



Pengembangan E-Modul Mikrobiologi Berbasis Penelitian Pemanfaatan Kulit Buah Kabau Sebagai Antibakteri Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Mahasiswa



Lizken Sitorus^{1,*}, Sipriyadi², Euis Nursa'adah¹

¹Program Studi S-2 Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Bengkulu

²Program Studi Biologi FMIPA, Universitas Bengkulu

*Email: lizkensito187@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.33369/pendipa.9.3.861-865>

ABSTRACT

The bark of the traditional plant, *Archidendron bubalinum*, known locally as kabau, exhibits promising qualities as a natural antibacterial agent. This research was conducted with two main objectives: (1) to evaluate the antibacterial efficacy of kabau fruit peel extract against two common pathogenic bacteria, *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*, and (2) to design, validate, and assess the effectiveness of a research-based Microbiology E-Module in fostering students' critical analytical skills. The antibacterial capacity was tested using the paper disc diffusion method across a range of extract concentrations (5%, 10%, 20%, 40%, and 80%), using both pure water (aquades) and 2% dimethyl sulfoxide as carriers. Statistical analysis (one-way ANOVA, $p = 0.020 < 0.05$) indicated a notable difference in the zone of inhibition diameter across the various concentrations. The most potent antibacterial effect was observed at the 80% concentration with the aquades solvent, yielding inhibition zones of 3.97 mm against *S. aureus* and 8.42 mm against *E. coli*. These empirical results served as the core content for the innovative E-Module. The developed E-Module attained a high level of validity, achieving a CVR score of 1.00 from 5 expert validators, thus confirming its readiness for use. Subsequent evaluation during instructional application revealed a marked elevation in students' critical thinking abilities. Students in the Biology Department at FMIPA, Universitas Bengkulu, showed an initial mean pre-test score of 41.67, which surged to 88.00 in the post-test. This change resulted in an N-gain score of 0.79, positioning the improvement in the "high" category. Therefore, *A. bubalinum* extract is confirmed to hold antibacterial potential, and the E-Module is proven to be an effective educational tool for enhancing students' critical thinking competence.

Keywords: Antibacterial; *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*; Kabau Peel; Critical Competence.

ABSTRAK

Kulit buah tanaman tradisional *Archidendron bubalinum* (kabau) memperlihatkan sifat menjanjikan sebagai agen antibakteri alami. Studi ini dilaksanakan dengan dua sasaran utama: (1) untuk mengukur daya hambat ekstrak kulit kabau terhadap bakteri patogen *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*, serta (2) untuk menyusun, memvalidasi, dan mengukur efikasi E-Modul Mikrobiologi berbasis temuan riset dalam menguatkan kecakapan berpikir kritis mahasiswa. Pengujian daya antibakteri dilaksanakan melalui teknik difusi cakram kertas dengan variasi tingkat konsentrasi ekstrak (dari 5% hingga 80%), menggunakan media pelarut air murni dan dimetil sulfoksida 2%. Hasil statistik menunjukkan perbedaan signifikan dalam ukuran zona hambat di antara berbagai konsentrasi (*one way anova*, $p = 0,020 < 0,05$). Konsentrasi 80% dengan pelarut akuades menghasilkan efek paling kuat, menciptakan zona inhibisi sebesar 3,97 mm untuk *S. aureus* dan 8,42 mm untuk *E. coli*. Temuan eksperimental ini kemudian disematkan sebagai isi inti dalam E-Modul yang inovatif. E-Modul yang dikonstruksi mencapai derajat validitas tinggi dengan skor CVR 1,00 dari lima penilai ahli, menegaskan kelayakannya. Selanjutnya, penilaian selama penerapan instruksional membuktikan adanya lonjakan signifikan pada keterampilan berpikir kritis mahasiswa Biologi FMIPA Universitas Bengkulu. Skor rata-rata *pre-test* awal 41,67 melonjak menjadi 88,00 pada *post-test*, menghasilkan nilai N-gain sebesar 0,79, yang diklasifikasikan sebagai peningkatan **tinggi**. Dengan demikian, ekstrak *A. bubalinum* terbukti berpotensi sebagai antibakteri, dan E-Modul yang dikembangkan efektif dalam mengasah kompetensi berpikir kritis mahasiswa.

Kata kunci: Antibakteri; *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*; Kulit Kabau; Kompetensi Berpikir Kritis.

