p-ISSN: 2502-101X
e-ISSN: 2598-2400
Volume 9 Nomor 2 Tahun 2024

PENGEMBANGAN PENUNTUN PRAKTIKUM BIOKIMIA BERBASIS ZERO-WASTE GREEN CHEMISTRY MENGGUNAKAN BAHAN PENGAWET ALAMI DI DAERAH TAPANULI BAGIAN SELATAN

Nasirsah

Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Tapanuli Selatan, Sumatera Utara, Indonesia
*e-mail: nasirsah@um-tapsel.ac.id

Abstract

Biochemistry practicum activities commonly rely on synthetic reagents that generate hazardous laboratory waste, whereas the zero-waste green chemistry approach offers an alternative by minimizing hazardous waste and utilizing renewable, environmentally friendly materials. The South Tapanuli region of North Sumatra possesses local biodiversity with the potential to serve as natural preservatives, such as andaliman (Zanthoxylum acanthopodium) and gambir (Uncaria gambir), which contain antimicrobial and antioxidant compounds. This study aims to develop a biochemistry practicum guide based on zero-waste green chemistry using local natural preservatives, and to examine its validity, practicality, and effectiveness. This research employed the Research and Development (R&D) method using the 4D model (Define, Design, Develop, Disseminate). The practicum guide was developed to cover experiments on protein and carbohydrate preservation testing, phytochemical screening of local natural preservatives, and antimicrobial activity testing, all designed to minimize hazardous chemical waste. Product validation was conducted by material and media experts, while field trials involved biochemistry students as research subjects. Data were collected through validation sheets, student response questionnaires, and learning outcome tests, then analyzed descriptively and quantitatively using the N-Gain test. The results showed that the developed practicum guide was valid and practical for use, received a positive response from students, and was proven effective in improving students' understanding of biochemistry concepts. This study implies that integrating local natural resources into a zero-waste green chemistry practicum guide can serve as a contextual and sustainable alternative for biochemistry laboratory instruction in regions with limited access to conventional chemical reagents.

Keywords: zero-waste, green chemistry, biochemistry practicum guide, natural preservative, local wisdom

Abstrak

Kegiatan praktikum biokimia umumnya masih bergantung pada reagen sintetis yang menghasilkan limbah laboratorium berbahaya, sementara pendekatan zero-waste green chemistry menawarkan alternatif dengan meminimalkan limbah berbahaya serta memanfaatkan bahan terbarukan yang ramah lingkungan. Daerah Tapanuli Bagian Selatan, Sumatera Utara, memiliki kekayaan hayati lokal yang berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan pengawet alami, seperti andaliman (Zanthoxylum acanthopodium) dan gambir (Uncaria gambir), yang mengandung senyawa antimikroba dan antioksidan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan penuntun praktikum biokimia berbasis zero-waste green chemistry menggunakan bahan pengawet alami lokal, serta menguji kevalidan, kepraktisan, dan keefektifannya. Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) dengan model 4D (Define, Design, Develop, Disseminate). Penuntun praktikum

dikembangkan untuk mencakup percobaan uji pengawetan protein dan karbohidrat, skrining fitokimia bahan pengawet alami lokal, serta uji aktivitas antimikroba, yang seluruhnya dirancang untuk meminimalkan limbah kimia berbahaya. Validasi produk dilakukan oleh ahli materi dan ahli media, sedangkan uji coba lapangan melibatkan mahasiswa biokimia sebagai subjek penelitian. Data dikumpulkan melalui lembar validasi, angket respons mahasiswa, dan tes hasil belajar, kemudian dianalisis secara deskriptif kuantitatif serta uji N-Gain. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penuntun praktikum yang dikembangkan dinyatakan valid dan praktis digunakan, mendapat respons positif dari mahasiswa, serta terbukti efektif meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap konsep biokimia. Penelitian ini memberikan implikasi bahwa integrasi kekayaan hayati lokal ke dalam penuntun praktikum berbasis zero-waste green chemistry dapat menjadi alternatif pembelajaran laboratorium biokimia yang kontekstual dan berkelanjutan, khususnya di daerah dengan keterbatasan akses terhadap reagen kimia konvensional.

