

PENGEMBANGAN *BOOKLET* UJI ORGANOLEPTIK DAN pH NATA KULIT SEMANGKA SEBAGAI BAHAN AJAR BIOTEKNOLOGI KELAS XII SMA

Development of a Booklet on Organoleptic and pH Testing of Nata from Watermelon Rind as a Biotechnology Teaching Material for Grade XII Senior High School Students

Khansa Farahdilla Irfanindya Putri

Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: khansa.22054@mhs.unesa.ac.id

Guntur Trimulyono

Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: gunturtrimulyono@unesa.ac.id

Firas Khaleyla

Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: firaskhaleyla@unesa.ac.id

Corresponding author: gunturtrimulyono@unesa.ac.id

Abstrak

Bahan ajar kontekstual berbasis hasil penelitian dapat mendukung peningkatan keterampilan berpikir kreatif dan inovatif siswa, salah satunya melalui materi bioteknologi pangan yang juga melatih analisis kualitas dan keamanan pangan sederhana. Namun diversifikasi bahan ajar masih terbatas. Penelitian ini bertujuan mengembangkan *booklet* uji organoleptik dan pH nata kulit semangka sebagai bahan ajar bioteknologi kelas XII SMA yang valid berdasarkan aspek media, bahasa, dan materi. Pengembangan menggunakan model 4-D (*Define, Design, Develop, Disseminate*), yang dibatasi pada tahap *Develop* (validasi ahli). Data dianalisis secara deskriptif kuantitatif berdasarkan validasi dosen ahli dan guru biologi SMA. Hasil penelitian menunjukkan persentase validitas aspek media 98,61%, bahasa 94,10%, dan materi 98,92%, dengan rata-rata keseluruhan 97,21% pada kriteria sangat valid, sehingga *booklet* layak digunakan sebagai bahan ajar. Materi utama *booklet* mendukung *Sustainable Development Goals* (SDGs) 3 dan 12 melalui pemanfaatan limbah kulit semangka serta penerapan konsumsi dan produksi bertanggung jawab.

Kata Kunci: validitas, *booklet*, bahan ajar berbasis hasil penelitian, nata kulit semangka, SDGs.

Abstract

Contextual teaching materials based on research findings can enhance students' creative and innovative thinking skills, particularly in food biotechnology topics that also train students to analyze basic food quality and safety. However, the diversification of teaching materials remains limited. This study aims to develop a booklet on organoleptic and pH testing of nata from watermelon rind as a biotechnology teaching material for grade XII high school students, validated in terms of media, language, and content aspects. The development used the 4-D model (*Define, Design, Develop, Disseminate*), limited to the *Develop* stage (expert validation). Data were analyzed using a quantitative descriptive approach based on validations by expert lecturers and high school biology teachers. The results showed validity percentages of 98.61% for media, 94.10% for language, and 98.92% for content, with an overall average of 97.21% in the very valid category, indicating that the booklet is feasible for use as a teaching material. The primary content of the booklet supports Sustainable Development Goals (SDGs) 3 and 12 by employing watermelon rind waste and promoting responsible consumption and production practices.

Keywords: validity, booklet, research-based teaching materials, nata from watermelon rind, SDGs.

PENDAHULUAN

Kurikulum Merdeka memberikan penekanan pada penguatan kompetensi abad ke-21, yaitu kemampuan bernalar kritis, berpikir kreatif dan inovatif, keterampilan berkomunikasi, serta kemampuan bekerja sama (Rosnaeni, 2021). Untuk mencapai tujuan ini, pendidik harus merancang pembelajaran yang tidak hanya meningkatkan keterlibatan siswa, tetapi juga bersifat kontekstual dan aplikatif. Bioteknologi adalah salah satu materi yang relevan untuk dikembangkan melalui pendekatan tersebut. Ilmu ini memanfaatkan prinsip ilmiah dan rekayasa untuk mengolah bahan mentah dengan bantuan mikroorganisme, sel hewan, atau tumbuhan guna menghasilkan produk bermanfaat untuk meningkatkan kesejahteraan



hidup manusia (Pranoto, 2015). Materi ini mencakup pemanfaatan mikroorganisme dalam industri pangan, farmasi, dan lingkungan (Julyasih, 2024). Salah satu contoh penerapannya adalah nata, produk fermentasi bakteri *Acetobacter xylinum* yang potensinya belum banyak digali dalam pembelajaran siswa SMA.

Pembelajaran bioteknologi berpotensi besar mendukung kreativitas siswa dalam menciptakan inovasi produk yang aplikatif sesuai Capaian Pembelajaran Biologi Fase F, di mana pada akhir fase F, peserta didik memiliki kemampuan menerapkan konsep inovasi teknologi biologi. Siswa yang memahami bioteknologi dapat mengembangkan solusi berbasis bioteknologi untuk mengatasi masalah lingkungan, seperti pengolahan limbah organik (Wahyuni dkk., 2024). Putri dkk. (2024) memanfaatkan limbah kulit semangka menjadi nata kulit semangka dengan penambahan molase sebagai sumber karbon pengganti gula dan air rebusan tauge untuk mendapatkan nitrogen pengganti urea. Dengan demikian, pembelajaran bioteknologi semestinya mampu memfasilitasi siswa untuk mengaplikasikan ilmu pengetahuan yang dimiliki guna menghasilkan kreasi produk yang inovatif. Namun dalam praktiknya, pemahaman siswa kelas XII SMA terhadap konsep bioteknologi masih tergolong cukup. Siswa hanya memiliki pengetahuan hafalan teoritis dari buku tanpa kegiatan pembelajaran nyata seperti praktikum (Nugraini dan Amelia, 2023). Padahal, pembelajaran akan lebih efektif apabila siswa mengalami sendiri proses pembelajaran tersebut. Semakin langsung objek yang dipelajari, maka semakin konkret pengetahuan yang diperoleh. Sebaliknya, semakin tidak langsung pengetahuan itu diperoleh maka semakin abstrak pengetahuan siswa (Anggraini dan Malahayati, 2018). Hal ini diperparah dengan buku ajar bioteknologi yang tersedia sulit dimengerti, terbatasnya media pembelajaran, kurangnya diversifikasi sumber belajar, serta kecenderungan siswa menjadikan informasi guru sebagai sumber belajar tunggal (Rahmadani dkk., 2017). Pada kenyataannya, guru kerap kali hanya mengandalkan buku pegangan siswa yang menyebabkan informasi siswa terbatas pada satu sumber bacaan saja (Rahmadani dkk., 2017).

Dalam berinovasi di bidang bioteknologi pangan, siswa perlu memiliki sikap tanggung jawab terhadap kualitas dan keamanan produk yang dihasilkan, terutama jika produk tersebut untuk dikonsumsi dan dibuat dari limbah pangan yang masih layak diolah, seperti nata kulit semangka. Di lingkup sekolah, kualitas dan keamanan nata sebagai produk hasil fermentasi dapat diuji secara sederhana melalui uji organoleptik berdasarkan SNI nata dan uji pH pasca pengolahan. Analisis sensorik atau organoleptik merupakan aspek esensial dalam penilaian produk makanan, karena sangat menentukan apakah suatu produk dapat diterima oleh konsumen, sehingga nilai gizi dalam produk dapat dimanfaatkan (David dan David, 2020). Uji organoleptik adalah cara pengujian menggunakan indera untuk menilai karakter sensorik sebagai penilaian preferensi terhadap produk (Suryono dkk., 2018). Sedangkan uji pH untuk mendeteksi kadar asam nata setelah tahap pengolahan, yaitu perendaman dan perebusan, untuk memastikan keamanan konsumsi. Nata yang terlalu asam berisiko mengiritasi pencernaan, terutama jika proses pengolahan tidak optimal. Seperti penelitian Suryani dan Indratyaseto (2023) yang menghasilkan produk *Nata de Coco* dengan rasa asam berlebihan karena kurang optimalnya proses pengolahan, yaitu perebusan. Hal ini menunjukkan pentingnya kontrol mutu dan evaluasi keamanan pangan. Oleh karena itu, diperlukan inovasi pembelajaran bioteknologi konvensional pangan berupa analisis produk yang dihasilkan, agar siswa tidak hanya mampu membuat nata, tetapi juga dapat menilai kualitas dan keamanannya untuk dikonsumsi, sehingga produk makanan dapat dimanfaatkan. Tanpa melatih kemampuan dalam mengevaluasi aspek kualitas dan keamanan produk yang dihasilkan, siswa berisiko menghasilkan produk dengan kualitas yang kurang baik dan tidak aman dikonsumsi.

Untuk mendukung pembelajaran bioteknologi konvensional pangan yang mendorong inovasi siswa disertai analisis produk, khususnya pada nata, diperlukan bahan ajar kontekstual berbasis hasil riset yang dapat memfasilitasi pengembangan keterampilan berpikir kreatif dan inovatif, sekaligus kemampuan menilai kualitas dan keamanan pangan secara sederhana melalui uji organoleptik dan pH nata. Akan tetapi, hingga saat ini belum tersedia bahan ajar bioteknologi SMA yang secara khusus memuat panduan tersebut. *Booklet* merupakan media pembelajaran yang sesuai untuk dijadikan sebagai sumber belajar pada materi bioteknologi yang memerlukan pemahaman aplikatif karena kemampuannya menyajikan materi secara ringkas, padat, komunikatif, dilengkapi visual yang berwarna, berisi penjelasan istilah-istilah sulit, serta berukuran kecil dan praktis. Hal ini sesuai dengan keinginan siswa terhadap bahan ajar berdasarkan penelitian Gustiani dan Syamsurizal (2021) yang menganalisis kebutuhan pengembangan *booklet* sebagai bahan ajar pendamping.