PENDAHULUAN

Pada era globalisasi, keterampilan berpikir kritis penting dimiliki individu dalam mengatasi berbagai permasalahan. Informasi di era globalisasi dapat dengan mudah diterima maupun disampaikan individu kepada individu lain meskipun terpisah jarak yang jauh. Oleh karena itu, individu harus mampu menganalisis setiap informasi yang diterimanya. Permasalahan di era globalisasi juga semakin kompleks, sehingga dengan berpikir kritis akan menuntun individu dalam mengambil keputusan maupun menyelesaikan masalah yang paling tepat. Sejalan dengan Sadikin *et al* (2013) yang menyatakan bahwa keterampilan berpikir kritis merupakan bentuk berpikir yang perlu dikembangkan dalam rangka memecahkan masalah, merumuskan kesimpulan, mengumpulkan berbagai kemungkinan, dan membuat keputusan. Berpikir kritis membimbing individu mulai dari memahami masalah hingga memberikan solusi terbaik atas suatu masalah (Santi *et al.* 2018). Berpikir kritis juga merupakan kegiatan mengevaluasi dan mempertimbangkan kesimpulan, termasuk menentukan beberapa faktor pendukung untuk membuat keputusan, sehingga berpikir kritis disebut *directed thinking*, sebab berpikir langsung kepada fokus yang dituju (Sadikin *et al.* 2013). Berpikir kritis perlu dibekalkan pada mahasiswa sebagai generasi pada abad 21, karena di abad 21 segala sesuatu akan berkembang dengan cepat seperti halnya ilmu pengetahuan dan teknologi. Berpikir kritis diperlukan untuk mencari gagasan dan penemuan baru untuk mengatasi permasalahan kehidupan yang kompleks di abad 21 (Wijayanti *et al.* 2016)

Kemampuan mahasiswa dalam menganalisis sebuah konsep akan mencerminkan seberapa besar kemampuan mahasiswa dalam berpikir yang merupakan dasar dari sebuah proses pembelajaran (Budi., *et al.* 2019). Indikator seseorang mempunyai keterampilan berpikir kritis ketika mereka mampu berpikir secara intelektual. Seperti yang disampaikan oleh Budi., *et al.* (2019), bahwa berpikir kritis memungkinkan mahasiswa untuk menganalisis pikirannya dalam menentukan pilihan dan menarik kesimpulan dengan cerdas pada salah satu matakuliah yaitu mikrobiologi.

E-modul yang dikembangkan peneliti untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dengan menggunakan *flipping book* yang merupakan salah satu format dari buku elektronik, penggunaan *flipping book* seperti membaca sebuah buku versi digital yang di

dalamnya berisi tulisan, gambar, suara serta video yang tentunya dapat meningkatkan minat baca, menarik perhatian, mudah diakses serta mudah dipahami, hal ini sesuai dengan penelitian Damayanti., Raharjo (2020) tentang penggunaan *flipping book* pada materi sistem pernapasan manusia untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa kelas XI SMA. Hasil dari penelitian tersebut menyatakan bahwa penggunaan *flipping book* pada materi sistem pernapasan manusia yang telah dikembangkan sangat valid berdasarkan kelayakan penyajian, isi, kebahasaan, penilaian interaktif dan berpikir kritis dengan presentase total skor rata-rata validasi sebesar 100% yang diartikan penggunaan *flipping book* pada materi sistem pernapasan manusia untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa kelas XI SMA sangat valid untuk digunakan.

Materi yang tertarik diteliti oleh peneliti yaitu kulit buah kabau yang memiliki pengaruh terhadap bakteri *S. aureus* dan *E. coli*. Hal ini didasari melalui pemanfaatan kulit buah kabau sebagai larvasida *Culex* sp menunjukkan hasil yang cukup kuat berdasarkan hasil penelitian Nuraeni (2021) serta pemanfaatan kulit buah kabau sebagai antijamur *Candida albicans* menunjukkan adanya zona hambat terhadap pertumbuhan *Candida albicans* berdasarkan hasil penelitian Ningrum (2021). Pemanfaatan kulit buah kabau sebagai antibakteri belum dilakukan, sehingga peneliti akan melakukan pemanfaatan kulit buah kabau sebagai antibakteri yang diduga kandungan pada kulit buah kabau (*A. bubalinum*) memiliki pengaruh sebagai antibakteri *S. aureus* dan *E. coli*.

Berdasarkan penjelasan tersebut, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang pengembangan e-modul dengan menggunakan *flipping book* pada materi mikrobiologi kesehatan berbasis penelitian pemanfaatan kulit buah kabau (*A. bubalinum*) sebagai antibakteri *S. aureus* dan *E. Coli* untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis mahasiswa.

METODE PENELITIAN

Desain penelitian yang dipakai adalah model Pengembangan dan Riset (*Research and Development*

(R&D)), dengan luaran berupa E-Modul Mikrobiologi yang terintegrasi dengan riset.

