

PEMBERDAYAAN MAHASISWA KIMIA UNJ SEBAGAI AGEN EDUKASI
SEBAYA PENCEGAHAN DIABETES MELITUS TIPE 2 BERBASIS UJI
PROKSIMAT PANGAN FERMENTASI KEDELAI

Irma Ratna Kartika^{1*}, Muktiningsih Nurjayadi², Irwanto³, Lauzer Zeral⁴, Ridha Zulfatun Nafisah⁵, Fera Kurniadewi⁶, Windi Astuti⁷, Bayu Rizki Setiawan⁸, Azka Adzkiya Wahyudi⁹, Sabilla Adhisti Maharani¹⁰, Enny Nugraheni Sulistyorini¹¹

¹⁻⁵Prodi Magister Pendidikan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta

⁶⁻¹⁰Prodi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta

¹¹Prodi Pendidikan Profesi Dokter, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Bengkulu

Email Korespondensi: irmaratna@unj.ac.id

Disubmit: 28 Juli 2026 Diterima: 06 Agustus 2026 Diterbitkan: 14 Agustus 2026
Doi: <https://doi.org/10.33024/jkpm.v9i9.27349>

ABSTRAK

Peningkatan kasus diabetes melitus tipe 2 (DMT2) di kalangan remaja merupakan tantangan kesehatan global yang terus berkembang. Produk pangan hasil fermentasi kedelai yaitu tempe, oncom merah, oncom hitam, dan tauco berpeluang difungsikan sebagai pangan fungsional pencegah DMT2 yang bersumber dari kearifan lokal, meskipun tingkat kesadaran masyarakat terhadap potensi tersebut belum banyak diteliti. Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini dirancang untuk memperkuat kapasitas mahasiswa Prodi Kimia Universitas Negeri Jakarta (UNJ) dalam berperan sebagai agen edukasi pencegahan DMT2 yang bersumber dari hasil riset pangan fermentasi kedelai bagi kalangan remaja. Rangkaian kegiatan diawali dengan uji proksimat terhadap produk fermentasi kedelai, dilanjutkan dengan *pre-test*, pemaparan materi, pelatihan pembuatan poster ilmiah, serta *post-test* yang melibatkan 65 mahasiswa. Tingkat keberhasilan program diukur melalui *gain* ternormalisasi (*g*), penilaian berbasis rubrik poster, dan kuesioner umpan balik peserta. Temuan menunjukkan bahwa oncom hitam memiliki kandungan protein dan lemak paling tinggi diantara produk yang diuji. Delapan belas dari 20 butir pengetahuan mencatatkan *gain* berkategori tinggi ($\langle g \rangle \geq 0,7$). Keseluruhan poster yang dihasilkan oleh 16 kelompok memperoleh nilai baik hingga sangat baik (skor 3-4). Sebanyak 96,92% peserta menyatakan kepuasan tinggi dan bersedia merekomendasikan program ini kepada pihak lain. Dengan capaian tersebut, PkM ini terbukti berhasil meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap DMT2 serta data proksimat pangan fermentasi kedelai, dari kategori rendah-sedang menjadi tinggi, sekaligus membekali mereka dengan kompetensi komunikasi sains untuk menyosialisasikan pencegahan DMT2 kepada remaja melalui media poster ilmiah.

Kata Kunci: Diabetes Melitus Tipe 2, Pangan Fermentasi Kedelai, Edukasi Sebaya, Komunikasi Sains, Pemberdayaan Mahasiswa.

ABSTRACT

The rising incidence of Type 2 Diabetes Mellitus (T2DM) among adolescents constitutes an escalating global health concern. Soy-based fermented foods, namely tempeh, red oncom, black oncom, and tauco, represent promising preventive functional foods rooted in local wisdom, although public awareness regarding their utilization has rarely been examined. This community service program (PkM) was developed to strengthen the capacity of Chemistry students at Universitas Negeri Jakarta (UNJ) to serve as health-education agents for T2DM prevention among adolescents, grounded in research on fermented soybean foods. The program commenced with proximate analysis of the fermented soy products, continued with a pre-test, delivery of educational content, scientific-poster training, and a post-test administered to 65 students. Program effectiveness was evaluated using the normalized gain (g), a poster-assessment rubric, and participant feedback questionnaires. Findings revealed that black oncom exhibited the highest protein and fat content among the products examined. Eighteen of the twenty knowledge items attained a high-gain category ($g \geq 0.7$), while posters produced by all 16 student groups received good-to-excellent ratings (score 3 to 4). A proportion of 96.92% of participants reported high satisfaction and expressed willingness to recommend the program to others. These outcomes confirm that the PkM successfully advanced students' comprehension of T2DM and the proximate composition of fermented soy foods from a low-to-moderate level to a high level, while simultaneously equipping them with science-communication competencies for disseminating T2DM-prevention messages to adolescents through scientific posters.

Keywords: *Type 2 Diabetes Mellitus, Fermented Soybean Food, Peer Education, Science Communication, Student Empowerment.*

1. PENDAHULUAN

Perubahan pola konsumsi pangan, menurunnya aktivitas fisik, serta meluasnya gaya hidup sedentari menjadikan diabetes melitus tipe 2 (DMT2) sebagai persoalan kesehatan global yang kian banyak dijumpai pada kelompok remaja dan dewasa muda (Popkin et al., 2020). Angka prevalensi DMT2 yang telah distandardisasi menurut usia di Indonesia tercatat sebesar 11,3% dari populasi dewasa atau setara 20,4 juta jiwa, menjadikan Indonesia berada di posisi kelima tertinggi di dunia (International Diabetes Federation, 2025). Sementara sekitar 90% dari kasus tersebut berkaitan dengan pola hidup yang tidak sehat (Badan Kebijakan Pembangunan Kesehatan, 2024). Kajian komprehensif Titmuss et al. (2024) mengonfirmasi bahwa laju kenaikan insiden DMT2 pada remaja, yaitu sekitar 4,8% setiap tahun, berjalan seiring dengan tren serupa pada populasi dewasa secara global.

Periode remaja merupakan fase krusial mengingat kebiasaan pola makan, tingkat aktivitas fisik, dan orientasi nilai kesehatan yang terbentuk pada masa ini umumnya terbawa hingga usia dewasa (Titmuss et al., 2024). Diantara faktor risiko yang paling berpengaruh terdapat obesitas, kurang gerak dalam jangka panjang, konsumsi pangan tinggi gula dan lemak, serta faktor keturunan (American Diabetes Association, 2024; Fortnum et al., 2025). Bila tidak mendapat penanganan yang memadai, DMT2 dapat memicu komplikasi kronis pada organ kardiovaskular, ginjal, maupun mata, sehingga turut mendorong peningkatan angka kesakitan dan kematian dini (American

Diabetes Association, 2024). Dampak tersebut juga menimbulkan beban pembiayaan kesehatan yang tidak kecil (Badan Penyelenggara Jaminan Sosial Kesehatan, 2025), selaras dengan proyeksi kerugian produktivitas ekonomi global akibat diabetes dalam skala yang jauh lebih luas (International Diabetes Federation, 2025). Beban yang besar ini memperkuat urgensi penerapan strategi pencegahan primer yang menyasar kelompok usia produktif sejak dini, termasuk di dalamnya remaja dan dewasa muda.

Mengingat intervensi edukasi berbasis komunitas pada kelompok berisiko terbukti mampu menekan angka kejadian diabetes (Shirvani et al., 2021), institusi pendidikan memiliki peluang besar untuk difungsikan sebagai wahana strategis edukasi pencegahan DMT2. Sejalan dengan hal tersebut, pendekatan edukasi sebaya (*peer education*) yang diselenggarakan melalui institusi pendidikan juga terbukti mampu meningkatkan pengetahuan, keyakinan kesehatan (*health belief*), sekaligus perilaku preventif DMT2 pada kelompok remaja (Amenah et al., 2023; Jauhari et al., 2025; Maba et al., 2025). Meski demikian, wawasan remaja tentang diabetes pada umumnya masih beragam dan belum memadai, serta belum tentu berujung pada tindakan pencegahan yang nyata (Chu et al., 2023; Mosa et al., 2025). Berdasarkan hal tersebut, identifikasi tingkat pengetahuan awal peserta menjadi tahapan penting yang mendasari perancangan materi edukasi agar selaras dengan kebutuhan spesifik dan konteks sosial kelompok sasaran (Sitaula et al., 2022).