Booklet yang dikembangkan berbasis hasil riset yang telah dilakukan tentang penerapan kedua uji tersebut sebagai indikator kualitas dan keamanan nata. Objek yang digunakan pada *booklet* adalah nata kulit semangka dengan penambahan molase dan air rebusan tauge sebagai sumber nutrisi bakteri *Acetobacter xylinum* berdasarkan penelitian sendiri. Hasil riset dapat menjadi sarana bagi pengajar untuk menjelaskan materi dengan contoh faktual, yang pada gilirannya memudahkan peserta didik dalam memahami ide, konsep, maupun teori penelitian (Primandiri, 2018). Hal ini selaras dengan temuan Wulandari dkk. (2017) yang menunjukkan efektivitas bahan ajar berbasis riset dalam

meningkatkan hasil belajar kognitif siswa karena menyajikan pembelajaran yang lebih otentik. Pembelajaran berbasis penelitian bertujuan meningkatkan pemahaman mengenai kontribusi penelitian terhadap inovasi, sehingga dapat mendorong siswa untuk terus berpikir kreatif dengan memanfaatkan hasil penelitian sebagai bahan ajar yang dapat membangun kemandirian, kritis, serta kreatif siswa, sehingga membuka kesempatan lahirnya gagasan serta inovasi baru (Hasan, 2022) selaras dengan kebutuhan pembelajaran abad ke-21 dan CP biologi fase F. *Booklet* ini juga dikembangkan dari permasalahan lingkungan, yaitu melimpahnya limbah kulit semangka seiring produksi semangka di Indonesia yang mencapai 408.115 ton di tahun 2023 (BPS, 2023). Melalui pemanfaatannya menjadi nata, siswa tidak hanya memahami konsep fermentasi, tetapi juga dilatih untuk merespons isu lingkungan melalui penerapan ilmu yang dimiliki, memfasilitasi siswa untuk berinovasi, sekaligus mendukung *Sustainable Development Goals* (SDGs) 3 dan 12. Dengan demikian bahan ajar yang dikembangkan diharapkan mampu menciptakan pembelajaran yang kontekstual, aplikatif, dan bermakna.

Merujuk pada latar belakang tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan *booklet* uji organoleptik dan pH nata kulit semangka sebagai bahan ajar pada materi bioteknologi konvensional pangan kelas XII SMA yang valid berdasarkan penilaian aspek media, bahasa, dan materi. Bahan ajar yang dikembangkan diharapkan dapat memperkaya sumber belajar yang membantu siswa melihat kegunaan dan relevansi materi bioteknologi di kehidupan nyata, menumbuhkan keterampilan kreatif dan inovatif dengan sikap tanggung jawab terhadap kualitas dan keamanan produk pangan berbasis bioteknologi yang dihasilkan, khususnya nata, secara sederhana, sehingga akhirnya dapat meningkatkan pemahaman siswa.

METODE

Penelitian ini berkaitan dengan penelitian dan pengembangan yang menggunakan model 4-D (*define, design, develop, disseminate*) untuk mengembangkan *booklet* uji organoleptik dan pH nata kulit semangka sebagai bahan ajar bioteknologi. Lingkup penelitian ini dibatasi pada tahap *develop* dengan melakukan validasi *booklet* kepada ahli pada aspek media, bahasa, dan materi, yakni dua dosen biologi Unesa dan satu guru biologi SMA tanpa tahap *disseminate*. Penelitian dan pengambilan data dilaksanakan pada periode pelaksanaan Permendikbudristek Nomor 12 Tahun 2024 tentang Kurikulum pada Jenjang Pendidikan Menengah.

Tahap *define* dilakukan analisis kurikulum, karakteristik dan kebutuhan siswa, konsep utama yang akan diajarkan, identifikasi tugas yang akan dikerjakan, serta penyusunan tujuan pembelajaran spesifik. Kurikulum yang digunakan yakni Kurikulum Merdeka yang menggunakan Capaian Pembelajaran (CP) sebagai acuan pembelajaran yang dirumuskan berdasarkan fase pembelajaran. Penelitian ini berfokus pada CP Fase F pada materi inovasi teknologi biologi. Target pengguna *booklet* adalah siswa kelas XII SMA yang telah memasuki tahap operasional formal menurut teori Piaget, yang dicirikan oleh kemampuan mereka berpikir secara abstrak, logis, dan hipotetis (Slavin, 2012). Analisis konsep dilakukan untuk mengidentifikasi dan merumuskan pokok-pokok materi yang akan diajarkan pada *booklet*. Konsep yang diajarkan meliputi prinsip dasar bioteknologi konvensional (fermentasi dan peran mikroorganisme), penerapan inovasi bioteknologi konvensional bidang pangan (pembuatan nata kulit semangka), analisis kualitas dan keamanan nata (uji organoleptik, standar mutu SNI nata, pengukuran pH nata pasca pengolahan). Selanjutnya dilakukan analisis tugas siswa yang meliputi mengidentifikasi, membandingkan, menjelaskan, mengumpulkan serta menganalisis data, merancang, hingga menyimpulkan. Kemudian ditentukan tujuan pembelajaran spesifik pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Capaian dan Tujuan Pembelajaran Spesifik

Capaian Pembelajaran (CP)
Pada akhir fase F, peserta didik memiliki kemampuan menerapkan konsep inovasi teknologi biologi.
Tujuan Pembelajaran
1. Setelah membaca <i>booklet</i> , peserta didik dapat mengidentifikasi prinsip dasar bioteknologi konvensional.
2. Setelah membaca <i>booklet</i> , peserta didik dapat menjelaskan metode uji organoleptik dan pengukuran pH nata kulit semangka dalam analisis produk hasil bioteknologi konvensional pangan.
3. Setelah membaca <i>booklet</i> dan mengerjakan fitur “Yuk, Cari Tahu!”, peserta didik dapat menganalisis peran bioteknologi konvensional dan inovasinya di bidang pangan.
4. Setelah mengerjakan fitur “Yuk, Cari Tahu!”, peserta didik dapat menganalisis hasil uji organoleptik (warna, aroma, tekstur, dan rasa) serta pH pada produk nata untuk menilai kualitasnya.
5. Setelah membaca <i>booklet</i> dan mengerjakan fitur “Yuk, Cari Tahu!”, peserta didik dapat merancang inovasi produk nata dari limbah pangan yang masih layak diolah dengan mempertimbangkan kualitas akhir yang baik berdasarkan uji organoleptik dan pH nata.

Tahap *design* dilakukan pengambilan data uji organoleptik dan pH nata kulit semangka yang digunakan sebagai materi utama *booklet*, pemilihan media, format, pembuatan rancangan awal *booklet*, serta menyiapkan instrumen validasi untuk penilaian kelayakan *booklet* yang dikembangkan. Uji organoleptik dilakukan secara deskriptif pada 30 panelis yang awam terhadap penilaian nata. Uji organoleptik terdiri dari uji warna dengan meminta panelis melihat warna nata di bawah sinar matahari. Uji aroma dilakukan dengan meminta panelis mencium aroma nata pada jarak 5 cm dari hidung. Uji tekstur dengan meminta panelis menggigit satu potong nata dan memberi skor. Uji rasa dengan meminta panelis meminum air mineral untuk menetralkan lidah, kemudian mengecap sepotong nata selama kurang lebih 10 detik dan memberikan penilaian (Sitorus, 2019). Semua hasil penilaian panelis dituliskan pada kuesioner yang telah disediakan dan dianalisis berdasarkan SNI 01-4317-1996 nata parameter keadaan (BSN, 1996). Uji pH dilakukan setelah nata direndam dan direbus. Bersama sedikit air rebusan, sampel nata dihaluskan dengan mortar dan alu. Cairan nata yang dihasilkan disaring dengan kertas saring sehingga diperoleh filtrat jernih. Filtrat nata kemudian diuji pH-nya dengan kertas pH universal (Putri dkk., 2024). Nata dinyatakan aman dikonsumsi apabila memiliki nilai pH 7 (netral).

Media dipilih mengacu pada karakteristik materi, tujuan pembelajaran, serta kebutuhan siswa. *Booklet* dianggap tepat sebagai media karena sesuai dengan kebutuhan siswa. Format pengembangan *booklet* dirancang berlandaskan pembelajaran kontekstual dan berbasis penelitian yang menyajikan data hasil penelitian, serta informasi yang faktual. *Booklet* didesain dengan menyesuaikan media dan format pengembangan, serta menghadirkan materi ringkas yang dilengkapi ilustrasi dan berwarna sehingga memenuhi kebutuhan siswa.

Tahap *develop* menggunakan teknik *expert appraisal*, yakni proses penilaian kelayakan rancangan produk oleh ahli terkait sebagai dasar perbaikan materi dan rancangan yang telah dibuat (Slamet, 2022). Tahap pengembangan berfokus memperoleh produk *booklet* yang valid melalui proses penilaian dan penyempurnaan. *Booklet draft* pertama telah dihasilkan pada langkah ini, kemudian melalui validasi dan telaah ahli, serta analisis validitas. Apabila valid, dilakukan revisi kecil untuk menghasilkan *booklet draft* kedua. Pada penelitian ini tahap *disseminate* tidak dilakukan karena keterbatasan peneliti.

Data validitas *booklet* diperoleh dari hasil validasi ahli yang dianalisis secara deskriptif kuantitatif melalui perhitungan skala *Likert* pada Tabel 2 berikut dengan rentang nilai 1-4.

Tabel 2. Kriteria Skala *Likert* (Riduwan, 2018)

Nilai Skala	Kriteria
4	Sangat baik
3	Baik
2	Kurang baik
1	Tidak baik

Data validasi diperoleh dari penghitungan rata-rata nilai tiap validator, kemudian hasilnya dirata-rata untuk mendapatkan persentase rata-rata tiap indikator yang dihitung dengan rumus menurut Riduwan (2018) berikut.

$$\text{Persentase} = \frac{\sum \text{skor hasil validasi}}{\sum \text{skor maksimal}} \times 100\%$$

Persentase rata-rata tiap indikator pada setiap aspek kemudian dirata-rata, sehingga diperoleh persentase validitas tiap aspek yang selanjutnya juga dirata-rata untuk menghasilkan persentase validitas *booklet* secara keseluruhan.

Kelayakan *booklet* ditentukan berdasarkan persentase validasi ahli yang diinterpretasikan berdasarkan tabel kriteria interpretasi validitas *booklet* menurut Riduwan (2018) pada Tabel 3 berikut.

