

DAFTAR PUSTAKA

- Aditias, Y., Sukmawati, E., & Hidayat, R. (2024). Pengembangan keterampilan proses sains melalui pembelajaran berbasis proyek pada materi bioteknologi. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 10(1), 45-56.
- Akmal, M., Maelasari, E., & Lusiana, R. (2025). Deep learning dalam perspektif pendidikan Islam: Integrasi pendekatan pembelajaran abad 21. *Jurnal Pendidikan Islam Kontemporer*, 13(1), 45-62.
- Amelia, R., Setiawan, B., & Hartini, P. (2021). Tujuan dan manfaat berpikir kritis dalam pembelajaran sains. *Jurnal Pengembangan Kognitif*, 7(2), 134-147.
- Aminah, S., & Syafruddin, M. (2024). Efektivitas pembelajaran kontekstual dalam meningkatkan retensi pengetahuan siswa pada materi bioteknologi. *Jurnal Inovasi Pendidikan Sains*, 15(2), 112-125.
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York: Longman.
- Andriani, R., & Susanto, H. (2022). Manajemen waktu sebagai kompetensi kunci dalam pembelajaran kewirausahaan siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Ekonomi dan Kewirausahaan*, 6(1), 78-89.
- Anggraeni, L., Supriatna, A., & Rochintaniawati, D. (2024). Entrepreneurial attitude development through problem-based learning in biology education. *Biosfer: Jurnal Pendidikan Biologi*, 17(1), 89-103.
- Ariadila, F. (2023). Lima perilaku berpikir kritis dalam pembelajaran. *Jurnal Keterampilan Berpikir*, 11(1), 34-48.
- Ardianti, S. D., Wanabakti, S., & Saptono, S. (2020). Pengaruh model project based learning terintegrasi STEM terhadap kemampuan berpikir kritis dan kolaboratif siswa. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 8(2), 281-292.
- Arifin, Z., & Mustika, I. (2022). Implementasi tools manajemen proyek sederhana dalam pembelajaran berbasis proyek di sekolah menengah. *Jurnal Manajemen Pendidikan*, 8(2), 145-158.
- Avendra, A., & Desyandri, D. (2022). Mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa melalui pembelajaran aktif. *Jurnal Inovasi Pendidikan Dasar*, 8(1), 56-69.
- Awal, M., Rosadi, I., Hakim, L., & Dibrata, A. (2023). Pergeseran pola kehidupan universal di era perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan. *Jurnal Kajian Sosial dan Pendidikan*, 11(2), 178-191.

- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals*. New York: David McKay Company.
- Bonwell, C. C., & Eison, J. A. (1991). *Active Learning: Creating Excitement in the Classroom*. Washington, DC: The George Washington University, School of Education and Human Development.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2020). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (5th ed.). Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- Destiana, L., Widodo, A., & Saptono, S. (2022). Evaluasi autentik dalam pembelajaran berbasis proyek: Mengukur pengetahuan, keterampilan, dan sikap siswa. *Jurnal Evaluasi Pendidikan*, 13(1), 34-47.
- Ennis, R. H. (2011). *The Nature of Critical Thinking: An Outline of Critical Thinking Dispositions and Abilities*. University of Illinois.
- Fahmi, S., & Nurlaela, L. (2021). Pengembangan kemampuan berpikir kritis dan responsif melalui sesi tanya jawab dalam pembelajaran entrepreneurship. *Jurnal Pendidikan Karakter*, 11(2), 189-201.
- Febriani, N., Ningsih, S., Umami, K., Hidayat, R., Tasya, M., & Fitri, A. (2023). Pembelajaran berbasis proyek dalam mengembangkan keterampilan abad 21. *Jurnal Pembelajaran Sains Terapan*, 9(2), 145-158.
- Febriani, N., Ningsih, S., Umami, K., Hidayat, R., Tasya, M., & Fitri, A. (2024). Pendidikan sebagai investasi kesejahteraan: Pengumpulan informasi dan keterampilan di era modern. *Jurnal Kebijakan Pendidikan Nasional*, 10(1), 23-36.
- Fedila, R., & Fadilah, S. (2024). Penerapan model pembelajaran berbasis proyek untuk mengasah kreativitas siswa. *Jurnal Kreativitas Pendidikan*, 12(1), 89-102.
- Firantika, H., & Hidayat, T. (2025). Pengaruh model problem based learning dengan bantuan media artikel terhadap literasi IPA siswa di SMP Negeri 20 Bengkulu Selatan. *Jurnal Intelek Insan Cendikia*.
- Fiesta, A., Syam, N., & Qadar, R. (2022). Berpikir kritis sebagai proses pemecahan masalah dan pengambilan keputusan. *Jurnal Kognitif dan Metakognitif*, 8(2), 167-180.
- Fitri, A. (2021). Pembelajaran berbasis proyek untuk meningkatkan keterampilan proses sains dan minat wirausaha siswa. *Jurnal Pembelajaran Sains*, 5(2), 67-78.

- Fitriana, D., & Saptono, S. (2024). Diskusi reflektif berkala sebagai strategi evaluasi diri dalam pembelajaran berbasis proyek. *Jurnal Refleksi Pembelajaran*, 9(1), 23-35.
- Fitriani, D., Suarjo, B., & Waqid, M. (2021). Optimalisasi pembelajaran untuk penanaman berpikir kritis siswa di Indonesia. *Jurnal Pendidikan Berpikir Tingkat Tinggi*, 7(1), 45-57.
- Gay, L. R., Geoffrey, E. M., & Airasian, P. (2012). *Educational Research: Competencies for Analysis and Applications* (10th ed.). Boston: Pearson Education.
- Gay, L. R., Geoffrey, E. M., & Airasian, P. (2024). *Educational Research: Competencies for Analysis and Applications* (12th ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson Education.
- Giorgy, M. (2025). Efektivitas project-based learning dalam pembelajaran berkelanjutan dan kolaboratif. *International Journal of Educational Innovation*, 15(1), 78-94.
- Guyen, S. (2020). Project-based learning for the 21st century: Addressing global challenges through innovative education. *Journal of Global Education*, 8(2), 112-125.
- Habibu, M., Hasiru, N., & Maruwae, S. (2025). *Project Based Learning: Teori dan Implementasi*. Yogyakarta: Deepublish.
- Handayani, S., Purwanto, H., & Rahmawati, D. (2021). Konstruktivisme dalam pembelajaran berbasis proyek: Membangun pengetahuan melalui eksplorasi aktif. *Jurnal Teori dan Praktik Pembelajaran*, 7(2), 156-169.
- Hapsari, R., & Widyaningsih, T. (2022). Pemahaman konsep virus dan penerapan langkah preventif pada siswa SMA melalui pembelajaran kontekstual. *Jurnal Pendidikan Kesehatan*, 10(1), 45-58.
- Harahap, M., & Situmorang, R. (2023). Penyusunan timeline proyek entrepreneurship dalam pembelajaran berbasis proyek di sekolah. *Jurnal Manajemen Proyek Pendidikan*, 4(2), 89-102.
- Harjaya, I., & Idawati, L. (2022). Professional learning community sebagai strategi pengembangan profesionalisme guru berkelanjutan. *Jurnal Manajemen Pendidikan*, 10(1), 67-80.
- Hartini, P., Setyawan, B., & Kusuma, A. (2023). Pendampingan responsif untuk mencegah miskonsepsi dalam pembelajaran bioteknologi. *Jurnal Bimbingan Akademik*, 11(1), 67-80.

- Haryanto, E., Supriyadi, S., & Widodo, A. (2021). Pengaruh model project based learning terhadap partisipasi aktif dan hasil belajar siswa. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 7(1), 45-56.
- Hermawan, I., Juhanda, A., & Surtikanti, H. K. (2022). Integrated learning model for developing entrepreneurial competencies in science education. *Journal of Science Learning*, 5(3), 267-280.
- Hidayat, A., & Sukmawati, E. (2022). Meningkatkan motivasi dan kepercayaan diri siswa melalui pembelajaran bioteknologi berbasis proyek. *Jurnal Motivasi Belajar*, 9(1), 78-91.
- Hidayat, R., & Romadhoni, A. (2023). Perencanaan matang dalam pembelajaran berbasis proyek: Timeline, anggaran, dan mitigasi risiko. *Jurnal Perencanaan Pembelajaran*, 8(2), 123-136.
- Hidayati, N., Fadli, R., & Ekapati, S. (2021). Ciri-ciri dan karakteristik berpikir kritis dalam pembelajaran. *Jurnal Analisis Kognitif*, 9(2), 134-147.
- Innayah, S. (2023). *Pengaruh model project based learning dengan pendekatan bio-entrepreneurship terhadap literasi sains dan life skill siswa*. Tesis. Universitas Lampung.
- Isaenia, R., Daningsih, E., & Titina, W. (2025). Pengembangan perangkat pembelajaran project-based learning dengan penilaian autentik. *Jurnal Desain Pembelajaran*, 11(1), 45-58.
- Isnamaini, M. (2025). Integrasi entrepreneurship dalam pembelajaran IPA: Kelebihan dan kelemahan. *Jurnal Pendidikan IPA Inovatif*, 13(1), 89-102.
- Jones, B., & Matlay, H. (2022). Entrepreneurship education and creative thinking development in secondary schools. *Entrepreneurship Education and Pedagogy*, 5(3), 234-251.
- Juniarti, E., Qurotul Aini, N., & Rustini, T. (2023). Jiwa entrepreneurship di era perkembangan global: Inovasi, optimisme, dan adaptabilitas. *Jurnal Kewirausahaan dan Manajemen*, 11(2), 156-169.
- Kemendikbud. (2024). *Panduan Pembelajaran Kurikulum Merdeka*. Jakarta: Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.
- Kemendikbud. (2025). *Kerangka Pembelajaran Mendalam: Dimensi Profil Pelajar Pancasila*. Jakarta: Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.
- Kharisma, A., Prasetyo, B., & Widodo, S. (2025). Implementasi deep learning dalam kurikulum merdeka: Tantangan dan peluang. *Jurnal Kurikulum dan Pembelajaran*, 12(1), 67-82.

- Kurniasih, D., & Wulandari, S. (2020). Pengembangan kemampuan adaptasi dan fleksibilitas siswa dalam menghadapi kendala proyek pembelajaran. *Jurnal Soft Skills Pendidikan*, 6(2), 145-157.
- Kurniawan, B., Safitri, N., & Pratama, W. (2024). Mindset entrepreneurial: Memandang kegagalan sebagai bagian dari proses pembelajaran dan inovasi. *Jurnal Kewirausahaan Pendidikan*, 12(1), 56-69.
- Kusuma, A., & Harahap, F. (2022). Identifikasi peluang pasar dan analisis kebutuhan konsumen dalam pembelajaran entrepreneurship. *Jurnal Entrepreneurship Education*, 7(2), 112-125.
- Kusuma, W. A., Widodo, A., & Rochintaniawati, D. (2023). Implementing deep learning strategies in biology education: Impact on students' metacognitive skills. *Journal of Biological Education*, 57(2), 234-249.
- Kusumaningrum, S., & Djukri, D. (2023). Kemampuan berpikir kritis dan minat berwirausaha siswa sekolah menengah di Indonesia. *Jurnal Penelitian Pendidikan Sains*, 9(2), 178-191.
- Kuswarno, E., Pratama, H., & Lestari, D. (2022). Pengembangan mindset kewirausahaan sejak dini untuk membentuk karakter tangguh dan adaptif. *Jurnal Pendidikan Karakter Wirausaha*, 8(1), 89-102.
- Latif, M., Rahmadi, F., & Suryani, I. (2021). Monitoring berkelanjutan dalam pembelajaran berbasis proyek entrepreneurship. *Jurnal Supervisi Pendidikan*, 9(1), 34-47.
- Maharani, D., & Puspitasari, I. (2024). Mengembangkan akuntabilitas pribadi melalui penetapan milestone dalam pembelajaran berbasis proyek. *Jurnal Karakter dan Akuntabilitas*, 10(1), 89-102.
- Maulana, I., & Suryani, E. (2022). Pembelajaran berbasis proyek di era Society 5.0: Mengembangkan kewirausahaan bidang kesehatan dan sanitasi. *Jurnal Pendidikan Abad 21*, 8(2), 167-180.
- Mones, Y., Aristiawan, D., Muhtar, T., Irwati, S., & Muafa, R. (2023). Filsafat konstruktivis dalam project-based learning: Membangun pengetahuan dari pengalaman konkrit. *Jurnal Filsafat Pendidikan*, 9(2), 145-158.
- Muliadi, A., Prayogi, S., & Bahalwan, F. (2021). Efektivitas pembelajaran berbasis bioentrepreneurship terhadap hasil belajar dan kreativitas siswa. *Jurnal Bioedukasi*, 9(1), 23-35.
- Nababan, R., Marpaung, N., & Koresy, D. (2023). Project-based learning sebagai pendekatan inovatif untuk pembelajaran kontekstual. *Jurnal Pendekatan Pembelajaran Inovatif*, 11(1), 67-80.

- Natsir, M., Permatasari, R., & Fitriana, D. (2022). Pembelajaran berbasis keterampilan proses sains pada materi virus untuk meningkatkan berpikir kritis siswa. *Jurnal Biologi Pendidikan*, 14(1), 45-58.
- Nopa, S., & Noperiyeni, R. (2022). Diskusi dan kolaborasi dalam pembelajaran berbasis proyek untuk meningkatkan pemahaman konsep. *Jurnal Strategi Pembelajaran Aktif*, 10(2), 123-136.
- Nugroho, A. P. (2021). Implementasi model project based learning dalam meningkatkan pemahaman konsep dan hasil belajar siswa. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 6(8), 1234-1241.
- Nugroho, A., & Astuti, R. (2022). Mindset entrepreneurship dalam konteks pendidikan modern. *Jurnal Pendidikan Kewirausahaan*, 8(1), 45-58.
- Nugroho, A., & Astuti, R. (2024). Sikap kewirausahaan: Kecenderungan karakteristik wirausaha dalam berpikir dan bertindak. *Jurnal Psikologi Kewirausahaan*, 10(2), 89-102.
- Nurhadi, H., & Subekti, A. (2020). *Pembelajaran Kontekstual dan Penerapannya dalam KBK*. Malang: Universitas Negeri Malang Press.
- Nurhamidah, D., & Nurachadijat, N. (2023). Project-based learning: Menjadikan pembelajaran lebih hidup dan bermakna bagi siswa. *Jurnal Pembelajaran Aktif*, 11(1), 56-69.
- Nurhasanah, L., & Nida, Q. (2021). Pendampingan intensif guru dalam tahap desain proyek pembelajaran. *Jurnal Pembimbingan Akademik*, 7(2), 123-135.
- Nurhayati, D., Kusumawati, E., & Wijayanti, A. (2023). Project-based learning integration with entrepreneurship education: Impact on students' entrepreneurial intention. *International Journal of Instruction*, 16(1), 873-888.
- Nurhayati, L., & Santoso, B. (2022). Efektivitas project based learning dengan konteks lingkungan terhadap sikap dan perilaku konservasi siswa. *Biosfer: Jurnal Pendidikan Biologi*, 15(1), 78-89.
- Nurdiyati, E., Novita, D., & Patonah, S. (2025). Rendahnya keterampilan berpikir kritis siswa Indonesia: Analisis dan solusi. *Jurnal Evaluasi Pendidikan Indonesia*, 13(1), 34-47.
- Nurjanah, S., Suhartini, T., & Purnama, D. (2023). Peran enzim protease dan fitase dalam fermentasi tempe: Meningkatkan nilai gizi produk. *Jurnal Teknologi Pangan Indonesia*, 11(1), 78-92.

