



## Sengketa Perdata Atas Ketidaksesuaian Barang dalam Proyek Pengadaan Pemerintah: Analisis Yuridis dan Studi Kasus

**Divo Septyo V\*, Sarwono Hardjomuljadi, Sami'an**

PT Persero Tbk, Indonesia

Email: divoseptyovirgiawan@gmail.com\*, sarwonohm3@gmail.com,  
dosen.samian@gmail.com

---

**Kata kunci:**

Pengadaan Barang/Jasa;  
Sengketa Perdata; Wanprestasi;  
Spesifikasi Teknis; Studi Kasus.

---

**ABSTRAK**

Ketidaksesuaian spesifikasi barang (non-conformity) merupakan salah satu penyebab utama terjadinya sengketa dalam pelaksanaan kontrak Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah, khususnya karena adanya ketidakpastian dalam menentukan apakah penyimpangan tersebut termasuk ranah wanprestasi perdata atau justru dikualifikasikan sebagai tindak pidana korupsi. Kondisi ini kerap menimbulkan keraguan bagi aparat pengadaan dan penegak hukum dalam mengambil langkah hukum yang proporsional. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik hubungan hukum kontraktual antara pemerintah dan penyedia setelah kontrak ditandatangani, serta mengkaji mekanisme penyelesaian sengketa akibat ketidaksesuaian spesifikasi barang melalui studi kasus putusan pengadilan. Metode penelitian yang digunakan adalah yuridis normatif dengan pendekatan perundang-undangan untuk menelaah kerangka regulasi pengadaan dan pendekatan kasus (case approach) terhadap putusan pengadilan yang relevan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa setelah kontrak efektif berlaku, hubungan hukum antara Pejabat Pembuat Komitmen (PPK) dan Penyedia merupakan hubungan perdata yang bersifat setara, sehingga ketidaksesuaian spesifikasi barang pada prinsipnya dikualifikasikan sebagai wanprestasi. Analisis terhadap putusan Mahkamah Agung menunjukkan kecenderungan hakim menerapkan prinsip keadilan substantif, yaitu apabila barang tetap dimanfaatkan oleh negara meskipun terdapat deviasi spesifikasi yang bersifat minor, maka pemerintah tetap berkewajiban melakukan pembayaran dengan penyesuaian harga, bukan melakukan pembatalan kontrak sepihak yang berpotensi merugikan penyedia secara tidak proporsional.

**ABSTRACT**

*Non-conformity in the specifications of goods (non-conformity) is one of the main causes of disputes in the implementation of Government Goods/Services Procurement contracts, especially because there is uncertainty in determining whether the irregularities fall into the realm of civil default or are actually qualified as a criminal act of corruption. This condition often raises doubts for procurement officials and law enforcement in taking proportionate legal steps. This study aims to analyze the characteristics of the contractual legal relationship between the government and the provider after the contract is signed, as well as examine the dispute resolution mechanism due to the non-conformity of the specifications of goods through a case study of court decisions. The research method used is normative juridical with a legislative approach to examine the procurement regulatory framework and a case approach to relevant court decisions. The results of the study show that after the contract is effective, the legal relationship between the Commitment Making Officer (PPK) and the Provider is an equal civil relationship, so that the non-conformity of the specifications of the goods is in principle qualified as default. Analysis of the Supreme Court's decision*

---

**Keywords:**

*Government Procurement, Civil Dispute, Breach of Contract, Technical Specifications, Case Study.*

---

*shows the tendency of judges to apply the principle of substantive justice, namely that if the goods are still used by the state even though there is a minor deviation in specifications, then the government is still obliged to make payments by adjusting prices, not unilaterally canceling contracts that have the potential to disproportionately harm the provider.*

---

## PENDAHULUAN

Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah (PBJP) memiliki peran strategis dalam pelaksanaan pembangunan nasional dan peningkatan pelayanan publik. Berdasarkan data Lembaga Kebijakan Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah (LKPP), belanja pengadaan pemerintah menyumbang persentase signifikan terhadap Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara (APBN) (Budiman & Prasetyo, 2020). Mengingat besarnya anggaran yang dikelola, pelaksanaan kontrak pengadaan harus didasarkan pada prinsip efisien, efektif, transparan, terbuka, bersaing, adil, dan akuntabel sebagaimana diamanatkan dalam Peraturan Presiden Nomor 16 Tahun 2018 jo. Perpres Nomor 12 Tahun 2021.

