

Alotrop

Jurnal Pendidikan dan Ilmu Kimia

p-ISSN 2252-8075 e-ISSN 2615-2819

KARAKTERISASI PRAKTIKUM BIOKIMIA BERBASIS KONTEKS LOKAL BENGKULU

Nadia Amida^{1*}, Florentina Maria Titin Supriyanti²

¹Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Bengkulu

²Departemen Pendidikan Kimia, Universitas Pendidikan Indonesia

* For correspondence purposes, email: nadia.amida@gmail.com

ABSTRACT

[Characterization of a Biochemistry Laboratory Practicum Based on Local Bengkulu Context]
This study aims to identify the characteristics of a biochemistry practicum program on DNA isolation from local Bengkulu citrus, developed to enhance students' systems thinking skills. A descriptive analysis was conducted through the review of course outlines, practicum implementation documents, student learning modules, and worksheets, as well as observations of practicum sessions and evaluations of students' learning experiences. The practicum program was implemented with 37 students enrolled in a Biochemistry course at a public university in Bandung. The findings reveal three key characteristics. First, the practicum was restructured from a textbook-based model into a contextual practicum using local Bengkulu citrus as an authentic sample. Second, the practicum employed modern laboratory tools—including microtubes, micropipettes, vortex mixers, and centrifuges—which improved the accuracy of DNA isolation and visualization. Third, the activity design integrated systems thinking skills through component analysis, process interrelationships, and result interpretation. Overall, the developed practicum is contextual, modern, and systems-oriented, enhancing both the relevance and quality of students' laboratory learning experiences..

Keywords: Biochemistry practicum, DNA isolation, Bengkulu citrus, Sistem thinking skills

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menentukan karakteristik program praktikum biokimia isolasi DNA jeruk lokal Bengkulu yang dikembangkan untuk meningkatkan keterampilan berpikir sistem mahasiswa. Metode yang digunakan adalah analisis deskriptif melalui telaah dokumen RPS, dokumen program pelaksanaan praktikum, modul belajar mahasiswa, dan lembar kerja mahasiswa, serta observasi pelaksanaan dan evaluasi pengalaman belajar mahasiswa. Program praktikum diimplementasikan pada 37 mahasiswa yang mengikuti mata kuliah Biokimia di salah satu perguruan tinggi negeri di Bandung. Hasil penelitian menunjukkan tiga karakteristik utama. Pertama, praktikum direstrukturisasi dari model berbasis *textbook* menjadi praktikum kontekstual dengan pemanfaatan jeruk lokal Bengkulu sebagai sampel autentik. Kedua, pelaksanaan praktikum menggunakan peralatan laboratorium modern, seperti *microtube*, *micropipette*, *vortex*, dan *sentrifuge*, yang



meningkatkan akurasi isolasi dan visualisasi DNA. Ketiga, desain kegiatan mengintegrasikan keterampilan berpikir sistem melalui analisis komponen, hubungan antarproses, dan interpretasi hasil. Praktikum yang dikembangkan berkarakter kontekstual, modern, dan berorientasi sistem sehingga meningkatkan relevansi serta kualitas pengalaman laboratorium mahasiswa.

Kata kunci: Praktikum biokimia, isolasi DNA, jeruk Bengkulu, keterampilan berpikir sistem

PENDAHULUAN

Praktikum biokimia memegang peran penting dalam membangun pemahaman konseptual dan keterampilan laboratorium mahasiswa sains, khususnya dalam topik DNA sebagai materi genetik. Namun, berbagai studi menunjukkan bahwa banyak praktikum masih berfokus pada prosedur mekanistik dan kurang mengaitkan konsep dengan konteks nyata, sehingga pengalaman belajar mahasiswa menjadi kurang bermakna [1]. Kondisi ini mendorong perlunya pengembangan praktikum yang tidak hanya menekankan keterampilan teknis, tetapi juga memperkuat kemampuan berpikir tingkat tinggi melalui pengalaman autentik.

