkan bahwa penguasaan modal nafkah yang paling dominan bagi rumah tangga penyadap adalah modal sosial dengan rata-rata skor *Likert* sebesar 3, diikuti oleh modal fisik (2,34), modal manusia (2,13), modal finansial (2,09), dan modal alam (1,97). Pola sebaran pada diagram radar atau *pentagon asset* yang tidak simetris menunjukkan adanya ketimpangan penguasaan modal antar jenis modal nafkah. Kondisi ini menunjukkan bahwa strategi nafkah rumah tangga penyadap cenderung bergantung pada kekuatan hubungan sosial dibandingkan pada penguasaan aset produktif lainnya.



Gambar (*Figure*) 1 Penguasaan modal nafkah rumah tangga penyadap (*Livelihood capital ownership of tappers*)
Sumber *(Source)*: Hasil analisis, 2025 (*Analysis results,* 2025)

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

Dominasi modal sosial menunjukkan bahwa jaringan sosial, tingkat kesalingpercayaan antar anggota masyarakat, serta hubungan baik dengan sesama penyadap dan pihak Perhutani merupakan faktor utama yang menopang keberlanjutan nafkah rumah tangga penyadap. Sementara itu, modal fisik dan manusia memiliki nilai yang cukup tinggi, mengindikasikan bahwa rumah tangga penyadap relatif memiliki akses terhadap sarana produksi serta kapasitas tenaga kerja yang relatif memadai, meskipun belum sepenuhnya optimal. Di sisi lain, modal finansial dan modal alam berada pada nilai rata-rata yang lebih rendah, yang menggambarkan keterbatasan dalam kemampuan permodalan serta akses terhadap sumber daya alam yang dapat dikelola secara mandiri sehingga rumah tangga penyadap masih sangat bergantung pada sistem kerja sadapan yang ada.

Hasil ini sejalan dengan temuan Scoones (1998) yang menyatakan bahwa strategi penghidupan masyarakat pedesaan ditentukan oleh kombinasi dari lima jenis modal utama (alam, fisik, manusia, sosial, dan finansial). Perbedaan tingkat penguasaan antar modal pada rumah tangga penyadap menunjukkan bahwa akses terhadap aset penghidupan tidak tersebar secara merata. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa penguatan strategi nafkah tidak hanya bergantung pada satu jenis modal, tetapi memerlukan peningkatan akses terhadap modal finansial dan modal alam yang relatif rendah.

1) Modal Alam

Modal alam rumah tangga penyadap getah pinus dilihat dari luas lahan garapan baik di dalam kawasan hutan Perhutani maupun di luar kawasan yang dimiliki atau dikelola oleh setiap rumah tangga. Penelitian ini mengelompokkan luas lahan garapan menjadi tiga kategori, yaitu lahan pinus, lahan kopi, dan lahan sektor lain (pertanian dan perkebunan). Untuk menggambarkan tingkat penguasaan modal alam rumah tangga penyadap getah pinus, sebaran responden berdasarkan kategori luas lahan garapan disajikan pada Tabel 1.

Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 1, sebagian besar penyadap (53,13%) memiliki tingkat penguasaan modal alam kategori sedang. Hal ini menunjukkan bahwa mayoritas responden memiliki lahan garapan terbatas, umumnya hanya di sektor penyadapan getah pinus dengan luas sekitar 0–2,5 ha. Luas areal sadapan tidak dibatasi secara formal, melainkan disesuaikan dengan kemampuan dan kesediaan penyadap dalam mengelola lahan. Semakin luas areal sadapan yang dikelola, semakin tinggi pula potensi pendapatan yang dihasilkan. Hal ini sejalan dengan temuan Suryani *et al*., (2016) yang menyatakan bahwa modal alam berupa luas lahan sadapan berpengaruh terhadap produktivitas dan pendapatan penyadap. Hasil serupa juga yang dilakukan oleh Dalya *et al*., (2021) pada penyadap getah pinus di KPH Mamasa Tengah, Sulawesi Barat, dimana luas areal sadapan berpengaruh nyata terhadap pendapatan rumah tangga penyadap.

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

Tabel (*Table*) 1. Sebaran responden berdasarkan tingkat penguasaan modal alam (*Distribution of respondents by level of natural capital ownership*)

Tingkat Penguasaan Modal Alam (*Level of Natural Capital Ownership*)	Jumlah Responden (*Number of Respondents*)	Persentase (*Percentage*) (%)
Rendah	4	12,50
Sedang	17	53,13
Tinggi	11	34,38
Total	32	100

Sumber *(Source*): Pengolahan data, 2025 (*Data analysis,* 2025)
Keterangan (*Remarks*): x < 2 (rendah); 2 ≤ x < 3 (sedang); x ≥ 3 (tinggi)

Selain mengelola areal sadapan, sebagian penyadap memiliki lahan kopi di bawah tegakan pinus (<1 ha) sebagai sumber pendapatan tambahan, meskipun produktivitasnya relatif lebih rendah dibandingkan di bawah tegakan penaung lain (Wilujeng *et al*., 2024). Beberapa penyadap juga memiliki lahan pribadi di luar kawasan hutan untuk menanam padi atau cabai sebagai upaya memenuhi kebutuhan rumah tangga. Secara keseluruhan, modal alam penyadap getah pinus tergolong terbatas, namun tetap dimanfaatkan secara optimal melalui kegiatan tumpangsari dan diversifikasi usaha tani.

2) Modal Fisik

Modal fisik rumah tangga penyadap getah pinus mencakup kepemilikan aset produksi dan non-produksi yang mendukung kegiatan nafkah. Sebaran responden berdasarkan tingkat penguasaan modal fisik disajikan dalam Tabel 2.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar responden (65,63%) memiliki tingkat penguasaan modal fisik pada kategori sedang. Kondisi ini menunjukkan bahwa penyadap relatif memiliki sarana memadai untuk menjalankan aktivitas penyadapan seperti alat sadap, motor, pondok kerja, dan peralatan pertanian sederhana. Kepemilikan aset tersebut berperan penting dalam menunjang kelancaran aktivitas nafkah, terutama dalam meningkatkan efisiensi kerja, mempermudah mobilitas menuju lokasi sadap, serta mendukung kegiatan usaha tambahan di luar penyadapan. Hal ini sejalan dengan temuan Sugiharto *et al*., (2016) yang menunjukkan bahwa modal fisik berpengaruh positif dan signifikan terhadap tingkat kesejahteraan rumah tangga, sehingga kepemilikan aset menjadi faktor penting dalam menopang kondisi ekonomi keluarga. Selain itu, Parajuli *et al*., (2025) juga menunjukkan bahwa kegiatan penyadapan resin memberikan manfaat ekonomi bagi rumah tangga dan masyarakat sekitar hutan, sehingga ketersediaan sarana pendukung produksi menjadi faktor penting dalam keberlanjutan aktivitas penyadapan. Oleh karena itu, modal fisik seperti sarana produksi dan sarana non-produksi merupakan aset penting yang mendukung keberlangsungan aktivitas penyadapan serta sumber pendapatan rumah tangga.

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

Tabel (*Table*) 2. Sebaran responden berdasarkan tingkat penguasaan modal fisik (*Distribution of respondents based on level of physical capital ownership*)

Tingkat Penguasaan Modal Fisik (*Level of Physical Capital Ownership*)	Jumlah responden (*Number of Respondents*)	Persentase (*Percentage*) (%)
Rendah	0	0
Sedang	21	65,63
Tinggi	11	34,38
Total	32	100

Sumber *(Source*): Pengolahan data, 2025 (*Data analysis,* 2025)
Keterangan (*Remarks*): x < 4 (rendah); 4 ≤ x < 6 (sedang); x ≥ 6 (tinggi)

Dengan demikian, modal fisik yang tergolong sedang mengindikasikan bahwa rumah tangga penyadap telah memiliki kapasitas dasar yang cukup untuk menopang aktivitas nafkah, meskipun belum sepenuhnya optimal dalam diversifikasi alat kerja, peningkatan teknologi produksi, maupun fasilitas pendukung lainnya.

3) Modal Finansial

Modal finansial diukur berdasarkan kemampuan menabung, akses terhadap pinjaman, dan modal usaha yang dikeluarkan untuk mendukung aktivitas nafkah. Distribusi tingkat penguasaan modal finansial responden disajikan pada Tabel 3.

Sebagian besar responden (65,63%) berada pada kategori sedang, yang menunjukkan keterbatasan dalam akumulasi aset keuangan. Mayoritas penyadap belum mampu menabung secara rutin karena pendapatan umumnya hanya cukup untuk memenuhi kebutuhan harian. Kondisi ini menunjukkan bahwa arus kas rumah tangga penyadap masih bersifat subsisten, sehingga ruang untuk membentuk cadangan keuangan relatif sempit.

Akses terhadap pinjaman umumnya masih terbatas pada sistem persekot dari mandor yang berfungsi sebagai sumber pembiayaan jangka pendek ketika rumah tangga menghadapi kebutuhan mendesak. Namun demikian, ketergantungan pada sistem tersebut berpotensi menurunkan fleksibilitas ekonomi rumah tangga karena pendapatan masa depan telah terikat terlebih dahulu. Di sisi lain, sebagian responden memanfaatkan kepemilikan ternak sebagai bentuk tabungan produktif

Tabel (*Table*) 3. Sebaran responden berdasarkan tingkat penguasaan modal finansial (*Distribution of respondents based on level of financial capital ownership*)

Tingkat Penguasaan Modal Finansial (*Level of Financial Capital Ownership*)	Jumlah responden (*Number of Respondent*)	Persentase (*Percentage*) (%)
Rendah	0	0
Sedang	21	65,63
Tinggi	11	34,38
Total	32	100

Sumber *(Source*): Pengolahan data, 2025 (*Data analysis,* 2025)
Keterangan (*Remarks*): x < 4 (rendah); 4 ≤ x < 7 (sedang); x ≥ 7 (tinggi)

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

yang dapat dicairkan sewaktu-waktu. Hasil ini sejalan dengan Perwitasari dan Bastoni (2018) yang menyebutkan bahwa kepemilikan ternak pada petani kecil berfungsi sebagai tabungan keluarga. Meskipun demikian, kemampuan rumah tangga penyadao dalam mengelola aset keuangan masih menghadapi berbagai keterbatasan. Temuan serupa juga ditunjukkan oleh Tajuddin (2021) yang menyatakan bahwa meskipun kegiatan penyadapan getah pinus memberikan tambahan penghasilan bagi masyarakat, pemanfaatan getah pinus masih menghadapi berbagai kendala, antara lain fluktuasi harga getah pinus dan ketergantungan masyarakat pada mitra pengusaha. Kondisi tersebut dapat memengaruhi kemampuan rumah tangga penyadap dalam mempertahankan kestabilan sumber pendapatannya.

Dengan demikian, modal finansial penyadap dapat dikatakan belum stabil. Meskipun masih mampu mendukung keberlanjutan kegiatan penyadapan dalam skala rumah tangga, keterbatasan modal finansial berpotensi menghambat investasi usaha, pengembangan diversifikasi pendapatan, serta kemampuan rumah tangga dalam menghadapi guncangan ekonomi.

4) Modal Manusia

Modal manusia diukur melalui tingkat pendidikan, keterampilan, dan pelibatan tenaga kerja dalam aktivitas nafkah. Distribusi tingkat penguasaan modal manusia responden disajikan pada Tabel 4

Sebagian besar penyadap (81,25%) memiliki penguasaan modal manusia kategori sedang. Tingkat pendidikan responden umumnya rendah (SD–SMP), dan keterampilan yang dimiliki masih didominasi oleh kemampuan praktis pada kegiatan berbasis lahan, seperti penyadapan getah pinus, budidaya kopi, serta peternakan skala kecil. Keterlibatan anggota keluarga dalam pekerjaan juga relatif rendah karena sebagian besar aktivitas nafkah dijalankan secara mandiri oleh kepala rumah tangga.

Kondisi tersebut menunjukkan bahwa kapasitas sumber daya manusia penyadap masih terbatas dari sisi pendidikan formal dan diversidikasi keterampilan kerja. Rendahnya tingkat pendidikan berpotensi membatasi akses terhadap informasi, inovasi teknologi, serta peluang pekerjaan non-kehutanan yang lebih produktif.

Tabel (*Table*) 4. Sebaran responden berdasarkan tingkat penguasaan modal manusia (*Distribution of respondents based on level of human capital ownership*)

Tingkat Penguasaan Modal Manusia (*Level of Human Capital Ownership*)	Jumlah responden (*Number of Respondent*)	Persentase (*Percentage*) (%)
Rendah	0	0
Sedang	26	81,25
Tinggi	6	18,75
Total	32	100

Sumber *(Source*): Pengolahan data, 2025 (*Data analysis,* 2025)
Keterangan (*Remarks*): $x < 3$ (rendah); $3 \leq x < 5$ (sedang); $x \geq 5$ (tinggi)

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

Namun demikian, pengalaman kerja dan keterampilan praktis yang diperoleh melalui praktik lapangan menjadi kekuatan utama dalam mempertahankan keberlangsungan mata pencaharian rumah tangga penyadap. Temuan ini sejalan dengan Hizbullah *et al*., (2019) yang .menyatakan bahwa rendahnya pendidikan masyarakat sekitar hutan tidak selalu menghambat aktivitas nafkah, karena keterampilan praktis menjadi modal sosial-ekonomi yang penting di tingkat lokal. Namun demikian, studi pada penyadap getah pinus di Desa Cenrana Baru, Kecamatan Cenrana, Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan yang dilakukan oleh Mujetahid *et al*., (2021) menunjukkan bahwa tingkat pendidikan masyarakat sekitar hutan masih relatif rendah sehingga akses terhadap peluang kerja di luar sektor pertanian menjadi terbatas. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pendidikan tetap memiliki peran penting dalam memperluas pilihan strategi penghidupan dan meningkatkan peluang kesejahteraan rumah tangga.

5) Modal Sosial

Modal sosial dalam penelitian ini ditinjau dari tingkat pengenalan dan kualitas hubungan antar responden dengan penyadap lain serta pihak terkait, tingkat kepercayaan terhadap sesama penyadap dan pihak terkait, serta tingkat pemahaman dan kepatuhan terhadap norma dan sanksi yang berlaku. Distribusi tingkat penguasaan modal sosial responden disajikan pada Tabel 5.

Seluruh responden (100%) berada pada kategori tinggi, mencerminkan kuatnya hubungan sosial, kesalingpercayaan, dan kerjasama antara penyadap dengan pihak Perhutani maupun antar sesama penyadap. Tingginya modal sosial ini menunjukkan bahwa aktivitas penyadapan tidak hanya ditopang oleh aset material, tetapi juga oleh relasi sosial yang telah terbentuk secara berkelanjutan. Jaringan sosial yang baik memungkinkan terjadinya saling bantu dalam kegiatan penyadapan, peminjaman alat kerja, pertukaran informasi, hingga distribusi hasil. Kesalingpercayaan antar anggota masyarakat ini juga menjadi dasar keberlanjutan hubungan kemitraan meskipun belum seluruhnya diformalkan secara tertulis.

Hasil ini mendukung temuan Rahmadi dan Santoso (2016) serta Murni *et al*., (2024) bahwa kesalingpercayaan dan norma sosial berperan penting dalam menjaga keberlanjutan sistem nafkah masyarakat kehutanan.

Tabel (*Table*) 5. Sebaran responden berdasarkan tingkat penguasaan modal sosial (*Distribution of respondents based on level of social capital ownership*)

Tingkat Penguasaan Modal Sosial (*Level of Social Capital Ownership*)	Jumlah Responden (*Number of Respondent*)	Persentase (*Percentage*) (%)
Rendah	0	0
Sedang	0	0
Tinggi	32	100
Total	32	100

Sumber *(Source*): Pengolahan data, 2025 (*Data analysis,* 2025)
Keterangan (*Remarks*): $x < 8$ (rendah); $8 \leq x < 12$ (sedang); $x \geq 12$ (tinggi)

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

Dalam kondisi pendapatan yang fluktuatif dan risiko produksi yang cukup tinggi, modal sosial menjadi mekanisme penyangga yang membantu rumah tangga penyadap tetap bertahan melalui dukungan kolektif antar anggota komunitas. Dengan demikian, modal sosial merupakan aspek paling dominan yang memperkuat ketahanan ekonomi rumah tangga penyadap.

D. Sumber Nafkah Rumah Tangga Penyadap Getah Pinus

Sumber nafkah rumah tangga penyadap getah pinus dalam penelitian ini ditinjau dari jenis pekerjaan dan pendapatan yang diperoleh dari masing-masing kegiatan ekonomi. Mengacu pada klasifikasi sumber nafkah *on-farm*, *off-farm*, dan *non-farm* menurut Ellis (2000), pembagian sektor dalam penelitian ini dimodifikasi menjadi dua sektor utama yaitu sektor kehutanan (*forest income*) dan sektor non-kehutanan (*non-forest income*). Sektor kehutanan meliputi kegiatan penyadapan getah pinus dan usaha tani kopi sebagai bentuk pemanfaatan lahan hutan secara *agroforestry*, sedangkan sektor non-kehutanan mencakup kegiatan di luar kawasan hutan seperti perdagangan, pertanian, dan peternakan. Klasifikasi ini menunjukkan bahwa rumah tangga penyadap membangun kombinasi sumber nafkah sesuai akses sumber daya yang dimiliki.

Pada sektor kehutanan, sebagian besar responden (90,63%) menjadikan penyadapan getah pinus sebagai mata pencaharian utama. Sebagian kecil responden menjadikan usaha tani kopi (6,25%) dan kegiatan perdagangan (3,13%) sebagai pekerjaan utama dengan penyadapan berperan sebagai sumber pendapatan tambahan. Selain pekerjaan utama, responden juga melakukan pekerjaan sampingan, terutama usaha tani kopi (50%) dan peternakan kambing (21,88%). Pola ini menunjukkan adanya strategi diversifikasi nafkah yang dilakukan rumah tangga untuk meningkatkan ketahanan ekonomi dan mengurangi ketergantungan pada satu sumber pendapatan. Temuan ini sejalan dengan Kimengsi *et al*., (2020) yang menyatakan bahwa diversifikasi nafkah merupakan strategi penting rumah tangga berbasis hutan untuk mengurangi risiko ekonomi dan meningkatkan kesejahteraan.

Kontribusi pendapatan getah pinus terhadap total pendapatan rumah tangga bervariasi antar lokasi penelitian (Tabel 6). RPH Banjaran didominasi kategori kontribusi sedang (45%), RPH Mandalawangi didominasi kategori tinggi (70%), serta RPH Papandayan terbagi merata antara kategori rendah dan tinggi. Variasi ini mencerminkan perbedaan kapasitas produksi, jumlah pohon pangkuan, serta intensitas penyadapan di masing-masing RPH. Dominasi kontribusi tinggi di RPH Mandalawangi diduga berkaitan dengan orientasi kerja penyadap yang lebih kuat. Temuan ini sejalan dengan temuan di PT. Inhutani I Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan yang menunjukkan bahwa pendapatan penyadapan getah pinus memberikan kontribusi sebesar 59,97% terhadap total pendapatan rumah tangga penyadap, sehingga kegiatan penyadapan menjadi salah satu sumber nafkah utama masyarakat sekitar hutan (Herawaty *et al*., 2022). Hasil serupa juga ditemukan oleh Trivena dan Dassir (2021)

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

di KPH Mamasa Tengah dengan kontribusi sebesar 60,69%. Secara keseluruhan, sektor kehutanan dalam bentuk pemanfaatan HHBK berperan sebagai sumber nafkah utama rumah tangga (Tabel 7). Penyadapan getah pinus (sektor kehutanan) dalam penelitian ini memberikan kontribusi sebesar 32,91% terhadap total pendapatan rumah tangga, sedangkan usaha tani kopi berkontribusi sebesar 4,09%. Pada sektor non-kehutanan, kontribusi tertinggi berasal dari usaha tani cabai sebesar 26,84% meskipun hanya dilakukan oleh sebagian kecil responden. Hal ini menunjukkan bahwa jenis usaha dengan jumlah pelaku sedikit belum tentu memiliki kontribusi kecil apabila nilai ekonomi komoditas relatif tinggi.

Tabel (*Table*) 6. Distribusi kontribusi pendapatan getah pinus berdasarkan RPH (*Distribution of pine resin income contribution based on Forest Management Unit*)

No. (*No.*)	RPH (*Forest Management Unit*)	Selang Kontribusi (*Contribution Interval*) (%)	Jumlah Responden (*Number of Respondents*) (n)	Persentase (*Percentage*) (%)
1.	RPH Banjaran	Rendah	4	20,00
		Sedang	9	45,00
		Tinggi	7	35,00
		Total	20	100
2.	RPH Mandalawangi	Rendah	2	20,00
		Sedang	1	10,00
		Tinggi	7	70,00
		Total	10	100
3.	RPH Papandayan	Rendah	1	50,00
		Sedang	0	0
		Tinggi	1	50,00
		Total	2	100

Sumber *(Source)*: Pengolahan data, 2025 (*Data analysis,* 2025)
Keterangan (*Remarks*): x < 76,54% (rendah); 76,54% ≤ x < 100% (sedang); x ≥ 100% (tinggi)

Tabel (*Table*) 7. Sebaran responden berdasarkan rata-rata pendapatan tiap sumber nafkah (*Distribution of respondents based on the average income of each livelihood sources*)

No.	Sumber Nafkah (*Livelihood Source*)	Jumlah Responden (*Number of Respondents*)	Rata-rata Pendapatan (*Average Income*) (Rp/Tahun)	Persentase (*Percentage*) (%)
1.	Sektor Kehutanan			
	Penyadap	32	36.263.600	32,91
	Petani kopi	18	4.521.714	4,09
2.	Sektor Non-kehutanan			
	Pedagang	1	15.840.000	14,37
	WO	1	19.200.000	17,42
	Petani cabai	1	29.700.000	26,84
	Peternak kambing	6	4.666.667	4,22

Sumber *(Source)*: Pengolahan data, 2025 (*Data analysis*, 2025)

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

Perbandingan pendapatan penyadap dengan UMK Kabupaten Bandung Tahun 2024 sebesar Rp 3.527.967 per bulan menunjukkan sebagian besar responden masih berada di bawah standar tersebut (Tabel 8). Di RPH Banjaran, 95% responden berada di bawah UMK, sedangkan di RPH Papandayan seluruh responden berada di bawah UMK. RPH Mandalawangi menunjukkan kondisi relatif baik dengan 60% responden berada di atas UMK dan didominasi oleh penyadap Majenang (penyadap luar). Hal ini mengindikasikan bahwa meskipun getah pinus berperan sebagai sumber nafkah utama, tingkat kesejahteraan rumah tangga belum sepenuhnya terjamin. Tingkat pendapatan penyadap bervariasi antar RPH. Rata-rata pendapatan di RPH Banjaran berkisar antara Rp 1.000.000–Rp 4.200.000 per bulan, di RPH Mandalawangi antara Rp 2.000.000–Rp 8.700.000 per bulan, dan di RPH Papandayan sekitar Rp 1.100.000 per bulan. Perbedaan pendapatan ini dipengaruhi oleh motivasi kerja, variasi jumlah pohon pangkuan, frekuensi penyadapan, serta harga jual getah yang diterima di masing-masing RPH. Kesenjangan pendapatan antar lokasi ini mendorong sebagian penyadap menerapkan strategi nafkah ganda untuk menambah penghasilan melalui sektor non-kehutanan. Temuan ini didukung oleh Wiebe *et al*., (2022) yang menunjukkan bahwa rumah tangga dengan ketergantungan tinggi terhadap pendapatan berbasis hutan cenderung memiliki pendapatan total lebih rendah dibandingkan rumah tangga dengan sumber nafkah yang lebih beragam.

Secara umum, hasil penelitian ini menegaskan bahwa HHBK seperti getah pinus memiliki peran penting dalam struktur ekonomi rumah tangga masyarakat sekitar hutan. Namun demikian, tingginya kontribusi getah pinus belum sepenuhnya menjamin kesejahteraan rumah tangga. Oleh karena itu, peningkatan produktivitas penyadapan, penguatan kelembagaan, akses pembiayaan, serta pengembangan usaha alternatif tetap diperlukan guna memperkuat ketahanan ekonomi rumah tangga penyadap.

Tabel (*Table*) 8. Perbandingan pendapatan responden dengan UMK Kabupaten Bandung berdasarkan lokasi RPH (*Distribution of pine resin income contribution based on Forest Management Unit*)

No. (*No.*)	RPH (*Forest Management Unit*)	Kategori Pendapatan (*Contribution Interval*) (%)	Jumlah Responden (*Number of Respondents*) (n)	Persentase (*Percentage*) (%)
1.	RPH Banjaran	< UMK	19	95,00
		= UMK	0	0
		> UMK	1	5,00
		Total	20	100
2.	RPH Mandalawangi	< UMK	4	40,00
		= UMK	0	0
		> UMK	6	60,00
		Total	10	100
3.	RPH Papandayan	< UMK	2	100
		= UMK	0	0
		> UMK	0	0
		Total	2	100

Sumber *(Source)*: Pengolahan data, 2025 (*Data analysis,* 2025)

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

E. Strategi Nafkah Rumah Tangga Penyadap Getah Pinus

Ellis (2000) menyatakan bahwa strategi nafkah rumah tangga merupakan serangkaian pilihan sumber dan aktivitas nafkah yang meliputi tindakan rasional untuk mencapai tujuan kesejahteraan. Sementara itu, Scoones (1998) mengelompokkan strategi nafkah ke dalam tiga bentuk, yaitu rekayasa sumber nafkah (*intensification/extensification*), pola nafkah ganda (*livelihood diversification*), dan rekayasa spasial (*migration*). Kerangka tersebut masih relevan dan banyak digunakan dalam penelitian terkini mengenai rumah tangga berbasis sumber daya alam dan masyarakat sekitar hutan, termasuk pada kawasan hutan produksi di Indonesia (Santosa *et al*., 2024). Oleh karena itu, kondisi dominasi sektor kehutanan dengan tingkat pendapatan yang relatif rendah pada rumah tangga penyadap mendorong penerapan berbagai strategi nafkah sebagai bentuk adaptasi terhadap keterbatasan sumber daya dan kebutuhan ekonomi.

Berdasarkan hasil wawancara, sebanyak 30 dari 32 responden menerapkan strategi nafkah melalui pengelolaan lebih dari satu aktivitas ekonomi. Adapun dua responden lainnya masih bergantung sepenuhnya pada kegiatan penyadapan getah pinus sebagai sumber penghidupan utama dan belum melakukan diversifikasi sumber nafkah. Oleh karena itu, pembahasan strategi nafkah pada bagian ini difokuskan pada 30 responden yang telah melakukan upaya diversifikasi maupun penyesuaian sumber penghidupan.