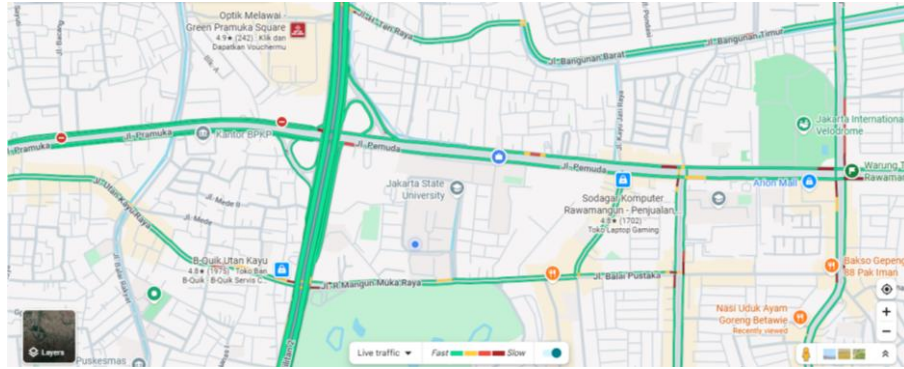
Keberhasilan edukasi pencegahan DMT2 sangat dipengaruhi oleh kesesuaian karakteristik sosial budaya dan kebiasaan konsumsi pangan masyarakat sasaran. Dengan demikian, pesan kesehatan yang disertai contoh pangan lokal berbasis bukti ilmiah pada umumnya lebih mudah diterima, dipahami, dan diterapkan dibandingkan penyampaian informasi gizi yang sifatnya umum. Pergeseran pola konsumsi dari bahan pangan nabati tradisional menuju produk olahan berkalori tinggi turut mempercepat penyebaran DMT2 di berbagai negara berkembang, tidak terkecuali Indonesia (Popkin et al., 2020). Dalam konteks tersebut, produk pangan hasil fermentasi kedelai khas Indonesia yaitu tempe, oncom, dan tauco, berpotensi difungsikan sebagai pangan fungsional pencegah DMT2. Hal ini didukung oleh fakta bahwa proses fermentasi oleh mikroba terbukti meningkatkan kandungan peptida bioaktif dan senyawa fenolik yang berkaitan dengan aktivitas antidiabetes, antioksidan, maupun antihipertensi (Kurnianto et al., 2025; Ayustaningwarno et al., 2026). Sekalipun bukti ilmiah mengenai bioaktivitas pangan tersebut cukup menjanjikan, kajian empiris yang secara spesifik mengukur tingkat kesadaran masyarakat, khususnya remaja terhadap potensi pangan fermentasi lokal sebagai upaya pencegahan DMT2 masih sangat terbatas (Kurnianto et al., 2025). Kesenjangan antara ketersediaan bukti ilmiah dan pemanfaatannya secara praktis dalam edukasi kesehatan masyarakat inilah yang mendasari urgensi program sosialisasi berbasis riset yang diusulkan.

Pelibatan mahasiswa terutama yang berlatar belakang Kimia dan Biokimia sebagai agen sosialisasi dapat menjadi jembatan antara kompetensi akademik yang dimiliki dengan kebutuhan riil komunitas, sekaligus mengintegrasikan temuan ilmiah tentang pangan fermentasi kedelai ke dalam materi edukasi kesehatan (Marco et al., 2021). Mahasiswa Program Studi Kimia UNJ dipilih sebagai sasaran program karena telah menempuh perkuliahan Biokimia dan Kimia Pangan.

Hal ini menjadikan mereka memiliki dasar konseptual yang cukup untuk memahami mekanisme pengendalian DMT2 melalui pangan fermentasi kedelai. Dasar konseptual tersebut menjadi bekal utama bagi mahasiswa untuk mengomunikasikan kembali informasi ilmiah kepada masyarakat, khususnya remaja, dengan memanfaatkan poster ilmiah sebagai media edukasi yang efektif dan mudah dicerna. Secara umum, kegiatan pengabdian kepada masyarakat (PkM) ini bertujuan memperkuat kapasitas mahasiswa Kimia UNJ sebagai agen edukasi kesehatan dalam menyosialisasikan pencegahan DMT2 berdasarkan hasil riset mengenai pangan fermentasi kedelai (tempe, oncom, dan tauco). Secara lebih spesifik, program ini diarahkan untuk: (1) meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap penerapan strategi pencegahan DMT2 beserta data proksimat pangan fermentasi kedelai; dan (2) membekali mahasiswa dengan kemampuan menyusun media komunikasi sains berupa poster ilmiah guna menyosialisasikan pencegahan DMT2 dan hasil riset tersebut kepada remaja sebagai kelompok sasaran.

2. MASALAH DAN RUMUSAN PERTANYAAN

Laju peningkatan prevalensi DMT2 pada remaja yang secara global diperkirakan mencapai 4,8% per tahun berpotensi ditekan melalui intervensi edukasi berbasis komunitas maupun pendekatan *peer education*. Kedua pendekatan tersebut telah terbukti secara empiris mampu menurunkan insiden DMT2. Kendati demikian, pengetahuan remaja tentang diabetes masih bersifat heterogen dan belum tentu merefleksikan perilaku pencegahan yang nyata. Keberhasilan edukasi, dalam hal ini, sangat ditentukan oleh kesesuaian materi dengan konteks sosial budaya serta kebiasaan konsumsi pangan kelompok sasaran. Berdasarkan dari tantangan tersebut, pangan fermentasi kedelai khas Indonesia seperti tempe, oncom, dan tauco menawarkan peluang strategis sebagai materi edukasi berbasis kearifan lokal. Peluang tersebut semakin diperkuat oleh bukti ilmiah yang kian kuat mengenai peran pangan fermentasi kedelai sebagai agen preventif DMT2, yang dimediasi oleh kandungan peptida bioaktif dan senyawa fenolik dengan aktivitas antidiabetes yang telah teridentifikasi. Meski demikian, kajian empiris yang secara spesifik mengukur tingkat kesadaran masyarakat, terutama remaja, terhadap potensi pangan lokal tersebut sebagai strategi pencegahan DMT2 masih sangat terbatas. Oleh karena itu, terdapat kesenjangan antara ketersediaan bukti ilmiah dengan pemanfaatannya secara nyata dalam edukasi kesehatan masyarakat. Guna mengatasi kesenjangan tersebut, peran agen edukasi yang memahami konteks sosial budaya kelompok sasaran sekaligus menguasai dasar ilmiah pangan fermentasi kedelai dapat diperankan oleh mahasiswa Kimia UNJ yang telah dibekali konsep Biokimia dan Kimia Pangan. Sayangnya, potensi mahasiswa sebagai komunikator sains ini belum dioptimalkan secara terstruktur untuk menjembatani kompetensi akademik yang mereka miliki dengan kebutuhan edukasi kesehatan di tengah masyarakat.



Gambar 1. PkM dilaksanakan di Gedung Hasjim Asj'arie Lantai 6 Kampus A UNJ, J. Rawamangun Muka Raya, Kelurahan Rawamangun, Kecamatan Pulo Gadung, Jakarta Timur 13220

Berdasarkan permasalahan tersebut, rumusan pertanyaan dari PkM meliputi:

- Sejauh mana tingkat pemahaman mahasiswa Kimia UNJ terhadap konsep dasar DMT2 dan data proksimat pangan fermentasi kedelai (tempe, oncom, dan tauco) mengalami perubahan sebelum dan sesudah pelaksanaan program pemberdayaan, serta apakah capaian *gain* ternormalisasi $\langle g \rangle$ untuk tiap butir soal mampu memenuhi target $\geq 0,7$?
- Apakah pelaksanaan program pemberdayaan ini berhasil membekali mahasiswa dengan kemampuan komunikasi sains yang memadai untuk menyosialisasikan pencegahan DMT2 berbasis hasil riset kepada remaja sebagai kelompok sasaran?

3. KAJIAN PUSTAKA

Diabetes melitus (DM) merupakan kelompok gangguan metabolik yang ditandai hiperglikemia kronis akibat gangguan sekresi insulin, kerja insulin, atau keduanya (Hussain, 2025). Etiologi DMT2 bersifat multifaktorial, melibatkan interaksi kompleks antara resistensi insulin pada jaringan perifer dan disfungsi progresif sel beta pankreas akibat glukotoksisitas dan lipotoksisitas kronis (Roy et al., 2025). Mekanisme molekuler pendukung meliputi disfungsi mitokondria, stres oksidatif, inflamasi kronis derajat rendah, dan dismikrobiota usus (Wang et al., 2025; Mlynarska et al., 2025). Faktor risiko utama mencakup obesitas sentral, sindrom metabolik, inaktivitas fisik, pola makan tidak sehat, usia lanjut, durasi hiperglikemia, riwayat keluarga, serta penyakit hati berlemak nonalkoholik (Lu et al., 2024; Demissie et al., 2024; Mansour et al., 2023).