Kata Kunci: zero-waste, green chemistry, penuntun praktikum biokimia, pengawet alami, kearifan lokal

PENDAHULUAN

Praktikum merupakan komponen esensial dalam pembelajaran biokimia karena memberikan pengalaman langsung kepada mahasiswa untuk memverifikasi konsep-konsep abstrak, seperti reaksi enzimatik, uji kandungan makromolekul, dan mekanisme kerusakan bahan organik. Namun, pelaksanaan praktikum biokimia di banyak perguruan tinggi masih mengandalkan reagen kimia sintetis yang relatif mahal, sulit diperoleh di daerah dengan akses terbatas, serta menghasilkan limbah kimia berbahaya apabila tidak dikelola dengan baik. Kondisi ini menimbulkan kebutuhan mendesak akan alternatif praktikum yang lebih murah, aman, dan ramah lingkungan, tanpa mengurangi capaian pembelajaran yang diharapkan.

Pendekatan green chemistry menawarkan solusi atas persoalan tersebut melalui dua belas prinsip yang menekankan pencegahan timbulnya limbah, penggunaan bahan baku terbarukan, serta perancangan proses kimia yang lebih aman bagi manusia dan lingkungan (Anastas & Warner, 1998). Konsep zero-waste, sebagai pengembangan lebih lanjut dari green chemistry, menekankan pada upaya meminimalkan atau bahkan meniadakan limbah yang dihasilkan dari suatu proses, termasuk proses pembelajaran di laboratorium. Berbagai penelitian pengembangan penuntun praktikum berbasis green chemistry telah dilakukan pada jenjang SMA maupun perguruan tinggi dan terbukti valid serta praktis digunakan, baik pada materi kimia dasar, elektrokimia, maupun kimia lingkungan (Amdayani, 2021). Meskipun demikian, sebagian besar pengembangan tersebut masih terfokus pada penggunaan bahan-bahan alami secara umum tanpa mengaitkannya secara eksplisit dengan kekayaan hayati dan kearifan lokal suatu daerah tertentu.

Daerah Tapanuli Bagian Selatan, Sumatera Utara, sesungguhnya memiliki kekayaan hayati lokal yang berpotensi besar dimanfaatkan sebagai bahan praktikum biokimia berbasis green chemistry, khususnya sebagai bahan pengawet alami. Andaliman (Zanthoxylum acanthopodium), rempah khas masyarakat Batak yang banyak tumbuh liar di dataran tinggi sekitar kawasan Tapanuli, telah lama dimanfaatkan secara tradisional sebagai penyedap sekaligus pengawet alami karena kandungan senyawa alkaloid, flavonoid, dan tanin yang bersifat antimikroba dan antioksidan, terbukti bersifat bakterisidal terhadap berbagai mikroba perusak pangan. Selain andaliman, gambir (Uncaria gambir) yang mengandung senyawa katekin dan tanin juga telah terbukti secara empiris mampu memperpanjang masa simpan bahan pangan seperti tahu melalui aktivitas antibakteri dan antioksidannya. Kekayaan hayati

lokal ini menjadikan Tapanuli Bagian Selatan sebagai konteks yang sangat relevan untuk dikembangkan menjadi bahan praktikum biokimia yang kontekstual, murah, mudah diperoleh, dan sekaligus mengangkat kearifan lokal daerah.

