

Pemberdayaan Siswa SMA Negeri 1 Kepanjen Melalui Pembuatan Insektisida Nabati Berbantuan E-Modul PBL (*Problem Based Learning*) Sebagai Upaya Penguatan Literasi Lingkungan

Diyah Ayu Widyaningrum¹, Etistika Yuni Wijaya²

¹ Universitas Insan Budi Utomo, Indonesia

² Universitas Trunojoyo, Indonesia

Corresponding Author

Nama Penulis: Diyah Ayu Widyaningrum

E-mail: diyahayuwidyaningrum8905@gmail.com

Abstrak

Pencemaran tanah akibat penggunaan insektisida kimia secara berlebihan merupakan salah satu isu lingkungan yang berdampak terhadap keberlanjutan ekosistem dan kesehatan manusia. Rendahnya literasi lingkungan di kalangan siswa menjadi tantangan dalam membentuk kesadaran ekologis sejak usia sekolah. Kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk memberdayakan siswa SMA Negeri 1 Kepanjen melalui pembuatan insektisida nabati berbasis *Problem Based Learning* (PBL) yang didukung dengan e-modul sebagai upaya penguatan literasi lingkungan. Metode kegiatan meliputi lima tahap utama: pengenalan masalah, pencarian solusi, perancangan dan praktik pembuatan, pengujian produk, serta refleksi. Evaluasi dilakukan menggunakan instrumen pre-test dan post-test, observasi, serta refleksi siswa, dengan analisis data melalui gain score Hake. Hasil menunjukkan adanya peningkatan signifikan pada aspek pengetahuan siswa, dengan rata-rata skor meningkat dari 56% menjadi 93% (gain score 0,57/kategori sedang). Siswa menunjukkan peningkatan pemahaman terhadap isu pencemaran tanah, keterkaitan dengan kesehatan manusia, dan pentingnya penggunaan pestisida nabati dari bahan alami seperti serai. Kegiatan ini terbukti efektif dalam membentuk pemahaman konseptual, sikap positif terhadap lingkungan, dan kesadaran tindakan ekologis. Pembelajaran kontekstual melalui PBL dan e-modul mendorong siswa untuk tidak hanya memahami isu lingkungan, tetapi juga mampu meresponsnya secara aktif melalui praktik nyata dan reflektif.

Kata kunci - literasi lingkungan, *problem based learning*, e-modul, insektisida nabati, siswa SMA

Abstract

The last part of the Soil pollution due to excessive use of chemical insecticides is one of the environmental issues that impacts the sustainability of ecosystems and human health. The low environmental literacy among students poses a challenge in fostering ecological awareness from a young age. This community service activity aims to empower students of SMA Negeri 1 Kepanjen through the production of plant-based insecticides using *Problem Based Learning* (PBL) supported by e-modules as an effort to strengthen environmental literacy. The activity method includes five main stages: problem introduction, solution search, design and practice of production, product testing, and reflection. Evaluation was conducted using pre-test and post-test instruments, observations, and student reflections, with data analysis through the Hake gain score. The results showed a significant improvement in students' knowledge aspect, with the average score increasing from 56% to 93% (gain score 0.57/moderate category). Students showed an improvement in understanding issues related to soil pollution, its connection to human health, and the importance of using plant-based pesticides from natural ingredients like lemongrass. This activity has proven effective in shaping conceptual understanding, positive attitudes towards the environment, and awareness of ecological actions. Contextual learning through PBL and e-modules encourages students not only to understand environmental issues but also to actively respond to them through real and reflective practices.

Keywords - environmental literacy, *problem-based learning*, e-module, botanical insecticide, high school students

PENDAHULUAN

Pemerintah Indonesia memiliki agenda dalam *Sustainable Development Goals* (SDGs) yang menyoroti pentingnya perlindungan lingkungan melalui praktik produksi dan konsumsi berkelanjutan yang tertuang dalam SDG 12, serta berkelanjutan dalam melestarikan ekosistem daratan yang tertuang dalam SDG 15. Implementasi dalam konteks pertanian adalah penggunaan pupuk ramah lingkungan seperti penggunaan pestisida organik yang digunakan untuk mencegah kerusakan tanah. Lingkungan merupakan hal yang penting dalam siklus hidup manusia sehingga dapat dikatakan bahwa lingkungan sebagai sumber daya merupakan aset yang dapat menyejahterakan Masyarakat (Sompotan & Sinaga, 2022). Kondisi lingkungan yang sehat adalah memiliki kualitas udara segar yakni tidak terdapat kandungan polusi dalam aspek lingkungannya (air, tanah, dan udara) (Gusti et al., 2022).

Bentuk degradasi lingkungan yang serius dan kerap terabaikan adalah pencemaran tanah. Pencemaran tanah merupakan kondisi di mana lahan pertanian telah tercemar oleh bahan kimia akibat penggunaan pestisida sintetik pada lahan pertanian (Ambarwati et al., 2022). Dampak-dampak ini terjadi karena sifat pestisida tidak hanya membunuh organisme target, tetapi juga menyebar dan merusak komponen lingkungan lainnya (Ahmad et al., 2024). Pemanfaatan pestisida kimiawi (sintetik) yang secara berlebihan dapat meninggalkan residu pada tanah, hasil pertanian, air dan pencemaran lingkungan (Pestisida et al., 2023; Sekaringgalih et al., 2023). Pestisida memberikan kontribusi terhadap polusi tanah, air, dan udara yang mengganggu ekosistem serta merusak spesies non-target seperti serangga menguntungkan, burung, dan kehidupan akuatik (Ahmad et al., 2024; Nurika et al., 2022). Permasalahan pencemaran lingkungan akibat penggunaan pestisida sintetik yang tidak ditangani secara sistematis dan berkelanjutan akan menurunkan kualitas dan produktivitas lahan pertanian, mengganggu rantai makanan, serta meningkatkan akumulasi bahan toksik dalam tubuh manusia melalui konsumsi hasil pertanian yang terkontaminasi. Apabila kondisi tersebut tidak ditangani akan menyebabkan kerusakan ekosistem yang bersifat irreversibel, meningkatkan risiko penyakit kronis pada masyarakat sekitar, serta melemahkan ketahanan pangan nasional akibat degradasi lahan yang tidak lagi mendukung sistem produksi pertanian yang sehat dan berkelanjutan.

