



Assistance in Mastering PCR Methods for Olympiad Students at MAN Insan Cendekia in Kendari City

Muhamad Azwar Syah^{1*}, Sapto Raharjo², Jamili³, Sri Ambardini¹, Jeni⁴, Syahrir⁵, Yamin Yaddi⁶, La Ode Muh Munadi⁶

*E-mail corresponding author: muhamadazwarsyah@uho.ac.id

¹Program Studi Bioteknologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Halu Oleo, Jl. H. EA. Mokodompit, Kendari 93232-Indonesia

²Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Halu Oleo, Jl. H. EA. Mokodompit, Kendari 93232-Indonesia

³Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Halu Oleo, Jl. H. EA. Mokodompit, Kendari 93232-Indonesia

⁴UPT. Laboratorium Terpadu, Universitas Halu Oleo, Jl. H. EA. Mokodompit, Kendari 93232-Indonesia

⁵Laboratorium Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Halu Oleo, Jl. H. EA. Mokodompit, Kendari 93232-Indonesia

⁶Fakultas Peternakan, Universitas Halu Oleo, Jl. H. EA. Mokodompit, Kendari 93232-Indonesia

ABSTRACT

Madrasah Aliyah Negeri Insan Cendekia (MAN IC) in Kendari City is one of the OSN (National Science Olympiad) participants in the subject of biology, which is required to understand the idea and practice of PCR (Polymerase Chain Reaction). However, there are insufficient skilled PCR teachers at the school, and no PCR facilities are currently accessible. The goal of this mentoring is to provide an in-depth understanding of the concept of PCR as well as full training on how to use PCR effectively. The method consists of two components: community education and training. The introduction of the PCR concept in this community service includes genetic material, DNA concepts, genes, genomes, DNA isolation, and DNA replication, while the training material includes solution taking techniques, PCR solution preparation, PCR usage procedures, PCR result visualization with electrophoresis, and data interpretation. The PCR has three main steps consisting of denaturation, annealing and extension which are carried out for 30-35 cycles with different temperatures at each step. The evaluation results showed that this mentoring helped the student understand PCR and was beneficial for the OSN competition due to its relevance to the competition syllabus. Moreover, the student also received a bronze medal in the biology competition.

Keywords: Competition; PCR; Training

ABSTRAK

Madrasah Aliyah Negeri Insan Cendekia (MAN IC) kota Kendari menjadi salah satu peserta dalam OSN dalam bidang biologi yang menuntut untuk menguasai konsep dan praktek tentang PCR. Namun, guru yang kompeten dalam bidang PCR di sekolah tersebut belum memadai dan fasilitas PCR di laboratorium sekolah belum tersedia. Tujuan kegiatan pendampingan ini adalah memberikan pembelajaran tentang konsep PCR dan pelatihan tentang tata cara penggunaan PCR secara komprehensif. Metode kegiatan yang dilakukan terdiri dari 2 pendekatan, yaitu pendidikan masyarakat dan berupa pelatihan. Pengenalan konsep PCR pada kegiatan pengabdian ini terdiri dari konsep materi genetik, konsep DNA, gen, genom, isolasi DNA dan replikasi DNA, sedangkan materi pelatihan mencakup teknik pengambilan larutan, pembuatan larutan PCR, tata cara penggunaan mesin PCR, visualisasi hasil PCR dengan teknik elektroforesis dan interpretasi data produk PCR. Pada prinsipnya proses PCR terdiri dari 3 tahapan utama, yaitu denaturasi, penempelan primer dan pemanjangan rantai. Ketiga tahapan tersebut dilakukan secara berulang sebanyak 30-35 siklus dengan temperatur yang berbeda-beda setiap tahapannya. Berdasarkan hasil



evaluasi kegiatan menunjukkan bahwa kegiatan pendampingan ini membantu dalam kompetisi OSN karena materi pendampingan sesuai dengan silabus pada kompetisi tersebut. Selain itu, siswa yang didampingi pada kegiatan pengabdian ini berhasil memperoleh medali perunggu pada kompetisi tersebut.

Kata kunci: Olimpiade; Pelatihan; Teknik PCR

Pendahuluan

Istilah PCR (*Polymerase Chain Reaction*) semakin populer dikalangan masyarakat semenjak teknologi tersebut dijadikan sebagai salah satu pemeriksaan utama dalam diagnosa penyakit Covid-19. Teknik PCR merupakan salah satu teknologi dalam bidang molekuler yang mengamplifikasi DNA secara *in vitro* dengan mekanisme enzimatik. Komponen-komponen yang terlibat dalam proses PCR, diantaranya hasil isolasi DNA, DNA primer, enzim DNA polymerase, dNTP, dan kofaktor (Mg^{2+}) (Bhagat & Kokitkar, 2021; Suharti et al., 2023; Syah et al., 2024). Pada dasarnya, mekanisme kerja PCR hanya memanfaatkan perbedaan gradien suhu pada berbagai tahapan, seperti denaturasi, penempelan primer dan pemanjangan rantai yang diulangi selama 30-35 siklus. Penemuan teknik PCR menjadi cikal bakal dalam perkembangan biologi molekuler yang dapat diaplikasikan pada berbagai bidang, seperti diagnosa penyakit, amplifikasi berbagai gen-gen unggul dan identifikasi organisme secara molekuler serta pada bidang forensik.