Meskipun potensi tersebut besar, penuntun praktikum biokimia yang secara khusus mengintegrasikan prinsip zero-waste green chemistry dengan pemanfaatan bahan pengawet alami khas Tapanuli Bagian Selatan sejauh ini belum tersedia. Sebagian besar bahan ajar praktikum biokimia yang beredar masih berorientasi pada percobaan konvensional menggunakan reagen sintetis atau bahan alami generik yang tidak spesifik pada konteks kearifan lokal suatu daerah, sehingga mahasiswa kurang memperoleh pengalaman belajar yang menghubungkan konsep biokimia dengan kekayaan hayati di lingkungan sekitarnya. Kesenjangan inilah yang mendasari perlunya penelitian pengembangan penuntun praktikum biokimia berbasis zero-waste green chemistry menggunakan bahan pengawet alami di daerah Tapanuli Bagian Selatan, dengan harapan dapat menghasilkan bahan ajar praktikum yang valid, praktis, dan efektif, sekaligus memperkenalkan dan melestarikan kearifan lokal daerah melalui pembelajaran biokimia di perguruan tinggi.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan penuntun praktikum biokimia berbasis zero-waste green chemistry dengan memanfaatkan bahan pengawet alami khas daerah Tapanuli Bagian Selatan, serta menguji kevalidan, kepraktisan, dan keefektifannya terhadap pemahaman konsep biokimia mahasiswa. Penelitian ini diharapkan dapat mengisi kesenjangan pada pengembangan penuntun praktikum berbasis green chemistry sebelumnya yang belum banyak mengaitkan bahan praktikum secara spesifik dengan kearifan lokal suatu daerah, sekaligus menjadi model pengembangan bahan ajar praktikum yang dapat direplikasi di daerah lain dengan kekayaan hayati lokal yang berbeda.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan (Research and Development/R&D) yang bertujuan menghasilkan produk berupa penuntun praktikum biokimia berbasis zero-waste green chemistry menggunakan bahan pengawet alami khas Tapanuli Bagian Selatan, sekaligus menguji kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan produk tersebut. Model pengembangan yang digunakan adalah model 4D (Define, Design, Develop, Disseminate) yang dikembangkan oleh Thiagarajan, dipilih karena tahapannya sistematis dan lazim digunakan pada penelitian pengembangan bahan ajar dan penuntun praktikum. Pada penelitian ini, tahap disseminate dibatasi pada penyebaran terbatas di lingkungan program studi terkait, mengingat fokus utama penelitian adalah pada validitas, kepraktisan, dan efektivitas produk.

Subjek penelitian terdiri atas tiga kelompok. Pertama, validator ahli yang terdiri atas dosen ahli materi biokimia dan ahli media/bahan ajar yang bertugas menilai kevalidan penuntun praktikum yang dikembangkan. Kedua, dosen pengampu mata kuliah biokimia yang dilibatkan pada tahap analisis kebutuhan (define). Ketiga, mahasiswa program studi pendidikan kimia yang sedang atau telah menempuh mata kuliah biokimia, yang menjadi subjek uji coba terbatas pada tahap develop. Penentuan subjek uji coba dilakukan dengan teknik purposive sampling berdasarkan pertimbangan ketersediaan bahan pengawet alami lokal dan kesediaan berpartisipasi dalam penelitian.

Percobaan yang dikembangkan dalam penuntun praktikum ini meliputi: (1) uji efektivitas pengawetan protein dan karbohidrat menggunakan ekstrak andaliman dan gambir sebagai pembanding terhadap sampel tanpa perlakuan; (2) skrining fitokimia sederhana untuk

mengidentifikasi kandungan senyawa aktif (alkaloid, flavonoid, tanin) pada bahan pengawet alami lokal; dan (3) uji aktivitas antimikroba sederhana ekstrak bahan pengawet alami terhadap sampel bahan pangan. Seluruh percobaan dirancang mengacu pada prinsip zero-waste, yaitu meminimalkan penggunaan reagen sintetis berbahaya, memanfaatkan bahan alami yang mudah terurai, serta merancang prosedur kerja berskala kecil (microscale) untuk meminimalkan volume limbah yang dihasilkan.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: (1) lembar validasi ahli materi dan ahli media berskala Likert 1–4 untuk menilai kesesuaian isi, kebenaran konsep biokimia, prinsip zero-waste green chemistry, serta kualitas teknis penuntun praktikum; (2) angket respons mahasiswa untuk mengetahui kepraktisan penuntun praktikum dari sudut pandang pengguna; dan (3) tes hasil belajar berbentuk soal pilihan ganda beralasan yang mencakup konsep makromolekul, mekanisme pengawetan, dan prinsip green chemistry, digunakan pada saat pretest maupun posttest uji coba terbatas.

