

PENERAPAN METODE *PAIR-CHECK* UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN HITUNG KIMIA DASAR PADA MAHASISWA PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI

Nadratun Nikmah^{1*}, Hikmahyanti²

¹Fakultas Pertanian, Universitas Samawa, Sumbawa, Indonesia

²Fakultas Peternakan dan Perikanan, Universitas Samawa, Sumbawa, Indonesia

Penulis Korespondensi: n.nikmah1990@gmail.com

Article Info	Abstrak
Article History <i>Received: 15 Juni 2026</i> <i>Revised: 20 Juni 2026</i> <i>Published: 30 Juni 2026</i>	Kemampuan hitung kimia dasar menjadi kompetensi esensial bagi mahasiswa Agroteknologi, namun keberagaman latar belakang pendidikan menengah seringkali menyebabkan kesulitan dalam penguasaan materi tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas penerapan metode <i>Pair-Check</i> dalam meningkatkan kemampuan hitung kimia dasar mahasiswa Program Studi Agroteknologi. Studi literatur sistematis yang dilaksanakan pada Januari – Maret 2026 ini menganalisis 15 artikel jurnal dan prosiding terindeks yang dipublikasikan dalam rentang waktu 2019 hingga 2026. Hasil temuan menunjukkan bahwa metode <i>Pair-Check</i> secara signifikan meningkatkan hasil belajar kimia ($p < 0,05$) dengan rata-rata capaian ranah kognitif 86,54 pada materi larutan penyangga; selain itu, integrasi <i>Pair-Check</i> dengan kegiatan eksperimen memberikan pengaruh simultan terhadap motivasi ($p = 0,039$) dan hasil belajar ($p = 0,000$). Efektivitas metode ini bersumber pada mekanisme tutor sebaya yang mengaktifkan zona perkembangan proksimal (<i>Zone of Proximal Development – ZPD</i>). Metode <i>Pair-Check</i> terbukti efektif sebagai strategi pembelajaran kolaboratif yang terjangkau dan mudah diimplementasikan untuk mengatasi kesenjangan kemampuan hitung kimia dasar di perguruan tinggi, sehingga berkontribusi pada peningkatan kualitas lulusan Agroteknologi yang kompetitif.
Keywords <i>Pair-Check;</i> <i>Kemampuan Hitung Kimia;</i> <i>Agroteknologi;</i> <i>Pembelajaran Kooperatif;</i> <i>Studi Literatur;</i>	

PENDAHULUAN

Penerapan metode *Pair-Check* untuk meningkatkan kemampuan hitung kimia dasar pada mahasiswa Program Studi Agroteknologi merupakan isu strategis dalam upaya peningkatan kualitas pembelajaran di perguruan tinggi. Hal ini didasari oleh temuan bahwa mahasiswa pertanian secara konsisten mengalami kesulitan dalam perhitungan kimia dasar, yang disebabkan oleh beragamnya latar belakang pendidikan menengah yang tidak seluruhnya memberikan bekal memadai dalam ilmu kimia. Lebih lanjut, tantangan pembelajaran kimia di era modern semakin kompleks karena tuntutan penguasaan konsep yang tidak hanya bersifat teoritis tetapi juga aplikatif dalam konteks pertanian, seperti perhitungan dosis pupuk, analisis pH tanah, serta formulasi pestisida (Weil & Brady, 2016).

Penelitian oleh Hadi et al. (2020) mengonfirmasi bahwa proses pembelajaran kimia di lapangan cenderung bersifat teacher-centred, dimana pendidik hanya menyampaikan kimia sebagai produk jadi sementara peserta didik menghafal fakta tanpa pengalaman langsung yang bermakna. Kondisi serupa juga ditemukan di perguruan tinggi, dimana berdasarkan observasi awal, rendahnya hasil belajar mahasiswa disebabkan oleh tiga faktor utama: (1) rendahnya pemahaman dalam menerima materi, (2) belum terciptanya suasana aktif dalam diskusi, serta (3) kurangnya keterlibatan mahasiswa secara langsung dalam proses pembelajaran (Ristiyan &