Pendekatan praktikum berbasis konteks menjadi salah satu strategi yang efektif untuk menjembatani konsep biokimia dengan fenomena nyata di lingkungan mahasiswa. Praktikum kontekstual meningkatkan keterlibatan dan motivasi belajar karena konteks yang digunakan relevan dengan kehidupan sehari-hari mahasiswa [2]. Selain itu, penggunaan potensi lokal dalam pembelajaran terbukti memperkuat pemahaman konsep sekaligus menumbuhkan kesadaran ekologis terhadap sumber daya di sekitar mahasiswa [3]. Dalam bidang biokimia, penggunaan sampel lokal seperti jeruk Bengkulu memberikan peluang bagi mahasiswa untuk mempelajari fenomena genetika secara lebih dekat dan aplikatif [4].

Di sisi lain, laboratorium pendidikan sains saat ini dituntut untuk mengintegrasikan penggunaan teknologi laboratorium modern agar mahasiswa memiliki kesiapan yang lebih baik menghadapi tuntutan riset dan industri. Pembelajaran laboratorium perlu membekali mahasiswa dengan keterampilan operasional alat modern [5]. Penggunaan alat berbasis teknologi juga terbukti meningkatkan motivasi, rasa percaya diri, dan kesiapan mahasiswa dalam penelitian molekuler [6]. Integrasi teknologi laboratorium dalam praktikum biokimia menjadi krusial untuk menciptakan pengalaman belajar yang relevan dan mutakhir.

Selain berbasis konteks dan teknologi, praktikum biokimia juga perlu dirancang untuk menumbuhkan keterampilan berpikir sistem. Berpikir sistem menuntut mahasiswa memahami hubungan antar komponen dalam suatu proses, bukan hanya mengikuti langkah prosedural. Pembelajaran berbasis sistem membantu mahasiswa melihat keterkaitan antara struktur, fungsi, dan dinamika proses biologi secara menyeluruh [7]. Dalam konteks isolasi DNA jeruk lokal, integrasi berbagai tahapan, mulai dari lisis sel hingga analisis filogenetik, memberikan peluang bagi mahasiswa untuk memahami keseluruhan sistem kerja biologi molekuler dan hubungan antarproses secara holistik.

Mengingat urgensi tersebut, pengembangan praktikum biokimia berbasis konteks lokal, teknologi modern, dan keterampilan berpikir



sistem menjadi sangat relevan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran di pendidikan tinggi. Praktikum isolasi DNA jeruk lokal Bengkulu dirancang untuk menjawab kebutuhan tersebut dengan memberikan pengalaman laboratorium yang autentik, modern, dan berorientasi sistem. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik program praktikum yang dikembangkan dan menganalisis bagaimana karakteristik tersebut mendukung pengembangan keterampilan berpikir sistem mahasiswa.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan analisis deskriptif untuk mengidentifikasi karakteristik program praktikum yang dikembangkan. Data dikumpulkan melalui telaah dokumen, meliputi Rencana Pembelajaran Semester (RPS), dokumen program pelaksanaan praktikum, modul belajar mahasiswa, dan lembar kerja mahasiswa. Selain itu, dilakukan observasi pelaksanaan praktikum serta evaluasi pengalaman belajar mahasiswa guna memperoleh informasi mengenai implementasi program secara langsung.

Program praktikum diimplementasikan pada 37 mahasiswa yang mengikuti mata kuliah Biokimia di salah satu perguruan tinggi negeri di Bandung. Seluruh data dianalisis secara kualitatif untuk menggambarkan struktur program, proses pelaksanaan, serta kesesuaian kegiatan dengan tujuan pengembangan keterampilan berpikir sistem mahasiswa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Praktikum biokimia isolasi DNA jeruk lokal Bengkulu menunjukkan karakteristik yang selaras dengan desain program yang dikembangkan. Program

tersebut memuat uraian prosedur pelaksanaan praktikum, modul pembelajaran mahasiswa, lembar kerja mahasiswa, serta instrumen yang digunakan. Berdasarkan hasil implementasi program, dapat disimpulkan bahwa praktikum ini memiliki karakteristik sebagai berikut.

1) Restrukturisasi dari praktikum berbasis textbook menjadi praktikum berbasis kontekstual.