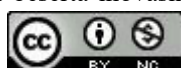
Tabel 3. Kriteria Interpretasi Validitas *Booklet* (Riduwan, 2018)

Persentase (%)	Kriteria Interpretasi
0 – 20	Tidak valid
21 – 40	Kurang valid
41 – 60	Cukup valid
61 – 80	Valid
81 – 100	Sangat valid

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengembangan *Booklet* Uji Organoleptik dan pH Nata Kulit Semangka

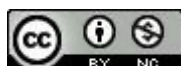
Booklet uji organoleptik dan pH nata kulit semangka memiliki struktur utama berupa materi pendahuluan, materi utama, dan penelitian terkait yang ditunjukkan pada Tabel 4. Materi pendahuluan berisi konsep bioteknologi dan bioteknologi konvensional di bidang pangan (nata beserta inovasinya), serta prinsip dasar bioteknologi konvensional



(fermentasi nata). Materi utama berisi sumber alternatif nutrisi bakteri nata, pengertian nata kulit semangka, prosedur dan instrumen uji organoleptik nata, standar mutu SNI nata, pengolahan nata pasca panen, dan prosedur uji pH nata. Penelitian terkait berisi penelitian-penelitian terkini seputar kualitas organoleptik nata kulit semangka dari berbagai variasi bahan baku. Untuk mendukung pemahaman siswa terhadap materi yang disampaikan, terdapat fitur *booklet* yang dikembangkan, meliputi “Makna di Balik”, “Yuk, Cari Tahu!”, “Sekilas Info”, dan “Kuis”.

Tabel 4. Tampilan Hasil Pengembangan dan Fitur *Booklet* Uji Organoleptik dan pH Nata Kulit Semangka

Tampilan <i>Booklet</i>	Keterangan
	<p>Cover menampilkan gambar nata, kulit semangka serta uji organoleptik dan pH nata yang merepresentasikan materi utama <i>booklet</i> tentang analisis kualitas nata.</p>
	<p><i>Booklet</i> dilengkapi dengan Capaian Pembelajaran (CP) Biologi Fase F Kurikulum Merdeka dan Tujuan Pembelajaran (TP) sebagai panduan guru dan siswa tentang apa yang harus dicapai selama proses pembelajaran.</p>
	<p>Materi pertama berisi konsep bioteknologi konvensional pangan beserta prinsipnya, termasuk penerapan inovasi bioteknologi konvensional dalam pembuatan nata kulit semangka, pemanfaatan limbah kulit semangka, dan konsep fermentasi nata.</p>
	<p>Materi kedua menjelaskan konsep nata kulit semangka, mulai dari bahan baku yang digunakan, yakni media dan nutrisi yang mendukung metabolisme optimal <i>Acetobacter xylinum</i> dalam menghasilkan selulosa (nata), serta perbedaan nata pada umumnya dengan nata kulit semangka.</p>



Tampilan Booklet

Keterangan

08 **Nata Kulit Semangka**

Uji Organoleptik

Penilaian kelezatan nata sebagai produk pangan dapat dilakukan salah satunya melalui uji organoleptik. Uji organoleptik atau uji mata adalah cara penilaian menggunakan indera manusia terhadap sifat utama untuk pengujian daya terima suatu produk (Suryono et al., 2016). Indera yang digunakan adalah indra penglihatan, pembau, dan pengecap. Uji organoleptik nata meliputi warna, aroma, tekstur, dan rasa. Uji dilakukan pada nata siap dikonsumsi.

Prosedur (Sitrus, 2019)

1. Nata dihirup pada 30 panelis yang awam terhadap penilaian nata.
2. Uji Warna: Panelis diminta untuk melihat warna nata di bawah sinar matahari.
3. Uji Aroma: Panelis diminta untuk mencium aroma nata pada jarak 5 cm dari hidung.
4. Uji Tekstur: Panelis diminta untuk menggigit satu potong nata (1 x 1 cm) dan memberikan skor berdasarkan tekstur.
5. Uji Rasa: Panelis diminta meminum air mineral untuk menetralkan lidah. Setelah itu, panelis diminta untuk mengunyah satu potong nata (1 x 1 cm) selama 10 detik dan memberikan skor.
6. Semua hasil penilaian panelis dituliskan pada kuisioner yang telah disediakan.



14 **Nata Kulit Semangka**

Dari mana asal aroma asam pada nata?

Aroma asam pada nata dipengaruhi oleh asam asetat hasil perubahan gula dari *A. xylinum* selama fermentasi, sebagai metabolisme primer (Kalia et al., 2020; Ihsan et al., 2018). Aktivitas per metabolisme asam pada nata menjadi asam sebelum diolah (Puri et al., 2023).



Mengapa nata harus diolah sebelum dikonsumsi?

Sebelum dilakukan uji organoleptik, nata harus diolah. Tahap pengolahan (pencernaan dan pembersihan) bertujuan untuk menghilangkan rasa dan aroma asam hasil fermentasi bakteri *A. xylinum* yang masih menempel yang dapat menyebabkan nata cepat rusak dan beracun. Nata yang masih asam mengandung kalsium organik tinggi yang menyebabkan rasa tidak nyaman di mulut dan berpotensi mengganggu fungsi pencernaan.

Pengolahan Nata

Aroma dan rasa asam pada nata dapat dihilangkan dengan cara diolah dengan air mendidih. Setelah itu, nata dikeringkan dengan cara dijemur di bawah sinar matahari selama 2-3 hari sampai kering. Setelah itu, nata dapat dikemas dengan plastik kedap udara. Nata yang sudah diolah dapat disimpan selama 10 minggu (Tariq et al., 2019).




15 **Nata Kulit Semangka**

Uji pH Nata

Uji pH dilakukan untuk mendeteksi kadar asam pada nata setelah tahap pengolahan. Uji pH dapat menjadi salah satu parameter keamanan nata untuk dikonsumsi. Nilai fermentasi nata memiliki pH antara 5,28-6,44 (Puri et al., 2023). Selain itu, fermentasi asam asetat dari bakteri *Acetobacter xylinum* tahap permentasi dan pembersihan dapat meningkatkan asam asetat organik, sehingga pH menjadi mendekati netral (7) dan nata asam dikonsepsikan.

Prosedur (Puri et al., 2024)

1. Siapkan alat yang diperlukan, yaitu bejana untuk diolah.
2. Siapkan wadah untuk penampungan nata di potong-potong ke dalam tabung ukur 1 x 1 cm untuk diolah dan dituangkan ke dalam gelas ukur.
3. Siapkan alat ukur pH yang sudah dikalibrasi menggunakan larutan standar dan air untuk mengkalibrasi dengan nata.
4. Cara uji yang dilakukan dengan menggunakan gelas ukur untuk menampung filtrat yang jernih.
5. Filtrat nata dimasukkan ke dalam gelas ukur yang sudah dikalibrasi dengan nata. Setelah itu, nata dimasukkan ke dalam gelas ukur dan dituangkan ke dalam gelas ukur yang sudah dikalibrasi dengan nata.
6. Hasilnya akan menunjukkan pH yang menunjukkan kadar pH netral yang dibutuhkan ke dalam filtrat nata. Kemudian dilakukan beberapa kali hingga warna indikator muncul dan dapat dibandingkan dengan nata di.
7. Hasilnya akan menunjukkan pH yang menunjukkan kadar pH netral yang dibutuhkan ke dalam filtrat nata.



16 **Nata Kulit Semangka**

Penelitian Terkait

Putri et al. (2024)

Putri et al. (2024) telah melakukan penelitian terhadap pembuatan nata kulit semangka. Uji organoleptik dilakukan pada 2 parameter yang berkaitan membolehkan lapisan selulosa.

- N1 → 500 ml dari kulit semangka, 50 ml molase, 50 ml air rebusan jagal
- N2 → 500 ml dari kulit semangka, 100 ml molase, 100 ml air rebusan jagal

Setelah melalui tahap pengolahan, nata kulit semangka yang dihasilkan memiliki pH 7 atau netral, sehingga nata aman untuk dikonsumsi.

Hasil uji organoleptik menunjukkan bahwa aroma nata di dua pH tersebut konsisten yaitu 70% panelis N1 dan 50% panelis N2. Aroma nata di dua pH tersebut adalah 70% panelis N1 dan 50% panelis N2. Tekstur nata di dua pH tersebut adalah 70% panelis N1 dan 50% panelis N2. Rasa nata di dua pH tersebut adalah 70% panelis N1 dan 50% panelis N2.

Standar Mutu Nata

Standar mutu nata yang ditetapkan sesuai SNI 01-6239-1999 pada parameter aroma, tekstur, dan rasa. Sedangkan untuk pH, kecukupan untuk pengujian parameter ini. Nilai pH menunjukkan keasaman organoleptik aroma dan tekstur yang lebih baik dibandingkan nata N1.

Capaian Penelitian

Penelitian ini berhasil mengembangkan produk nata kulit semangka yang sesuai standar mutu SNI 01-6239-1999 parameter aroma, tekstur, dan rasa berdasarkan uji organoleptik dan aman dikonsumsi berdasarkan uji pH pada pengolahan.

Materi ketiga berisi penjelasan prosedur dan instrumen uji organoleptik nata. Pada bagian ini juga dijelaskan bagaimana uji organoleptik dapat menjadi parameter uji untuk mengetahui kualitas nata yang dihasilkan berdasarkan standar mutu nata (SNI) parameter keadaan.

Materi keempat terkait pengolahan nata sebelum dikonsumsi untuk menghilangkan rasa dan aroma asam hasil fermentasi bakteri *Acetobacter xylinum*.

Materi kelima berisi informasi dan prosedur uji pH nata untuk menjamin keamanannya sebelum dikonsumsi.

Booklet dilengkapi penelitian sendiri dan penelitian terkait yang menampilkan penelitian terkini seputar kualitas organoleptik nata kulit semangka dari berbagai variasi bahan baku yang disampaikan melalui temuan dan data hasil penelitian.