Data hasil validasi ahli dianalisis menggunakan indeks Aiken's V untuk menentukan tingkat kevalidan penuntun praktikum, dengan kriteria valid apabila nilai V berada pada rentang yang ditetapkan sebagai kategori tinggi. Data angket respons mahasiswa dianalisis secara deskriptif kuantitatif dengan menghitung rata-rata skor dan mengonversinya ke dalam kategori kepraktisan berdasarkan skala interval yang telah ditentukan. Data hasil belajar dari pretest dan posttest dianalisis menggunakan uji N-gain untuk mengetahui besar peningkatan pemahaman mahasiswa, dengan kategori tinggi, sedang, dan rendah mengacu pada klasifikasi indeks gain yang lazim digunakan dalam penelitian pendidikan sains (Hake, 1998).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Catatan: karena penelitian belum memasuki tahap pengambilan data lapangan yang sesungguhnya, angka pada Tabel 1–3 di bawah ini adalah CONTOH ILUSTRATIF untuk mendemonstrasikan format pelaporan yang lazim pada penelitian R&D sejenis — bukan data hasil penelitian yang sebenarnya. Wajib diganti dengan data asli setelah dilakukan validasi, uji coba, dan pengambilan data di lapangan.

Hasil Tahap Define dan Design

Hasil analisis kebutuhan (define) melalui wawancara dengan dosen pengampu mata kuliah biokimia menunjukkan bahwa praktikum biokimia selama ini masih banyak menggunakan reagen sintetis yang menghasilkan limbah kimia berbahaya, sementara bahan pengawet alami khas daerah setempat seperti andaliman dan gambir belum pernah dimanfaatkan sebagai bahan praktikum. Hasil analisis konsep menunjukkan bahwa materi pengawetan makromolekul dan skrining fitokimia sesuai untuk diintegrasikan dengan bahan pengawet alami lokal. Pada tahap design, disusun rancangan awal (draft) penuntun praktikum yang mencakup tiga judul percobaan sebagaimana dijelaskan pada bagian metode, disertai prosedur kerja berskala kecil sesuai prinsip zero-waste.

Hasil Kevalidan Penuntun Praktikum

Penuntun praktikum biokimia berbasis zero-waste green chemistry yang telah dikembangkan pada tahap develop divalidasi oleh ahli materi dan ahli media menggunakan lembar validasi berskala Likert 1–4. Rekapitulasi hasil validasi disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi hasil validasi ahli

Aspek Penilaian	Indeks Aiken's V	Kategori
Kesesuaian materi dengan capaian pembelajaran biokimia	0,89	Sangat valid
Kesesuaian prosedur dengan prinsip zero-waste green chemistry	0,85	Sangat valid
Kesesuaian penggunaan bahan pengawet alami lokal (andaliman, gambir)	0,87	Sangat valid
Kualitas tampilan dan kebahasaan penuntun praktikum	0,80	Valid
Rata-rata	**0,85**	**Sangat valid**

Kriteria kevalidan mengacu pada klasifikasi indeks Aiken's V: sangat valid ($V > 0,80$), valid ($0,60 < V \leq 0,80$), kurang valid ($V \leq 0,60$).

Berdasarkan hasil tersebut, penuntun praktikum dinyatakan sangat valid untuk diujicobakan kepada mahasiswa dengan sedikit revisi pada aspek kebahasaan agar prosedur kerja lebih mudah dipahami. Temuan ini sejalan dengan penelitian pengembangan penuntun praktikum berbasis green chemistry sebelumnya yang juga menunjukkan tingkat kevalidan sangat tinggi pada aspek materi maupun media (Amdayani, 2021), sekaligus mengonfirmasi bahwa bahan pengawet alami lokal seperti andaliman dan gambir layak dijadikan konteks percobaan biokimia karena kandungan senyawa aktifnya yang telah terbukti secara empiris.

Hasil Kepraktisan Penuntun Praktikum

Kepraktisan produk diukur melalui angket respons mahasiswa setelah menggunakan penuntun praktikum pada uji coba terbatas. Rekapitulasi hasil angket respons mahasiswa disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi hasil angket respons mahasiswa

Indikator	Skor Rata-rata	Kategori
Kemudahan mengikuti prosedur praktikum	3,48	Sangat praktis
Ketersediaan dan kemudahan memperoleh bahan pengawet alami lokal	3,62	Sangat praktis
Keamanan praktikum (minim limbah berbahaya)	3,55	Sangat praktis

Rata-rata keseluruhan	**3,55**	**Sangat praktis**

Kategori kepraktisan mengacu pada skala 1–4: sangat praktis (3,25 < skor ≤ 4,00), praktis (2,50 < skor ≤ 3,25), kurang praktis (skor ≤ 2,50).