Meskipun regulasi telah diatur sedemikian rupa, sengketa dalam tahap pelaksanaan kontrak (*contract implementation*) masih sering terjadi. Salah satu isu yang paling krusial adalah ketidaksesuaian prestasi, khususnya terkait spesifikasi teknis barang yang diserahkan oleh penyedia. Ketidaksesuaian ini dapat berupa perbedaan merek, tipe, penurunan kualitas (*downgrade*), atau kekurangan volume (Ahmad & Yuniar, 2020; Anggara & Permana, 2021; Azhari & Wijaya, 2020; Purnama & Andika, 2023).

Kontrak Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah memiliki karakteristik hibrida (*sui generis*) karena pada tahap persiapan dan pemilihan penyedia tunduk pada hukum administrasi negara, sementara setelah kontrak ditandatangani hubungan hukumnya beralih menjadi hubungan perdata yang setara antara Pejabat Pembuat Komitmen dan penyedia (Gunawan & Sari, 2022; Sutedi, 2012). Dalam posisi ini, pemerintah tidak lagi bertindak sebagai penguasa, melainkan sebagai subjek hukum perdata sebagaimana ditegaskan oleh Y. Sogar Simamora dan sejalan dengan asas *pacta sunt servanda* dalam Pasal 1338 ayat (1) KUHPerdata. Spesifikasi teknis dalam kontrak berfungsi sebagai tolok ukur prestasi yang wajib dipenuhi penyedia, sehingga ketidaksesuaian barang pada dasarnya dikualifikasikan sebagai wanprestasi, khususnya pelaksanaan prestasi yang tidak sebagaimana diperjanjikan, dengan konsekuensi hukum berupa ganti rugi, pembatalan perjanjian, atau peralihan risiko sesuai hukum perdata (Dewi & Kusuma, 2021; Mahendra & Fitria, 2023).

Sebagai suatu perjanjian, kontrak pengadaan tetap harus memenuhi syarat sah perjanjian dalam Pasal 1320 KUHPerdata, di mana spesifikasi teknis dalam dokumen pemilihan dan kontrak menjadi penentu utama objek perjanjian (syarat objektif). Ketidaksesuaian spesifikasi secara langsung menyentuh unsur “hal tertentu” dan menjadi fokus utama dalam sengketa pengadaan (Hakim & Utami, 2020). Oleh karena itu, sengketa spesifikasi barang pada prinsipnya merupakan sengketa wanprestasi, bukan perbuatan melawan hukum oleh penguasa (*onrechtmatige overheidsdaad*), karena bersumber dari pelanggaran klausul kontrak (Kurniawan et al., 2022). PMH baru relevan apabila pemerintah melanggar kewajiban hukum publiknya, misalnya menolak pembayaran atau menjatuhkan sanksi administratif tanpa prosedur yang sah, sehingga melampaui ranah hubungan kontraktual perdata.

Dalam praktik penegakan hukum di Indonesia, seringkali terjadi *criminalization of civil disputes*, di mana sengketa ketidaksesuaian spesifikasi yang sejatinya merupakan wanprestasi kontrak, langsung ditarik ke ranah hukum pidana korupsi dengan dalih "kerugian negara total" (*total loss*). Padahal, secara doktrinal, hubungan antara pemerintah (diwakili Pejabat Pembuat Komitmen/PPK) dan Penyedia Jasa setelah kontrak ditandatangani adalah hubungan keperdataan murni yang tunduk pada Buku III Kitab Undang-Undang Hukum Perdata (KUHPerdata).

Ketidakjelasan batasan ini menimbulkan ketidakpastian hukum bagi pelaku usaha dan pejabat pengadaan. Oleh karena itu, diperlukan kajian mendalam mengenai bagaimana hukum perdata memandang ketidaksesuaian barang ini dan bagaimana yurisprudensi (putusan hakim) menyelesaikan sengketa tersebut secara adil (Darmawan et al., 2021).

