

## Pengenalan Ekonomi Sirkular (*Circular Economy*) Bagi Masyarakat Umum

Nurhidayati Dwiningsih<sup>1</sup> dan Ludwina Harahap<sup>1\*</sup>,

<sup>1</sup>Universitas Trilogi

Jalan TMP Kalibata No. 1, Jakarta, Indonesia

\*Email: ludyhara@trilogi.ac.id

### ABSTRAK.

Saat ini dan mungkin di masa yang akan datang, masalah lingkungan semakin membahayakan kehidupan dan eko sistem yang ada di bumi ini. Masalah lingkungan yang dihadapi tentunya akan membahayakan kehidupan manusia saat ini maupun generasi selanjutnya. Isu sustainability menjadi kajian yang sangat menarik untuk dibahas, baik oleh para akademisi, praktisi, otoritas terkait, bahkan masyarakat umum, terutama di negara berkembang. Konsep 3 R (*Reuse, Reduce, Recycle*) yang selama ini ditawarkan sebagai solusi untuk mengurangi limbah industri, limbah masyarakat dan limbah keluarga (rumah tangga) terus dikembangkan dan saat ini menjadi konsep ekonomi sirkular. Konsep ekonomi sirkular yang sedang trending, wajib untuk disebarluaskan agar setiap manusia menyadari pentingnya berperan mewujudkan ekonomi sirkular bagi keberlangsungan kehidupan di masa yang akan datang. Hal ini yang melatarbelakangi dilaksanakannya PKM dengan topik Ekonomi Sirkular Bagi Masyarakat Umum. PKM dilaksanakan secara *offline* dan menargetkan pemahaman dan ketertarikan para peserta terhadap ekonomi sirkular. Setelah pelaksanaan PKM pemahaman tentang ekonomi sirkular meningkat; dimana semula masyarakat belum mengetahui dan mengenal ekonomi sirkular, setelah mengikuti sosialisasi memperlihatkan perubahan paradigma dan sikap, serta pengetahuan tentang ekonomi sirkular.

**Kata Kunci:** 3R, society 5.0, SDGs, ekonomi sirkular, negara berkembang

### ABSTRACT.

*From now and might be in the future, we will face the environmental problems which is endangering our lives and eco-systems on this earth. They will harm and destroy human life today and the next generation. The issue of sustainability is a very interesting study to be discussed, both by activists, practitioners, relevant authorities, especially in developing countries. The concept of 3 R (Reuse, Reduce, Recycle) which has been offered as a solution to reduce industrial waste, community waste and family waste (household) continues to be developed and now we familiar with the term of circular economy concept. The concept of circular economy that is trending, must be disseminated so that every human being realizes the importance of playing a role in creating a circular economy for the survival of life in the future. This is the motive to do society empowerment activities (PKM) with the topic of Circular Economy for the societies. Even in Covid 19 pandemic era, this event (PKM) have been done physically (offline) and the targets are to make the participants understand and curious or interest about the circular economy. The result shows the understanding of circular economy from participants increased. Besides that, after following the socialization showed a change in paradigms and attitudes about the concept of circular economy and be ready to apply it in the daily life.*

**Keywords:** circular economy, emerging country, 3R, society 5.0, SDGs



## PENDAHULUAN

Saat ini dan mungkin di masa yang akan datang, masalah lingkungan semakin membahayakan kehidupan dan eko sistem yang ada di bumi ini. Masalah lingkungan yang dihadapi mulai dari polusi udara, air, tanah, hilangnya keanekaragaman hayati, penipisan lapisan bumi, dan masalah lingkungan lainnya (Geissdoerfer et al., 2017). Masalah ini tentunya akan membahayakan kehidupan manusia saat ini maupun generasi selanjutnya. Isu sustainability menjadi kajian yang sangat 3R menarik untuk dibahas, baik oleh para akademisi, praktisi, otoritas terkait, bahkan masyarakat umum, terutama di negara berkembang (Bilal et al., 2020). Konsep 3 R (*Reuse, Reduce, Recycle*) yang selama ini ditawarkan sebagai solusi untuk mengurangi limbah industri, limbah masyarakat dan limbah keluarga (rumah tangga) terus dikembangkan dan saat ini menjadi konsep ekonomi sirkular. Konsep ekonomi sirkular yang sedang trending, dengan berbagai kajian yang menarik (Bilal et al., 2020; Geissdoerfer et al., 2017; Govindan, 2018; Hinaa et al., 2022; Kirchherr et al., 2017; Kirchherr & Piscicelli, 2019; Lewandowski, 2016; Munaro et al., 2020; Stahel, 2016; Velenturf & Purnell, 2021) wajib untuk disebarluaskan agar setiap manusia (baik sebagai makhluk social maupun pelaku ekonomi) menyadari pentingnya untuk berperan mewujudkan ekonomi sirkular bagi keberlangsungan kehidupan di masa yang akan datang.