Fitur Booklet

Makna di balik Nata Kulit Semangka

Makna di balik Analisis Produk Nata

Fitur “Makna di Balik” menampilkan nilai moral dan sosial dari pemanfaatan limbah kulit semangka, serta pentingnya uji organoleptik dan pH sebagai penjamin kualitas pangan yang mendukung SDGs 3 dan 12.



Tampilan <i>Booklet</i>	Keterangan
<p data-bbox="279 268 558 313">Yuk, Cari Tahu!</p>  <p data-bbox="446 358 582 448">Sekilas Info</p>  <p data-bbox="359 593 470 649">Kuis</p>	<p data-bbox="646 241 1372 347">Fitur “Yuk, Cari Tahu!” menampilkan pertanyaan-pertanyaan untuk menuntun guru dan siswa mencapai tujuan pembelajaran utama yang telah disusun.</p> <p data-bbox="646 353 1372 459">Fitur “Sekilas Info” berisi informasi tambahan berupa <i>barcode</i> yang menampilkan video situasi uji organoleptik, proses pembuatan nata kulit semangka, serta informasi tips fermentasi nata.</p> <p data-bbox="646 582 1372 651">Fitur “Kuis” menyediakan soal-soal latihan untuk menilai tingkat pemahaman siswa terhadap materi.</p>

Booklet uji organoleptik dan pH nata kulit semangka dikembangkan berdasarkan hasil riset yang berjudul “Pengaruh Pemberian Molase dan Air Rebusan Tauge (*Phaseolus radiatus* L.) terhadap Kualitas Nata dari Limbah Kulit Semangka (*Citrullus lanatus*)”. Prosedur dan data hasil uji organoleptik dan pH nata kulit semangka pada *booklet* didasarkan pada penelitian tersebut untuk menilai kualitas nata yang dihasilkan dan membuktikan bahwa produk pangan berbasis limbah dapat layak dikonsumsi. Hal ini didukung dengan disajikannya cara analisis hasil uji organoleptik berdasarkan SNI 01-4317-1996 nata parameter keadaan (warna, aroma, tekstur, rasa) (BSN, 1996). Pemanfaatan limbah pertanian, seperti kulit buah semangka sebagai bahan baku nata, menjadi dasar pengembangan *booklet* yang bersifat kontekstual. Siswa diberi masalah nyata di lingkungan dan disajikan inovasi untuk menyelesaikan masalah tersebut. *Booklet* yang dikembangkan berdasarkan hasil penelitian dianggap memiliki penyajian materi yang lebih valid dibandingkan dengan hasil studi literatur semata (Umami dan Rahayu, 2024). Materi-materi yang disajikan juga didasarkan pada penelitian-penelitian terbaru, sehingga memfasilitasi siswa untuk mengakses informasi sesuai perkembangan ilmu. *Booklet* dikembangkan untuk memfasilitasi pemahaman awal siswa dalam merancang inovasi produk nata dari limbah pangan yang masih layak diolah, seperti kulit buah dengan mempertimbangkan kualitas akhir yang baik berdasarkan uji organoleptik dan pH nata pasca pengolahan.

Berbagai fitur pada *booklet* berperan untuk menunjang keterpahaman siswa atas materi yang dipelajari. Fitur “Sekilas Info” menyajikan video situasi nyata uji organoleptik dan prosedur pembuatan nata kulit semangka yang diakses melalui *barcode*. Fitur ini menjadikan *booklet* memiliki variasi sumber belajar yang menampilkan aplikasi teori secara langsung, agar siswa mudah menangkap isi materi. Video memberikan dukungan pemahaman materi bagi siswa dengan memperlihatkan keterampilan praktis dan prosedur kerja secara visual yang sulit dijelaskan hanya melalui teks atau lisan (Yuhaeni dkk., 2025).

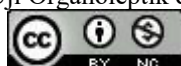
Fitur “Yuk, Cari Tahu!” digunakan untuk menuntun guru dan siswa mencapai tujuan pembelajaran utama yang telah disusun. Dengan adanya fitur ini, keterampilan berpikir kritis, kreatif, dan inovatif siswa dapat diasah agar memenuhi kebutuhan pembelajaran di era abad ke-21 melalui pertanyaan yang mengarahkan siswa mencari informasi dan merancang inovasi bahan baku pembuatan nata berdasarkan penelitian-penelitian terkini dan melalui pertanyaan analisis tentang bagaimana bahan baku yang digunakan dapat mempengaruhi kualitas organoleptik nata yang dihasilkan berdasarkan referensi terpercaya. Melalui fitur “Kuis”, materi yang dipelajari dapat dievaluasi melalui latihan soal yang memungkinkan guru serta siswa mengetahui sejauh mana siswa memahami isi materi. Kuis adalah penilaian singkat untuk mengukur pertumbuhan pengetahuan, kemampuan, dan keterampilan seseorang. Pembelajaran dengan kuis dapat membangkitkan motivasi dan minat belajar siswa (Sar’an dkk., 2025).

Fitur “Makna di Balik” menyampaikan makna serta penerapan materi yang dipelajari, sehingga siswa tidak sekadar menguasai isi materi, tetapi juga memahami pengimplementasiannya di kehidupan secara etis. Hal ini sependapat dengan Syathroh dkk. (2024) yang menegaskan bahwa, materi perlu mengedepankan nilai-nilai moral dan sosial yang positif. Fitur ini juga mendorong siswa untuk menciptakan peluang wirausaha dari penerapan ilmu yang dimiliki, namun diiringi dengan sikap tanggung jawab terhadap kualitas produk yang dihasilkan.

Validitas *Booklet* Uji Organoleptik dan pH Nata Kulit Semangka

Validitas *booklet* diperoleh dari hasil validasi pada aspek media, bahasa, dan materi oleh validator. *Booklet* divalidasi berdasarkan beberapa indikator penilaian yang hasilnya disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Validitas *Booklet* Uji Organoleptik dan pH Nata Kulit Semangka



No.	Indikator Penilaian	Rata-rata Nilai Tiap Validator			Rata-rata Tiap Indikator (%)
		V1	V2	V3	
Penilaian Aspek Media					
1.	Teknik penyajian	4	4	4	100
2.	Kualitas penyajian <i>booklet</i>	4	4	4	100
3.	Kualitas fisik (tampilan) <i>booklet</i>	4	4	4	100
4.	Kualitas teks	4	4	4	100
5.	Kualitas gambar	4	4	3,33	94,44
6.	Kualitas <i>layout</i>	4	4	3,67	97,22
Rata-rata Validitas Aspek Media (%)					98,61
Penilaian Aspek Bahasa					
1.	Kejelasan bahasa	3,5	4	4	95,83
2.	Kaidah bahasa	3	4	3	83,33
3.	Pemilihan kata (diksi)	4	4	3,67	97,22
4.	Konsistensi istilah	4	4	4	100
Rata-rata Validitas Aspek Bahasa (%)					94,10
Penilaian Aspek Materi					
1.	Kesesuaian dengan kurikulum	4	4	4	100
2.	Kelengkapan materi	3,75	4	4	97,92
3.	Keakuratan ilmiah	4	4	3,6	96,67
4.	Tingkat keterpahaman peserta didik	4	4	4	100
5.	Nilai edukatif dan etika	4	4	4	100
Rata-rata Validitas Aspek Materi (%)					98,92
Rata-rata Keseluruhan Aspek Validitas <i>Booklet</i> (%)					97,21
Kriteria					Sangat valid

Keterangan: V1: Validator 1, V2: Validator 2, V3: Validator 3

Berdasarkan hasil analisis validitas *booklet* pada Tabel 5, rata-rata nilai validasi ketiga validator dari tiga aspek yang dinilai, yaitu media 98,61%, bahasa 94,10%, dan materi 98,92% memiliki kriteria sangat valid, dengan persentase keseluruhan validitas 97,21% pada kriteria sangat valid. Validitas aspek media menekankan pada penyajian *booklet* sebagai bahan ajar yang diminati oleh siswa dan dapat membantu siswa memahami materi dengan mudah. Penyajian *booklet* harus sistematis, konsisten, menarik, dan tidak mengganggu penyajian materi (Syathroh dkk., 2024). Penyajian yang sistematis dapat membantu siswa memahami dan membangun pengetahuan secara bertahap. Selain itu, penyusunan gambar dan *layout* sangat penting agar tidak mengganggu penyajian materi. Berdasarkan hasil validasi indikator teknik penyajian, didapatkan skor validitas 100% pada kriteria sangat valid, yang artinya penyajian materi pada *booklet* telah sistematis serta gambar dan *layout* tidak mengganggu penyajian materi.

Kualitas penyajian *booklet* berada pada kriteria sangat valid rata-rata 100%. Kualitas penyajian *booklet* dipengaruhi oleh kualitas fisik, teks, gambar, dan *layout booklet*. Jika semua menunjukkan kualitas yang baik, maka *booklet* dapat menarik minat baca serta memudahkan siswa untuk memahami isi. Siswa dapat memperoleh pemahaman yang lebih baik tentang suatu konsep atau fakta, jika materi disajikan dengan gambar atau ilustrasi, dan jika *booklet* memiliki pilihan warna yang tepat. Desain isi yang konsisten dengan tema materi juga dapat mendukung peningkatan efektivitas pembelajaran (Rahmatih dkk., 2017). Penyajian keseluruhan *booklet* memiliki kesatuan dan konsisten, yang ditunjukkan melalui penggunaan warna, jenis huruf, tata letak, dan gaya penyampaian yang seragam di setiap halaman. Hal ini bertujuan untuk menjaga keterpaduan tampilan serta memudahkan siswa dalam memahami materi tanpa terganggu oleh perubahan visual yang tidak perlu.