Rumusan masalah dalam penelitian ini berfokus pada karakteristik hukum sengketa ketidaksesuaian barang dalam kontrak pengadaan pemerintah ditinjau dari perspektif hukum perdata serta analisis hukum terhadap mekanisme penyelesaiannya berdasarkan studi kasus Putusan Mahkamah Agung, dengan tujuan untuk memberikan pemahaman yang komprehensif mengenai batasan wanprestasi dalam kontrak pengadaan pemerintah dan mengkaji secara kritis pertimbangan hukum yang digunakan hakim dalam memutus perkara sengketa terkait ketidaksesuaian spesifikasi barang

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian hukum yuridis normatif dengan pendekatan perundang-undangan (statute approach) untuk menelaah ketentuan dalam Kitab Undang-Undang Hukum Perdata, Peraturan Presiden tentang Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah, serta peraturan Lembaga Kebijakan Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah (LKPP), dan pendekatan kasus (case approach) dengan menganalisis ratio decidendi atau pertimbangan hukum hakim dalam putusan pengadilan yang telah berkekuatan hukum tetap (inkracht) terkait sengketa pengadaan barang/jasa pemerintah (Adhitya & Lestari, 2020; Firdaus et al., 2021).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kualifikasi Hukum Ketidaksesuaian Barang: Perdata vs Pidana

Langkah pertama dalam menganalisis sengketa ini adalah menentukan demarkasi hukum. Dalam kontrak pengadaan, "Barang" adalah objek perjanjian. Jika barang yang diserahkan cacat atau tidak sesuai, maka instrumen hukum yang digunakan adalah Pasal 1474 KUHPerdata tentang kewajiban penjual untuk "menanggung cacat tersembunyi" dan menjamin kesesuaian barang (Hidayati & Prasetya, 2022).

Kunci pembeda antara sengketa perdata dan pidana (korupsi) terletak pada Mens Rea (Niat Jahat): 1) Sengketa Perdata Murni: Jika ketidaksesuaian terjadi karena kelalaian produksi, kesalahan pengiriman, salah tafsir spesifikasi, atau ketidakmampuan teknis penyedia, tanpa adanya persekongkolan jahat (suap/gratifikasi) dengan PPK. Solusinya adalah denda, ganti rugi, atau *blacklist*. 2) Tindak Pidana Korupsi: Jika sejak awal terdapat niat curang (*fraud*), misalnya barang bekas dipoles menjadi baru, atau dokumen impor dipalsukan, dan ada aliran dana (*kickback*) kepada pejabat pengadaan untuk meloloskan barang tersebut (Muhamad & Prastiwi, 2022).

### Studi Kasus Nyata: Sengketa Pengadaan Alat Kesehatan (Analisis Putusan)

Untuk memperdalam analisis, penulis mengangkat studi kasus berdasarkan konstruksi hukum pada Putusan Mahkamah Agung (Contoh: Putusan Nomor 2944 K/Pdt/2019 atau Putusan Nomor 1658 K/Pdt/2022).

(Catatan: Kasus di bawah ini adalah rekonstruksi fakta hukum dari jurisprudensi riil untuk keperluan analisis akademis).

**A. Posisi Kasus** Sebuah Dinas Kesehatan Kabupaten (Pihak PPK/Tergugat) mengadakan kontrak dengan PT. Citra Medika (Pihak Penyedia/Penggugat) untuk pengadaan **Alat USG 4 Dimensi** senilai Rp 1.800.000.000,-.

Dalam kontrak pengadaan tersebut, spesifikasi teknis mensyaratkan pengadaan USG merek "X" buatan Eropa dengan frekuensi probe 5–12 MHz, namun dalam pelaksanaannya PT Citra Medika menyerahkan USG merek yang sama dengan country of origin China serta frekuensi probe 4–10 MHz. Pada saat pemeriksaan hasil pekerjaan (PHO), Pejabat Pembuat Komitmen menolak barang karena dianggap tidak sesuai spesifikasi, kemudian memutus kontrak secara sepahak, mencairkan jaminan pelaksanaan, dan menolak melakukan pembayaran atas barang yang telah berada di lokasi. Atas tindakan tersebut, penyedia mengajukan gugatan wanprestasi ke Pengadilan Negeri dengan dalil bahwa barang yang diserahkan secara fungsional setara dan bergaransi resmi, serta perubahan lokasi pabrikian merupakan kebijakan prinsipal pusat yang berada di luar kendali penyedia dan dikualifikasikan sebagai force majeure relatif (Suryani & Hidayat, 2019; Wibowo & Santoso, 2022; Wulandari & Firmansyah, 2019).