Konsep 3 R sebagai solusi yang ditawarkan untuk mengurangi limbah industri, limbah masyarakat dan limbah keluarga (rumah tangga). Pemerintah dan pihak-pihak terkait semakin intensif mengembangkan program-program untuk mempertahankan kualitas hidup masyarakat. Program dengan mengusung konsep 3 R diharapkan mampu mengurangi limbah yang semakin bertambah seiring dengan pertambahan jumlah penduduk di dunia.

Konsep 3 R berkembang dan lebih dikenal dengan tag line green environment atau green economy, atau bahasa lain yang menggunakan kata “green”. *Green* dianggap mewakili atau mencerminkan konsep kelestarian lingkungan. Konsep 3 R yaitu konsep untuk mengintegrasikan kegiatan ekonomi dengan tujuan terciptanya *sustainability* atau keberlanjutan. Konsep 3 R, *green economy, green environment* yang selama ini kita kenal menggunakan pendekatan ekonomi linear (*linear economy*). Semakin meningkatnya partisipasi masyarakat terhadap keberlangsungan lingkungan (*sustainability*), berkembang konsep terbaru yang ditawarkan untuk mencapai target SDG’s berupa keberlanjutan (*sustainability*), yaitu ekonomi sirkular (*circular economy*).

Para ahli memberikan definisi ekonomi sirkular dari berbagai perspektif (Geissdoerfer et al., 2017). Ditinjau dari perspektif lingkungan mengambil isu keberlanjutan dari input sumber daya, limbah dan output emisi. Ada juga yang mendefinisikan ekonomi sirkular dengan tema kelangkaan sumber daya, dampak terhadap lingkungan dan manfaat ekonomi, atau optimasi sumber daya terkait dengan produksi yang lebih bersih, meningkatkan nilai siklus teknis dan biologis bahan melalui strategi melingkar. Konsep ekonomi sirkular mengusung isu penggunaan kembali, perbaikan, remanufaktur dan daur ulang produk, bahan, dan komponen (Munaro et al., 2020).

Sustainability menjadi issue strategis yang akan dicapai oleh seluruh dunia sesuai dengan kesepakatan Kepala Negara dan dituangkan dalam Sustainability Development Goals pada tahun 2030. Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs), diadopsi oleh semua negara anggota PBB pada tahun 2015 sebagai seruan universal untuk bertindak mengakhiri kemiskinan, melindungi planet dan memastikan bahwa semua orang

menikmati perdamaian dan kemakmuran pada tahun 2030 (UNDP, 2021). Sebanyak 17 target SDG's harus menjadi tanggung jawab bagi kita semua untuk mewujudkannya dan untuk mencapainya tidak dapat dilakukan sendiri ataupun sendiri-sendiri. Keberlangsungan bumi ini melibatkan kerjasama semua pihak, baik pemerintah, swasta, akademisi, pelaku ekonomi dan tentunya masyarakat umum. Pemerintah menyadari bahwa permasalahan lingkungan yang dihadapi saat ini harus disadari oleh semua pihak, sehingga untuk mewujudkan sustainability akan lebih mudah tercapai. Pemerintah pun telah mengeluarkan beberapa aturan, ketentuan, hukum dan lain-lain yang mengatur tentang sustainability. Terwujudnya *sustainability* perlu dukungan dari berbagai pihak, melalui berbagai cara dan saluran, dan tentunya dengan kerjasama dan kolaborasi akan lebih mudah untuk mencapai target SDG's tersebut.