Pertanian berkelanjutan mempertimbangkan pengolahan pertanian dari segi ekonomi, sosial dan lingkungan. Pertanian berkelanjutan terkait pertimbangan penggunaan sumberdaya secara efisien, penerapan teknologi yang ramah dan sesuai dengan daya dukung lingkungan, ekonomi lokal yang tangguh dan pemerintahan yang efektif (Mucharam et al., 2022). Dengan demikian, keberlanjutan pertanian menjadi landasan penting dalam mewujudkan sistem pangan yang adil dan lestari. Sejalan dengan potensi tersebut, Literasi terhadap lingkungan yang berkaitan dengan pencemaran tanah perlu ditanamkan pada siswa dalam konteks pembelajaran. Literasi lingkungan membekali individu dengan pengetahuan, keterampilan, dan sikap yang diperlukan untuk memahami dan mengatasi masalah lingkungan, membina masyarakat yang lebih terinformasi dan proaktif. Pendekatan literasi lingkungan dalam lingkup pendidikan sangat penting dalam membentuk perilaku dan sikap yang mendukung praktik berkelanjutan dan pengelolaan lingkungan (Ainin & Asafri, 2023; Llopiz-Guerra et al., 2024).

SMA Negeri 1 Kepanjen, sebagai salah satu institusi pendidikan menengah di Kabupaten Malang, memiliki potensi besar untuk menjadi agen perubahan dalam pengembangan sikap peduli lingkungan. Pada praktiknya dalam pembelajaran Biologi belum diajarkan mengenalkan mengenai literasi lingkungan secara mendalam. Siswa hanya diajarkan secara teoritis mengenai pengenalan lingkungan yang baik, akan tetapi belum dikenalkan melalui pengalaman langsung. Oleh karena itu, diperlukan metode pembelajaran yang lebih kontekstual dan partisipatif dalam mendukung pengembangan literasi lingkungan siswa. Salah satu model pembelajaran yang mampu untuk menjembatani permasalahan tersebut adalah *Problem Based Learning* (PBL). Optimalisasi model tersebut merupakan pendekatan pembelajaran yang menempatkan siswa sebagai pusat proses belajar dan mendorong mereka untuk memecahkan masalah nyata melalui kerja tim, penyelidikan, dan diskusi

This work is licensed under Creative Commons Attribution License 4.0 CC-BY International license

(Widyaningrum & Hindun, 2020). Penerapan PBL dalam konteks edukasi lingkungan, khususnya dalam proses pembuatan insektisida nabati, dinilai efektif untuk menumbuhkan kesadaran kritis dan keterampilan praktis siswa dalam menghadapi permasalahan lingkungan sekitar.

Upaya pengenalan literasi lingkungan dikalangan siswa SMA Negeri 1 Kepanjen adalah melalui pembuatan pestisida nabati. Pestisida nabati diyakini dapat mengurangi pencemaran lingkungan akibat penggunaan pestisida kimia. Pestisida botani dapat terurai secara hayati (biodegradabilitas), mengurangi risiko kontaminasi lingkungan jangka panjang dibandingkan dengan opsi sintesis (Haritha et al., 2021). Organisasi Kesehatan Dunia menekankan perlunya alternatif pestisida yang lebih aman untuk melindungi kesehatan manusia dari efek buruk pestisida kimia (Sahoo et al., 2024). Pestisida nabati merupakan pestisida yang dihasilkan dari ekstrak bagian tanaman tertentu, seperti daun, buah, biji, atau akar. Bagian-bagian tanaman ini mengandung senyawa metabolit sekunder yang memiliki sifat toksik/racun terhadap hama dan penyakit tertentu pada tanaman (Puspasari et al., 2024). Bahan alami yang merupakan pengganti pestisida kimia sangat mudah didapatkan di alam karena melimpah. Biji dan daun mimba, daun randu, biji srikaya, daun sirsak, daun pepaya, serai, daun dan biji mindi, biji mahoni, dan brotowali merupakan beberapa bahan lokal yang dapat dimanfaatkan sebagai insektisida nabati. Insektisida nabati dapat dibuat dari tumbuhan yang mengandung fitokimia seperti eugenol, alkaloid, polifenol, tanin, dan saponin (Eka Kusumawati & Arnanto, 2022).

Pestisida nabati dapat dibuat dari serai, mengingat serai memiliki keunggulan dalam ekstrak serai telah menunjukkan efektivitas melawan hama seperti serangga bau (*Leptocoris acuta*) dan lalat putih (*Bemisia tabaci*) (Nunilahwati et al., 2023; Tristiyanti et al., 2023). Minyak serai dapat membuat tingkat kematian yang tinggi pada hama, seperti tanaman tanaman coklat, dengan kematian maksimum 100% pada konsentrasi 1,6% (Himawan et al., 2021). Pestisida nabati dari serai memiliki keunggulan dalam mengurangi ketergantungan pada pestisida kimia (Nunilahwati et al., 2023).

Agar kegiatan pengabdian berjalan dengan mudah maka diperlukannya media pembelajaran yang dapat menjembatani proses transfer pengetahuan mengenai literasi lingkungan. Media yang digunakan adalah dengan menggunakan *e modul*. Pembelajaran dengan menggunakan *e modul* efektif dalam meningkatkan keterampilan berfikir kritis siswa dan keterampilan literasi TIK (Noris et al., 2023). Pemanfaatan *e modul* berbasis inkuiri dapat meningkatkan keterampilan analitis siswa (Miftakhurrohman et al., 2023). Pembelajaran dengan bantuan *e modul* dapat meningkatkan literasi ilmiah untuk siswa (Kaniyah et al., 2022; Kimianti & Prasetyo, 2019).

