

Peningkatan Kualitas Pembelajaran Fisika SMA Melalui Pemberdayaan Guru dalam Pengembangan *Learning Management System* (LMS) dan Asistensi Penguatan Keterampilan Sains Siswa

**Dian Permata Lestari¹, Aswin Nugrahandi Hernawan², Eva Rahayu Putri³,
Ainun Istiqomah⁴, Athifah Novi Alfiani⁵, Fina Husnawati⁶, Mufti
Muammarul Haq⁷, Revalina Zulfalutfi Syafiah⁸, Riana Natifa Eka
Cahyani⁹, Salsabila Nur Azizah¹⁰, Dewanto Harjunowibowo¹¹**

1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11 Universitas Sebelas Maret, Indonesia

Received : 17 November 2025, Revised : 20 November 2025, Published : 1 Desember 2025

Corresponding Author

Nama Penulis: Dian Permata Lestari

E-mail: permatadian@student.uns.ac.id

Abstrak

Pembelajaran fisika di sekolah menengah harus mampu membentuk kemampuan berpikir ilmiah (pola berpikir) dan keterampilan melakukan eksperimen sains siswa, namun tantangan berupa rendahnya pemahaman konsep eksperimental dan keterbatasan variasi media ajar masih sering dihadapi. Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran fisika di SMA Negeri 1 Boyolali melalui dua pendekatan utama: (1) penguatan keterampilan eksperimen sains siswa berbasis inkuiri dan (2) pemberdayaan guru dalam pembuatan Learning Management System (LMS) berbasis Kurikulum Merdeka. Metode pelaksanaan meliputi pelatihan intensif pembuatan LMS menggunakan platform Moodle/Google Classroom bagi guru mitra, serta kegiatan asistensi mengajar berupa praktikum terbimbing bagi siswa yang melibatkan pretest dan posttest. Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan signifikan pada keterampilan eksperimen siswa dengan nilai Normalized Gain (N-gain) sebesar 0.72 (kategori tinggi), serta peningkatan literasi teknologi guru dalam memproduksi modul digital dan video eksperimen yang menarik. Program ini terbukti efektif dalam menciptakan ekosistem pembelajaran fisika yang kolaboratif, kontekstual, dan berorientasi pada peningkatan pola berpikir ilmiah siswa serta mendukung implementasi kurikulum secara berkelanjutan.

Kata kunci - pemberdayaan guru, LMS, keterampilan sains, pembelajaran fisika

Abstract

Physics learning in secondary schools should be able to develop students' scientific thinking skills (thinking patterns) and scientific experimentation skills. However, challenges such as low understanding of experimental concepts and limited variety of teaching media are still frequently encountered. This Community Service (PkM) activity aims to improve the quality of physics learning at SMA Negeri 1 Boyolali through two main approaches: (1) strengthening students' inquiry-based scientific experimentation skills and (2) empowering teachers in the creation of a Learning Management System (LMS) based on the Merdeka Curriculum. The implementation methods included intensive training in LMS development using the Moodle/Google Classroom platform for partner teachers, as well as teaching assistance activities in the form of guided practical work for students, involving pre-tests and post-tests. The results of the activities showed a significant increase in students' experimental skills with a Normalised Gain (N-gain) value of 0.72 (high category), as well as an increase in teachers' technological literacy in producing attractive digital modules and experimental videos. This programme has proven to be effective in creating a collaborative, contextual physics learning ecosystem that is oriented towards improving students' scientific thinking patterns and supporting the sustainable implementation of the curriculum.