Dunia saat ini menghadapi situasi dimana terjadinya peningkatan konsumsi, munculnya konsumen generasi baru, urbanisasi dan pekerjaan, dan lompatan teknologi, menjadikan konsep ekonomi sirkular harus segera diimplementasikan (McClelland, 2016). Hal tersebut akan berdampak pada lingkungan dan eko system yang ada bilamana kesadaran untuk menjaga dan memelihara bumi ini sangat rendah. Menjaga agar bumi dimana kita hidup tetap lestari sehingga keberlangsungan kehidupan di dunia terjaga menjadi tanggung jawab semua manusia yang ada di bumi ini. Setiap manusia harus menyadari tanggung jawab tersebut. Namun sayangnya, kesadaran untuk menjaga lingkungan hidup dengan berbagai aktivitas yang dilakukan masih sangat rendah, terutama masyarakat yang berada di negara berkembang.

Direktur Pengelolaan Sampah Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) Novrizal Tahar mengatakan ketidacacuhan masyarakat Indonesia terhadap masalah sampah sebesar 72% (JPN, 2019). Data tersebut berdasarkan laporan indeks Perilaku Ketidakpedulian Lingkungan Hidup dari Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2018. Ketidacacuhan masyarakat menyebabkan masalah lingkungan seperti lingkungan yang kotor, yang disebabkan oleh masyarakat yang membuang sampah sembarangan yang mengakibatkan sampah menumpuk dan berserakan. Polusi udara yang disebabkan oleh penggunaan bahan bakar bensin, asap industri, asap kendaraan, pembakaran sampah, penggunaan freon, juga menjadi masalah lingkungan. Pencemaran tanah, pencemaran air, banjir dan masalah lingkungan yang disebabkan oleh ketidakpedulian masyarakat terhadap lingkungan (Silmi Nurul Utami, 2021). Ketidakpedulian masyarakat terhadap masalah lingkungan akan membawa dampak besar bagi kehidupan manusia saat ini dan generasi selanjutnya. Hal ini tidak boleh terjadi dan dibiarkan tanpa ada upaya untuk mencegahnya.

Upaya-upaya untuk melindungi bumi dari degradasi dan masalah lingkungan telah dilakukan oleh para ahli dari beberapa puluh tahun lalu, mulai dengan ekonomi linear atau lebih dikenal dengan jargon 3 R. Kemudian berkembang dengan konsep terbaru yaitu ekonomi sirkular. Sesuai dengan namanya, konsep ekonomi sirkular digambarkan sebagai sebuah lingkaran. Lebih tepatnya siklus hidup suatu barang atau produk harus diperlambat menjadi selama mungkin (*sustain*). Konsep ekonomi sirkular diharapkan dapat memperlambat terjadinya kerusakan atau masalah lingkungan. Oleh karena itu dibutuhkan kesadaran setiap masyarakat untuk memahami dan menerapkan konsep ekonomi sirkular dalam kehidupan sehari-hari.

Untuk meningkatkan kesadaran terhadap pentingnya menerapkan konsep ekonomi sirkular sebagai penyempurnaan ekonomi linear dibutuhkan literasi bagi semua pihak termasuk masyarakat umum. Sosialisasi sebagai salah satu bentuk literasi bagi

masyarakat diharapkan dapat meningkatkan pemahaman dan kesadaran masyarakat akan pentingnya menerapkan ekonomi sirkular dalam kehidupan sehari-hari.

## METODE

Masalah lingkungan seperti polusi udara, tanah, air, sampah industri maupun sampah rumah tangga dan berbagai bentuk masalah lingkungan lainnya merupakan fenomena yang terjadi disekitar kehidupan masyarakat. Permasalahan lingkungan tersebut jika tidak diselesaikan atau diurai untuk dicari penyelesaiannya dapat menimbulkan dampak yang tidak baik dan mempengaruhi semua aspek kehidupan manusia, seperti aspek ekonomi, sosial, tata kelola, hukum dan sebagainya. Permasalahan tersebut harus diselesaikan oleh semua pihak, termasuk akademisi maupun masyarakat. Berbagai cara dan bentuk dapat dilakukan oleh pihak manapun dalam menyelesaikan permasalahan terhadap lingkungan.