Pendekatan pembelajaran melalui PBL ini sangat relevan untuk diterapkan dalam edukasi pembuatan insektisida nabati, karena siswa akan diajak mengenali permasalahan penggunaan pestisida kimia, mengeksplorasi alternatif yang ada, dan secara aktif membuat insektisida nabati sendiri. Pembelajaran berbasis PBL efektif digunakan untuk membantu siswa memahami literasi lingkungan melalui pembuatan pestisida nabati berbahan dasar serai. PBL mendorong keterlibatan aktif, pemikiran kritis, dan kolaborasi, yang penting untuk mengembangkan keterampilan literasi

PBL menumbuhkan literasi dengan mengharuskan siswa untuk terlibat dengan teks dan sumber daya untuk memecahkan masalah biologis, yang mengarah pada peningkatan hasil pembelajaran, sebagaimana dibuktikan dengan tingkat penyelesaian 61,11% dalam studi tentang materi sistem reproduksi (Faradila et al., 2023). PBL memiliki keunggulan dalam meningkatkan *creative thinking skills siswa* (Putri et al., 2023). PBL membantu siswa untuk memiliki keterampilan berfikir kritis dengan mengharuskan siswa untuk menganalisis dan memecahkan masalah yang kompleks, yang penting untuk literasi ilmiah (Meo et al., 2024). Dengan demikian, kegiatan edukasi pembuatan insektisida nabati berbasis PBL ini bertujuan untuk menguatkan literasi lingkungan siswa melalui pengalaman belajar langsung yang aplikatif, sekaligus mendukung agenda pendidikan berkelanjutan dan pembangunan hijau di tingkat sekolah menengah.

METODE

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dilakukan dengan tiga tahap utama yaitu: (a) Pra pengabdian; (b) Kegiatan Pengabdian; dan (c) Evaluasi. Pada tahap pra pengabdian dilakukan sebagai langkah awal dalam menjamin kegiatan pengabdian berlangsung. Tahapan pertama dalam pra pengabdian adalah melakukan indentifikasi masalah dan kebutuhan di lapangan. Observasi dilakukan di SMA Negeri 1 Kepanjen kepada Guru Biologi. Hasil dari wawancara adanya kebutuhan mendesak untuk menumbuhkan kesadaran siswa terhadap isu lingkungan, khususnya terkait dampak penggunaan pestisida sintesis dalam pertanian yang banyak dipraktikkan di sekitar wilayah tempat tinggal mereka. Guru juga menyampaikan bahwa pembelajaran kontekstual yang menggabungkan eksperimen sederhana sangat diperlukan untuk meningkatkan motivasi dan literasi lingkungan siswa.

Selanjutnya, berdasarkan hasil observasi di lapangan kemudian dilakukan penyusunan modul berbasis *Problem Based Learning* (PBL) yang disesuaikan dengan karakteristik siswa SMA. Modul kemudian dibuat dalam bentuk e-modul agar mudah dalam penggunaannya, pembuatan emodul dengan menggunakan *software* flippdf. Konten modul yang dikembangkan adalah materi teoritis, studi kasus, lembar kerja siswa, serta panduan praktikum sederhana yang mengintegrasikan pengetahuan IPA, keterampilan berpikir kritis, dan praktik pembuatan pestisida nabati dengan bahan baku serai. Tahapan ke tiga dilakukan dengan koordinasi dengan pihak sekolah untuk melaksanakan kegiatan pengabdian, kemudian melengkapi dokumen persetujuan untuk keterlibatan pihak SMA 1 Kepanjen. Tahapan ke empat adalah mempersiapkan alat dan bahan untuk menunjang keterlaksanaan praktikum. Pada tahapan kelima untuk menunjang evaluasi program, tim pengabdian juga menyusun beberapa instrumen pengumpulan data. Di antaranya adalah kuesioner pre-test dan post-test untuk mengukur tingkat literasi lingkungan siswa, rubrik observasi keterlibatan siswa, serta pedoman wawancara untuk mendapatkan umpan balik dari siswa dan guru setelah kegiatan berlangsung. Secara keseluruhan, kegiatan pra-pengabdian ini menjadi fondasi penting yang menjamin bahwa pelaksanaan program pemberdayaan siswa melalui pembuatan insektisida nabati berbasis PBL tidak hanya berjalan efektif, tetapi juga relevan dan berdampak terhadap penguatan literasi lingkungan siswa SMA Negeri 1 Kepanjen.

Pengembangan instrument penelitian juga dilakukan untuk mengukur peningkatan literasi lingkungan siswa secara objektif, digunakan instrumen evaluasi berupa tes pilihan ganda yang dikembangkan berdasarkan indikator literasi lingkungan yang meliputi: pemahaman tentang dampak pestisida kimia, pengenalan terhadap solusi ramah lingkungan, serta penerapan prinsip ilmiah dalam kehidupan sehari-hari. Tes diberikan dalam bentuk pre-test dan post-test, kemudian dianalisis menggunakan rumus Normalized Gain (g) sebagaimana dikemukakan oleh Hake (1998), dengan rumus:

$$g = (\text{Skor maksimum} - \text{Skor pre}) / (\text{Skor post} - \text{Skor pre})$$

sumber: (Meltzer, 2002)

Tabel 1

Kriteria peningkatan gain

No	Nilai gain Ternormalisasi	Kriteria
1	$g \leq 0,3$	Rendah
2	$0,3 < g \leq 1,00$	Sedang
3	$0,70, g \leq 1,00$	Tinggi

Pengukuran evaluasi efektivitas kegiatan pengabdian dalam meningkatkan literasi lingkungan siswa, digunakan instrumen penilaian berupa tes tertulis sebelum dan sesudah kegiatan (*pre-test* dan *post-test*). Dalam proses analisis, hasil tes diklasifikasikan ke dalam lima kategori berdasarkan rentang nilai yang telah disesuaikan dengan kriteria umum interpretasi hasil belajar. Klasifikasi ini bertujuan

untuk mempermudah interpretasi terhadap tingkat pemahaman peserta didik sebelum dan sesudah mengikuti kegiatan pengabdian.

Tabel 2.
Kategori Penafsiran skor

No	Rentang Nilai	Kategori	Interpretasi
1	86 – 100	Sangat Baik	Memahami konsep dengan sangat baik, mampu mengaplikasikan secara mandiri.
2	76 – 85	Baik	Memahami konsep dengan baik, mampu menerapkan dalam konteks sederhana.
3	61 – 75	Cukup	Memiliki pemahaman dasar, namun perlu bimbingan dalam penerapan.
4	46 – 60	Kurang	Pemahaman masih terbatas, memerlukan penguatan materi dan pembimbingan.
5	≤ 45	Sangat Kurang	Tidak memahami konsep secara utuh, memerlukan intervensi lanjutan.