Indikator kualitas fisik (tampilan) *booklet* terdiri dari penilaian *cover*, warna desain *booklet*, dan jenis kertas yang mendapat rata-rata 100% pada kriteria sangat valid. *Cover booklet* dibuat semenarik mungkin dan relevan dengan isi materi yang menampilkan gambar kulit semangka, nata, uji organoleptik, dan pH yang ditunjukkan pada Tabel 4. Hal ini bertujuan mengarahkan siswa pada materi dan mencerminkan pendekatan yang akan dicapai pada materi (Novitasari dan Puspitawati, 2022), yang dalam hal ini adalah pendekatan berbasis masalah lingkungan tentang kurangnya pemanfaatan limbah kulit semangka untuk selanjutnya dijadikan inovasi produk pangan yang bernilai. Pemilihan warna sampul dan isi *booklet* juga selaras dengan materi, yaitu warna merah yang menunjukkan warna khas semangka yang kulitnya digunakan



sebagai bahan baku pembuatan nata. Penggunaan warna cerah seperti merah terkesan berani, semangat, dan kuat (Saputri, 2023), sehingga dapat menarik perhatian siswa untuk mempelajari isi *booklet*. Lebih lanjut Magdalena dkk. (2020) mengatakan bahwa untuk menarik pembaca, sampul sebaiknya memuat ilustrasi, perpaduan warna, serta proporsi huruf yang serasi. Warna desain *booklet* menggunakan beberapa variasi warna merah sesuai tema agar tidak monoton namun tetap konsisten dan tidak mengganggu pembaca, sehingga pembaca dapat fokus pada materi yang disampaikan dan tidak menyebabkan kelelahan visual. Iqbal dkk. (2022) menegaskan bahwa dalam desain buku penting memperhatikan elemen tampilan, terutama konsistensi penempatan gambar, keterpaduan warna, dan pengaturan tata letak. Tampilan yang menarik dapat mendorong minat pembaca untuk mengeksplorasi isi lebih lanjut. Jenis kertas yang digunakan dapat mempengaruhi tampilan *booklet*. Validator memberikan saran untuk menggunakan kertas cetak yang lebih tipis agar nantinya dapat digunakan oleh banyak siswa dengan harga terjangkau. Sampul *booklet* menggunakan kertas yang lebih tebal dari pada isi untuk melindungi isi *booklet* (Heriani, 2022).

Jenis teks yang digunakan sangat mempengaruhi siswa dalam memahami materi. Indikator kualitas teks berada pada kriteria sangat valid rata-rata 100%. Hal ini didukung dengan penggunaan jenis dan ukuran huruf yang jelas dan mudah dibaca, serta terdapat variasi ukuran dan warna huruf sehingga tidak monoton. Putri dkk. (2021) menegaskan, penggunaan huruf dengan variasi tipe dan ukuran dapat menumbuhkan ketertarikan siswa dalam membaca. Penelitian Pakpahan dkk. (2024) menunjukkan penggunaan *font* berwarna berpengaruh positif terhadap hasil belajar siswa. Lebih lanjut Fadli dkk. (2017) menekankan bahwa penyusunan media yang baik memperhatikan keterbacaan dengan tidak menggunakan huruf berukuran terlalu kecil agar tetap terbaca. Penggunaan ukuran dan jenis huruf yang tepat serta mudah dibaca dapat meningkatkan daya tarik tampilan *booklet*. Hal ini berkontribusi dalam menarik minat belajar siswa dan memperjelas deskripsi materi, sehingga informasi pembelajaran dapat tersampaikan dengan baik (Fitriani dan Krisnawati, 2019).

Indikator kualitas gambar diperoleh rata-rata 94,44% dengan kriteria sangat valid. Validator memberikan saran untuk menambahkan gambar nata yang dihasilkan dari riset yang telah dilakukan untuk mendukung pemahaman materi dan menggunakan ilustrasi yang lebih menarik. Sebagai bentuk penyempurnaan dan pengembangan *booklet*, peneliti melakukan revisi sesuai masukan validator yang disajikan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Hasil revisi ilustrasi dan penambahan gambar nata kulit semangka yang dihasilkan
(a) Sebelum revisi, (b) Sesudah revisi

Materi yang disajikan dengan gambar dapat mendukung penyampaian materi lebih efektif (Luthifah dan Zulyusri, 2024; Rahma dkk., 2022). Penggunaan gambar mampu menarik minat membaca karena dapat merangsang imajinasi pembaca. Kemampuan berimajinasi ini berperan dalam memperkuat daya ingat yang pada akhirnya mendukung pemahaman terhadap materi yang dipelajari (Hanifah dkk., 2020).

Desain *layout* yang baik membantu memudahkan siswa dalam mengidentifikasi informasi yang relevan (Indriani dkk., 2023). *Layout* yang digunakan dalam *booklet* bervariasi, namun konsisten dengan beberapa *layout* saja, sehingga mempengaruhi penilaian validator pada rata-rata 97,22% kriteria sangat valid. Upaya ini dilakukan agar siswa tidak hanya merasa nyaman ketika membaca, tetapi juga lebih terbantu dalam memahami isi materi. Desain tata letak dan kejelasan penyajian visual dalam buku teks merupakan faktor penting yang dapat mempengaruhi perhatian visual siswa dan keberhasilan dalam memahami isi materi (Behnke, 2016). Dari keseluruhan rata-rata setiap indikator pada aspek media, aspek media berada pada nilai 98,61% kriteria sangat valid yang mengindikasikan penyajian *booklet* uji organoleptik dan pH nata kulit semangka telah valid dan layak, memudahkan pembaca, dan mendukung pemahaman materi.

Aspek kebahasaan memegang peran krusial dalam pengembangan bahan ajar. Ketidaktepatan penggunaan bahasa dapat menghambat penyampaian informasi kepada pembaca dan mengakibatkan bahan ajar kehilangan fungsinya (Sadjati, 2012). Bahasa dalam bahan ajar perlu dirancang sederhana dan mudah dipahami, dengan kosa kata runtut, struktur kalimat yang tepat, keterpaduan antar kalimat yang jelas, serta penghindaran penggunaan kalimat yang bertele-tele (Djuningin dkk., 2022). Indikator kejelasan bahasa mendapat rata-rata 95,83%, kaidah bahasa 83,33%, dan pemilihan



kata (diksi) 97,22% pada kriteria sangat valid. Untuk menghindari penafsiran ganda, memastikan kesesuaian kalimat dengan PUEBI, dan penggunaan bahasa yang sesuai dengan karakteristik siswa SMA, validator memberikan saran untuk memperjelas istilah sulit bagi siswa SMA pada materi sintesis selulosa. Sebelum revisi, penulisan enzim pada pembentukan selulosa dituliskan secara langsung nama enzim. Revisi dilakukan dengan menambahkan kata “enzim” sebelum menyebutkan nama enzim, agar siswa dapat mengetahui bahwa yang disebutkan adalah nama enzim. Istilah-istilah biologi yang digunakan penting untuk diberi penjelasan dan disampaikan dengan bahasa yang mudah dan sederhana untuk mendukung pemahaman konsep (Savita dkk., 2022; Kusumaningsih dan Trimulyono, 2020). Kelayakan bahasa bahan ajar mencakup aspek komunikatif, kepatuhan pada kaidah bahasa Indonesia, dan pemilihan terminologi serta simbol yang selaras dengan tahap perkembangan siswa. Bahasa dikatakan baik apabila mampu menumbuhkan penalaran dan kreativitas siswa, serta disusun dengan kalimat yang sesuai dengan kemampuan berbahasa dan tingkat intelektualnya (Ningtyas dan Rahmawati, 2023). Dengan demikian, siswa dapat menangkap informasi tanpa kesulitan.

Pemakaian kalimat pokok bahasan pada judul bab atau subbab berperan sebagai pemicu yang dapat meningkatkan ketertarikan siswa dalam memahami konten buku teks (Ningtyas dan Rahmawati, 2023). Judul subbab pada *booklet* menggunakan kalimat yang menarik, misalnya pada bab pengolahan nata, digunakan kalimat “Dari mana asal aroma asam pada nata?” dan “Mengapa nata harus diolah sebelum dikonsumsi?”. Penggunaan kalimat tanya pada judul dapat memicu rasa penasaran siswa dan mendorong mereka membaca isi materi. Diksi berperan penting dalam membentuk kesan, makna, dan daya tarik suatu teks.

Indikator konsistensi istilah mendapat rata-rata 100% pada kriteria sangat valid. Istilah dan satuan yang digunakan dalam *booklet* harus konsisten agar tidak menimbulkan kesalahpahaman pembaca dan penggunaan berbagai istilah secara rancu. Dengan istilah yang konsisten, siswa lebih mudah menangkap dan mengingat materi (Sadjati, 2012). Kevalidan aspek bahasa seluruhnya diperoleh sebesar 94,10% pada kategori sangat valid, yang berarti penggunaan bahasa pada *booklet* uji organoleptik dan pH nata kulit semangka telah valid, mudah dipahami, tidak menimbulkan penafsiran ganda, sesuai dengan karakteristik dan tingkat pemahaman siswa SMA, sesuai dengan PUEBI yang berlaku, konsisten, dan tidak berbelit-belit.

Aspek materi merupakan aspek utama dalam penilaian *booklet* sebagai bahan ajar. Dalam kegiatan pembelajaran, materi berperan memberikan arahan yang jelas bagi pembelajar dalam mengelola aktivitas belajar, membantu pembelajar mencapai kompetensi yang ditargetkan, serta sebagai penghubung antara pembelajar dan pebelajar (Djumingin dkk., 2022). Penyusunan materi harus disusun mengacu pada kurikulum yang ada. Dari kurikulum tersebut dapat diketahui tuntutan pembelajaran seperti apa yang harus diimplementasikan dan selanjutnya dapat ditentukan tujuan pembelajaran yang spesifik. Bahan ajar merupakan isi dari kurikulum yang berisi materi pelajaran, metode, batasan, dan evaluasi pembelajaran. Agar mampu menunjang pembelajaran, bahan ajar harus mengikuti kaidah instruksional dan diarahkan pada pencapaian tujuan pembelajaran (Magdalena dkk., 2020). Berdasarkan hasil validasi pada indikator kesesuaian dengan kurikulum, materi uji organoleptik dan pH nata kulit semangka terbukti telah sesuai dengan Capaian Pembelajaran (CP) Biologi Fase F pada Kurikulum Merdeka dan tujuan pembelajaran bioteknologi kelas XII dengan rata-rata kevalidan 100%. Materi ini juga telah selaras dengan konten bioteknologi konvensional (fermentasi mikroorganisme), sehingga tidak keluar dari konteks pembelajaran bioteknologi. Di dalam *booklet* juga disajikan capaian pembelajaran dan tujuan pembelajaran yang dapat dijadikan guru dan siswa sebagai panduan jelas tentang apa yang harus dicapai selama proses pembelajaran (Syathroh dkk., 2024).