Praktikum ini memanfaatkan sampel jeruk, buah yang populer, disukai mahasiswa, dan mudah dijumpai dalam kehidupan sehari-hari. Penggunaan jeruk memungkinkan mahasiswa lebih mudah mengaitkan pengalaman nyata dengan konsep biokimia yang dipelajari karena mereka telah familiar dengan karakteristiknya. Selain itu, praktikum ini memberi peluang bagi mahasiswa untuk menganalisis hubungan kekerabatan antarjenis jeruk melalui pohon filogenetik, sehingga kegiatan praktikum tidak hanya bermakna secara ilmiah, tetapi juga kontekstual dan relevan dengan kehidupan mahasiswa.

Hal ini sejalan dengan temuan Özgür (2023) yang menunjukkan bahwa praktikum kontekstual meningkatkan keterlibatan dan motivasi belajar mahasiswa karena konteks pembelajaran sesuai dengan lingkungan mereka. Praktikum berbasis konteks juga memberikan pengalaman yang lebih bermakna, memperkuat pemahaman konsep, serta membangun kesadaran ekologis terhadap potensi lokal [3]. Selain itu, aktivitas isolasi DNA dan analisis kekerabatan membantu mahasiswa memahami konsep biokimia secara utuh dan aplikatif dalam kehidupan nyata. Praktikum semacam ini tidak hanya memperdalam penguasaan konsep, tetapi juga



meningkatkan kemampuan transfer pengetahuan ke berbagai situasi lain [8].

2) *Praktikum menggunakan peralatan laboratorium modern.*

Praktikum isolasi DNA ini melibatkan penggunaan peralatan yang relatif jarang digunakan dalam praktikum biokimia konvensional, seperti *microtube*, *micropipette*, *vortex*, dan *sentrifuge*. Penggunaan instrumen tersebut memberikan pengalaman baru bagi mahasiswa karena memungkinkan mereka berinteraksi dengan teknologi laboratorium yang lebih canggih, sekaligus memperkaya keterampilan praktis yang diperlukan dalam kerja biokimia. Hal ini tidak hanya meningkatkan ketertarikan mahasiswa terhadap kegiatan praktikum, tetapi juga memperdalam pemahaman mereka tentang prosedur ilmiah yang lebih kompleks dan relevansi penggunaan peralatan tersebut dalam analisis biokimia.

Dalam pendidikan sains, tidak hanya dituntut mengenalkan konsep dasar, tetapi juga membekali mahasiswa dengan keterampilan operasional alat modern yang relevan dengan kebutuhan riset dan industri [5]. Pembelajaran praktikum yang melibatkan teknologi laboratorium mutakhir terbukti meningkatkan motivasi belajar, kepercayaan diri, serta kesiapan mahasiswa dalam menghadapi tantangan riset molekuler di dunia kerja [9].

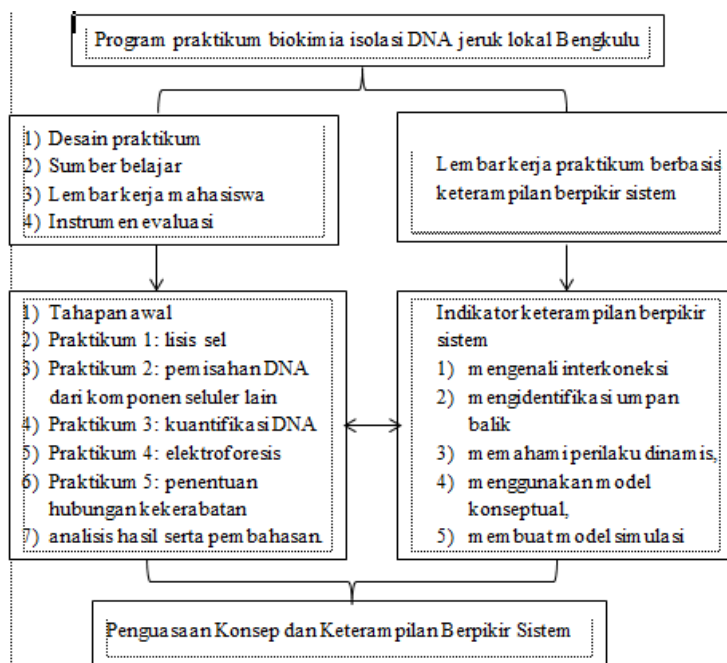
Hal ini sejalan dengan respons mahasiswa terhadap program yang diimplementasikan. Mereka menyatakan bahwa praktikum ini ‘menyenangkan dan seru’ karena memberikan pengalaman baru, seperti menggunakan alat berskala mikro, melakukan