Keywords - teacher empowerment, LMS, science skills, physics learning

How To Cite : Lestari, D. P., Hernawan, A. N., Putri, E. R., Istiqomah, A., Alfiani, A. N., Husnawati, F., Haq, M. M., Syafiah, R. Z., Cahyani, R. N. E., Azizah, S. N., & Harjunowibowo, D. (2025). Peningkatan Kualitas Pembelajaran Fisika SMA Melalui Pemberdayaan Guru dalam Pengembangan Learning Management System (LMS) dan Asistensi Penguatan Keterampilan Sains Siswa. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Bhinneka*, 4(2), 2202 - 2208. <https://doi.org/10.58266/jpmb.v4i2.764>

Copyright ©2025 Dian Permata Lestari, Aswin Nugrahandi Hernawan, Eva Rahayu Putri, Ainun Istiqomah, Athifah Novi Alfiani, Fina Husnawati, Mufti Muammarul Haq, Revalina Zulfalutfi Syafiah, Riana Natifa Eka Cahyani, Salsabila Nur Azizah, Dewanto Harjunowibowo

PENDAHULUAN

Pendidikan berperan vital dalam mempersiapkan generasi muda menghadapi tantangan abad ke-21 yang menekankan pada kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah (Rosfiani et al., 2023). Di lingkungan Sekolah Menengah Atas (SMA), mata pelajaran sains, khususnya Fisika yang mampu mendorong peserta didik untuk meningkatkan keterampilan serta memegang peranan kunci dalam melatih pola berpikir deduktif, logis, dan analitis siswa (Indrawati, 2024; S. N. Pratiwi et al., 2019). Pembelajaran fisika yang efektif seharusnya tidak hanya berfokus pada transfer pengetahuan teoritis, melainkan juga pada pengembangan keterampilan proses sains, termasuk kemampuan merumuskan hipotesis, melakukan eksperimen, dan menganalisis data yang dapat dilakukan melalui pendekatan inkuiri serta dukungan media digital (Nisrina et al., 2025; Suindhia, 2023).

Upaya peningkatan kualitas pembelajaran fisika dapat tercapai apabila dilakukan pengembangan dan perbaikan terhadap komponen pendidikan yang meliputi guru, peserta didik dan proses pembelajaran (A. G. Pratiwi et al., 2024). Namun, berdasarkan observasi awal di SMA mitra, ditemukan bahwa pembelajaran fisika masih menghadapi tantangan substansial. Tantangan utama meliputi (1) rendahnya kemampuan siswa dalam memahami pola berpikir ilmiah dan merancang atau melaksanakan eksperimen secara mandiri, yang ditunjukkan dengan skor pretest rata-rata 36.67 pada topik praktikum dan (2) keterbatasan guru dalam mengintegrasikan teknologi modern untuk mendukung pembelajaran mandiri, seperti penggunaan *Learning Management System* (LMS) interaktif (Suryanti & Utari, 2025). Kondisi ini menyebabkan pengalaman belajar menjadi kurang mendalam dan tidak sepenuhnya mendukung pencapaian kompetensi dalam Kurikulum Merdeka.

Sebagai jawaban atas tantangan tersebut, kegiatan pengabdian ini dirancang dengan tujuan ganda. Pertama, meningkatkan kemampuan siswa dalam memahami pola berpikir dan keterampilan melakukan eksperimen sains fisika melalui pendampingan praktikum berbasis inkuiri. Kedua, meningkatkan kualitas pembelajaran fisika SMA melalui pelatihan dan pemberdayaan guru dalam pembuatan dan pengelolaan LMS. Dengan mengintegrasikan pelatihan guru dan asistensi siswa, program ini diharapkan dapat menghasilkan dampak berkelanjutan berupa ekosistem pembelajaran yang adaptif, kontekstual, dan berpusat pada pemberdayaan siswa (G. Sari et al., 2024).

METODE

Kegiatan pengabdian ini dilaksanakan di SMA Negeri 1 Boyolali dengan melibatkan guru mata pelajaran fisika sebagai mitra utama dan siswa kelas X/XI sebagai sasaran implementasi. Metode yang digunakan terdiri dari dua fase utama, disesuaikan dengan tujuan kegiatan.