Bahriah, 2016; Cooke & Canelas, 2019). Sementara itu, Arlianty & Agustina (2022) dalam penelitiannya pada materi larutan penyangga membuktikan bahwa penerapan model pembelajaran pair check memberikan nilai rata-rata ranah kognitif yang baik, yaitu mencapai 86,54. Temuan ini diperkuat oleh Musgrove (2023) yang melaporkan bahwa aktivitas "buddy check" (yang memiliki kemiripan esensial dengan Pair-Check) memberikan umpan balik formatif segera dan terbukti efektif di kelas kimia perguruan tinggi.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas metode Pair-Check dalam meningkatkan kemampuan hitung kimia dasar mahasiswa Program Studi Agroteknologi. Metode yang digunakan adalah studi literatur sistematis dengan mengkaji berbagai penelitian dari jurnal bereputasi dan prosiding internasional yang terbit antara tahun 2019-2026. Hasil kajian menunjukkan bahwa metode Pair-Check memberikan pengaruh signifikan terhadap motivasi dan hasil belajar kimia (Hadi et al., 2020), dengan pembahasan lebih lanjut mengonfirmasi bahwa efektivitas metode ini diperkuat oleh penggunaan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) berbasis masalah yang mengaktifkan keterampilan proses sains hingga 94,3% pada fase penyelidikan (Jalaluddin et al., 2026).

Konten materi kimia dasar dalam konteks pertanian mencakup perhitungan dosis pupuk, analisis pH tanah, stoikiometri dalam formulasi pestisida, serta pemahaman tentang larutan penyangga dalam sistem tanah (Chang & Overby, 2019). Kemampuan hitung yang baik sangat diperlukan mahasiswa Agroteknologi untuk dapat mengaplikasikan ilmu kimia secara profesional di lapangan, terutama dalam era pertanian presisi (precision agriculture) yang menuntut akurasi dan efisiensi. Dampak dari rendahnya kemampuan hitung tidak hanya terbatas pada prestasi akademik semata, tetapi juga pada kesiapan lulusan dalam menghadapi tantangan industri pertanian modern yang semakin berbasis pada teknologi dan data (Basso & Antle, 2020). Oleh karena itu, inovasi metode pembelajaran yang mampu mengakomodasi keragaman kemampuan awal mahasiswa menjadi kebutuhan yang mendesak dan strategis untuk menjamin kualitas lulusan yang kompetitif (Fauzi et al., 2021; Ningsih, 2024). Penelitian ini hadir untuk mengisi kebutuhan tersebut dengan mengkaji secara sistematis efektivitas metode Pair-Check sebagai alternatif strategi pembelajaran kimia dasar yang responsif terhadap keragaman latar belakang mahasiswa di Program Studi Agroteknologi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan studi literatur (*library research*) dengan pendekatan sistematis yang bertujuan untuk mengkaji efektivitas metode *Pair-Check* dalam pembelajaran kimia dasar (Arikunto, 2010). Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari hingga Maret 2026. Subjek kajian dalam penelitian ini adalah 15 artikel ilmiah yang terdiri atas jurnal nasional terakreditasi (SINTA), prosiding internasional terindeks (Scopus), serta skripsi hasil penelitian yang dipublikasikan dalam rentang waktu 2019 hingga 2026. Karakteristik literatur yang dianalisis meliputi tiga kriteria utama: (1) penelitian eksperimen dengan desain quasi-experimental pada

mata pelajaran kimia, (2) penerapan model pembelajaran kooperatif tipe pair checks, dan (3) pengukuran hasil belajar pada ranah kognitif (Sugiyono, 2013).

Prosedur Pengambilan Data

Pengambilan data dilaksanakan melalui penelusuran pada basis data akademik, antara lain Google Scholar, DOAJ, Scopus, serta portal jurnal institusi (UNNES, UIN Mataram, dan UNJ). Kata kunci yang digunakan dalam penelusuran meliputi: "pair check kimia", "*cooperative learning pair checks*", "hasil belajar kimia", dan "*problem based learning LKM*".

Kriteria inklusi yang diterapkan adalah sebagai berikut:

- Artikel dipublikasikan dalam rentang waktu 2019–2026;
- Memuat data kuantitatif tentang efektivitas metode Pair-Check;
- Subjek penelitian adalah siswa SMA atau mahasiswa;
- Materi yang diteliti adalah kimia (larutan penyangga, stoikiometri, atau kimia dasar).

Adapun kriteria eksklusi meliputi artikel yang tidak menyajikan data statistik secara lengkap atau hanya berupa proposal penelitian (belum ada hasil).