- Nurwahidah, I. (2021). Penerapan model project based learning untuk meningkatkan partisipasi aktif dan hasil belajar peserta didik. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 21(2), 156-167.
- Pajria, M., Syamsurizal, S., Albarida, F., & Fajrina, S. (2023). Manfaat keterampilan berpikir kritis bagi peserta didik dalam pembelajaran sains. *Jurnal Biologi Pendidikan*, 15(2), 145-158.
- Permatasari, A., Kurniawan, B., & Hartini, P. (2021). Pemecahan target besar menjadi tugas terukur dalam pembelajaran berbasis proyek. *Jurnal Strategi Pembelajaran*, 6(1), 56-68.
- Permatasari, R. (2023). Pengisian data percobaan sistematis untuk melatih berpikir logis dan pemecahan masalah siswa. *Jurnal Literasi Sains*, 9(2), 145-157.
- Piaget, J. (1977). *The Development of Thought: Equilibration of Cognitive Structures*. New York: Viking Press.
- Prasetyo, H., & Dewayanto, T. (2024). Deep learning dalam pendidikan: Menganalisis data siswa untuk identifikasi pola pembelajaran. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 12(1), 78-91.
- Prastowo, A. (2021). Pendidikan kewirausahaan sebagai wahana menumbuhkembangkan jiwa wirausaha generasi muda. *Jurnal Entrepreneurship Education*, 7(2), 112-125.
- Pratama, A. R., & Sutrisno, B. (2022). Deep learning approach in science education: Enhancing conceptual understanding and critical thinking. *Science Education International*, 33(4), 398-412.
- Pratama, R., & Cahaya, M. A. (2025). Hubungan antara motivasi mahasiswa dan pengalaman praktikum di laboratorium. *Indonesian Research Journal on Education*.
- Pratama, W., Setiawan, B., & Maharani, D. (2022). Penetapan deadline milestone untuk mengembangkan akuntabilitas dalam pembelajaran entrepreneurship. *Jurnal Manajemen Waktu Pendidikan*, 8(2), 89-101.
- Pratiwi, R., Santoso, B., & Winarno, A. (2021). Integrasi entrepreneurship dalam pembelajaran STEM untuk mengembangkan inovasi siswa. *Jurnal STEM Education*, 7(1), 89-102.
- Purwanto, H., Handayani, S., & Safitri, L. (2022). Membangun kepercayaan diri dan kompetensi kewirausahaan melalui praktik produksi nyata. *Jurnal Kompetensi Kewirausahaan*, 10(1), 112-125.

- Puspitasari, D., Subali, B., & Ellianawati, E. (2023). The effectiveness of entrepreneurship-integrated STEM learning on students' entrepreneurial attitudes and science literacy. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(10), 8234-8242.
- Puspitasari, R., & Handayani, T. (2022). Integrasi project-based learning, entrepreneurship, dan deep learning dalam pembelajaran. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Terpadu*, 10(1), 78-92.
- Putri, A., Setiawan, D., & Kusuma, H. (2022). Deep learning sebagai pendekatan pembelajaran di era digital. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Digital*, 8(2), 134-147.
- Putri, D., Nurjanah, S., & Hidayat, A. (2022). Standar kualitas produk tempe hasil fermentasi optimal untuk pemasaran. *Jurnal Standarisasi Produk Pangan*, 7(2), 67-80.
- Rachmah, S., Sine, Y., & Watimury, S. (2024). Evaluasi kualitas tempe melalui uji organoleptik: Warna, aroma, tekstur, dan kekompakan miselium. *Jurnal Evaluasi Produk Pangan*, 12(1), 45-58.
- Rafik, A., Febrianti, N., Nurhasana, L., & Muhajir, M. (2022). Pembelajaran berbasis proyek untuk membangun konstruksi pengetahuan siswa secara mandiri. *Jurnal Konstruktivisme Pendidikan*, 10(1), 56-68.
- Rahayu, S., & Winoto, Y. C. (2022). The effect of project-based learning on entrepreneurial attitudes of vocational high school students. *Journal of Educational Technology*, 6(2), 245-256.
- Rahman, A., Muarfah, U., Sidiq, R., Suparto, H., & Suwendi, A. (2024). Mindset dan keterampilan kewirausahaan di era Society 5.0. *Jurnal Kewirausahaan Abad 21*, 12(1), 45-60.
- Rahman, F., & Wijaya, C. (2024). Implementasi project based learning dalam meningkatkan aktivitas guru dan peserta didik serta hasil belajar. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, 11(1), 89-102.
- Rahmadi, F., & Yulianti, S. (2021). Monitoring holistik: Aspek teknis dan dinamika kelompok dalam pembelajaran berbasis proyek. *Jurnal Monitoring Pembelajaran*, 8(2), 134-147.
- Rahmawati, D., Kusuma, A., & Setyawan, B. (2022). Kolaborasi kelompok sebagai kunci keberhasilan pembelajaran berbasis proyek entrepreneurship. *Jurnal Pembelajaran Kolaboratif*, 9(1), 78-91.
- Rosyida, A., & Nurhayati, E. (2022). Penggunaan rubrik penilaian dan checklist progres untuk evaluasi objektif pembelajaran berbasis proyek. *Jurnal Instrumen Penilaian*, 11(2), 156-169.

- Safitri, L., Andriani, R., & Suhendra, A. (2023). Pemahaman konsep bioteknologi konvensional melalui pengamatan video pembelajaran. *Jurnal Media Pembelajaran Biologi*, 13(1), 89-102.
- Safitri, N., & Rahman, A. (2022). Pembelajaran autentik melalui pengalaman langsung dalam menghasilkan produk bioteknologi. *Jurnal Pembelajaran Autentik*, 8(2), 123-136.
- Safitri, R., & Ramadhan, S. (2024). Integrasi project based learning dalam pembelajaran sains: Meningkatkan hasil belajar dan pembelajaran bermakna. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Sains*, 5(1), 34-47.
- Safitri, R., Rustaman, N. Y., & Setiawan, A. (2023). Integrating entrepreneurship into biology learning: Fostering entrepreneurial mindset through biotechnology projects. *Indonesian Journal of Science Education*, 12(2), 178-192.
- Santoso, B., & Winarno, A. (2023). Karakteristik entrepreneurial dalam pembelajaran: Kunci sukses membangun usaha inovatif. *Jurnal Entrepreneurship dan Inovasi*, 9(2), 167-180.
- Saputra, R., & Wahyuni, T. (2021). Pembelajaran berbasis proyek dengan integrasi kewirausahaan untuk meningkatkan berpikir kritis siswa. *Jurnal Berpikir Kritis*, 7(1), 45-57.
- Sari, I. P., & Hidayat, M. (2021). Indikator sikap kewirausahaan: Kreativitas, inovasi, dan tanggung jawab. *Jurnal Pendidikan Karakter Wirausaha*, 7(2), 123-136.
- Sari, M., & Hidayat, R. (2023). Professional learning communities in secondary schools: Building collaborative culture for student success. *Asia Pacific Education Review*, 24(3), 412-428.
- Sari, M., & Kartika, D. (2022). Penerapan pengetahuan konseptual dalam praktik pembuatan produk bioteknologi. *Jurnal Aplikasi Sains*, 10(2), 167-180.
- Setiawati, E., & Syam, N. (2025). Perencanaan dan pelaksanaan pembelajaran efektif untuk menumbuhkan berpikir kritis. *Jurnal Desain Pembelajaran Efektif*, 11(1), 34-47.
- Setiawati, E., Nurhasanah, L., & Syam, N. (2025). Enam tahapan project-based learning terintegrasi teknologi, pedagogik, dan konten. *Jurnal Model Pembelajaran Terintegrasi*, 13(1), 78-92.
- Setyanto, A., Andi, R., Rudi, S., & Dinda, P. (2022). Pendidikan kewirausahaan di era globalisasi VUCA. *Jurnal Manajemen dan Kewirausahaan*, 10(2), 145-158.

- Setyawan, B., & Budiarti, R. (2023). Kolaborasi kelompok untuk berbagi pengetahuan dan ide inovatif dalam pembelajaran berbasis proyek. *Jurnal Inovasi Kolaboratif*, 9(1), 112-125.
- Sine, Y. (2024). Karakteristik tempe berkualitas baik: Warna, struktur, dan aroma khas. *Jurnal Standar Mutu Pangan Tradisional*, 11(1), 34-46.
- Slamet, W., & Lusiana, E. (2022). Peran kepala sekolah dalam implementasi professional learning community di sekolah. *Jurnal Kepemimpinan Pendidikan*, 10(1), 89-102.
- Sophia, R., Ratna, D., & Maulana, I. (2025). Sikap kewirausahaan: Karakteristik personal untuk memulai dan mengelola bisnis. *Jurnal Manajemen Kewirausahaan*, 13(1), 56-71.
- Suhendra, A., & Wijayanti, P. (2023). Peran guru sebagai fasilitator dalam identifikasi prioritas kegiatan proyek siswa. *Jurnal Fasilitasi Pembelajaran*, 10(2), 145-158.
- Supriyatna, A., Kuswarno, E., & Nugroho, B. (2021). *Studi Entrepreneurship di Abad 21: Fokus pada New Venture Creation*. Bandung: Simbiosis Rekatama Media.
- Suryana, Y., & Wibowo, H. (2023). Kurikulum merdeka dan penguasaan keterampilan abad 21. *Jurnal Kebijakan Kurikulum*, 9(1), 45-58.
- Suryani, E. (2022). Keterampilan berpikir kritis: Mengolah informasi secara logis dan rasional. *Jurnal Pengembangan Kognitif*, 10(2), 134-147.
- Suryani, I., Rahmadi, F., & Latif, M. (2022). Feedback konstruktif dan tepat waktu untuk meningkatkan kualitas hasil proyek siswa. *Jurnal Umpan Balik Pembelajaran*, 8(1), 67-79.
- Suryanto, A., & Wahyuni, S. (2020). Project based learning sebagai strategi pengembangan kemampuan kognitif dan kreativitas siswa. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 9(3), 412-423.
- Susilo, H., & Wardani, N. (2022). Presentasi hasil proyek untuk mengembangkan keterampilan komunikasi dan kepercayaan diri siswa. *Jurnal Komunikasi Pendidikan*, 9(2), 189-201.
- Sutica, I. K., & Abidin, Z. (2022). Model pembelajaran berbasis entrepreneurship: Tahapan keterampilan dan aplikasi. *Jurnal Model Pembelajaran Inovatif*, 8(1), 89-102.
- Wahid, A., & Samta, M. (2022). Keterbatasan penggunaan media dan alat pembelajaran untuk meningkatkan berpikir kritis siswa. *Jurnal Media Pembelajaran*, 8(2), 156-169.

- Wahyudin, D., Nurdin, E., & Herawati, S. (2019). Efektivitas model project-based learning dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 5(2), 123-135.
- Wardani, K., Permatasari, A., & Arifin, Z. (2023). Penggunaan LKPD untuk pemahaman tahapan kerja yang jelas dalam percobaan bioteknologi. *Jurnal Lembar Kerja Pembelajaran*, 12(1), 56-68.
- Watimury, S., & Lisna, M. (2022). Integrasi konsep virus dengan praktik pembuatan disinfektan dalam pembelajaran bermakna. *Jurnal Pembelajaran Terapan*, 10(2), 123-135.
- Widiastuti, N., Purwanto, A., & Kusuma, E. (2023). Dampak model project based learning terhadap hasil belajar kognitif dalam pembelajaran IPA. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(5), 2845-2856.
- Widyastuti, R., & Pratama, H. (2021). Pengalaman autentik melalui project based learning: Dampaknya terhadap retensi pengetahuan siswa. *Indonesian Journal of Science Education*, 10(2), 189-201.
- Wijaya, C., & Nasution, S. (2022). Application of Mann-Whitney U test in educational research: When and how to use. *Educational Research Methodology*, 8(2), 156-170.
- Wijaya, K., & Kusumawati, A. (2021). Evaluasi berkala ketercapaian jadwal sebagai refleksi efektivitas perencanaan proyek. *Jurnal Refleksi dan Evaluasi*, 7(1), 78-90.
- Wulandari, T., Fitriani, N., & Subandi, S. (2024). The role of professional learning community in developing students' 21st century skills. *Journal of Educational Research Indonesia*, 9(1), 45-60.
- Yunanto, A., Prasetyo, H., & Widiastuti, R. (2021). Pendekatan deep learning untuk mengoptimalkan kompetensi abad 21. *Jurnal Pendekatan Pembelajaran Mendalam*, 7(1), 67-80.
- Zanaton, H., Rabiatul, A., Ariffin, S., Jamila, A., & Imam, G. (2021). Professional learning community dalam meningkatkan kualitas pembelajaran di sekolah. *Malaysian Journal of Educational Leadership*, 8(2), 134-149.

L

A

M

P

I

R

A

N

LAMPIRAN 1

SURAT IZIN PENELITIAN



PEMERINTAH PROVINSI BENGKULU SMA NEGERI 2 KOTA BENGKULU

Jalan Mahen Nomor 14, Padang Jati, Batu Samba, Bengkulu 38227
Telepon (0730) 21022, Faksimile (0730) 249123, Pos-el smankotabengkulu@gmail.com



SURAT IZIN PENELITIAN

Nomor : 070/2088/SMAN 2/2025

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Wanpisata, S.Pd, M.Pd
NIP : 19721107 200312 1 003
Pangkat/Golongan : Pembina Tk. IV/b
Jabatan : Kepala Sekolah

Menerangkan bahwa

NO	NAMA	NIDN/NPM	PROGRAM STUDI
1	Dr. Iwandi, M.Pd	0026126301	Magister Pendidikan Biologi
2	Dr. Siti Darwa Suryani, M.Si	0020086812	Magister Pendidikan Biologi
3	Dr. Nopreveni, M.Pd	0203118808	Magister Pendidikan Biologi
4	Elta Resmawati	2484105002	Magister Pendidikan Biologi
5	Ricce Oktasari	2484105007	Magister Pendidikan Biologi

Benar-benar telah melaksanakan penelitian pada tanggal 2 s.d 30 Januari 2026 di SMA Negeri 2 Kota Bengkulu, dengan judul penelitian : Pengaruh PjBl- ELPC Dengan Pendekatan Deep Learning Untuk meningkatkan Berpikir Kritis dan Sikap Kewirausahaan di SMA N 2 Kota Bengkulu.

Demikian surat keterangan ini dibuat dengan sebenarnya, untuk dapat dipergunakan

10 November 2025
Kepala Sekolah,

Wanpisata, S.Pd, M.Pd
NIP. 19721107 200312 1 003

LAMPIRAN 2

LEMBAR VALIDASI RANCANGAN PEMBELAJARAN MENDALAM (RPM)

NAMA VALIDATOR : Dr Mariana Ade Cahyanti M.Pd.

NIP/NIDN : 6210038923

Judul : Pengaruh *Project Based Learning* Berbasis *Entrepreneurship Profesional Learning Community (PjBl-EPLC)* dengan pendekatan *Deep Learning* untuk Menumbuhkembangkan berpikir kritis dan sikap kewirausahaan Siswa dalam Pembelajaran Biologi SMAN 2 Kota Bengkulu

Peneliti : Elta resmawati S.Pd

Dosen Pembimbing : 1. Dr. Siti Darwa Suryani, M.Si
2. Dr. Nopriyeni, M.Pd

1. Petunjuk Pengisian

1. Mohon memberikan penilaian pada setiap aspek dengan memberi tanda cek list (✓)
2. Rentang skor penilaian :
 - 1 = Sangat Kurang
 - 2 = Kurang
 - 3 = Cukup
 - 4 = Baik
 - 5 = Sangat Baik

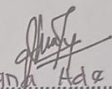
2. Aspek Penilaian

No.	Fokus Penilaian	Butir Penilaian	Skor				
			1	2	3	4	5
A	Perumusan	a. Kejelasan rumusan					✓
		b. Kelengkapan cakupan rumusan					✓
		c. Kesesuaian dengan kompetensi					✓
B	Pemilihan materi	Kesesuaian materi ajar dengan:					
		b) karakteristik peserta didik					✓
		c) alokasi waktu					✓
		d) keurutan dan sistematik materi					✓
C	Pemilihan media/	Kesesuaian media/alat pembelajaran					✓
		b. materi pembelajaran					✓
		c. karakteristik peserta didik.					✓
D	Skenario/kegiatan	Kesesuaian strategi dan metode					✓
		b. materi pembelajaran					✓
		c. karakteristik peserta didik.					✓
		d. Kelengkapan langkah-langkah					✓
E	Pemilihan sumber	Kesesuaian sumber belajar dengan:					
		a. tujuan pembelajaran					✓

	belajar								
F	Penilaian hasil	Kesesuaian teknik penilaian dengan						✓	
		b. Kejelasan prosedur penilaian							✓
		c.. Kelengkapan instrumen							✓
		Jumlah Skor							
		Skor Rata-rata							

Komentar Dan Saran Perbaikan

Bengkulu, September 2025
Validator


Dr. Mariana Ade Cahyani M.Pd.
NIP/NIDN 0210038903

LEMBAR VALIDASI RANCANGAN PEMBELAJARAN MENDALAM (RPM)

NAMA VALIDATOR : Deddy Priblana M.Pd

NIP/NIDN :