Sumber: (diadaptasi dari Akbar, 2013)

Pada tahapan kegiatan kedua adalah melaksanakan kegiatan pengabdian di SMA Negeri 1 Kepanjen. Kegiatan pengabdian menggunakan pendekatan partisipatif dengan model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL). Pembelajaran partisipatif merupakan upaya pendidik mengikutsertakan peserta didik dalam kegiatan pembelajaran. Kegiatan pembelajaran partisipatif mengandung arti ikut sertanya peserta didik di dalam program pembelajaran (Muslim, 2017). Tahapan kegiatan dirancang dalam bentuk pembelajaran berbasis masalah yang berorientasi pada praktik langsung (*experiential learning*), meliputi: identifikasi masalah, penggalian informasi, perancangan solusi, implementasi, dan refleksi.

Kegiatan pengabdian berlokasi di SMA Negeri 1 Kepanjen, Kabupaten Malang. Subyek pengabdian adalah siswa kelas XI IPA 2. Jumlah peserta 40 siswa. Kegiatan pengabdian dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu persiapan, pelaksanaan, evaluasi dan tindak lanjut. Tahap persiapan meliputi koordinasi dengan pihak sekolah dan guru pendamping. penyusunan modul pembelajaran berbasis PBL tentang pembuatan insektisida nabati, persiapan alat dan bahan seperti serai, air, alkohol, blender, saringan, dan botol semprot. Sebelum melaksanakan serangkaian kegiatan pengabdian siswa diberikan soal pretest, untuk mengetahui kemampuan awal siswa mengenai literasi lingkungan. Hasil pretest menunjukkan rata-rata siswa berada pada nilai 56% dan dalam kategori kurang.

Tabel 3.
Tahap pelaksanaan kegiatan pengabdian

Pertemuan	Kegiatan
1	Pengenalan masalah: Kegiatan diawali dengan diskusi interaktif tentang dampak pestisida kimia dan pentingnya solusi ramah lingkungan, diskusi dilakukan oleh tim pengabdian dan siswa. Topik diskusi memfokuskan pada efek pestisida sintetis untuk manusia dalam lingkup kesehatan, ketahanan ekosistem dan degradasi lingkungan. Pada saat diskusi siswa diminta untuk mengaitkan permasalahan dampak dari efek tersebut dengan kehidupan sehari-hari. Kegiatan ini bertujuan untuk membangun kesadaran awal dan merangsang rasa ingin tahu siswa mengenai dampak penggunaan pestisida sintetis terhadap lingkungan.
2	Pencarian solusi: Pengenalan bahan-bahan alami dan prinsip kerja insektisida nabati. Siswa dibagi dalam kelompok untuk mengidentifikasi bahan potensial yaitu dari serai.

Pertemuan	Kegiatan
	Tim pengabdian memperkenalkan konsep insektisida nabati sebagai alternatif solusi yang aman dan ramah lingkungan. Siswa diperkenalkan pada berbagai tanaman yang memiliki potensi insektisidal alami seperti serai, daun pepaya, dan bawang putih. Fokus utama diarahkan pada tanaman serai wangi (<i>Cymbopogon nardus</i>). Siswa kemudian dibagi ke dalam beberapa kelompok kecil dan diminta untuk melakukan identifikasi karakteristik serai sebagai bahan utama, baik melalui pengamatan langsung maupun studi literatur sederhana. Siswa diminta membaca e-modul yang telah disediakan untuk memahami mengenai toori dasar dalam idenfitikasi bahan, manfaat bahan dan langkah-langkah dalam pembuatan insektisida nabati.
3	Perancangan dan praktik pembuatan: Siswa mempraktikkan pembuatan insektisida nabati dari serai secara berkelompok dengan didampingi oleh dosen dan mahasiswa. Kegiatan dilakukan di laboratorium sekolah dengan prosedur keamanan yang disesuaikan untuk tingkat SMA. Setiap kelompok merancang formulasi dengan takaran bahan yang berbeda untuk menguji efektivitas relatif. Proses pembuatan meliputi tahap perendaman, penyaringan, dan pengemasan larutan dalam wadah semprot. Seluruh aktivitas dilakukan secara kolaboratif dan dilengkapi dengan pencatatan proses pada lembar kerja siswa.
4	Pengujian dan evaluasi: Produk diuji secara sederhana terhadap hama tanaman (misalnya kutu daun), dan hasil diamati. Insektisida nabati hasil produksi siswa diuji pada objek hama tanaman sederhana, seperti kutu daun atau semut kebun, dalam kondisi terkendali. Siswa melakukan pengamatan terhadap respon hama dalam jangka waktu tertentu dan mencatat efektivitas masing-masing formulasi. Hasil uji coba ini menjadi dasar untuk diskusi evaluatif tentang kualitas, konsistensi, dan efektivitas produk. Siswa diajak untuk menganalisis kemungkinan perbaikan dalam proses pembuatan.
5	Refleksi dan presentasi: Setiap kelompok mempresentasikan proses, hasil, dan refleksi pembelajaran yang didapat. Kegiatan ditutup dengan sesi presentasi dari masing-masing kelompok. Siswa memaparkan proses kerja, hasil uji coba, tantangan yang dihadapi, serta kesimpulan yang diperoleh. Tim pengabdian dan guru memberikan umpan balik terhadap presentasi dan produk yang dihasilkan. Selanjutnya, siswa mengisi lembar refleksi individu untuk merekam pemahaman, perubahan sikap terhadap isu lingkungan, dan pengalaman belajar kolaboratif. Kegiatan ini juga menjadi sarana untuk mengukur dampak kegiatan terhadap peningkatan literasi lingkungan.

Tahap akhir yaitu evaluasi dan tindak lanjut. Evaluasi dilakukan melalui kuesioner untuk mengukur peningkatan pengetahuan dan literasi lingkungan siswa. Selain itu terdapat lembar refleksi yang harus diisi siswa. Tindak lanjut berupa dokumentasi kegiatan, penyusunan laporan, dan penyerahan modul serta bahan ajar kepada pihak sekolah untuk digunakan secara berkelanjutan.