Berdasarkan Tabel 9, strategi yang paling banyak diterapkan adalah pola nafkah ganda, diikuti oleh rekayasa spasial dan rekayasa sumber nafkah. Dominannya pola nafkah ganda menunjukkan bahwa rumah tangga penyadap lebih memilih strategi yang relatif mudah diterapkan tanpa memerlukan akses lahan tambahan maupun modal besar, sehingga sesuai dengan keterbatasan sumber daya yang dimiliki. Diversifikasi pekerjaan melalui kombinasi penyadapan getah pinus, pertanian, peternakan, maupun usaha kecil memungkinkan rumah tangga memperoleh tambahan pendapatan tanpa memerlukan akses lahan baru maupun investasi modal yang besar. Temuan ini sejalan dengan Santosa *et al*., (2024) yang menunjukkan bahwa rumah tangga masyarakat kawasan hutan produksi melakukan diversifikasi nafkah pada sektor pertanian maupun non-pertanian untuk memenuhi kebutuhan hidup rumah tangga.

Kondisi tersebut juga mencerminkan upaya rumah tangga dalam mengurangi ketergantungan terhadap satu sumber pendapatan, mengingat pendapatan dari penyadapan getah pinus cenderung berfluktuasi mengikuti produksi, cuaca dan harga jual. Sementara itu, rekayasa sumber nafkah relatif lebih sedikit diterapkan karena memerlukan modal, keterampilan, dan akses sumber daya yang lebih besar. Dengan demikian, pola nafkah ganda menjadi strategi adaptif utama dalam menjaga stabilitas ekonomi rumah tangga penyadap.

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

Tabel (*Table*) 9. Sebaran responden berdasarkan jenis strategi nafkah rumah tangga penyadap (*Distribution of respondents based on livelihood strategy types among pine resin tappers households*)

No. (*No.*)	Jenis Strategi Nafkah (*Type of Livelihood Strategy*)	Bentuk Strategi Nafkah (*Form of Livelihood Strategy*)	Jumlah responden (*Number of Respondents*)	Persentase (*Percentage*) (%)
1.	Rekayasa sumber nafkah	Intensifikasi	7	23,33
		Ekstensifikasi	2	6,67
2.	Diversifikasi nafkah	Pekerjaan tambahan	21	70,00
		Bantuan anggota keluarga	6	20,00
3.	Rekayasa spasial	Migrasi sementara	7	23,33

Sumber *(Source*): Pengolahan data, 2025 (*Data analysis,* 2025)

1) Rekayasa Sumber Nafkah

Strategi ini meliputi upaya peningkatan produktivitas melalui intensifikasi dan ekstensifikasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian kecil responden menerapkan intensifikasi melalui pelibatan tenaga kerja tambahan. Berdasarkan Tabel 9, sebanyak 7 responden (23,33%) menerapkan strategi intensifikasi, baik melalui penambahan tenaga kerja anggota dari luar keluarga maupun pemanfaatan tenaga kerja anggota keluarga dalam kegiatan penyadapan dan pemeliharaan lahan kopi. Pelibatan tenaga keluarga menunjukkan upaya rumah tangga untuk meningkatkan kapasitas kerja sekaligus menekan biaya produksi. Temuan ini sejalan dengan penelitian Suhartono dan Widiyanto, (2018) yang menyatakan bahwa kepala keluarga penyadap umumnya melibatkan anggota keluarganya untuk membantu pekerjaan penyadapan. Fenomena penambahan tenaga kerja juga ditemukan pada kegiatan penyadapan getah pinus di Sulawesi Selatan, di mana perusahaan mitra melibatkan tenaga kerja dari luar daerah ketika tenaga kerja lokal terbatas guna mempertahankan produksi getah (Tajuddin, 2021).

Sementara itu, hanya 6,67% responden yang melakukan ekstensifikasi berupa penambahan luas lahan garapan di kawasan Perhutani. Rendahnya penerapan strategi ini menunjukkan bahwa perluasan usaha relatif lebih sulit dilakukan karena keterbatasan akses lahan serta status penguasaan lahan yang bukan milik pribadi. Bahkan, terdapat penyadap yang mengurangi luas kelola karena pertimbangan sosial, seperti berbagi lahan dengan penyadap baru. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa keputusan ekonomi rumah tangga juga dipengaruhi oleh norma sosial dan solidaritas antar penyadap.

2) Diversifikasi Nafkah

Diversifikasi nafkah merupakan strategi yang paling dominan diterapkan oleh penyadap. Sebagian besar responden (70%) memiliki pekerjaan tambahan di luar kegiatan penyadapan, seperti bertani kopi, beternak kambing atau ayam, berdagang, menjadi buruh harian, maupun membuka usaha jasa penyelenggaraan acara. Dominannya strategi ini menunjukkan bahwa rumah tangga penyadap cenderung memilih sumber pendapatan tambahan yang mudah diakses, fleksibel, dan tidak memerlukan modal besar. Diversifikasi tersebut dilakukan untuk menambah

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

pendapatan serta mengurangi risiko ketidakpastian hasil penyadapan yang dipengaruhi oleh produksi, cuaca, maupun harga jual getah. Dengan memiliki lebih dari satu sumber nafkah, rumah tangga memiliki kemampuan yang lebih baik dalam menjaga stabilitas pendapatan dan memenuhi kebutuhan sehari-hari.

Selain itu, 20% responden melibatkan anggota keluarga dalam kegiatan ekonomi non-kehutanan, misalnya istri yang berdagang atau bekerja di pabrik. Kondisi ini menunjukkan adanya optimalisasi tenaga kerja keluarga sebagai strategi adaptif rumah tangga untuk memperluas sumber pendapatan. Temuan ini mendukung temuan Suhartono dan Widiyanto (2018) bahwa beberapa penyadap di RPH Panjalu memelihara ternak sebagai sumber penghasilan tambahan, serta (Hizbullah *et al*., 2019) yang menyatakan bahwa meningkatnya kebutuhan rumah tangga mendorong penerapan keanekaragaman nafkah di kalangan penyadap. Dengan demikian, diversifikasi nafkah tidak hanya berfungsi sebagai strategi peningkatan pendapatan, tetapi juga sebagai mekanisme adaptasi utama rumah tangga penyadap dalam menghadapi ketidakpastian ekonomi.

3) Rekayasa Spasial

Strategi rekayasa spasial dilakukan melalui migrasi anggota keluarga ke luar daerah untuk mencari tambahan pendapatan. Sebanyak 23,33% responden memiliki anggota keluarga yang bekerja di luar daerah, sementara sisanya memilih menetap di sekitar lokasi penelitian. Migrasi ini umumnya bersifat sirkuler, karena penyadap tetap mempertahankan hubungan dengan daerah asal dan kembali secara berkala.

Rekayasa spasial lebih banyak dilakukan oleh penyadap luar daerah seperti Cilacap dan Cirebon yang direkrut oleh pihak KPH dan BKPH untuk memenuhi target produksi. Temuan lapangan menunjukkan bahwa sebagian penyadap luar daerah sebelumnya juga pernah berpindah antar wilayah bahkan antar provinsi untuk bekerja di sektor penyadapan, sehingga mobilitas menjadi bagian dari strategi adaptasi ekonomi mereka. Kondisi ini menunjukkan bahwa migrasi tidak hanya berfungsi sebagai upaya memperoleh tambahan pendapatan, tetapi juga sebagai strategi untuk memperluas akses terhadap peluang kerja di sektor kehutanan.

Temuan ini sejalan dengan Sunam *et al*., (2021) yang menyatakan bahwa migrasi tenaga kerja merupakan bagian dari strategi nafkah rumah tangga di wilayah pedesaan berbasis sumber daya alam. Selain itu, Kelley *et al*., (2020) menunjukkan bahwa migrasi sirkuler dalam lanskap kehutanan dan perkebunan di Asia Tenggara menjadi bagian penting dalam dinamika tenaga kerja dan strategi nafkah rumah tangga.

Tabel 10 menunjukkan bahwa sebagian besar responden hanya menerapkan satu jenis strategi nafkah, yang mengindikasikan bahwa rumah tangga cenderung memilih bentuk adaptasi yang paling memungkinkan dilakukan tanpa harus mengubah struktur utama secara signifikan.

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

Tabel (*Table*) 10. Sebaran responden berdasarkan jumlah strategi nafkah yang diterapkan (*Distribution of respondents based on the number of livelihood strategies*)

Jumlah Strategi Nafkah yang Diterapkan (*Number of Livelihood Strategies*)	Jumlah Responden (*Number of Respondents*)	Persentase (*Percentage*) (%)
1 strategi	24	80,00
2 strategi	6	20,00
3 strategi	0	0
Total	30	100

Sumber *(Source*): Pengolahan data, 2025 (*Data analysis,* 2025)

Strategi yang paling banyak diterapkan adalah diversifikasi nafkah melalui pekerjaan tambahan di luar kegiatan penyadapan serta strategi spasial berupa migrasi sementara, khususnya pada penyadap dari luar daerah. Dominannya kedua strategi tersebut menunjukkan bahwa rumah tangga responden lebih memilih cara yang relatif fleksibel untuk menambah pendapatan tanpa bergantung pada perluasan lahan, yang sulit dilakukan karena keterbatasan akses dan status penguasaan lahan di kawasan hutan. Temuan ini sejalan dengan penelitian Suhartono dan Widiyanto (2018) pada rumah tangga penyadap getah pinus di Desa Panjalu, Kabupaten Ciamis yang menunjukkan bahwa penyadapan bukan merupakan sumber penghasilan utama rumah tangga. Sebagian besar penyadap juga menjalankan kegiatan pertanian dan peternakan sebagai sumber penghidupan sehingga diversifikasi sumber pendapatan menjadi strategi penting dalam mempertahankan keberlangsungan nafkah rumah tangga.

Rumah tangga yang menerapkan dua strategi umumnya mengombinasikan pola nafkah ganda dengan penyesuaian pada kegiatan utama melalui intensifikasi maupun ekstensifikasi. Namun, jumlahnya relatif sedikit, yang menunjukkan adanya keterbatasan kapasitas rumah tangga dalam melakukan diversifikasi usaha yang lebih kompleks. Kondisi ini menegaskan bahwa pilihan strategi nafkah dipengaruhi tidak hanya oleh kebutuhan ekonomi, tetapi juga oleh keterbatasan sumber daya dan kondisi lingkungan setempat.

F. Tingkat Kesejahteraan Rumah Tangga Penyadap Getah Pinus

Tingkat kesejahteraan rumah tangga menggambarkan kemampuan responden dalam memenuhi kebutuhan dasar serta mengakses layanan sosial dan ekonomi. Penilaian tingkat kesejahteraan dalam penelitian ini mengacu pada indikator yang ditetapkan oleh Badan Pusat Statistik (Badan Pusat Statistik, 2023), meliputi tingkat pendapatan, tingkat pengeluaran, akses terhadap pendidikan, akses terhadap kesehatan, dan kondisi tempat tinggal.

1) Tingkat Pendapatan

Pendapatan rumah tangga penyadap getah pinus sebagian besar berada pada kategori sedang, yaitu 46,88% dengan kisaran Rp 27.760.500 – Rp 48.349.250 per tahun. Sebanyak 25% rumah tangga berada pada kategori pendapatan rendah (x < Rp 27.760.500), sedangkan 28,13% berada pada kategori pendapatan tinggi (x ≥ Rp 48.349.250). Distribusi ini mengindikasikan bahwa meskipun sebagian rumah tangga telah mencapai tingkat pendapatan relatif memadai, proporsi rumah tangga

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

berpendapatan rendah masih cukup signifikan. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pendapatan dari penyadapan getah pinus belum sepenuhnya mampu menjamin peningkatan kesejahteraan secara merata, terutama bagi rumah tangga dengan skala produksi terbatas. Ketergantungan rumah tangga terhadap satu sumber nafkah utama, yaitu penyadapan getah pinus, masih menjadi faktor pembatas dalam peningkatan kesejahteraan secara lebih merata. Temuan ini sejalan dengan Nerfa *et al*., (2020) yang menyatakan bahwa pendapatan berbasis sumber daya hutan umumnya berperan sebagai sumber nafkah pelengkap sekaligus penyangga ekonomi rumah tangga dalam memenuhi kebutuhan hidup.

2) Tingkat pengeluaran

Sebagian besar rumah tangga penyadap getah pinus memiliki tingkat pengeluaran sedang (56,25%) dengan kisaran Rp 25.221.000 – Rp 52.552.000 per tahun. Hal ini mencerminkan bahwa kebutuhan hidup rumah tangga relatif besar, terutama untuk pemenuhan kebutuhan pokok seperti pangan, pendidikan, dan kesehatan. Rumah tangga dengan pengeluaran tinggi (21,88%) tidak selalu mencerminkan tingkat kesejahteraan yang lebih baik, tetapi dapat dipengaruhi oleh jumlah tanggungan dan kebutuhan konsumsi lainnya. Sebaliknya, rumah tangga dengan pengeluaran rendah (21,88%) cenderung membatasi konsumsi pada kebutuhan dasar. Pola pengeluaran tersebut menyesuaikan dengan tingkat dan stabilitas pendapatan yang diperoleh dari kegiatan penyadapan.

Penelitian Lee *et al*., (2024) menunjukkan bahwa pendapatan, ukuran rumah tangga, dan tingkat pendidikan berpengaruh signifikan terhadap pengeluaran rumah tangga, di mana peningkatan pendapatan cenderung diikuti dengan peningkatan ekonomi. Namun demikian, peningkatan tersebut belum sepenuhnya diikuti oleh kemampuan menabung, sehingga kondisi ekonomi rumah tangga masih relatif rentan.

3) Akses Terhadap Pendidikan

Sebagian besar rumah tangga penyadap getah pinus memiliki akses terhadap pendidikan yang tergolong tinggi (68,75%). Jarak sekolah yang ditempuh responden relatif dekat, berkisar 1–4 km, dengan akses jalan yang mudah dijangkau. Seluruh responden membiayai pendidikan anak-anaknya secara mandiri tanpa bantuan beasiswa atau dukungan pihak lain, yang mencerminkan kemandirian ekonomi sekaligus keterbatasan dukungan eksternal. Nilai rata-rata indikator pendidikan berada pada kategori tinggi, menandakan tingginya kesadaran masyarakat terhadap pentingnya pendidikan formal. Wati dan Sahid (2022) menegaskan bahwa kesadaran orang tua terhadap pentingnya pendidikan berperan besar dalam keputusan investasi pendidikan anak, meskipun keterbatasan finansial masih menjadi faktor pembatas dalam peningkatan kualitas pendidikan keluarga berpenghasilan menengah ke bawah. Kondisi ini berpotensi mendukung peningkatan mobilitas sosial rumah tangga dalam jangka panjang, terutama melalui akses pendidikan yang lebih baik bagi generasi berikutnya.

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

4) Akses terhadap Kesehatan

Sebagian besar responden memiliki akses terhadap fasilitas kesehatan dalam kategori tinggi (84,38%). Klinik dan puskesmas menjadi tempat berobat utama dengan jarak rata-rata 3–4 km dari tempat tinggal. Seluruh responden menyatakan bahwa fasilitas kesehatan mudah dijangkau, meskipun seluruh biaya pengobatan masih ditanggung secara pribadi tanpa menggunakan jaminan kesehatan seperti BPJS. Kondisi ini mencerminkan kemandirian ekonomi, namun sekaligus menunjukkan rendahnya pemanfaatan program jaminan kesehatan formal. Hal tersebut dapat mengindikasikan adanya keterbatasan literasi informasi maupun akses terhadap program perlindungan sosial yang tersedia. Temuan ini sejalan dengan Mutmainnah dan Arifin (2025) yang menjelaskan bahwa pendapatan keluarga, tingkat pendidikan, dan lokasi geografis merupakan faktor penting dalam menentukan ketimpangan akses layanan kesehatan, khususnya antara masyarakat pedesaan dan perkotaan.

5) Kondisi Tempat Tinggal

Mayoritas rumah tangga penyadap getah pinus memiliki kondisi tempat yang tergolong sedang (68,75%) dan sisanya berada pada kategori tinggi (31,25%). Sebagian besar rumah tangga telah memiliki rumah milik pribadi dengan struktur bangunan permanen, menggunakan genteng sebagai atap, serta memiliki fasilitas MCK pribadi. Namun, sebagian besar masih menggunakan daya listrik rendah (450 VA) dan sumber air alami dari sungai atau mata air. Kondisi ini menunjukkan bahwa rumah tangga penyadap sudah memiliki tempat tinggal yang layak dan sehat, meskipun belum mencapai standar kenyamanan yang optimal. Khan *et al*., (2024) menegaskan bahwa pendapatan rumah tangga berhubungan positif dengan kualitas tempat tinggal dan akses energi, di mana peningkatan pendapatan dapat mendorong perbaikan fasilitas dasar rumah tangga.

Setelah dilakukan pengukuran terhadap masing-masing indikator kesejahteraan, skor total kemudian diklasifikasikan ke dalam tiga kategori, yaitu rendah, sedang, dan tinggi berdasarkan rentang nilai yang telah ditetapkan. Distribusi responden berdasarkan tingkat kesejahteraan rumah tangga secara keseluruhan disajikan pada Tabel 11.

Tabel (*Table*) 11. Sebaran responden berdasarkan tingkat kesejahteraan (*Distribution of respondents based on level of household welfare*)

Tingkat Kesejahteraan (*Level of Household Welfare*)	Jumlah Responden (Number of Respondents)	Persentase (Percentage) (%)
Rendah	0	0
Sedang	19	59,38
Tinggi	13	40,63
Total	32	100

Sumber *(Source*): Pengolahan data, 2025 (*Data analysis,* 2025)
Keterangan (*Remarks*): x < 27 (rendah); 27 ≤ x < 37 (sedang); x ≥ 37 (tinggi)

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

Hasil perhitungan seluruh indikator menunjukkan bahwa sebagian besar rumah tangga penyadap getah pinus berada pada tingkat kesejahteraan sedang (59,38%), sedangkan 40,63% tergolong tinggi dan tidak ada yang termasuk kategori rendah. Kondisi ini mencerminkan bahwa sebagian besar rumah tangga telah mampu memenuhi kebutuhan dasar seperti pangan, pendidikan, kesehatan, dan tempat tinggal, meskipun peningkatan kesejahteraan belum sepenuhnya merata.

Dominasi kategori sedang pada indikator pendapatan dan pengeluaran menunjukkan adanya keselarasan antara kapasitas ekonomi dan pola konsumsi. Pendapatan sebagian besar dialokasikan untuk kebutuhan pokok dan pendidikan, dengan kemampuan menabung yang masih terbatas. Pola ini memperlihatkan bahwa struktur pengeluaran rumah tangga pedesaan masih didominasi oleh kebutuhan konsumsi dasar, terutama pangan dan pendidikan, sebagaimana ditemukan dalam berbagai studi rumah tangga pedesaan di Indonesia yang menunjukkan prioritas pengeluaran pada kebutuhan esensial dibandingkan pengeluaran non–konsumsi (Junaedi, 2021). Temuan Simbolon dan Iskarni (2023) juga memperkuat hasil ini, bahwa kesadaran terhadap pendidikan dan kesehatan menjadi faktor sosial yang berkontribusi terhadap kesejahteraan jangka panjang.

Secara keseluruhan, kesejahteraan rumah tangga penyadap getah pinus berada pada tingkat sedang, yang mencerminkan kondisi ekonomi yang relatif stabil namun belum sepenuhnya mendorong peningkatan kualitas hidup secara signifikan. Akses terhadap pendidikan dan kesehatan yang baik menjadi potensi penguat kesejahteraan jangka panjang, sementara keterbatasan pada aspek pendapatan dan kualitas tempat tinggal menunjukkan perlunya penguatan melalui pemberdayaan ekonomi, diversifikasi sumber pendapatan, dan peningkatan akses terhadap program sosial pemerintah agar kesejahteraan dapat meningkat secara lebih merata dan berkelanjutan

G. Hubungan Modal Nafkah dan Strategi Nafkah dengan Kesejahteraan Rumah Tangga Penyadap Getah Pinus

Analisis hubungan antarvariabel dilakukan menggunakan tabulasi silang dan uji korelasi *Rank Spearman* untuk mengetahui keterkaitan antara modal nafkah, sumber nafkah, dan strategi nafkah rumah tangga penyadap getah pinus. Nilai koefisien korelasi *Spearman* berkisar antara –1 hingga +1. Nilai positif menunjukkan hubungan searah, sedangkan nilai negatif menunjukkan hubungan yang berlawanan arah (Irawan dan Syukur, 2021).

Hasil tabulasi silang antara modal nafkah dan strategi nafkah (Tabel 12) menunjukkan bahwa pada strategi nafkah rendah, proporsi terbesar berasal dari rumah tangga dengan modal nafkah sedang (69,23%), diikuti oleh modal rendah (19,23%) dan modal tinggi (11,54%). Sebaliknya, pada strategi nafkah kategori sedang, proporsi terbesar berasal dari rumah tangga dengan modal nafkah tinggi (66,67%), sedangkan modal rendah dan sedang masing-masing sebesar 16,67%.

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

Pola ini mengindikasikan adanya kecenderungan bahwa rumah tangga dengan modal nafkah lebih tinggi cenderung berada pada kategori strategi nafkah yang lebih tinggi, meskipun hubungan tersebut belum terbukti signifikan secara statistik.

Hasil uji korelasi *Rank Spearman* menunjukkan koefisien sebesar 0,289 dengan tingkat signifikansi 0,108 (p > 0,05), yang mengindikasikan hubungan positif dengan kekuatan rendah dan tidak signifikan secara statistik pada taraf kepercayaan 95%. Dengan demikian, peningkatan modal nafkah secara agregat di tingkat sampel belum dapat disimpulkan memiliki hubungan yang nyata dengan variasi strategi nafkah rumah tangga penyadap getah pinus di lokasi penelitian.

Modal manusia memiliki hubungan positif dan signifikan dengan strategi nafkah (ρ = 0,427; p = 0,015) dengan kekuatan korelasi sedang, yang menunjukkan bahwa kapasitas individu seperti keterampilan, pengalaman, dan kemampuan kerja berperan penting dalam menentukan pilihan strategi nafkah. Sebaliknya, modal alam (ρ = 0,198; p = 0,277), modal fisik (ρ = -0,134; p = 0,463), modal finansial (ρ = 0,216; p = 0,236), dan modal sosial (ρ = -0,051; p = 0,781) tidak menunjukkan hubungan yang signifikan. Hal ini mengindikasikan bahwa kepemilikan aset secara struktural belum menunjukkan hubungan yang konsisten dalam mendorong rumah tangga melakukan rekayasa atau diversifikasi nafkah.

Temuan korelasi positif namun lemah dan tidak signifikan ini konsisten dengan (Xu *et al*., 2019) yang menegaskan bahwa sensitivitas strategi nafkah terhadap berbagai jenis modal bersifat selektif dan kontekstual. Beberapa bentuk modal menunjukkan pengaruh signifikan terhadap pilihan strategi, sementara jenis modal lainnya cenderung memiliki pengaruh yang lemah atau tidak konsisten, tergantung pada karakteristik sosial, ekonomi, dan spasial wilayah penelitian. Dengan demikian, kepemilikan modal secara agregat tidak secara otomatis mendorong transformasi strategi nafkah, melainkan sangat dipengaruhi oleh kemampuan rumah tangga dalam mengoptimalkan aset yang dimiliki.

Tabel (*Table*) 12. Tabulasi silang dan uji korelasi *Rank Spearman* modal nafkah dan strategi nafkah (*Cross-tabulation and Spearman's Rank Correlation test of livelihood capital and livelihood strategies*)

Modal Nafkah (*Livelihood Capital*)	Strategi Nafkah (*Livelihood Strategies*)						Koefisien Korelasi (*Correlation Coefficient*)
	Rendah (*Low*)		Sedang (*Moderate*)		Total		
	n	%	n	%	N	%	
Rendah (*Low*)	5	19,23	1	16,67	6	18,75	0,289
Sedang (*Moderate*)	18	69,23	1	16,67	19	59,63	
Tinggi (*High*)	3	11,54	4	66,67	7	21,88	
Total	26	100	6	100	32	100	

Sumber *(Source)*: Pengolahan data, 2025 (*Data analysis,* 2025)

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

Tabel (*Table*) 13. Tabulasi silang dan uji korelasi *Rank Spearman* strategi nafkah dan tingkat kesejahteraan rumah tangga (*Cross-tabulation and Spearman's Rank Correlation test of livelihood sources and household welfare levels*)

Strategi Nafkah (*Livelihood Strategies*)	Tingkat Kesejahteraan (*Welfare Levels*)						Koefisien Korelasi (*Correlation Coefficient*)
	Sedang (*Moderate*)		Tinggi (*High*)		Total		
	n	%	n	%	n	%	
Rendah (*Low*)	15	78,95	11	84,62	26	81,25	0,333
Sedang (*Moderate*)	4	21,05	2	15,38	6	18,75	
Tinggi (*High*)	0	0	0	0	0	0	
Total	19	100	13	100	32	100	

Sumber *(Source*): Pengolahan data, 2025 (*Data analysis,* 2025)

Berdasarkan Tabel 13, sebagian besar rumah tangga pada tingkat kesejahteraan sedang maupun tinggi masih menerapkan strategi nafkah kategori rendah. Pada kelompok kesejahteraan sedang, sebesar 78,95% rumah tangga berada pada strategi rendah, sedangkan pada kelompok kesejahteraan tinggi sebesar 84,62% juga berada pada strategi rendah. Strategi nafkah kategori sedang masing-masing sebesar 21,05% pada kesejahteraan sedang dan 15,38% pada kesejahteraan tinggi, serta tidak terdapat rumah tangga dengan strategi kategori tinggi.

Hasil uji korelasi Rank Spearman menunjukkan koefisien sebesar 0,333 dengan signifikansi 0,062 ($p > 0,05$), yang berarti hubungan positif dengan kekuatan rendah dan tidak signifikan secara statistik. Secara lebih rinci, rekayasa sumber nafkah ($\rho = -0,061$; $p = 0,742$) dan diversifikasi nafkah ($\rho = -0,072$; $p = 0,696$) memiliki hubungan negatif yang sangat lemah dan tidak signifikan. Kondisi ini mengindikasikan bahwa upaya memperluas atau mengintensifkan kegiatan ekonomi maupun menambah jenis pekerjaan belum menunjukkan hubungan yang signifikan dengan peningkatan kesejahteraan, dan cenderung dilakukan sebagai respons terhadap keterbatasan pendapatan. Sementara itu, rekayasa spasial menunjukkan hubungan positif lemah ($\rho = 0,268$; $p = 0,139$), yang mengarah pada kecenderungan bahwa perluasan ruang aktivitas ekonomi dapat berkaitan dengan tingkat kesejahteraan yang lebih baik, meskipun hubungan tersebut belum signifikan secara statistik.