Judul : Pengaruh *Project Based Learning* Berbasis *Entrepreneurship Profesional Learning Community* (PjBL-EPLC) dengan pendekatan *Deep Learning* untuk Menumbuhkembangkan berpikir kritis dan sikap kewirausahaan Siswa dalam Pembelajaran Biologi SMAN 2 Kota Bengkulu

Peneliti : Elta resmawati S.Pd

Dosen Pembimbing : 1. Dr. Siti Darwa Suryani, M.Si
2. Dr. Nopriyeni, M.Pd

1. Petunjuk Pengisian

1. Mohon memberikan penilaian pada setiap aspek dengan memberi tanda cek list (✓)
2. Rentang skor penilaian :
 - 1 = Sangat Kurang
 - 2 = Kurang
 - 3 = Cukup
 - 4 = Baik
 - 5 = Sangat Baik

2. Aspek Penilaian

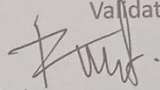
No.	Fokus Penilaian	Butir Penilaian	Skor				
			1	2	3	4	5
A	Perumusan	a. Kejelasan rumusan					✓
		b. Kelengkapan cakupan rumusan					✓
		c. Kesesuaian dengan kompetensi					✓
B	Pemilihan materi	Kesesuaian materi ajar dengan:					
		b) karakteristik peserta didik					✓
		c) alokasi waktu					✓
		d) keurutan dan sistematik materi					✓
C	Pemilihan media/	Kesesuaian media/alat pembelajaran					✓
		b. materi pembelajaran					✓
		c. karakteristik peserta didik.					✓
D	Skenario/kegiata	Kesesuaian strategi dan metode					✓
		b. materi pembelajaran					✓
		c. karakteristik peserta didik.					✓
		d. Kelengkapan langkah-langkah					✓
E	Pemilihan sumber	Kesesuaian sumber belajar dengan:					✓
		a. tujuan pembelajaran					✓

	belajar							
F	Penilaian hasil	Kesesuaian teknik penilaian dengan				✓		
		b. Kejelasan prosedur penilaian				✓		
		c.. Kelengkapan instrumen				✓		
		Jumlah Skor						
		Skor Rata-rata						

Komentar Dan Saran Perbaikan

Bengkulu, September 2025

Validator



Dedy Pimpasa M.Pd

NIP/NIDN

LEMBAR VALIDASI RANCANGAN PEMBELAJARAN MENDALAM (RPM)

NAMA VALIDATOR : Estafun Winarsi M.Pd
 NIP/NIDN :
 Judul : Pengaruh *Project Based Learning* Berbasis *Entrepreneurship Professional Learning Community* (PjBL-EPLC) dengan pendekatan *Deep Learning* untuk Menumbuhkembangkan berpikir kritis dan sikap kewirausahaan Siswa dalam Pembelajaran Biologi SMAN 2 Kota Bengkulu
 Peneliti : Elta resnawati S.Pd
 Dosen Pembimbing : 1. Dr. Siti Darwa Suryani, M.Si
 2. Dr. Nopriyeni, M.Pd

1. Petunjuk Pengisian

1. Mohon memberikan penilaian pada setiap aspek dengan memberi tanda cek list (✓)
2. Rentang skor penilaian :
 - 1 = Sangat Kurang
 - 2 = Kurang
 - 3 = Cukup
 - 4 = Baik
 - 5 = Sangat Baik

2. Aspek Penilaian

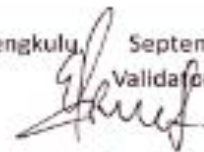
No.	Fokus Penilaian	Butir Penilaian	Skor				
			1	2	3	4	5
A	Perumusan	a. Kejelasan rumusan					✓
		b. Kelengkapan cakupan rumusan					✓
		c. Kesesuaian dengan kompetensi					✓
B	Pemilihan materi	Kesesuaian materi ajar dengan:					
		b) karakteristik peserta didik					✓
		c) alokasi waktu					✓
		d) keurutan dan sistematik materi					✓
C	Pemilihan media/	Kesesuaian media/alat pembelajaran					✓
		b. materi pembelajaran					✓
		c. karakteristik peserta didik.					✓
D	Skenario/kegiata	Kesesuaian strategi dan metode					✓
		b. materi pembelajaran					✓
		c. karakteristik peserta didik.					✓
		d. Kelengkapan langkah-langkah					✓
E	Pemilihan sumber	Kesesuaian sumber belajar dengan:					
		a. tujuan pembelajaran					✓

	belajar					
F	Penilaian hasil	Kesesuaian teknik penilaian dengan			✓	
		b. Kejelasan prosedur penilaian			✓	
		c. Kelengkapan instrumen			✓	
		Jumlah Skor			✓	
		Skor Rata-rata			5	

Komentar Dan Saran Perbaikan

Bengkulu, September 2025

Validator



Esterin Wiratsi

NIP/NIDN

LAMPIRAN 3

LEMBAR VALIDASI SOAL BERPIKIR KRITIS

NAMA VALIDATOR : Dr. Mariana Ade Cahyanti M.Pd.

NIP/NIDN : 0210038903

Judul : Pengaruh *Project Based Learning* Berbasis *Entrepreneurship Profesional Learning Community* (PjBL-EPLC) dengan pendekatan *Deep Learning* untuk Menumbuhkembangkan berpikir kritis dan sikap kewirausahaan Siswa dalam Pembelajaran Biologi SMAN 2 Kota Bengkulu

Peneliti : Elta resmawati S.Pd

Dosen Pembimbing : 1. Dr. Siti Darwa Suryani, M.Si
2. Dr. Nopriyeni, M.Pd

Petunjuk Pengisian

1. Mohon Kesediaan Ibu memberikan penilaian terhadap soal untuk mengukur berpikir kritis yang telah dikembangkan
2. Lembar validasi ini dimaksud untuk mendapatkan informasi terkait dengan kevalidasi soal berpikir kritis
3. Berikan tanda chek list (✓) pada kolom skor penilaian sesuai dengan penilaian bapak/ibu.
4. Berikan poin 1- 5 pada kolom skor penilaian sesuai dengan penilaian bapak/ibu.
- 5.

Rentang skor penilaian :

1 = Sangat Kurang

2 = Kurang

3 = Cukup

4 = Baik

5 = Sangat Baik

1. Aspek Validasi Kontruksi Soal

No	Kriteria	Skor				
		1	2	3	4	5
	A. Kontruksi Soal					
1	Kesesuaian dengan Indikator berpikir kritis				✓	
2	Kejelasan bahasa					✓
3	Tingkat Kesulitan Sesuai Jenjang bahasa				✓	
	B. Materi <i>Entrepreneurship</i>					

LEMBAR VALIDASI SOAL BERPIKIR KRITIS

NAMA VALIDATOR : Dedy Pinoloza M.Pd

NIP/NIDN :

Judul : Pengaruh *Project Based Learning* Berbasis *Entrepreneurship Profesional Learning Community* (PjBL-EPLC) dengan pendekatan *Deep Learning* untuk Menumbuhkembangkan berpikir kritis dan sikap kewirausahaan Siswa dalam Pembelajaran Biologi SMAN 2 Kota Bengkulu

Peneliti : Elta resmawati S.Pd

Dosen Pembimbing : 1. Dr. Siti Darwa Suryani, M.Si
2. Dr. Nopriyeni, M.Pd

Petunjuk Pengisian

1. Mohon Kesediaan Ibu memberikan penilaian terhadap soal untuk mengukur berpikir kritis yang telah dikembangkan
2. Lembar validasi ini dimaksud untuk mendapatkan informasi terkait dengan kevalidasi soal berpikir kritis
3. Berikan tanda cek list (✓) pada kolom skor penilaian sesuai dengan penilaian bapak/ibu.
4. Berikan poin 1- 5 pada kolom skor penilaian sesuai dengan penilaian bapak/ibu.
- 5.

Rentang skor penilaian :

1 = Sangat Kurang

2 = Kurang

3 = Cukup

4 = Baik

5 = Sangat Baik

1. Aspek Validasi Kontruksi Soal

No	Kriteria	Skor				
		1	2	3	4	5
	A. Kontruksi Soal					✓
1	Kesesuaian dengan Indikator berpikir kritis					✓
2	Kejelasan bahasa					✓
3	Tingkat Kesulitan Sesuai Jenjang bahasa					✓
	B. Materi <i>Entrepreneurship</i>					✓

1	Sesuai Kompetensi Dasar IPA							
2	Mengembangkan Jiwa Kewirausahaan						✓	
3	Berbasis Produk lokal						✓	

C. Indikator Berpikir Keritis								
No	Komponen	Indikator	1	2	3	4	5	
1	Merumuskan masalah	Memformulasikan pertanyaan yang mengarah investigasi						✓
2	Memberikan argument	Argumen sesuai dengan kebutuhan. Menunjukkan persamaan dan perbedaan						✓
3	Melakukan deduksi dan induksi	Mendeduksi secara logis, menganalisis data, membuat generalisasi, dan menarik kesimpulan						✓
4	Melakukan evaluasi	Mengevaluasi berdasarkan fakta Memberikan alternatif						✓
5	Mengambil keputusan dan tindakan	Menentukan jalan keluar Memilih kemungkinan yang akan dilaksanakan						✓
D. Keriteria Penilaian <i>Entrepreneurship</i>								
	Inovasi Produk	Keburukan ide Produk						✓
	Analisis Pasar	Pemahaman potensi pasar						✓
	Strategi Pemasaran	Rancangan Pembangunan Usaha						✓
	Nilai ekonomi	Potensi keuntungan						✓

Kesimpulan

1. Layak digunakan tanpa revisi
2. Layak digunakan dengan revisi
3. Tidak layak digunakan

Bengkulu, September 2025

Validator

Dedhy Pindosa

NIP/NIDN

LEMBAR VALIDASI SOAL BERPIKIR KRITIS

NAMA VALIDATOR : Estari Winarsi, M.Pd

NIP/NIDN :

Judul : Pengaruh *Project Based Learning* Berbasis *Entrepreneurship Profesional Learning Community* (PjBL-EPLC) dengan pendekatan *Deep Learning* untuk Menumbuhkembangkan berpikir kritis dan sikap kewirausahaan Siswa dalam Pembelajaran Biologi SMAN 2 Kota Bengkulu

Peneliti : Elta resmawati S.Pd

Dosen Pembimbing : 1. Dr. Siti Darwa Suryani, M.Si
2. Dr. Nopriyeni, M.Pd

Petunjuk Pengisian

1. Mohon Kesediaan Ibu memberikan penilaian terhadap soal untuk mengukur berpikir kritis yang telah dikembangkan
2. Lembar validasi ini dimaksud untuk mendapatkan informasi terkait dengan kevalidasi soal berpikir kritis
3. Berikan tanda cek list (√) pada kolom skor penilaian sesuai dengan penilaian bapak/ibu.
4. Berikan poin 1- 5 pada kolom skor penilaian sesuai dengan penilaian bapak/ibu.
- 5.

Rentang skor penilaian :

1 = Sangat Kurang

2 = Kurang

3 = Cukup

4 = Baik

5 = Sangat Baik

1. Aspek Validasi Kontruksi Soal

No	Kriteria	Skor				
		1	2	3	4	5
	A. Kontruksi Soal					✓
1	Kesesuaian dengan Indikator berpikir kritis					✓
2	Kejelasan bahasa				✓	
3	Tingkat Kesulitan Sesuai Jenjang bahasa				✓	
	B. Materi <i>Entrepreneurship</i>					✓

1	Sesuai Kompetensi Dasar IPA						✓
2	Mengembangkan Jiwa Kewirausahaan						✓
3	Berbasis Produk lokal						✓

C. Indikator Berpikir Keritis							
No	Komponen	Indikator	1	2	3	4	5
1	Merumuskan masalah	Memformulasikan pertanyaan yang mengarah investigasi				✓	
2	Memberikan argument	Argumen sesuai dengan kebutuhan. Menunjukkan persamaan dan perbedaan				✓	
3	Melakukan deduksi dan induksi	Mendeduksi secara logis, menganalisis data, membuat generalisasi, dan menarik kesimpulan					✓
4	Melakukan evaluasi	Mengevaluasi berdasarkan fakta Memberikan alternatif					✓
5	Mengambil keputusan dan tindakan	Menentukan jalan keluar Memilih kemungkinan yang akan dilaksanakan					✓

D. Kriteria Penilaian <i>Entrepreneurship</i>							
	Inovasi Produk	Keburukan ide Produk				✓	
	Analisis Pasar	Pemahaman potensi pasar				✓	
	Strategi Pemasaran	Rancangan Pembangunan Usaha				✓	
	Nilai ekonomi	Potensi keuntungan				✓	

Kesimpulan

1. Layak digunakan tanpa revisi
2. Layak digunakan dengan revisi
3. Tidak layak digunakan

Bengkulu, 1 September 2025

Validator

Eskelin Winars M.Pd.

NIP/NIDN

LAMPIRAN 4

LEMBAR VALIDASI ANGKET SIKAP KEWIRAUSAHAAN

NAMA VALIDATOR : Dr Mariana Ade Cahyani M.Pd.

NIP/NIDN : 0210038903

Judul : Pengaruh *Project Based Learning* Berbasis *Entrepreneurship Professional Learning Community* (PjBL-EPLC) dengan pendekatan *Deep Learning* untuk Menumbuhkembangkan berpikir kritis dan sikap kewirausahaan Siswa dalam Pembelajaran Biologi SMAN 2 Kota Bengkulu

Peneliti : Elta resmawati S.Pd

Dosen Pembimbing : 1. Dr. Siti Darwa Suryani, M.Si
2. Dr. Noprieni, M.Pd

1. Petunjuk Pengisian

- Mohon memberikan penilaian pada setiap aspek dengan memberi tanda cek list (✓)
- Rentang skor penilaian :
 - 1 = Sangat Kurang
 - 2 = Kurang
 - 3 = Cukup
 - 4 = Baik
 - 5 = Sangat Baik

2. Aspek Penilaian

No	Aspek	Indikator	Skor				
			1	2	3	4	5
A	Motivasi Berwirausaha	a) Mendorong minat siswa untuk berwirausaha					✓
		b) Menumbuhkan semangat untuk membuat produk					✓
		c) Membangun kepercayaan diri dalam berwirausaha				✓	
		d) Menggambarkan peluang usaha yang riil				✓	
B	Kreativitas dan inovasi produk	a) Mendorong Pengembangan variasi produk tempe dan disinfektan				✓	
		b) Mendorong inovasi pembuatan tempe				✓	
		c) Mendorong Kreativitas				✓	

		pembuatan disinfektan					
		d) Memfasilitasi eksperimen pengembangan produk				✓	
C	Pemahaman proses produksi	a) Menjelaskan proses Pembuatan tempe					✓
		b) Menjelaskan proses pembuatan disinfektan secara sistematis					✓
		c) Mendorong Kreativitas pembuatan disinfektan				✓	.
		d) Memfasilitasi eksperimen pengembangan produk					✓
D	Menejemen usaha	a) Membuat cara penghitungan biaya Produksi					✓
		b) Menjelaskan Penentuan harga jual				✓	
		c) Menjelaskan strategi pemasaran produk					✓
		d) Mengajar pengelolaan keuangan sederhana				✓	.
E	Keamanan pangan	a) Menekankan aspek kebersihan dalam produksi					✓
		b) Menjelaskan cara penjelasan yang aman				✓	✓
		c) Menjelaskan cara penyimpanan produk					✓
		d) Mengajar standar keamanan pangan					✓
F		a) Mengajarkan Pentingnya kepuasan pelanggan					✓
		b) Membahas cara menagani keluhan Pelanggan					✓
		c) Mendorong pemberian pelayanan yang baik					✓
		d) Mengajarkan cara berkomunikasi dengan pelanggan					✓

Perhitungan Skor

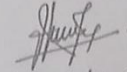
Total skor = jumlah skor yang diperoleh / skormaksimum x 100

Kriteria Penilaian :

1. Layak digunakan tanpa revisi
2. Layak digunakan dengan revisi
3. Tidak layak digunakan

Bengkulu, September 2025

Validator



Di Mariana Ade Cahyani M.Pd.

NIP/NIDN 0210038903

LEMBAR VALIDASI ANGKET SIKAP KEWIRAUSAHAAN

NAMA VALIDATOR : Herina Tri.Pd.