Analisis Data

Analisis data dilakukan secara deskriptif komparatif dengan menginterpretasi temuan-temuan kunci dari setiap literatur yang memenuhi kriteria inklusi (Miles et al., 2014). Parameter yang dianalisis mencakup tiga indikator utama: (1) nilai signifikansi pengaruh metode *Pair-Check* terhadap hasil belajar, (2) peningkatan motivasi belajar, serta (3) efektivitas Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) berbasis masalah. Analisis data dilaksanakan pada bulan Maret 2026. Data hasil uji hipotesis dari berbagai penelitian dikompilasi ke dalam matriks sintesis untuk membandingkan konsistensi temuan antar-literatur. Interpretasi dilakukan dengan mengaitkan hasil statistik dengan konteks pembelajaran serta karakteristik subjek penelitian (misalnya jenjang pendidikan dan materi kimia yang diteliti). Seluruh proses analisis bertujuan untuk menghasilkan simpulan yang komprehensif mengenai efektivitas metode *Pair-Check* dalam meningkatkan kemampuan hitung kimia dasar (Kemmis et al., 2014; Sugiyono, 2013).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Berdasarkan kajian terhadap 15 literatur yang memenuhi kriteria inklusi, diperoleh temuan-temuan utama yang dikelompokkan ke dalam tiga kategori: (1) pengaruh metode Pair-Check terhadap hasil belajar kimia, (2) efektivitas Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) berbasis masalah, serta (3) integrasi pembelajaran kooperatif dengan gamifikasi. Ringkasan hasil penelitian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Ringkasan Hasil Penelitian Metode *Pair-Check* pada Pembelajaran Kimia

No	Peneliti (Tahun)	Subjek	Materi	Temuan	Signifikansi
1	Hadi et al. (2020)	Siswa kelas X MA (n=32)	Kimia Umum	Pair Check + eksperimen	Sig. 0,000 (p<0,05)

berpengaruh terhadap motivasi dan hasil belajar					
2	Arlianty & Agustina (2022)	Siswa kelas XI IPA (n=32)	Larutan Penyangga	Rata-rata ranah kognitif: 86,54	Efektif
3	Jalaluddin et al. (2026)	Siswa kelas X MAN (n=72)	Pemanasan Global	e-LKPD PBL + Ethno-STEM meningkatkan literasi kimia	N-gain 0,8492 (tinggi)
4	Husna et al. (2019)	Mahasiswa Agroteknologi (n=60)	Asam-Basa	LKM berbasis masalah efektif meningkatkan hasil belajar	Efektif
5	Aljarmi et al. (2025)	Mahasiswa (n=60)	Heterosiklik	TPS + gamifikasi meningkatkan penguasaan konsep	F=14,72; p<0,001

1. Pengaruh Metode *Pair-Check* terhadap Hasil Belajar Kimia

Hadi et al. (2020) melaporkan bahwa penerapan model pembelajaran cooperative learning tipe pair checks yang dipadukan dengan eksperimen memberikan pengaruh signifikan terhadap motivasi dan hasil belajar kimia siswa kelas X Madrasah Aliyah (n=32). Berdasarkan uji Kruskal-Wallis dan Mann-Whitney Test, diperoleh tiga temuan utama: (a) nilai signifikansi 0,001 ($p < 0,05$) untuk pengaruh secara multivariat, (b) nilai signifikansi 0,039 untuk pengaruh terhadap motivasi belajar, serta (c) nilai signifikansi 0,000 untuk pengaruh terhadap hasil belajar. Temuan ini mengindikasikan bahwa *Pair-Check* memiliki efek yang sangat signifikan terhadap peningkatan hasil belajar kimia, bahkan lebih kuat dibandingkan pengaruhnya terhadap motivasi.

Arlianty & Agustina (2022) dalam penelitiannya pada materi larutan penyangga di SMA N 1 Kalasan, Yogyakarta, menemukan bahwa penerapan model pembelajaran pair check menghasilkan rata-rata capaian ranah kognitif yang baik, yaitu 86,54. Penelitian ini melibatkan 32 siswa kelas XI IPA sebagai sampel yang diambil dengan teknik *purposive sampling*. Temuan ini menunjukkan bahwa pair check dapat menjadi salah satu variasi pembelajaran yang dipilih guru untuk menjaga proses belajar siswa tetap fokus, terutama pada materi kimia yang bersifat hitungan seperti larutan penyangga.

2. Efektivitas Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) Berbasis Masalah

Jalaluddin et al. (2026) mengembangkan e-student worksheet berbasis *Problem Based Learning* (PBL) yang diintegrasikan dengan Ethno-STEM pada materi pemanasan global. Hasil uji coba pada 72 siswa MAN 2 Semarang menunjukkan bahwa e-LKPD mencapai validitas tinggi dengan nilai N-gain sebesar 0,8492 yang dikategorikan sebagai peningkatan tinggi. Temuan ini relevan karena mengonfirmasi bahwa LKM berbasis masalah efektif meningkatkan

literasi kimia siswa, sekaligus memperkuat argumen bahwa kombinasi PBL dengan pendekatan STEM memberikan dampak yang lebih besar.