Temuan ketidaksignifikanan ini mengindikasikan bahwa variasi strategi nafkah yang diterapkan oleh rumah tangga penyadap getah pinus belum menunjukkan hubungan yang konsisten dengan peningkatan kesejahteraan. Upaya untuk mengintensifkan kegiatan ekonomi atau menambah jenis pekerjaan cenderung dilakukan sebagai respons terhadap keterbatasan pendapatan yang dihadapi rumah tangga. Dengan demikian, strategi nafkah dalam konteks wilayah penelitian lebih mencerminkan mekanisme bertahan hidup (*coping mechanism*) dibandingkan sebagai strategi yang secara langsung mendorong peningkatan kesejahteraan. Temuan ini sejalan dengan Ellis (2000) serta Asfaw *et al*., (2019) yang menyatakan bahwa di kawasan pedesaan, diversifikasi nafkah lebih sering muncul sebagai langkah adaptif untuk meredam kerentanan dan risiko ketidakpastian ekonomi,

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

dibandingkan sebagai instrumen akumulasi kesejahteraan jangka panjang.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, pola usaha tani rumah tangga penyadap bersifat diversifikasi dengan sumber utama berasal dari penyadapan getah pinus yang dilakukan sepanjang tahun, sedangkan komoditas lain seperti cabai, kopi, dan padi bersifat musiman. Meskipun penyadapan memberikan kontribusi pendapatan terbesar, secara umum pendapatan rumah tangga masih berada di bawah UMK Kabupaten Bandung tahun 2024, sehingga belum sepenuhnya mencerminkan tingkat kesejahteraan yang optimal. Modal sosial merupakan komponen modal nafkah yang paling dominan, diikuti modal fisik, finansial, manusia, dan alam. Secara agregat, modal nafkah menunjukkan hubungan positif dengan strategi nafkah, namun hubungan tersebut tidak signifikan secara statistik. Strategi nafkah yang diterapkan, terutama dalam bentuk diversifikasi pekerjaan dan migrasi, juga belum menunjukkan hubungan yang signifikan dengan tingkat kesejahteraan rumah tangga. Temuan ini mengindikasikan bahwa strategi nafkah yang dilakukan rumah tangga penyadap lebih mencerminkan upaya adaptif atau mekanisme *coping* dalam menghadapi keterbatasan ekonomi, dibandingkan sebagai strategi yang secara langsung mendorong peningkatan kesejahteraan. Oleh karena itu, peningkatan kesejahteraan rumah tangga penyadap berpotensi memerlukan penguatan pada aspek kapasitas sumber daya manusia serta dukungan kebijakan, seperti peninjauan harga getah pinus dan penerapan sistem upah yang lebih progresif oleh Perhutani, agar strategi nafkah yang dilakukan dapat berkontribusi lebih optimal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada FORCI IPB dan Perum Perhutani, khususnya KPH Bandung Selatan, yang telah memberikan bantuan dan fasilitas selama pengumpulan data penelitian ini.

KONTRIBUSI

R.E.D.M berkontribusi dalam menyusun konsep awal, penulisan draft awal, pengumpulan data, pengolahan dan analisis data. **B.N** berkontribusi terhadap penyuntingan draft, peninjauan pustaka, evaluasi dan revisi draft. **L.S** berkontribusi dalam memberikan koreksi dan penyuntingan draft akhir.

DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, A., Ridwan. (2025). Strategi penghidupan petani kopi kelompok tani hutan Makabori di Hutan Kemasyarakatan Paladingan. *Jurnal Ilmiah Indonesia, Januari*, *5*(1), 163–177. https://doi.org/10.59141/cerdika.v5i1.2456.

Asfaw, S., Scognamillo, A., Caprera, G. Di, Sitko, N., Ignaciuk, A. (2019). Heterogeneous impact of livelihood diversification on household welfare: Cross-country evidence from Sub-Saharan Africa. *World Development*, *117*, 278–295. https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2019.01.017.

Azwar, S. (2012). *Reliabilitas dan Validitas* (4 ed.). Pustaka Belajar.

Badan Pusat Statistik. (2022). *Analisis Profil Penduduk Indonesia: Mendeskripsikan*

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

Peran Penduduk dalam Pembangunan. Badan Pusat Statistik (BPS).

Badan Pusat Statistik. (2023). *Indikator Kesejahteraan Rakyat 2023*. Badan Pusat Statistik (BPS).

Dalya, N., Mujetahid, A. M., Yuniar, F., Muin, A. V. F. (2021). Analysis of the farmers' income for pine tappers (*Pinus merkusii*) koakan method at KPH Mamasa Tengah. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *870*(1), 012035. https://doi.org/10.1088/1755-1315/870/1/012035.

Ellis, F. (2000). *Rural Livelihoods and Diversity in Developing Countries*. Oxford University Press.

Herawaty, H., Mukhlishah, N., Mahi, F., Salim Syam, A. (2022). Kontribusi penyadapan getah pinus (*Pinus Merkusii*) terhadap tingkat pendapatan di PT. Inhutani I Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan. *Jurnal Indonesia Sosial Teknologi*, *3*(9), 980–989. https://doi.org/10.36418/jist.v3i9.501.

Hizbullah, A. W., Sihaloho, M., Sunito, S. (2019). Strategi nafkah penduduk desa sekitar hutan (Studi kasus di Desa Sukawangi, Kecamatan Sukamakmur, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat). *Jurnal Sains Komunikasi Dan Pengembangan Masyarakat [JSKPM]*, *3*(1). https://doi.org/10.29244/jskpm.3.1.%25p.

Irawan, C., Syukur, M. H. (2021). Analisis pengaruh temperature terhadap *density crude oil* kilang PPSDM MIGAS dengan pendekatan metode Theil pada analisis regresi linier non-parametrik. *Jurnal Nasional Pengelolaan Energi MigasZoom*, *3*(2), 43–66. https://doi.org/ 10.37525/mz/2021-2/278.

Junaedi. (2021). The dynamics of rural household expenditure in Indonesia. *Jurnal Inovasi Ekonomi*, *6*(2), 59–66. https://doi.org/10.22219/jiko.v6i02.17366.

Kelley, L. C., Peluso, N. L., Carlson, K. M., Afiff, S. (2020). Circular labor migration and land-livelihood dynamics in Southeast Asia's concession landscapes. *Journal of Rural Studies*, *73*, 21–33. https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2019.11.019.

Khan, W. M., Kalsoom, U., Sultana, F., Akhtar, N. (2024). An analytical study on household income and consumption patterns in District Bagh, Azad Jammu & Kashmir. *Al-Qamar*, *7*(2), 97–134. https://doi.org/10.53762/alqamar.07.02.e06.

Kimengsi, J. N., Mukong, A. K., Balgah, R. A. (2020). Livelihood diversification and household well-being: Insights and policy implications for forest-based communities in Cameroon. *Society and Natural Resources*, *33*(7), 876–895. https://doi.org/10.1080/08941920.2020.1769243.

Lee, E., Ong, T. S., Lee, Y. (2024). Evaluating household consumption patterns: Comparative analysis using ordinary least squares and random forest regression models. *HighTech and Innovation Journal*, *5*(2), 489–507. https://doi.org/ 10.3390/su14148326.

Makkarennu, Irnasari, Muhammad Alif, K. S. (2024). Community forestry as livelihood assets: Household perspectives and sustainable practices. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *1430*(1), 012015. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1430/1/012015.

Mujetahid, A., Dassir, M., Gautama, I., Dalya, N., Vika, A., Muin, F., Risna. (2021). Socio-economic and income

 @2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

characteristics of Pine Sap Tappers (Pinus merkusii) in the Covid-19 pandemic situation. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *807*(2). https://doi.org/10.1088/1755-1315/807/2/022010.

Murni, C. S., Juanda, B., Rustiadi, E., Mulyo, S. A. (2024). Building household resilience: The effect of livelihood capital during and after pandemic COVID-19 in Bekasi Regency. *Journal of Infrastructure, Policy and Development*, *8*(15), 1–38. https://doi.org /10.24294/jipd9983.

Mutmainnah, Arifin, I. A. A. (2025). Analysis of socioeconomic factors affecting community access to public health services in rural areas. *Journal of Public Health Indonesian*, *1*(5), 32–45. https://doi.org/10.62872/hhy3my85.

Nerfa, L., Rhemtulla, J. M., Zerriffi, H. (2020). Forest dependence is more than forest income: Development of a new index of forest product collection and livelihood resources. *World Development*, *125*. https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2019.104689.

Oktaviani, O., Pribadi, H., Rahman, A., Umar, S., Maiwa, A. (2024). Pendapatan dari HHBK getah pinus dan kontribusinya terhadap pendapatan total masyarakat di Desa Uelincu Kecamatan Pamona Utara Kabupaten Poso. *ULIN: Jurnal Hutan Tropis*, *8*(2), 296–302. https://doi.org/10.32522/ujht.v8i2.14885.

Parajuli, R., Saud, P., Joshi, O., Kunwar, S., Nepal, P. (2025). Perceived adverse impacts undermine socio-economic benefits of resin tapping to the rural livelihood in far-western Nepal. *Scientific Reports*, *15*, 1–12. https://doi.org/10.1038/s41598-025-09165-x.

Perwitasari, F. D., Bastoni. (2018). Social study and economic aspects of sheep in intensive livestock business District Cirebon. *Proceedings of the 4th International Conference on Food, Agriculture and Natural Resources (FANRes 2018)*, 287–290. https://doi.org/ 10.2991/fanres-18.2018.58.

Pratama, A. N. R., Ridwan, Yusran, Bimantara, T. (2025). Analysis of livelihood assets and sustainable strategies of farmers in Laiyolo Baru Village, Selayar Island Regency. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *1553*(1), 012036. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1553/1/012036.

Rahmadi, P. Z., Santoso, B. (2016). Modal sosial petani sawah berlahan sempit dalam pemenuhan nafkah rumah tangga. *Jurnal Analisa Sosiologi*, *5*(1), 62–73. https://doi.org/ 10.20961/jas.v5i1.17986.

Santosa, F. J., Padmaningrum, D., Rubiyanto, C. W. (2024). The innovation of social studies journal the understanding of household livelihood diversity on production forest areas: A preliminary survey on social studies. *The Innovation of Social Studies Journal*, *5*(2), 102–115. https://doi.org/10.20527/iis.

Scoones, I. (1998). *Sustainable Rural Livelihoods: A Framework for Analysis* (IDS Working Paper 72).

Simbolon, I., Iskarni, P. (2023). Dampak hutan kemasyarakatan terhadap kondisi sosial ekonomi penyadap getah pinus di Desa Ronggur Nihuta Kecamatan Ronggur Nihuta Kabupaten Samosir. *YASIN*, *4*(1), 22–29.

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

https://doi.org/10.58578/yasin.v4i1.2283.

Siri, S., Zhiddiq, S., Nyompa, S., Mannan, A. (2025). Pengaruh penyadapan getah pinus terhadap ekonomi masyarakat: Sebuah tinjauan geoekonomi di Desa Sasakan. *LaGeografia*, *23*(2), 91–100. https://doi.org/10.35580/lageografia.v23i2.66500.

Sudaryono, Saefullah, A., Rahardja, U. (2012). *Statistik Deskriptif - Langkah Mudah Analisis Data*. CV. Andi Offset.

Sugiharto, A., Hartoyo, Muflikhati, I. (2016). Strategi nafkah dan kesejahteraan keluarga pada keluarga petani tadah hujan. *Jurnal Ilmu Keluarga dan Konsumen*, *9*(1), 33–42. https://doi.org/10.24156/jikk.2016.9.1.33.

Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.

Suhartono, S., Widiyanto, A. (2018). Strategi nafkah penyadap getah pinus (*Pinus merkusii*) di Desa Panjalu, Kecamatan Panjalu, Ciamis. *ULIN: Jurnal Hutan Tropis*, *2*(2), 85–92. https://doi.org/10.32522/ujht.v2i2.1411.

Sunam, R., Barney, K., McCarthy, J. F. (2021). Transnational labour migration and livelihoods in rural Asia: Tracing patterns of agrarian and forest change. *Geoforum*, *118*, 1–13. https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2020.11.004.

Suryani, I., Wulandari, C., Nugroho, R. A. (2016). Faktor-faktor yang mempengaruhi pendapatan penyadap getah pinus di KPH Gunung Walat. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*, *13*(2), 113–123.

Tajuddin. (2021). Pemanfaatan getah pinus dan perannya terhadap penghidupan masyarakat di Provinsi Sulawesi Selatan. *Ulin: Jurnal Hutan Tropis*, *5*(1), 9–16. https://doi.org/10.32522/ujht.v5i1.4151.

Trivena, Dassir, M. (2021). Contribution of pine resin's income in partnership with Central Mamasa forest management unit. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *681*(1), 012078. https://doi.org/10.1088/1755-1315/681/1/012078.

Wahyono, T. (2009). *25 Model Statistik dengan SPSS 17*. PT Elexmedia Komputindo.

Wati, A. P., Sahid, S. (2022). Factors influencing parents' awareness of children' education investment: A systematic review. *Sustainability* , *14*(14), 1–13. https://doi.org/. 10.3390/su14148326.

Wiebe, P. C., Zhunusova, E., Lippe, M., Ferrer Velasco, R., Günter, S. (2022). What is the contribution of forest-related income to rural livelihood strategies in the Philippines' remaining forested landscapes? *Forest Policy and Economics*, *135*, 102658. https://doi.org/10.1016/j.forpol.2021.102658.

Wilujeng, S., Darliana, I., Safari, S. (2024). Produktivitas kopi arabika (*Coffea arabica* Linden.) pada penaung berbeda di hutan lindung Desa Sukalaksana Kabupaten Garut. *Jurnal Agro Industri Perkebunan*, *12*(2), 71–80. https://doi.org/10.25181/jaip.v12i2.3487.

Xu, D., Deng, X., Guo, S., Liu, S. (2019). Sensitivity of livelihood strategy to livelihood capital: An empirical investigation using nationally representative survey data from Rural China. *Social Indicators Research*, *144*(1), 113–131. https://doi.org/10.1007/s11205-018-2037-6.

 @2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

E-ISSN: **2579-5511/P-ISSN:2579-6097**
doi https://doi.org/10.59465/jppdas.2026.10.1.91-106

ANALISIS PENGARUH IMPLEMENTASI PERATURAN PRESIDEN NOMOR 15 TAHUN 2018 TERHADAP PERUBAHAN PERILAKU MASYARAKAT DAN KELEMBAGAAN

(Analysis of the Implementation of Presidential Regulation Number 15 of 2018 on Changes in Community Behaviour and Institutional Structure)

Een Irawan Putra[1]*, Soeryo Adiwibowo[2], dan Hefni Effendi[3]

[1]Program Studi Ilmu Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, IPB University
[2]Departemen Sains Komunikasi dan Pengembangan Masyarakat, IPB University
[3]Departemen Manajemen Sumberdaya Perikanan, IPB University

**Email: irawanputra@apps.ipb.ac.id*

Diterima: 7 Agustus 2025, Direvisi : 5 Desember 2025, Disetujui : 1 September 2026

ABSTRACT

The Citarum river holds significant historical value and strategic importance in terms of its water resource potential and its socio-economic and cultural impacts. Pollution-related issues and pressures affecting the Citarum River are growing increasingly severe. In 2018, the Government of Indonesia issued Presidential Regulation Number 15 of 2018 on the Acceleration of Pollution and Environmental Damage Control in the Citarum Watershed. This regulation is implemented through the Citarum Harum program, which focuses on cross-sector collaboration to improve water quality and river governance, as well as to change community behaviour. This study aims to analyze community behavioral change and the influence and interests of various stakeholders. Community behavioral changes were analyzed descriptively using the Theory U framework, while the influences and interests among stakeholders are examined through stakeholder analysis. Based on the Theory U analysis, community behavior has currently reached the Co-creating stage, characterized by institutionalizing new initiatives through innovation based on collective participation. The stakeholder analysis indicates that the key players in the Citarum Harum program are the Steering Committee, the Governor of West Java, the Commander of the Siliwangi III Regional Military Command, the Sector Commanders, and the Citarum River Basin Agency.

Keywords: Citarum Watershed, stakeholder; social behavior

ABSTRAK

Sungai Citarum memiliki nilai sejarah dan fungsi strategis penting berdasarkan potensi sumber daya air, serta dampaknya terhadap aspek sosial, ekonomi, dan budaya. Masalah dan tekanan pencemaran terhadap Sungai Citarum semakin membesar. Pada tahun 2018,

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

Pemerintah menetapkan Peraturan Presiden Nomor 15 Tahun 2018 tentang Percepatan Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Daerah Aliran Sungai Citarum. Peraturan ini diimplementasikan melalui Program Citarum Harum yang berfokus pada kolaborasi lintas sektor untuk meningkatkan kualitas air, tata kelola sungai dan perubahan perilaku masyarakat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan perilaku masyarakat serta pengaruh dan kepentingan antar-stakeholder. Analisis perubahan perilaku masyarakat dilakukan secara deskriptif menggunakan konsep Teori U, sedangkan pengaruh serta kepentingan antar stakeholder *dianalisis menggunakan analisis* stakeholder. *Berdasarkan analisis Teori U, perilaku masyarakat saat ini sudah berada pada tahap gerakan Co-creating, yaitu melembagakan hal baru melalui inovasi berbasis partisipasi kolektif. Hasil analisis* stakeholder *menunjukkan bahwa key player (pemain kunci) dalam program Citarum Harum adalah Tim Pengarah, Gubernur Jawa Barat, Panglima III Siliwangi, Komandan Sektor dan Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Citarum.*

Kata kunci: DAS Citarum, perilaku masyarakat; **stakeholder**

I. PENDAHULUAN

Daerah Aliran Sungai (DAS) Citarum memiliki posisi strategis berdasarkan aspek potensi sumber daya air, jumlah penduduk, serta dampak sosial, lingkungan dan ekonomi. Beberapa tekanan dan permasalahan seperti erosi, tanah longsor, sedimentasi, alih fungsi lahan, banjir, dan sampah menyebabkan buruknya nilai indeks kualitas air di sungai Citarum. Price dan Price (2017) menyatakan bahwa Sungai Citarum merupakan salah satu sungai terkotor di dunia. Penelitian yang dilakukan oleh Anhar (2014) menunjukkan bahwa estimasi kerugian ekonomi akibat pencemaran air Waduk Cirata di Kabupaten Cianjur pada tahun 2013 mencapai Rp. 628,1 miliar. Sektor industri dan domestik menjadi sumber utama pencemaran di Sungai Citarum.

Sejak tahun 1989 Pemerintah Provinsi Jawa Barat mulai menginisiasi upaya pengendalian pencemaran di Sungai Citarum melalui Program "Prokasih". Sampai saat ini, setidaknya terdapat 7 (tujuh) program mulai dari pengendalian pencemaran di hulu Citarum melalui program "Citarum Bergetar (Bersih, Geulis, Lestari)" hingga program "Citarum Bestari (Bersih, Sehat, Lestari dan Indah)" yang mulai menggabungkan aspek sosial ekonomi dan pemberdayaan masyarakat di hilir. Namun, menurut Suwarso et al. (2022), Sungai Citarum masih tetap belum bersih seperti di hulu Cisanti, salah satunya adalah masalah tata kelola sungai *(river governance failure)*. Pada tahun 2018 Pemerintah menerbitkan Peraturan Presiden Nomor 15 Tahun 2018 tentang Percepatan Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Daerah Aliran Sungai Citarum. Melalui perpres tersebut pemerintah mencanangkan program "Citarum Harum" yang mengedepankan keterlibatan sinergis antara pemerintah yang berwenang berkolaborasi dengan anggota Tentara Nasional Indonesia (TNI) beserta seluruh komponen masyarakat.

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

Program terbaru di tahun 2018 ini menitikberatkan pada tiga aspek utama yaitu revitalisasi DAS, penegakan hukum dan tata kelola, serta pemberdayaan masyarakat. Berbeda dari beberapa upaya pemulihan Sungai Citarum yang pernah dilaksanakan sebelumnya, "Citarum Harum" menggunakan pendekatan kolaboratif lintas sektor guna mewujudkan perbaikan kualitas air, penegakan aturan hukum, dan perubahan perilaku masyarakat. Sebagai salah satu sungai strategis nasional, Sungai Citarum memberikan banyak manfaat bagi kehidupan masyarakat sekitarnya. Namun, persepsi masyarakat terhadap manfaat sungai tidak sepenuhnya baik. Sebagian masyarakat memiliki persepsi bahwa sungai merupakan sumber penghidupan utama yang dapat digunakan untuk keperluan apa saja tanpa batas. Masyarakat menggantungkan mata pencaharian utamanya pada sungai ini. Namun, terdapat juga sebagian masyarakat yang menjadikan sungai sebagai tempat pembuangan sampah, dan seluruh limbah domestiknya ke sungai. Oleh karena itu, persepsi masyarakat setelah adanya implementasi program Citarum Harum ini sangat menarik untuk dikaji lebih lanjut agar dapat merumuskan langkah-langkah menuju perubahan perilaku.

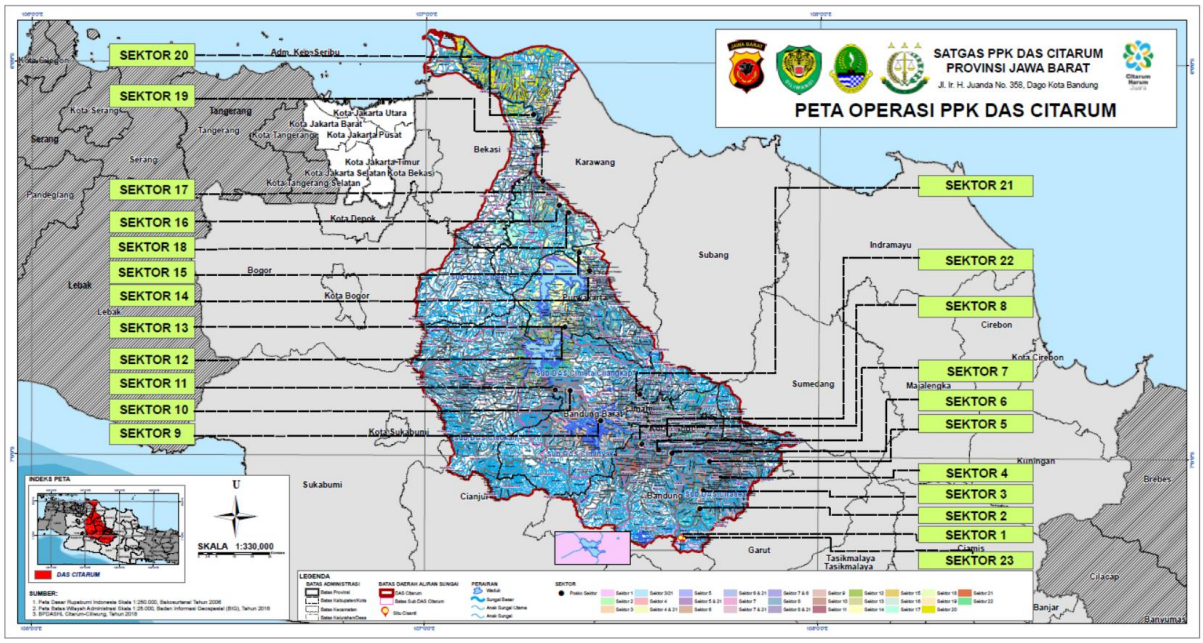
Program pengendalian pencemaran Sungai Citarum sebelum adanya Program Citarum Harum hanya berfokus pada beberapa titik masalah dan tersegmentasi. Setelah implementasi Program Citarum Harum, kolaborasi pentahelix menjadi keunggulan utama dibandingkan dengan program-program revitalisasi sungai sebelumnya. Dengan adanya peningkatan keterlibatan segenap stakeholder yang terlibat perlu dilakukan kajian terkait peran dan relasi antar stakeholder yang berguna sebagai evaluasi program dan perbaikan program-program revitalisasi sungai di masa depan. Penelitian sebelumnya yang telah dilakukan di DAS Citarum banyak berfokus pada kualitas air seperti pada hasil penelitian yang dilakukan oleh Hermawan dan Wardhani (2021). Kemudian penelitian terkait dampak ekonomi pencemaran seperti yang dilakukan oleh Juneningsih (2018). Namun, belum banyak penelitian yang menekankan pada analisis perubahan perilaku masyarakat. Oleh karena itu, setelah hampir tujuh tahun pelaksanaan program Citarum Harum, dalam penelitian ini dilakukan kajian untuk menganalisis perubahan perilaku masyarakat jika dijelaskan dengan konsep manajemen perubahan dalam Teori U menurut Scharmer (2009) dan analisis pengaruh dan kepentingan stakeholder yang terlibat dalam tata kelola sungai Citarum.

II. METODE

A. Waktu dan Lokasi

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari s.d. Juni 2025. Upaya Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan (PPK) DAS Citarum terbagi menjadi 23 sektor, khusus untuk lokasi penelitian ini adalah sektor 21 Satgas Citarum Harum sebagaimana ditampilkan pada Gambar 1.

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.



Gambar *(Figure)* 1. Peta operasi PPK DAS Citarum *(Operational map of Pollution and Damage Control Citarum Watershed)*

Sumber *(source)*: Satgas PPK DAS Citarum *(Citarum Watershed Task Force)*

B. Instrumen Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah GPS, kamera, perekam suara, laptop dengan perangkat lunak Kobotoolbox, dan IBM SPSS Statistic 27 untuk mengolah data. Instrumen penelitian yang digunakan adalah kuesioner serta panduan wawancara mendalam. Kuesioner terdiri atas kuesioner untuk menganalisis persepsi masyarakat dan kepentingan serta pengaruh stakeholder.

C. Metode Penelitian

1. Pengumpulan Data

Data perubahan perilaku masyarakat dalam penelitian ini diperoleh berdasarkan keterangan yang diberikan oleh responden yang berasal dari masyarakat sekitar sungai yang berada Kota Cimahi, yaitu di Kecamatan Cimahi Selatan dan Kecamatan Cimahi Tengah. Kemudian terdapat juga responden yang berada di Kecamatan Margaasih Kabupaten Bandung. Total responden adalah 60 orang. Pemilihan responden sebagai unit contoh dilakukan dengan metode *purposive sampling.* Penentuan responden dilakukan dengan pertimbangan kondisi lapangan saat penelitian dilakukan, keterlibatan responden dalam program Citarum Harum serta jarak tempat tinggal dengan anak-anak Sungai Citarum. Wawancara menggunakan kuesioner untuk mengumpulkan data informasi responden, serta persepsi dan sikap masyarakat terhadap implementasi Peraturan Presiden Nomor 15 Tahun 2018. Persepsi masyarakat diakomodir dalam tiga pertanyaan inti yaitu terkait implementasi peraturan presiden, dukungan pemerintah pusat, dan dukungan pemerintah daerah. Kemudian diberikan empat kategori pilihan

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

yaitu: Sangat Setuju (SS); Setuju (S); Ragu-Ragu (RR) dan Tidak Setuju (TS). Wawancara mendalam *(in-depth interview)* dilakukan terhadap informan kunci. Responden pada analisis stakeholder adalah orang yang paling paham, mempunyai kewenangan, dan berperan penting (Rachmawati & Pasaribu 2022) dalam program Citarum Harum. Jumlah responden dalam analisis stakeholder ini adalah 16 orang yang berasal dari perwakilan pemerintah, swasta, tokoh masyarakat, pegiat lingkungan, dan Lembaga Swadaya Masyarakat yang terlibat dalam program Citarum Harum.