Materi yang disampaikan tidak hanya harus menyesuaikan dengan kurikulum yang berlaku, tetapi juga perlu diselaraskan dengan tingkat kemampuan berpikir siswa atau yang akan menggunakan *booklet* tersebut. Pernyataan ini sependapat dengan Syathroh dkk. (2024) yang menegaskan bahwa materi perlu disesuaikan dengan emosional, perkembangan kognitif, dan sosial peserta didik, sehingga dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran dan memfasilitasi transfer pengetahuan. Materi yang disampaikan tergolong cukup kompleks, mulai dari inovasi bioteknologi pangan, media dan nutrisi alternatif bakteri *Acetobacter xylinum*, konsep sintesis selulosa pada nata, serta bagaimana variasi bahan baku yang digunakan dapat mempengaruhi kualitas organoleptik nata yang dihasilkan, sehingga perlu analisis melalui data dan melibatkan keterampilan analisis dan berpikir kritis siswa. Pengguna *booklet* yang dikembangkan merupakan siswa kelas XII SMA, yang menurut teori Piaget, siswa telah memasuki tahap operasional formal yang dicirikan oleh kemampuan mereka berpikir secara abstrak, logis, dan hipotetis. Pada tahap ini individu mampu memecahkan masalah secara sistematis, menguji hipotesis dengan satu variabel dalam satu waktu, berpikir tentang situasi yang belum pernah dialami (hipotetis), dan menyusun argumen berdasarkan logika, bukan sekadar pengalaman pribadi (Slavin, 2012). Kemampuan berpikir formal ini memungkinkan mereka mampu menganalisis, mengevaluasi informasi, serta menyimpulkan berdasarkan data empiris, sehingga menunjang keterampilan berpikir tingkat tinggi yang esensial dalam

pembelajaran sains seperti bioteknologi. Oleh karena itu, materi analisis produk bioteknologi pangan, khususnya nata pada *booklet* yang dikembangkan sesuai untuk diberikan pada jenjang ini.

Berdasarkan hasil validasi, materi uji organoleptik dan pH nata kulit semangka sudah sesuai dengan tingkat kognitif siswa SMA, disajikan dengan struktur logis dan sistematis, serta dapat memberikan motivasi belajar pada peserta didik yang dibuktikan dengan rata-rata kevalidan dari ketiga validator mencapai 100%, sehingga dikategorikan sangat valid pada indikator tingkat keterpahaman peserta didik. Dengan susunan yang runtut, terstruktur, dan relevan dengan tujuan pembelajaran, bahan ajar mampu memperkuat kemandirian belajar siswa, mempermudah pemahaman, dan memperkaya pengalaman pendidikan (Magdalena dkk., 2020; Syathroh dkk., 2024). Hal ini sesuai dengan penelitian Rahmi dan Syamsurizal (2021) tentang tinjauan meta-analisis mengenai validitas *booklet* sebagai bahan ajar, bahwa materi *booklet* yang baik adalah yang disusun secara sistematis, memberikan dorongan pada siswa untuk belajar, dan menyediakan informasi secara jelas dan menyeluruh.

Untuk mencapai tujuan pembelajaran utama yang telah disusun, serta meningkatkan motivasi belajar dan keingintahuan siswa terhadap materi, *booklet* dilengkapi dengan fitur “Yuk, Cari Tahu!” yang dirancang untuk membangkitkan rasa penasaran dan mendorong siswa mengeksplorasi materi lebih mendalam. Fitur ini berupa pertanyaan tentang apa saja bahan baku yang dapat dijadikan sebagai media nata selain yang telah disampaikan pada materi dan memberikan pertanyaan tentang apakah variasi bahan baku dapat mempengaruhi kualitas organoleptik nata yang dihasilkan. Pada akhirnya, siswa diharapkan dapat merancang inovasi produk nata dari limbah pangan yang masih layak diolah dengan mempertimbangkan kualitas akhir yang baik berdasarkan uji organoleptik dan pH nata pasca pengolahan. Magdalena dkk. (2020) mengatakan bahwa agar siswa tidak merasa jenuh, dalam bahan ajar dapat disisipkan tugas dan latihan yang dikemas menarik. Bagian akhir materi pada *booklet* juga dilengkapi fitur “Kuis” yang memungkinkan evaluasi materi melalui latihan soal.

Indikator kelengkapan materi mendapat kriteria sangat valid pada rata-rata validitas 97,92%. Materi uji organoleptik dan pH nata kulit semangka telah disampaikan secara lengkap dan informatif meliputi pengertian, prosedur, cara penafsiran data, dan kaitannya dengan produk inovasi bioteknologi konvensional, serta mampu mengintegrasikan konsep sains dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Prosedur uji organoleptik dan pH nata kulit semangka juga dapat digunakan untuk melatih keterampilan proses sains siswa, yang sejalan dengan temuan Anggraini dan Malahayati (2018) yang membuktikan bahwa praktik membuat *Nata de Milk* pada mata kuliah pengantar bioteknologi dapat meningkatkan keterampilan proses sains pada kriteria baik melalui kegiatan membandingkan hasil fermentasi *Nata de Milk* dengan *Nata de Coco* dan melihat perbedaan karakteristik sensorik *Nata de Milk*.

Validator memberikan saran untuk menambahkan capaian riset yang telah dilakukan pada bagian “Penelitian Terkait” yang disajikan pada Gambar 2, sehingga siswa dapat mengetahui bahwa hasil penelitian tersebut berhasil mengembangkan produk nata kulit semangka yang layak dikonsumsi dan dapat diterapkan dalam riset sederhana. Hasil riset dalam *booklet* yang disajikan berupa data faktual, sehingga dapat memberikan pembelajaran kontekstual kepada siswa. Hal ini didukung penelitian Umami dan Rahayu (2024) yang mengungkapkan bahwa *booklet* yang dikembangkan dari hasil riset memiliki materi yang mutakhir, sistematis, dan kontekstual dengan kehidupan nyata siswa, sehingga mampu menciptakan pembelajaran bermakna dan memperoleh nilai validitas kontekstual 88,82% pada kriteria sangat valid. Fitur “Sekilas Info” yang menyajikan video melalui *barcode* tentang situasi nyata uji organoleptik dan proses pembuatan nata kulit semangka dapat mendukung penyampaian materi melalui penerapan nyata. Penelitian Yuhaeni dkk. (2025) menegaskan bahwa penggunaan media video dalam pembelajaran mampu menciptakan suasana belajar yang menarik dan dinamis secara signifikan, sehingga siswa lebih terlibat dan termotivasi dalam belajar.



Gambar 2. Hasil revisi penambahan capaian penelitian pada bagian “Penelitian Terkait”

(a) Sebelum revisi, (b) Sesudah revisi



Indikator keakuratan ilmiah berada pada kategori sangat valid dengan rata-rata validitas mendapat sebesar 96,67%. Indikator ini digunakan untuk menilai bahwa isi materi pada *booklet* sesuai dengan referensi ilmiah terbaru, sesuai dengan konsep bioteknologi SMA dan konsep dasar biologi/kimia pada proses fermentasi serta uji organoleptik dan pH nata. Materi dikembangkan berdasarkan hasil penelitian, sehingga terdapat perluasan konsep bioteknologi SMA, khususnya mengenai bahan atau media alternatif dalam pembuatan nata. Pengembangan ini bertujuan memberikan informasi kepada siswa bahwa nata dapat dibuat dari berbagai variasi bahan baku, asalkan tetap mampu memenuhi kebutuhan nutrisi bakteri *Acetobacter xylinum* dalam membentuk lapisan selulosa. Pengembangan materi ini dapat memberikan wawasan luas kepada siswa tentang perkembangan inovasi bioteknologi pangan berdasarkan perkembangan ilmu dari riset-riset yang telah dilakukan. Sebagai ilmu yang cepat berkembang dan bersifat dinamis, bioteknologi membutuhkan bahan ajar yang harus selalu *up-to-date* atau terkini agar relevan (Luthfia dkk., 2020). Lebih lanjut Magdalena dkk. (2020) mengatakan bahwa, bahan ajar sebaiknya harus sangat fleksibel terhadap kemajuan ilmu dan teknologi, sehingga siswa dapat memperluas wawasan mengenai materi yang dipelajari melalui proses pembelajaran yang terstruktur.

Bahan ajar yang baik harus mempertimbangkan kesesuaian dengan nilai moral dan sosial, sehingga materi yang disajikan tidak bertentangan dengan prinsip tersebut (Syathroh dkk., 2024; Rahmi dan Syamsurizal, 2021). Ketiga validator menilai indikator nilai edukatif dan etika sangat valid dengan rata-rata kevalidan 100%. *Booklet* yang dikembangkan memberikan nilai edukatif yang dibelajarkan pada siswa, sehingga siswa tidak hanya sekadar belajar tentang materi, tetapi juga mengetahui makna moral dan sosial di balik materi yang dipelajari. Makna moral dan sosial ini disampaikan melalui fitur “Makna di Balik” yang menjelaskan bagaimana limbah dapat dimanfaatkan menjadi produk pangan bernilai ekonomi, disertai sikap tanggung jawab terhadap kualitas dan keamanan produk yang dihasilkan melalui uji organoleptik dan pH nata. Hal ini membuktikan bahwa produk pangan berbasis limbah dapat layak dikonsumsi, sehingga siswa dapat belajar menerapkan konsumsi dan produksi yang berkelanjutan, serta secara tidak langsung dapat menanamkan kesadaran lingkungan pada siswa sesuai SDGs 3 dan 12. Nilai rata-rata validitas aspek materi keseluruhan diperoleh sebesar 98,92%, sehingga dikategorikan sangat valid. Hal ini membuktikan bahwa materi uji organoleptik dan pH nata kulit semangka yang disajikan pada *booklet* telah valid dan sesuai dengan kurikulum, perkembangan ilmu pengetahuan, konsep bioteknologi SMA, tingkat kognitif siswa SMA, serta menyajikan materi yang lengkap.