Secara klinis, DM ditandai poliuria, polidipsia, dan penurunan berat badan yang tidak dapat dijelaskan, meskipun sebagian besar kasus DMT2 bersifat asimtomatik pada tahap awal dan sering terdiagnosis secara insidental (Joseph, 2025). Hiperglikemia kronis yang tidak terkontrol menimbulkan komplikasi mikrovaskuler berupa retinopati, nefropati, dan neuropati diabetik, yang didasari disfungsi endotel dan akumulasi produk glikasi lanjut (Zakir et al., 2023; Dai et al., 2021), serta komplikasi makrovaskuler berupa penyakit jantung koroner, stroke, dan penyakit arteri perifer akibat aterosklerosis yang dipercepat (Siddiquea et al., 2026). Kedua kategori komplikasi tersebut saling berkaitan melalui mekanisme

patofisiologis bersama (Mansour et al., 2023; Emanuelsson et al., 2020). Diagnosis DM ditegakkan melalui pemeriksaan glukosa plasma puasa (≥ 126 mg/dL), tes toleransi glukosa oral (≥ 200 mg/dL), HbA1c ($\geq 6,5\%$), atau glukosa plasma sewaktu (≥ 200 mg/dL) (Lin et al., 2025).

Menurut kerangka *Health Belief Model*, kesediaan individu untuk mengadopsi perilaku pencegahan penyakit ditentukan oleh persepsi tentang kerentanan, keparahan, manfaat, dan hambatan yang dihadapi dalam menjalankan tindakan tersebut (Zhang & Wang, 2022). Selain itu, Teori Kognitif Sosial menegaskan bahwa efikasi diri (*self-efficacy*) menjadi faktor penentu keberhasilan perubahan perilaku, sebab merefleksikan sejauh mana individu yakin akan kemampuannya menjalankan perilaku preventif secara konsisten (Khazaei et al., 2023). Dengan demikian, peningkatan pengetahuan mahasiswa maupun remaja terhadap DMT2 idealnya disertai penguatan efikasi diri, agar tercipta perubahan perilaku yang berkelanjutan dan tidak berhenti pada aspek kognitif semata (Amenah et al., 2023).

Mekanisme antidiabetes pada pangan fermentasi kedelai dapat dijelaskan melalui aktivitas kapang selama proses fermentasi, yang memanfaatkan gula sederhana dan oligosakarida sebagai substrat energi metaboliknya. Akibatnya, matriks pangan yang dihasilkan memiliki kadar karbohidrat terlarut yang lebih rendah, namun kandungan proteinnya tetap terjaga atau bahkan meningkat (Hashimoto et al., 2023). Kombinasi perubahan biokimia inilah yang mendasari relevansi produk fermentasi kedelai sebagai pangan preventif DMT2, karena berasosiasi dengan indeks glikemik yang lebih terkendali dibandingkan kedelai maupun produk turunannya yang tidak difermentasi. Salah satu mekanisme molekuler inilah yang selanjutnya dijadikan materi inti dalam edukasi yang disosialisasikan kepada remaja.

Merujuk pada teori *experiential learning*, belajar bermakna ditempuh melalui empirik, reflektif, konseptual, dan aplikatif (Montesinos et al., 2023). Dengan mengacu pada konsep tersebut, mahasiswa Kimia UNJ menempati posisi ganda, yaitu sebagai penerima informasi sekaligus agen komunikasi sains. Dalam kapasitasnya sebagai agen komunikasi sains, mereka mengubah pengetahuan mengenai komposisi proksimat dan bioaktivitas pangan fermentasi kedelai menjadi materi edukasi yang aplikatif bagi masyarakat, terutama remaja. Program ini mengadaptasi model *peer education*, yang telah terbukti mampu meningkatkan pengetahuan dan keyakinan kesehatan melalui interaksi antarindividu dengan karakteristik sosial yang relatif sama (Amenah et al., 2023; Jauhari et al., 2025). Selain itu, program juga menerapkan prinsip intervensi edukasi berbasis komunitas melalui tahapan *pre-test*, penyampaian materi secara terstruktur, dan *post-test*, yang telah teruji efektif dalam mendukung upaya pencegahan DMT2 (Shirvani et al., 2021). Perpaduan antara *experiential learning*, *peer education*, dan intervensi komunitas yang terstruktur inilah yang menjadi landasan konseptual dalam merancang dan melaksanakan kegiatan PkM ini.

Arti penting program ini terletak pada upayanya menjembatani kesenjangan antara bukti ilmiah mengenai potensi antidiabetes pangan fermentasi kedelai dengan pemanfaatannya secara nyata dalam edukasi kesehatan remaja. Adapun kesenjangan tersebut, sejauh ini masih jarang dikaji secara empiris (Kurnianto et al., 2025). Setidaknya terdapat tiga aspek kontribusi program ini: bagi mahasiswa Kimia UNJ, program memadukan kompetensi Biokimia dan Kimia Pangan dengan kecakapan komunikasi sains sehingga memperkuat peran mereka sebagai agen edukasi kesehatan

berbasis bukti ilmiah; bagi kelompok remaja, program menghadirkan materi edukasi pencegahan DMT2 yang kontekstual dan bertumpu pada pangan lokal sehingga berpeluang meningkatkan penerimaan serta internalisasi pesan kesehatan; dan bagi pengembangan keilmuan, program ini menambah bukti empiris tentang efektivitas sosialisasi pangan fermentasi kedelai sebagai strategi pencegahan primer DMT2, sekaligus dapat dijadikan acuan bagi pengembangan program serupa di perguruan tinggi lain. Dalam cakupan yang lebih luas, program ini turut mendukung upaya pencegahan DMT2 pada kelompok usia produktif sekaligus mendorong hilirisasi hasil riset pangan fermentasi kedelai Indonesia ke dalam praktik edukasi kesehatan berbasis masyarakat (Badan Kebijakan Pembangunan Kesehatan, 2024; American Diabetes Association, 2024).

4. METODE

Sebagai tahap pendahuluan, penentuan kadar proksimat produk fermentasi kedelai dilaksanakan di Laboratorium Biokimia FMIPA UNJ selama bulan Maret - Mei 2026. Mengacu pada hasil analisis tersebut, kegiatan PKM kemudian dilaksanakan pada Juni 2026 dengan melibatkan 65 mahasiswa yang dipilih secara *purposive* berdasarkan kesediaan dan kesiapan mereka untuk berpartisipasi secara penuh dalam seluruh rangkaian kegiatan.

Cakupan analisis proksimat meliputi penetapan kadar karbohidrat, protein total, lemak total, energi total, air, dan abu. Uji kadar karbohidrat dimaksudkan untuk mengetahui kandungannya, memantau sisa laktosa dan proses fermentasi (Ramos et al., 2022). Adapun analisis protein total ditujukan untuk mengukur kandungan protein yang berkontribusi terhadap nilai gizi produk, memantau perkembangan fermentasi, mengidentifikasi kemungkinan potensi alergen (Varol & Karakas-Budak, 2025). Penetapan kadar lemak total berfungsi untuk mengevaluasi kandungan lemak, tingkat stabilitas, daya simpan produk (Seveline et al., 2025). Sementara itu, kadar air ditentukan guna menilai mutu, tekstur, stabilitas, kontrol mutu, dan masa simpan produk (Kadar et al., 2020). Sedangkan kadar abu dimanfaatkan untuk memperkirakan kandungan mineral total (kalsium, kalium, natrium, magnesium) dan mendeteksi adanya kontaminasi (Seveline et al., 2025; Herlina et al., 2022).

Pelaksanaan kegiatan terdiri dari perencanaan dan persiapan, pelaksanaan, serta evaluasi. Tahap perencanaan meliputi penyusunan rencana kerja, modul sosialisasi, dan penjadwalan kegiatan. Tahap pelaksanaan diawali dengan *pre-test* untuk mengevaluasi pemahaman awal, selanjutnya paparan materi dalam dua sesi (masing-masing 90 menit) mencakup pengenalan DMT2; faktor risiko beserta strategi pencegahannya; karakteristik dan kandungan gizi; senyawa bioaktif produk fermentasi kedelai dan mekanisme pengendalian glukosa darah; perkembangan temuan riset terkini; panduan memilih, mengolah, dan mengonsumsi sebagai bagian dari pola makan sehat.

Setelah itu, peserta mengikuti pelatihan penyusunan poster ilmiah berbasis hasil penelitian untuk mengasah keterampilan komunikasi sains dalam menyosialisasikan pencegahan DMT2. Kegiatan pelatihan dilengkapi dengan diskusi dan tanya jawab untuk mengklarifikasi berbagai isu terkait DMT2 dan produk fermentasi kedelai.