2. Analisis Data

Analisa data perubahan perilaku dilakukan dengan menggunakan analisis perubahan dalam Teori U. Teori U oleh Scharmer (2009) menyatakan bahwa terdapat 5 (lima) tingkatan dalam perubahan perilaku masyarakat terhadap lingkungan yaitu: 1) *Co-Initiating*; 2) *Co-Sensing*; 3) *Precensing*; 4) *Co-Creating*; 5) *Co-Evolving*. Pengolahan data dari informasi responden digunakan untuk menentukan kategori tingkat perubahan perilaku masyarakat di DAS Citarum berdasarkan 5 (lima) tingkat dalam Teori U tersebut.

Penentuan tingkat kepentingan dan pengaruh stakeholder dilakukan dengan penetapan *scoring* menggunakan pertanyaan berjenjang lima, seperti disajikan dalam Tabel 1 (Abbas 2005). Pengolahan data kuesioner tersebut melalui aplikasi IBM SPSS Statistic 27.

Hasil penetapan skoring selanjutnya digunakan untuk menyusun matriks analisis stakeholder yang terlibat dalam program Citarum Harum. Matriks stakeholder terdiri atas 4 (empat) kuadran yaitu Kuadran I sebagai (*subject*) yang artinya stakeholder tersebut memiliki pengaruh yang rendah dan kepentingan yang tinggi. Kuadran II adalah (*key player*) dengan memiliki pengaruh yang tinggi disertai dengan kepentingan yang tinggi. Kuadran III merupakan stakeholder yang berperan sebagai pengikut lain (*crowd*) dengan pengaruh dan kepentingan yang rendah. Kuadran IV sebagai pendukung (*context setter*) dengan pengaruh yang tinggi dan kepentingan rendah.

Tabel *(Table)* 1. Penilaian pengaruh dan kepentingan stakeholder terhadap implementasi Peraturan Presiden Nomor 15 Tahun 2018 *(Assessment of the stakeholder influence and interest regarding the implementation of Presidential Regulation Number 15, 2018)*

Skor *(Score)*	Nilai *(Mark)*	Kriteria *(Criteria)*	Pengaruh *(Influence)*	Kepentingan *(Interest)*
5	21-25	Sangat tinggi	Sangat mempengaruhi	Sangat mendukung
4	16-20	Tinggi	Mempengaruhi	Mendukung
3	11-25	Cukup tinggi	Cukup mempengaruhi	Cukup mendukung
2	6-10	Rendah	Kurang mempengaruhi	Kurang mendukung
1	1-5	Sangat rendah	Tidak mempengaruhi	Tidak mendukung

Sumber *(source):* Pengolahan data 2025 *(data analysis 2025)*

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Persepsi masyarakat terhadap Program Citarum Harum

Pemulihan sungai dalam program Citarum Harum telah menggunakan pendekatan sosial budaya yang mengutamakan partisipasi masyarakat (Saleh *et al* 2024). Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebanyak 38 orang responden setuju dengan implementasi Peraturan Presiden Nomor 15 Tahun 2018 tersebut. Sebanyak 6 orang responden sangat setuju, 12 orang responden ragu-ragu dan sebanyak 4 orang responden tidak setuju. Responden yang ragu-ragu menyatakan belum dapat melihat manfaat langsung dari program Citarum Harum yang telah dilaksanakan. Sementara responden yang memilih tidak setuju umumnya menyatakan bahwa program Citarum Harum ini tidak berdampak pada kebersihan sungai dan manfaat ekonomi langsung yang masyarakat dapatkan. Masyarakat menyatakan persetujuannya karena terdapat kekhasan program Citarum Harum ini dibandingkan dengan program-program revitalisasi sungai Citarum yang pernah ada sebelumnya. Kekhasan tersebut dapat ditemukan dalam hal ketatnya pengawasan oleh pihak aparat militer, sehingga kondisi sungai yang biasanya tengah malam berubah warna dan berbau menyengat akibat limbah dari pabrik sekarang sudah tidak dirasakan lagi. Persepsi responden terhadap implementasi Perpres Nomor 15 Tahun 2018 ditampilkan pada Tabel 2.

Dalam program Citarum Harum telah terbentuk 23 sektor wilayah operasi. Berdasarkan hasil wawancara dengan masyarakat, pembagian sektor wilayah dalam program ini cukup efektif dalam hal pengawasan dan realisasi rencana aksi program Citarum Harum. Berbagai kegiatan yang dilakukan oleh masing-masing sektor dalam satu komando, antara lain adalah inspeksi mendadak terhadap wilayah industri, pengecoran saluran limbah yang dibuang langsung ke sungai, pembongkaran bangunan liar dan berbagai edukasi terkait PHBS (Perilaku Hidup Bersih dan Sehat). Sebanyak 48 responden menyatakan setuju bahwa pemerintah baik pusat maupun daerah saling sinergis memberikan dukungan bagi implementasi Perpres tersebut.

Tabel *(Table)* 2. Persepsi responden terhadap implementasi Peraturan Presiden Nomor 15 Tahun 2018 *(Respondent perception regarding the Implementation of Presidential Regulation Number 15 of 2018)*

No	Pernyataan *(Statement)*	Persepsi responden *(Respondents perception)*				Jumlah responden *(Number of respondents)*
		SS	S	RR	TS	
1	Implementasi Perpres Nomor 15 Tahun 2018	6	38	12	4	60
2	Dukungan pemerintah pusat	6	48	2	4	60
3	Dukungan pemerintah daerah	6	48	2	4	60

Sumber *(source):* Pengolahan data *(Data analysis 2025)*

Keterangan *(Remarks):* SS (Sangat setuju (*strongly agree*)); S (Setuju (*agree*)); RR (Ragu-ragu (*hesitant*)); TS (Tidak setuju (*disagree*))

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

Secara umum persepsi masyarakat menunjukkan respon positif terkait program Citarum Harum bila dilihat dari aspek kesadaran masyarakat, dampak ekologis perubahan kondisi sungai, dan bau pada badan air di titik-titik pengamatan sungai Citarum. Temuan penelitian yang dilakukan oleh Rahmah & Deliarnoor (2025) menunjukkan bahwa pelaksanaan program Citarum Harum di Kecamatan Kertasari Kabupaten Bandung telah menghasilkan capaian yang signifikan berupa terealisasinya 95% target rehabilitasi lahan kritis. Aspek pengawasan sudah sangat bagus karena keterlibatan TNI. Namun masyarakat sebagian besar masih belum merasakan manfaat ekologis dan sosial budaya dari pelaksanaan program Citarum Harum. Sulistyaningsih (2021) mengemukakan bahwa keberhasilan program Citarum Harum dapat dicapai melalui peran aktif TNI sebagai aktor pengendali dan pengawas kegiatan serta adanya upaya keberlanjutan dari program ini.

Ketika diwawancarai lebih lanjut mengenai dampak positif dari aspek ekonomi, sebanyak 21 responden ragu-ragu terkait pernyataan tersebut. Bahkan sebanyak 32 responden menyatakan bahwa implementasi program tidak memberikan dampak positif apapun dari aspek ekonomi. Dari aspek sosial budaya sebanyak 26 responden menyatakan tidak setuju bahwa program Citarum Harum memberikan dampak positif bagi sosial budaya masyarakat. Menurut sebagian besar responden perilaku masyarakat yang terus membuang sampah di sungai dan anak sungai masih belum berubah, hal ini perlu terus mendapatkan perhatian dan pengawasan dari berbagai pihak. Ketatnya pengawasan oleh militer setiap sektor pada aktivitas pembuangan limbah industri sudah sangat bagus dipertahankan dalam program ini. Agusti et al., (2025) menyatakan bahwa program Citarum Harum memang telah menghasilkan beberapa perbaikan, namun tantangan besarnya adalah belum ada kepastian keberlanjutan kegiatan pasca berakhirnya program. Belum adanya kesadaran masyarakat dan minimnya tempat pembuangan dan pengolahan sampah domestik masih menjadi tantangan dalam keberhasilan program Citarum Harum.

B. Bentuk perubahan perilaku masyarakat berdasarkan Teori U

Persepsi masyarakat dalam penelitian ini diuraikan menggunakan model analisis deskriptif dalam mengkaji sebuah permasalahan. Teori U yang telah digagas oleh Otto Scharmer (2018) mencoba memberikan titik referensi bagi individu untuk tidak hanya berkutat pada cara pandang lama. Dalam bukunya dia menjelaskan bagaimana seseorang dapat didorong untuk berkontribusi terhadap solusi bersama yang selaras dengan kebutuhan masyarakat. Wawasan utama dalam Teori U adalah "kehadiran *(presencing)*" yang melibatkan akses secara individu dan kolektif terhadap sumber pengetahuan yang muncul dari kesadaran bahwa terdapat hal atau tujuan yang lebih besar yang memerlukan peran terbaik dari masing-masing individu. Hadining et al., (2020) menemukan bahwa regulasi berupa himbauan dari pemerintah belum dapat memengaruhi perilaku

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

masyarakat secara signifikan untuk tidak membuang sampah langsung ke aliran Sungai Citarum.

Wamsler & Bristow (2022) menyatakan bahwa prinsip-prinsip yang harus dikedepankan dalam upaya menuju perubahan adalah keterhubungan, kesatuan dan keterikatan. Keberhasilan dalam tata kelola perubahan harus mampu dirancang dan diterapkan pada tiga sektor utama yang saling terkait yaitu praktisi, politik dan pribadi. Perlu disadari bahwa manajemen perubahan yang berkelanjutan tidak hanya memerlukan perubahan struktural, tetapi juga menekankan pada perubahan internal yang berkaitan dengan cara baru berhubungan dengan orang lain, perlakuan manusia terhadap alam dan organisasi masyarakat yang ada. Perubahan dalam diri pribadi diyakini sebagai titik ungkit tertinggi yang memiliki potensi besar untuk menghasilkan perubahan transformatif (O'Brien, 2018).

Hasil observasi langsung, wawancara persepsi masyarakat dan wawancara mendalam yang telah dilakukan menunjukkan bahwa telah terjadi suatu bentuk perubahan yang mengarah kepada perubahan perilaku masyarakat dan industri sebagai akibat dari implementasi kebijakan yang tertuang dalam Perpres Nomor 15 Tahun 2018. Perubahan perilaku ini antara lain; 1) Masyarakat sudah mulai merubah perilakunya dengan membuang sampah pada titik-titik lokasi pembuangan yang telah disiapkan; 2) Masyarakat sekitar sungai mulai proaktif melaporkan kepada aparat TNI yang bertugas jika melihat adanya oknum perseorangan maupun industri yang membuang sampah sembarangan atau limbah ke sungai; 3) Interaksi masyarakat dengan aparat TNI berjalan dengan baik terutama pada aspek pengawasan; 4) Masyarakat di sekitar sungai merasakan manfaat langsung dari program berupa *septic tank* komunal dan perbanyakan TPS (Tempat Penampungan Sementara); 5) Munculnya berbagai bentuk inisiatif pengolahan sampah di tingkat tapak oleh masyarakat antara lain pembangunan rumah pengelolaan sampah berbasis RT, penguraian sampah lokal dengan budidaya *maggot*, dan penggunaan alat insinerator; 6) Pelibatan masyarakat sedari awal pelaksanaan program dengan edukasi pentingnya upaya kolektif untuk keberlanjutan ekosistem sungai. Penelitian yang dilakukan oleh Zaenudin & Komariah (2022) menjelaskan proses penting edukasi dan komunikasi yang dilakukan oleh media regional berperan dalam membangun pemahaman serta kesadaran dalam mendukung perubahan perilaku masyarakat. Persoalan pemulihan Sungai Citarum bukan hanya terkait teknik dan sektoral. Diperlukan peran media, akademisi dan figur pemimpin yang kuat dalam membangun pemahaman bersama, partisipasi aktif masyarakat yang bermuara pada perubahan perilaku masyarakat sekitar sungai yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

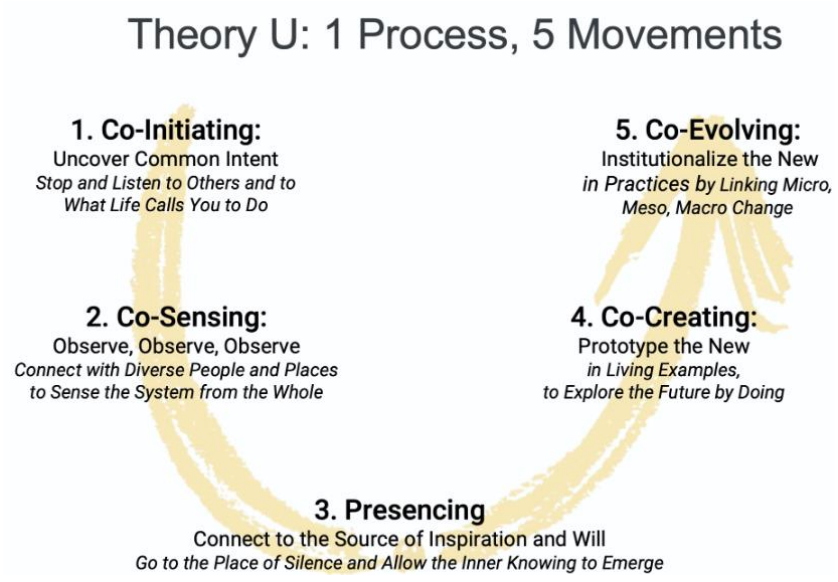
Program Citarum Harum pada dasarnya membawa harapan konsep pengelolaan transformatif bagi DAS Citarum. Loucks (2017) menyatakan bahwa sumber daya air perlu dikelola dengan mengedepankan penyelarasan dimensi ekologi, ekonomi dan sosial. Pengelolaan sumber daya air harus dilaksanakan dengan konsep mempertahankan keberlanjutan

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

lingkungan pada waktu mendatang. Sejak tahun 1989 tahapan *Co-Initiating* dan *Co-Sensing* telah dimulai dengan adanya beberapa program pemulihan DAS Citarum. Awalnya dimulai oleh inisiator di tingkat pemerintah daerah, kemudian seiring berjalannya waktu dan kompleksitas permasalahannya, DAS Citarum mulai menjadi perhatian nasional. Program Citarum Harum sebagai bentuk *Co-Creating* yaitu melembagakan yang baru dengan inovasi berbasis partisipasi kolektif. Perubahan perilaku masyarakat yang telah berada pada tahap Co-Creating berdasarkan Teori U ini hendaknya terus didukung oleh seluruh pihak di wilayah DAS Citarum. Dewan Sumber Daya Air Nasional (2019) merekomendasikan penyusunan Rencana Strategis Jangka Panjang 2050 dengan segera melibatkan seluruh pemangku kepentingan sebagai salah satu upaya pengembangan sumber daya air untuk memaksimalkan kesejahteraan sosial dan pertumbuhan ekonomi masyarakat di Sungai Citarum.

Scharmer (2018) menyatakan bahwa Teori U dapat digunakan untuk menilai sudah sampai di tahap mana tingkat persepsi dan partisipasi masyarakat terkait tata kelola DAS Citarum. Tahapan dan gerakan dalam Teori U ditampilkan pada Gambar 2.

Kompleksitas permasalahan dan cakupan DAS Citarum yang luas juga menegaskan mutlak diperlukannya peran aktif seluruh pemangku kepentingan. Penerapan Teori U di lapangan harus didukung oleh kepemimpinan yang transformatif. Kepemimpinan yang baik mampu menangkap kompleksitas permasalahan Citarum kemudian diurai dengan aksi nyata di lapangan. Amelia (2024) mengemukakan bahwa aspek penegakan hukum terhadap pelaku pencemar lingkungan dan kerusakan DAS Citarum dapat dilakukan dengan dua pendekatan yaitu mekanisme pidana dan gabungan pidana serta sanksi administratif.



Gambar *(Figure)* 2. Teori U menurut Scharmer 2018 *(Theory U by Scharmer 2018)*
Sumber *(source):* Pengolahan data *(Data analysis 2025)*

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

Keterlibatan TNI dalam program ini sangat efektif karena mampu mempercepat revitalisasi prosedur berbasis pemerintah daerah yang cenderung lambat. Dalam upaya implementasi Perpres Nomor 15 Tahun 2018, pengerahan TNI dalam program Citarum Harum tidak hanya terbatas dalam forum formal. TNI juga mendorong partisipasi masyarakat dengan memberikan informasi melalui sosialisasi secara langsung di tengah masyarakat di desa-desa, sekolah, dan fasilitas umum. Rahayu et al (2023) menyatakan bahwa program Citarum Harum telah berperan penting dalam menyelesaikan masalah lingkungan yang terjadi melalui program spesifik seperti aksi bersih-bersih sungai secara rutin di seluruh sektor.

C. Analisis Stakeholder

Kompleksitas permasalahan di Sungai Citarum memerlukan kolaborasi lintas sektor yang kuat. Alikodra (2020) menyatakan bahwa dalam konteks pengelolaan DAS secara umum, kerjasama yang solid perlu dibangun, dalam hal ini oleh pemerintah pusat, provinsi, kabupaten/kota, desa, serta masyarakat setempat dalam mengatasi berbagai macam konflik kepentingan secara konsisten. Analisis *stakeholder* adalah salah satu cara untuk memperoleh informasi terkait kepentingan, agenda, dan pengaruh, serta memahami perilaku mereka terhadap proses pengambilan keputusan (Brugha R & Varvasovzdsky, 2000). Oleh karena itu, penelitian ini melakukan identifikasi, pemetaan, serta pengaruh antar stakeholder dalam program Citarum Harum.

a. Identifikasi stakeholder

Identifikasi stakeholder dibagi menjadi lima kelas, yaitu pemerintah pusat, pemerintah provinsi, pemerintah kabupaten/kota, swasta, dan pegiat komunitas lingkungan. Lebih lanjut diuraikan kepentingan utama dan peran masing-masing stakeholder dalam program, seperti dirinci pada Tabel 3.

Pemerintah pusat yang terlibat dalam program Citarum Harum pada Tabel 3 adalah Tim Pengarah dan Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Citarum. Peran strategis tim pengarah dalam hal ini adalah integrasi program dan koordinasi antara Kementerian/Lembaga. BBWS dalam program Citarum Harum sangat berperan penting pada seluruh komponen program karena berkaitan dengan penyediaan infrastruktur, data teknis, dukungan anggaran dan optimalisasi personel.

b. Pemetaan pengaruh dan kepentingan antar stakeholder

Pemetaan stakeholder sangat penting untuk dilakukan sebagai langkah awal mencegah tumpang tindih peran dalam pengelolaan sumber daya alam serta sebagai alat untuk memudahkan pelaksana program dalam mewujudkan tujuan yang hendak dicapai. Citarum Harum sedari awal bertumpu pada indikator peningkatan kualitas air sebagai tujuan utama. Hasil pemantauan indeks kualitas air di Sungai Citarum selama ini ditampilkan secara global, tetapi tidak secara spesifik di Sub DAS yang mana. Dalam program Citarum Harum, setelah ditetapkan menjadi 23 sektor, diharapkan sebaiknya nilai indeks kualitas air tersebut dibahas per sektor. Langkah-langkah strategis yang disiapkan juga selaras dengan nilai indeks kualitas air

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

per parameter yang ada. Tentu saja dengan lebih terfokus pada capaian indikator indeks kualitas air per sektor maka penanganan akan lebih tepat sasaran sesuai dengan karakteristik geografi dan demografi per sektor.

Khofifah, Waluya, & Abdullah (2024) menyarankan bahwa program Citarum Harum perlu memperluas program pemulihan ekonomi masyarakat. Program seperti pelatihan keterampilan, bantuan modal usaha yang menciptakan stabilitas ekonomi masyarakat diharapkan mampu meningkatkan keterlibatan dan partisipasi aktif dari masyarakat. Berbagai upaya pengendalian pencemaran di Sungai Citarum telah dilakukan sejak tahun 1989, namun hanya dalam program Citarum Harum ini terdapat pelibatan unsur anggota Tentara Nasional Indonesia (TNI) dalam implementasinya. Garis komando yang kuat dan pelibatan segenap unsur bersama masyarakat di tingkat tapak menjadi salah satu ciri program Citarum Harum. Sebagaimana diamanatkan dalam Perpres ini, militer melaksanakan sebanyak 10 dari total 12 poin dalam rencana aksi.

Tabel *(Table)* 3. Identifikasi stakeholder dalam program Citarum Harum *(Stakeholder identification in the Citarum Harum program)*

No	Kelompok *(category)*	Instansi *(institution)*	Kepentingan Utama *(primary interest)*	Peran dalam program *(role in the program)*
1	Pemerintah Pusat	Tim Pengarah	Optimalisasi personel dan peralatan operasi dengan mengintegrasikan program dan kegiatan ke dalam kementerian, lembaga dan pemerintah daerah	Kerjasama dan kolaborasi antar stakeholder
		BBWS Citarum		Menyediakan infrastruktur dan data teknis
2	Pemerintah Daerah Provinsi	Gubernur	Berkepentingan dalam menyusun rencana aksi	Kerjasama dan kolaborasi antar stakeholder
		Kapolda Jawa Barat	Efektivitas penegakan hukum, pengawasan dan keamanan	Mendukung kegiatan terutama dalam operasi gabungan
		Pangdam III Siliwangi	Pelaksanaan fisik, edukasi masyarakat dan pengamanan lingkungan berjalan efektif	Memobilisasi peralatan operasi
		Komandan Sektor	Pelaksana fisik, edukasi masyarakat dan pengamanan lingkungan di lapangan berjalan efektif	Melaksanakan operasi di lokus yang ditentukan Satgas
		DLH Provinsi Jawa Barat	Keberhasilan pelaksanaan monitoring, pengawasan, dan pembinaan	Menjamin kolaborasi pemerintah di daerah
3	Pemerintah Kabupaten/ Kota	DLH Kota/Kabupaten	Keberhasilan pelaksanaan monitoring, pengawasan, dan pembinaan	Menjamin sinergi antara pemerintah pusat dan daerah
		Bappeda Kota/ Kabupaten	Integrasi program	Menjamin sinergi antara pemerintah pusat dan daerah
		Pemerintah Kelurahan/ Desa	Fasilitator perubahan perilaku masyarakat	Pelaksana di tingkat tapak
		RT/ RW	Fasilitator perubahan perubahan perilaku masyarakat	
4	Industri	APINDO	Peningkatan kepatuhan regulasi lingkungan	Bersinergi dengan pemerintah
5	Akademisi	Tim Ahli Perguruan Tinggi	Pendukung Tim DAS Pengarah Pendidikan, Penelitian, pengabdian dan	Bersinergi dengan pemerintah
6	Komunitas Pegiat Lingkungan	Komunitas Peduli Sungai (KPS)	Pelestarian lingkungan sungai	Fasilitator
		Kelompok Tani Hutan (KTH)	Keberhasilan kegiatan reboisasi di hulu	
		Bank Sampah Induk (BSI)	Keberhasilan kegiatan di setiap sektor	

Sumber *(source)*: Hasil olahan data tahun 2025 *(Data proceed on 2025)*

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

Rahayu, Pratama, Widiantika, & Sofiani (2023) menyatakan bahwa keberhasilan program Citarum Harum dalam menyelesaikan beberapa permasalahan lingkungan tidak terlepas dari peran penting anggota TNI dalam menjalankan program spesifik nyata yaitu kegiatan turun bersih-bersih sungai. Poin pertama dalam rencana aksi terkait dengan penegakan hukum yang dilaksanakan oleh POLDA, dan poin kedua terkait tim ahli. Total sebanyak 10 (sepuluh) poin dalam rencana aksi dilaksanakan oleh masing-masing Komandan Sektor, mulai dari penanaman pohon, pekerjaan fisik, pengecekan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) sampai pada pembinaan kepada masyarakat yang dipimpin langsung oleh masing-masing perwira militer. Kenyataan di lapangan, stakeholder yang paling banyak berperan implementasi program Citarum Harum adalah anggota TNI serta Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR), dalam hal ini BBWS Citarum. Pemerintah daerah masih sangat minim perannya di lapangan. Sebagai contoh dalam hal penertiban bangunan liar, seharusnya pemerintah daerah berkolaborasi bersama satgas, namun seringkali sinergitas belum berjalan optimal di lapangan. Nur (2025) menegaskan bahwa kualitas sinergi antar aktor berperan sangat penting untuk mewujudkan pemulihan sungai yang partisipatif dan berkeadilan.

Kolaborasi antar stakeholder dalam hal ini antara anggota TNI yang tergabung dalam setiap sektor dengan Pemerintah Provinsi Jawa Barat maupun dengan Pemerintah Kabupaten/Kota selalu terhalang dalam hal komitmen anggaran. Isu kunci dalam hal ini adalah pemerintah daerah seringkali terfokus pada penanganan dana hibah bantuan langsung atau bantuan pendidikan yang memiliki faktor penting dari aspek politis. Oleh karena itu pemerintah kabupaten/kota mengabaikan peluang untuk mengembangkan program-program lingkungan yang sumber anggarannya dari Pemerintah Provinsi atau dari pusat, sebagai akibatnya alokasi anggaran pemerintah daerah sangat minim untuk program Citarum Harum.

Hal ini perlu menjadi perhatian bagi para pengambil kebijakan dalam program ini, karena sejatinya pemerintah daerah yang perlu berperan penting saat masa transisi program Citarum Harum dari tim satgas atau militer kepada masyarakat. Jika sedari awal program pemerintah daerah tidak berpartisipasi aktif, dikhawatirkan proses transisi di akhir masa program Citarum Harum tidak dapat berjalan mulus. Istilah Naradamping yaitu Aparatur Sipil Negara (ASN) dalam lingkup Pemda Kabupaten/Kota yang telah disiapkan untuk proses transisi tata kelola Citarum kepada masyarakat sebenarnya telah mulai dibahas dalam setiap rapat koordinasi. Dibutuhkan komitmen dan kepemimpinan yang kuat untuk mengaktifkan peran Naradamping ini di lapangan. Pemerintah Desa di sepanjang aliran sungai Citarum memegang peranan terdepan bagi kelestarian dan keberlanjutan manfaatnya. Oleh karena itu kapasitasnya perlu ditingkatkan secara signifikan. Kapasitas kepemimpinan pada taraf pemerintahan desa harus mampu menjalankan tugasnya secara profesional dan siap berkolaborasi dengan seluruh pihak. Pemetaan

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

stakeholder dalam program Citarum Harum ditampilkan pada Gambar 3.