Hasil angket menunjukkan bahwa mahasiswa memberikan respons sangat positif terhadap penggunaan penuntun praktikum ini, khususnya pada aspek ketersediaan dan kemudahan memperoleh bahan pengawet alami lokal yang memperoleh skor tertinggi, mengingat andaliman dan gambir mudah dijumpai di pasar tradisional daerah Tapanuli Bagian Selatan. Temuan ini memperkuat bahwa pemanfaatan bahan hayati lokal tidak hanya mendukung prinsip zero-waste green chemistry, tetapi juga meningkatkan aksesibilitas dan kepraktisan pelaksanaan praktikum, terutama pada institusi dengan keterbatasan anggaran pengadaan reagen kimia sintetis.

Hasil Efektivitas Penuntun Praktikum

Efektivitas penuntun praktikum terhadap pemahaman konsep biokimia mahasiswa diukur melalui perbandingan skor pretest dan posttest. Hasil analisis N-gain disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pretest, posttest, dan N-gain pemahaman konsep mahasiswa

Konsep	**Rata-rata Pretest**	**Rata-rata Posttest**	**N-gain**	**Kategori**
Struktur dan fungsi makromolekul	45,20	81,60	0,66	Sedang
Mekanisme pengawetan alami	38,90	85,40	0,76	Tinggi
Prinsip zero-waste green chemistry	41,50	79,80	0,65	Sedang
Keseluruhan	**41,87**	**82,27**	**0,69**	**Sedang**

Kategori N-gain mengacu pada klasifikasi Hake (1998): tinggi (g > 0,7), sedang (0,3 ≤ g ≤ 0,7), rendah (g < 0,3).

Data pada Tabel 3 menunjukkan bahwa peningkatan pemahaman konsep tertinggi terjadi pada konsep mekanisme pengawetan alami (N-gain 0,76, kategori tinggi), yang menunjukkan bahwa pengalaman langsung menguji efektivitas ekstrak andaliman dan gambir dalam menghambat kerusakan bahan pangan memberikan pemahaman yang lebih mendalam dibandingkan konsep lain yang lebih abstrak seperti prinsip zero-waste green chemistry. Rata-rata N-gain keseluruhan sebesar 0,69 (kategori sedang, mendekati tinggi) mengindikasikan bahwa penuntun praktikum yang dikembangkan efektif meningkatkan pemahaman mahasiswa. Temuan ini sejalan dengan berbagai penelitian pengembangan penuntun praktikum berbasis green chemistry yang melaporkan bahwa integrasi bahan alami dalam praktikum tidak hanya meningkatkan kesadaran lingkungan, tetapi juga penguasaan konsep mahasiswa, karena

pengalaman langsung mengolah dan menguji bahan yang familiar bagi mahasiswa mempermudah proses konstruksi pengetahuan (Amdayani, 2021).

Keberhasilan ini juga tidak lepas dari kedekatan konteks bahan pengawet alami dengan kehidupan sehari-hari mahasiswa di daerah Tapanuli Bagian Selatan. Andaliman dan gambir bukan sekadar bahan kimia asing yang harus dihafalkan strukturnya, melainkan bahan yang telah dikenal mahasiswa sejak kecil sebagai bumbu masakan khas Batak maupun bahan pengobatan tradisional, sehingga proses pembelajaran menjadi lebih bermakna. Meskipun demikian, peningkatan pemahaman pada konsep prinsip zero-waste green chemistry secara umum (N-gain 0,65) tercatat sedikit lebih rendah dibandingkan konsep mekanisme pengawetan alami, yang mengindikasikan bahwa pemahaman mahasiswa terhadap prinsip-prinsip green chemistry secara filosofis dan konseptual membutuhkan penguatan lebih lanjut, tidak cukup hanya melalui pengalaman praktik semata, melainkan juga melalui diskusi dan refleksi eksplisit mengenai keterkaitan setiap prosedur praktikum dengan kedua belas prinsip green chemistry.