elektroforesis, serta menentukan hubungan kekerabatan jeruk melalui pohon filogenetik. Beberapa mahasiswa juga menilai bahwa praktikum ini ‘melatih ketelitian dan keuletan’ karena seluruh prosedur dilakukan pada skala mikro yang menuntut ketepatan tinggi. Mahasiswa lainnya mengungkapkan bahwa mereka memperoleh kesempatan mencoba instrumen yang sebelumnya belum pernah digunakan, seperti *vortex*, *sentrifuge*, serta memanfaatkan NCBI dan aplikasi MEGA untuk analisis filogenetik. Selain itu, praktikum ini dinilai membantu pemahaman tentang isolasi DNA dan memperkenalkan berbagai reagen baru, seperti CTAB, TE, dan TBE, serta proses pembentukan pellet. Secara keseluruhan, mahasiswa menilai praktikum ini menarik, bermakna, dan memperkaya pengalaman laboratorium mereka.

3) *Praktikum berbasis keterampilan berpikir sistem*

Praktikum ini dirancang berbasis keterampilan berpikir sistem. Dalam program yang dikembangkan, mahasiswa diarahkan untuk memahami keterkaitan antara struktur DNA, penggunaan alat dan bahan, tahapan isolasi, hingga interpretasi hasil yang menghasilkan pohon filogenetik. Pendekatan ini menunjukkan pergeseran dari praktik laboratorium yang bersifat prosedural menuju pola pikir sistemik, di mana mahasiswa dituntut melihat setiap tahapan sebagai bagian dari satu kesatuan proses biologis dan analitis yang saling berhubungan [7]

Karakteristik program praktikum yang dikembangkan divisualisasikan dalam Gambar 1.



Gambar 1: Visualisasi Karakteristik Program Praktikum

Program praktikum mencakup tujuh aktivitas utama yang disusun secara bertahap untuk membangun alur berpikir sistemik. Aktivitas pertama merupakan tahapan awal, di mana mahasiswa menjawab pertanyaan orientasi, mengidentifikasi fenomena, merumuskan masalah, dan menyusun hipotesis. Tahap ini berfungsi membangun kerangka konseptual awal mahasiswa terhadap fenomena yang dikaji. Aktivitas pendahuluan semacam ini terbukti meningkatkan keterlibatan kognitif dan memperkuat relevansi konteks belajar [10].

Tahapan awal praktikum diawali dengan kegiatan identifikasi fenomena yang terkait dengan peran DNA sebagai materi genetik yang menentukan sifat fenotip. Pada fase ini, mahasiswa diberikan pertanyaan orientasi yang berfungsi membangun pemahaman dasar dan mengarahkan proses berpikir mereka sebelum memasuki tahap prosedural isolasi DNA. Setelah menyelesaikan pertanyaan orientasi,

mahasiswa melanjutkan kegiatan dengan mengidentifikasi fenomena yang berkaitan dengan peran DNA sebagai materi genetik penentu sifat fenotip pada jeruk. Pada tahap ini, mahasiswa mengamati berbagai jenis jeruk di antaranya jeruk nipis, mandarin Australia, mandarin kimkit, shantang, medan, *sunkist Valencia Egypt*, lemon lokal kuning, gerga, dan kalamansi. Pengamatan dilakukan terhadap karakter fenotip seperti bentuk, rasa, dan aroma secara langsung. Aktivitas ini membantu mahasiswa memahami kesamaan sifat antarvarietas jeruk, yang mengisyaratkan adanya kemungkinan kekerabatan genetik yang lebih dekat di antara spesies yang diamati.