Pemain kunci *(key player)* dalam implementasi Peraturan Presiden Nomor 15 Tahun 2018 adalah Tim Pengarah, Gubernur Jawa Barat, Panglima III/Siliwangi, Komandan Sektor, dan BBWS. Dalam hal implementasi program langsung di lapangan Komandan Sektor berperan sangat penting dalam mengatur personel untuk berbagai agenda kegiatan terutama aksi bersih sungai dan pengawasan yang sangat ketat terhadap pembuangan limbah ke sungai. *Subject* dalam analisis stakeholder program Citarum Harum umumnya diisi oleh lingkup pemerintah daerah antara lain adalah Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Barat, Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten/Kota, Bappeda Kabupaten/Kota serta Pemerintah Desa/Kelurahan dan RT/RW pada masing-masing wilayah terbentangnya DAS Citarum. Kepentingan dan kekuasaan para *stakeholder* ini dapat berubah seiring berjalannya waktu. C*ontext setter* adalah *stakeholder* yang pada satu sisi mempunyai pengaruh yang signifikan, namun di sisi lain kepentingannya terhadap suatu hal sangat rendah. Stakeholder yang termasuk dalam kategori ini harus dipantau, karena dalam kondisi tertentu kategori ini dapat menjadi *key player*.

IV. KESIMPULAN

Bentuk manajemen perubahan berdasarkan Teori U masih berada pada tahap *Co-creating* (membuat prototipe baru) yang artinya program Citarum Harum merupakan sebuah upaya untuk melembagakan yang baru dengan inovasi berbasis kolektif. Proses mendengarkan pendapat, pengetahuan dan perspektif masyarakat dapat membantu pembuat dan pelaksana kebijakan dalam program pemulihan sungai yang berkelanjutan. Stakeholder kunci dalam penelitian ini adalah Tim Pengarah dalam Tim DAS Citarum, Gubernur Provinsi Jawa Barat, Panglima III Siliwangi, Dansektor, dan Balai Besar Wilayah Sungai Citarum.



Gambar *(Figure)* 3. Pemetaan dan pengaruh antar stakeholder dalam program Citarum Harum *(Mapping and interaction of stakeholder influence within the Citarum Harum program*

Sumber *(source)*: Hasil olahan data tahun 2025 *(Data proceed on 2025)*

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

Pendekatan yang transparan, akuntabel dan berkelanjutan dapat mendorong kesetaraan dan program yang inklusif. Mekanisme reward dan punishment dapat mengoptimalisasikan peran dari setiap stakeholder yang terlibat dalam program Citarum Harum.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Sekolah Pascasarjana IPB University, Dansektor 21 Citarum Harum, Balai Besar Wilayah Sungai Citarum, Dinas Lingkungan Hidup Kota Cimahi dan Laboratorium Pengujian Kualitas Lingkungan BINALAB yang telah memberikan dukungan demi kelancaran penelitian ini.

KONTRIBUSI

Penulis pertama merencanakan topik penelitian, menyiapkan rancangan penelitian, menyusun jadwal kerja di lapangan, mengumpulkan data dan menyusun laporan. Penulis kedua dan ketiga berkontribusi dalam penyusunan artikel ilmiah.

DAFTAR PUSTAKA

Abbas, R., (2005). Mekanisme perencanaan partisipasi stakeholder Taman Nasional Gunung Rinjani. Disertasi. Bogor. Institut Pertanian Bogor.

Agusti, P.R., Siddha, A., Zulfikar, W. (2025). Evaluasi program Citarum Harum dalam pengendalian pencemaran di sektor 8 Sungai Citarum Kabupaten Bandung. *Jurnal Praxis Idealis.* 2(3). https://doi.org/10.36859/jp.v2i3.4392

Alikodra, H. S. (2020). *Era Baru Konservasi Sumber Daya Alam dan Lingkungan: Membumikan Ekosofi Bagi Keberlanjutan Umat*. Bogor: IPB Press.

Amelia, D. (2024). *Regulasi Penegakan Hukum terhadap Pencemaran Air di Sungai Citarum, Jawa Barat*. *Savana: Indonesian Journal of Natural Resources and Environmental Law* (Vol. 1).

Anhar, F. (2014). *Estimasi Kerugian Ekonomi Akibat Pencemaran Air di Waduk Cirata Wialyah Kabupaten Cianjur Provinsi Jawa Barat*. Institut Pertanian Bogor.

Brugha R, & Varvasovzdsky, S. (2000). Stakeholders Analysisi: a Review. *Health Policy and Planning*, *15*(3), 239–246.

Dewan Sumber Daya Air Nasional. (2019). Rekomendasi untuk Percepatan Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan DAS Citarum. 1-78.

Effendi, H., Prayoga, G., Azhar, A. R., & Azhar, R. (2021). *Pollution source of Cileungsi-Cikeas-Bekasi river*. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 744). IOP Publishing Ltd. doi:10.1088/1755-1315/744/1/012014

Hadining, A., Kusnadi, Sari, G., Sudarjat H. (2020). Analisis faktor yang mempengaruhi perilaku masyarakat untuk berpartisipasi dalam program Citarum Harum. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 5:70-79

Hermawan, Y., Wardhani E., (2021). Status Mutu Air Sungai Cibeureum, Kota Cimahi. Jurnal Sumberdaya Alam dan

 @2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

Lingkungan. 8(1):28-41.doi: 10.21776/ub.jsal. 2021.008.01.4.

Juliandar, M., Rohmat, D., Setiawan, I., Nandi, N., (2023). The impact of Citarum Harum project on Ecoliteracy among upper Citarum Residents. *Geosfera Indonesia*. 8(3): 316. doi: 10.19184/geosi.v8i3.40131.

Junengsih, J. (2018) Estimasi kerugian ekonomi masyarakat akibat pencemaran Sungai Citarum (Kasus: Kelurahan Utama, Melong dan Leuwigajah Kecamatan Cimahi Selatan Kota Cimahi Provinsi Jawa Barat. [tesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Khofifah, W., Waluya, B., & Abdullah, M. (2024). Analisis Persepsi Masyarakat Tergusur terhadap Dampak Sosial Ekonomi Program Citarum Harum. *Jurnal Nuansa Akademik*, *9*(1), 247–266.

Loucks, B. (2017). *Water resource systems planning and management*. Champ: Springer.

Noor, J. (2012). Metodologi Penelitian. Jakarta. Kencana Prenada Media Group.

Nur, Y.P. (2025) Pola relasi implementasi program Citarum Harum: studi kasus Desa Tarumajaya, Bandung. Bogor: IPB University.

O'Brien, K. (2018). Is the 1.5C target possible? Exploring the three spheres of transformation. *Environmnteal Sustainability*.

Price, L., & Price, D. (2017). The Death of the Citarum River: Indonesia's Most Toxic Waterway. Artikel. Pulitzer Center. .

Rahayu, F., Pratama, M., Widiantika, S., & Sofiani, N. (2023). *Pengaruh Partisipasi Masyarakat terhadap Program Citarum Harum Bestari*. In *Konferensi Nasional Ilmu Administrasi*. Bandung: Politeknik STIA LAN Bandung.

Rahmah, F.J. & Deliarnoor, N.A. (2025). Evaluasi kebijakan pemerintah dalam upaya percepatan pengendalian dan kerusakan DAS Citarum melalui program Citarum Harum dalam penanganan lahan kritis di Hulu DAS Citarum Kecamatan Kertasari, Kabupaten Bandung Tahun 2024-2025. 8(2). doi: 10.31334/transparansi.v7i2.4822

Saleh, N., Bastari, Burhanuddin, S., Akbar, DSN., Irfan, M., Dharma, P., Mayaningtyas, P., Thamrin, DK., Alhanif, R., (2024). *Citarum Harum Merawat Sungai Menyelamatkan Kehidupan.*

Scharmer, C. O. (2009). *Theory U: Leading from the Future as It Emerges*. Berret-Koehler Publishers.

Scharmer, C. O. (2018). *The Essentials of Theory U: Core Principles and Applications*. Berret-Koehler Publishers.

Sutapa, IDA., Apip, Fakhruddin M., Yogaswara, H., (2021). Implementation of ecohydrology to support sustainable water resource management in tropical region, Indonesia. Ecohydrology and Hydrobiology.

Sulistyaningsih, T., (2021). Public policy analysis on watershed governance in Indonesia. Sustainability, 13(2).

Suwarso, R., Novalia, W., Nurdin, I., Akbar, T., Septiansyah, B., & Taufik, F. (2022). *Policy Brief Memperkuat Kapasitas Lokal untuk Mempercepat Revitalisasi Sungai Citarum, Indonesia*.

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

Wamsler, C., & Bristow, J. (2022). At the intersection of mind and climate change: integrating inner dimensions of climate change into policymaking and practice. *Climatic Change*.

Zaenudin, H & Komariah, K.S. (2022). The strategy of regional media in campaigning pollution control and damage of citarum river watershed in west java (a case study of the citarum harum program). doi:10.1088/1755-1315/1089/1/012063

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

E-ISSN: **2579-5511/P-ISSN:2579-6097**
doi https://doi.org/10.59465/jppdas.2026.10.1.107-130

KARAKTERISASI HIDROSTRATIGRAFI BERBASIS GEOLISTRIK UNTUK IDENTIFIKASI AKUIFER DI LERENG TIMUR GUNUNG API UNGARAN

(Geoelectric-Based Hydrostratigraphic Characterization for Aquifer Identification on the Eastern Slope of Ungaran Volcano)

Endra Yuliawan[1], Sonna Diwijaya[1] , Hilmy Ahmad[1], Tjahyo Nugroho Adji [1,*], dan Ahmad Cahyadi [1]

[1]*Departemen Geografi Lingkungan, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada*

**Email*: adji_tjahyo@ugm.ac.id

Diterima: 17 Juli 2025, Direvisi: 1 September 2025, Disetujui: 9 September 2026

ABSTRACT

The eastern slope of Ungaran Volcano is an area under high pressure for clean water needs due to population growth, the expansion of residential, and industrial areas. This study aims to identify and characterize the aquifer system through a hydrostratigraphic approach that integrates Vertical Electrical Sounding (VES) data from nine measurement points, borehole log data to a depth of 35 m, and geological and geomorphological information. The research results show the presence of two main aquifer systems, namely unconfined aquifers and confined aquifers. The unconfined aquifer is widely distributed in the central and eastern regions, particularly in the geomorphological unit of the Middle Slope Young Ungaran Pyroclastic Flow (VM6), which is dominated by porous lahar deposits. Meanwhile, the confined aquifer is identified in the northeastern zone, characterized by lahar layers trapped between impermeable rock formations of lava and fine tuff. The interpretation of rock resistivity shows that lahar deposits (10–100 Ωm) act as an aquifer, lava (>100 Ωm) as an aquifuge, and tuff (<10 Ωm) as an aquiclude. The 2D and 3D hydrostratigraphic models produced clearly illustrate the spatial distribution of aquifers, where the greatest groundwater potential is found in the eastern, central, and part of the northern regions. In contrast, the western and southern regions are dominated by lava rock, which has low aquifer potential. This finding provides an important scientific basis for the sustainable management and utilization of groundwater resources in volcanic areas.

Keywords: Hydrostratigraphy; aquifer; geoelectrical method; Ungaran Volcano

ABSTRAK

Lereng timur Gunung api Ungaran merupakan kawasan dengan tekanan tinggi terhadap kebutuhan air bersih akibat pertumbuhan penduduk, perluasan kawasan permukiman, dan

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

industri. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengarakterisasi sistem akuifer melalui pendekatan hidrostratigrafi dengan mengintegrasikan data geolistrik metode *Vertical Electrical Sounding* (VES) pada 9 titik pengukuran, data log bor hingga kedalaman 35 meter, serta data geologi dan geomorfologi. Hasil penelitian menunjukkan adanya dua sistem akuifer utama, yaitu akuifer bebas dan akuifer tertekan. Akuifer bebas tersebar luas di wilayah tengah dan timur, khususnya pada satuan geomorfologi Aliran Piroklastik Lereng Tengah Ungaran Muda (VM6), yang didominasi oleh endapan lahar berpori. Sementara itu, akuifer tertekan teridentifikasi pada zona timur laut, dengan karakteristik lapisan lahar yang terjebak antara batuan kedap berupa lava dan tuf halus. Interpretasi resistivitas batuan menunjukkan bahwa endapan lahar (10–100 Ωm) berperan sebagai akuifer, lava (>100 Ωm) sebagai akuifug, dan tuf (<10 Ωm) sebagai akuiklud. Model hidrostratigrafi 2D dan 3D yang dihasilkan menggambarkan sebaran spasial akuifer secara jelas, dengan potensi air tanah terbesar berada di wilayah timur, tengah, dan sebagian utara. Sebaliknya, wilayah barat dan selatan didominasi oleh batuan lava yang memiliki potensi akuifer rendah. Temuan ini memberikan dasar ilmiah yang penting bagi pengelolaan dan pemanfaatan sumber daya air tanah secara berkelanjutan di kawasan vulkanik.

Kata kunci: Hidrostratigrafi; akuifer; metode geolistrik; gunung api Ungaran

I. PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu sumber daya di bumi yang memiliki banyak manfaat bagi kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya. Perkembangan penduduk dan meluasnya permukiman menjadikan kebutuhan sumber air bersih meningkat (Hanif *et al.*, 2025). Nugraha *et al.* (2023) menyatakan bahwa permintaan air semakin meningkat dikarenakan adanya urbanisasi, perubahan iklim, dan perubahan penggunaan lahan yang menyebabkan tekanan terhadap penyediaan air tanah. Hal ini tentunya menimbulkan permasalahan terkait sumber daya air, baik air permukaan maupun air tanah. Air tanah merupakan air yang sering dimanfaatkan dalam pemenuhan kebutuhan domestik, industri, dan sektor lainnya (Wang *et al.,* 2022*)*.

Perubahan penggunaan lahan dari lahan tidak terbangun menjadi kawasan permukiman, perdagangan, jasa, dan industri di wilayah Kota Ungaran tidak hanya meningkatkan kebutuhan air, tetapi juga berpotensi meningkatkan tekanan terhadap ketersediaan sumber daya air setempat. Darmawan *et al*. (2021) menyatakan bahwa peningkatan kepadatan populasi di Kota Semarang telah mendorong pergeseran area permukiman dari pusat kota ke kota satelit seperti wilayah Kota Ungaran di Kabupaten Semarang. Kondisi tersebut diikuti oleh konversi lahan pertanian menjadi kawasan permukiman, perdagangan, dan jasa (Atsamari & Pigawati, 2024). Peningkatan kebutuhan air yang mengikuti perkembangan kawasan terbangun tersebut pada akhirnya meningkatkan tekanan terhadap sistem penyediaan air bersih di Ungaran. Tekanan terhadap ketersediaan air tersebut tercermin dari krisis air bersih yang terjadi di wilayah

 @2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

Ungaran (Jamilah, 2021). Keluhan masyarakat terhadap kelangkaan air bersih mendorong Forum Komunikasi Pelanggan (FKP) PDAM untuk meninjau langsung kondisi Sumber Kalidoh di wilayah administratif Kabupaten Semarang, yang dikelola oleh PDAM Kota Semarang. Kondisi ini menunjukkan pentingnya identifikasi dan pemahaman sistem akuifer serta hidrostratigrafi di lereng timur Gunung api Ungaran untuk mendukung keberlanjutan penyediaan air bersih.

Pemahaman yang kuat mengenai sistem hidrostratigrafi menjadi kunci dalam mengatasi tantangan ini dan menjamin pemanfaatan air tanah yang efisien (Awadh *et al*., 2021). Dalam hal ini, penelitian geohidrologi yang komprehensif dapat membantu perencanaan dan pengelolaan sumber daya air yang lebih efektif, serta mencegah terjadinya krisis serupa di masa mendatang. Akuifer di daerah gunung api memiliki ciri hidrogeologi yang khas, dipengaruhi oleh material vulkanik, struktur geologi, dan proses hidrogeokimia (Baud *et al*., 2024; Christensen *et al*., 2020). Sebagai contoh, komposisi material vulkanik, seperti yang terdapat di wilayah Chimborazo, berperan penting dalam pembentukan akuifer berlapis yang memungkinkan terjadinya aliran air tanah yang kompleks (Procel *et al*., 2023). Penyusun utama akuifer di daerah gunung api berupa lava, breksi vulkanik, tuf, dan endapan piroklastik (laharik) dengan porositas dan permeabilitas yang bervariasi. Retakan, rekahan, serta pelapukan batuan menghasilkan porositas sekunder yang penting bagi penyimpanan dan pergerakan air tanah serta peran struktur geologi dalam kapasitas penyimpanan air tanah (Bennett *et al*., 2022; Betterle & Bellin, 2024). Struktur geologi seperti sesar dan patahan juga memegang peranan sebagai jalur utama aliran, membentuk sistem akuifer yang kompleks dan beragam di zona jenuh. Diamond *et al.* (2019) menjelaskan bahwa keberadaan akuifer dapat diidentifikasi dengan melakukan analisis hidrostratigrafi untuk menggambarkan kondisi lapisan penyimpan air berupa susunan lapisan akuifer, ketebalan, dan urutan perlapisan. Data hidrostratigrafi dapat diperoleh dari pengukuran geofisika (survei geolistrik) dan data lubang bor yang dijadikan sebagai validasi perlapisan batuan (Fabien-Ouellet & Gloaguen, 2014). Survei geolistrik sebagai salah satu metode geofisika memanfaatkan sifat kelistrikan batuan, khususnya resistivitas, untuk menyelidiki struktur bawah permukaan dan sangat penting dalam eksplorasi air tanah, mineral, serta studi lingkungan (Binley, 2015). Metode geolistrik efektif dalam menemukan akuifer dengan mengidentifikasi variasi resistivitas yang mengindikasikan zona jenuh air (Patra *et al*., 2016; Zuhdi *et al*., 2023). Resistivitas batuan berkaitan erat dengan keberadaan air tanah karena air bertindak sebagai konduktor yang lebih baik dibandingkan mineral penyusun batuan, sehingga meningkatnya kandungan air akan menurunkan nilai resistivitas (Lowrie, 2007). Park *et al*. (2016) menjelaskan bahwa resistivitas batuan umumnya menurun dengan meningkatnya porositas dan saturasi air, meskipun pengaruhnya dapat bervariasi tergantung pada komposisi mineral dan struktur pori. Selain itu, peningkatan resistivitas pada fluida berpori juga dapat meningkatkan

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

resistivitas batuan, kecuali pada rentang 20–80 Ωm dimana pengaruhnya relatif kecil.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kondisi hidrostratigrafi guna mengidentifikasi keberadaan dan karakteristik akuifer di lereng timur Gunung api Ungaran, sebuah kawasan yang mengalami peningkatan kebutuhan air akibat urbanisasi dan alih fungsi lahan. Studi ini penting untuk mengisi kekosongan riset terkait keterbatasan data bawah permukaan pada sistem akuifer gunung api yang kompleks, khususnya integrasi antara data geolistrik, geologi, dan geomorfologi. Nouradine *et al*. (2024) menyatakan bahwa menggabungkan data geologi, geomorfologi, dan geofisika dapat memberikan gambaran yang komprehensif mengenai sistem akuifer, sehingga meningkatkan penilaian terhadap sumber daya air tanah. Dengan menggabungkan metode *Vertical Electrical Sounding* (VES) dan data bor, penelitian ini menghasilkan model hidrostratigrafi 1D, 2D, dan 3D yang menggambarkan distribusi akuifer bebas dan tertekan secara lebih akurat. Secara praktis, hasil riset ini dapat menjadi dasar pengelolaan dan eksploitasi air tanah yang tepat sasaran, terutama untuk perencanaan konstruksi sumur gali dan bor. Secara akademik, penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pemahaman sistem akuifer gunung api dan dapat menjadi referensi metodologis bagi studi sejenis di wilayah vulkanik lainnya.

II. BAHAN DAN METODE

A. Waktu dan Lokasi

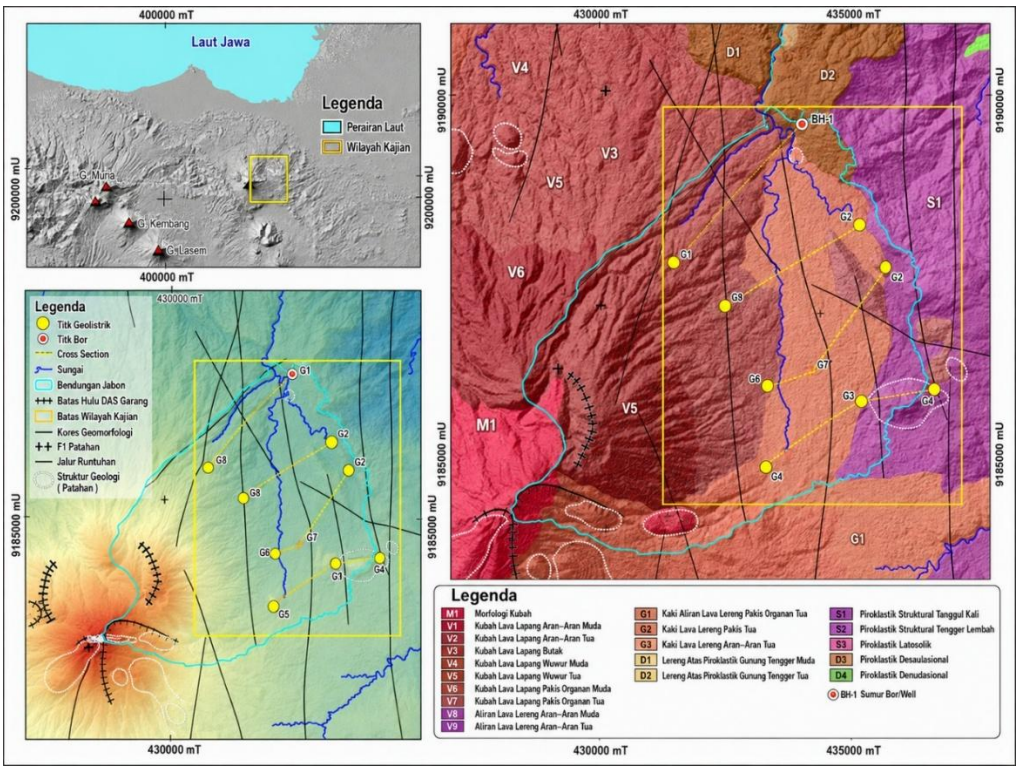
Penelitian ini dilakukan pada September hingga November 2024 dan secara geografis berlokasi di lereng timur Gunung api Ungaran, lebih tepatnya di sebagian wilayah sisi timur Gunung api Ungaran, wilayah Kabupaten Semarang. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah survei lapangan dan penggunaan data sekunder. Survei lapangan dilakukan secara langsung untuk memperoleh nilai resistivitas batuan dari pengukuran geolistrik di lapangan, sedangkan data sekunder yang digunakan meliputi data geomorfologi, data geologi, dan data log bor. Lokasi pengukuran geolistrik ditentukan menggunakan *purposive sampling* dengan satuan geomorfologi sebagai dasar utama dalam pemilihan titik. Titik pengukuran dipilih untuk mewakili variasi satuan geomorfologi dan kondisi geologi pada lereng timur Gunung api Ungaran, mulai dari satuan yang didominasi aliran lava hingga satuan aliran piroklastik dan bentuk lahan vulkanik-struktural. Pemilihan lokasi juga mempertimbangkan posisi topografi, keberadaan indikasi pemanfaatan air tanah seperti sumur gali, serta aksesibilitas untuk pembentangan elektroda di lapangan. Peta geomorfologi, peta geologi, DEMNAS, dan citra *Google Earth* digunakan pada tahap awal untuk menentukan kandidat lokasi pengukuran. Berdasarkan kriteria tersebut, ditetapkan sembilan titik *Vertical Electrical Sounding* (VES), yaitu G1–G9, yang diharapkan dapat merepresentasikan variasi hidrostratigrafi pada lereng timur Gunung api Ungaran, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1

B. Bahan dan Alat

Alat penelitian yang digunakan berfungsi untuk memperoleh, mengolah,

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

dan menganalisis data, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1. Bahan di dalam penelitian ini digunakan sebagai media pendukung untuk mengetahui karakteristik wilayah dan memperoleh data penelitian, seperti disajikan pada Tabel 2.



Gambar (*Figure*) 1. Kondisi geomorfologi dan persebaran titik pengukuran geolistrik (*Geomorphological conditions and distribution of geoelectric measurement points*)
Sumber (Source): Pengolahan data 2025 (*Data analysis 2025*)

Tabel (*Table*) 1. Alat penelitian beserta fungsinya (*Research tools and their functions*)

No.	Nama Alat	Fungsi
1.	Aplikasi Avenza Maps	Menentukan titik koordinat pengukuran dan plotting di lapangan
2.	Meteran	Mengukur tinggi muka air tanah pada sumur dan jarak elektroda saat pengukuran geolistrik.
3.	Alat Geolistrik beserta perlengkapannya	Mengidentifikasi nilai resistivitas batuan untuk mengetahui karakteristik akuifer bawah permukaan
4.	Laptop	Mengolah data, input data dan media penyusunan laporan
5.	Software QGIS	Membuat analisis dan visualisasi data spasial (peta)
6.	Software Progress	Mengolah dan menganalisis data geolistrik serta sebagai modelling penampang melintang
7.	Software RockWorks	Memodelkan pemodelan data geolistrik menjadi model 2D dan 3D
8.	Software Google Earth	Mengetahui elevasi dan kondisi ruang di atas permukaan bumi
9.	Checklist Lapangan	Mencatat dan inventarisasi data lapangan

Sumber (*Source*): Pengolahan data 2025 (*Data analysis 2025*)

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

Tabel (*Table*) 2. Bahan penelitian dan fungsinya (*Research materials and their functions*)

No.	Bahan	Sumber	Fungsi
1.	Peta Geologi Gunung api Ungaran skala 1 : 50.000	ESDM	Mengetahui kondisi geologi wilayah Gunung api Ungaran dan sekitarnya, serta sebagai bahan pertimbangan penentuan titik geolistrik.
2.	Peta Geomorfologi Gunung api Ungaran skala 1 : 50.000	Marin *et al*. (2015)	Mengetahui kondisi geomorfologi wilayah Gunung api Ungaran serta sebagai bahan pertimbangan penentuan geomorfologi vulkanik dan titik geolistrik.
3.	DEMNAS lembar Ungaran	BIG	Mengetahui kondisi topografi wilayah kajian
4.	Peta Rupabumi Indonesia Digital	BIG	Mengetahui kondisi geografis terutama administratif wilayah kajian
5.	Citra Satelit Google Earth	Google	Mengetahui kondisi tutupan lahan serta sebagai survei awal dalam menentukan titik geolistrik.