Instrumen pengumpulan data meliputi kuesioner untuk mengukur perubahan pemahaman siswa, lembar observasi untuk mencatat keterlibatan siswa dalam proses belajar. Dan lembar refleksi siswa yang berisi kesan, pesan, dan pelajaran yang didapat selama kegiatan. Data kuantitatif dari pre-test dan post-test dianalisis secara deskriptif dengan menghitung persentase peningkatan pemahaman. Data kualitatif dari refleksi dianalisis secara tematik untuk mengetahui dampak kegiatan terhadap sikap dan pemikiran siswa terkait isu lingkungan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang dilaksanakan di SMA Negeri 1 Kepanjen berhasil dilaksanakan sesuai dengan rencana yang telah disusun. Tahapan kegiatan pertama dilakukan pretest terhadap literasi lingkungan kemudian melaksanakan kegiatan pengenalan masalah. Kegiatan diawali dengan melakukan diskusi interaktif antara tim pengabdian dan siswa terkait bahaya penggunaan pestisida kimia. Hasil observasi menunjukkan bahwa sebagian besar siswa belum memiliki kesadaran mendalam mengenai isu ini sebelum diskusi dimulai. Namun, melalui stimulasi pertanyaan terbuka dan pemetaan akibat jangka panjang, tercipta peningkatan minat dan keingintahuan siswa terhadap isu lingkungan.

Kegiatan pelaksanaan kedua adalah pada tahapan pencarian solusi. Siswa kemudian dibagi dalam kelompok kecil dan diminta mengidentifikasi karakteristik serai sebagai bahan utama, baik melalui pengamatan langsung maupun studi literatur sederhana yang difasilitasi melalui e-modul yang telah disediakan. Kegiatan ini memperlihatkan peningkatan partisipasi aktif siswa, terutama dalam membaca informasi, mencatat data, dan berdiskusi kelompok mengenai keunggulan serta mekanisme kerja bahan alami. Siswa mulai memahami bahwa solusi lingkungan dapat dikembangkan dari bahan yang tersedia di sekitar mereka, menumbuhkan sikap apresiatif terhadap kearifan lokal.

Kegiatan ketiga adalah perancangan dan praktik pembuatan pestisida nabati dengan bahan baku serai. Kegiatan meliputi proses perendaman, penyaringan, hingga pengemasan produk dalam botol semprot. Siswa juga mencatat setiap langkah proses dalam lembar kerja kelompok. Hasil observasi menunjukkan bahwa hampir seluruh kelompok mampu bekerja sama dengan baik, mengikuti prosedur dengan aman, dan mencatat data secara sistematis. Kegiatan ini menumbuhkan keterampilan proses sains dasar dan pemahaman tentang prosedur ilmiah. Selain itu, siswa mengalami secara langsung bagaimana produk ilmiah sederhana dapat dibuat dengan teknologi rendah yang ramah lingkungan, sebuah pengalaman yang jarang diperoleh dalam pembelajaran konvensional.

Kegiatan ke empat adalah pengujian dan evaluasi produk pestisida nabati berbahan baku serai. Produk yang telah dibuat kemudian diuji efektivitasnya terhadap hama sederhana, seperti kutu daun dan semut kebun. Pengujian dilakukan secara sederhana dalam wadah terkontrol. Siswa mencatat reaksi serangga setelah aplikasi larutan dan membandingkan efektivitas antarformulasi. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa sebagian besar formulasi memiliki efek penolakan atau kematian serangga dalam waktu 20–60 menit. Diskusi evaluatif yang dilakukan setelahnya memungkinkan siswa merefleksikan proses pembuatan, kelebihan dan kekurangan produknya, serta perbaikan yang dapat dilakukan.

Kegiatan kelima adalah refleksi dan presentasi mengenai dari proses literasi awal mengenai pestisida nabati, persiapan alat dan bahan, proses pembuatan dan pengujian hasil pembuatan pestisida nabati. Setiap kelompok menyampaikan hasil kerja melalui presentasi kelompok. Presentasi mencakup proses pembuatan, hasil uji coba, serta refleksi kelompok terhadap pembelajaran yang telah dijalani. Tim pengabdian dan guru memberikan umpan balik terhadap setiap kelompok, baik dari aspek ilmiah maupun komunikasi. Berdasarkan hasil observasi, dokumentasi, serta refleksi peserta, ditemukan bahwa pendekatan *Problem Based Learning (PBL)* efektif mendorong siswa untuk terlibat aktif dalam proses identifikasi masalah, pencarian solusi, dan pelaksanaan praktik pembuatan insektisida nabati. Kegiatan ini berlangsung selama tiga hari dan melibatkan 40 siswa kelas XI yang dibagi ke dalam enam kelompok kecil.

Tabel 4.
Peningkatan Literasi Aspek Pengetahuan

No	Pertanyaan	(%) Skor Sebelum Tindakan	(%) Skor Setelah Tindakan
1	Penggunaan insektisida berlebihan dapat menyebabkan pencemaran tanah.	37,5	87,5
2	Tanah yang tercemar tetap dapat digunakan untuk menanam sayuran tanpa risiko kesehatan.	52,5	95
3	Mikroorganisme tanah dapat terganggu karena bahan kimia dalam insektisida.	70	97,5
4	Pencemaran tanah tidak berdampak pada kualitas air tanah.	57,5	95
5	Kompos dan pupuk organik dapat menjadi alternatif ramah lingkungan daripada insektisida kimia.	62,5	90
	Rerata	56	93

Hasil peningkatan literasi lingkungan aspek pengetahuan sebelum tindakan sebesar 56% sedangkan setelah tindakan 93%. Peningkatan ini menunjukkan bahwa pendekatan *Problem Based Learning* (PBL) yang dipadukan dengan e-modul terbukti efektif dalam memperkuat pemahaman siswa terhadap isu pencemaran tanah akibat penggunaan insektisida kimia, serta pentingnya alternatif ramah lingkungan seperti penggunaan pestisida nabati dari bahan serai. Secara lebih rinci, peningkatan tertinggi tercatat pada indikator pemahaman siswa bahwa penggunaan insektisida berlebihan dapat menyebabkan pencemaran tanah, yang naik dari 37,5% menjadi 87,5%. Sebelumnya, sebagian besar siswa belum menyadari bahwa praktik pertanian yang umum dilakukan Masyarakat seperti penggunaan pestisida sintetis secara rutin berkontribusi langsung terhadap kerusakan tanah. Setelah kegiatan berlangsung dan siswa mengkaji materi dari e-modul serta menyimak diskusi dampak jangka panjang, terjadi peningkatan kesadaran yang tajam.