Pada tahap evaluasi, dilakukan perbandingan hasil *post-test pre-test* guna menilai efektivitas kegiatan dalam meningkatkan pemahaman tentang

pencegahan DMT2 melalui konsumsi produk fermentasi kedelai. Evaluasi turut mencakup penilaian terhadap poster ilmiah karya mahasiswa dengan menggunakan rubrik enam aspek, yakni kualitas substansi ilmiah, ketepatan dan kejelasan pesan, kemampuan menyederhanakan konsep ilmiah, komunikasi visual, kreativitas desain, dan tingkat keterbacaan, memakai skala empat tingkat (4 = sangat baik, 3 = baik, 2 = cukup, 1 = kurang). Poster-poster selanjutnya dimanfaatkan sebagai media sosialisasi kepada teman sebaya, keluarga, dan masyarakat luas dalam rangka meningkatkan kesadaran serta mendorong penerapan pola makan dan gaya hidup sehat. Sebagai pelengkap, peserta juga mengisi angket umpan balik untuk menilai pelaksanaan kegiatan serta tingkat keterlibatan dan partisipasi aktif mereka selama program berlangsung. Adapun evaluasi lanjutan direncanakan untuk mengukur efektivitas poster dalam menyampaikan pesan kesehatan dan mendorong perubahan perilaku pada kelompok sasaran.

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Hasil

Tabel 1 menyajikan profil peserta kegiatan. Data pada Tabel 1 memperlihatkan bahwa peserta perempuan (45 orang, 69,23%) mendominasi jumlah keseluruhan dibandingkan peserta laki-laki (20 orang, 30,77%).

Tabel 1. Distribusi Frekuensi Karakteristik Mahasiswa UNJ

Karakteristik	n	%
Jenis kelamin		
Perempuan	45	69,23
Laki-laki	20	30,77
Sumber informasi DMT2		
Dosen	22	33,85
Orang tua dan keluarga	8	12,32
Media sosial (<i>online, offline</i>)	16	24,61
Teman	16	24,61
Petugas kesehatan	3	4,61
Total	65	100

Hal ini mengindikasikan keaktifan mahasiswa perempuan lebih tinggi. Ditinjau dari sumber informasi mengenai DMT2, mayoritas peserta (22 orang, 33,85%) mendapatkan informasi dari dosen, diikuti media sosial dan teman sebaya yang masing-masing berkontribusi sebesar 16 orang (24,61%), kemudian orang tua (8 orang, 12,32%). Sementara kontribusi paling rendah berasal dari petugas kesehatan (3 orang, 4,61%). Pola ini menegaskan bahwa dosen berperan paling berpengaruh sebagai penyedia edukasi kesehatan untuk mahasiswa, melampaui peran orang tua.

Analisis proksimat (meliputi kadar karbohidrat, protein, lemak, air, dan abu) diterapkan pada produk fermentasi kedelai (yaitu oncom merah, oncom hitam, tauco). Data komposisi gizi tempe pada Tabel 2 mengacu pada Rukmelia et al. (2024) sebagai nilai pembanding baku, sementara nilai gizi oncom dan tauco merupakan hasil pengujian langsung yang dilakukan dalam kegiatan ini.



Gambar 2. Pembicara Memaparkan Materi



Gambar 3. Mahasiswa UNJ sebagai Peserta Kegiatan

Merujuk pada Tabel 2, oncom hitam mencatatkan kandungan protein (18,77 g/100 g) dan lemak (16,02 g/100 g) tertinggi diantara seluruh produk, sedikit melampaui tempe pada parameter protein, sementara oncom merah dan tauco menunjukkan kadar protein yang lebih rendah dan relatif setara (berturut-turut 9,02 dan 9,93 g/100 g). Kadar air paling tinggi dijumpai pada oncom merah (76,26 g/100 g), sedangkan tauco justru menunjukkan kadar air terendah namun kadar abu tertinggi (17,99 g/100 g) yang cukup mencolok dibandingkan produk lainnya. Kandungan karbohidrat pada keempat produk secara umum tergolong rendah (1,85-5,48 g/100 g), dengan oncom hitam mencatatkan nilai paling rendah.

Tabel 2. Hasil Pengujian Nilai Gizi Produk Fementasi Kedelai

No	Parameter	Tempe (Rukmelia et al. (2024))	Oncom Merah	Oncom Hitam	Tauco
1	Total Karbohidrat (g/100g)	5,48	4,31	1,85	4,77
2	Total Protein (g/100g)	17,86	9,02	18,77	9,93
3	Total Lemak (g/100g)	10,31	9,39	16,02	11,14

4	Kadar Air (g/100g)	60,00	76,26	62,75	56,17
5	Kadar Abu (g/100g)	1,55	1,02	0,61	17,99



Gambar 4. Sesi Interaktif antara Narasumber dan Peserta

Tingkat keberhasilan sosialisasi dievaluasi menggunakan instrumen berisi 20 butir pengetahuan (*pre-test* dan *post-test*, 65 peserta) yang mencakup ranah Biokimia Klinis DMT2 maupun Kimia Pangan fermentasi kedelai. Pengukuran efektivitas dilakukan berdasarkan proporsi jawaban benar serta *gain* ternormalisasi $\langle g \rangle$ (Harerimana et al., 2023), dihitung dengan rumus:

$$g = \frac{(\%posttest) - (\%pretest)}{100 - \%pretest}$$

Dengan kategori efektivitas $\langle g \rangle \geq 0,7$ tinggi; $0,3 \leq \langle g \rangle < 0,7$ sedang; dan $\langle g \rangle < 0,3$ rendah. Seluruh data hasil evaluasi disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Gambaran Jawaban Peserta pada *Pre-Test* dan *Post-Test*

No	Item Pertanyaan	<i>Pre-test</i>	<i>Post-test</i>	<i>Gain (g)</i>
1	DMT2 didefinisikan sebagai kondisi metabolik yang ditandai oleh...	20,00	93,85	0,92 (tinggi)
2	Kadar glukosa darah puasa (setelah 8 jam tanpa asupan kalori) yang menjadi kriteria diagnosis utama untuk DMT2 menurut standar ADA (American Diabetes Association) adalah...	26,15	98,46	0,98 (tinggi)
3	Pengukuran HbA1c menunjukkan rerata kadar glukosa darah selama periode waktu...	21,54	87,69	0,84 (tinggi)
4	Metformin merupakan terapi lini pertama pada DMT2. Mekanisme kerja biokimia utama metformin di tingkat hepatosit adalah...	18,46	81,54	0,77 (tinggi)
5	Perbedaan patofisiologi paling mendasar DMT1 dan DMT2 adalah...	89,23	96,92	0,71 (tinggi)
6	Hormon insulin yang berfungsi menurunkan kadar glukosa darah	100	100	-

No	Item Pertanyaan	Pre-test	Post-test	Gain (g)
	diproduksi oleh sel spesifik di pankreas, yaitu...			
7	Hormon glukagon memiliki efek metabolik yang berlawanan dengan insulin. Efek utama glukagon terhadap metabolisme karbohidrat adalah...	98,46	100	1,00 (tinggi)
8	Komplikasi kronis DMT2 yang termasuk kelompok komplikasi ikrovaskular adalah...	40,00	90,77	0,85 (tinggi)
9	Indeks HOMA-IR (<i>Homeostatic Model Assessment of Insulin Resistance</i>) digunakan secara klinis untuk...	30,77	89,23	0,84 (tinggi)
10	Kadar glukosa 2 jam PP pada orang normal (non-diabetes) secara umum adalah...	100	100	-
11	Kapang (jamur) dominan dalam proses fermentasi tempe adalah...	32,31	92,31	0,89 (tinggi)
12	Kedelai mengandung senyawa bioaktif golongan isoflavone yaitu Genistein dan Daidzein. Dalam konteks pencegahan DMT2, salah satu fungsi dasar isoflavon adalah...	53,85	96,92	0,93 (tinggi)
13	Kedelai mentah mengandung oligosakarida (stakiosa dan raffinosa) yang sulit dicerna dan menyebabkan flatulensi (perut kembung). Selama proses fermentasi tempe, oligosakarida ini akan...	73,85	100	1,00 (tinggi)
14	Enzim α -glukosidase yang terdapat pada <i>brush border</i> usus halus berfungsi memecah disakarida menjadi monosakarida. Penghambatan enzim ini akan mengakibatkan...	86,15	100	1,00 (tinggi)
15	Mikroorganisme yang berperan dalam fermentasi oncom adalah...	50,77	93,85	0,88 (tinggi)
16	Pada penderita DMT2, konsumsi protein kedelai yang tinggi bermanfaat karena...	93,85	100	1,00 (tinggi)
17	Peptida bioaktif yang dihasilkan selama hidrolisis protein kedelai oleh enzim mikroba selama fermentasi dapat memengaruhi kadar glukosa darah. Efek utama peptida ini adalah...	66,15	92,31	0,77 (tinggi)
18	Indeks Glikemik (IG) adalah ukuran seberapa cepat suatu makanan meningkatkan kadar glukosa darah.	72,31	100	1,00 (tinggi)