Sumber *(Source*): Pengolahan data 2025 (*Data analysis* 2025)

C. Metode Penelitian

Metode geolistrik yang digunakan adalah *Vertical Electrical Sounding* (VES) dengan konfigurasi elektroda Schlumberger. Pengukuran nilai resistivitas batuan dilakukan dengan menginjeksikan arus antara sepasang elektroda dan mengukur perbedaan potensial yang dihasilkan pada permukaan antara sepasang elektroda lainnya (Phanjaya *et al*., 2022). Metode geolistrik mengacu persamaan 1.

$$R = \frac{V}{I} \quad (1)$$

Persamaan 1 merupakan rumus resistansi yang digunakan pada medium silinder, sedangkan rumus resistivitas pada bahan medium sesuai dengan Persamaan 2.

$$\rho = R\frac{A}{L} \quad (2)$$

dimana :
V = beda potensial (V)
R = resistansi (Ω)
I = arus listrik (Amper)
ρ = resistivitas bahan (Ωm)
A = luas penampang medium (m^2)
L = panjang medium (m)

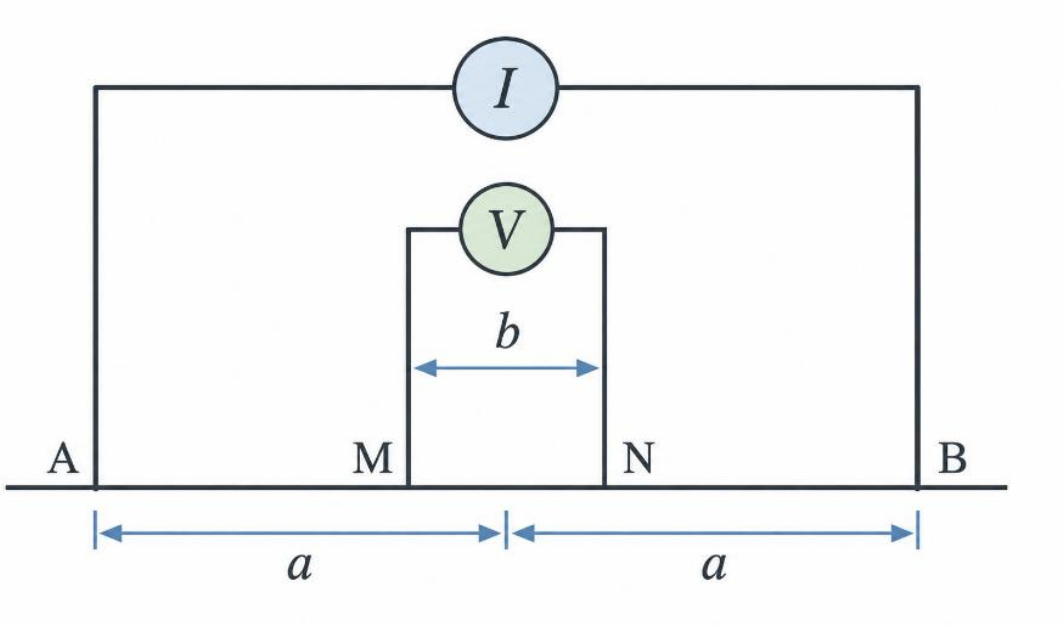
Akuisisi data pada survei lapangan dilakukan menggunakan alat *resistivity meter* dengan 4 buah elektroda. Dua elektroda arus (A dan B) dipasang dengan jarak X_{ab}, sedangkan elektroda potensial (M dan N) dipasang dengan jarak X_{mn} seperti yang tersaji pada Gambar 2. Sementara itu, data yang diperoleh saat pengukuran di lapangan berupa arus listrik (I) dan beda potensial (tegangan, V). Nilai resistivitas diperoleh dari perhitungan seperti pada rumus (1) dan dilakukan perhitungan resistivitas semu (*apparent resistivity*) karena lapisan bawah bumi merupakan sistem berlapis (Muhardi *et al*., 2019). Perhitungan resistivitas semu (*apparent resistivity*) mengacu pada Persamaan 3.

$$\rho_a = \pi \left[\frac{\left(\frac{AB}{2}\right)^2 - \left(\frac{MN}{2}\right)^2}{MN}\right] \cdot \frac{V}{I} \quad (3)$$

Selanjutnya, data resistivitas semu diinversi menggunakan bantuan *software Progress v.30* dan pembuatan *cross-section* hidrostratigrafi dilakukan dengan *software RockWorks 17* (Admin, 2025). Penelitian ini menggunakan analisis deskriptif kuantitatif untuk menilai nilai resistivitas batuan, sehingga dapat diidentifikasi jenis material batuan yang berperan dalam menentukan keberadaan akuifer (Tabel 3). Setelah jenis material

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

diketahui, dilakukan perbandingan dengan jenis material batuan dari data bor yang tersedia, untuk mendapatkan hubungan antara lapisan pembawa air di bawah permukaan (hidrostratigrafi), geologi, dan distribusi geomorfologi vulkanik, sehingga diperoleh potensi keberadaan akuifer pada masing-masing unit geomorfologi.



Gambar (*Figure*) 2. Susunan elektroda Schlumberger (*Schlumberger electrode array*)
Sumber (*Source*): GreyMatters Global (2023)

Tabel (*Table*) 3. Korelasi nilai antara resistivitas dan material batuan (*Correlation of resistivity values and rock materials*)

No.	Tipe Batuan	Rentang Resistivitas (Ωm)
1.	Fine tuff	5 – 11
2.	Claystone	5 – 11
3.	Tuffaceous sandstone (groundwater potential)	14 – 90
4.	Volcanic breccia, fragments facies	90 – 290
5.	Andesite	4.5 x 104 (basah) - 1.7 x 102 (kering) atau 354 – 613
6.	Lava	102 - 5 x 104
7.	Basalt	103 - 1.3 x 107 (kering)
8.	Conglomerate	2 x 103 - 104
9.	Sandstone	1 - 6.4 x 108
10.	Unconsolidated clay (wet)	20
11.	Clay	1 – 100
12.	Bedrock: well fractured to slightly fractured with moist material in cracks	150 – 300
13.	Bedrock: slightly fractured with dry material in cracks	300 – 2400

Sumber (*Source*) :Telford *et al.* (2004); Arifianto *et al.* (2017); Manyoe & Hutagalung (2020)

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

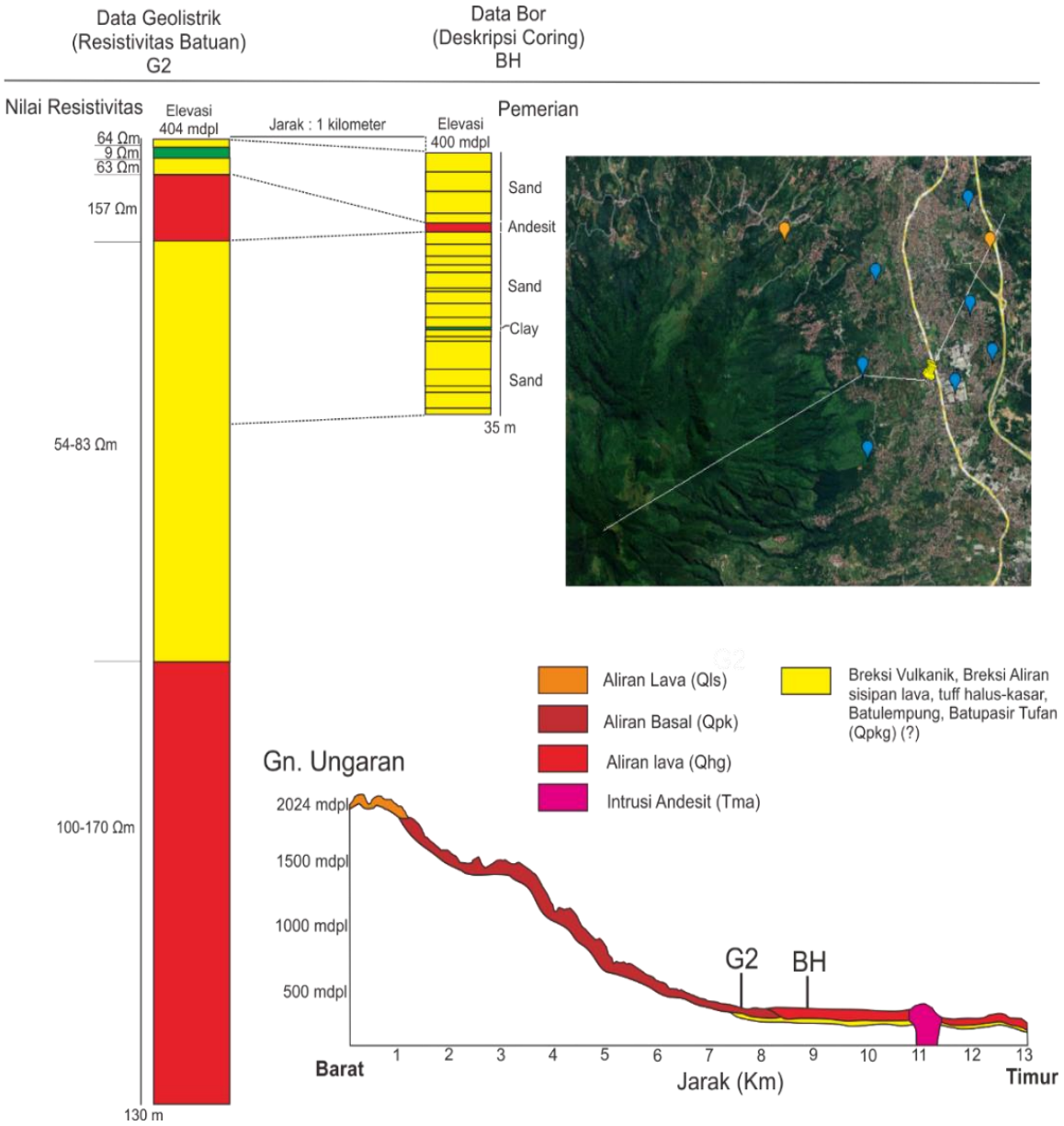
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara umum, kondisi geologi daerah penelitian terbagi menjadi 3 jenis formasi batuan yaitu Formasi Endapan Sedimen, Formasi Batuan Gunung api, dan Formasi Batuan Intrusi (Thanden *et al*., 1996), sedangkan geomorfologinya terdiri dari kelompok bentuk lahan vulkanik yang terdiri dari Kubah Lava Kepundan Kawah Ungaran Tua (VT1), Kubah Lava Lereng Atas Ungaran Tua (VT2), Kubah Lava Ungaran Tua (VT3), Medan Lava Lereng Atas Ungaran Tua (VT4), Aliran Lava Lereng Atas Ungaran Tua (VT5), Aliran Piroklastik Lereng Tengah Ungaran Tua (VT6), Kubah Lava Kepundan Kawah Ungaran Muda (VM1), Kubah Lava Lereng Atas Ungaran Muda (VM2), Kubah Lava Ungaran Muda (VM3), Medan Lava Lereng Atas Ungaran Muda (VM4), Aliran Lava Lereng Atas Ungaran Muda (VM5), Aliran Piroklastik Lereng Tengah Ungaran Muda (VM6); Bukit Intrusi Andesit (V1), Bukit Intrusi Basal (V2); kelompok bentuk lahan struktural yang terdiri dari Perbukitan Struktural Tersayat Kuat (S1), Perbukitan Struktural Tersayat Lemah (S2), Perbukitan Terisolasi (S3), Perbukitan Struktural-Vulkanik Tersayat Kuat (SV1), Perbukitan Struktural-Vulkanik Tersayat Lemah (SV2), Kubah Struktural-Vulkanik Tersayat Kuat (SV3), Dataran Struktural-Vulkanik (SV4); kelompok bentuk lahan denudasional terdiri dari Perbukitan Denudasional (D1), Lembah Denudasional (D2), dan bentuk lahan fluvial terdiri atas Dataran Alluvial (F1) yang merupakan hasil modifikasi endapan dari dataran Vulkanik Ungaran Muda, Medan Lava Vulkanik Ungaran Muda, Kerucut Vulkanik Ungaran Muda, Lereng Vulkanik Ungaran Tua, Kubah dan Medan Lava Ungaran Tua, dan Perbukitan Vulkanik Tua (Marin *et al*., 2015). Pengukuran geolistrik di wilayah kajian dilakukan sebanyak 9 titik pengukuran dengan satuan unit analisis adalah geomorfologi vulkanik di lereng bagian timur Gunung api Ungaran. Pengukuran ini difokuskan untuk memperoleh data resistivitas batuan yang berguna untuk analisis hidrostratigrafi sebagai penentuan keterdapatan akuifer di lereng timur Gunung api Ungaran. Selanjutnya dilakukan pencocokan antara data resistivitas dan jenis batuan pada data log bor (Gambar 3).

Tabel 4 menunjukkan hubungan antara nilai resistivitas, jenis batuan, jenis lapisan, serta keberadaan air dan sifatnya dalam menyimpan air. Dari Tabel 4, terlihat bahwa lava basal dan andesit digolongkan sebagai akuifug, sedangkan endapan lahar diklasifikasikan sebagai akuifer yang merupakan bagian dari endapan aliran piroklastik. Sementara itu, tuf yang merupakan endapan piroklastik berupa jatuhan yang memiliki material halus (abu) diklasifikasikan sebagai akuiklud. Klasifikasi tersebut berkaitan dengan sifat fisik dan hidrogeologi masing-masing material vulkanik. Lava basal dan andesit pada daerah penelitian diinterpretasikan sebagai akuifug karena umumnya dijumpai dalam kondisi relatif masif dan kompak, sehingga memiliki porositas primer serta permeabilitas yang rendah. Pada kondisi tersebut, kemampuan batuan untuk menyimpan maupun meloloskan air menjadi sangat terbatas. Meskipun lava dan andesit pada kondisi terkekarkan atau terlapukkan dapat membentuk porositas sekunder dan berperan sebagai akuifer, karakter tersebut tidak dominan pada hasil

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

interpretasi resistivitas di lokasi penelitian. Sebaliknya, endapan lahar yang didominasi material pasiran dan fragmen vulkanik relatif lepas memiliki ruang antarbutir yang lebih berkembang, sehingga porositas dan permeabilitasnya lebih tinggi serta mampu berfungsi sebagai lapisan pembawa air. Adapun tuf halus memiliki ukuran butir yang kecil dan susunan material yang relatif rapat, sehingga air masih dapat tersimpan di dalam pori-porinya, tetapi pergerakannya sangat lambat karena permeabilitasnya rendah. Oleh karena itu, tuf dalam penelitian ini diklasifikasikan sebagai akuiklud.



Gambar (*Figure*) 3. Nilai resistivitas dan data log bor (*Resistivity values and bore log data*)
Sumber (*Source*): Pengolahan data 2025 (*Data analysis 2025*)

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

Tabel (*Table*) 4. Korelasi jenis litologi dan lapisan pembawa air (*Correlation between lithology type and water-bearing layer*)

No.	Nilai resistivitas (Ωm)	Jenis Batuan	Jenis lapisan penyimpan air tanah	Sifat
1.	> 100	Lava basal	Akuifug	Tidak dapat menyimpan dan meloloskan air
2.	> 100	Lava andesit	Akuifug	Tidak dapat menyimpan dan meloloskan air
3.	11-100	Endapan lahar (pasiran)	Akuifer	Dapat menyimpan dan meloloskan air
4.	<10	Tuf	Akuiklud	Dapat menyimpan air dalam jumlah terbatas, permeabilitas rendah

Sumber (*Source*): Pengolahan data 2025 (*Data analysis 2025*)

Hidrostratigrafi

Berdasarkan hasil interpretasi geolistrik dan korelasinya dengan data log bor, setiap litologi di daerah penelitian menunjukkan karakter nilai resistivitas yang berbeda. Perbedaan tersebut tidak hanya mencerminkan jenis batuan, tetapi juga kondisi fisik batuan bawah permukaan yang mengontrol kemampuan menyimpan dan meloloskan air. Faktor-faktor seperti porositas, tingkat kejenuhan air, ukuran butir, derajat pelapukan, serta keberadaan rekahan turut memengaruhi besarnya nilai resistivitas. Material berbutir halus dan relatif jenuh air, seperti tuf, umumnya menunjukkan resistivitas rendah, sedangkan endapan lahar memiliki resistivitas menengah karena tersusun oleh material pasiran dan fragmen vulkanik dengan ruang antarbutir yang relatif berkembang. Sebaliknya, lava basal dan andesit yang relatif masif dan kompak cenderung memiliki resistivitas yang lebih tinggi karena porositas primer rendah. Variasi resistivitas pada litologi yang sama juga dapat terjadi akibat perbedaan tingkat pelapukan, intensitas rekahan, dan kandungan air di masing-masing lokasi. Oleh karena itu, interpretasi resistivitas dalam penelitian ini tidak dilakukan berdasarkan nilai resistivitas secara tunggal, tetapi dikorelasikan dengan data log bor, kondisi geologi, dan geomorfologi untuk selanjutnya digunakan dalam penyusunan hidrostratigrafi daerah penelitian.

1. *Cross-section* titik G1-G5-G6

Titik G1, G5, dan G6 berada di wilayah dengan karakteristik geologi dan geomorfologi yang berbeda. Titik G1 terletak pada ketinggian 518 mdpl dengan geomorfologi Aliran Lava Lereng Atas Ungaran Muda (VM5) dan geologi berupa aliran lava. Struktur bawah permukaan terdiri dari dua lapisan: batuan andesit di bagian atas dengan resistivitas >250 Ωm dan batuan lava basal di bawahnya dengan resistivitas >100 Ωm. Titik G5, berada pada ketinggian 415 mdpl dalam zona geomorfologi Aliran Piroklastik Lereng Tengah Ungaran Muda (VM6), juga berada di satuan geologi aliran lava. Hasil geolistrik menunjukkan tiga jenis batuan: endapan lahar (15–41 Ωm) di lapisan atas, andesit (402 Ωm) setebal 10 m di bawahnya, dan tiga lapisan berurutan di bawah andesit berupa endapan lahar (74 Ωm), tuf (4 Ωm), serta endapan lahar (30 Ωm) di lapisan paling bawah.

Titik G6 berada pada ketinggian 454 mdpl dalam geomorfologi Kubah Struktural-Vulkanik Tersayat Kuat (SV6) dengan formasi geologi berupa breksi

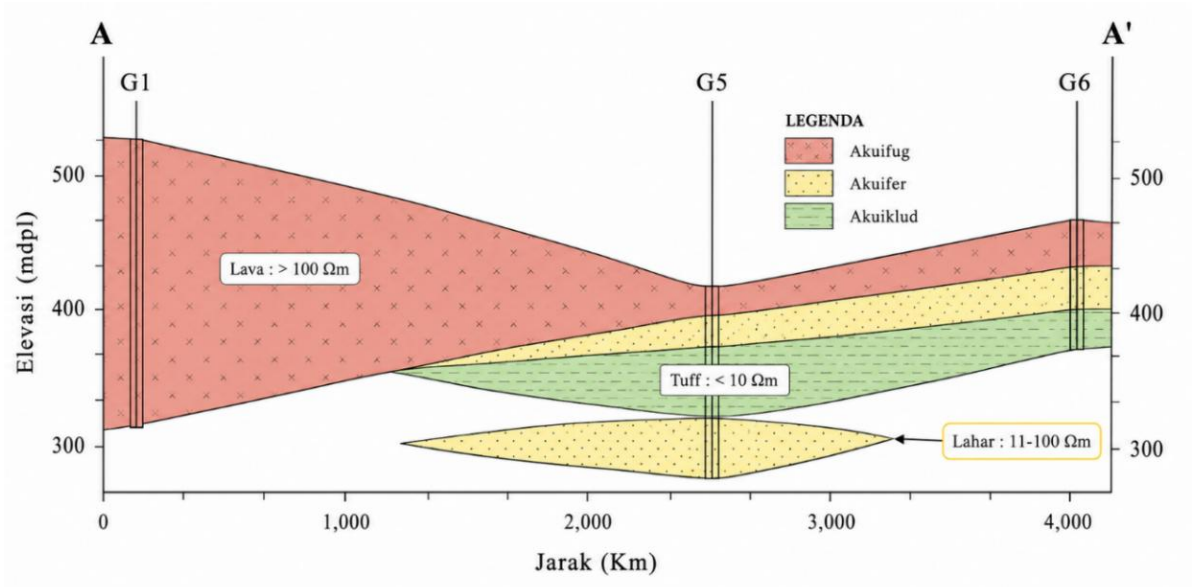
@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

vulkanik, aliran lava, tuf, batupasir tufan, dan batu lempung. Nilai resistivitas di titik ini cukup bervariasi. Lapisan paling atas merupakan batuan lava dengan resistivitas 138 Ωm dan ketebalan sekitar 2 meter. Di bawahnya terdapat lapisan lahar pada kedalaman 2–9 meter, disusul lapisan andesit dengan resistivitas 271 Ωm. Lapisan lahar lain berada di bawah andesit dengan ketebalan ±25 meter. Lapisan terdalam adalah tuf dengan resistivitas 3 Ωm yang mencapai kedalaman lebih dari 70 meter.

Penampang melintang G1–G5–G6 disajikan pada Gambar 4, lengkap dengan sebaran data spasialnya. Titik G1 terletak di lereng Gunung api Ungaran, sehingga menunjukkan aktivitas vulkanisme yang lebih intensif dibandingkan dengan titik G5 dan G6. Berdasarkan Gambar 4, terlihat bahwa lapisan lava di titik G1 cukup tebal dan secara bertahap menipis ke arah G5 dan G6. Pada titik G5 dan G6 mulai dijumpai keberadaan lapisan endapan lahar yang berfungsi sebagai akuifer. Lapisan ini berada di antara dua lapisan kedap, yaitu lava di bagian atas dan tuf di bagian bawah, sehingga berpotensi sebagai akuifer tertekan (*confined aquifer*). Menariknya, di bawah lapisan tuf tersebut juga ditemukan kembali lapisan lahar, yang kemungkinan merupakan akuifer kedua.

2. *Cross-section* titik G2-BH-G7

Titik G2 berada pada geomorfologi Aliran Piroklastik Lereng Tengah Ungaran Tua (VT6) di ketinggian 404 mdpl. Formasi geologinya berupa aliran basal. Nilai resistivitas menunjukkan variasi material: 14–90 Ωm untuk endapan laharik, >100 Ωm untuk batuan lava (basal), dan 5–11 Ωm untuk endapan tuf. Lapisan tuf relatif tipis dibandingkan lapisan lahar dan lava, dengan lava sebagai lapisan dasar. Sementara itu, titik BH 1 (borehole) pada ketinggian 400 mdpl, termasuk dalam geomorfologi Aliran Piroklastik Lereng Tengah Ungaran Muda (VM6), dengan kondisi geologi berupa aliran lava.



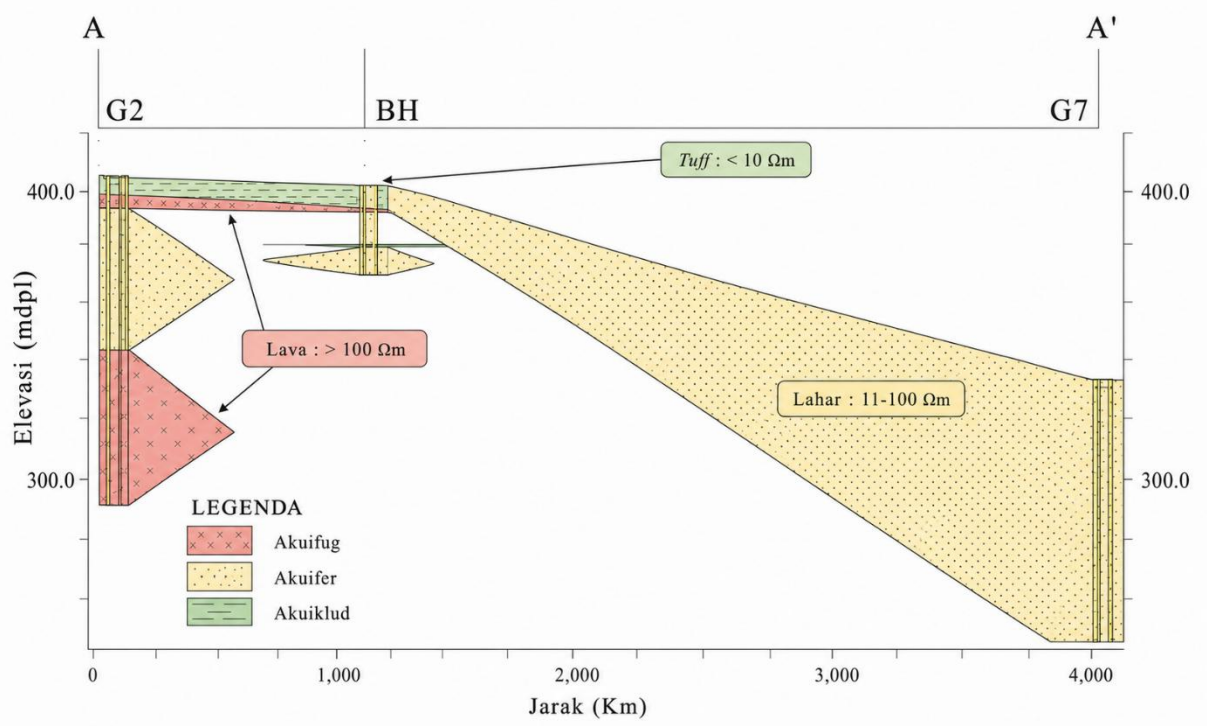
Gambar (*Figure*) 4. *Cross Section* Titik G1-G5-G6 (*Cross-section of points* G1-G5-G6)

Sumber (*Source*): Pengolahan data 2025 (*Data analysis 2025*)

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

Titik G7 berada pada ketinggian 319 mdpl, termasuk dalam geomorfologi Bukit Intrusi Andesit (V1) dengan kondisi geologi berupa batuan andesit. Hasil pengukuran resistivitas menunjukkan dominasi lapisan lahar dengan nilai 14–90 Ωm hingga kedalaman lebih dari 100 meter. Di bagian paling atas, terdapat lapisan tipis (<1 meter) dengan resistivitas tinggi sebesar 138 Ωm yang diinterpretasikan sebagai lava. Selain itu, pada kedalaman 2–4 meter ditemukan sisipan lapisan tuf dengan resistivitas sangat rendah, yakni 3 Ωm, di antara endapan lahar tersebut.