1. Pelatihan dan Pemberdayaan Guru dalam Pengembangan LMS

Fase ini berfokus pada peningkatan literasi teknologi guru melalui pelatihan intensif. Kegiatan meliputi:

- Sosialisasi dan *Workshop* LMS: Pelatihan mengenai konsep dan manfaat LMS yang menjadi platform andalan dalam mendukung pembelajaran berbasis teknologi dalam Kurikulum Merdeka (Fauziyyah et al., 2024).
- Pembuatan Konten Interaktif: Pendampingan teknis kepada guru mitra dalam merancang dan memproduksi modul digital, video eksperimen seperti ditunjukkan pada Gambar 1, dan kuis evaluasi yang dapat diunggah ke platform LMS (misalnya, Moodle atau Google Classroom).
- Pengelolaan Kelas Digital: Pelatihan mengenai cara mengelola dan memonitor aktivitas siswa dalam lingkungan LMS, sehingga memungkinkan pembelajaran mandiri dan terstruktur.

2. Asistensi Mengajar untuk Penguatan Keterampilan Eksperimen Sains Siswa

Fase ini adalah implementasi langsung di kelas melalui program asistensi mengajar yang

berfokus pada praktikum fisika. Langkah-langkahnya adalah:

- Pretest: Siswa diberikan tes awal untuk mengukur pemahaman konsep dasar dan pola berpikir ilmiah sebelum praktikum.
- Praktikum Terbimbing: Siswa melaksanakan serangkaian praktikum yang didesain berbasis inkuiri terbimbing (*guided inquiry*) untuk mendorong mereka merumuskan masalah, merancang prosedur, mengumpulkan data (seperti terlihat pada Gambar 2), dan menyimpulkan hasil secara mandiri (Anjani et al., 2020).
- Posttest: Setelah praktikum dan diskusi, siswa diberikan tes akhir (posttest) untuk mengukur peningkatan kemampuan berpikir ilmiah dan keterampilan sains.

3. Metode Analisis Statistik

Untuk mengukur keberhasilan kegiatan secara kuantitatif, digunakan metode analisis *Normalized Gain* (N-gain). N-gain digunakan untuk mengukur efektivitas suatu perlakuan (intervensi) dengan membandingkan skor sebelum (pretest) dan sesudah (posttest) intervensi, yang dinormalkan terhadap skor maksimum (Lubis et al., 2025).

Rumus N-gain:

$$\underline{g} = \frac{S_{\text{post}} - S_{\text{pre}}}{S_{\text{max}} - S_{\text{pre}}}$$

Keterangan:

- \underline{g} : Rata-rata *Normalized gain*
- S_{post} : Rata-rata skor posttest
- S_{pre} : Rata-rata skor pretest
- S_{max} : Skor maksimum ideal (dalam kasus ini, 100)

Kriteria Penilaian Peningkatan (Hake, 1998):

- Tinggi (High): $g \geq 0.7$
- Sedang (Medium): $0.3 \leq g < 0.7$
- Rendah (Low): $g < 0.3$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengabdian disajikan berdasarkan dua indikator utama: peningkatan keterampilan sains siswa dan peningkatan kapasitas guru mitra.

1. Pemberdayaan Guru dalam Pengembangan LMS

Fase pelatihan LMS berhasil memberdayakan guru mitra dalam mentransformasi materi ajar tradisional menjadi konten digital yang interaktif untuk proses pembelajaran yang lebih menarik agar siswa tidak merasa bosan dan termotivasi untuk belajar (Ali et al., 2021; Rohmah et al., 2025). Guru-guru kini mampu memanfaatkan LMS untuk:

- a) Mengunggah Modul Ajar Digital: Modul ini mencakup materi yang dapat digunakan peserta didik untuk belajar mandiri (Marcelina et al., 2023), latihan soal, dan tautan ke video eksperimen yang mereka kembangkan sendiri (Fathurohman et al., 2024).
- b) Membuat Video Eksperimen: Sesuai dengan narasi dalam Gambar 1, guru mitra menghasilkan beberapa video demonstrasi praktikum yang menarik, memungkinkan siswa mengulang materi eksperimen kapan saja.
- c) Memantau Kemajuan Belajar: Guru dapat melacak kinerja individu siswa secara *real-time* melalui fitur-fitur evaluasi pada LMS.

Literasi teknologi guru ini sangat penting untuk mendukung implementasi Kurikulum Merdeka yang menuntut fleksibilitas dan personalisasi pembelajaran (Purba et al., 2023). Ketersediaan LMS yang dikelola guru sendiri juga menjamin keberlanjutan program ini, jauh melampaui masa pengabdian, karena guru memiliki kepemilikan penuh atas media ajar mereka.