NIP/NIDN :

Judul : Pengaruh *Project Based Learning* Berbasis *Entrepreneurship Profesional Learning Community* (PjBL-EPLC) dengan pendekatan *Deep Learning* untuk Menumbuhkembangkan berpikir kritis dan sikap kewirausahaan Siswa dalam Pembelajaran Biologi SMAN 2 Kota Bengkulu

Peneliti : Elta resmawati S.Pd

Dosen Pembimbing : 1. Dr. Siti Darwa Suryani, M.Si
2. Dr. Nopriyeni, M.Pd

1. Petunjuk Pengisian

- Mohon memberikan penilaian pada setiap aspek dengan memberi tanda cek list (✓)
- Rentang skor penilaian :
 - 1 = Sangat Kurang
 - 2 = Kurang
 - 3 = Cukup
 - 4 = Baik
 - 5 = Sangat Baik

2. Aspek Penilaian

No	Aspek	Indikator	Skor				
			1	2	3	4	5
A	Motivasi Berwirausaha	a) Mendorong minat siswa untuk berwirausaha				✓	✓
		b) Menumbuhkan semangat untuk membuat produk					✓
		c) Membangun kepercayaan diri dalam berwirausaha				✓	
		d) Menggambarkan peluang usaha yang riil					✓
B	Kreativitas dan inovasi produk	a) Mendorong Pengembangan variasi produk tempe dan disinfektan					✓
		b) Mendorong inovasi pembuatan tempe				✓	
		c) Mendorong Kreativitas				✓	

		pembuatan disinfektan				✓	
		d) Memfasilitasi eksperimen pengembangan produk				✓	
C	Pemahaman proses produksi	a) Menjelaskan proses Pembuatan tempe					✓
		b) Menjelaskan proses pembuatan disinfektan secara sistematis					✓
		c) Mendorong Kreativitas pembuatan disinfektan					✓
		d) Memfasilitasi eksperimen pengembangan produk				✓	
D	Menejemen usaha	a) Membuat cara penghitungan biaya Produksi				✓	
		b) Menjelaskan Penentuan harga jual					✓
		c) Menjelaskan strategi pemasaran produk					✓
		d) Mengajar pengelolaan keuangan sederhana					✓
E	Keamanan pangan	a) Menekankan aspek kebersihan dalam produksi					✓
		b) Menjelaskan cara penjelasan yang aman				✓	
		c) Menjelaskan cara penyimpanan produk				✓	
		d) Mengajar standar keamanan pangan				✓	
F		a) Mengajarkan Pentingnya kepuasan pelanggan				✓	
		b) Membahas cara menagani keluhan Pelanggan				✓	
		c) Mendorong pemberian pelayanan yang baik					✓
		d) Mengajarkan cara berkomunikasi dengan pelanggan					✓

Perhitungan Skor

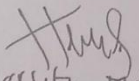
Total skor = jumlah skor yang diperoleh / skormaksimun x 100

Kriteria Penilaian :

1. Layak digunakan tanpa revisi
2. Layak digunakan dengan revisi
3. Tidak layak digunakan

Bengkulu, September 2025

Validator


Haruta M.p.d.

.....
NIP/NIDN

LEMBAR VALIDASI ANGKET SIKAP KEWIRAUSAHAAN

NAMA VALIDATOR : Esterlin Winarsi M.Pd

NIP/NIDN :

Judul : Pengaruh *Project Based Learning* Berbasis *Entrepreneurship Professional Learning Community (P)BL-EPLC* dengan pendekatan *Deep Learning* untuk Menumbuhkembangkan berpikir kritis dan sikap kewirausahaan Siswa dalam Pembelajaran Biologi SMAN 2 Kota Bengkulu

Peneliti : Elta resmiwati S.Pd

Dosen Pembimbing : 1. Dr. Siti Darwa Suryani, M.Si
2. Dr. Nopriyeni, M.Pd

1. Petunjuk Pengisian

1. Mohon memberikan penilaian pada setiap aspek dengan memberi tanda cek list (✓)
2. Rentang skor penilaian :
 - 1 = Sangat Kurang
 - 2 = Kurang
 - 3 = Cukup
 - 4 = Baik
 - 5 = Sangat Baik

2. Aspek Penilaian

No	Aspek	Indikator	Skor				
			1	2	3	4	5
A	Motivasi Berwirausaha	a) Mendorong minat siswa untuk berwirausaha					✓
		b) Menumbuhkan semangat untuk membuat produk					✓
		c) Membangun kepercayaan diri dalam berwirausaha				✓	
		d) Menggambarkan peluang usaha yang riallis				✓	
B	Kreativitas dan inovasi produk	a) Mendorong Pengembangan variasi produk tempe dan disinfektan					✓
		b) Mendorong inovasi pembuatan tempe					✓
		c) Mendorong Kreativitas					✓

		pembuatan disinfektan					✓
		d) Memfasilitasi eksperimen pengembangan produk					✓
C	Pemahaman proses produksi	a) Menjelaskan proses Pembuatan tempe					✓
		b) Menjelaskan proses pembuatan disinfektan secara sistematis				✓	
		c) Mendorong Kreativitas pembuatan disinfektan				✓	
		d) Memfasilitasi eksperimen pengembangan produk				✓	
D	Menejemen usaha	a) Membuat cara penghitungan biaya Produksi				✓	
		b) Menjelaskan Penentuan harga jual					✓
		c) Menjelaskan strategi pemasaran produk					✓
		d) Mengajar pengelolaan keuangan sederhana					✓
E	Keamanan pangan	a) Menekankan aspek kebersihan dalam produksi					✓
		b) Menjelaskan cara penjelasan yang aman					✓
		c) Menjelaskan cara penyimpanan produk					✓
		d) Mengajar standar keamanan pangan					✓
F		a) Mengajarkan Pentingnya kepuasan pelanggan					✓
		b) Membahan cara menagani keluhan Pelanggan					✓
		c) Mendorong pemberian pelayanan yang baik					✓
		d) Mengajarkan cara berkomunikasi dengan pelanggan					✓

Komentar Dan Saran Perbaikan

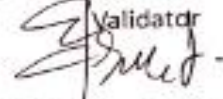
Perhitungan Skor

Total skor = jumlah skor yang diperoleh / skormaksimun x 100

Kriteria Penilaian :

1. Layak digunakan tanpa revisi
2. Layak digunakan dengan revisi
3. Tidak layak digunakan

Bengkulu, September 2025

Validator


Esterlin Wirats

.....
NIP/NIDN

LAMPIRAN 5

DATA *PRETEST* KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS

Tabel Perhitungan Nilai Kemampuan Berpikir Kritis Berdasarkan Tes Awal (*Pretest*)

Perhitungan	Kelas	
	Eksperimen	Kontrol
	X A	X B
Nilai tertinggi	80	80
Nilai terendah	70	71
Nilai rata-rata	77.08	76.19

Tabel Hasil Uji Normalitas Nilai *Pretest* Pada Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen

Kelompok	Signifikan (<i>p value</i>)	Kesimpulan
Kontrol	0,108	Normal
Eksperimen	0,067	Normal

Tabel Hasil Uji Homogenitas Nilai *Pretest* Pada Kelas Kontrol dan Eksperimen

<i>Test of Homogeneity of Variances</i>			
<i>Pretest</i>			
<i>Levene</i>	df1	df2	<i>Sig.</i>
<i>Statistic</i>			
.617	1	70	0,435

Tabel Hasil Uji Hipotesis Uji-T Kemampuan Awal (*Pretest*)

		Hasil Belajar	
		<i>Equal</i>	<i>Equal</i>
		<i>variances</i>	<i>variances</i>
		<i>assumed</i>	<i>not</i>
			<i>assumed</i>
<i>Levene's</i>	F	.617	
<i>Test for</i>	<i>Sig.</i>	.435	
<i>Equality of</i>			
<i>Variances</i>			
<i>t-test for</i>	T	-1.558	-1.558
<i>Equality of</i>	<i>Df</i>	70	69.370
<i>Means</i>	<i>Sig. (2-tailed)</i>	.124	.124

LAMPIRAN 6

DATA *POSTTEST* KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS

Tabel Perhitungan Nilai Kemampuan Berpikir Kritis Berdasarkan Tes Akhir (*Posttest*)

Perhitungan	Kelas	
	Eksperimen	Kontrol
	XA	XB
Nilai tertinggi	98	96
Nilai terendah	85	85
Nilai rata-rata	92.31	90.25

Tabel Hasil Uji Normalitas Nilai *Posttest* Untuk Kelas Kontrol dan Eksperimen

Kelompok	Signifikan (<i>p value</i>)	Kesimpulan
Kontrol	0,102	Normal
Eksperimen	0,195	Normal

Tabel Hasil Uji Homogenitas Nilai *Posttest* Pada Kelas Kontrol dan Eksperimen

<i>Test of Homogeneity of Variances</i>			
<i>Postttest</i>			
<i>Levene</i>	df1	df2	Sig.
<i>Statistic</i>			
1.808	8	25	0,123

Tabel Hasil Uji Hipotesis Uji-T Kemampuan Akhir (*Posttest*)

		Hasil Belajar	
		<i>Equal variances assumed</i>	<i>Equal variances not assumed</i>
<i>Levene's</i>	F	.109	
<i>Test for</i>	<i>Sig.</i>	.742	
<i>Equality of</i>			
<i>Variances</i>			
<i>t-test for</i>	T	-2.835	-2.835
<i>Equality of</i>	<i>Df</i>	70	69.828
<i>Means</i>	<i>Sig. (2-tailed)</i>	.006	.006

LAMPIRAN 7

DATA *PRETEST* SIKAP KEWIRAUSAHAAN

Tabel Perhitungan Nilai Hasil Sikap Kewirausahaan Berdasarkan Tes Awal (*Pretest*)

Perhitungan	Kelas	
	Eksperimen	Kontrol
	XA	XB
Nilai tertinggi	98	98
Nilai terendah	35	35
Nilai rata-rata	58.56	60.97

Tabel Hasil Uji Normalitas Nilai *Pretest* Pada Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen

Kelompok	Signifikan (<i>p value</i>)	Kesimpulan
Kontrol	0,120	Normal
Eksperimen	0,061	Normal

Tabel Hasil Uji Homogenitas Nilai *Pretest* Pada Kelas Kontrol dan Eksperimen

<i>Test of Homogeneity of Variances</i>			
<i>Pretest</i>			
<i>Levene</i>	<i>df1</i>	<i>df2</i>	<i>Sig.</i>
<i>Statistic</i>			
.036	1	70	0,849

Tabel Hasil Uji Hipotesis Uji-T Kemampuan Awal (*Pretest*)

		Hasil Belajar	
		<i>Equal</i>	<i>Equal</i>
		<i>variances</i>	<i>variances</i>
		<i>assumed</i>	<i>not</i>
			<i>assumed</i>
<i>Levene's</i>	F	.036	
<i>Test for</i>	<i>Sig.</i>	.847	
<i>Equality of</i>			
<i>Variances</i>			
<i>t-test for</i>	T	.563	.563
<i>Equality of</i>	<i>Df</i>	70	69.782
<i>Means</i>	<i>Sig. (2-tailed)</i>	.575	.575

LAMPIRAN 8

DATA *POSTTEST* SIKAP KEWIRAUSAHAAN

Tabel Perhitungan Nilai Hasil Sikap Kewirausahaan Berdasarkan Tes Akhir (*Posttest*)

Perhitungan	Kelas	
	Eksperimen	Kontrol
	XA	XB
Nilai tertinggi	169	167
Nilai terendah	146	136
Nilai rata-rata	159.06	153.44

Tabel Hasil Uji Normalitas Nilai *Posttest* Pada Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen

Kelompok	Signifikan (<i>p value</i>)	Kesimpulan
Kontrol	0,072	Normal
Eksperimen	0,186	Normal

Tabel 4.15 Hasil Uji Homogenitas Nilai *Posttest* Pada Kelas Kontrol dan Eksperimen

<i>Test of Homogeneity of Variances</i>			
<i>Pretest</i>			
<i>Levene</i>	<i>df1</i>	<i>df2</i>	<i>Sig.</i>
<i>Statistic</i>			
9,236	1	70	0,003

Tabel Hasil Uji Mann-Whitney Nilai Posttest Pada Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen

<i>Ranks</i>				
	Kelas	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Nilai	Kontrol	36	28,56	1028.00
	Eksperimen	36	44,44	1600.00
	Total	72		

<i>Test Statistics^a</i>	
	Nilai
<i>Mann-Whitney</i>	362.000
<i>Wilcoxon W</i>	1028.000
<i>Z</i>	-3.320
<i>Asymp. Sig. (2-tailed)</i>	.001

Tabel 4.17 Hasil Uji N-Gain Kelas Eksperimen

<i>Descriptive Statistics</i>					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
<i>Ngain_score</i>	36	0.7727	0.9357	0.8534	0.0438
<i>Ngain_persen</i>	36	77.27	93.57	85.3389	4.3830
<i>Valid N (listwise)</i>	36				

LAMPIRAN 9

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

Dengan Pembelajaran Mendalam

Sekolah	: SMA Negeri Kota Bengkulu
Mata Pelajaran	: Biologi
Kelas	: X
Semester	: 1
Alokasi Waktu	: 6 X 45'

Standar kompetensi :

2. Memahami prinsip-prinsip pengelompokkan makhluk hidup.

Kompetensi dasar :

- 2.4. Mendeskripsikan ciri-ciri dan jenis-jenis jamur berdasarkan hasil pengamatan, percobaan, dan kajian literatur serta peranannya bagi kehidupan.

Indikator

- Menjelaskan ciri-ciri umum Phylum dalam Kingdom Fungi.
- Membandingkan reproduksi pada jamur
- Membuat laporan tertulis hasil pengamatan jenis-jenis jamur di lingkungan sekitarnya (dengan gambarnya).
- Menyajikan data contoh peran jamur bagi kehidupan yakni dengan membuat tempe
- Membandingkan jamur dengan tumbuhan tingkat tinggi.

I. Tujuan Pembelajaran:

- Memberikan pengalaman belajar *Entrepreneurship* kepada siswa mengembangkan usaha kecil di bidang pengolahan kedelai dengan produksi tempe, yakni pemahaman produk dan proses produksi, analisis pasar dan pemasaran serta manajemen produksi pengelolaan keuangan.
- Untuk mengetahui perubahan-perubahan yang terjadi dalam kurun waktu tertentu selama proses pembuatan tempe.

II. Materi Pembelajaran:

Jamur (Fungi)

Ciri-ciri jamur.

Jamur merupakan organisme eukariotik, bersifat uniselular atau multiselular, dengan dinding sel dari glukosa, mannan, dan kitin, tidak berklorofil, memperoleh nutrisi dengan menyerap, berkembang biak secara asexual dan seksual.

Pengelompokan jamur.

Jamur dikelompokkan menjadi 4 golongan, antara lain : Zygomycotina membentuk zygospora hasil pembiakan secara kawin; Ascomycotina membentuk spora generatif di dalam askus; Basidiomycotina membentuk spora generatif pada basidium dan umumnya memiliki tubuh buah berukuran besar; Deuteromycotina membentuk spora secara vegetatif dan belum diketahui fase kawinnya. Bentuk pengelompokan lain pada jamur adalah Khamir (jamur uniselular, memperbanyak diri dengan budding), Kapang (jamur bermiselium), Cendawan (jamur yang memiliki tubuh buah makroskopis)

Reproduksi jamur.

Jamur berkembangbiak dengan tunas (budding) dan spora (vegetatif dan generatif)

Peranan jamur dalam kehidupan.

Tempe merupakan salah satu jenis makanan hasil fermentasi yang dilakukan oleh spesies jamur tertentu. Proses terjadinya tempe melibatkan fermentasi kacang kedelai oleh kapang dari genus *Rhizopus* (ragi tempe) setelah kedelai mengalami serangkaian proses, yaitu pembersihan, perendaman, pengupasan kulit, pencucian, perebusan, pendinginan, serta penambahan ragi dan pengemasan. Kapang ini akan mengikat kedelai dengan miseliumnya, membentuk adonan padat yang khas.

Jamur *Rhizopus* (sp. atau oligosporus) adalah jenis kapang yang berperan penting dalam pembuatan tempe, berfungsi untuk memfermentasi kacang kedelai dengan menghasilkan miselia putih yang mengikat biji kedelai dan menguraikan protein serta lemak kompleks menjadi bentuk yang lebih sederhana dan mudah dicerna. Kehadiran jamur ini mengubah kedelai menjadi tempe, yang memiliki peningkatan kandungan gizi seperti protein, vitamin, mineral, dan antioksidan.