Titik geolistrik G2 dan G7 dikorelasikan dalam penampang melintang bersama titik bor BH, dengan G2 sebagai titik terdekat dan G7 sebagai titik terjauh dari Gunung api Ungaran. Sebagaimana yang disajikan pada Gambar 5, lapisan atas didominasi oleh endapan lahar yang berperan sebagai akuifer bebas di wilayah ini. Di bawahnya terdapat lapisan lava (akuifug), yang teridentifikasi dari G2 ke BH dengan ketebalan yang tidak terlalu tebal, namun tidak tampak dalam korelasi dari BH ke G7. Secara hidrostratigrafi, potensi keberadaan akuifer tertekan pada penampang ini relatif kecil karena tidak ditemukan lapisan lahar yang diapit oleh dua lapisan kedap air. Sesuai dengan Irianto Tri Silohadi *et al.* (2025), sistem akuifer pada daerah stratovulkanik sangat dipengaruhi oleh variasi litologi yang kompleks, baik secara lateral maupun vertikal, sehingga diperlukan analisis lanjutan untuk memastikannya.



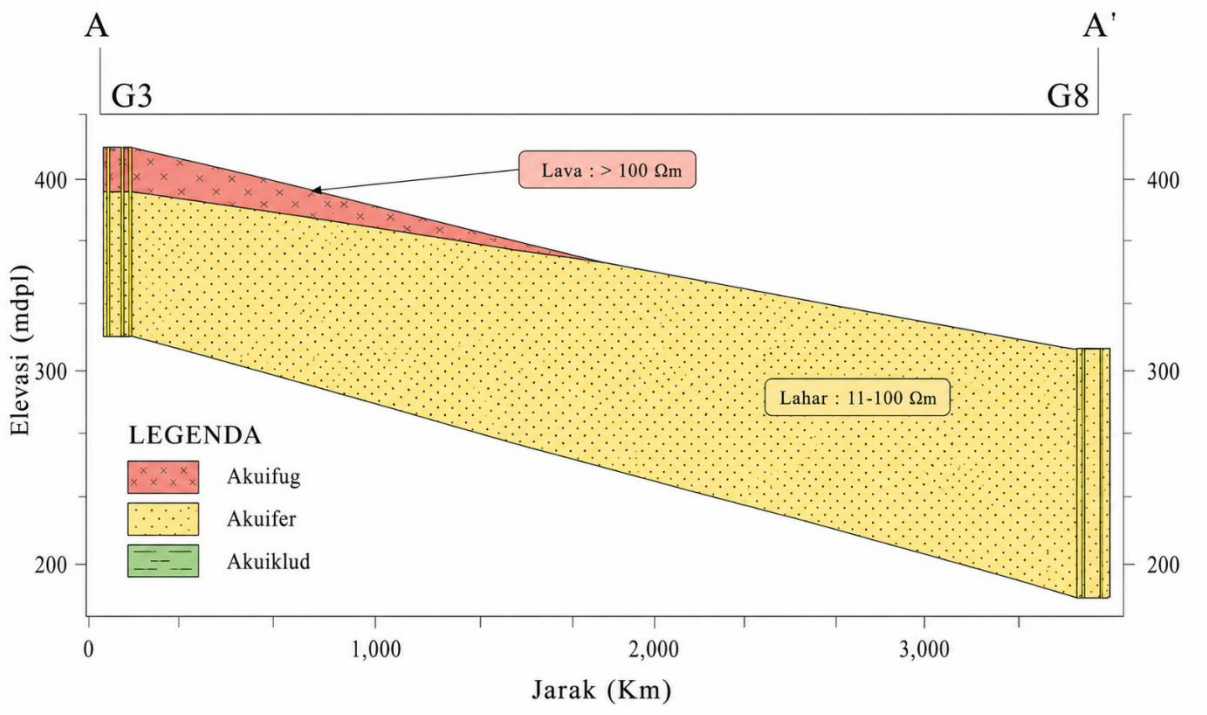
Gambar (*Figure*) 5. *Cross Section* Titik G2-BH-G7 (*Cross-section of points* G2-BH-G7)
Sumber (*Source*): Pengolahan data 2025 (*Data analysis 2025*)

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

3. *Cross-section* titik G3-G8

Titik G3 terletak di lereng Gunung api Ungaran pada elevasi 419 mdpl, berada pada satuan geomorfologi Aliran Piroklastik Lereng Tengah Ungaran Tua (VT6) dengan formasi geologi berupa aliran basal (lava). Interpretasi data geolistrik menunjukkan dua lapisan utama, yakni lapisan lava setebal ±25 m dengan resistivitas >100 Ωm dan lapisan lahar di bawahnya dengan resistivitas 57–97 Ωm. Sementara itu, titik G8 berada di wilayah datar dengan elevasi 306 mdpl dalam satuan geomorfologi Aliran Piroklastik Lereng Tengah Ungaran Muda (VM6), dengan dominasi endapan lahar. Resistivitas batuan berkisar antara 26–35 Ωm, menunjukkan homogenitas endapan lahar. Namun, dijumpai lapisan tuf pada kedalaman 2–4 m dengan resistivitas rendah sebesar 4 Ωm. Kedalaman pengukuran di titik ini mencapai 140 m.

Korelasi antara titik geolistrik G3 dan G8 menunjukkan keberadaan dua satuan batuan utama, yakni lava dan lahar (Gambar 6). Pada titik G3, lapisan lava ditemukan di bagian atas, sedangkan pada titik G8, lapisan lava tidak teridentifikasi. Kondisi ini mengindikasikan bahwa produk vulkanik Gunung api Ungaran tidak menjangkau wilayah titik G8. Perbedaan ini mencerminkan adanya dua sistem akuifer yang berbeda. Di titik G3, lapisan lahar sebagai akuifer berada di bawah lava, sehingga air tanah hanya dapat diakses dengan menembus lapisan lava terlebih dahulu. Sementara itu, ke arah titik G8, kemungkinan lapisan lava semakin menipis hingga tidak muncul, sehingga endapan lahar menjadi lebih terbuka dan berpotensi menjadi akuifer bebas (*unconfined aquifer*).



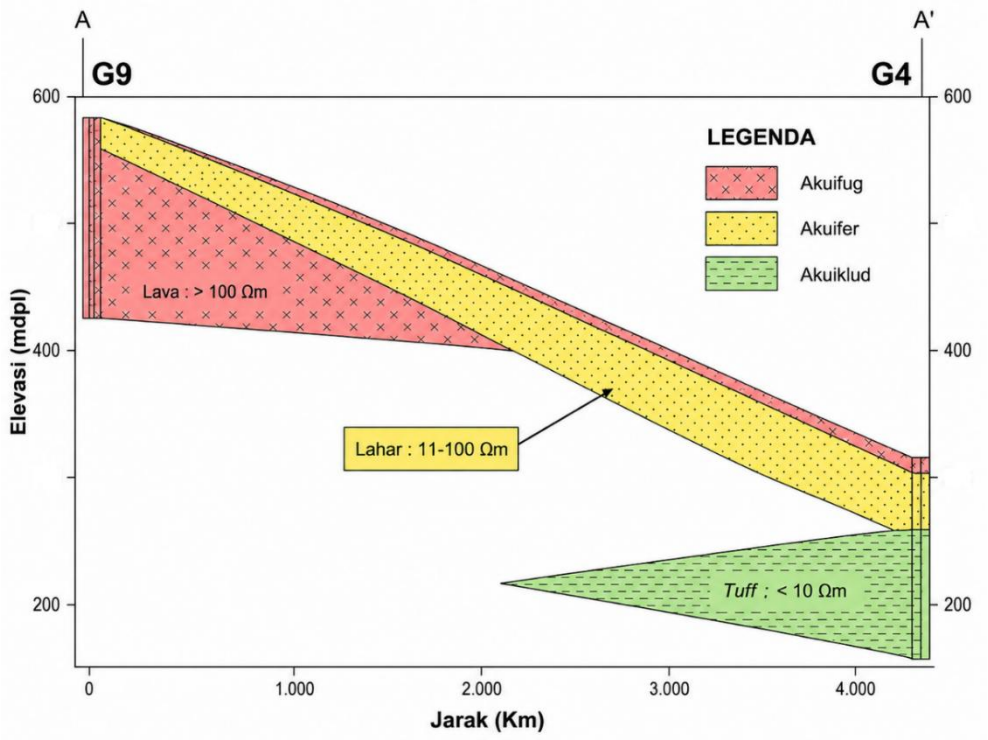
Gambar (*Figure*) 6. *Cross-section* Titik G3-G8 (*Cross-section of points* G3-G8)
Sumber (*Source*): Pengolahan data 2025 (*Data analysis 2025*)

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

4. *Cross-section* titik G4-G9

Titik G4 berada pada elevasi 320 mdpl dalam satuan geomorfologi Perbukitan Denudasional (D1) dan tersusun oleh batupasir tufan, konglomerat, breksi vulkanik, dan tufa. Hasil pengukuran geolistrik menunjukkan variasi resistivitas yang jelas, dengan lapisan lahar tipis di permukaan (62 Ωm), diikuti oleh lava setebal <10 m (>100 Ωm), kemudian lahar lebih tebal di bawahnya (23–24 Ωm pada kedalaman 20–45 m), serta lapisan tuf paling bawah yang sangat konduktif (1–7 Ωm) hingga kedalaman 140 m. Sementara itu, titik G9 pada elevasi 548 mdpl, termasuk dalam satuan geomorfologi Medan Lava Lereng Atas Ungaran Tua (VT4) dan memiliki kondisi geologi berupa aliran basaltik.

Korelasi antara titik geolistrik G9 dan G4 menunjukkan keberadaan lapisan endapan lahar yang dapat diamati pada Gambar 7. Titik G9, yang terletak pada elevasi lebih tinggi dan lebih dekat dengan Gunung api Ungaran, memiliki lapisan lava (sebagai akuifug) di bagian paling atas. Lapisan serupa juga ditemukan di titik G4, meskipun secara geomorfologis berada di wilayah yang lebih datar. Di bawah lapisan akuifug tersebut, tersusun lapisan lahar (piroklastik) yang berfungsi sebagai akuifer dan menjadi indikasi keberadaan air tanah di area ini. Namun, terdapat perbedaan jenis batuan pada lapisan yang lebih dalam: di bawah akuifer pada titik G9 terdapat kembali lapisan lava, sedangkan di titik G4 ditemukan lapisan tuf yang berperan sebagai akuiklud. Kedua jenis lapisan ini bersifat kedap air, sehingga akuifer yang terdapat dalam penampang antara titik G9 dan G4 kemungkinan besar merupakan akuifer tertekan (*confined aquifer*).



Gambar (Figure) 7. *Cross-section* titik G4-G9 (*Cross-section of points G4-G9*)
Sumber (*Source*): Pengolahan data 2025 (*Data analysis 2025*)

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

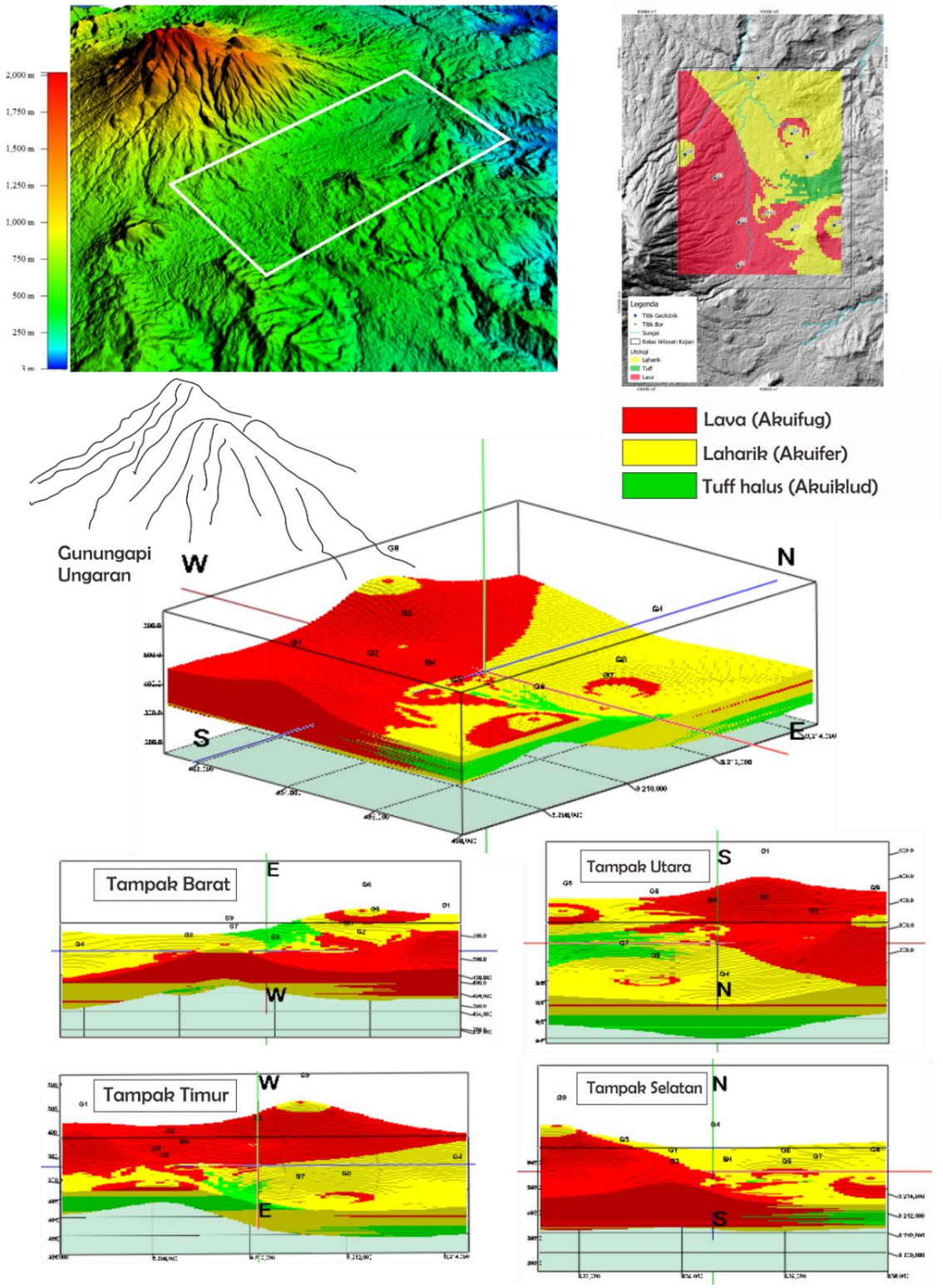
Selanjutnya, hasil model 3D hidrostratigrafi menunjukkan bahwa lapisan akuifer bebas yang dapat diidentifikasi adalah lapisan endapan lahar yang tersebar di bagian paling atas, seperti yang disajikan pada Gambar 8. Wilayah utara, timur, dan tengah, khususnya di lereng tengah, menunjukkan potensi akuifer bebas yang tinggi, ditandai pula oleh keberadaan sumur gali. Sumur gali umumnya dangkal, dengan kedalaman berkisar antara 5 hingga lebih dari 20 meter, dan dibangun untuk memanfaatkan akuifer tidak tertekan (akuifer bebas), sehingga mudah diakses oleh masyarakat lokal (Kifelew & Mesalie, 2021). Di bagian utara, lapisan lahar cukup tebal, namun terjepit antara lava dan tuf, sehingga memungkinkan terbentuknya akuifer tertekan. Sementara itu, zona timur juga didominasi lahar meskipun diselingi tuf dan lava. Sebaliknya, wilayah selatan dan barat didominasi oleh batuan lava (akuifug), sehingga potensi air tanah dangkal di daerah ini relatif rendah. Dengan demikian, zona yang paling berpotensi mengandung air tanah berada di wilayah utara, timur, dan tengah.

Analisis spasial terhadap data geologi, geomorfologi, hidrostratigrafi, dan aliran air tanah menunjukkan keterkaitan yang jelas berdasarkan hasil pengamatan lapangan (Tabel 5). Titik G1, yang berada pada satuan geomorfologi Aliran Lava Lereng Atas Ungaran Muda (VM5) dengan litologi lava, menunjukkan minimnya keberadaan sumur gali. Hal ini disebabkan oleh dominasi batuan lava di bawah permukaan yang berfungsi sebagai akuifug, sehingga potensi akuifer dangkal sangat rendah. Berdasarkan pola aliran air tanah, wilayah ini berperan sebagai daerah imbuhan (*recharge area*) yang mengalir menuju satuan geomorfologi Aliran Piroklastik Lereng Tengah Ungaran Muda (VM6), seperti ditunjukkan pada Gambar 9.

Titik G2, G3, dan G4 berada pada satuan geomorfologi yang berbeda, yakni Aliran Piroklastik Lereng Tengah Ungaran Tua (VT6) untuk G2 dan G3, serta Perbukitan Denudasional (D1) untuk G4. Ketiganya memiliki litologi berupa aliran basal hasil erupsi Gunung api Ungaran Tua. Data geolistrik menunjukkan bahwa lapisan lava mendominasi bagian atas, sementara di bawahnya terdapat lapisan endapan lahar yang berfungsi sebagai akuifer tertekan karena diapit oleh lapisan yang kedap air. Tidak ditemukannya sumur gali di wilayah ini mengindikasikan bahwa muka air tanah berada cukup dalam, sehingga mendukung fungsi kawasan ini sebagai daerah imbuhan (*recharge area*) menuju wilayah yang lebih rendah.

Sebaliknya, titik G5, BH1, dan G8 berada pada satuan geomorfologi Aliran Piroklastik Lereng Tengah Ungaran Muda (VM6), sedangkan titik G7 berada pada Bukit Intrusi Andesit (V1), dengan litologi berupa produk intrusi andesit. Interpretasi geolistrik menunjukkan keberadaan lapisan lahar sebagai akuifer di bawah permukaan, yang memungkinkan banyak sumur gali di wilayah ini. Sistem aliran air tanah mengalir dari selatan ke utara melalui G5 dan BH1 menuju zona *discharge area*, serta dari timur (G7) menuju ke arah yang sama. Oleh karena itu, wilayah ini memiliki potensi air tanah dangkal yang baik, dengan kedalaman kurang dari 10 meter.

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.



Gambar (*Figure*) 8. Model 3D hidrostratigrafi lereng timur Gunung api Ungaran (*3D hydrostratigraphic model of the eastern slope of Ungaran Volcano*)

Sumber (*Source*): Pengolahan data 2025 (*Data analysis 2025*)

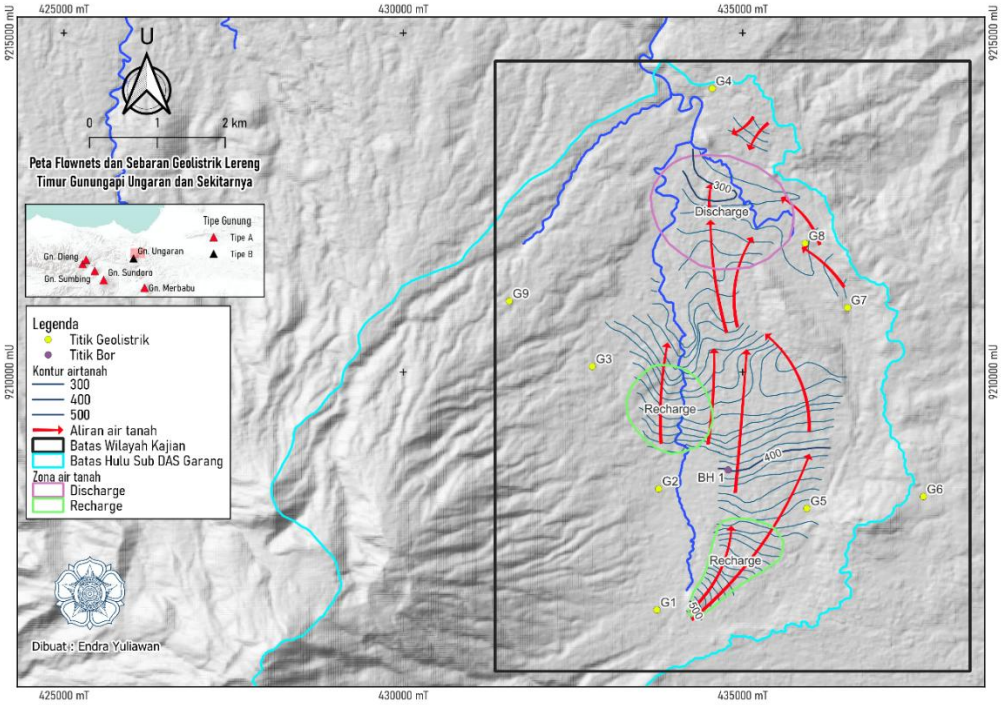
@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

Tabel (*Table*) 5. Hubungan antara geologi, geomorfologi, hidrostratigrafi dan aliran air tanah (*The relationship between geology, geomorphology, hydrostratigraphy and groundwater flow*)

Titik Geolistrik	Geologi	Geomorfologi Vulkanik	Aliran Air tanah	Zona Air tanah	Hidrostratigrafi
G1	Aliran Lava	Aliran Lava Lereng Atas Ungaran Muda (VM5)	Air tanah cenderung dalam	*Recharge* Area	Akuifug (tanpa akuifer)
G2	Aliran Basal	Aliran Piroklastik Lereng Tengah Ungaran Tua (VT6)	Air tanah cenderung dalam	*Recharge* Area	Akuifer bebas di bagian atas, kemudian akuifug, akuifer tertekan (indikasi), dan paling bawah akuifug
G3	Aliran Basal	Aliran Piroklastik Lereng Tengah Ungaran Tua (VT6)	Air tanah cenderung dalam	*Recharge* Area	Akuifug bagian atas dan akuifer bagian bawah
G4	Batupasir Tufan, Konglomerat, Breksi Vulkanik, Tufa	Perbukitan Denudasional (D1)	Air tanah cenderung dalam	*Recharge* Area	Akuifug, akuifer tertekan (indikasi), akuiklud
G5	Aliran Lava	Aliran Piroklastik Lereng Tengah Ungaran Muda (VM6)	Sistem aliran air tanah dangkal	*Discharge* Area	Akuifer bebas, akuifug, akuifer tertekan (indikasi), akuiklud, akuifer
G6	Breksi Vulkanik, Aliran Lava, Tuf, Batupasir Tufan Dan Batu Lempung	Kubah Struktural-Vulkanik Tersayat Kuat (SV6)	Air tanah cenderung dalam	*Recharge* Area	Akuifug, akuifer, akuifug, akuifer tertekan (indikasi), akuiklud
G7	Intrusi Andesit	Bukit Intrusi Andesit (V1)	Air tanah cenderung dalam	*Recharge* Area	Akuifer bebas, akuiklud, akuifer
G8	Aliran Lava	Aliran Piroklastik Lereng Tengah Ungaran Muda (VM6)	Sistem aliran air tanah dangkal	*Discharge* Area	Akuifer bebas, akuiklud, akuifer
G9	Aliran Basal	Medan Lava Lereng Atas Ungaran Tua (VT4)	Air tanah cenderung dalam	*Recharge* Area	Akuifer bebas, akuifug
BH	Aliran Lava	Aliran Piroklastik Lereng Tengah Ungaran Muda (VM6)	Sistem aliran air tanah dangkal	*Recharge* Area	Akuifer bebas, akuifug, akuifer

Sumber (*Source*): Pengolahan data 2025 (*Data analysis 2025*)

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.



Gambar (*Figure*) 9. *Flownets* di Lereng Timur Gunung api Ungaran (*Flownets on the eastern slope of Ungaran Volcano*)

Sumber (*Source*): Pengolahan data 2025 (*Data analysis 2025*)

Titik G4 yang berada di wilayah Perbukitan Denudasional (D1) dengan litologi batupasir tufan, breksi vulkanik, konglomerat, dan tufa menunjukkan aliran air tanah dari timur laut ke barat daya, yang kemungkinan mengarah ke sungai. Lapisan lahar pada kedalaman sekitar 10 meter berperan sebagai akuifer yang memfasilitasi pergerakan air tanah. Sementara itu, titik G6 yang terletak pada geomorfologi Kubah Struktural-Vulkanik Tersayat Kuat (SV6) tidak menunjukkan sistem aliran air tanah yang jelas, namun diduga merupakan daerah imbuhan (*recharge*) karena posisinya yang lebih tinggi. Data hidrostratigrafi menunjukkan adanya lapisan lahar bawah permukaan yang memungkinkan aliran air tanah ke wilayah yang lebih rendah.

Berdasarkan hasil identifikasi dan analisis hidrostratigrafi yang menggabungkan data geolistrik, geologi, geomorfologi, serta sistem aliran air tanah, dapat disusun beberapa rekomendasi terkait pemanfaatan air tanah dari lapisan akuifer. Di wilayah hulu atau zona imbuhan (*recharge area*), keberadaan air tanah cenderung berada pada kedalaman yang relatif lebih dalam. Hal ini ditunjukkan oleh kondisi geologi di titik-titik G1, G2, G3, dan G9 yang didominasi oleh batuan lava, sehingga sumur gali sulit ditemukan. Oleh karena itu, eksploitasi air tanah di wilayah ini disarankan menggunakan sumur bor untuk menjangkau akuifer yang lebih dalam, sebagaimana ditunjukkan oleh data geolistrik pada titik G2 dan G3 yang mengidentifikasi lapisan akuifer pada kedalaman sekitar 30 meter. Akan tetapi, pengeboran sumur yang lebih dalam dengan sumur bor harus dilakukan dengan tepat agar tidak menimbulkan masalah

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

lebih lanjut, misalnya menimbulkan penurunan air tanah dalam jangka panjang (Kulkarni *et al*., 2021).

Sebaliknya, pada wilayah yang relatif datar seperti satuan geomorfologi Aliran Piroklastik Lereng Tengah Ungaran Muda (VM6), ditemukan banyak sumur gali dengan kedalaman muka air tanah hanya sekitar 2–3 meter, yang menunjukkan keberadaan akuifer dangkal yang mudah diakses. Di wilayah ini, eksploitasi air tanah untuk kebutuhan rumah tangga tidak memerlukan sumur bor. Namun, pemanfaatan akuifer dangkal untuk kebutuhan dengan debit relatif besar, seperti kegiatan industri, perlu dikendalikan agar tidak menyebabkan penurunan muka air tanah yang melampaui batas aman. Mengacu pada Permen ESDM No. 31 Tahun 2018, kondisi akuifer tidak tertekan masih dikategorikan aman apabila penurunan muka freatik kurang dari 40% terhadap kondisi acuannya, sedangkan penurunan sebesar 40–60% dikategorikan rawan, >60–80% kritis, dan >80% rusak. Oleh karena itu, pemanfaatan akuifer dangkal sebaiknya dipertahankan dalam kondisi yang tidak menyebabkan penurunan muka air tanah melebihi batas tersebut. Penentuan debit maksimum yang aman pada lokasi penelitian belum dapat dihitung secara langsung dari data geolistrik, karena memerlukan informasi tambahan berupa parameter hidraulik akuifer, hasil uji pemompaan, besarnya imbuhan, dan/atau pemodelan air tanah. Untuk kebutuhan industri, pemanfaatan akuifer yang lebih dalam dapat dipertimbangkan dengan tetap didasarkan pada evaluasi debit aman dan pemantauan muka air tanah secara berkala (Bonomi *et al*., 2022). Sebagai alternatif, data geolistrik di titik G5 menunjukkan adanya akuifer yang lebih dalam pada kedalaman sekitar 80 meter, sehingga pembuatan sumur bor dalam dapat dipertimbangkan untuk keperluan industri tanpa mengganggu akuifer dangkal.