Gambar 1. Kegiatan pelatihan LMS pada guru oleh mentor mahasiswa

2. Peningkatan Keterampilan Sains Siswa

Peningkatan kemampuan siswa dalam memahami pola berpikir ilmiah dan keterampilan eksperimen diukur melalui perbandingan hasil pretest dan posttest pada topik praktikum fisika. Data statistik deskriptif dari hasil pengukuran disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Ringkasan Statistik Hasil Pretest dan Posttest

Statistik	Pretest (S_{pre})	Posttest (S_{post})
Jumlah Siswa (N)	15	15
Skor Rata-rata (<i>Mean</i>)	40.67	87.20
Standar Deviasi	24.56	15.64
Skor Minimum	10	50
Skor Maksimum	80	100

Pengukuran peningkatan kemampuan siswa dalam memahami pola berpikir ilmiah dan keterampilan eksperimen diukur melalui perbandingan hasil pretest dan posttest pada topik praktikum fisika (misalnya, gerak atau listrik statis). Data menunjukkan rata-rata pretest siswa adalah 40.67, sementara rata-rata posttest meningkat tajam menjadi 87.2. Berdasarkan rumus N-gain, peningkatan ini dihitung sebagai:

$$g = \frac{(87.2 - 40.67)}{(100 - 40.67)} = 0.784$$

Nilai N-gain sebesar 0.784 termasuk dalam kategori Tinggi ($g \geq 0.7$), yang menunjukkan bahwa intervensi melalui asistensi praktikum terbimbing sangat efektif dalam meningkatkan keterampilan sains siswa (Sulfa et al., 2024). Peningkatan ini tidak hanya bersifat peningkatan nilai, tetapi juga mengindikasikan bahwa siswa telah mengalami perubahan positif dalam pola berpikir ilmiah, di mana mereka menjadi lebih mampu merumuskan masalah, mengidentifikasi variabel, dan menginterpretasikan data hasil eksperimen (Weisberg & Sobel, 2022).

Proses pembelajaran praktikum berlangsung secara kolaboratif (4C), di mana siswa bekerja dalam kelompok kecil. Siswa didorong untuk mengambil peran aktif dalam setiap langkah, mulai dari persiapan alat hingga penyusunan laporan, sesuai dengan narasi yang mendampingi Gambar 2. Kegiatan ini terbukti meningkatkan partisipasi siswa dan kemampuan keterampilan proses sains mereka dalam merumuskan hipotesis, memverifikasi teori dengan data eksperimen, menginterpretasi data, dan berkomunikasi (W. W. Sari & Zumrotun, 2025; Sumaeni & Gunada, 2022). Standar deviasi yang menurun dari 24.56 pada pretest menjadi 15.64 pada posttest juga mengindikasikan bahwa kemampuan siswa menjadi lebih homogen setelah diberikan perlakuan, yang menunjukkan keberhasilan intervensi dalam meratakan pemahaman.



Gambar 2. Siswa melakukan praktikum didampingi mentor mahasiswa

KESIMPULAN DAN SARAN

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat yang berfokus pada pemberdayaan guru dalam pengembangan LMS dan asistensi penguatan keterampilan eksperimen sains siswa di SMA Negeri 1 Boyolali telah mencapai keberhasilan yang signifikan. Dampak positif yang telah dicapai terbagi menjadi dua aspek utama. Pertama, keberhasilan dalam peningkatan keterampilan sains siswa dibuktikan dengan nilai N-gain sebesar 0.784 (kategori tinggi), yang menegaskan bahwa metode praktikum terbimbing efektif dalam menguatkan pola berpikir ilmiah dan keterampilan melakukan eksperimen. Kedua, kegiatan ini berhasil meningkatkan literasi teknologi guru mitra, memungkinkan mereka menciptakan dan mengelola LMS sebagai sumber belajar mandiri yang adaptif. Secara keseluruhan, program ini telah menciptakan ekosistem pembelajaran fisika yang lebih adaptif dan berorientasi pada pemberdayaan siswa, serta memberikan pondasi yang kokoh bagi implementasi Kurikulum Merdeka secara berkelanjutan di sekolah mitra.