Husna et al. (2019) dalam penelitiannya pada mahasiswa Agroteknologi (n=60) pada materi asam-basa melaporkan bahwa LKM berbasis masalah efektif meningkatkan hasil belajar kimia dasar. Temuan ini memiliki relevansi langsung dengan konteks artikel ini karena subjeknya adalah mahasiswa Agroteknologi dan materinya adalah kimia dasar (asam-basa).

3. Integrasi Pembelajaran Kooperatif dengan Gamifikasi

Aljarmi et al. (2025) meneliti integrasi gamifikasi ke dalam pembelajaran kooperatif tipe *Think-Pair-Share* (TPS) pada 60 mahasiswa kimia. Meskipun metode yang digunakan adalah TPS (bukan *Pair-Check*), esensi pembelajaran kooperatif berpasangan yang menjadi inti kedua metode memiliki kemiripan esensial. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelompok dengan TPS dan gamifikasi memperoleh skor rata-rata tertinggi (8,11), secara signifikan melampaui kelompok TPS saja (6,40) dan kelompok kontrol (5,25) dengan $F=14,72$; $p<0,001$. Lebih dari 85% siswa melaporkan peningkatan keterlibatan dan pemahaman setelah perlakuan. Temuan ini memperkuat argumen bahwa pembelajaran kolaboratif berpasangan, terutama ketika dipadukan dengan elemen motivasi tambahan seperti gamifikasi atau LKM berbasis masalah, efektif meningkatkan hasil belajar kimia.

Pembahasan

1. Efektivitas Metode Pair-Check dalam Pembelajaran Kimia

Hasil kajian literatur secara konsisten menunjukkan bahwa metode *Pair-Check* efektif meningkatkan pembelajaran kimia, baik pada jenjang sekolah menengah maupun perguruan tinggi. Temuan Hadi et al. (2020) yang melaporkan nilai signifikansi 0,000 ($p<0,05$) serta Arlianty & Agustina (2022) yang mencatat rata-rata capaian ranah kognitif 86,54 merupakan bukti empiris yang kuat dan saling menguatkan (*mutually reinforcing*).

Konsistensi temuan lintas jenjang pendidikan ini tidak terjadi secara kebetulan, melainkan dapat dijelaskan oleh mekanisme fundamental yang dikandung metode *Pair-Check*. Secara teoretis, metode ini menciptakan zona perkembangan proksimal (*Zone of Proximal Development* – ZPD) sebagaimana dikemukakan oleh Vygotsky (1978). Dalam konfigurasi pasangan heterogen, mahasiswa dengan kemampuan lebih tinggi (*peer tutor*) berperan sebagai pemberi bantuan (*scaffolding*) bagi pasangannya, sementara mahasiswa dengan kemampuan lebih rendah (*tutoree*) menerima bantuan yang terpersonalisasi. Mekanisme ini secara simultan mencegah kebosanan pada mahasiswa cepat dan mengurangi rasa malu pada mahasiswa lambat, sekaligus menciptakan kondisi belajar yang lebih setara dan kolaboratif.

2. Peran Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) Berbasis Masalah

Efektivitas metode *Pair-Check* ditemukan semakin diperkuat ketika dipadukan dengan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) berbasis masalah. Penelitian Husna et al. (2019) menunjukkan bahwa LKM berbasis masalah efektif meningkatkan hasil belajar kimia dasar mahasiswa

Agroteknologi. Temuan ini memiliki relevansi langsung karena subjek dan materi yang diteliti identik dengan konteks artikel ini.

Lebih lanjut, Jalaluddin et al. (2026) mengonfirmasi bahwa e-LKPD berbasis *Problem Based Learning* (PBL) menghasilkan N-gain sebesar 0,8492 yang dikategorikan sebagai peningkatan tinggi. Temuan ini tidak berdiri sendiri, melainkan sejalan dengan teori pembelajaran kooperatif Vygotsky yang menekankan pentingnya interaksi sosial dalam konstruksi pengetahuan. Dalam kerangka PBL, LKM tidak hanya berfungsi sebagai lembar kerja rutin, tetapi sebagai mediator pemecahan masalah yang mendorong mahasiswa untuk aktif mencari, menganalisis, dan mensintesis informasi.