Keunggulan *booklet* uji organoleptik dan pH nata kulit semangka adalah pada materi yang disajikan. *Booklet* ini menyajikan informasi tentang pengembangan produk nata kulit semangka dengan variasi bahan baku berbasis limbah yang layak dikonsumsi, sehingga siswa bukan hanya mempelajari produk fermentasi pada bioteknologi konvensional pangan, tetapi juga pemanfaatan limbah pangan sebagai produk bernilai. *Booklet* ini dikembangkan dari permasalahan lingkungan tentang pemanfaatan limbah pertanian yang belum optimal (Budiarto dkk., 2023), khususnya kulit buah semangka. Melalui permasalahan tersebut, siswa juga dilatih untuk merespons isu lingkungan melalui penerapan ilmu pengetahuan yang dimiliki. Mengaitkan materi pelajaran dengan situasi nyata dapat menciptakan proses belajar lebih bermakna dan aplikatif. Siswa mampu membangun konsep dan menemukan hubungan antara materi yang dipelajari di kelas dan penggunaannya di kehidupan sebenarnya (Umami dan Rahayu, 2024). Selain itu, *booklet* ini juga menyajikan prosedur uji organoleptik nata untuk mengetahui kualitasnya berdasarkan SNI nata parameter keadaan, prosedur uji pH untuk memastikan keamanan nata pasca pengolahan, pentingnya uji organoleptik dan pH nata kulit semangka sebagai bentuk tanggung jawab siswa terhadap inovasi produk nata yang dihasilkan, serta untuk membuktikan bahwa produk pangan berbasis limbah dapat layak untuk dikonsumsi. David dan David (2020) mengatakan bahwa, analisis sensorik atau organoleptik pada produk makanan sangat esensial, karena sangat menentukan apakah suatu produk dapat diterima oleh konsumen, sehingga nilai gizi dalam produk dapat dimanfaatkan. Dengan demikian siswa dapat menerapkan pengetahuan analisis kualitas untuk mengembangkan produk pangan yang berkualitas.

Booklet yang dikembangkan merupakan *booklet* berbasis riset yang telah dilakukan, sehingga prosedur uji yang disajikan telah diterapkan secara langsung dalam riset. *Booklet* yang dikembangkan berdasarkan hasil penelitian dianggap memiliki penyajian materi yang lebih valid dibandingkan dengan hasil studi literatur semata (Umami dan Rahayu, 2024). Materi pada *booklet* juga menyajikan hasil riset, meliputi data hasil, temuan, capaian riset, dan gambar nata kulit semangka yang dihasilkan. Selain hasil riset yang telah dilakukan, terdapat hasil riset berdasarkan studi literatur untuk memperkaya informasi kepada siswa tentang variasi bahan baku nata yang digunakan. Dengan demikian, informasi yang disajikan bersifat faktual dan mendukung pemahaman siswa lebih dalam tentang perkembangan inovasi pembuatan nata. Menurut Primandiri (2018), hasil riset dapat menjadi sarana bagi pengajar untuk menjelaskan materi dengan contoh faktual, yang pada gilirannya memudahkan peserta didik dalam memahami ide, konsep, maupun teori penelitian. Pembelajaran berbasis riset menurut Hasan (2022) salah satunya bertujuan meningkatkan pemahaman mengenai kontribusi penelitian terhadap inovasi, sehingga mendorong siswa untuk terus berpikir kreatif dengan memanfaatkan hasil

penelitian sendiri ataupun orang lain sebagai konten pembelajaran yang dapat membangun sikap mandiri, kritis, serta kreatif siswa, sehingga membuka kesempatan lahirnya gagasan serta inovasi baru.

Dalam mengembangkan bahan ajar, aspek media, bahasa, dan materi saling berkaitan untuk menghadirkan suatu bahan ajar yang layak atau baik. Bahan ajar yang baik bersifat adaptif sesuai kemajuan ilmu, relevan dengan pengalaman siswa, memfasilitasi siswa untuk mengembangkan inovasinya, serta membantu pencapaian tujuan pembelajaran dengan efektif. Kevalidan *booklet* uji organoleptik dan pH nata kulit semangka termasuk dalam kategori sangat valid dengan rata-rata keseluruhan aspek validitas 97,21%, yang membuktikan kesesuaiannya sebagai bahan ajar dan layak digunakan oleh guru dan siswa SMA sebagai bahan ajar pada materi bioteknologi, khususnya bioteknologi pangan. Adanya *booklet* ini diharapkan dapat memperkaya bahan ajar bioteknologi dan memfasilitasi pembelajaran dengan pendekatan yang lebih kontekstual, aplikatif, dan bermakna. *Booklet* ini diharapkan dapat mendorong siswa agar lebih inovatif serta bertanggung jawab dalam menciptakan produk pangan melalui penerapan bioteknologi konvensional, khususnya nata.

Pengembangan *booklet* ini dapat meningkatkan kualitas pembelajaran bioteknologi di SMA karena menyajikan materi berbasis riset yang valid, kontekstual, dan mudah dipahami. Selain memperkaya sumber belajar, *booklet* ini juga melatih siswa berpikir kreatif, inovatif, dan analitis melalui kegiatan evaluasi kualitas produk pangan sederhana. Pemanfaatan limbah kulit semangka sebagai bahan ajar dapat menumbuhkan kesadaran lingkungan dan tanggung jawab terhadap keamanan pangan. Dengan demikian, *booklet* ini dapat memperkaya pengalaman belajar materi bioteknologi di kelas XII SMA serta mendukung pembelajaran Kurikulum Merdeka yang relevan dengan tuntutan pembelajaran abad ke-21 dan tujuan pembangunan berkelanjutan.

PENUTUP

Simpulan

Hasil penelitian menunjukkan, telah berhasil dikembangkan bahan ajar *booklet* uji organoleptik dan pH nata kulit semangka pada materi bioteknologi pangan kelas XII SMA. *Booklet* memiliki tingkat kevalidan sangat valid pada aspek media 98,61%, bahasa 94,10%, materi 98,92%, dengan rata-rata keseluruhan 97,21% pada kriteria sangat valid, sehingga *booklet* layak digunakan sebagai bahan ajar.

Saran

Penelitian lanjutan diperlukan untuk mengukur kepraktisan dan keefektifan *booklet* yang dikembangkan melalui penerapan langsung dalam kegiatan belajar mengajar, sehingga dapat dibuktikan seberapa baik *booklet* dalam menunjang kegiatan belajar siswa.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada tim validator, yakni Ibu Dwi Anggorowati Rahayu, M.Si., Ibu Dr. Rinie Pratiwi Puspitawati, M.Si. selaku dosen biologi Unesa, dan Ibu Sania Fitri Kusumaningsih, S.Pd. selaku guru biologi SMA atas penilaian dan masukan yang diberikan. Penulis juga menyampaikan apresiasi kepada tim PIMNAS PKM-RE Nata Unesa dan semua pihak atas dukungan yang memungkinkan artikel ini terselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, D. P. & Malahayati, E. N. (2018). Penerapan Metode Praktikum Pembuatan *Nata de Milk* pada Matakuliah Pengantar Bioteknologi di Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Islam Balitar Blitar. *Konstruktivisme*, 10(1), 1-16.
- Badan Pusat Statistik. (2023). *Produksi Tanaman Buah-buahan 2021-2023*. BPS. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/NjljMg==/produksi-tanaman-buah-buahan.html>
- Badan Standardisasi Nasional. (1996). *SNI 01-4317-1996 Nata dalam Kemasan*. BSN. <https://akses-sni.bsn.go.id/viewsni/baca/1764>
- Behnke, Y. (2016). How Textbook Design May Influence Learning with Geography Textbooks. *Journal of Humanities and Social Science Education*, 6(1), 38-62.
- Budiarto, A., Wijana, S., Kartikaningrum, W., Atikah, H., Pratama, M. F. Y., & Ngabu, W. (2023). Pengolahan Limbah Pertanian sebagai Pakan Ternak di Kawasan Transmigrasi Uluklubuk Kabupaten Malaka. *ABDI UNISAP: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(2), 123-130.