Peran Jamur *Rhizopus* dalam Pembuatan Tempe

Fermentasi:

Jamur *Rhizopus* melakukan proses fermentasi pada kedelai yang telah direbus dan dikupas kulitnya, sehingga kedelai menjadi padat dan memiliki struktur seperti tempe.

Produksi Enzim:

Jamur ini menghasilkan berbagai enzim, termasuk lipase (untuk memecah lemak), protease (untuk memecah protein), dan amilase (untuk memecah karbohidrat). Enzim-enzim ini berperan penting dalam meningkatkan nilai gizi tempe dengan mengurai senyawa kompleks menjadi bentuk yang lebih sederhana.

Pembentukan Miselia:

Miselial jamur *Rhizopus*, yang berwarna putih, tumbuh dan menjalar di antara biji kedelai, membentuk jalinan yang menyatukan biji-biji tersebut.

Peningkatan Kualitas Gizi:

Proses fermentasi yang dilakukan oleh jamur *Rhizopus* meningkatkan kandungan gizi pada tempe, seperti protein, vitamin B, mineral, dan antioksidan.

Jenis Jamur *Rhizopus* yang Umum Digunakan

Rhizopus oligosporus:

Merupakan spesies yang paling umum dan 104chedul digunakan dalam pembuatan tempe, sering dijuluki “jamur tempe”.

Rhizopus oryzae:

Spesies lain yang juga digunakan dalam proses fermentasi tempe, terutama di Indonesia.

Ciri-Ciri Jamur pada Tempe:

Warna Putih:

Warna putih yang terlihat pada permukaan tempe adalah miselia jamur *Rhizopus* yang tumbuh.

Jalinan yang Kuat:

Jaringan miselia yang padat dan kuat ini mengikat biji kedelai, menciptakan struktur tempe yang kompak.

III. Dimensi Profil Lulusan

Penalaran kritis , kreativitas, kemandirian dan kolaborasi

IV. *Project Based Learning* berbasis Entrepreneurship Profesional Learning Community (PjBL-EPLC)

V. Langkah-langkah Kegiatan Pembelajaran

Tabel 1 Sintaks Pembelajaran Biologi dengan Model PjBL-EPLC

Tahapan	Tingkh laku Guru
Tahap 1: Perumusan pertanyaan yang mendasar (Berkesadaran Bermakna, mengembirakan)	Guru bersama praktisi memberikan stimulus atau ransangan tentang proyek berupa masalah-masalah kehidupan sehari-hari melalui gambar-gambar, video, dan menceritakan suatu pengalaman nyata dalam kehidupan sehari-hari yang berkaitan dengan topik proyek yang ada muatan <i>Entrepreneurship</i> .Guru dan praktisi mendorong siswa untuk memunculkan pertanyaan pokok yang harus diselesaikan melalui proyek nantinya.
Tahap 2: Mendesain proyek.(Berkesadaran,Bermakana, Mengembirakan)	Guru dan praktisi membantu siswa untuk menyusun langkah-langkah penyelesaian proyek Entrepreneurship.
Tahap 3: Membuat 105schedule atau jadwal proyek (Bermakna)	Guru dan praktisi membantu siswa untuk membuat jadwal penyelesaian proyek Entrepreneurship

<p>Tahap 4: Siswa mengerjakan proyek (Berkesadaran, Bermakna, Mengembirakan)</p>	<p>Siswa mengerjakan proyek Entrepreneurship sesuai dengan langkah-langkah yang sudah disusunnya</p>
<p>Tahap 5: Monitor kemajuan proyek (Berkesadaran)</p>	<p>Guru dan praktisi memonitor kemajuan pelaksanaan proyek Entrepreneurship yang dikerjakan siswa, untuk melihat hambatan yang ditemui, upaya yang akan dilakukan mengatasi hambatan, ketepatan waktu penyelesaian, serta bantuan tambahan yang diperlukan.</p>
<p>Tahap 6: Evaluasi proyek (Bermakna, Berkesadaran)</p>	<p>Siswa melaporkan hasil proyek Entrepreneurship di depan kelas.</p> <p>Guru dan praktisi mengadakan evaluasi tentang pelaksanaan proyek Entrepreneurship baik pengetahuan, keterampilan, maupun sikap serta hal-hal yang akan dikerjakan sebagai tindak lanjut dari proyek.</p>

V. Alat dan Sumber bahan:

Sumber:

Buku Paket :

- D.A. Pratiwi, Dra. Dkk. 2007. Biologi SMA Kelas X, Jakarta : Erlangga
- Bagod Sudjadi. 2006. Biologi Sains Dalam Kehidupan : Yudhistira

Alat dan Bahan

1. Baskom ukuran sedang 1 buah
2. Sendok makan plastic 1 buah
3. Pisau kecil 1 buah
4. Timbangan meja
5. 1000 gram kacang kedele
6. Jamur tempe secukupnya
7. Kantong plastik ukuran 0,25 kg 4 buah
8. Kompor 1 buah
9. Periuk ukuran kecil 1 buah
10. Air biasa secukupnya
11. Air asa yaitu air sisa rebusan kacang kedele secukupnya.

VI.Pengujian / Penilaian:

1. Lembar observasi keterampilan komunikasi menulis dan lisan
2. Lembar angket kolaborasi
3. Lembar tes literasi sains
4. Lembar tes berpikir kreatif
5. Lembar angket sikap kewirausahaan
6. Tes kognitif
7. Angket Pemecahan Masalah
8. Tes Berpikir Kritis

Kepala Sekolah

Bengkulu, September 2025

Guru Mata Pelajaran

NIP.

Elta Resmawati, S. Pd

NIP.

Catatan:

1) pendekatan *Deep Learning*

Dimensi Profil Lulusan (Penalaran kritis , kreativitas, kemandirian dan kolaborasi)

- Bermakna :
memberikan stimulus, mengerjakan proyek , Siswa melaporkan hasil proyek Entrepreneurship di depan kelas
- Menggembirakan
gambar-gambar, video, dan menceritakan suatu pengalaman nyata dalam kehidupan sehari-hari , mengerjakan proyek,
- Berkesadaran:
mendorong siswa untuk memunculkan pertanyaan pokok yang harus diselesaikan siswa untuk membuat jadwal, mengerjakan proyek, yang dikerjakan siswa, untuk melihat hambatan yang ditemui, upaya yang akan dilakukan mengatasi hambatan, ketepatan waktu penyelesaian, serta bantuan tambahan yang diperlukan Siswa melaporkan hasil proyek Entrepreneurship di depan kelas,

2) *Entrepreneurship Profesional Learning Community* (PjBL-EPLC) :

Guru bersama praktisi, Guru dan praktisi memonitor kemajuan pelaksanaan proyek Entrepreneurship, Guru dan praktisi mengadakan evaluasi tentang pelaksanaan proyek Entrepreneurship baik pengetahuan

3) Sikap kewirausahaan Siswa

. Tujuan Pembelajaran:

- Memberikan pengalaman belajar *Entrepreneurship* kepada siswa mengembangkan usaha kecil di bidang pengolahan kedelai dengan produksi tempe, yakni pemahaman produk dan proses produksi, analisis pasar dan pemasaran serta manajemen produksi pengelolaan keuangan,
- Entrepreneurship sesuai dengan langkah-langkah yang sudah disusunnya
- _yang berkaitan dengan topik proyek yang ada muatan *Entrepreneurship*.
- keterampilan, maupun sikap serta hal-hal yang akan dikerjakan sebagai tindak lanjut dari proyek

LAMPIRAN 10

KISI-KISI INSTRUMEN BERPIKIR KRITIS

Indikator berpikir kritis	No Soal	Soal	Kunci jawaban	Level Kognitif	skor
Menguraikan Permasalahan (<i>Focus</i>)	1	<p>Pembuatan tape dan produksi insulin dengan bakteri merupakan dua contoh penerapan bioteknologi yang memiliki prinsip dasar dan tujuan yang berbeda.</p> <p>Pembuatan tape memanfaatkan aktivitas mikroorganisme <i>Saccharomyces cerevisiae</i> melalui proses fermentasi alami untuk mengubah karbohidrat menjadi alkohol dan asam organik.</p> <p>Sementara itu, produksi insulin menggunakan bakteri <i>Escherichia coli</i> yang telah disisipi gen manusia pengkode insulin melalui teknik</p>	<p>Permasalahan utama yang membedakan kedua bioteknologi tersebut terletak pada tingkat penerapan teknologi dan manipulasi genetik yang digunakan.</p> <p>Pembuatan tape merupakan bioteknologi konvensional yang hanya memanfaatkan mikroorganisme alami melalui fermentasi untuk menghasilkan produk pangan.</p> <p>Sebaliknya, produksi insulin dengan <i>E. coli</i> merupakan bioteknologi modern karena melibatkan rekayasa genetika—menyisipkan gen manusia ke dalam bakteri agar mampu menghasilkan hormon insulin.</p> <p>Tujuan pembuatan tape bersifat tradisional untuk pangan, sedangkan produksi insulin bersifat medis untuk</p>	C4	5

		<p>rekayasa genetika (DNA rekombinan). Bakteri tersebut kemudian dikultur untuk menghasilkan protein insulin sebagai obat bagi penderita diabetes.</p> <p>Uraikan permasalahan utama yang membedakan kedua jenis bioteknologi tersebut berdasarkan prinsip dasar, proses, dan tujuan penerapannya.</p>	<p>pengobatan.</p>		
<p>Bertanya dan menjawab pertanyaan tentang suatu penjelasan (Reasson)</p>	2	<p>Tempe adalah salah satu produk bioteknologi konvensional yang dihasilkan melalui fermentasi kacang kedelai oleh jamur <i>Rhizopus oligosporus</i>. Selama proses fermentasi, terjadi perubahan komposisi nutrisi yang membuat tempe lebih mudah dicerna daripada kacang</p>	<p>Fermentasi oleh <i>Rhizopus</i> memecah protein dan karbohidrat kompleks menjadi bentuk sederhana, meningkatkan kandungan vitamin B kompleks, menurunkan kadar anti-nutrisi (seperti fitat), sehingga tempe lebih mudah dicerna dan bergizi tinggi.</p>	C4 (Analisis)	5

		kedelai. mengapa mengonsumsi tempe lebih baik bagi sebagian orang dibandingkan mengonsumsi kacang kedelai secara langsung, jika ditinjau dari sudut pandang bioteknologi dan nutrisi?			
Menerapkan wawasan yang sudah dikuasai (Situation)	3	Perhatikan kedua contoh bioteknologi berikut: a. Pembuatan tempe dari kedelai menggunakan jamur <i>Rhizopus sp.</i> a) Rekayasa-tanaman jagung transgenik tahan hama (<i>Bt corn</i>) yang mengandung gen <i>Bacillus thuringiensis</i> . (An alisis Komparatif & Prediksi) Analisislah penerapan pembuatan tempe dan jagung transgenik Bt	Teknologi pembuatan tempe memiliki potensi yang lebih besar dalam jangka panjang untuk keberlanjutan lingkungan karena: -Menggunakan mikroorganisme alami yang tidak berpotensi merusak lingkungan. - Proses fermentasi yang ramah lingkungan dan tidak memerlukan penggunaan bahan kimia berbahaya. - Produk tempe yang dihasilkan memiliki nilai gizi yang tinggi dan dapat	C4	

		dapat mendukung ketahanan pangan dan keberlanjutan lingkungan di Indonesia berdasarkan prinsip-prinsip bioteknologi yang telah Anda pelajari.	menjadi alternatif sumber protein yang lebih sehat.		
Mepersentasi kan contoh permasalahan (Clarity)	4	Indonesia memiliki kekayaan keanekaragaman hayati dan potensi sumber daya hayati yang melimpah. Di sisi lain, Indonesia juga menghadapi berbagai tantangan lingkungan, seperti pencemaran air dan tanah. Berdasarkan pemahaman Anda tentang bioteknologi, usulkan satu ide pemanfaatan bioteknologi sederhana yang dapat dimanfaatkan untuk mengatasi masalah pencemaran dan	- Konsep dasar: Pemanfaatan mikroorganismen untuk mendegradasi polutan dan menghasilkan produk yang bernilai ekonomis. - Contoh mikroorganismen: Bakteri pendegradasi hidrokarbon (<i>Pseudomonas putida</i>) dan jamur pendegradasi lignin (<i>Phanerochaete chrysosporium</i>). - Solusi: Bioremediasi tanah yang terkontaminasi minyak dan pemanfaatan biomassa lignoselulosa untuk menghasilkan bioetanol.	C6	

		<p>sekaligus menghasilkan sumber daya yang bernilai ekonomis.</p>			
<p>Memeriksa Kembali kebenaran jawabannya (<i>Overview</i>)</p>	5	<p>Virus dikenal luas sebagai agen penyebab berbagai penyakit pada manusia, seperti influenza, HIV/AIDS, dan COVID-19. Virus memiliki kemampuan memasukkan materi genetik ke dalam sel inang, sehingga sering dianggap berbahaya dan harus dihindari. Namun, dalam bidang bioteknologi modern, para ilmuwan telah memanfaatkan sifat alami virus tersebut sebagai vektor dalam terapi gen untuk mengobati penyakit genetik.</p> <p>Sebagian orang berpendapat bahwa pemanfaatan virus dalam terapi gen tetap berbahaya dan tidak</p>	<p>Pernyataan bahwa virus tidak mungkin digunakan secara aman tidak sepenuhnya benar. Dalam bioteknologi, virus telah direkayasa agar kehilangan sifat patogennya. Misalnya, <i>Adeno-associated virus (AAV)</i> digunakan sebagai vektor terapi gen karena tidak menyebabkan penyakit dan mampu membawa gen sehat ke dalam sel manusia. Dengan pengawasan dan modifikasi genetik yang tepat, virus dapat dimanfaatkan secara aman dalam pengobatan penyakit genetik.</p>	-C5	5

		<p> mungkin dilakukan dengan aman, karena virus selalu menyebabkan penyakit pada manusia.</p> <p> Tinjau kembali kebenaran pernyataan “Sebagian orang berpendapat bahwa pemanfaatan virus dalam terapi gen tetap berbahaya”</p> <p> Berdasarkan prinsip bioteknologi dan konsep kerja terapi gen.</p>			
--	--	---	--	--	--

Sumber: (Ennis, 2019) dalam (Wulandari, 2025)

Lampiran 11

SOAL BERPIKIR KRITIS



Project Based Learning, Entrepreneurship, Professional Learning Community (PBL-EPLC), Deep Learning, Literasi Sains, Keterampilan Komunikasi, Kolaborasi, Berpikir Kreatif, Kritis, pemecahan masalah, kognitif dan Sikap Kewirausahaan Siswa dalam Pembelajaran Biologi
Oleh: Irwandi, Siti Darwa, S, Nopriyeni, Eka Resmawati, Ricce Oktasari,
Magister Pendidikan Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Bengkulu

91

TES BERPIKIR KRITIS

Nama: Rusco

SMA N 2 Kota Baru

PETUNJUK:

Bacalah soal-soal berikut ini dengan teliti, dan jawablah dengan jelas dan benar.

1. Bioteknologi konvensional (misalnya, pembuatan tape) dan bioteknologi modern (misalnya, produksi insulin dengan bakteri) sama-sama memanfaatkan mikroorganisme. (Analisis, Evaluasi, dan Kreasi)
 - a. Bedakan kedua jenis bioteknologi tersebut berdasarkan prinsip dasar, proses, dan hasil yang dicapai.
 - b. Jika Anda seorang ilmuwan yang ditugaskan untuk meningkatkan produksi yogurt (bioteknologi konvensional) menjadi skala industri besar dengan waktu yang lebih efisien, terobosan bioteknologi modern apa yang dapat Anda terapkan? Jelaskan alasannya.
2. Tempe adalah salah satu produk bioteknologi konvensional yang dihasilkan melalui fermentasi kacang kedelai oleh jamur *Rhizopus oligosporus*. Selama proses fermentasi, terjadi perubahan komposisi nutrisi yang membuat tempe lebih mudah dicerna daripada kacang kedelai.
3. Jelaskan mengapa mengonsumsi tempe lebih baik bagi sebagian orang dibandingkan mengonsumsi kacang kedelai secara langsung, jika ditinjau dari sudut pandang bioteknologi dan nutrisi? (menganalisis dan mengevaluasi)
4. Perhatikan kedua contoh bioteknologi berikut:
 - a) Pembuatan tempe dari kedelai menggunakan jamur *Rhizopus sp.*
 - b) Penciptaan tanaman jagung transgenik tahan hama Bt yang mengandung gen *Bacillus thuringiensis*. (Analisis Komparatif & Prediksi)Bandingkan prinsip dasar, proses yang terlibat, dan produk akhir dari kedua contoh bioteknologi tersebut. Menurut Anda, teknologi mana yang lebih memiliki potensi dalam jangka panjang untuk keberlanjutan lingkungan dan mengapa? Berikan alasan Anda berdasarkan prinsip-prinsip bioteknologi. Indonesia memiliki kekayaan keanekaragaman hayati dan potensi sumber daya hayati yang melimpah.
5. Virus sering dianggap berbahaya, namun dalam bioteknologi justru dimanfaatkan untuk membuat vaksin dan sebagai vektor gen. Jelaskan mengapa virus dapat dijadikan vektor dalam rekayasa genetika, serta apa potensi risikonya bagi kesehatan manusia! (Analisis)

1. Bioteknologi konvensional vs bioteknologi modern

Persamaan:

Keduanya sama-sama memanfaatkan mikroorganisme (seperti bakteri atau jamur) untuk menghasilkan produk yang berguna bagi manusia, misalnya makanan atau obat.