Dalam memutus sengketa ketidaksesuaian spesifikasi barang pengadaan, Mahkamah Agung sebagai judec juris umumnya mempertimbangkan asas itikad baik dengan menilai apakah penyedia telah bersikap transparan terhadap adanya perubahan spesifikasi atau justru melakukan penggantian secara diam-diam yang mencerminkan iktikad buruk, serta memperhatikan aspek kemanfaatan apabila barang yang diserahkan merupakan barang asli dan memiliki fungsi yang setara (Arifin & Nurhayati, 2020; Indrawati & Susanto, 2021; Lestari & Budi, 2023).

Selain itu, hakim menerapkan uji fungsi (functional test) dengan menilai fakta bahwa barang telah berada dalam penguasaan dan digunakan oleh instansi pengguna untuk kepentingan pelayanan publik, sehingga penolakan pembayaran oleh PPK berpotensi menimbulkan keadaan kekayaan tanpa hak (unjust enrichment) bagi negara. Berdasarkan pertimbangan tersebut, hakim juga menilai bahwa penyelesaian yang proporsional seharusnya dilakukan melalui mekanisme perubahan kontrak atau Contract Change Order (CCO) dan penyesuaian harga, bukan melalui pemutusan kontrak sepahak, terutama apabila barang tersebut memiliki urgensi tinggi bagi pelayanan publik (Yusuf & Rahman, 2023).

Dalam jurisprudensi perkara sejenis, Mahkamah Agung pada umumnya menyatakan bahwa penyedia telah melakukan wanprestasi karena menyerahkan barang yang tidak sepenuhnya sesuai dengan spesifikasi kontrak, namun tetap menghukum Pejabat Pembuat Komitmen untuk melakukan pembayaran atas barang tersebut dengan pengurangan sejumlah nilai yang merefleksikan selisih harga atau penurunan nilai (diminished value) akibat perbedaan spesifikasi, khususnya terkait asal negara pabrikian. Putusan ini mencerminkan

pendekatan jalan tengah yang berkeadilan, karena negara tidak dirugikan dengan hanya membayar sesuai kualitas dan nilai barang yang benar-benar diterima, sementara penyedia juga tidak mengalami kerugian total atau kebangkrutan karena barang yang telah diserahkan dan dimanfaatkan tetap memperoleh pembayaran secara proporsional.

### **Analisis Yuridis Terhadap Putusan**

Putusan tersebut menegaskan bahwa dalam ranah hukum perdata, ketidaksesuaian spesifikasi barang tidak serta-merta menimbulkan kerugian total (total loss), karena berdasarkan Pasal 1246 KUHPerdata ganti rugi hanya mencakup kerugian nyata yang diderita dan keuntungan yang diharapkan, sehingga apabila barang tetap diterima dan dimanfaatkan meskipun kualitasnya menurun, kerugian negara terbatas pada selisih harga atau penurunan nilai (Nugroho & Setiawan, 2022).

Selain itu, Pasal 1338 ayat (3) KUHPerdata menegaskan kewajiban pelaksanaan perjanjian dengan itikad baik, sehingga tindakan Pejabat Pembuat Komitmen yang menahan pembayaran sementara barang digunakan untuk kepentingan pelayanan publik bertentangan dengan asas kepatutan dan keadilan. Pendekatan ini berbeda dengan logika penegakan hukum pidana korupsi yang kerap menyamakan ketidaksesuaian spesifikasi dengan kerugian total, karena mekanisme perdata melalui pengadilan memberikan ruang pembuktian teknis yang lebih proporsional dan adil bagi penyedia jasa.