Pertanyaan kedua menguji pemahaman tentang konsekuensi menanam sayuran di tanah yang telah tercemar. Skor meningkat dari 52,5% menjadi 95%, menunjukkan bahwa siswa mulai menyadari keterkaitan antara pencemaran tanah dan potensi risiko kesehatan manusia, terutama melalui konsumsi produk pangan yang terkontaminasi. Peningkatan signifikan juga terjadi pada pemahaman bahwa *mikroorganisme* tanah dapat terganggu oleh bahan kimia dalam insektisida, dari 70% menjadi 97,5%. Hal ini menunjukkan bahwa siswa tidak hanya mempelajari dampak pada tingkat makro (tanah dan air), tetapi juga memahami bahwa keseimbangan mikroorganisme dalam tanah sangat penting untuk kesuburan dan keberlanjutan ekosistem. Adapun pemahaman terhadap pengaruh pencemaran tanah terhadap kualitas air tanah juga menunjukkan peningkatan, dari 57,5% menjadi 95%, menandakan berkembangnya cara berpikir sistemik siswa terhadap keterhubungan antar-komponen lingkungan.

Terakhir, pertanyaan mengenai alternatif penggunaan kompos dan pupuk organik sebagai solusi ramah lingkungan meningkat dari 62,5% menjadi 90%. Artinya, siswa tidak hanya mampu mengidentifikasi permasalahan, tetapi juga mulai memahami solusi yang dapat diterapkan, baik di tingkat rumah tangga maupun dalam praktik pertanian masyarakat. Temuan ini mencerminkan keberhasilan kegiatan dalam membangun literasi transformative yakni tidak hanya menambah pengetahuan, tetapi juga mengarah pada pemahaman yang mendorong tindakan. Secara keseluruhan, peningkatan skor dari seluruh butir pertanyaan memperlihatkan bahwa e-modul yang digunakan

selama kegiatan berfungsi efektif sebagai sumber belajar yang relevan, fleksibel, dan mudah dipahami siswa. Integrasi *e-modul* dengan tahapan-tahapan PBL memungkinkan siswa membangun pengetahuan secara bertahap dan kontekstual. Berdasarkan hasil analisis, skor rata-rata pre-test siswa adalah 56%, yang berada pada kategori Kurang. Hal ini menunjukkan bahwa secara umum, siswa memiliki pengetahuan awal yang terbatas mengenai isu pencemaran lingkungan akibat pestisida kimia serta solusi alternatif berbasis bahan alam. Setelah mengikuti rangkaian kegiatan, terjadi peningkatan signifikan. Skor rata-rata *post-test* meningkat menjadi 93%, yang termasuk dalam kategori sangat baik. Hasil ini diperkuat dengan nilai *rata-rata normalized gain score* (g) sebesar 0,57, yang termasuk dalam kategori sedang, sesuai klasifikasi Hake (1998). Simpulan dari kegiatan pengabdian tidak hanya efektif secara umum, tetapi juga memberikan dampak peningkatan pemahaman yang dapat diukur secara kuantitatif dan dikategorikan secara kualitatif.

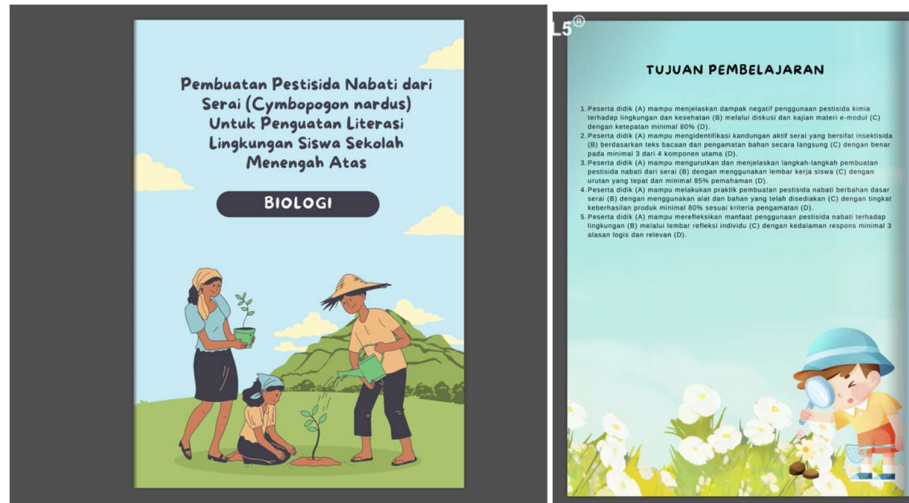
Berdasarkan data hasil pengabdian terjadi peningkatan sebesar 37%. Sejalan dengan penelitian yang mendeskripsikan PBL yang merupakan pendekatan pedagogis yang secara signifikan meningkatkan keterlibatan siswa dan pemahaman tentang masalah kehidupan nyata (Al-Bahadli et al., 2023). Pemanfaatan *problem based learning* dapat meningkatkan keterampilan literasi lingkungan dan pemecahan masalah (Gök & Boncukçu, 2023). Pembelajaran berbasis masalah memungkinkan siswa untuk melihat dampak nyata dari isu lingkungan dalam kehidupan sehari-hari, yang penting dalam membentuk kesadaran ekologis (Amin et al., 2020). Proses pemecahan masalah dalam PBL menciptakan situasi belajar yang menumbuhkan empati dan rasa tanggung jawab, karena siswa tidak hanya mempelajari teori, tetapi juga mengalami dan mencoba mengatasi masalah lingkungan secara langsung. Rasa kepemilikan terhadap solusi yang dikembangkan turut membentuk sikap positif terhadap lingkungan dan memotivasi perubahan perilaku (Fahlevi et al., 2023).

Pada tahap refleksi siswa diberikan lembar untuk menunjukkan kesan, pesan, dan pembelajaran setelah mengikuti kegiatan. Kesan siswa menunjukkan hasil yang positif mendukung gerakan untuk menjaga lingkungan dari pencemaran khususnya pencemaran tanah menggunakan insektisida nabati. Pesan siswa menunjukkan bahwa insektisida nabati dikembangkan dengan menggunakan bahan lainnya selain serai sehingga pengetahuan siswa semakin meningkat dalam pembuatan insektisida nabati. Penerapan pada kehidupan sehari-hari dan uji efektivitas insektisida penting untuk memastikan bahwa insektisida yang digunakan teruji efektivitasnya dalam mengatasi hama tanaman. Dokumentasi kegiatan pengabdian dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1.