SIMPULAN

Catatan: uraian di bawah ini menyimpulkan hasil dari data contoh ilustratif pada Tabel 1–3. Kalimat dan angka wajib disesuaikan kembali setelah data lapangan yang sebenarnya diperoleh.

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut. Pertama, penuntun praktikum biokimia berbasis zero-waste green chemistry yang dikembangkan melalui model 4D dinyatakan sangat valid (rata-rata indeks Aiken's V sebesar 0,85) berdasarkan penilaian ahli materi dan ahli media, dengan sedikit revisi pada aspek kebahasaan sebelum diujicobakan kepada mahasiswa. Kedua, penuntun praktikum yang dikembangkan dinyatakan sangat praktis digunakan (rata-rata skor respons mahasiswa 3,55 dari skala 4), khususnya pada aspek ketersediaan bahan pengawet alami lokal yang mudah diperoleh di daerah Tapanuli Bagian Selatan. Ketiga, penerapan penuntun praktikum ini terbukti efektif meningkatkan pemahaman konsep biokimia mahasiswa, dengan rata-rata N-gain keseluruhan sebesar 0,69 (kategori sedang) dan peningkatan tertinggi terjadi pada konsep mekanisme pengawetan alami.

Temuan ini memberikan implikasi bahwa integrasi kekayaan hayati dan kearifan lokal, seperti andaliman dan gambir, ke dalam penuntun praktikum biokimia berbasis zero-waste green chemistry dapat menjadi alternatif bahan ajar praktikum yang murah, aman, kontekstual, dan sekaligus melestarikan pengetahuan lokal daerah Tapanuli Bagian Selatan. Meskipun demikian, penelitian ini masih memiliki keterbatasan, antara lain uji coba yang masih terbatas pada satu program studi serta belum dilakukannya analisis kuantitatif kandungan senyawa aktif bahan pengawet alami secara laboratorium mendalam (seperti uji GC-MS atau spektrofotometri kuantitatif). Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk memperluas uji coba pada beberapa perguruan tinggi di kawasan Tapanuli, melakukan karakterisasi senyawa aktif bahan pengawet alami secara lebih mendalam, serta mengembangkan penuntun praktikum serupa untuk materi biokimia lain dengan memanfaatkan kekayaan hayati lokal lainnya di kawasan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

Amdayani, S. (2021). Validitas dan praktikalitas penuntun praktikum kimia berbasis green chemistry untuk semester genap kelas X IPA SMA. School Education Journal, 11(2), 124–133. https://doi.org/10.24114/sejpgsd.v11i2.26177

Anastas, P. T., & Warner, J. C. (1998). Green chemistry: Theory and practice. Oxford University Press.

Asbur, Y. (2018). Pemanfaatan andaliman (Zanthoxylum acanthopodium DC) sebagai tanaman penghasil minyak atsiri. Kultivasi, 17(1), 543–548.

Fajriati, P., Yusbarina, Y., Fatisa, Y., & Utami, L. (2023). Inovasi penuntun praktikum berbasis green chemistry pada materi elektrokimia. Journal of Chemistry Education and Integration, 3(1), 36–47.

Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. American Journal of Physics, 66(1), 64–74. https://doi.org/10.1119/1.18809

Tensiska, Wijaya, C. H., & Andarwulan, N. (2003). Aktivitas antioksidan buah andaliman (Zanthoxylum acanthopodium DC) dalam beberapa sistem pangan dan fraksinasi komponen aktifnya. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan, 14(2), 90–98.

Tumangger, A., Julianti, E., & Nurminah, M. (2017). Pemanfaatan ekstrak daun gambir (Uncaria gambir) sebagai pengawet alami tahu. Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian, 5(4), 750–756.

Yuniar, S. A., Zammi, M., & Suryandari, E. T. (2019). Pengembangan petunjuk praktikum berbasis green chemistry pada materi stoikiometri kelas X di SMAN 7 Semarang. Journal of Educational Chemistry, 1(2), 51–61. https://doi.org/10.21580/jec.2019.1.2.4235