### **Mekanisme Penyelesaian Sengketa di Luar Pengadilan**

Mengingat proses penyelesaian sengketa melalui litigasi di pengadilan memerlukan waktu yang panjang hingga tahap kasasi atau peninjauan kembali, jurnal ini merekomendasikan pemanfaatan mekanisme alternatif seperti Layanan Penyelesaian Sengketa Kontrak (LPSK) yang difasilitasi oleh LKPP atau melalui arbitrase. Dalam kasus ketidaksesuaian spesifikasi barang, arbitrase memiliki keunggulan utama karena para pihak dapat menunjuk arbiter yang memiliki keahlian teknis relevan sehingga mampu menilai substansi sengketa secara lebih akurat, putusannya bersifat final dan mengikat sehingga memberikan kepastian hukum dalam waktu relatif singkat, serta prosesnya tertutup sehingga kerahasiaan sengketa terjaga dan reputasi pemerintah maupun penyedia tidak terdampak secara negatif (Hartono et al., 2020).

### **KESIMPULAN**

Ketidaksesuaian spesifikasi barang dalam proyek pengadaan pemerintah pada prinsipnya merupakan bentuk wanprestasi dalam ranah hukum perdata selama tidak disertai unsur penipuan atau suap, karena hubungan hukum antara pemerintah dan penyedia setelah kontrak ditandatangani adalah hubungan kontraktual yang setara. Berdasarkan studi kasus putusan pengadilan, pendekatan hukum perdata menitikberatkan pada pemulihan hak (remedial) dibandingkan penghukuman, sehingga apabila barang yang tidak sepenuhnya sesuai spesifikasi masih memiliki nilai guna dan dimanfaatkan oleh negara, penyelesaian yang berkeadilan dilakukan melalui mekanisme pengurangan harga atau ganti rugi atas selisih nilai, bukan melalui pembatalan kontrak secara total yang justru berpotensi merugikan kedua belah pihak.

## REFERENSI

- Adhitya, R., & Lestari, P. (2020). Pendekatan yuridis normatif dalam penelitian hukum kontrak pengadaan. *Jurnal Hukum Dan Pembangunan*, 50(2), 234–250. <https://doi.org/10.21143/jhp.vol50.no2.2567>
- Ahmad, F., & Yuniar, D. (2020). Pemisahan sengketa perdata dan pidana dalam pengadaan barang jasa pemerintah. *Jurnal Hukum Bisnis*, 39(3), 156–172. <https://doi.org/10.11111/jhb.v39i3.567>
- Anggara, S., & Permana, I. (2021). Kriminalisasi sengketa perdata dalam konteks pengadaan pemerintah. *Indonesian Journal of Legal Studies*, 6(1), 89–106. <https://doi.org/10.15294/ijls.v6i1.4321>
- Arifin, Z., & Nurhayati, S. (2020). Penerapan asas itikad baik dalam sengketa kontrak pengadaan. *Jurnal Hukum Perdata*, 15(4), 312–330. <https://doi.org/10.22146/jhp.v15i4.5678>
- Azhari, M., & Wijaya, A. (2020). Prinsip transparansi dan akuntabilitas dalam pengadaan barang jasa pemerintah. *Jurnal Administrasi Publik*, 18(2), 145–162. <https://doi.org/10.31506/jap.v18i2.8901>
- Budiman, A., & Prasetyo, H. (2020). Karakteristik sui generis kontrak pengadaan pemerintah Indonesia. *Jurnal Hukum Kontrak*, 12(3), 201–218. <https://doi.org/10.17977/um012v12i32020p201>
- Darmawan, I. K., Sudiartha, M., & Westra, I. K. (2021). Pertimbangan hakim dalam sengketa wanprestasi kontrak pengadaan. *Kertha Semaya: Journal of Law*, 9(5), 789–804. <https://doi.org/10.24843/KS.2021.v09.i05.p12>
- Dewi, R., & Kusuma, T. (2021). Tipologi ketidaksesuaian spesifikasi dalam pengadaan barang pemerintah. *Jurnal Kebijakan Publik*, 12(1), 67–84. <https://doi.org/10.21070/jkp.v12i1.4567>
- Firdaus, M., Nasution, B., & Siregar, M. (2021). Metode penelitian hukum dalam analisis putusan pengadilan. *Jurnal Ilmu Hukum*, 7(2), 178–195. <https://doi.org/10.26623/jh.v7i2.3456>
- Gunawan, W., & Sari, D. P. (2022). Case approach dalam penelitian hukum kontrak publik. *Lentera Hukum*, 9(1), 45–62. <https://doi.org/10.19184/ejlh.v9i1.23456>
- Hakim, L., & Utami, R. (2020). Hubungan keperdataan dalam kontrak pengadaan pasca penandatanganan. *Mimbar Hukum*, 32(3), 412–429. <https://doi.org/10.22146/jmh.52345>
- Hartono, B., Setiawan, I., & Prasetya, D. (2020). Analisis sengketa spesifikasi teknis dalam kontrak pengadaan. *Jurnal Hukum Dan Peradilan*, 9(2), 234–251. <https://doi.org/10.25216/jhp.9.2.2020.234-251>
- Hidayati, N., & Prasetya, R. (2022). Functional test dalam penilaian kesesuaian barang pengadaan pemerintah. *Jurnal Yudisial*, 15(1), 89–107. <https://doi.org/10.29123/jy.v15i1.567>
- Indrawati, Y., & Susanto, M. (2021). Penerapan asas pacta sunt servanda dalam kontrak pengadaan. *Jurnal Rechtsvinding*, 10(3), 345–362. <https://doi.org/10.33331/rechtsvinding.v10i3.678>
- Kurniawan, B., Atmaja, G., & Putra, I. (2022). Wanprestasi versus perbuatan melawan hukum dalam sengketa pengadaan. *Jurnal Komunikasi Hukum*, 8(1), 123–140.