3. Konfirmasi Lintas Metode: Gamifikasi dalam Pembelajaran Kooperatif

Aljarmi et al. (2025) menambahkan dimensi baru dengan integrasi gamifikasi ke dalam pembelajaran kooperatif tipe *Think-Pair-Share* (TPS). Meskipun penelitian ini menggunakan TPS dan bukan *Pair-Check*, esensi pembelajaran kooperatif berpasangan yang menjadi inti kedua metode memiliki kemiripan yang mendasar. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan signifikan pada penguasaan konsep kimia, dengan kelompok TPS+gamifikasi memperoleh skor rata-rata 8,11, secara signifikan melampaui kelompok TPS saja (6,40) dan kontrol (5,25) dengan $F=14,72, p<0,001$.

Temuan bahwa lebih dari 85% siswa melaporkan peningkatan keterlibatan dan pemahaman memperkuat argumen bahwa pembelajaran kolaboratif berpasangan – baik dalam bentuk *Pair-Check* maupun TPS – efektif meningkatkan hasil belajar kimia. Implikasinya, penambahan elemen motivasi ekstrinsik seperti gamifikasi atau LKM berbasis masalah dapat semakin mengoptimalkan efek positif dari pembelajaran kooperatif berpasangan.

4. Implikasi untuk Pembelajaran Kimia Dasar Agroteknologi

Untuk kelas kimia dasar Agroteknologi, yang secara khas memiliki keragaman latar belakang kemampuan awal yang tinggi (lulusan IPA, IPS, SMK Pertanian, dan SMK non-Pertanian), kombinasi metode *Pair-Check* dengan LKM berbasis masalah menjadi strategi yang sangat potensial. Tabel 2 menyajikan perbandingan peran strategis masing-masing komponen.

Tabel 2. Peran Strategi *Pair-Check* dan LKM Berbasis Masalah dalam Pembelajaran Kimia Dasar Agroteknologi

Komponen	Peran Strategi	Dasar Teori	Dampak
Pair-Check	Mengatasi kesenjangan kemampuan antar mahasiswa melalui mekanisme tutor sebaya (Vygotsky, 1978)	Vygotsky (1978): Zone of Proximal Development (ZPD)	Mahasiswa lambat mendapat <i>scaffolding</i> ; mahasiswa cepat tidak bosan
	LKM berbasis	Memberikan konteks	Barrows (1996): Meningkatkan motivasi

masalah	aplikasi pertanian yang relevan (perhitungan dosis pupuk, pH tanah, formulasi pestisida)	Problem Based Learning (PBL)	intrinsik dan transfer belajar ke konteks nyata
---------	--	------------------------------	---

Kombinasi keduanya menciptakan sinergi pedagogis *Pair-Check* menyediakan struktur sosial untuk kolaborasi (dimensi interaksional), sementara LKM berbasis masalah menyediakan struktur kognitif untuk pemecahan masalah (dimensi epistemik). Hasilnya, mahasiswa tidak hanya mampu menghitung, tetapi juga memahami mengapa perhitungan tersebut penting dalam konteks pertanian nyata – suatu capaian yang tidak mudah dihasilkan oleh metode ceramah atau latihan soal individu.

5. Keterbatasan Penelitian

Sebagian besar literatur yang dikaji berasal dari konteks sekolah menengah (SMA/MA), bukan dari perguruan tinggi. Meskipun demikian, karakteristik materi kimia dasar yang diteliti (larutan penyangga, stoikiometri, asam-basa) memiliki kesetaraan konten dengan materi kimia dasar di perguruan tinggi. Oleh karena itu, generalisasi temuan ke konteks mahasiswa Agroteknologi perlu dilakukan secara cermat dan sebaiknya dikonfirmasi melalui penelitian eksperimental langsung pada subjek mahasiswa.

KESIMPULAN

Berdasarkan kajian literatur terhadap 15 penelitian yang dipublikasikan dalam rentang waktu 2019-2026, dapat disimpulkan bahwa metode *Pair-Check* efektif secara empiris dalam meningkatkan kemampuan hitung kimia dasar. Efektivitas ini tercermin dari peningkatan hasil belajar yang signifikan secara statistik serta capaian ranah kognitif yang tinggi pada berbagai materi kimia. Temuan-temuan ini secara konsisten menunjukkan bahwa pembelajaran kooperatif berpasangan memberikan kontribusi positif terhadap hasil belajar kimia, baik pada jenjang sekolah menengah maupun perguruan tinggi.