No	Item Pertanyaan	Pre-test	Post-test	Gain (g)
	Produk pangan yang memiliki Indeks Glikemik Rendah (IG < 55) berarti...			
19	Dalam kedelai, isoflavon umumnya terikat dengan gula (glukosa) membentuk glikosida (daidzin dan genistin), yang kurang diserap. Selama fermentasi, terjadi hidrolisis menjadi bentuk...	83,08	98,46	0,91 (tinggi)
20	Dalam konteks pemberdayaan mahasiswa di masyarakat, proses pembuatan produk fermentasi kedelai dipilih sebagai intervensi pencegahan DMT2 karena alasan strategis dasar, yaitu...	86,15	92,31	0,45 (sedang)



Gambar 5. Contoh Poster Ilmiah Karya Peserta

Seluruh butir soal menunjukkan kenaikan skor dari *pre-test* menuju *post-test*, dengan rincian 18 dari 20 butir mencapai kategori *gain* tinggi ($\langle g \rangle \geq 0,7$), satu butir (nomor 20) pada kategori *gain* sedang ($\langle g \rangle = 0,45$), sementara dua butir lainnya (nomor 6 dan 10) telah mencapai skor sempurna (100%) sejak *pre-test* sehingga nilai *gain* ternormalisasi tidak dapat dihitung. Kenaikan skor absolut paling besar tercatat pada butir 1 (+73,85 poin persentase) dan butir 2 (+72,31 poin persentase).

Keseluruhan poster ilmiah yang berasal dari 16 tim mahasiswa berhasil memperoleh skor pada rentang 3 sampai 4 (kategori baik hingga sangat baik). Penilaian berdasarkan enam aspek rubrik yang meliputi kualitas substansi ilmiah, ketepatan pesan, kemampuan penyederhanaan konsep, komunikasi visual, kreativitas desain, dan keterbacaan. Contoh poster ilmiah hasil karya mahasiswa disajikan pada Gambar 5.

Berdasarkan Tabel 4, respons peserta terhadap pelaksanaan kegiatan tergolong sangat positif, yang mengindikasikan bahwa program ini telah menjawab kebutuhan dan ekspektasi peserta. Tercatat 96,92% peserta menyatakan sangat setuju bahwa kegiatan ini berhasil meningkatkan pengetahuan mengenai pencegahan DMT2 dan produk fermentasi kedelai. Hal ini mendorong penerapan pola makan dan gaya

hidup sehat, serta memotivasi mereka untuk menyebarkan informasi kepada teman dan keluarga. Kelompok peserta yang sama juga menyatakan kepuasan tinggi terhadap pelaksanaan kegiatan, menilai program ini bermanfaat, dan bersedia merekomendasikannya kepada mahasiswa lain.



Gambar 6. Contoh Poster Ilmiah Karya Peserta

Tabel 4. Daftar Pertanyaan dan Rekapitulasi Hasil Angket Umpan Balik Peserta Kegiatan

No	Daftar Pertanyaan	Persentase (%)			
		SS*	S*	KS*	TS*
A. Penyelenggaraan Kegiatan					
1	Kegiatan dilaksanakan sesuai jadwal yang telah ditentukan	90,77	9,23	0	0
2	Tempat dan fasilitas kegiatan nyaman serta mendukung proses pembelajaran	92,31	7,69	0	0
3	Panitia memberikan pelayanan yang baik selama kegiatan berlangsung	93,85	6,15	0	0
4	Alokasi waktu setiap sesi sudah memadai	93,85	6,15	0	0
B. Materi					
5	Materi sesuai dengan kebutuhan mahasiswa	90,77	9,23	0	0
6	Materi disampaikan secara sistematis dan mudah dipahami	90,77	9,23	0	0
7	Materi memberikan pemahaman yang lebih baik tentang DMT2	95,38	4,62	0	0
8	Materi menjelaskan manfaat produk fermentasi kedelai berdasarkan bukti ilmiah	95,38	4,62	0	0
9	Materi memberikan informasi yang dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari	95,38	4,62	0	0
C. Narasumber					
10	Narasumber menguasai materi dengan baik	92,31	7,69	0	0
11	Narasumber menjelaskan materi secara jelas dan komunikatif	92,31	7,69	0	0

No	Daftar Pertanyaan	Persentase (%)			
		SS*	S*	KS*	TS*
12	Narasumber mampu menjawab pertanyaan peserta dengan baik dan tepat	95,38	4,62	0	0
13	Narasumber mendorong peserta untuk aktif berdiskusi	92,31	7,69	0	0
D. Media dan Metode Pembelajaran					
14	Media edukasi (slide dan video) menarik dan mudah dipahami	90,77	9,23	0	0
15	Contoh dan ilustrasi yang diberikan memudahkan pemahaman materi	95,38	4,62	0	0
16	Metode penyampaian membuat saya aktif mengikuti kegiatan	92,31	7,69	0	0
17	Diskusi dan sesi tanya jawab membantu memperjelas materi	92,31	7,69	0	0
E. Manfaat Kegiatan					
18	Kegiatan meningkatkan pengetahuan saya mengenai pencegahan DMT2	96,92	3,08	0	0
19	Kegiatan meningkatkan pemahaman saya mengenai produk fermentasi kedelai	96,92	3,08	0	0
20	Saya lebih termotivasi untuk mengonsumsi produk fermentasi kedelai sebagai bagian dari pola makan sehat	96,92	3,08	0	0
21	Saya lebih mampu memilih produk fermentasi kedelai yang aman dan berkualitas	95,38	4,62	0	0
22	Saya terdorong untuk menerapkan gaya hidup sehat guna mencegah DMT2	96,92	3,08	0	0
23	Saya bersedia membagikan informasi yang diperoleh kepada teman atau keluarga	96,92	3,08	0	0
F. Kepuasan dan Keberlanjutan Program					
24	Secara keseluruhan saya puas terhadap pelaksanaan kegiatan ini	96,92	3,08	0	0
25	Kegiatan ini bermanfaat bagi mahasiswa	96,92	3,08	0	0
26	Kegiatan serupa perlu dilaksanakan secara berkelanjutan	95,38	4,62	0	0
27	Saya bersedia mengikuti kegiatan lanjutan dengan tema yang sama	95,38	4,62	0	0
28	Saya akan merekomendasikan kegiatan ini kepada mahasiswa lain	96,92	3,08	0	0

*SS = Sangat setuju; S = Setuju; KS = Kurang Setuju; TS = Tidak Setuju

b. Pembahasan

Tingginya proporsi mahasiswa perempuan (69,23%) selaras dengan kecenderungan umum bahwa perempuan cenderung lebih aktif mengakses layanan edukasi kesehatan preventif (Howell et al., 2023; Hamzah et al., 2024). Namun beban DMT2 pada laki-laki dewasa muda justru tercatat lebih tinggi secara global (Wang et al., 2025; Xu et al., 2025). Dominasi dosen sebagai sumber informasi utama (33,85%) mempertegas peran tenaga pendidik sebagai *quality gatekeeper*

informasi ilmiah. Minimnya kontribusi tenaga kesehatan (4,61%) mengindikasikan perlunya penguatan kolaborasi antara institusi pendidikan dan layanan kesehatan (Khlaifat et al., 2020). Temuan ini juga menegaskan pentingnya pemberdayaan mahasiswa sebagai agen edukasi, dengan memperluas keterlibatan mahasiswa laki-laki pada program serupa selanjutnya.

Hasil analisis proksimat memperlihatkan adanya variasi komposisi gizi antar produk fermentasi kedelai yang relevan untuk dijadikan materi edukasi preventif DMT2. Kandungan protein tauco (9,93 g/100 g) sebanding dengan oncom merah dan konsisten dengan temuan Herlina et al. (2022) yang menyatakan bahwa kandungan protein tauco rendah akibat degradasi protein menjadi peptida dan asam amino bebas selama tahap perendaman garam pasca fermentasi *koji*. Kadar air tertinggi dijumpai pada oncom merah (76,26 g/100 g), yang berkaitan dengan kemampuan serat pangan mengikat air. Sementara kadar air tauco terendah (56,17 g/100 g) akibat proses penggaraman dan pematangan. Tempe dan oncom hitam berada pada posisi menengah karena tidak melewati tahap penggaraman tersebut (Wijaya et al., 2024). Kadar abu tauco yang jauh lebih tinggi (17,99 g/100 g) bersumber dari akumulasi NaCl (Herlina et al., 2022). Hal ini mengisyaratkan perlunya pembatasan jumlah konsumsi terkait risiko hipertensi sebagai komorbiditas DMT2. Kondisi berbeda dengan tempe dan oncom yang lebih berpotensi sebagai sumber protein dan senyawa bioaktif preventif.