Perbedaan:

Bioteknologi konvensional: prosesnya alami dan sederhana, seperti fermentasi tempe, tape, atau yogurt tanpa modifikasi genetik.

Bioteknologi modern: menggunakan teknologi rekayasa genetika (DNA rekombinan), kultur jaringan, atau kloning gen untuk menghasilkan produk yang lebih efisien dan berkualitas tinggi.

Contoh:

Pembuatan tempe (konvensional) hanya memanfaatkan jamur *Rhizopus* sp., sedangkan pembuatan insulin rekombinan (modern) menggunakan bakteri *E. coli* yang dimasukkan gen manusia.

2. Jika Anda seorang ilmuwan yang diminta meningkatkan produksi yogurt, apa inovasi bioteknologi yang Anda terapkan?

Saya akan menggunakan rekayasa genetika pada bakteri asam laktat (*Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*) untuk membuat strain unggul yang:

Lebih cepat memfermentasi susu,

Dapat menghasilkan rasa dan tekstur lebih baik,

Mengandung probiotik yang meningkatkan kesehatan pencernaan

Dengan demikian, produksi yogurt akan lebih efisien dan kualitasnya meningkat.

3. Mengapa mengonsumsi tempe lebih baik dibandingkan kacang kedelai mentah?

Selama proses fermentasi tempe oleh jamur *Rhizopus oligosporus*, protein dan lemak kedelai dipecah menjadi bentuk yang lebih sederhana seperti asam amino dan asam lemak bebas.

Akibatnya:

Tempe lebih mudah dicerna dan diserap tubuh.

Kandungan vitamin B12 meningkat, yang tidak terdapat pada kedelai mentah.

Kadar zat anti gizi (seperti asam fitat) berkurang, sehingga nilai gizinya meningkat.

Jadi, dari sudut pandang bioteknologi dan nutrisi, tempe lebih bergizi dan ramah pencernaan.

4. Bandingkan prinsip dasar dan produk akhir dari kedua contoh bioteknologi berikut:

a) Pembuatan tempe (bioteknologi konvensional):

Prinsip: fermentasi alami oleh jamur *Rhizopus sp.*

Produk akhir: tempe, makanan bergizi tinggi kaya protein nabati.

b) Penciptaan tanaman jagung transgenik (bioteknologi modern):

Prinsip: rekayasa genetika dengan menyisipkan gen dari bakteri *Bacillus thuringiensis* (Bt) agar tanaman tahan hama.

Produk akhir: jagung Bt yang tidak mudah diserang ulat dan meningkatkan hasil panen.

Perbandingan:

Tempe dihasilkan dari proses alami tanpa perubahan gen, sedangkan jagung transgenik dihasilkan melalui manipulasi genetik. Keduanya sama-sama bertujuan meningkatkan manfaat bagi manusia.

5. Virus sering dianggap berbahaya, namun dimanfaatkan dalam bioteknologi. Jelaskan!

Virus memang dapat menyebabkan penyakit, tetapi dalam bioteknologi virus dimanfaatkan sebagai vektor genetik untuk membawa gen tertentu ke dalam sel target.

Contoh: Dalam terapi gen, virus yang telah dilemahkan digunakan untuk menyisipkan gen sehat ke dalam sel pasien penderita kelainan genetik.

Dalam pembuatan vaksin modern (seperti vaksin AstraZeneca COVID-19), virus adenovirus digunakan untuk membawa materi genetik virus corona agar tubuh membentuk antibodi.

Risiko: Kemungkinan virus bermutasi atau menimbulkan reaksi imun berlebihan, sehingga perlu pengawasan ketat.

Alasan ilmiah:

Virus sangat efisien memasukkan materi genetik ke dalam sel, sehingga menjadi alat penting dalam riset genetika dan kedokteran.

SOAL BERPIKIR KRITIS

PETUNJUK:

78

TES BERPIKIR KRITIS

Nama: Fairas
SMAN 2 Kota Bengkulu

Bacalah soal-soal berikut ini dengan teliti, dan jawablah dengan jelas dan benar.

1. Bioteknologi konvensional (misalnya, pembuatan tape) dan bioteknologi modern (misalnya, produksi insulin dengan bakteri) sama-sama memanfaatkan mikroorganisme. (Analisis, Evaluasi, dan Kreasi)
 - a. Bedakan kedua jenis bioteknologi tersebut berdasarkan prinsip dasar, proses, dan hasil yang dicapai.
 - b. Jika Anda seorang ilmuwan yang ditugaskan untuk meningkatkan produksi yogurt (bioteknologi konvensional) menjadi skala industri besar dengan waktu yang lebih efisien, terobosan bioteknologi modern apa yang dapat Anda terapkan? Jelaskan alasannya.
2. Tempe adalah salah satu produk bioteknologi konvensional yang dihasilkan melalui fermentasi kacang kedelai oleh jamur *Rhizopus oligosporus*. Selama proses fermentasi, terjadi perubahan komposisi nutrisi yang membuat tempe lebih mudah dicerna daripada kacang kedelai.
3. Jelaskan mengapa mengonsumsi tempe lebih baik bagi sebagian orang dibandingkan mengonsumsi kacang kedelai secara langsung, jika ditinjau dari sudut pandang bioteknologi dan nutrisi? (menganalisis dan mengevaluasi)
4. Perhatikan kedua contoh bioteknologi berikut:
 - a) Pembuatan tempe dari kedelai menggunakan jamur *Rhizopus sp.*
 - b) Penciptaan tanaman jagung transgenik tahan hama Bt yang mengandung gen *Bacillus thuringiensis*. (Analisis Komparatif & Prediksi)

Bandingkan prinsip dasar, proses yang terlibat, dan produk akhir dari kedua contoh bioteknologi tersebut. Menurut Anda, teknologi mana yang lebih memiliki potensi dalam jangka panjang untuk keberlanjutan lingkungan dan mengapa? Berikan alasan Anda berdasarkan prinsip-prinsip bioteknologi. Indonesia memiliki kekayaan keanekaragaman hayati dan potensi sumber daya hayati yang melimpah.

5. Virus sering dianggap berbahaya, namun dalam bioteknologi justru dimanfaatkan untuk membuat vaksin dan sebagai vektor gen. Jelaskan mengapa virus dapat dijadikan vektor dalam rekayasa genetika, serta apa potensi risikonya bagi kesehatan manusia!. (Analisis)

TES BERPIKIR KRITIS — JAWABAN

1.

a. Bioteknologi konvensional: Prinsipnya menggunakan mikroorganisme secara alami melalui proses fermentasi tanpa rekayasa genetik. Prosesnya sederhana dan berlangsung alami. Hasilnya berupa produk tradisional seperti tape, tempe, atau yoghurt.

Bioteknologi modern: Prinsipnya menggunakan rekayasa genetik untuk mengubah materi genetik organisme. Prosesnya melibatkan teknologi DNA rekombinan, kultur sel, atau enzim. Hasilnya lebih spesifik, seperti insulin rekombinan, vaksin modern, dan tanaman transgenik.

b. Terobosan bioteknologi modern yang dapat diterapkan: penggunaan strain bakteri atau kultur starter hasil rekayasa genetik yang lebih stabil dan lebih cepat berfermentasi, serta pengaturan kondisi fermentasi menggunakan bioreaktor otomatis. Hal ini membuat produksi yoghurt lebih cepat, higienis, dan konsisten.

2. Perubahan komposisi nutrisi terjadi karena jamur *Rhizopus* memecah protein kompleks, serat, dan senyawa antinutrisi dalam kedelai menjadi bentuk yang lebih sederhana sehingga lebih mudah dicerna. Selain itu, kandungan vitamin B kompleks juga meningkat selama fermentasi sehingga tempe lebih bernilai gizi dibanding kedelai mentah.

3. Mengonsumsi tempe lebih baik karena proses fermentasi:

Mengurangi senyawa antinutrisi seperti asam fitat.

Memecah protein dan karbohidrat sehingga lebih mudah dicerna.

Meningkatkan kandungan vitamin, terutama B12.

Menambah probiotik yang baik untuk pencernaan.

Dari sudut pandang bioteknologi, fermentasi mengubah struktur nutrisi sehingga nilai gizi meningkat

Dari sudut pandang bioteknologi, fermentasi mengubah struktur nutrisi sehingga nilai gizi meningkat dan tubuh lebih mudah menyerapnya dibanding kedelai mentah atau hanya direbus

4. a. Tempe (bioteknologi konvensional)

Prinsip dasar: Fermentasi alami menggunakan jamur *Rhizopus*.

Proses: Kedelai direndam, direbus, diinokulasi jamur, lalu dibiarkan fermentasi.

Produk akhir: Tempe yang kaya protein, vitamin, dan mudah dicerna.

b. Jagung Bt (bioteknologi modern)

Prinsip dasar: Rekayasa genetika memasukkan gen Bt dari *Bacillus thuringiensis* ke genom jagung.

Proses: Pengambilan gen Bt → penyisipan ke tanaman → regenerasi tanaman transgenik → uji ketahanan.

Produk akhir: Jagung yang tahan hama penggerek batang.

Teknologi mana yang lebih memiliki potensi jangka panjang dan mengapa?

Bioteknologi modern (tanaman transgenik Bt) memiliki potensi lebih besar karena:

Meningkatkan hasil panen secara signifikan.

Mengurangi penggunaan pestisida kimia.

Mendukung pertanian berkelanjutan.

Cocok diterapkan di Indonesia yang memiliki keanekaragaman hayati dan kebutuhan produksi pangan besar.

5. Virus dapat dijadikan vektor dalam bioteknologi karena:

Virus mampu memasukkan materi genetik ke dalam sel inang dengan efisien.

Struktur genom virus mudah dimodifikasi sehingga gen tertentu dapat disisipkan atau dihilangkan.

Virus dapat diarahkan untuk membawa gen terapi dalam rekayasa genetika atau untuk merangsang respon kekebalan tubuh dalam pembuatan vaksin.

Potensi risiko: Kemungkinan mutasi virus. Risiko respons imun berlebihan. Reaksi alergi atau infeksi pada individu tertentu.

Namun, risiko tersebut dapat ditekan melalui rekayasa genome virus agar tidak dapat bereplikasi serta uji keamanan yang ketat sebelum digunakan

SOAL BERPIKIR KRITIS

80

TES BERPIKIR KRITIS

Nama: Michael
Kelas: X
SRM N 2 Kota Bengkulu

PETUNJUK:

Bacalah soal-soal berikut ini dengan teliti, dan jawablah dengan jelas dan benar.

1. Bioteknologi konvensional (misalnya, pembuatan tape) dan bioteknologi modern (misalnya, produksi insulin dengan bakteri) sama-sama memanfaatkan mikroorganisme. (Analisis, Evaluasi, dan Kreasi)
 - a. Bedakan kedua jenis bioteknologi tersebut berdasarkan prinsip dasar, proses, dan hasil yang dicapai.
 - b. Jika Anda seorang ilmuwan yang ditugaskan untuk meningkatkan produksi yogurt (bioteknologi konvensional) menjadi skala industri besar dengan waktu yang lebih efisien, terobosan bioteknologi modern apa yang dapat Anda terapkan? Jelaskan alasannya.
2. Tempe adalah salah satu produk bioteknologi konvensional yang dihasilkan melalui fermentasi kacang kedelai oleh jamur *Rhizopus oligosporus*. Selama proses fermentasi, terjadi perubahan komposisi nutrisi yang membuat tempe lebih mudah dicerna daripada kacang kedelai.
3. Jelaskan mengapa mengonsumsi tempe lebih baik bagi sebagian orang dibandingkan mengonsumsi kacang kedelai secara langsung, jika ditinjau dari sudut pandang bioteknologi dan nutrisi? (menganalisis dan mengevaluasi)
4. Perhatikan kedua contoh bioteknologi berikut:
 - a) Pembuatan tempe dari kedelai menggunakan jamur *Rhizopus* sp.
 - b) Penciptaan tanaman jagung transgenik tahan hama Bt yang mengandung gen *Bacillus thuringiensis*. (Analisis Komparatif & Prediksi)

Bandingkan prinsip dasar, proses yang terlibat, dan produk akhir dari kedua contoh bioteknologi tersebut. Menurut Anda, teknologi mana yang lebih memiliki potensi dalam jangka panjang untuk keberlanjutan lingkungan dan mengapa? Berikan alasan Anda berdasarkan prinsip-prinsip bioteknologi. Indonesia memiliki kekayaan keanekaragaman hayati dan potensi sumber daya hayati yang melimpah.
5. Virus sering dianggap berbahaya, namun dalam bioteknologi justru dimanfaatkan untuk membuat vaksin dan sebagai vektor gen. Jelaskan mengapa virus dapat dijadikan vektor dalam rekayasa genetika, serta apa potensi risikonya bagi kesehatan manusia! (Analisis)

1. Perbedaan Bioteknologi Konvensional dan Modern

Keduanya sama-sama memanfaatkan mikroorganisme, tetapi berbeda dalam prinsip dasar dan teknologi yang digunakan. Bioteknologi konvensional menggunakan proses alami tanpa rekayasa genetika, contohnya pembuatan tape, tempe, atau yoghurt. Sedangkan bioteknologi modern menggunakan manipulasi genetik dan teknologi DNA rekombinan, contohnya produksi insulin dengan bakteri *E. coli* yang telah dimodifikasi.

2. Tugas Ahli untuk Meningkatkan Produksi Tempe

Jika seorang ilmuwan ditugaskan untuk meningkatkan produksi tempe menjadi skala industri besar dengan kualitas baik dan efisien, ia dapat menerapkan bioteknologi konvensional dengan mengoptimalkan strain *Rhizopus* terbaik, mengatur kondisi fermentasi (suhu, pH, kelembapan), dan menggunakan bahan baku berkualitas. Proses ini meningkatkan efisiensi produksi tanpa mengubah struktur genetik mikroba.

3. Kandungan Nutrisi pada Tempe

Selama proses fermentasi kedelai oleh jamur *Rhizopus*, terjadi perubahan komposisi nutrisi seperti peningkatan kadar vitamin B12, protein mudah cerna, dan penurunan kadar antinutrisi seperti asam fitat. Karena itu, tempe lebih bergizi dan mudah dicerna dibandingkan kacang kedelai mentah.

4. Perbandingan Bioteknologi Konvensional dan Modern

a. Produksi tempe menggunakan jamur *Rhizopus* sp. adalah bioteknologi konvensional yang menggunakan fermentasi alami. b. Penciptaan tanaman jagung transgenik tahan hama Bt adalah bioteknologi modern karena menggunakan rekayasa genetika *Bacillus thuringiensis*. Perbandingan:
- Prinsip dasar: konvensional alami, modern menggunakan DNA rekombinan. - Proses: fermentasi vs penyisipan gen asing. - Produk: makanan fermentasi vs tanaman transgenik. Teknologi yang lebih berpotensi jangka panjang bagi lingkungan adalah bioteknologi konvensional, karena lebih ramah lingkungan dan tidak berisiko terhadap keanekaragaman hayati.

5. Pemanfaatan Virus dalam Bioteknologi

Virus dapat dijadikan vektor gen karena mampu memasukkan materi genetik ke dalam sel inang. Dalam bioteknologi, virus digunakan untuk membuat vaksin dan terapi gen. Namun, risikonya adalah virus dapat bermutasi atau menimbulkan respon imun berlebih yang dapat membahayakan manusia. Oleh karena itu, penggunaannya harus diawasi dengan ketat dan melalui uji keamanan.