Untuk pengembangan kegiatan berikutnya, disarankan agar program difokuskan pada penguatan kapasitas guru melalui pelatihan lanjutan dalam pemanfaatan fitur analitik LMS, sehingga mereka dapat memantau perkembangan belajar siswa secara lebih efektif. Selain itu, pengembangan modul praktikum berbasis LMS yang lebih variatif, seperti simulasi dan video demonstrasi, perlu dipertimbangkan guna memperkaya pengalaman eksperimen siswa. Pembentukan jejaring kolaboratif antar guru fisika juga dapat menjadi langkah strategis untuk berbagi praktik baik dan memperluas dampak program. Evaluasi berkala terhadap penerapan LMS serta penyediaan alat praktikum tambahan yang mendukung Kurikulum Merdeka diharapkan dapat memastikan keberlanjutan dan peningkatan kualitas kegiatan pada fase selanjutnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Universitas Sebelas Maret atas pembiayaan yang diberikan melalui Hibah Pembelajaran Berdampak Asistensi Mengajar 2025 dengan nomor kontrak: 199.69/UN27.24/HK.07.00/2025.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, Z., Wahyuningsih, D., & Supurwoko. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Augmented Reality Video Berbasis Android Materi Pemanasan Global Kelas X. *Jurnal Materi Dan Pembelajaran Fisika (JMPF)*, 11(1), 37–46. <https://doi.org/10.20961/jmpf.v11i1.47826>
- Anjani, F., Supeno, & Subiki. (2020). Kemampuan Penalaran Ilmiah Siswa Sma Dalam Pembelajaran Fisika Menggunakan Model Inkuiri Terbimbing Disertai Diagram Berpikir Multidimensi. *Lantanida Journal*, 8(1).
- Fathurohman, A., Fitonia, A., & Yuliana. (2024). Literature Study: Using Schoology LMS in Physics Learning at Schools in Indonesia. *Radiasi: Jurnal Berkala Pendidikan Fisika*, 17(1), 1–9. <https://doi.org/10.37729/radiasi.v17i1.3920>