Bebeda dengan parameter proksimat lainnya, kandungan karbohidrat pada keempat produk relatif seragam (1,85-5,48 g/100 g). Nilai oncom hitam terendah sebagai konsekuensi pemanfaatan gula sederhana dan oligosakarida oleh kapang selama fermentasi, yang berpotensi meningkatkan bioavailabilitas isoflavon aglikon (Gbedo et al., 2025; Nurmilah et al., 2024), sekaligus mendukung respons glikemik. Secara umum, tempe dan oncom hitam unggul sebagai sumber protein meski kadar lemaknya perlu diperhatikan. Sementara oncom merah relatif rendah lemak dan abu namun membutuhkan kombinasi sumber protein lain. Tauco tetap memiliki nilai gizi meski konsumsinya perlu dibatasi mengingat kandungan natriumnya yang tinggi. Perbedaan karakteristik biokimia antar produk menuntut mahasiswa Kimia untuk mampu memberikan rekomendasi konsumsi yang spesifik dan berbasis bukti. Dengan demikian, mereka tidak boleh menggeneralisasi manfaat yang dianggap setara diantara seluruh produk. Data tempe yang digunakan bersumber dari rujukan sekunder (Rukmelia et al. (2024), sehingga hasil perbandingannya bersifat indikatif. Selain itu, data proksimat pada Tabel 2 belum mencakup mikronutrien spesifik seperti isoflavon, profil asam amino, maupun kadar natrium yang terpisah dari abu total, sehingga interpretasi terhadap mekanisme antidiabetesnya tetap memerlukan konfirmasi melalui analisis biokimia lebih lanjut.

Dominasi kategori *gain* tinggi ($(g) \geq 0,7$) pada 18 dari 20 item (0,71-1,00) mengindikasikan efektivitas intervensi edukasi yang melampaui temuan Harerimana et al. (2023) maupun Alzaben et al. (2023). Kondisi ini diduga terkait dengan pendekatan sosialisasi terstruktur berbasis mahasiswa Kimia yang memadukan materi ilmiah dengan keterampilan komunikasi sains, serta dominasi peserta perempuan (69,23%) yang sejalan dengan temuan Hussain et al. (2026). Butir 6 dan 10 mencapai skor maksimal sejak *pre-test* karena keduanya merupakan konsep Biologi

Dasar yang telah dikuasai peserta sejak jenjang SMA/MA hingga perguruan tinggi. Hal ini berbeda dengan kondisi *baseline* yang relatif rendah (28,4%) pada remaja dalam studi Hussain et al. (2026). Adapun *baseline* tinggi pada butir 7 dan 5 mencerminkan pemahaman dasar fisiologi endokrin yang telah terintegrasi dalam perkuliahan Biokimia.

Sebaliknya, *baseline* terendah yang berpadu dengan *gain* terbesar (butir 1, 2, 3, 4, dan 9; $\langle g \rangle = 0,77-0,98$) berkaitan dengan aspek klinis-diagnostik DMT2 yang umumnya lebih mendalam diajarkan pada bidang kesehatan dibandingkan Kimia Dasar. Kondisi ini konsisten dengan temuan Khlaifat et al. (2020) dan sekaligus mempertegas efektivitas sosialisasi berbasis komunikasi sains dalam menjembatani kesenjangan pengetahuan tersebut. Pada domain fermentasi kedelai, variasi nilai *baseline* (butir 13: 73,85%; butir 15: 50,77%; butir 11: 32,31%) mencerminkan perbedaan antara pengetahuan empiris yang umum diketahui (efek flatulensi) dengan konsep Mikrobiologi (identifikasi jenis kapang) yang diperoleh melalui jalur pendidikan formal (Wijaya et al., 2024). Kecenderungan serupa tampak pada butir 12 dan 19, dimana pengetahuan tentang isoflavon lebih dipahami dibandingkan mekanisme Biokimianya dalam pencegahan DMT2 (Kuryłowicz, 2020). Sementara itu, *gain* tinggi pada butir 14 dan 17 mengonfirmasi adanya peningkatan pemahaman terhadap mekanisme antidiabetes tempe (Ayustaningwarno et al., 2026).

Butir 20 sebagai satu-satunya butir dengan kategori *gain* sedang ($\langle g \rangle = 0,45$), dengan nilai *baseline* yang relatif tinggi (86,15%), mencerminkan pemahaman awal peserta terhadap alasan pemilihan pangan fermentasi kedelai sebagai media edukasi. Kondisi ini didukung oleh kedekatan kultural tempe, oncom, dan tauco dalam kehidupan masyarakat Indonesia (Howell et al., 2023). Variasi nilai *gain* antar butir soal mengindikasikan bahwa efektivitas intervensi sangat bergantung pada tingkat keterpaparan peserta terhadap konsep dasar. Hal ini berbeda dengan konsep yang berakar pada pengalaman kultural. Lebih lanjut, strategi komunikasi sains terbukti paling berdampak pada domain-domain yang sebelumnya kurang dikuasai oleh peserta.

Rubrik penilaian yang digunakan mencakup enam aspek yang mengacu pada Peeters et al. (2025). Hasil evaluasi terhadap poster ilmiah yang dikerjakan oleh 16 kelompok mahasiswa memperlihatkan bahwa seluruh karya berhasil memenuhi keenam aspek rubrik tersebut dengan skor berkisar antara 3 (baik) hingga 4 (sangat baik). Variasi nilai *gain* antar butir soal mengindikasikan bahwa efektivitas intervensi sangat bergantung pada tingkat pemahaman peserta terhadap konsep dasar. Hal ini berbeda dengan konsep konsep yang berakar pada pengalaman kultural.

Besarnya proporsi peserta yang menyatakan sangat setuju terhadap manfaat, kepuasan, dan keberlanjutan program (96,92%) menjadi indikator efektivitas strategi edukasi berbasis komunitas dalam mencapai aspek kognitif sekaligus afektif. Hasil ini sesuai dengan penelitian Shirvani et al. (2021) mengenai kontribusi positif intervensi berbasis komunitas terhadap pengetahuan dan perilaku pencegahan DMT2. Efektivitas tersebut turut didukung oleh pendekatan yang memadukan informasi ilmiah dengan konteks pangan lokal yang familiar, yaitu produk fermentasi kedelai, sehingga materi menjadi lebih mudah dipahami dan relevan dengan pengalaman konsumsi sehari-hari peserta.

Tingginya motivasi peserta untuk mengonsumsi produk fermentasi kedelai sejalan dengan bukti ilmiah mengenai aktivitas bioaktif hasil fermentasi. Aktivitas bioaktif tersebut berperan dalam meningkatkan sensitivitas insulin, menekan resistensi insulin, serta menunjang fungsi dan massa sel β pankreas (Ayustaningwarno et al., 2026). Selain itu, aktivitas ini juga memodulasi metabolit mikrobiota usus melalui aktivitas antioksidan, antiinflamasi dan antidiabetes (Hashimoto et al., 2023). Dengan demikian, peningkatan motivasi peserta tersebut mencerminkan keberhasilan proses edukasi sekaligus pemahaman mereka terhadap mekanisme biologis dan potensi manfaat kesehatan dari produk fermentasi kedelai.

Tingginya tingkat kepuasan peserta terhadap pelaksanaan kegiatan menegaskan keberhasilan aspek metodologis sosialisasi, mencakup kejelasan materi, relevansi topik yang diangkat, serta kualitas interaksi selama kegiatan berlangsung. Kepuasan peserta selama program edukasi berperan penting dalam mendukung keberlanjutan penerapan pengetahuan, terutama melalui komunikasi dua arah, dukungan sosial, dan umpan balik dari fasilitator (Shirvani et al., 2021). Selain itu, kesediaan peserta untuk merekomendasikan kegiatan kepada mahasiswa lain serta membagikan informasi kepada teman dan keluarga turut membuktikan efektivitas program dalam memperluas jangkauan diseminasi pesan pencegahan DMT2 di luar kelompok sasaran langsung.

6. KESIMPULAN

Program pemberdayaan mahasiswa Kimia UNJ terbukti meningkatkan pemahaman peserta secara signifikan pada ranah Biokimia klinis DMT2, Kimia Pangan, dan data proksimat tempe, oncom, dan tauco, dengan pergeseran taraf pemahaman dari kategori rendah-sedang menuju tinggi. Perpaduan materi konseptual dan bukti ilmiah menjembatani kesenjangan pengetahuan klinis-diagnostik dan memperkuat pemahaman mekanistik mahasiswa.

Program ini juga membekali mahasiswa dengan keterampilan komunikasi sains yang tercermin dari kemampuan mentransformasikan pengetahuan Biokimia dan data proksimat menjadi poster ilmiah berkualitas baik hingga sangat baik. Model pemberdayaan yang memadukan *experiential learning*, *peer education*, dan intervensi komunitas terstruktur efektif memperkuat peran mahasiswa Kimia sebagai edukator kesehatan.