Salah satu cara dan bentuk penyelesaian terhadap masalah lingkungan, terutama yang terjadi di masyarakat, metode pelaksanaan yang dilakukan adalah dengan memberikan “Sosialisasi dan Edukasi tentang Ekonomi Sirkular”. Sosialisasi dan Edukasi dibutuhkan bagi masyarakat umum untuk mengetahui dan mengenal ekonomi sirkular dan kemudian dapat mengambil manfaat dan mengimplementasikannya dalam kehidupan sehari-hari. Metode atau tahapan kegiatan yang dilakukan dimulai dari 1) menyusun rencana kerja (perencanaan) termasuk persiapan, 2) pelaksanaan kegiatan (sosialisasi dan edukasi), 3) observasi dan evaluasi serta 4) refleksi.

Kegiatan perencanaan dan persiapan yang dilakukan yaitu : 1) Melakukan koordinasi dengan para pengurus Posdaya (RW 01 Kelurahan Ceger, Kecamatan Cipayang, Jakarta Timur) untuk memperoleh persetujuan dan ijin serta jadwal pelaksanaan kegiatan sosialisasi dan edukasi bagi masyarakat setempat. 2) Membuat dan menyusun materi sosialisasi dan edukasi tentang ekonomi sirkular. Untuk mempermudah pemahaman dan menangkap isi pesan yang akan disampaikan terkait dengan materi tersebut, penyampaian menggunakan modul dalam bentuk *fotocopy*. Modul sederhana dibuat dengan Bahasa yang mudah dipahami dan menggunakan gambar-gambar agar lebih menarik dan mudah untuk dipahami.

Kegiatan pelaksanaan terdiri dari : 1) *Warming up* (pemanasan) terlebih dahulu untuk mengetahui pemahaman peserta tentang topik tersebut. *Warming up* dengan memberikan kuesioner tentang ekonomi sirkular melalui *google form* yang diberikan kepada peserta dengan membagikan *link* yang dapat diakses, 2) Penyajian materi tentang Ekonomi Sirkular yang disampaikan oleh 2 (dua) orang narasumber yang merupakan dosen yang cukup kompeten untuk membagikan ilmu tentang Ekonomi Sirkular, 3) Tanya jawab seputar pemahaman dan implementasi ekonomi sirkular. Tahapan observasi dan evaluasi dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui dampak atau perubahan pemahaman dari peserta pelatihan sebelum dan setelah pelatihan. Observasi dan evaluasi dalam bentuk kuesioner yang berisi beberapa pertanyaan. Pelaksanaan evaluasi dilakukan dengan menggunakan bantuan *google form* untuk mempermudah pendistribusian kuesioner dan *feed back*. Secara umum hasil evaluasi memperlihatkan tingkat penerimaan dan pemahaman terhadap materi yang diberikan oleh pemateri ada perubahan sedikit. Semula hampir semua peserta tidak mengetahui tentang ekonomi sirkular, namun setelah diberikan materi dan tanya jawab, ada sedikit perubahan pengetahuan dan pemahaman yang diterima oleh peserta.

Tahap terakhir yaitu refleksi yang dilakukan oleh tim pelaksana untuk mengetahui keefektifan pelaksanaan sosialisasi dan edukasi tersebut dan dapat dijadikan dasar dalam menyelenggarakan sosialisasi, edukasi dan pelatihan selanjutnya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam rangka memberikan pemahaman tentang ekonomi sirkular, telah dilakukan sosialisasi dan edukasi tentang ekonomi sirkular. Penulis memberikan materi tentang ekonomi sirkular dengan judul “Kontribusi Masyarakat terhadap keberlangsungan lingkungan”. Materi yang dibawakan antara lain yaitu tentang : 1. Target pembangunan berkelanjutan atau *Sustainability Development Goals* (SDG’s) yang terdiri dari 17 target, 2. Perkembangan konsep ekonomi dalam masyarakat, 3. Perbedaan antara ekonomi linear dan ekonomi sirkular, 4. Hambatan implementasi ekonomi sirkular, dan 5. Peran dan kontribusi masyarakat umum terhadap terwujudnya ekonomi sirkular.