- David, W., & David, F. (2020). Analisis Sensori Lanjut untuk Industri Pangan dengan R: Preference Mapping dan Survival Analysis. *Universitas Bakrie Press*.
- Djumingin, S., Juanda., & Tamsir, N. (2022). Pengembangan Materi Pembelajaran Bahasa Indonesia. *Badan Penerbit Universitas Negeri Makassar*.
- Fadli, R., Sartono, N., & Suryanda, A. (2017). Pengembangan Kamus Berbasis Sistem Operasi Telepon Pintar pada Materi Biologi SMA Kelas XI. *Jurnal Pendidikan Matematika dan IPA*, 8(2), 10-17.
- Fitriani, L., & Krisnawati, Y. (2019). Pengembangan Media *Booklet* Berbasis Keanekaragaman Jenis Jamur Makroskopis. *BIOEDUSAINS: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains*, 2(2), 143-151.
- Gustiani, R., & Syamsurizal, S. (2021). Analisis Kebutuhan Pengembangan *Booklet* sebagai Suplemen Bahan Ajar pada Materi Struktur dan Fungsi Jaringan Hewan Kelas XI SMA/MA. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 5(3), 7242-7246.
- Hanifah., Afrikani, T., & Yani, I. (2020). Pengembangan Media Ajar *E-Booklet* Materi Plantae untuk Meningkatkan Hasil Belajar Biologi Siswa. *Journal of Biology Education Research*, 1(1), 10-16.
- Hasan, M. (2022). Pembelajaran Berbasis Riset: Dasar Teori, Perencanaan, Pelaksanaan, dan Evaluasi. *Penerbit Tahta Media Group*.
- Heriani, D. (2022). Pengembangan Media Pembelajaran *Booklet* Berbasis *Discovery Learning* Berbantuan *Phet Interactive Simulations* pada Materi Hukum Newton Kelas VIII. *Skripsi*. UIN Fatmawati Sukarno Bengkulu.
- Indriani, H., Rosyida, F., Soelistijo, D., & Suharto, Y. (2023). Pengembangan *Booklet* Digital Berbantuan HTML 5 pada Materi Keragaman Budaya Indonesia Siswa Kelas XI SMA. *Jurnal Integrasi dan Harmoni Inovatif Ilmu-ilmu Sosial (JIHIS)*, 3(3), 203-224.
- Iqbal, M., Dharmono., & Riefani, M. K. (2022). Validitas Buku Saku Malvaceae di Kawasan Mangrove Desa Sungai Bakau Berbasis 3D *Pageflip*. *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Sosial (JUPEIS)*, 1(2), 56-62.
- Julyasih, K. S. M. (2024). Bioteknologi Pangan. *Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia*.
- Kusumaningsih, S. F., & Trimulyono, G. (2020). Pengembangan Lembar Kegiatan Peserta Didik (LKPD) Berbasis *Guided Inquiry* untuk Melatih Keterampilan Literasi Sains pada Materi Bakteri Kelas X SMA. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 9(3), 378-389.
- Luthfia, S., Suratno., & Narulita, E. (2020). Pengembangan Buku Siswa Berbasis Kontekstual Bermuatan Nilai-nilai Agama Islam pada Materi Bioteknologi Kelas XII SMA/MA. *Jurnal Edukasi (JEUJ)*, 7(2), 1-4.
- Luthifah, H., & Zulyusri. (2024). Analisis Kebutuhan Pengembangan *E-Booklet* Bernuansa Kontekstual pada Materi Virus dan Perannya sebagai Media Pembelajaran Elektronik Biologi Fase E di SMA Negeri 1 Kecamatan Guguk. *SYMBIOTIC: Journal of Biological Education and Science*, 5(2), 179-187.
- Magdalena, I., Prabandani, R. O., Rini, E. S., Fitriani, M. A., & Putri, A. A. (2020). Analisis Pengembangan Bahan Ajar. *Nusantara: Jurnal Pendidikan dan Ilmu Sosial*, 2(2), 170-187.
- Magdalena, I., Sundari, T., Nurkamilah, S., Nasrullah., & Amalia, D. A. (2020). Analisis Bahan Ajar. *Nusantara: Jurnal Pendidikan dan Ilmu Sosial*, 2(2), 311-326.
- Ningtyas, H. A., & Rahmawati, L. E. (2023). Kelayakan Isi, Penyajian, Kebahasaan, dan Kegrafikan Bahan Ajar Teks Deskripsi di SMP Kelas VII. *Imajeri: Jurnal Pendidikan Bahasa dan Sastra Indonesia*, 6(1), 52-71.
- Novitasari, F., & Puspitawati, R. P. (2022). Pengembangan E-LKPD Berbasis *Problem Solving* pada Materi Pertumbuhan dan Perkembangan untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas XII SMA. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Biologi*, 3(1), 31-42.
- Nugraini, A. R., & Amelia, R. N. (2023). Analisis Pemahaman Konsep Materi Bioteknologi pada Siswa Kelas XII SMA. *Proceeding Seminar Nasional IPA XIII* (pp. 367-372). Universitas Negeri Semarang.
- Pakpahan, A. F., Azahra, S. Z., & Rismawati, Y. (2024). Pengaruh Penggunaan Teks Berwarna dalam Pembelajaran Peluang terhadap Hasil Belajar Siswa SMA PGRI Cicurug. *Jurnal Arjuna: Publikasi Ilmu Pendidikan, Bahasa, dan Matematika*, 2(1), 119-131.
- Pranoto, H. H. (2015). TOP Sukses Biologi SMA 10, 11, 12. *Genta Group Production*.
- Primandiri, P. R. (2018). Penguatan Mutu Pendidikan Melalui Integrasi Hasil Riset dalam Pembelajaran: Studi Kasus Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Riset Mutasi Gen *CpTI* pada *Jatropha curcas L.* *Prosiding Seminar Nasional VI Hayati* (Vol. 1, pp. 22-28). Universitas Nusantara PGRI Kediri.

- Putri, F. D., Putri, K. F. I., Putri, N. K., Cholili, M. R., & Trimulyono, G. (2024). Pengaruh Pemberian Molase dan Air Rebusan Tauge (*Phaseolus radiatus* L.) terhadap Kualitas Nata dari Limbah Kulit Semangka (*Citrullus lanatus*). *Program Kreativitas Mahasiswa Riset Eksakta Terdanai Belmawa (Tidak Diterbitkan)*.
- Putri, N. H., Syamsurizal, S., Atifah, Y., & Fuadiyah, S. (2021). *Booklet* Sistem Ekskresi pada Manusia sebagai Suplemen Bahan Ajar Biologi Kelas XI SMA. *Journal for Lesson and Learning Studies*, 4(3), 309-314.
- Rahma, A. N., Noorhidayati., & Hardiansyah. (2022). Kelayakan dan Keterbacaan Bahan Ajar Konsep Sistem Pernapasan Kelas XI SMA Berbentuk *Booklet* Elektronik. *Journal of Biology Education and Science (JBES)*, 2(1), 1-10.
- Rahmadani, W., Harahap, F., & Gultom, T. (2017). Analisis Faktor Kesulitan Belajar Biologi Siswa Materi Bioteknologi di SMA Negeri Se-Kota Medan. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 6(2), 279-285.
- Rahmatih, A. N., Yuniastuti, A., & Susanti, R. (2017). Pengembangan *Booklet* Berdasarkan Kajian Potensi dan Masalah Lokal sebagai Suplemen Bahan Ajar SMK Pertanian. *Journal of Innovative Science Education*, 6(2), 162-169.
- Rahmi., & Syamsurizal, S. (2021). Meta-Analisis Validitas *Booklet* Materi Ekosistem sebagai Suplemen Bahan Ajar Biologi Kelas X SMA. *BIOCHEPHY: Journal of Science Education*, 1(2), 51-57.
- Riduwan. (2018). Skala Pengukuran Variabel-variabel Penelitian. *Alfabeta*.
- Rosnaeni. (2021). Karakteristik dan Asesmen Pembelajaran Abad 21. *Jurnal Basicedu*, 5(5), 4334-4339.
- Sadjati, I. M. (2012). Pengembangan Bahan Ajar. In: Hakikat Bahan Ajar. *Universitas Terbuka*.
- Saputri, I. (2023). Pengaruh Desain Sampul Buku terhadap Minat Baca Anak (Studi Kasus di Dinas Perpustakaan dan Arsip Kabupaten Pidie). *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Darussalam – Banda Aceh.
- Sar'an., Andrayani, D., Nurainum., Nasution, S. A. (2025). Pembelajaran Kuis sebagai Strategi Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa. *Alkarim: Jurnal Pendidikan, Psikologi, dan Studi Islam*, 10(1), 29-35.
- Savita, M., Winarsih., & Rahayu, D. A. (2022). Pengembangan *Booklet* Mimi Mintuna sebagai Sumber Belajar pada Sub-Materi Pelestarian Sumber Daya Hayati Kelas X SMA. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 11(3), 596-609.
- Sitorus, K. A. (2019). Pengaruh Penambahan Fruktosa dan Waktu Fermentasi dengan Tauge sebagai Sumber Nitrogen terhadap Kualitas *Nata de Citrullus* dari Buah Semangka (*Citrullus lanatus*). *Skripsi*. Institut Kesehatan Helvetia.
- Slamet, F. A. (2022). Model Penelitian Pengembangan (R n D). *Institut Agama Islam Sunan Kalijogo Malang*.
- Slavin, R. E. (2012). Educational Psychology: Theory and Practice (10th ed.). *Pearson Education*.
- Suryani, T., & Indratyaseto, A. D. P. (2023). Use of Lime as an Acidity Regulator and Soybean Extract as a Nitrogen Source in *Nata de Coco*. *Jurnal Pendidikan Mandala*, 8(4), 1241-1246.
- Suryono, C., Ningrum, L., & Dewi, T. R. (2018). Uji Kesukaan dan Organoleptik terhadap 5 Kemasan dan Produk Kepulauan Seribu secara Deskriptif. *Jurnal Pariwisata*, 5(2), 95-106.
- Syathroh, I. L., Pratiwi, V., Iman, A., Yusron, A., & Suryaningrum, S. (2024). Metode Pengembangan Bahan Ajar. *Mafy Media Literasi Indonesia*.
- Umami, H., & Rahayu, E. S. (2024). Development of e-Booklets Making *Nata de Pina* as a Learning Resource for Biology Technology Innovation Material in the Merdeka Phase E Curriculum in High School. *Journal of Research in Science Education*, 10(10), 7209-7219.
- Wahyuni, S., Noviani, N., Sartika, A., Habibie, D., & Handayani, L. (2024). Peran Bioteknologi dalam Keterkaitan Beberapa Aspek Bidang Ilmu Pengetahuan serta Mewujudkan Inovasi dan Kreatifitas di Kalangan Mahasiswa Universitas Harapan Medan. *Jurnal Pengabdian West Science*, 3(1), 73-83.
- Wulandari., Widiyaningrum, P., & Setiati, N. (2017). Pengembangan Suplemen Bahan Ajar Biologi Berbasis Riset Identifikasi Bakteri untuk Siswa SMA. *Journal of Innovative Science Education (JISE)*, 6(2), 155-161.
- Yuhaeni, Y., Qomariyah, S., & Jamil, N. (2025). Peran Media Pembelajaran Video dalam Menciptakan Pembelajaran yang Menyenangkan di SMK YLA Cibadak. *Dinamika Pembelajaran: Jurnal Pendidikan dan Bahasa*, 2(1), 316-329.