Berdasarkan hasil pengamatan awal, mahasiswa kemudian menyusun rumusan masalah sebagai dasar untuk melakukan eksperimen dan penelusuran informasi lebih lanjut terkait variasi fenotip jeruk yang diamati. Penyusunan rumusan masalah dilakukan secara berkelompok melalui diskusi untuk

mencapai kesepakatan mengenai fokus kajian. Setelah rumusan masalah ditetapkan, mahasiswa melanjutkan dengan merumuskan hipotesis yang selaras dengan permasalahan tersebut dan mencakup variabel-variabel yang relevan dengan proses isolasi DNA maupun analisis fenotip. Penentuan

hipotesis ini menjadi langkah penting sebelum eksperimen dilaksanakan, karena memberikan arah yang jelas bagi proses pengujian dalam praktikum. Rumusan masalah serta hipotesis yang dibuat oleh mahasiswa pada LKM pada Tabel 1.

Tabel 1. Rumusan masalah dan hipotesis mahasiswa

No	Rumusan Masalah	Hipotesis
1	Apakah hasil destruksi sampel mempengaruhi hasil DNA?	Jika pada saat proses destruksinya tidak dilakukan dengan baik (halus) maka pelet DNA yang terbentuk akan sedikit
2	Apakah isolasi DNA menggunakan CTAB lebih efektif?	Jika sampel banyak mengandung polisakarida dan senyawa polifenol maka isolasi DNA menggunakan metode CTAB (<i>Cetyl Trimethyl Ammonium Bromide</i>) lebih efektif
3	Apakah suhu dan waktu yang digunakan untuk inkubasi pada <i>waterbath</i> mempengaruhi keberhasilan pemisahan DNA dari komponen lain?	1) jika inkubasi terlalu lama maka dapat merusak DNA 2) jikainkubasi terlalu sebentar maka tidak dapat menghancurkan membran dan jaringan sel
4	Apakah konsentrasi pellet mempengaruhi nilai absorbansi pada proses pengukuran UV-Vis?	1) Jika konsentrasi pellet tinggi maka semakin besar nilai absorbansinya 2) Jika konsentrasi pellet kecil maka nilai absorbansinya kecil
5	Apakah proses pembuatan agarose mempengaruhi hasil berpondar atau tidaknya suatu DNA?,	Jika fragmen DNA berukuran lebih besar maka DNA tidak akan bergerak dengan baik dalam gel yang sangat pekat
6	Bagaimana hubungan kekerabatan dari beberapa buah jeruk yang digunakan?	1) Jika jeruk kalamansi memiliki bentuk yang sama dengan jeruk yuzu maka kedua jeruk tersebut memiliki hubungan kekerabatan 2) Jika jeruk gerga memiliki bentuk yang sama dengan jeruk bali maka kedua jeruk tersebut memiliki hubungan kekerabatan
7	Apakah kesamaan karakter atau ciri dari suatu kelompok organisme menandakan hubungan kekerabatan yang dekat?	Jika kelompok organisme memiliki kesamaan karakter atau ciri maka organisme tersebut memiliki hubungan kekerabatan yang dekat

Selanjutnya, lima sesi praktikum dilaksanakan secara berurutan, mulai dari Praktikum 1 (lisis sel), Praktikum 2 (pemisahan DNA), Praktikum 3 (kuantifikasi DNA), Praktikum 4

(elektroforesis), hingga Praktikum 5 (penentuan hubungan kekerabatan melalui analisis filogenetik). Setiap sesi tidak berdiri sendiri, tetapi saling terhubung sebagai satu sistem isolasi dan



analisis DNA yang utuh. Pendekatan bertahap ini memperkuat integrasi antara pengetahuan konseptual dan prosedural, yang menurut National Research Council (2012) merupakan komponen esensial dalam pembelajaran sains berbasis praktik.

Aktivitas terakhir, yaitu analisis hasil dan pembahasan, berfungsi sebagai ruang refleksi bagi mahasiswa untuk mengintegrasikan seluruh pengetahuan dan keterampilan yang diperoleh selama praktikum. Pada tahap ini, mahasiswa tidak hanya mendeskripsikan hasil, tetapi juga mengevaluasi proses serta menjelaskan keterkaitan antar langkah yang telah dilakukan. Praktikum berbasis sistem semacam ini mendorong transfer pengetahuan dan kemampuan berpikir lintas konteks, yang menjadi ciri pembelajaran bermakna [11]. Dengan demikian, desain program praktikum ini secara efektif memfasilitasi pengembangan keterampilan berpikir sistem, karena mahasiswa tidak hanya mempelajari teknik laboratorium, tetapi juga dilatih untuk berpikir kritis, analitis, dan menyeluruh dalam memahami sistem biokimia dan aplikasinya dalam konteks nyata.