LAMPIRAN 12

SOAL BERPIKIR KRITIS

PETUNJUK:

Bacalah soal-soal berikut ini dengan teliti, dan jawablah dengan jelas dan benar.

1. Bioteknologi konvensional (misalnya, pembuatan tape) dan bioteknologi modern (misalnya, produksi insulin dengan bakteri) sama-sama memanfaatkan mikroorganisme. (Analisis, Evaluasi, dan Kreasi)
 - a. Bedakan kedua jenis bioteknologi tersebut berdasarkan prinsip dasar, proses, dan hasil yang dicapai.
2. Tempe adalah salah satu produk bioteknologi konvensional yang dihasilkan melalui fermentasi kacang kedelai oleh jamur *Rhizopus oligosporus*. Selama proses fermentasi, terjadi perubahan komposisi nutrisi yang membuat tempe lebih mudah dicerna daripada kacang kedelai.
3. Perhatikan kedua contoh bioteknologi berikut:
 - a. Pembuatan tempe dari kedelai menggunakan jamur *Rhizopus sp.*
 - b) Rekayasa—tanaman jagung transgenik tahan hama (*Bt corn*) yang mengandung gen *Bacillus thuringiensis*.

Analisislah penerapan pembuatan tempe dan jagung transgenik Bt dapat mendukung ketahanan pangan dan keberlanjutan lingkungan di Indonesia berdasarkan prinsip-prinsip bioteknologi yang telah Anda pelajari.
4. Indonesia memiliki kekayaan keanekaragaman hayati dan potensi sumber daya hayati yang melimpah. Di sisi lain, Indonesia juga menghadapi berbagai tantangan lingkungan, seperti pencemaran air dan tanah.

Berdasarkan pemahaman Anda tentang bioteknologi,

 - a. usulkan satu ide pemanfaatan bioteknologi sederhana yang dapat dimanfaatkan untuk mengatasi masalah pencemaran dan sekaligus menghasilkan sumber daya yang bernilai ekonomis.
5. Virus dikenal luas sebagai agen penyebab berbagai penyakit pada manusia, seperti influenza, HIV/AIDS, dan COVID-19. Virus memiliki kemampuan memasukkan materi genetik ke dalam sel inang, sehingga sering dianggap berbahaya dan harus dihindari.

Namun, dalam bidang bioteknologi modern, para ilmuwan telah memanfaatkan sifat alami virus tersebut sebagai vektor dalam terapi gen untuk mengobati penyakit genetik.

Sebagian orang berpendapat bahwa pemanfaatan virus dalam terapi gen tetap berbahaya dan tidak mungkin dilakukan dengan aman, karena virus selalu menyebabkan penyakit pada manusia.

Tinjau kembali kebenaran pernyataan “Sebagian orang berpendapat bahwa pemanfaatan virus dalam terapi gen tetap berbahaya” Berdasarkan prinsip bioteknologi dan konsep kerja terapi gen.

LAMPIRAN 13

ANGKET SIKAP KEWIRAUSAHAAN SISWA

**LEMBARAN JAWABAN
ANGKET SIKAP KEWIRAUSAHAAN SISWA**

PETUNJUK PENGISIAN

1. Bacalah setiap pernyataan dengan teliti dan seksama
2. Berilah tanda centang (✓) pada kolom yang sesuai dengan sikap Anda
3. Isilah dengan jujur sesuai dengan kondisi Anda yang sebenarnya
4. Keterangan pilihan jawaban
 SS = Sangat Setuju (5)
 S = Setuju (4)
 RR = Ragu-ragu (3)
 TS = Tidak Setuju (2)
 STS = Sangat Tidak Setuju (1)

1. Dimensi Pemahaman Produk dan Proses Produksi

No.	SS	S	RR	TS	STS
1	✓				
2		✓			
3	✓				
4	✓				
5	✓				

2. Dimensi Inovasi Produk

No.	SS	S	RR	TS	STS
1	✓				
2		✓			
3		✓			
4			✓		
5	✓				

3. Dimensi Analisis Pasar dan Pemasaran

No.	SS	S	RR	TS	STS
1	✓				
2	✓				
3			✓		
4		✓			
5			✓		

5. Dimensi Pengelolaan Keuangan

No.	SS	S	RR	TS	STS
1	✓				
2	✓				
3		✓	✓		
4			✓		
5		✓			

6. Dimensi Manajemen Risiko

No.	SS	S	RR	TS	STS
1	✓				
2			✓		
3			✓		
4		✓			
5		✓			

7. Dimensi Pengembangan Usaha

No.	SS	S	RR	TS	STS
1	✓				
2			✓		
3			✓		
4			✓		
5		✓			

4. Dimensi Manajemen Produksi

No.	SS	S	RR	TS	STS
1			✓		
2	✓				
3		✓			
4			✓		
5		✓			

Nama:

Kelas:

Sekolah: SMAN 02

ANGKET SIKAP KEWIRAUSAHAAN SISWA

LEMBARAN JAWABAN ANGKET SIKAP KEWIRAUSAHAAN SISWA

PETUNJUK PENGISIAN

1. Bacalah setiap pernyataan dengan teliti dan seksama
2. Berilah tanda centang (✓) pada kolom yang sesuai dengan sikap Anda
3. Isilah dengan jujur sesuai dengan kondisi Anda yang sebenarnya
4. Keterangan pilihan jawaban:
 SS = Sangat Setuju (5)
 S = Setuju (4)
 RR = Ragu-ragu (3)
 TS = Tidak Setuju (2)
 STS = Sangat Tidak Setuju (1)

<p>1. Dimensi Pemahaman Produk dan Proses Produksi</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>SS</th> <th>S</th> <th>RR</th> <th>TS</th> <th>STS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>✓</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>✓</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td>✓</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td>✓</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td>✓</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> <p>2. Dimensi Inovasi Produk</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>SS</th> <th>S</th> <th>RR</th> <th>TS</th> <th>STS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td><td>✓</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td>✓</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td>✓</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td>✓</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td>✓</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	No.	SS	S	RR	TS	STS	1	✓					2	✓					3	✓					4	✓					5	✓					No.	SS	S	RR	TS	STS	1		✓				2		✓				3		✓				4		✓				5		✓				<p>5. Dimensi Pengelolaan Keuangan</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>SS</th> <th>S</th> <th>RR</th> <th>TS</th> <th>STS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>✓</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>✓</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td>✓</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td>✓</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td>✓</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> <p>6. Dimensi Manajemen Risiko</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>SS</th> <th>S</th> <th>RR</th> <th>TS</th> <th>STS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td><td>✓</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td>✓</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td>✓</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td>✓</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td>✓</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	No.	SS	S	RR	TS	STS	1	✓					2	✓					3	✓					4	✓					5	✓					No.	SS	S	RR	TS	STS	1		✓				2		✓				3		✓				4		✓				5		✓			
No.	SS	S	RR	TS	STS																																																																																																																																												
1	✓																																																																																																																																																
2	✓																																																																																																																																																
3	✓																																																																																																																																																
4	✓																																																																																																																																																
5	✓																																																																																																																																																
No.	SS	S	RR	TS	STS																																																																																																																																												
1		✓																																																																																																																																															
2		✓																																																																																																																																															
3		✓																																																																																																																																															
4		✓																																																																																																																																															
5		✓																																																																																																																																															
No.	SS	S	RR	TS	STS																																																																																																																																												
1	✓																																																																																																																																																
2	✓																																																																																																																																																
3	✓																																																																																																																																																
4	✓																																																																																																																																																
5	✓																																																																																																																																																
No.	SS	S	RR	TS	STS																																																																																																																																												
1		✓																																																																																																																																															
2		✓																																																																																																																																															
3		✓																																																																																																																																															
4		✓																																																																																																																																															
5		✓																																																																																																																																															
<p>3. Dimensi Analisis Pasar dan Pemasaran</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>SS</th> <th>S</th> <th>RR</th> <th>TS</th> <th>STS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td>✓</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td>✓</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td>✓</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td>✓</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td>✓</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> <p>4. Dimensi Manajemen Produksi</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>SS</th> <th>S</th> <th>RR</th> <th>TS</th> <th>STS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>✓</td><td>✓</td><td>✓</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td>✓</td><td>✓</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td>✓</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td>✓</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td>✓</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	No.	SS	S	RR	TS	STS	1			✓			2			✓			3			✓			4			✓			5			✓			No.	SS	S	RR	TS	STS	1	✓	✓	✓			2		✓	✓			3	✓					4		✓				5			✓			<p>7. Dimensi Pengembangan Usaha</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>SS</th> <th>S</th> <th>RR</th> <th>TS</th> <th>STS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>✓</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>✓</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td>✓</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td>✓</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td>✓</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> <p>Nama: <u>Farras</u></p> <p>Kelas: Sekolah: <u>SMAN 2</u></p>	No.	SS	S	RR	TS	STS	1	✓					2	✓					3	✓					4	✓					5	✓																																								
No.	SS	S	RR	TS	STS																																																																																																																																												
1			✓																																																																																																																																														
2			✓																																																																																																																																														
3			✓																																																																																																																																														
4			✓																																																																																																																																														
5			✓																																																																																																																																														
No.	SS	S	RR	TS	STS																																																																																																																																												
1	✓	✓	✓																																																																																																																																														
2		✓	✓																																																																																																																																														
3	✓																																																																																																																																																
4		✓																																																																																																																																															
5			✓																																																																																																																																														
No.	SS	S	RR	TS	STS																																																																																																																																												
1	✓																																																																																																																																																
2	✓																																																																																																																																																
3	✓																																																																																																																																																
4	✓																																																																																																																																																
5	✓																																																																																																																																																

ANGKET SIKAP KEWIRAUSAHAAN SISWA

LEMBARAN JAWABAN ANGKET SIKAP KEWIRAUSAHAAN SISWA

PETUNJUK PENGISIAN

1. Bacalah setiap pernyataan dengan teliti dan seksama
2. Berilah tanda centang (✓) pada kolom yang sesuai dengan sikap Anda
3. Isilah dengan jujur sesuai dengan kondisi Anda yang sebenarnya
4. Keterangan pilihan jawaban:
 SS = Sangat Setuju (5)
 S = Setuju (4)
 RR = Ragu-ragu (3)
 TS = Tidak Setuju (2)
 STS = Sangat Tidak Setuju (1)

1. Dimensi Pemahaman Produk dan Proses Produksi

No.	SS	S	RR	TS	STS
1	✓				
2	✓				
3			✓		
4	✓		✓		
5				✓	

2. Dimensi Inovasi Produk

No.	SS	S	RR	TS	STS
1	✓				
2			✓		
3				✓	
4	✓				
5			✓		

3. Dimensi Analisis Pasar dan Pemasaran

No.	SS	S	RR	TS	STS
1	✓				
2			✓		
3	✓				
4			✓		
5	✓				

4. Dimensi Manajemen Produksi

No.	SS	S	RR	TS	STS
1	✓				
2		✓			
3	✓				
4			✓		
5	✓				

5. Dimensi Pengelolaan Keuangan

No.	SS	S	RR	TS	STS
1	✓				
2			✓		
3	✓				
4		✓			
5	✓				

6. Dimensi Manajemen Risiko

No.	SS	S	RR	TS	STS
1	✓				
2		✓			
3			✓		
4	✓				
5		✓			

7. Dimensi Pengembangan Usaha

No.	SS	S	RR	TS	STS
1	✓				
2		✓			
3			✓		
4		✓			
5	✓				

Nama: Michael
 Kelas: X.3
 Sekolah: SMA 2

LAMPIRAN 14

PROYEK JAMUR DAN TEMPE

Latar Belakang:

Tempe adalah produk olahan kedelai yang kaya akan protein dan memiliki nilai gizi yang tinggi. Dengan meningkatnya kesadaran masyarakat akan pentingnya makanan sehat, permintaan tempe sebagai alternatif protein yang sehat dan bergizi semakin meningkat.

Tujuan Proyek:

1. Menghasilkan produk tempe yang berkualitas tinggi dan aman untuk dikonsumsi.
2. Meningkatkan kesadaran siswa akan pentingnya mengonsumsi makanan yang sehat dan bergizi.
3. Memberikan pengalaman belajar *Entrepreneurship* kepada siswa mengembangkan usaha kecil di bidang pengolahan kedelai dengan produksi tempe

Konsep

Tempe merupakan salah satu jenis makanan hasil fermentasi yang dilakukan oleh spesies jamur tertentu. Proses terjadinya tempe melibatkan fermentasi kacang kedelai oleh kapang dari genus *Rhizopus* (ragi tempe) setelah kedelai mengalami serangkaian proses, yaitu pembersihan, perendaman, pengupasan kulit, pencucian, perebusan, pendinginan, serta penambahan ragi dan pengemasan. Kapang ini akan mengikat kedelai dengan miseliumnya, membentuk adonan padat yang khas.

Jamur *Rhizopus* (sp. atau oligosporus) adalah jenis kapang yang berperan penting dalam pembuatan tempe, berfungsi untuk memfermentasi kacang kedelai dengan menghasilkan miselia putih yang mengikat biji kedelai dan menguraikan protein serta lemak kompleks menjadi bentuk yang lebih sederhana dan mudah dicerna. Kehadiran jamur ini mengubah kedelai menjadi tempe, yang memiliki peningkatan kandungan gizi seperti protein, vitamin, mineral, dan antioksidan.

Peran Jamur *Rhizopus* dalam Pembuatan Tempe

Fermentasi:

Jamur *Rhizopus* melakukan proses fermentasi pada kedelai yang telah direbus dan dikupas kulitnya, sehingga kedelai menjadi padat dan memiliki struktur seperti tempe.

Produksi Enzim:

Jamur ini menghasilkan berbagai enzim, termasuk lipase (untuk memecah lemak), protease (untuk memecah protein), dan amilase (untuk memecah karbohidrat). Enzim-enzim ini berperan penting dalam meningkatkan nilai gizi tempe dengan mengurai senyawa kompleks menjadi bentuk yang lebih sederhana.

Pembentukan Miselia:

Miselia jamur *Rhizopus*, yang berwarna putih, tumbuh dan menjalar di antara biji kedelai, membentuk jalinan yang menyatukan biji-biji tersebut.

Peningkatan Kualitas Gizi:

Proses fermentasi yang dilakukan oleh jamur *Rhizopus* meningkatkan kandungan gizi pada tempe, seperti protein, vitamin B, mineral, dan antioksidan.

Jenis Jamur *Rhizopus* yang Umum Digunakan

Rhizopus oligosporus:

Merupakan spesies yang paling umum dan populer digunakan dalam pembuatan tempe, sering dijuluki "jamur tempe".

Rhizopus oryzae:

Spesies lain yang juga digunakan dalam proses fermentasi tempe, terutama di Indonesia.

Ciri-Ciri Jamur pada Tempe:

Warna Putih:

Warna putih yang terlihat pada permukaan tempe adalah miselia jamur *Rhizopus* yang tumbuh.

Jalanan yang Kuat:

Jaringan miselia yang padat dan kuat ini mengikat biji kedelai, menciptakan struktur tempe yang kompak.

Kelas / Semester : X/1

Tujuan Pembelajaran

1. Memberikan pengalaman belajar *Entrepreneurship* kepada siswa mengembangkan usaha kecil di bidang pengolahan kedelai dengan produksi tempe, yakni pemahaman produk dan proses produksi, analisis pasar dan pemasaran serta manajemen produksi pengelolaan keuangan.
2. Untuk mengetahui perubahan-perubahan yang terjadi dalam kurun waktu tertentu selama proses pembuatan tempe.

Waktu yang diperlukan : 13 jam pelajaran @ 45 menit.

Konsep yang ditanamkan : Prinsip-prinsip bioteknologi tempe

Macam-macam bioteknologi

Fermentasi tempe

Prinsip berwirausaha

Permasalahan Proyek:

1. Apakah indikator kedelai berkualitas tinggi untuk menghasilkan tempe yang berkualitas?.
2. Bagaimanakan proses fermentasi kedelai dengan menggunakan ragi tempe yang tepat untuk menghasilkan tempe yang berkualitas?.
3. Bagaimanakah pengemasan dan pemasaran tempe dalam kemasan yang higienis dan memasarkannya dengan baik?

Kegiatan Proyek:

Pengadaan Bahan Baku

1. Carilah informasi lewat beberapa sumber (praktisi, internet, buku dll) tentang kesediaan bahan baku tempe yakni kedele yang dibutuhkan
2. Berapa harga bahan baku di pasaran.
3. Jelaskan ciri-ciri kedele yang bagus atau berkualitas untuk membuat tempe

Pembuatan Tempe:

Alat dan Bahan.