Kegiatan Pengabdian kepada masyarakat (PKM) dengan melakukan sosialisasi dan edukasi agar masyarakat umum dapat mengetahui dan memahami tentang ekonomi sirkular sehingga masyarakat dapat berperan serta dan berkontribusi dalam mewujudkan target pembangunan berkelanjutan (SDG’s). Masyarakat perlu diberikan sosialisasi dan edukasi mengenai ekonomi sirkular agar dapat membantu pemerintah menyelesaikan atau mengurangi permasalahan lingkungan. Masalah lingkungan berdampak ke berbagai aspek kehidupan manusia, seperti ekonomi, sosial, Pendidikan, dan sebagainya. Masalah lingkungan akan membawa pengaruh buruk bagi kehidupan manusia dan kualitas hidup masyarakat.

17 target SDG’s (gambar 1), diantaranya yaitu Menghapus Kemiskinan, Mengurangi Kelaparan Tahap, penanganan perubahan iklim, menjaga ekosistem, dan lainnya, menjadi tanggung jawab 139ating139. Pada pelaksanaan PKM ini, penulis mengajak peserta yang hadir, dimana sebagian besar adalah ibu rumah tangga, untuk berperan aktif dan berkontribusi mewujudkan target SDG’s (gambar 1).



Gambar 1. Target SDG’s dan Pemberian Materi Sosialisasi dan Edukasi

Tujuan dilakukannya kegiatan ini, agar masyarakat RW 01, Kelurahan Ceger, Kecamatan Cipayang, Jakarta Timur, terutama ibu rumah tangga memahami dan mempraktekkan konsep ekonomi sirkular dalam kehidupan sehari-hari. Harapan yang diinginkan dari sosialisasi dan edukasi ini adalah mencegah atau memperlambat terjadinya permasalahan lingkungan, yang pada akhirnya mengganggu kehidupan berkelanjutan (sustainability).

Contoh sederhana yang dapat dipahami oleh peserta tentang ekoomi sirkular yaitu penggunaan alat rumah tangga secara ekonomis dan merawatnya dengan baik sehingga daur hidup produk tersebut lebih 140ating140 (lama). Peserta memberikan praktek sehari-hari tentang ekonomi sirkular yaitu melakukan reparasi terhadap 140atin/kuali yang bocor sehingga tidak perlu membeli 140atin/kuali baru. Dengan peran serta dan kontribusi masyarakat terhadap terwujudnya kehidupan berkelanjutan melalui praktek ekonomi sirkular diharapkan dapat mengurangi permasalahan lingkungan yang terjadi di kalangan masyarakat pada umumnya. Dengan menjaga dan memelihara keberlangsungan lingkungan saat ini maka kehidupan bagi generasi dimasa yang akan 140ating akan tetap ada dan terpelihara. Melalui kegiatan PKM ini dapat menjadikan masyarakat aktif menjalankan gerakan mencintai lingkungan, memelihara lingkungan, peduli lingkungan dan gerakan-gerakan social lainnya.

Kegiatan sosialisasi dan edukasi ini dilaksanakan 1 (satu) hari yaitu pada Jum'at, 21 Januari 2022, dengan metode sosialisasi dan edukasi kepada masyarakat. Kegiatan dilakukan bersamaan dengan kegiatan rutin yang dilakukan oleh masyarakat setiap minggunya, yaitu olah raga pagi. Pendekatan dan metode tersebut dipilih sebagai bentuk penyesuaian akses dari sasaran kegiatan dan memperlancar komunikasi antara narasumber dan masyarakat sasaran.

Hasil yang di dapatkan oleh khalayak sasaran setelah mendapatkan materi sosialisasi dan edukasi adalah bertambahnya pengetahuan, wawasan, dan keingintahuan tentang konsep ekonomi sirkular. Selain itu, masyarakat sasaran juga mulai tergerak untuk berkontribusi dan berperan aktif dalam mendukung gerakan ekonomi sirkular.