Penelitian ini menyediakan strategi pembelajaran yang terjangkau, mudah diimplementasikan, dan berbasis bukti ilmiah untuk mengatasi kesenjangan kemampuan hitung kimia dasar pada mahasiswa Agroteknologi. Secara lebih luas, penelitian ini berkontribusi pada pengembangan pedagogi kimia di perguruan tinggi yang responsif terhadap keragaman latar belakang peserta didik – suatu karakteristik yang sangat relevan dengan kondisi riil Program Studi Agroteknologi yang menerima mahasiswa dari berbagai jalur pendidikan menengah (IPA, IPS, maupun SMK Pertanian).

DAFTAR PUSTAKA

- Aljarmi, A., Baround, N., & Aljub, S. (2025). The Impact of Integrating Gamification into Cooperative Learning TPS on Students' Mastery of Heterocyclic Compound Nomenclature. *Orbital: Jurnal Pendidikan Kimia*, 9, 29–42. jurnal.radenfatah.ac.id/index.php/orbital
- Arikunto, S. (2010). *Prosedur Penelitian : Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.

- Arlianty, W. N., & Agustina, F. (2022). *Implementation pair check model: Learning achievement viewed from cognitive domain on the buffer solution material*. AIP Conf. Proc., 2645(1), 020014. <https://doi.org/10.1063/5.0113236>
- Basso, B., & Antle, J. (2020). Digital Agriculture to Design Sustainable. *Nature Sustainability*, 3(April), 254–256. <https://doi.org/10.1038/s41893-020-0510-0>
- Chang, R., & Overby, J. (2019). *Chemistry (13th ed.)*. New York: McGraw-Hill.
- Cooke, B. P., & Canelas, D. A. (2019). Transition of Mathematics Skills into Introductory Chemistry Problem Solving. *ACS Symposium Series*, 1316, 119–133. <https://doi.org/10.1021/bk-2019-1316.ch008>
- Fauzi, F., Erna, M., & Linda, R. (2021). The Effectiveness of Collaborative Learning Throughtechniques on Group Investigation and Think Pair Share Students' Critical Thinking Ability on Chemical Equilibrium Material. *Journal of Educational Sciences*, 5(1), 198–208. <https://doi.org/10.31258/jes.5.1.p.198-208>
- Hadi, S., Taufiq, L., & Raehanah. (2020). Pengaruh Model Pembelajaran Tipe Pair Checks Dipadukan Dengan Eksperimen Terhadap Motivasi Dan Hasil Belajar Kimia Siswa Kelas X Madrasah Aliyah Al-Ishahul Ittihad. *Spin Jurnal Kimia Dan Pendidikan Kimia*, 2(1), 83–97.
- Husna, N. S., Muchtar, Z., & Eddiyanto. (2019). Development of work sheets based on character integrated problems in improving learning outcomes in basic chemical eyes in the education in higher education. *The 3rd International Conference Community Research and Service Engagements, December*, 325–343. <https://doi.org/10.4108/eai.4-12-2019.2293872>
- Jalaluddin, J., Haryani, S., & Widiarti, N. (2026). Development of Problem-Based E-Student Worksheets Integrated with Ethno-STEM on Global Warming Material to Enhance Chemical Literacy. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 19(2), 106–112. <https://journal.unnes.ac.id/journals/JIPK>
- Kemmis, S., McTaggart, R., & Nixon, R. (2014). *The Action Research Planner: Doing Critical Participatory Action Research*. Geelong: Springer Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-4560-67-2>
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldana, J. (2014). *Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook Edition 3*. Thousand Oaks: SAGE Publications.
- Musgrove, A. (2023). “Buddy check” peer observation activity for hands - on learning in analytical chemistry laboratories. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 415(17), 3299–3303. <https://doi.org/10.1007/s00216-023-04755-y>
- Ningsih, D. (2024). *Pengembangan E-Lkpd Berbasis Pjbl Pembuatan Pupuk Kompos Pada Materi Kimia Hijau Berorientasi Kreativitas Peserta Didik*. Universitas Jambi.
- Ristiyan, E., & Bahriah, E. S. (2016). Analisis Kesulitan Belajar Kimia Siswa Di Sman X Kota Tangerang Selatan. *Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran IPA*, 2(1), 18–29.
- Sugiyono, D. (2013). *Metode penelitian pendidikan pendekatan kuantitatif, kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge: Harvard University Press.
- Weil, R. R., & Brady, N. C. (2016). *The Nature and Properties of Soils (15th ed.)*. Pearson.