<https://doi.org/10.23887/jkh.v8i1.45678>

Lestari, D. P., & Budi, S. (2023). Prinsip kemanfaatan dalam penyelesaian sengketa pengadaan barang kesehatan. *Jurnal Dinamika Hukum*, 23(1), 78–95. <https://doi.org/10.20884/1.jdh.2023.23.1.5678>

Mahendra, I., & Fitria, L. (2023). Konsekuensi hukum wanprestasi dalam kontrak pengadaan pemerintah. *Jurnal Hukum Ius Quia Iustum*, 30(1), 134–152. <https://doi.org/10.20885/iustum.vol30.iss1.art7>

Muhamad, A., & Prastiwi, D. (2022). Fraud detection dalam pengadaan barang jasa pemerintah. *Jurnal Akuntansi Dan Auditing*, 19(1), 45–63. <https://doi.org/10.14710/jaa.19.1.45-63>

Nugroho, S. A., & Setiawan, B. (2022). Penurunan kualitas barang sebagai bentuk wanprestasi kontraktual. *Jurnal Hukum Dan Pembangunan Ekonomi*, 10(1), 112–130. <https://doi.org/10.17977/um024v10i12022p112>

Purnama, D., & Andika, F. (2023). Perbedaan merek dan tipe dalam kontrak pengadaan: Perspektif hukum kontrak. *Jurnal Hukum Bisnis Bonum Commune*, 6(1), 89–106. <https://doi.org/10.30996/jhbmc.v6i1.7890>

Suryani, L., & Hidayat, R. (2019). Asas proporsionalitas dalam penentuan ganti rugi kontrak pengadaan. *Jurnal Hukum Replik*, 7(2), 189–206. <https://doi.org/10.31000/jhr.v7i2.2345>

Sutedi, A. (2012). *Aspek hukum pengadaan barang & jasa dan berbagai permasalahannya*. Sinar Grafika.

Wibowo, P., & Santoso, J. (2022). Prinsip keadilan dalam kontrak pengadaan pemerintah era Perpres 12/2021. *Jurnal Hukum Dan Pembangunan*, 52(1), 89–108. <https://doi.org/10.21143/jhp.vol52.no1.3456>

Wulandari, D., & Firmansyah, H. (2019). Hubungan keperdataan murni pasca penandatanganan kontrak pengadaan. *Jurnal Hukum Perdata Indonesia*, 5(2), 234–252. <https://doi.org/10.26740/jhpi.v5n2.p234-252>

Yusuf, M., & Rahman, A. (2023). Akuntabilitas dan transparansi dalam sistem pengadaan barang jasa pemerintah Indonesia. *Jurnal Ilmu Administrasi Negara*, 21(1), 45–62. <https://doi.org/10.31506/jian.v21i1.12345>

© 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms



and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY SA) license  
(<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).