Hasil penelitian ini menunjukkan nilai resistivitas bawah permukaan di kawasan Gunung api Ungaran yang bervariasi antara <10 Ωm (lapisan tuf) hingga >100 Ωm (lava), serta 23–62 Ωm (endapan lahar). Pola ini mempertegas adanya stratifikasi hidrostratigrafi yang khas di lingkungan vulkanik, khususnya pada gunung api andesitik. Nilai resistivitas ini sejalan dengan temuan Silohadi *et al*. (2025) bahwa lapisan lahar di kawasan vulkanik Jawa Tengah menunjukkan nilai resistivitas antara 20–80 Ωm sebagai penunjuk akuifer produktif, sementara lava menunjukkan resistivitas >100 Ωm sebagai akuifug. Hal ini memperkuat interpretasi bahwa lava sering kali membentuk lapisan kedap air (akuifug), yang menghambat pergerakan air tanah dangkal.

Jika dibandingkan dengan kerangka konseptual dari Diamond *et al*. (2019) di Afrika Selatan dan Baud *et al*. (2024) dalam kajiannya terhadap akuifer andesitik global, hasil penelitian ini memperlihatkan konsistensi dalam pemahaman bahwa lingkungan gunung api tua memiliki kerumitan struktur hidrostratigrafi akibat proses stratifikasi dan lateralitas litologi. Baud *et al*. (2024) menekankan pentingnya membedakan zona proksimal dan medial dalam tubuh gunung api untuk mengidentifikasi potensi akuifer, yang juga tercermin dalam hasil spasial model 3D pada kawasan Ungaran, yakni sebaran

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

lahar sebagai akuifer dominan di zona tengah dan timur, serta keterbatasan air tanah di zona barat-selatan yang didominasi lava.

Selain itu, hasil riset ini juga memberikan kontribusi nyata terhadap pendekatan geolistrik dalam menentukan sistem akuifer di daerah vulkanik tropis. Di saat banyak studi sebelumnya masih bersifat deskriptif atau mengandalkan sumur uji, penelitian ini mempromosikan pendekatan integratif melalui pemetaan resistivitas 3D, korelasi dengan geomorfologi, serta analisis arah aliran air tanah. Studi seperti Phanjaya *et al.* (2022) dan Hanif *et al*. (2025) lebih menekankan aspek sosial dan distribusi air bersih, tetapi belum membahas struktur akuifer secara mendalam berbasis resistivitas. Dengan demikian, pendekatan penelitian ini dapat dijadikan referensi dalam pengelolaan air tanah berbasis data geofisika dan pemodelan hidrostratigrafi, yang sangat relevan untuk wilayah pegunungan vulkanik lainnya di Indonesia dan kawasan sejenis. Secara keseluruhan, sumbangan riset ini tidak hanya memperkaya basis data (*database*) resistivitas batuan vulkanik lokal, tetapi juga mendemonstrasikan bagaimana integrasi geolistrik, geomorfologi, dan geologi dapat diterapkan untuk pemetaan zona akuifer dangkal dan tertekan di lingkungan gunung api tropis.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa sistem akuifer di lereng timur Gunung api Ungaran terdiri atas akuifer bebas dan akuifer tertekan yang terbentuk akibat variasi litologi vulkanik di bawah permukaan. Berdasarkan hasil integrasi data geolistrik, geologi, geomorfologi, dan aliran air tanah, lapisan tuf dengan resistivitas <10 Ωm diinterpretasikan sebagai akuiklud, endapan lahar dengan resistivitas sekitar 11–100 Ωm sebagai akuifer, sedangkan lava basal dan andesit dengan resistivitas >100 Ωm cenderung berperan sebagai akuifug. Akuifer bebas tersebar terutama pada wilayah tengah dan timur, khususnya pada satuan Aliran Piroklastik Lereng Tengah Ungaran Muda (VM6), sedangkan indikasi akuifer tertekan ditemukan pada zona timur laut ketika lapisan lahar terjepit di antara lapisan lava dan tuf. Pada beberapa lokasi, akuifer teridentifikasi pada kedalaman sekitar 30 m, sedangkan akuifer yang lebih dalam ditemukan hingga sekitar 80 m. Wilayah barat dan selatan relatif didominasi oleh lava sehingga potensi air tanah dangkal lebih terbatas, sedangkan wilayah tengah dan timur memiliki potensi air tanah yang lebih baik.

Berdasarkan zonasi hidrostratigrafi, pemanfaatan air tanah perlu dibedakan berdasarkan kedalaman dan karakter akuifernya. Akuifer dangkal yang berkembang terutama di wilayah tengah dan timur, khususnya pada satuan Aliran Piroklastik Lereng Tengah Ungaran Muda (VM6), sebaiknya diprioritaskan untuk memenuhi kebutuhan domestik masyarakat. Sementara itu, kebutuhan air dengan debit yang lebih besar, termasuk untuk kegiatan industri, sebaiknya diarahkan pada akuifer yang lebih dalam apabila tersedia, dengan tetap didasarkan pada hasil uji pemompaan, evaluasi debit aman, serta pemantauan muka air tanah secara berkala. Pendekatan ini diperlukan

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

untuk mengurangi tekanan terhadap akuifer dangkal dan menjaga keberlanjutan sumber daya air tanah di lereng timur Gunung api Ungaran.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Hibah Penelitian Mandiri Dosen Fakultas Geografi UGM sesuai dengan Surat keputusan Dekan No. 109/UN1/GE/KPT/2025. Terima kasih secara khusus diucapkan kepada Pemerintah Kabupaten Semarang yang telah memberikan izin penelitian sehingga pengambilan data lapangan dapat berjalan lancar.

KONTRIBUSI

Endra Yuliawan sebagai peneliti utama menyusun konsep penelitian, merancang metodologi, melakukan analisis dan interpretasi data, peninjauan pustaka, penyusunan draf awal naskah, serta revisi akhir naskah. Sonna Diwijaya berkontribusi dalam akuisisi data lapangan dan mendukung pengolahan data hasil survei. Hilmy Ahmad berkontribusi dalam akuisisi data lapangan serta mendukung proses dokumentasi dan pengumpulan data penelitian. Tjahyo Nugroho Adji memberikan supervisi penelitian, memberikan arahan metodologis dan ilmiah, serta memperoleh dan mengelola pendanaan penelitian. Ahmad Cahyadi memberikan konsultasi dan masukan konseptual, khususnya terkait aspek geologi, serta berkontribusi dalam penyempurnaan interpretasi dan substansi ilmiah naskah. Seluruh penulis telah menelaah dan menyetujui naskah akhir sebelum dipublikasikan.

DAFTAR PUSTAKA

Admin. (2025, June 5). *RockWorks—RockWare*. https://www.rockware.com/product/rockworks/

Arifianto, I., Wintolo, D., & Wibowo, J. P. (2017). *Resistivity Survey for Groundwater Exploration in Tiron Village, Kediri, East Jawa.*

Atsamari, A. A., & Pigawati, B. (2024). Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Perkembangan Kota Ungaran. *Jurnal Pengembangan Kota*, *12*(1), 13–22. https://doi.org/10.14710/jpk.12.1.13-22

Awadh, S. M., Al-Mimar, H., & Yaseen, Z. M. (2021). Groundwater availability and water demand sustainability over the upper mega aquifers of Arabian Peninsula and west region of Iraq. *Environment, Development and Sustainability*, *23*(1), 1–21. https://doi.org/10.1007/s10668-019-00578-z

Baud, B., Lachassagne, P., Dumont, M., Toulier, A., Hendrayana, H., Fadillah, A., & Dorfliger, N. (2024). Review: Andesitic aquifers—hydrogeological conceptual models and insights relevant to applied hydrogeology. *Hydrogeology Journal*, *32*(5), 1259–1286. https://doi.org/10.1007/s10040-024-02784-0

Bennett, G., Van Camp, M., Shemsanga, C., Kervyn, M., & Walraevens, K. (2022). Delineation of the aquifer structure and estimation of hydraulic properties on the flanks of Mount Meru, Northern Tanzania. *Journal of African Earth*

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

Sciences, *196*, 104673. https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2022.104673

Betterle, A., & Bellin, A. (2024). Morphological and Hydrogeological Controls of Groundwater Flows and Water Age Distribution in Mountain Aquifers and Streams. *Water Resources Research*, *60*(11), e2024WR037407. https://doi.org/10.1029/2024WR037407

Binley, A. (2015). 11.08—Tools and Techniques: Electrical Methods. In G. Schubert (Ed.), *Treatise on Geophysics (Second Edition)* (Second Edition, pp. 233–259). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53802-4.00192-5

Bonomi, T., Sartirana, D., Toscani, L., Stefania, G. A., Zanotti, C., Rotiroti, M., Redaelli, A., & Fumagalli, L. (2022). Modeling groundwater/surface-water interactions and their effects on hydraulic barriers, the case of the industrial area of Mantua (Italy). *Acque Sotterranee - Italian Journal of Groundwater*, *11*(2), 43–55. https://doi.org/10.7343/as-2022-569

Christensen, C. W., Hayashi, M., & Bentley, L. R. (2020). Hydrogeological characterization of an alpine aquifer system in the Canadian Rocky Mountains. *Hydrogeology Journal*, *28*(5), 1871–1890. https://doi.org/10.1007/s10040-020-02153-7

Darmawan, I. G. B., Haerudin, N., & Setiawan, A. (2021). *Groundwater exploration using integrated geophysics method in hard rock terrains in Mount Betung Western Bandar Lampung, Indonesia*. *10*(1), 10–18.

Diamond, R. E., Dippenaar, M. A., & Adams, S. (2019). South African Hydrostratigraphy: A conceptual framework. *South African Journal of Geology*, *122*(3), 269–282. https://doi.org/10.25131/sajg.122.0027

Fabien-Ouellet, G., & Gloaguen, E. (2014). Geostatistical Integration of Geophysical Measurements for Hydrogeological Investigations. *Symposium on the Application of Geophysics to Engineering and Environmental Problems 2014*, 211–211. https://doi.org/10.4133/SAGEEP.27-082

GreyMatters Global. (2023, February 8). *Soil resistivity Testing Method -The Schlumberger Array*. Greymatters. https://greymattersglobal.com/soil-resistivity-testing-methods-schlumberger-array/

Hanif, A., Mirzahi, S., Zakiri, J. A., Loodin, N., Nadeem, G. F., & Rahmani, S. A. B. (2025). Maneuvers of Informal Settlement Communities in Access to Drinking Water: Insights from Herat City, Afghanistan. *ACS ES&T Water*, *5*(1), 81–90. https://doi.org/10.1021/acsestwater.4c00632

Irianto Tri Silohadi, S., Bahagiarti Kusumayudha, S., Prasetyadi, C., Yatini, & Agus Karmadi, M. (2025). The interconnection of the Volcanic Aquifer Layers Influences the Interaction of Hydrogeological and Hydrology Systems on Cisadane River. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *1451*(1), 012017.

 @2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

https://doi.org/10.1088/1755-1315/1451/1/012017

Jamilah. (2021, Agustus). Protes Kekurangan Air, FKP-PDAM Datangi Sumber Kalidoh Ungaran. *Jatengpos.co.id*. https://jatengpos.co.id/utama/2021/08/13/protes-kekurangan-air-fkp-pdam-datangi-sumber-kalidoh-ungaran/

Kifelew, M. S., & Mesalie, R. A. (2021). The optimistic implication of hand-dug wells in water resources development and handling in Ethiopia, a developing economy, such as in Guna Tana landscape. *Sustainable Water Resources Management*, *7*(6), 91. https://doi.org/10.1007/s40899-021-00567-z

Kulkarni, T., Gassmann, M., Kulkarni, C. M., Khed, V., & Buerkert, A. (2021). Deep Drilling for Groundwater in Bengaluru, India: A Case Study on the City's Over-Exploited Hard-Rock Aquifer System. *Sustainability*, *13*(21), 12149. https://doi.org/10.3390/su132112149

Lowrie, W. (2007). *Fundamentals of geophysics* (2nd ed). Cambridge University Press.

Manyoe, I. N., & Hutagalung, R. (2020). Subsurface Shallow Modelling Based on Resistivity Data in The Hot Springs Area of Libungo Geothermal, Gorontalo. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*, *5*(2), 87–93. https://doi.org/10.25299/jgeet.2020.5.2.5094

Marin, J., Harijoko, A., Pramumijoyo, S., & Humaida, H. (2015). Studi Geomorfologi Gunung Api dan Petrogenesa Batuan untuk Memahami Evolusi Vulkanotektonik pada Gunung Ungaran, Provinsi Jawa Tengah. *Proceeding Seminar Nasional Kebumian Ke-8*, 447–458

Nouradine, H., Schamper, C., Valdes, D., Moussa, I., Ramel, D., & Plagnes, V. (2024). Integrating geological, hydrogeological and geophysical data to identify groundwater resources in granitic basement areas (Guéra Massif, Chad). *Hydrogeology Journal*, *32*(3), 759–784. https://doi.org/10.1007/s10040-024-02766-2

Nugraha, G. U., Nur, A. A., Sudrajat, Y., Arifin, J., Bakti, H., Lubis, R. F., & Rulyadi, A. D. (2023). Sub-surface configuration in the northern part of Lembang groundwater basin recharge area. *Applied Water Science*, *13*(10), 204. https://doi.org/10.1007/s13201-023-02004-2

Park, S. G., Shin, S. W., Lee, D. K., Kim, C. R., & Son, J. S. (2016, September 4). *Relationship between Electrical Resistivity and Physical Properties of Rocks*. Near Surface Geoscience 2016 - First Conference on Geophysics for Mineral Exploration and Mining, Barcelona, Spain. https://doi.org/10.3997/2214-4609.201602101

Patra, H. P., Adhikari, S. K., & Kunar, S. (2016). *Groundwater Prospecting and Management*. Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-10-1148-1

Phanjaya, H., Parnadi, W. W., & Santoso, D. (2022). Electrical resistivity survey for groundwater investigation in Padalarang, West Java. *IOP Conference Series: Earth*

@2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

and Environmental Science, *1031*(1), 012006. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1031/1/012006

Procel, S., Núñez, G., Puebla, R., Hirata, R., Manciati, C., & Mendoza, B. (2023). Conceptual model of groundwater flow in a volcanic-sedimentary aquifer system of the Andean region of Chimborazo, Ecuador. *Journal of South American Earth Sciences*, *131*, 104641. https://doi.org/10.1016/j.jsames.2023.104641

Telford, W. M., Geldart, L. P., & Sheriff, R. E. (2004). *Applied Geophysics, Second Edition*. Cambridge University Press.

Thanden, R. E., Sumadirja, H., Richards, P. W., Sutisna, K., & Amin, T. C. (1996). *Peta Geologi Lembar Magelang dan Semarang, Jawa Skala 1:100.000* (Second) [Map]. Pusat Survei Geologi, Bandung.

Wang, L., Jia, B., Xie, Z., Wang, B., Liu, S., Li, R., Liu, B., Wang, Y., & Chen, S. (2022). Impact of groundwater extraction on hydrological process over the Beijing-Tianjin-Hebei region, China. *Journal of Hydrology*, *609*, 127689. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2022.127689

Zuhdi, M., Syamsuddin, S., Sukrisna, B., Ardianto, T., & Habiburrohman, A. W. (2023). Fresh Water Exploration in Gunung Tunak, Lombok Island, Using Wenner Electrodes Configuration. *Journal of Science and Science Education*, *4*(1), 33–38. https://doi.org/10.29303/jossed.v4i1.2075

 @2026 JPPDAS All rights reserved. Open access under CC BY-NC-SA license.

PEDOMAN BAGI PENULIS (*AUTHOR GUIDELINES*)
JURNAL PENELITIAN PENGELOLAAN DAERAH ALIRAN SUNGAI

- **BAHASA**: Karya Tulis Ilmiah (KTI) ditulis dalam Bahasa Indonesia atau Bahasa Inggris
- **FORMAT**: Naskah diketik pada kertas A4 (210 x 297 mm), huruf Calibri, ukuran font 12 dan dengan spasi 1,15. Pada semua tepi disisakan ruang kosong 2,5 cm. KTI diserahkan dalam format *Microsoft Words*.
- **JUDUL**: Judul KTI harus singkat dan informatif, tidak lebih dari dua baris dan mencerminkan isi tulisan. Judul ditulis dalam Bahasa Indonesia dengan ukuran font 12 dan menggunakan huruf kapital semua (terjemahan dalam bahasa Inggris ditulis miring dengan huruf kapital hanya pada permulaan judul atau yang menyatakan suatu nama, diletakkan di antara tanda kurung), hindari pemakaian kata kerja, rumus, singkatan, dan bahasa tidak resmi.
- **NAMA PENULIS**: Dicantumkan di bawah judul, ditulis lengkap tanpa gelar akademik, urutan berdasarkan penulis pertama, kedua dan seterusnya, disertai alamat lengkap instansi dan email penulis
- **ABSTRAK**: Penulisan abstrak Bahasa Inggris (*Italic font*) dan Bahasa Indonesia, tidak lebih dari 250 kata, ditulis dalam satu paragraf, secara ringkas, jelas, utuh, mandiri, dan terdiri dari permasalahan, tujuan, metoda, dan hasil penelitian.
- **KATA KUNCI**: Tiga sampai lima kata kunci yang mencerminkan substansi naskah ditulis terpisah dengan menggunakan titik koma.
- **PENDAHULUAN**: Pendahuluan berisi latar belakang permasalahan yang ada, hasil - hasil penelitian terkait sebelumnya (*state of the art*), pentingnya penelitian yang dilakukan dan tujuan penelitian.
- **BAHAN DAN METODE**: Lokasi penelitian diterangkan secara geografis disertai peta lokasi penelitian, bahan dan alat yang digunakan diterangkan dengan jelas. Metode penelitian dijelaskan secara detil (desain penelitian, perlakuan, rancangan percobaan, metode dan skala analisis, dan lain-lain yang terkait metode) sehingga dapat diulang oleh peneliti lain. Metode yang sudah dipublikasikan harus dicantumkan sumbernya.

- ***LANGUAGE****: Scientific paper (KTI) is written in Indonesian or English*
- ***FORMAT****: The manuscript is typed on an A4 paper (210 x 297 mm), calibri size 12, and 1.15 space. Margin on all edges are 2.5 cm. The manuscript is submitted in MS words format.*
- ***TITLE****: Title of the scientific paper should be short and informative, no more than two lines and reflects the contents. The title is in Indonesian and English. The title in Indonesian is written in Calibri, font size 12, bold, uppercase, center. The title in English is written in calibri, font size 12, italics, sentence case, placed between parentheses. Avoid the use of verbs, formulas, abbreviations, and unofficial language.*
- ***NAME OF AUTHOR(S)****: Listed below the title, complete name without the academic degrees, the sequence based on the first author, second etc., accompanied by complete institution addresses and email addresses.*
- ***ABSTRACT****: Abstract is written in English (Italic font) and Indonesian, no more than 250 words, written in one paragraph, concise, clear, and complete, . It consists of research problems, methods, and research findings.*
- ***KEY WORD****: Three to five key words reflect the substantive of the research, separated by semicolon.*
- ***INTRODUCTION****: Introduction must contain background of the existing problems, state of the art, important of the research and the purpose of the research.*
- ***MATERIALS AND METHODS****: Location of the research is described geographically completed with a map of the study sites. Materials and instruments used should be clearly defined. Research methods are described in detail (research design, treatments, experimental design, methods and scale of analysis, and other related methods) so that it can be repeated by other researchers. Published methods must be included the source.*

- **HASIL DAN PEMBAHASAN**: Hasil penelitian disampaikan secara singkat dan jelas. Data yang ditampilkan sudah dianalisis dan relevan, disusun sesuai tujuan penelitian. Data dan informasi dalam Tabel, grafik, dan gambar dilengkapi tafsiran yang benar. Dalam pembahasan data hasil penelitian ditafsirkan dan dikaitkan dengan tujuan, hipotesis (jika ada), diberikan penjelasan mengapa hal tersebut terjadi, dikemukakan hubungan dengan hasil penelitian sebelumnya, dan dikemukakan sitasi dari literatur yang sesuai.

- ***RESULT AND DISCUSSION****: The research results must be clear and short. The presented data have been analyzed and relevant, prepared according to the purpose of the research. Data and information in the tables, graphs, and pictures need to be conveyed with the correct meaning or interpretation. In the discussion, data are interpreted according to the objectives, the hypothesis (if any), explained why it happened, put forward relationship with the results of previous research, and proposed citation of the appropriate literatures.*

- **KESIMPULAN**: Hasil terpenting dari penelitian disampaikan dalam kesimpulan yang digunakan untuk menjawab tujuan, hipotesis serta temuan lain selama penelitian. Kesimpulan bukan merupakan ulangan dari abstrak, tetapi mengelaborasi hasil-hasil penelitian yang signifikan. Kesimpulan memuat saran-saran yang merupakan implikasi penelitian yang harus dilakukan lebih lanjut.

- ***CONCLUSIONS****: The most important results of the research are presented in the conclusions used to answer the objectives, hypotheses and other findings during the study. Conclusion is not a repetition of the abstract, but elaborates of significant research results. The conclusions contain suggestions which are the implications on further research.*

- **TABEL**: Judul tabel, kolom, lajur, dan sumber data serta keterangan ditulis dalam Bahasa Indonesia dan Inggris (*dicetak miring*) dengan singkat tetapi jelas serta tidak tebal. Judul tabel ditulis dengan font ukuran 10, spasi 1 dan huruf capital pada awal kalimat. Tabel diberi nomor urut sesuai dengan keterangan di dalam teks. Penggunaan tanda koma (,) dan titik (.) pada angka di dalam tabel masing-masing menunjukkan nilai pecahan/ desimal dan kebulatan seribu. Keterangan tabel diletakkan di bawah tabel. Tabel harus dalam format *Microsoft Words*. Tabel tidak menggunakan garis vertikal. Garis horizontal terletak pada judul kolom atas, sub judul dan akhir tabel (garis penutup tabel). Apabila tabel terpotong karena pergantian halaman, header ditampilkan kembali pada halaman selanjutnya. Tabel dapat diunggah menggunakan file terpisah (*supplementary materials*) dengan memberi tanda posisi tabel pada naskah. Tabel harus mencantumkan sumber. Apabila tabel merupakan hasil analisis primer, maka dapat ditulis sebagai analis data beserta tahun.

- ***TABLES:*** *The title of table, column, row, data source and description are written in Indonesian and English (Italic font), short but clear and not bold. The font size of the table title is 10 with spaces 1 and capital letter at the beginning of the sentences. The table is given number according to the description in the text. The use of comma (,) and dot (.) in the table indicate the value of fraction/ decimal and roundness of a thousand. Table descriptions are placed under the table. The table should be in MS Word format. Tables can be uploaded using a separate file (supplementary materials) by giving mark table positions on the manuscript. Table does not use vertical lines. The horizontal line lies in the top column heading, subheadings and at the end of the table (the closing table). If the table is cut off due to page changes, the header is displayed again on the next page. The table should mention its source. If the table is the result of primary data analysis, then it can be written as a data analysis and accompanied with the year.*

- **GRAFIK/GAMBAR/FOTO** : Grafik, peta, dan ilustrasi lain yang berupa gambar garis harus kontras, diberi nomor urut. Judul beserta isinya ditulis dalam dua bahasa (Indonesia dan *Inggris dicetak miring*), diberi nomor urut. Judul gambar ditulis dengan ukuran 10 dengan huruf kapital pada awal kalimat. Grafik dapat diunggah secara terpisah (*supplementary materials*) dari file utama (naskah KTI) dalam format *MS Words* dengan memberi tanda posisi grafik pada naskah. Resolusi gambar minimal 300 dpi. Gambar dan judul diletakkan pada posisi tengah/center. Gambar harus mencantumkan sumber. Apabila gambar berasal dari foto koleksi pribadi maka dapat ditulis sebagai koleksi pribadi beserta tahun.
- **Rumus :**Rumus ditulis dengan ukuran font 10. Setiap rumus yang ditampilkan harus diberi nomor sesuai urutan dalam naskah. Nomor urut diberi tanda kurung dan berada sejajar dengan rumus yang dihubungkan tanda titik sampai batas kanan naskah.

- ***GRAPHS/FIGURES/PHOTOS****: Graphs, maps and other illustrations in line drawings should be in contrasted, numbered sequentially. Title and contents are written in two languages, Indonesian and English (in italic), numbered sequentially with its explanatory. The title is in font size 10 with capital letter at the beginning of the sentences. Graphs can be uploaded separately (supplementary materials) from the main file (KTI manuscipt) in MS word format by giving mark the chart position in the script. Image resolution is at least 300 dpi. The titles and graphs are placed in the center. The image must specify the sources. If the image comes from a private collection, it can be written as a private collection with year.*
- ***FORMULA:*** *Formula is typed in font size 10. Each presented formula should be numbered sequentially in the script. The sequential number is bracketed and parallel to the formula connected with dots to the right margin of the manuscript.*

- **UCAPAN TERIMA KASIH** : Disarankan menyampaikan ucapan terimakasih kepada organisasi atau person yang telah membantu penulis dalam bentuk apapun.

- ***ACKNOWLEDGEMENT****: It is recommended to convey gratitudes to the organization or person who has assisted the author in any form.*

- **DAFTAR PUSTAKA** : Memuat pustaka yang benar-benar diru*juk,* dengan demikian pustaka yang dimasukkan pada bagian ini akan ditemukan tertulis pada bagian–bagian sebelumnya. Cara penyitiran dan penulisan daftar pustaka merujuk kepada *The American Psychological Association* (*APA*) *style* 6th. Untuk mempermudah dan menjaga konsistensi pengutipan serta penulisan daftar pustaka perlu menggunakan aplikasi yang dapat diunduh secar*a gratis seperti Mende*ley (https://www.mendeley.com/download-mendeley-desktop/). Daftar pustaka disusun menurut abjad nama pengarang, 80% dari pustaka merupakan terbitan 5 tahun terakhir dan 80% berasal dari sumber acuan primer, kecuali buku teks ilmu-ilmu tertentu.

- ***REFERENCES****: It contains all references that are actually referred to. Thus the references included in this section will be found written in the previous sections. The way to edit and write a bibliography refers to The American Psychological Association (APA) style 6th. To make it easier and keep consistency of citation and bibliography writing, it is necessary to use free downloadable applications such as Mendeley (https://www.mendeley.com/download-mendeley-desktop/). The references are arranged according to author's name alphabet. Eighty % of the literature is published in the last 5 years and 80% comes from primary reference sources, except for textbooks of certain sciences.*

P-ISSN : 2579-6097