Beberapa rekomendasi dan saran pengembangan program ini mencakup empat aspek: keberlanjutan, pengembangan materi, metodologi, dan penerapan kelas. Aspek keberlanjutan menekankan kemitraan dengan layanan kesehatan, kaderisasi lintas angkatan, dukungan kelembagaan, evaluasi lanjutan, dan perluasan sasaran laki-laki. Aspek pengembangan materi menambahkan literasi pangan tiga dimensi, batas aman konsumsi tauco, visualisasi mekanisme biokimia, dan penyesuaian bahasa untuk remaja. Aspek metodologi mengusulkan kelompok pembanding, uji validitas dan reliabilitas instrumen. Aspek penerapan kelas mendorong integrasi ke mata kuliah pilihan, penerapan eksplisit siklus *experiential learning*, refleksi tertulis, dan kolaborasi lintas program studi.

7. DAFTAR PUSTAKA

- American Diabetes Association Professional Practice Committee. (2024). 2. Classification and diagnosis of diabetes: Standards of care in diabetes-2024. *Diabetes Care*, 47(Supplement 1), S20-S24. <https://doi.org/10.2337/dc24-S002>.
- Alzaben, A. S., Bakry, H. M., Alnashwan, N. I., Alatr, A. A., Alneghamshi, N. A., Alshatowy, A., Alshimali, N., & Bawazeer, N. M. (2023). The influence of a diabetes awareness program on diabetes knowledge, risk perception, and practices among university students. *Primary Care Diabetes*, 17(4), 327-333. <https://doi.org/10.1016/j.pcd.2023.05.006>.
- Amenah, P. D., Mohtasham, G., Sakineh, R., Yadollah, M., & Ali, R. (2023). School-based peer-led diabetes intervention among female adolescents: A cluster randomized trial. *BMC Public Health*, 23(1), 1-11. <https://doi.org/10.1186/s12889-023-15430-3>.
- Ayustaningwarno, F., Jusman, T. N. G., Afifah, D. N., Asikin, Y., Astawan, M., & Elda, F. (2026). A critical review of antidiabetic properties of tempeh from various substrates. *Journal of Food Science*, 91(4), e71014. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.71014>.
- Badan Kebijakan Pembangunan Kesehatan. (2024). Laporan Tematik Survei Kesehatan Indonesia Tahun 2023: Potret Kesehatan Indonesia. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI. Tersedia dari: <https://repository.badankebijakan.kemkes.go.id/id/eprint/5537>
- Badan Penyelenggara Jaminan Sosial Kesehatan. (2025). *Laporan pengelolaan program dan keuangan BPJS Kesehatan tahun 2025*. BPJS Kesehatan.
- Chu, P., Patel, A., Helgeson, V., Goldschmidt, A. B., Ray, M. K., & Vajravelu, M. E. (2023). Perception and awareness of diabetes risk and reported risk-reducing behaviors in adolescents. *JAMA Network Open*, 6(5), e2311466. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2023.11466>.
- Demissie, B. M., Girmaw, F., Amena, N., & Ashagrie, G. (2024). Prevalence of metabolic syndrome and associated factors among patient with type 2 diabetes mellitus in Ethiopia, 2023: a systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health*, 24(1128), 1-10. <https://doi.org/10.1186/s12889-024-18580-0>
- Emanuelsson, F., Marott, S., Tybjaerg-Hansen, A., Nordestgaard, B. G., & Benn, M. (2020). Impact of glucose level on micro- and macrovascular disease in the general population: A Mendelian randomization study. *Diabetes Care*, 43(4), 894-902. <https://doi.org/10.2337/dc19-1850>
- Fortnum, K., Thomas, G., Too, K., Tam, A., Tilley, K., Cairney, J., Healy, G. N., & Gomersall, S. (2025). The role of lifestyle factors in type 2 diabetes in children and adolescents: A systematic review. *BMC Public Health*, 25(1), Article 3675, 1-11. <https://doi.org/10.1186/s12889-025-23767-0>.
- Gbedo, M. C., Arnaud, E., Servent, A., Fontana, A., & Ollier, L. (2025). Impact of cooking and *Rhizopus oligosporus* fermentation on antinutritional factors and isoflavones in soybeans. *Food and Bioprocess Technology*, 18(11), 9927-9943. <https://doi.org/10.1007/s11947-025-04015-0>.
- Hamzah, K. Q. A., Mohd Zulkefli, N. A., & Ahmad, N. (2024). Health-seeking behaviour during times of illness among urban poor women: a cross-

- sectional study. *BMC Women's Health*, 24(1), 334, 1-12. <https://doi.org/10.1186/s12905-024-03178-w>.
- Harerimana, A., Duma, S. E., & Mtshali, N. G. (2023). Measuring perceived learning gains of undergraduate nursing students in ICT skills: One group pre-test and post-test design. *Contemporary Nurse*, 59(2), 114-131. <https://doi.org/10.1080/10376178.2023.2230309>.
- Hashimoto, Y., Hamaguchi, M., & Fukui, M. (2023). Fermented soybean foods and diabetes. *Journal of Diabetes Investigation*, 14(12), 1329-1340. <https://doi.org/10.1111/jdi.14088>.
- Herlina, V. T., Lioe, H. N., Kusumaningrum, H. D., & Adawiyah, D. R. (2022). Nutritional composition of tauco as Indonesian fermented soybean paste. *Journal of Ethnic Foods*, 9(44), 1-17. <https://doi.org/10.1186/s42779-022-00159-y>.
- Howell, B. M., Peterson, J. R., & Corbett, S. (2023). Where are all the men? A qualitative review of the barriers, facilitators, and recommendations to older male participation in health promotion interventions. *American Journal of Health Promotion*, 37(3), 386-400. <https://doi.org/10.1177/08901171221123053>.
- Hussain, A. (2025). Chronic hyperglycemia and cardiovascular dysfunction: an in-depth exploration of metabolic and cellular pathways in type 2 diabetes mellitus. *Cardiovascular Diabetology - Endocrinology Reports*, 11(39), 1-34. <https://doi.org/10.1186/s40842-025-00247-3>.
- Hussain, S. D., Sabico, S., Elsaid, M. A., Saadawy, G. M., Alnaami, A. M., & Al-Daghri, N. M. (2026). Longitudinal impact of diabetes education program on adolescents' knowledge and prevention. *Medicine*, 105(4), e47289. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000047289>.
- International Diabetes Federation. (2025). *IDF Diabetes Atlas* (11th ed.). International Diabetes Federation.
- Jauhari, S., Agarwal, M., Pandit, P., Bajpai, P. K., Singh, A., & James, C. D. (2025). Effectiveness of educational interventions on adolescent knowledge and practices for preventing noncommunicable diseases in low- and middle-income countries: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Adolescent Health*, 76(5), 767-780. <https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2024.12.014>.
- Joseph, J. (2025). Beyond the triad: Uncommon initial presentations in newly diagnosed type 2 diabetes mellitus. *Cureus*, 17(8), e89525, 1-6. <https://doi.org/10.7759/cureus.89525>.
- Kadar, A. D., Astawan, M., Putri, S. P., & Fukusaki, E. (2020). Metabolomics-based study of the effect of raw materials to the end product of tempe—an Indonesian fermented soybean. *Metabolites*, 10(9), 367, 1-11. <https://doi.org/10.3390/metabo10090367>.
- Khazaei, S., Bashirian, S., Jenabi, E., Barati, M., & Doosti-Irani, A. (2023). Determine the factors that affected COVID-19 prevention behaviors based on constructs of social cognition theory. *BMC Public Health*, 23, 2312. <https://doi.org/10.1186/s12889-023-17209-y>.
- Khlaifat, A. M., Al-Hadid, L. A., Dabbour, R. S., & Shoqirat, N. (2020). Cross-sectional survey on the diabetes knowledge, risk perceptions and practices among university students in South Jordan. *Journal of Diabetes & Metabolic Disorders*, 19(2), 849-858. <https://doi.org/10.1007/s40200-020-00571-8>.
- Kurnianto, M. A., Aulia, S. S., Septiana, S., Syahbanu, F., Munarko, H., Tinh, N. T. T., Chasanah, E., & Rini, D. M. (2025). Bioactive peptides from