Pengujian Daya Antibakteri Pengujian zat antibakteri dilakukan terhadap ekstrak kulit buah kabau (*A. bubalinum*) terhadap bakteri uji *S. aureus* dan *E. coli*. Prosedur yang digunakan adalah teknik difusi dengan cakram kertas pada media Tryptic Soy Agar (TSA) dan Nutrient Agar (NA). Pengujian dilakukan pada lima tingkat konsentrasi ekstrak (5%, 10%, 20%, 40%, dan 80%), menggunakan akuades dan Dimetil Sulfoksida (DMSO) 2% sebagai pelarut. Data diameter zona jernih dianalisis secara statistik menggunakan teknik *one way anova*.

Perancangan dan Validasi Media Ajar Digital E-modul disusun dengan mengadaptasi temuan dari eksperimen antibakteri. Produk e-modul diuji kelayakannya oleh lima orang validator (terdiri dari empat akademisi dan satu pendidik biologi) menggunakan instrumen evaluasi. Tingkat kelayakan dipastikan berdasarkan perhitungan Content Validity Ratio (CVR).

Asesmen Kompetensi Berpikir Kritis E-Modul diimplementasikan dalam proses belajar mengajar mahasiswa Jurusan Biologi FMIPA Universitas Bengkulu. Penilaian kompetensi berpikir kritis dilakukan melalui *pretest* dan *posttest*, menggunakan perangkat soal yang mengukur lima aspek berpikir kritis. Peningkatan kompetensi ini dihitung menggunakan skor *Normalized Gain* (N-gain).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Efektivitas Penghambatan Bakteri oleh Ekstrak Kulit Kabau Temuan penelitian mengonfirmasi bahwa ekstrak kulit *A. bubalinum* memiliki kapasitas penghambatan terhadap *S. aureus* dan *E. coli*. Hasil *one way anova* menunjukkan bahwa *p-value* (0,020) kurang dari 0,05, menggarisbawahi adanya disparitas signifikan dalam diameter zona hambat akibat perbedaan konsentrasi ekstrak. Konsentrasi 80% dengan pelarut akuades terbukti paling efektif. Diameter Zona Hambat (DZH) tercatat 3,97 mm untuk *S. aureus* dan 8,42 mm untuk *E. coli*. Temuan empiris ini menjadi konten kontekstual utama dalam E-Modul.



Gambar 1. Pengukuran Zona Hambat
Sumber: Dokumen pribadi

Validitas dan Kelayakan Media

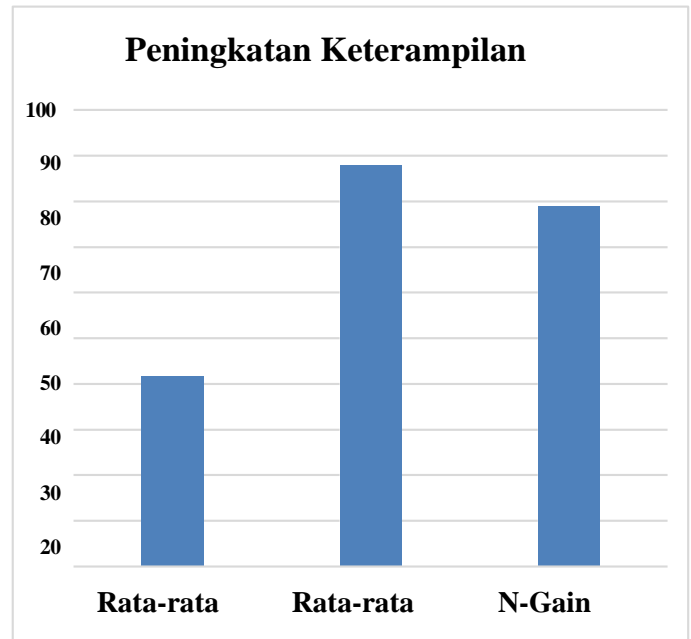
Digital E-Modul Mikrobiologi berbasis eksplorasi ilmiah dinyatakan **memenuhi kriteria validitas**. Capaian ini didukung oleh perolehan nilai Content Validity Ratio (CVR) yang sempurna (1,00), melampaui ambang batas validitas (0,736). Desain *flipbook* yang interaktif dirancang untuk menantang mahasiswa melalui soal-soal kasus yang menuntut kemampuan berpikir kritis tingkat tinggi.

Penguatan Kompetensi Berpikir Kritis Mahasiswa Penerapan E-Modul menghasilkan peningkatan substansial pada kompetensi berpikir kritis mahasiswa. Nilai rata-rata awal (*pretest*) mahasiswa adalah 41,67, yang meningkat drastis menjadi 88,00 pada pengukuran akhir (*posttest*). Peningkatan ini dikuantifikasi dengan skor N-gain **0,79**, yang tergolong dalam klasifikasi **tinggi**. Hal ini membuktikan bahwa media ajar digital Mikrobiologi yang memuat riset lokal mengenai antibakteri kabau merupakan instrumen yang kuat untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa secara efektif.