1. Baskom ukuran sedang 1 buah
2. Sendok makan plastic 1 buah
3. Pisau kecil 1 buah
4. Timbangan meja
5. 1000 gram kacang kedele
6. Jamur tempe secukupnya
7. Kantong plastik ukuran 0,25 kg 4 buah
8. Kompor 1 buah
9. Periuk ukuran kecil 1 buah
10. Air biasa secukupnya
11. Air asa yaitu air sisa rebusan kacang kedele secukupnya.

Prosedur Pembuatan.

1. Cuci kedelai sampai berih lalu rebus selama \pm 1 jam.
2. Rendam biji kedelai selama semalam dengan air asam (sisa air rebusan kacang kedele).
3. Kupas kulit kedelai dan bersihkan dari kepingan kedelai lain tersebut.
4. Tiriskan biji kedelai tersebut dan tunggu sampai dingin.
5. Tebarkan biji-biji kedelai tersebut di atas nampan, kemudian campurkan ragi tempe di atas biji-biji kedelai secara merata dengan diaduk.
6. Siapkan 4 buah kantong plastik, kemudian beri kode A, B, C, dan D. Kantong plastik A tidak diberi lubang, kantong plastik B diberi lubang dengan jarak 1 cm, kantong plastik C diberi lubang dengan jarak 2 cm, dan kantong plastik D diberi lubang dengan jarak 3 cm.

7. Masukkan biji-biji kedelai yang sudah dicampur dengan ragi tempe dengan ukuran 100 gram untuk masing-masing kantong plastik.
8. Buat juga tempe dengan kemasan daun pisang sebanyak 4 buah.
9. Letakkan masing-masing kemasan pada masing-masing meja kelompok..
10. Amati perubahan yang terjadi setiap kurun waktu 6 jam, selama 24 jam.
11. Data yang perlu dicatat setiap kali pengamatan adalah: suhu, tesktur, warna dan bau.
12. Buatlah video semua kegiatan pembuatan tempe, wawancara serta promosi menjual tempe.
13. Uploadlah video Anda pada Medsos seperti Youtube, Instagram, Tiktok, dan Facebook.

Pengemasan dan Pemasaran

1. Buatlah merek tempe pada kertas biasa yang menarik, kemudian tempelkan kepada daun atau plastik tempe tersebut.



Gambar Contoh Merek Kemasan Tempe

2. Juallah tempe tersebut, kemudian wawancarai pembelinya, manakah mereka yang suka tempe dibungkus plastik atau daun.
3. Catat dan rekamlah hasil wawancara anda dengan pembeli.

Pedoman wawancara:

1. Bapak/Ibu suka atau tidak tempe. Berikan alasan
2. Makanan olahan tempe yang disukai.
3. Kapan makan makanan tempe, tiap hari atau sekali seminggu.
4. Produk olahan tempe yang disukai, kripik, kue tempe dll

Tabel Pengamatan

Tabel 1. Pengamatan Proses Pembuatan Tempe

No.	Waktu Pengamatan	Perubahan yang terjadi			
		Bau	Warna	Tekstur	Suhu
1.	6 jam 1				
2.	6 jam ke-2				
3.	6 jam ke-3				
4.					

Tabel 2. Kualitas Tempe

No.	Indikator	Option pernyataan..			
		1	2	3	Ket
		KB	B	SB	
1.	Aroma				
2.	Warna				
3.	Rasa				
4.	Tekstur				

Keterangan:

SB = Sangat Bagus

B = Bagus

KB = Kurang Bagus

Keterangan: Tidak berhasil, Busuk, dll

Tabel 3. Produk Olahan Tempe

No.	Produk Olahan	Bioteknologi	Bioteknologi	Tempat
		Sederhana	Moderen	Pemasaran
1.				
2.				
3.				
4.				

Pertanyaan dan Diskusi.

1. Adakah perbedaan bau, suhu, tekstur dan warna tempe antara masing-masing kelompok perlakuan? Bila ada, mengapa hal ini terjadi?
2. Mikroba dari golongan apakah yang berperan dalam proses pembuatan tempe? Bagaimanakah peranan mikroba tersebut?
3. Faktor-faktor apa sajakah yang mempengaruhi kualitas tempe tersebut?
4. Bagaimana usaha yang dapat dilakukan supaya usaha pembuatan tempe ini dapat diproduksi dalam skala besar dengan hasil yang baik?
5. Tulislah reaksi yang terjadi pada pembuatan tempe tersebut!
6. Apakah setiap produk bioteknologi melibatkan makhluk hidup dalam proses produksinya? Berikan alasan Anda.
7. Bagaimanakah hasil wawancara anda dengan pembeli. Apa yang anda peroleh informasi dengan pembeli?
8. Jelaskan produk-produk apa saja yang bisa diolah dengan bahan tempe. Bagaimanakah prospek pemasarannya

LAMPIRAN 15**NILAI PRETEST DAN POSTTEST KELAS KONTROL BERPIKIR KRITIS**

No	NAMA	<i>PRETEST</i>	<i>POSTTEST</i>
1.	Ade Syafutra	75	89
2.	Ahmad Davilla	78	90
3.	Aisyah Octafiani	79	89
4.	Alifah Izzatunnisa Ramadan	76	90
5.	Annisa Tsamratul Qolby	77	88
6.	Asyfa Tusyadiyah Safitri	78	91
7.	Aurelia Putri Rahmadani	71	91
8.	Balqis Meda Aulia	76	95
9.	Clara Athallah Salma	80	94
10.	Dhea Zia Salemba	75	89
11.	Dirli Aidhul Setiawan	79	89
12.	Faisal Noka Abiyyu Pratama	78	90
13.	Faza Talita Atsilah	73	88
14.	Gea Nadia Pahera	75	86
15.	Genta Yudha	77	94
16.	Ibrahim Movic	78	89
17.	Jihan Putri Pratama	74	85
18.	Keysha Lova Dewanka	76	94
19.	Kheila Novlya Putri	73	95
20.	Michael Rafilus Al-Fajar	79	88
21.	Muhammad Aditya Marwan	76	87
22.	Muhammad Daffa Al Furqan	78	87
23.	Muhammad Naufal Radithya Al-Azhar	74	88
24.	Muhammad Rhido Zulita Pratama	77	96
25.	Muhammad Sergio Al Rizky	76	87
26.	Nadine Permata Vanza	72	92
27.	Nanda Keyza Prawesty	76	91
28.	Nazhifah Humaira Annisa	78	92
29.	Rana Annisah Rihhadatul'aisy	80	95
30.	Reynal Muhammad Gusti	74	85
31.	Rizki Abdillah	72	91
32.	Sendy Dwi Anugra	76	95
33.	Tri Handoyo	77	88
34.	Violeta Indah Sekar Ningrum	79	91
35.	Yunika Putri Lestari	76	89
36.	Zhizu Tri Ramadhan Fransisko	75	91

LAMPIRAN 16**NILAI *PRETEST* DAN *POSTTEST* KELAS EKSPERIMEN BERPIKIR KRITIS**

No	NAMA	<i>PRETEST</i>	<i>POSTEST</i>
1.	Abdul Hafis	76	91
2.	Adilah Aulia Khairah	80	90
3.	Anggun Hefni Putri	75	92
4.	Areta Ofelia	76	89
5.	Azzam Faiq Irhab	77	96
6.	Demia Flourentina Dwi Putri	78	92
7.	Dinda Bilqist Azzahra	80	91
8.	Fadhyla	80	96
9.	Farras Aqilatu Zahra	78	95
10.	Fitrah Bernoza	76	93
11.	Ghina Khairunnisa	79	91
12.	Hafizh Alharits Ditriansyah	80	89
13.	Iftiar Mirza Ukail	75	94
14.	Jelita Louisa Gultom	77	88
15.	Kevin Imantio Munthe	78	95
16.	Lathifah Dwi Putri	80	98
17.	Messilove Avrilova Joshelin Silalahi	79	97
18.	Muhammad Akbar Kurniawan	75	98
19.	Muhammad Fathir Donovan	72	96
20.	Muhammad Ihsan Adisaputra	75	90
21.	Muhammad Raynaldo Syahβava	76	95
22.	Muhammad Zhafran Al-Balthazar	79	93
23.	Muhammad Zhazio Defros Pratama	80	85
24.	Mutia Azzahra	78	92
25.	Mutiah Muqimasholah	79	89
26.	Najwa Aprilia	80	92
27.	Nayaka Muhammad Aldean	75	89
28.	Ozora Dwi Kirana	76	94
29.	Raden Markusumo	74	91
30.	Resha Alfika Marindo	73	89
31.	Risco Agustian Pratama	78	91
32.	Saskia Raihsya Mahendra	70	97
33.	Talitha Azarine Luthfiyah	80	92
34.	Violla Sabela Malinda	77	91
35.	Yudi Juliyansyah Riadi	75	94
36.	Zhafira Nurul Fatiyah	79	88

LAMPIRAN 17**NILAI PRETEST DAN POSTTEST KELAS KONTROL SIKAP
KEWIRAUSAHAAN**

No	Nama	Pretest Jumlah P1-P35	Postest Jumlah P1-P35
1	Ade Syafutra	85	161
2	Ahmad Davilla	67	159
3	Aisyah Octafiani	68	160
4	Alifah Izzatunnisa Ramadan	76	136
5	Annisa Tsamratul Qolby	36	158
6	Asyfa Tusyadiyah Safitri	77	157
7	Aurelia Putri Rahmadani	54	162
8	Balqis Meda Aulia	37	155
9	Clara Athallah Salma	58	143
10	Dhea Zia Salemba	79	155
11	Dirli Aidhul Setiawan	36	145
12	Faisal Noka Abiyyu Pratama	75	139
13	Faza Talita Atsilah	60	144
14	Gea Nadia Pahera	78	150
15	Genta Yudha	70	150
16	Ibrahim Movic	73	154
17	Jihan Putri Pratama	71	139
18	Keysha Lova Dewanka	98	147
19	Kheila Novlya Putri	80	149
20	Michael Rafilus Al-Fajar	60	145
21	Muhammad Aditya Marwan	78	159
22	Muhammad Daffa Al Furqan	39	155
23	Muhammad Naufal Radithya	35	159

	Al-Azhar		
24	Muhammad Rhido Zulita Pratama	75	154
25	Muhammad Sergio Al Rizky	67	159
26	Nadine Permata Vanza	35	167
27	Nanda Keyza Prawesty	79	156
28	Nazhifah Humaira Annisa	76	152
29	Rana Annisah Rihhadatul'aisy	47	160
30	Reynal Muhammad Gusti	39	163
31	Rizki Abdillah	37	164
32	Sendy Dwi Anugra	55	159
33	Tri Handoyo	45	157
34	Violeta Indah Sekar Ningrum	37	146
35	Yunika Putri Lestari	58	149
36	Zhizu Tri Ramadhan Fransisko	55	157

LAMPIRAN 18**NILAI *PRETEST* DAN *POSTTEST* KELAS EKSPERIMEN SIKAP
KEWIRAUSAHAAN**

No	NAMA	<i>PRETEST</i>	<i>POSTEST</i>
1.	Abdul Hafis	76	91
2.	Adilah Aulia Khairah	80	90
3.	Anggun Hefni Putri	75	92
4.	Areta Ofelia	76	89
5.	Azzam Faiq Irhab	77	96
6.	Demia Flourentina Dwi Putri	78	92
7.	Dinda Bilqist Azzahra	80	91
8.	Fadhyla	80	96
9.	Farras Aqilatu Zahra	78	95
10.	Fitrah Bernoza	76	93
11.	Ghina Khairunnisa	79	91
12.	Hafizh Alharits Ditriansyah	80	89
13.	Iftiar Mirza Ukail	75	94
14.	Jelita Louisa Gultom	77	88
15.	Kevin Imantio Munthe	78	95
16.	Lathifah Dwi Putri	80	98
17.	Messilove Avrilova Joshelin Silalahi	79	97
18.	Muhammad Akbar Kurniawan	75	98
19.	Muhammad Fathir Donovan	72	96
20.	Muhammad Ihsan Adisaputra	75	90
21.	Muhammad Raynaldo Syahβava	76	95
22.	Muhammad Zhafran Al-Balthazar	79	93
23.	Muhammad Zhazio Defros Pratama	80	85
24.	Mutia Azzahra	78	92
25.	Mutiah Muqimasholah	79	89
26.	Najwa Aprilia	80	92
27.	Nayaka Muhammad Aldean	75	89
28.	Ozora Dwi Kirana	76	94
29.	Raden Markusumo	74	91
30.	Resha Alfika Marindo	73	89
31.	Risco Agustian Pratama	78	91
32.	Saskia Raihsya Mahendra	70	97
33.	Talitha Azarine Luthfiyah	80	92
34.	Violla Sabela Malinda	77	91
35.	Yudi Juliyansyah Riadi	75	94
36.	Zhafira Nurul Fatiyah	79	88

LAMPIRAN 19

DOKUMENTASI



A. Guru menjelaskan proses pembelajaran



B. Guru menjelaskan proses pembelajaran



C. Proses Pembuatan Tempe



Proses Pembuatan Tempe

D. Proses Pembuatan disinfektan



Proses Pembuatan disinfektan

LAMPIRAN 20

SURAT KETERANGAN SELESAI PENELITIAN

 **PEMERINTAH PROVINSI BENGKULU**
SMA NEGERI 2 KOTA BENGKULU
Jl. Mahoni No. 14, Padang Jati, Ratu Samban, Bengkulu 38227
Telepon (0736) 21022, Faksimile (0736) 349123 Pos-el smanda.kotabengkulu02@gmail.com 

SURAT KETERANGAN SELESAI PENELITIAN
Nomor : 070/209 /SMA N 2/2026

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **Wanpisata, S.Pd, M.Pd**
NIP : 19721107 200312 1 003
Pangkat/Gol : Pembina Tk I IV/b
Jabatan : Kepala Sekolah

Menerangkan bahwa :

NO	NAMA	NIDN/NPM	PROGRAM STUDI
1	Dr. Irwandi, M.Pd	0026126301	Magister Pendidikan Biologi
2	Dr. Siti Darwa Suryani, M.Si	0020086812	Magister Pendidikan Biologi
3	Dr. Nopreyeni, M.Pd	0203118808	Magister Pendidikan Biologi
4	Elta Resmawati	2484105002	Magister Pendidikan Biologi
5	Ricce Oktasari	2484105007	Magister Pendidikan Biologi

Benar-benar telah melaksanakan penelitian pada tanggal 2 s.d 30 Januari 2026 di SMA Negeri 2 Kota Bengkulu, dengan judul penelitian : Pengaruh PjBL- ELPC Dengan Pendekatan Deep Learning Untuk meningkatkan Berpikir Kritis dan Sikap Kewirausahaan di SMA N 2 Kota Bengkulu.

Demikian surat keterangan ini dibuat dengan sebenarnya, untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Bengkulu, 25 Februari 2026
Kepala Sekolah

Wanpisata, S.Pd, M.Pd
NIP 19721107 200312 1 003



LAMPIRAN 21

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Penulis Bernama lengkap Elta Resmawati , Beragama Islam, dan Lahir Di Desa Pering Baru , 11 Desember 1985 Dari Pasangan Bapak Muhammad Dan Ibu Dima. Penulis merupakan Anak Ke-2 Dari 2 Bersaudara. Penulis menamatkan Sekolah Dasar di SD Negeri Talo Pada Tahun 1998, Lanjut Tingkat Pertama SMP Negeri 8 Talo Pada Tahun 2001 Dan menamatkan Sekolah menega atas SMA Negeri 4 Kota Bengkulu pada Tahun 2004.

Kemudian melanjutkan Kepeguruan Tinggi di kampus Universitas Muhammadiyah Bengkulu Program studi Pendidikan Biologi menamatkan kuliah pada Tahun 2009. Selanjutnya penulis diterima sebagai mahasiswa Program Pascasarjana Pendidikan Biologi di Universitas Muhammadiyah Benkulu pada Tahun 2024. Sebagai syarat memperoleh Magister Pendidikan di program Pascasarjana Pendidikan Universitas Muhammadiyah Bengkulu, penulis melakukan penelitian dan penulis Tesis dengan judul Pengaruh *PJBL- EPLC* Dengan Pendekatan *Deep Learning* Untuk Meningkatkan Berpikir Keritis Dan Sikap Kewirausahaan Di SMAN 2 Kota Bengkulu