SIMPULAN

Praktikum biokimia yang dikembangkan menunjukkan peningkatan kualitas melalui tiga aspek utama: penerapan konteks autentik dengan penggunaan jeruk lokal Bengkulu, pemanfaatan peralatan laboratorium modern yang meningkatkan ketepatan proses isolasi DNA, serta integrasi keterampilan berpikir sistem dalam setiap tahapan kegiatan. Dengan karakter kontekstual, modern, dan berorientasi sistem, praktikum ini mampu memperkuat

relevansi materi dan memperkaya pengalaman laboratorium mahasiswa.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mundy, C. E., & Nokeri, B. K. (2024). Investigating the Effects of a Context-Based Laboratory Exercise for Meaningful Learning. *Journal of Chemical Education*, *101*(8), 3118–3125. <https://doi.org/10.1021/acs.jchem.ed.3c01260>
- [2] Özgür, T. (2023). The effects of context-based learning on students' attitudes towards course and motivation: A review based on meta-analysis. *I-Manager's Journal of Educational Technology*, *20*(2), 8. <https://doi.org/10.26634/jet.20.2.19878>
- [3] Alford, K. R., Stedman, N. L. P., Bunch, J., Baker, S., & Roberts, T. G. (2024). Real-World Experiences in Higher Education: Contributing to the Developing a Systems Thinking Paradigm. *Journal of Experiential Education*. <https://doi.org/10.1177/10538259241259626>
- [4] Amida, N., Nahadi, N., Supriyanti, F. M. T., Liliasari, L., Maulana, D., Ekaputri, R. Z., & Utami, I. S. (2024b). Phylogenetic Analysis of Bengkulu Citrus Based on DNA Sequencing Enhanced Chemistry Students' System Thinking Skills: Literature Review with Bibliometrics and Experiments. *Indonesian Journal of Science and Technology*, *9*(2), 337–354. <https://doi.org/10.17509/ijost.v9i2.67813>
- [5] Krishnan, M. S., Brakaspathy, R., & Arunan, E. (2016). Chemical



- Education in India: Addressing Current Challenges and Optimizing Opportunities. *Journal of Chemical Education*, 93(10), 1731–1736.
<https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.6b00231>
- [6] Chen, H., Rangasamy, M., Tan, S. Y., Wang, H., & Siegfried, B. D. (2010). Evaluation of five methods for total DNA extraction from western corn rootworm beetles. *PLoS ONE*, 5(8).
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0011963>
- [7] Evagorou, M., Korfiatis, K., Nicolaou, C., & Constantinou, C. (2009). An investigation of the potential of interactive simulations for developing system thinking skills in elementary school: A case study with fifth-graders and sixth-graders. *International Journal of Science Education*, 31(5), 655–674.
<https://doi.org/10.1080/09500690701749313>
- [8] Roche Allred, Z. D., Farias, A. J., Kararo, A. T., Parent, K. N., Matz, R. L., & Underwood, S. M. (2021). Students' use of chemistry core ideas to explain the structure and stability of DNA. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 49(1), 55–68.
<https://doi.org/10.1002/bmb.21391>
- [9] Amida, N., Nahadi, N., Supriyanti, F. M. T., & Liliyasi, L. (2024a). Analisis Bibliometrik Menggunakan Vosviewer: Trend Riset Keterampilan Berpikir Sistem Dalam Pendidikan Kimia. *Alotrop*, 8(1), 12–21.
<https://doi.org/10.33369/alo.v8i1.32623>
- [10] Bielik, T., Krell, M., Zangori, L., & Ben Zvi Assaraf, O. (2023). Editorial: Investigating complex phenomena: bridging between systems thinking and modeling in science education. *Frontiers in Education*, 8.
<https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1308241>
- [11] Li, B., Jia, X., Chi, Y., Liu, X., & Jia, B. (2020). Project-based learning in a collaborative group can enhance student skill and ability in the biochemical laboratory: a case study. *Journal of Biological Education*, 54(4), 404–418.
<https://doi.org/10.1080/00219266.2019.1600570>