Tabel 1. Hasil Analisis Validasi E-Modul

Komponen Modul	Validator					CVR 5 Valida tor	Nilai Kritis (5 validator WILSON)
	1	2	3	4	5		
Cover Modul	1	1	1	1	1	1,00	0,736
Kompetensi Dasar, Indikator, dan Tujuan Pembelajaran	1	1	1	1	1	1,00	0,736
Peta konsep	1	1	1	1	1	1,00	0,736
Pendahuluan	1	1	1	1	1	1,00	0,736

Kegiatan Belajar Mengidentifikasi dan merumuskan pertanyaan (Mengkategorikan)	1	1	1	1	1	1,00	0,736
Bertanya dan menjawab suatu penjelasan atau tantangan (Memaparkan penjelasan)	1	1	1	1	1	1,00	0,736
Menyatakan suatu pendapat dan berargumentasi untuk memberikan alasan (Menganalisis masalah)	1	1	1	1	1	1,00	0,736
Mengkarakterisasi dan mengkategorikan untuk memecahkan suatu masalah (Mengambil kesimpulan)	1	1	1	1	1	1,00	0,736
Menganalisis dan mengidentifikasi hubungan sebab akibat antara ilmu pengetahuan, teknologi, masyarakat dan lingkungan (Menilai	1	1	1	1	1	1,00	0,736



Gambar 2. Grafik Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Mahasiswa



Gambar 3. Desain *E*-Modul (a) Cover *e*-modul (b) Peta Konsep *e*-modul (c)Kegiatan belajar (d) Penugasan

KESIMPULAN

Ekstrak dari kulit buah kabau (*Archidendron bubalinum*) terbukti memiliki potensi sebagai zat antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Konsentrasi 80% dalam pelarut akuades memberikan efek penghambatan terbaik. E-Modul Mikrobiologi berbasis riset yang dihasilkan telah divalidasi dan dinilai sangat layak (CVR = 1,00). Selain itu, e-modul ini efektif meningkatkan kompetensi berpikir kritis mahasiswa Jurusan Biologi FMIPA Universitas Bengkulu, dibuktikan dengan skor N-gain tinggi (0,79).

DAFTAR PUSTAKA

- Budi, Lestari, Purwaning., Wahyu, Hartati, Triasih. 2019. Pengaruh Bahan Ajar Mikrobiologi Berbasis Inkuiri Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa IKIP Budi Utomo Malang. P-ISSN: 2528-679X Februari 2019 E- ISSN: 2597-9833, Vo. 04, No. 01: Hal. 22-28.
- Damayanti, Alvian, Novita., Raharjo. 2020. Validitas Flipbook Interaktif Pada Materi Sistem Pernapasan Manusia Untuk Melatihkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas XI SMA. Prodi Pendidikan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Surabaya. BioEdu Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi. Volume 9 No 3, Hal: 443-450.
- Ningrum, Rizka, Fitria. 2021. Pengembangan Modul Topik Fungi Berorientasi Hasil Pemanfaatan Kulit Buah Kabau Sebagai Antifungi *Candida albicans* Untuk Meningkatkan Keterampilan *Problem Solving* Siswa. [TESIS] Program Pascasarjana Pendidikan IPA. Universitas Bengkulu: Bengkulu.
- Nuraeni, Yohana, Eko. 2021. Pengembangan E-Modul Berbasis Penelitian Pemanfaatan Kulit Buah Kabau Sebagai Larvasida *Culex* sp Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif. [TESIS] Program Pascasarjana Pendidikan IPA. Universitas Bengkulu: Bengkulu.
- Sadikin, Ali., Kamid., Bambang, Hariyadi. 2013. Profil Berpikir Kritis Mahasiswa Tipe Phlegmatis dalam Pemecahan Masalah Biologi. Edu-Sains Volume 2 No. 2 Juli 2013, *Corresponding Author: alisadikinunja@yahoo.co.id, Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jambi.
- Santi, Nuzulia., Arief, Winarti. 2018. Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa Pendidikan Biologi melalui Penyelesaian Masalah Lingkungan. Program Pascasarjana Pendidikan Biologi Banjarmasin. p-ISSN: 1693-265X e-ISSN: 2549-0605 Februari 2018. Vol. 11, no 1 Hal 35-39.
- Wijayanti, Tutik, Fitri., Baskoro, Adi, Prayitno., Sunarto. 2016. Pengembangan Modul Berbasis Berpikir Kritis Disertai Argument Mapping Pada Materi Sistem Pernapasan Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas XI SMA Negeri 5 Surakarta. Jurnal Inkuiri, ISSN: 2252-7893, Vol. 5, No.1, 2016 (hal 105-111). Magister Pendidikan Sains, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sebelas Maret, Surakarta: Indonesia.