- Fauziyyah, S. A., Mulvia, R., & Lestari, I. F. (2024). Enhancing Physics Learning Outcomes in the Digital Era : The Role of Learning Management Systems in Driving Schools Peningkatan Hasil Belajar Fisika di Era Digital: Peran Learning Management System di Sekolah Penggerak. *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Fisika (JPFI)*, 4(2), 181–194. <https://doi.org/10.52434/jpfi.v4i2.42149>
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods : A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introduc. *American Journal of Physics*, 64(1). <https://doi.org/10.1119/1.18809>
- Indrawati, E. S. (2024). Praktikalitas Modul Pembelajaran Fisika Menggunakan Model Treffinger untuk Meningkatkan Keterampilan Abad 21 Peserta Didik pada Kelas X SMA Negeri 14 Padang Department of Physics Education , Universitas Adzkia , Indonesia. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8(2), 27420–27426.
- Lubis, R. H., Yulianti, S., Manurung, B., Tampubolon, T., Wahyuni, I., Panggabean, D. D., & Sinaga, J. T. (2025). A Differentiated Instruction-Oriented Physics e-Module : Development and Its Impact on Conceptual Understanding. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 21(June), 109–128. <https://doi.org/10.15294/jpfi.v21i1>.
- Marcelina, V., Setiawan, I., & Purwanto, A. (2023). Pengembangan E-Modul Fisika Untuk Melatihkan Literasi Sains Peserta Didik Sma Pada Materi Fluida Dinamis. *Amplitudo: Jurnal Ilmu Pembelajaran Fisika*, 2(2), 115–124. <https://doi.org/10.33369/ajipf.2.2.115-124>
- Nisrina, N., Nyoman, N., & Putu, S. (2025). Enhancing Scientific Creativity of Prospective Physics Teachers through Guided-Inquiry-Based Electricity and Magnetism Materials with Blended Learning. *Lensa: Jurnal Kependidikan Fisika*, 13(1), 148–157. <https://doi.org/10.33394/j-lkf.v13i1.16125>
- Pratiwi, A. G., Sari, S. S., & Haris, A. (2024). Efektivitas Pembelajaran Fisika Secara Daring Pada Peserta Didik Kelas X Sma Negeri 17 Bone. *Jurnal Sains Dan Pendidikan Fisika (JSPF)*, 20(3), 313–324. <https://doi.org/10.35580/jspf.v20i3.5318>
- Pratiwi, S. N., Cari, C., & Aminah, N. S. (2019). Pembelajaran IPA Abad 21 dengan Literasi Sains Siswa. *Jurnal Materi Dan Pembelajaran Fisika (JMPPF)*, 9(1), 34–42.
- Purba, N. A., Pane, E. P., Saragih, V. R., & Surbakti, R. (2023). Peningkatan Kemampuan Digitalisasi Guru Se-Kecamatan Jorlang Hataran Melalui Penguatan Literasi Teknologi Untuk Mendukung Implementasi Kurikulum Merdeka Belajar. *Jurnal IKRAITH-ABDIMAS*, 7(3), 59–66. <https://doi.org/10.37817/ikra-ithabdimas.v7i3.2983>
- Rohmah, I., Maftukhin, A., & Kurniawan, E. S. (2025). Improving Physics Concepts and Students' Learning Interests Through Interactive Learning Media. *Radiasi: Jurnal Berkala Pendidikan Fisika*, 18(1), 31–38. <https://doi.org/10.37729/radiasi.v18i1.5450>
- Rosfiani, O., Hermawan, C. M., & Amini, P. R. B. El. (2023). Student-Student Interaction : Upaya Guru Dalam Meningkatkan Keterampilan Abad Ke-21 Peserta Didik. *Alinea: Jurnal Bahasa, Sastra, Dan Pengajaran*, 3(3), 615–623.
- Sari, G., Silitonga, B. N., Appulembang, O., & Tamba, K. (2024). Pelatihan Dan Pendampingan Praktik Pembelajaran Berbasis Perkembangan Siswa Bagi Guru Di Sd Persatuan Binong. *Jurnal Abdimas Ilmiah Citra Bakti (JAICB)*, 5(3), 718–730. <https://doi.org/10.38048/jailcb.v5i3.3914>
- Sari, W. W., & Zumrotun, E. (2025). Efektivitas Metode Eksperimen dalam Pembelajaran pada Materi Perubahan Wujud Benda Di SD Negeri 1 Tahunan. *Lambda: Jurnal Pendidikan MIPA Dan Aplikasinya Lembaga*, 5(2), 640–650.
- Suindhia, I. W. (2023). Model Pembelajaran Inkuiri untuk Meningkatkan Hasil Belajar Fisika Siswa Kelas XI. *Journal of Education Action Research*, 7(2), 258–264. <https://doi.org/10.23887/jear.v7i2.57098>
- Sulfa, R., Arsyad, M., & Helmi. (2024). Guided Inquiry Method and Self-Efficacy on High School Students ' Physics Learning Outcomes. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pendidikan*, 8(2), 356–364. <https://doi.org/10.23887/jppp.v8i2.68657>
- Sumaeni, B., & Gunada, I. W. (2022). Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan Pengembangan E-Learning Fisika Berbasis Masalah Berbantuan Laboratorium Virtual Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Peserta Didik. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 7(3). <https://doi.org/10.29303/jipp.v7i3c.748>

- Suryanti, T., & Utari, R. (2025). Integrasi Teknologi Digital dalam Pembelajaran Abad 21 : Tinjauan Literatur tentang Penerapan Learning Management System (LMS) di Sekolah Menengah. *MANDALA WIDYA: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 1(1), 49–57.
<https://doi.org/10.71094/mandalawidya.v1i1.12>
- Weisberg, D. S., & Sobel, D. M. (2022). *Constructing Science: Connecting Causal Reasoning to Scientific Thinking in Young Children* (Issue November).
<https://doi.org/10.7551/mitpress/11939.001.0001>