Dokumentasi Kegiatan Pengabdian di SMA 1 Kepanjen



Gambar 2.
Cover E-modul

KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang mengusung pendekatan *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan e-modul terbukti efektif dalam meningkatkan literasi lingkungan siswa, khususnya pada aspek pengetahuan. Peningkatan skor dari 56% menjadi 93% menunjukkan bahwa kegiatan ini tidak hanya berhasil memperkuat pemahaman konseptual siswa terhadap isu pencemaran tanah akibat penggunaan insektisida kimia, tetapi juga membentuk cara berpikir sistemik dan kesadaran ekologis yang lebih mendalam. Peningkatan tertinggi terjadi pada pemahaman siswa mengenai bahaya penggunaan insektisida berlebihan, serta alternatif solusinya melalui pemanfaatan pestisida nabati dari bahan alami seperti serai.

Saran dari kegiatan pengabdian ini adalah penggunaan variasi bahan dasar pestisida nabati selain serai dan menguji efektivitasnya terhadap berbagai jenis hama. Selain itu peneliti lain diharapkan dapat menggunakan model-model pembelajaran lainnya seperti *project based learning* (PjBL) dan inkuiri pada e-modul dalam membelajarkan praktik pembuatan pestisida dan menguji keefektifitasan model pembelajaran yang digunakan terhadap literasi lingkungan siswa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih pada Universitas Insan Budi Utomo dan Universitas Trunojoyo atas dukungannya sehingga program pengabdian ini dapat terlaksanakan dan terselesaikan dengan baik dan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, M. F., Ahmad, F. A., Alsayegh, A. A., Zeyauallah, M., Alshahrani, A. M., Muzammil, K., Saati, A. A., Wahab, S., Elbendary, E. Y., Kambal, N., Abdelrahman, M. H., & Hussain, S. (2024). Pesticides Impacts On Human Health And The Environment With Their Mechanisms Of Action And Possible Countermeasures. In *Heliyon* (Vol. 10, Issue 7). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.E29128>
- Ainin, D. T., & Asafri, H. (2023). Improving Environmental Literacy Through Primary Education: Preparing Students As Environmental Advocates. *Ppsdp International Journal Of Education*, 2(2), 110–118.
- Al-Bahadli, K. H., Al-Obaydi, L. H., & Pikhart, M. (2023). The Impact Of The Online Project-Based Learning On Students' Communication, Engagement, Motivation, And Academic

This work is licensed under Creative Commons Attribution License 4.0 CC-BY International license

- Achievement. *Psycholinguistics*, 33(2), 217–237. <https://doi.org/10.31470/2309-1797-2023-33-2-217-237>
- Ambarwati, Y., Laila, A., Bahri, S., & Endaryanto, T. (2022). Edukasi Pengolahan Limbah Puntung Rokok Menjadi Pestisida Nabati Di Desa Sumberejo Kecamatan Sumberejo Kabupaten Tanggamus. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat (Jpkm) Tabikpun*, 3(3), 167–174. <https://doi.org/10.23960/jpkmt.V3i3.92>
- Amin, S., Utaya, S., Bachri, S., Sumarmi, & Susilo, S. (2020). Effect Of Problem-Based Learning On Critical Thinking Skills And Environmental Attitude. *Journal For The Education Of Gifted Young Scientists*, 8(2), 743–755. <https://doi.org/10.17478/Jegys.650344>
- Eka Kusumawati, D., & Arnanto, D. (2022). Efektivitas Macam Pestisida Nabati Dan Pupuk Organik Padat Untuk Mengendalikan Serangan Organisme Pengganggu Tanaman Pada Tanaman Padi. *Jurnal Buana Sains*, 22(3), 2527–5720. <https://jurnal.unitri.ac.id/index.php/buanasains/article/view/4443/2118>
- Fahlevi*, A., Prasetyo, Z. K., Suyanta, S., Nurohman, S., & Astuti, S. R. D. (2023). Profile Of Students' Environmental Literacy And The Needs Of Science Teaching Materials Integrated With The Local Potential Of Rawa Bento Based On Problem Based Learning. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 11(4), 842–852. <https://doi.org/10.24815/jpsi.V11i4.32110>
- Faradila, A., Nanda Prafitasari, A., Farida, A., Jember, M., & Negeri Ambulu, S. (2023). Integrated Paired Literacy Model Problem-Based Learning To Improve Biology Learning Outcomes. *Journal Of Biology Education*, 5(2), 133–142. <http://journal.walisongo.ac.id/index.php/bioeduca>
- Gök, G., & Boncukçu, G. (2023). The Effect Of Problem-Based Learning On Middle School Students' Environmental Literacy And Problem-Solving Skills. *Journal Of Science Learning*, 6(4), 414–423. <https://doi.org/10.17509/jsl.V6i4.62781>
- Gusti, W., Noviana, N., Sartika, R., Anggraini, L., Pradipta, A., & Johan, H. (2022). Studi Pencemaran Tanah Sebagai Bahan Pengayaan Topik Teknologi Ramah Lingkungan Untuk Siswa Smp. *Jurnal Pendidikan Mipa*, 12(4), 1252–1258. <https://doi.org/10.37630/jpm.V12i4.783>
- Haritha, D., Faiz Ahmed, M., Bala, S., & Choudhury, D. (2021). Eco-Friendly Plant Based On Botanical Pesticides. *Plant Archives*, 21(Suppliment-1), 2197–2204. <https://doi.org/10.51470/Plantarchives.2021.V21.S1.362>
- Himawan, T., Rachmawati, R., & Rifandani, E. P. (2021). The Effectiveness Of Lemongrass Oil Against Brown Planthopper Nilaparvata Lugens Stal. (Hemiptera: Delphacidae) On Rice Plant. *Journal Of Tropical Plant Protection*, 2(1), 14–18. <https://doi.org/10.21776/Ub.Jtp.2021.002.1.3>
- Kaniyah, Y., Purnamasari, I., & Siswanto, J. (2022). Pengembangan E-Modul Pembelajaran Ipa Berbasis Problem Based Learning Untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik. *Jurnal Kualita Pendidikan*, 3(2), 2774–2156.
- Kimianti, F., & Prasetyo, Z. K. (2019). Pengembangan E-Modul Ipa Berbasis Problem Based Learning Untuk Meningkatkan Literasi Sains Siswa. *Kwangsan: Jurnal Teknologi Pendidikan*, 7(2), 91. <https://doi.org/10.31800/jtp.Kw.V7n2.P91--103>
- Llopiz-Guerra, K., Ruiz, D. U., Hernández, R. M., Mejia, V. L. V., Nunayalle, J. D. R. J., & Sanchez, K. R. (2024). Importance Of Environmental Education In The Context Of Natural Sustainability. *Natural And Engineering Sciences*, 9(1), 57–71. <https://doi.org/10.28978/Nesciences.1473461>
- Meltzer, D. E. (2002). The Relationship Between Mathematics Preparation And Conceptual Learning Gains In Physics: A Possible “Hidden Variable” In Diagnostic Pretest Scores. *American Journal Of Physics*, 70(12), 1259–1268. <https://doi.org/10.1119/1.1514215>
- Meo, K., Lawe, Y. U., Dolo, F. X., & Kua, M. Y. (2024). Implementation Of Project-Based Learning Model In Integrated Science Learning To Improve Science Literacy Aspects. *Edunesia : Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 5(2), 1043–1056. <https://doi.org/10.51276/Edu.V5i2.934>