- Indonesian high-protein fermented foods: A promising source of functional compounds. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan (JIPK)*, 17(3), 821-845. <https://doi.org/10.20473/jipk.v17i3.74936>.
- Kuryłowicz, A. (2020). The role of isoflavones in type 2 diabetes prevention and treatment—A narrative review. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(1), 218. <https://doi.org/10.3390/ijms22010218>.
- Lin, C. H., Fan, K. C., Yen, I. W., Chen, S. C., Hsu, C. Y., Lyu, Y. P., Wu, W. C., Yang, C. Y., Lin, M. S., Shih, S. R., & Li, H. Y. (2025). Diagnosis of diabetes without oral glucose tolerance test is associated with increased mortality in older adults. *Scientific Reports*, 15(22109), 1-12. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-03988-4>
- Lu, X., Xie, Q., Pan, X., Zhang, R., Zhang, X., Peng, G., Zhang, Y., Shen, S., & Tong, N. (2024). Type 2 diabetes mellitus in adults: pathogenesis, prevention and therapy. *Signal Transduction and Targeted Therapy*, 9(262), 1-25. <https://doi.org/10.1038/s41392-024-01951-9>
- Maba, A. P., Ahmed, K. R., Zhou, T., Edwards, E. J., & Khan, A. (2025). Lifestyle interventions for multiple behavioral risk factors among adolescents in Asia: A systematic review of randomized controlled trials. *Adolescent Research Review*, 11(2), 351-383. <https://doi.org/10.1007/s40894-025-00272-4>.
- Mansour, A., Mousa, M., Abdelmannan, D., Tay, G., Hassoun, A., & Alsafar, H. (2023). Microvascular and macrovascular complications of type 2 diabetes mellitus: Exome wide association analyses. *Frontiers in Endocrinology*, 14(1143067), 1-11. <https://doi.org/10.3389/fendo.2023.1143067>
- Marco, M. L., Sanders, M. E., Gänzle, M., Arrieta, M. C., Cotter, P. D., De Vuyst, L., Hill, C., Holzapfel, W., Lebeer, S., Merenstein, D., Reid, G., Wolfe, B. E., & Hutkins, R. (2021). The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on fermented foods. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 18(3), 196-208. <https://doi.org/10.1038/s41575-020-00390-5>.
- Młynarska, E., Czarnik, W., Dzieża, N., Jędraszak, W., Majchrowicz, G., Prusinowski, F., Stabrawa, M., Rysz, J., & Franczyk, B. (2025). Type 2 diabetes mellitus: New pathogenetic mechanisms, treatment and the most important complications. *International Journal of Molecular Sciences*, 26(1094), 1-24. <https://doi.org/10.3390/ijms26031094>
- Montesinos, L., Salinas-Navarro, D. E., & Santos-Diaz, A. (2023). Transdisciplinary experiential learning in biomedical engineering education for healthcare systems improvement. *BMC Medical Education*, 23(207), 1-13. <https://doi.org/10.1186/s12909-023-04171-x>
- Mosa, A. A., Abdulqadir, H. H., Khalid, R. C., Mustafa, A. A., Zaki, H. A., Yousif, I. R., Yaseen, O. S., Dinkha, S. E., Khamo, H. M., & Mohammad, A. M. (2025). Diabetes mellitus awareness among students attending a public high school in Kurdistan Region of Iraq: A cross-sectional study. *Annals of Medicine & Surgery*, 87(3), 1236-1242. <https://doi.org/10.1097/MS9.0000000000003046>.
- Nurmilah, S., Frediansyah, A., Cahyana, Y., & Utama, G. L. (2024). Biotransformation and health potential of isoflavones by microorganisms in Indonesian traditional fermented soy products: A

- review. *Journal of Agriculture and Food Research*, 18, 101365. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101365>.
- Peeters, M. J., Kaun, M. A., & Schmude, K. A. (2025). A Revised mixed-approach rubric for the quality of academic posters. *Pharmacy*, 13(5), 134, 1-11. <https://doi.org/10.3390/pharmacy13050134>.
- Popkin, B. M., Corvalan, C., & Grummer-Strawn, L. M. (2020). Dynamics of the double burden of malnutrition and the changing nutrition reality. *The Lancet*, 395(10217), 65-74. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)32497-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)32497-3).
- Ramos, P. I. K., Tũaño, A. P. P., & Juanico, C. B. (2022). Microbial quality, safety, sensory acceptability, and proximate composition of a fermented nixtamalized maize (*Zea mays* L.) beverage. *Journal of Cereal Science*, 107, 103521. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2022.103521>.
- Roy, A., Hoff, A., Her, T. K., Ariyaratne, G., Gutiérrez, R.-L., Tahawi, M. H. D. N., Rajagopalan, K. S., Brown, M. R., Omori, K., Lewis-Brinkman, S., Nguyen, T., Soto-González, A., Peterson, Q. P., Matveyenko, A. V., & Javeed, N. (2025). Lipotoxicity induces B-cell small extracellular vesicle-mediated B-cell dysfunction in male mice. *Endocrinology*, 166(bqaf067), 1-12. <https://doi.org/10.1210/endocr/bqaf067>.
- Rukmelia, Inayah, A. N., Fitriani, & Harfika. (2024). The effect of banana kepok substitution on soybean tempe as a food rich in carbohydrates and protein. *BIO Web of Conferences*, 96,(01017), 1-10. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20249601017>
- Seveline, S., Dewanti-Hariyadi, R., Nuraida, L., & Kusuma, W. A. (2025). Tauco, fermented Indonesian soybean, processing and the nutritional value. *BIO Web of Conferences*, 169, 02002, 1-5. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202516902002>.
- Shirvani, T., JavadiVala, Z., Azimi, S., Shaghaghi, A., Fathifar, Z., Bhalla, H. D. R. D., Abdekhoda, M., & Nadrian, H. (2021). Community-based educational interventions for prevention of type II diabetes: A global systematic review and meta-analysis. *Systematic Reviews*, 10(1), 1-12. <https://doi.org/10.1186/s13643-021-01619-3>.
- Siddiquea, B. N., Magliano, D. J., Matin, M., Afroz, A., & Billah, B. (2026). Macrovascular complications in type 2 diabetes: a multiregional study in rural Bangladesh. *Frontiers in Endocrinology*, 17(1724957), 1-12. <https://doi.org/10.3389/fendo.2026.1724957>
- Sitaula, D., Shrestha, N., Timalšina, S., Pokharel, B., Sapkota, S., & Acharya, S. (2022). Knowledge, attitude and practice regarding diabetes and hypertension among school students of Nepal: A rural vs. urban study. *PLoS ONE*, 17(8), e0270186. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0270186>.
- Titmuss, A., Korula, S., Wicklow, B., & Nadeau, K. J. (2024). Youth-onset type 2 diabetes: An overview of pathophysiology, prognosis, prevention and management. *Current Diabetes Reports*, 24(8), 183-195. <https://doi.org/10.1007/s11892-024-01546-2>.
- Varol, S. A., & Karakas-Budak, B. (2025). Amino acids based total protein versus crude protein in mixed fermented food: Case study of tarhana. *Journal of Food Composition and Analysis*, 142, 107380, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2025.107380>.
- Wang, L., Li, L., Liu, J., Sheng, C., Yang, M., Hu, Z., & Yue, R. (2025). Associated factors and principal pathophysiological mechanisms of

- type 2 diabetes mellitus. *Frontiers in Endocrinology*, 16(1499565), 1-7. <https://doi.org/10.3389/fendo.2025.1499565>
- Wang, R., Lip, G. Y. H., Liu, Y., Qi, N., Bai, X., Thabane, L., Li, G., & Van Spall, H. G. C. (2025). Disease burden of type 2 diabetes among young adults in Asia: An analysis from the Global Burden of Disease Study 2021. *Journal of Diabetes Research*, 2025, Article 5521613, 1-11. <https://doi.org/10.1155/jdr/5521613>.
- Wijaya, C. H., Nuraida, L., Nuramalia, D. R., Hardanti, S., & Świąder, K. (2024). Oncom: A nutritive functional fermented food made from food process solid residue. *Applied Sciences*, 14(22), 10702. <https://doi.org/10.3390/app142210702>.
- Xu, S.-T., Sun, M., & Xiang, Y. (2025). Global, regional, and national trends in type 2 diabetes mellitus burden among adolescents and young adults aged 10-24 years from 1990 to 2021: A trend analysis from the Global Burden of Disease Study 2021. *World Journal of Pediatrics*, 21(1), 73-89. <https://doi.org/10.1007/s12519-024-00861-8>.
- Zakir, M., Ahuja, N., Surksha, M. A., Sachdev, R., Kalariya, Y., Nasir, M., Kashif, M., Shahzeen, F., Tayyab, A., Khan, M. S. M., Junejo, M., Manoj Kumar, F., Varrassi, G., Kumar, S., Khatri, M., & Mohamad, T. (2023). Cardiovascular complications of diabetes: From microvascular to macrovascular pathways. *Cureus*, 15(9), e45835, 1-14. <https://doi.org/10.7759/cureus.45835>
- Zhang, J., Li, Y., & Wang, X. (2022). A health promoting-lifestyle prediction model for dementia prevention among chinese adults: based on the health belief model. *BMC Public Health*, 22, (2450), 1-10. <https://doi.org/10.1186/s12889-022-14828-9>