## SIMPULAN

Kegiatan “Sosialisasi dan Edukasi tentang Ekonomi Sirkular di Posdaya Bahagia RW 01 Kelurahan Ceger Kecamatan Cipayung Jakarta Timur disambut baik oleh peserta. Sebagian besar peserta adalah ibu rumah tangga, yang tentunya sangat tepat untuk memperoleh pemahaman tentang ekonomi sirkular. Respon positif dari peserta menjadi berita baik bagi pelaksanaan PKM dan diharapkan dapat terus dilakukan. Hampir semua peserta sosialisasi dan edukasi belum pernah mengetahui tentang ekonomi sirkular, termasuk dampak dan hubungannya dengan target SDG's. Dengan adanya kegiatan ini peserta terlihat mulai memahami dan sadar akan pentingnya menerapkan ekonomi sirkular dalam kehidupan sehari-hari.

Secara umum, pelaksanaan PKM berjalan dengan lancar dan mendapat tanggapan positif dari peserta. Peserta merasakan manfaat dengan mengikuti PKM ini dan tergerak untuk memulai menerapkan materi yang diberikan oleh narasumber.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada beberapa pihak, yaitu Pengurus Posdaya Bahagia dan Masyarakat RW 01 Ceger, Cipayung Jakarta Timur, LPPM Universitas Trilogi, Pimpinan Program Studi Akuntansi Universitas Trilogi, dan pihak-pihak lainnya yang turut membantu terlaksananya PKM ini.

## REFERENSI

Bilal, M., Khan, K. I. A., Thaheem, M. J., & Nasir, A. R. (2020). Current state and barriers to the circular economy in the building sector: Towards a mitigation framework. *Journal of Cleaner Production*, 276, 123250. <https://doi.org/10.1016/>

- j.jclepro.2020.123250
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). The Circular Economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757–768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
- Govindan, K. (2018). A systematic review on drivers, barriers, and practices towards circular economy: a supply chain perspective. *International Journal of Production Research*, 56(1), 278–311. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1402141>
- Hinaa, M., Chauhan, C., Kaur, P., & Amandeep, D. (2022). Drivers and barriers of circular economy business models: Where we are now, and where we are heading. *Journal of Cleaner Production*, 333(Januari), 1–18.
- JPN. (2019). 72-persen-masyarakat-indonesia-masih-acuh-tak-acuh-terhadap-sampah. *JPN.Com*. <https://www.jpnn.com/news/72-persen-masyarakat-indonesia-masih-acuh-tak-acuh-terhadap-sampah>
- Kirchherr, J., & Piscicelli, L. (2019). Towards an Education for the Circular Economy (ECE): Five Teaching Principles and a Case Study. *Resources, Conservation and Recycling*, 150(July), 104406. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104406>
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127(April), 221–232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>
- Lewandowski, M. (2016). Designing the business models for circular economy-towards the conceptual framework. *Sustainability (Switzerland)*, 8(1), 1–28. <https://doi.org/10.3390/su8010043>
- McClelland, J. (2016). A Framework for Sustainable Circular Business Model Innovation. *Technology Innovation Management Review*, 6(7), 5–12. <https://doi.org/10.22215/timreview1000>
- Munaro, M. R., Tavares, S. F., & Bragança, L. (2020). Towards circular and more sustainable buildings: A systematic literature review on the circular economy in the built environment. *Journal of Cleaner Production*, 260. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121134>
- Silmi Nurul Utami. (2021). Ddampak Kurangnya Kesadaran Masyarakat dalam Menjaga Lingkungan. *Kompas.Com*. <https://www.kompas.com/>
- Stahel, W. R. (2016). Circular economy - A new relationship with our goods and materials would save resources and energy and create local jobs. *Nature*, 531, 435–438. <https://www.nature.com/articles/531435a.pdf>
- UNDP. (2021). *Sustainability Development Goals*. UNDP. [www.id.undp.org](http://www.id.undp.org)
- Velenturf, A. P. M., & Purnell, P. (2021). Principles for a sustainable circular economy. *Sustainable Production and Consumption*, 27, 1437–1457. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.02.018>