- Miftakhurrohman, N. L., Masykuri, M., Ariyani, S. R. D. A., & Noris, M. N. (2023). Effect Of Guided Inquiry-Based Excretion System E-Module To Improve Critical Thinking And Ict Literacy Skills For Students. *Jurnal Penelitian Pendidikan Ipa*, 9(2), 681–689. <https://doi.org/10.29303/jppipa.V9i2.2036>
- Mucharam, I., Rustiadi, E., Fauzi, A., Studi Ilmu Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan, P., & Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, S. (2022). Signifikansi Pengembangan Indikator Pertanian Berkelanjutan Untuk Mengevaluasi Kinerja Pembangunan Pertanian Indonesia. *Risalah Kebijakan Pertanian Dan Lingkungan*, 9(2), 61–81.
- Muslim, A. (2017). Implementasi Pembelajaran Partisipatif Melalui Focus Group Discussion Dalam Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Mahasiswa. *Jurnal Pedagogy*, 4(1), 2017. <https://ejournal.undikma.ac.id/index.php/pedagogy/article/viewfile/3019/2057>
- Noris, M., Suyitno, M., Utama Rizal, S., Lazuardy Firdiansyah, A., & Sukamdi, S. (2023). Implementation Of Guided Inquiry Learning-Based Electronic Modules To Improve Student's Analytical Skills. *Jurnal Penelitian Pendidikan Ipa*, 9(3), 1242–1250. <https://doi.org/10.29303/jppipa.V9i3.3401>
- Nunilawati, H., Purwanti, Y., Marlina, N., Suyitno, S., Yetty Zairani, F., Hasani, B., & Marlina, M. (2023). Production Of Lemongrass Extract To Control The Stink Bugs (*Leptocorisa Acuta* L.) In Babatan Village, Lintang Kanan District. *Altifani Journal: International Journal Of Community Engagement*, 3(2), 1. <https://doi.org/10.32502/altifani.V3i2.6040>
- Nurika, G., Indrayani, R., Syamila, A. I., & Adi, D. I. (2022). Management Of Pesticide Contamination In The Environment And Agricultural Products: A Literature Review. In *Jurnal Kesehatan Lingkungan* (Vol. 14, Issue 4, Pp. 265–281). Airlangga University Faculty Of Public Health. <https://doi.org/10.20473/jkl.V14i4.2022.265-281>
- Pestisida, S., Ramah, N., Di, L., Joho, D., Cinantya Anindita, D., Sutikno, D., & Pawani, R. E. (2023). Sosialisasi Pestisida Nabati Ramah Lingkungan Di Desa Joho, Kabupaten Kediri. *Jatimas : Jurnal Pertanian Dan Pengabdian Masyarakat*, 3(2), 159–167. <http://ojs.unik-jatimas.ac.id/index.php/jatimas/article/view/159>
- Puspasari, L. T., Meliansyah, R., Hartati, S., & Dewi, V. K. (2024). Aplikasi Pembuatan Pestisida Nabati Sebagai Alternatif Pengendalian Serangga Hama Tanaman Pada Petani Sayur Di Desa Margahayu Dan Margacinta, Kecamatan Leuwigoong, Kabupaten Garut. *Agrikultura Masyarakat Tani*, 1(3), 132–137. <https://doi.org/10.24198/agrimasta.V1i3.56479>
- Putri, Z. A., Insyasiska, D., & Wahyono, P. (2023). Problem Based Learning To Improve Creative Thinking Skills And Technological Literacy On Virus Material. *Jurnal Eksakta Pendidikan (Jep)*, 7(2), 185–196. <https://doi.org/10.24036/jep/Vol7-Iss2/767>
- Sahoo, S., Baral, N., Nayak, A., Naik, A., Behera, D., Mahapatra, M., & Sahoo, J. P. (2024). Effect Of Pesticides On Human Health And Biodiversity: A Comprehensive Insight. *Bhartiya Krishi Anusandhan Patrika, Of*. <https://doi.org/10.18805/bkap734>
- Sekaringgalih, R., Rachmah, A. N. L., Susanti, Y., A'yun, A. Q., & Ansori, A. (2023). Edukasi Pembuatan Pestisida Nabati Dari Kulit Bawang Merah Di Desa Bagorejo Kabupaten Banyuwangi. *Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 8(2), 318–327. <https://doi.org/10.30653/jppm.V8i2.335>
- Sompotan, D. D., & Sinaga, J. (2022). Pencegahan Pencemaran Lingkungan. *Saintekes: Jurnal Sains, Teknologi Dan Kesehatan*, 1(1), 6–16. <https://ejournal.itka.ac.id/article/download/1/1>
- Tristiyanti, A. S., Hayani, A., Ardianto, S. D., & Kurniasari, L. (2023). The Effectiveness Of Solid Waste Extract From Lemongrass (*Cymbopogon Citratus*) As A Bioinsecticide For Controlling Whitefly (*Bemisia Tabaci*) Pests On Pomelo Plants. *Journal Of Biotechnology And Natural Science*, 3(2), 61–67. <http://journal2.uad.ac.id/index.php/jbns>
- Widyaningrum, D. A., & Hindun, N. (2020). Lembar Kerja Siswa Sebagai Bahan Ajar Berbasis Problem Based Learning (Pbl). 10, 10–16. <https://doi.org/10.15575/bioeduin.V10i1.8139>