Dalam kurikulum sains di perguruan tinggi, topik PCR menjadi salah satu materi yang cenderung ada di dalam mata kuliah biologi atau terapannya. Namun, saat ini, konsep PCR sudah diperkenalkan hingga ditingkat SMA baik siswa maupun guru sebagai bentuk pengembangan pembelajaran dibidang bioteknologi. Beberapa guru biologi pada tingkat sekolah menengah atas di Kalimantan Selatan sudah diperkenalkan dengan teknik PCR dan praktek penggunaannya sebagai bentuk dalam peningkatan kompetensi dan profesionalitas guru saintifik (Mursyidin et al., 2023). Selain itu, guru biologi dan siswa SD-SMA/SMK di pontianak diberi pelatihan tentang aplikasi metode isolasi DNA tanaman sebagai pendukung teknologi rekayasa genetik (Mursyanti et al., 2022).

Pengenalan konsep PCR bagi guru dan siswa pada sekolah menengah tidak hanya memiliki prospek terhadap peningkatan kompetensi guru biologi, namun hal tersebut sangat penting didalam mendukung persiapan Olimpiade Siswa Nasional (OSN) pada bidang biologi. Topik PCR menjadi salah satu materi utama yang selalu ada dalam silabus OSN bidang biologi molekuler. Kompetensi nasional tersebut tidak hanya dituntut dalam penguasaan teori tetapi ada komponen tes berupa praktek langsung

dalam memperagakan persiapan dan penggunaan PCR. Madrasah Aliyah Negeri Insan Cendekia (MAN IC) menjadi salah satu peserta dalam OSN dalam bidang biologi yang dituntut untuk menguasai konsep dan praktek tentang PCR. Namun, guru yang kompeten dalam bidang PCR di sekolah tersebut belum memadai, dan fasilitas PCR di sekolah tersebut belum tersedia. Oleh karena itu, hal inilah yang mendasari kegiatan pengenalan konsep dan praktek PCR bagi siswa MAN IC sebagai peserta olimpiade. Selain itu, kegiatan pendampingan ini sebagai wujud dalam aktualisasi nilai tridharma perguruan tinggi pada aspek pengabdian kepada masyarakat.

Metode

Kegiatan pendampingan dilaksanakan di Laboratorium Biologi UPT. Laboratorium Terpadu UHO dan Laboratorium Biologi Unit Genetika Fakultas MIPA Universitas Halu Oleo pada bulan Agustus 2024. Khalayak sasaran yang menjadi peserta dalam kegiatan pendampingan ini adalah siswa MAN Insan Cendekia Kota Kendari yang menjadi perwakilan sebagai peserta olimpiade siswa nasional (OSN) tahun 2024.

1. Prosedur Kegiatan

Prosedur kegiatan yang dilakukan terdiri dari 2 pendekatan, yaitu pendidikan masyarakat dan pelatihan PCR. Pada aspek pendidikan masyarakat, siswa diperkenalkan dengan pengenalan konsep-konsep pendukung PCR, seperti konsep materi genetik, konsep tentang DNA, deskripsi gen, genom, isolasi DNA genom dan replikasi DNA. Pelatihan teknik PCR dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu:

- Teknik pengambilan larutan: komponen yang diperlukan yaitu mikropipet, tip dan larutan. Mikropipet yang digunakan dalam kegiatan pendampingan ini memiliki ukuran maksimal 20 μ l. Posisi mikropipet harus tegak sebelum mengambil larutan.
- Pembuatan larutan PCR: Urutan dalam memasukan larutan PCR secara berturut-turut yaitu *nuclease free water* (NFW), master mix (DNA polymerase, dNTP, dan $MgCl_2$), kedua primer dan terakhir DNA cetakan/genom. Semua larutan tersebut berada dalam boks es untuk menjaga kerusakan reagen PCR.

- c. Penggunaan mesin PCR: Mesin PCR yang digunakan pada pendampingan ini memiliki tipe Applied Biosystem Veriti 96 Well Thermal Cycler. Tahapan pertama adalah mendeskripsikan bagian-bagian PCR yang terdiri dari layar monitor, *cover lid*, tray, dan sumuran sampel di mesin PCR. Langkah selanjutnya adalah mengatur suhu dan waktu dalam proses PCR yang terdiri dari pradenaturasi, denaturasi, penempelan primer, pemanjangan rantai, dan post-pemanjangan rantai serta suhu penyimpanan. Tub PCR yang sudah berisi larutan PCR dimasukkan ke dalam sumuran sampel di mesin PCR dan pastikan tub PCRnya tertutup dengan rapat. Setelah itu, mesin PCR siap dijalankan.
- d. Visualisasi hasil PCR: Pada tahap ini dilakukan proses elektroforesis dengan tipe alat Mupid Exu. Tahap pertama adalah membuat gel agarosa 1% yang dilarutkan ke dalam larutan TAE 1x. Gel agarosa tersebut dimasukkan ke dalam bak elektroforesis dan memasukan produk PCR ke sumuran agar sebanyak 2-4 μ l. Perangkat elektroforesis diberi arus listrik sebesar 0,4 A dengan tegangan 100 V selama 30-60 menit. Langkah selanjutnya gel agarosa direndam ke dalam larutan etidium bromida selama 10 menit dan ke dalam akuades selama 5 menit. Gel agarosa siap divisualisasi dengan fotoforesis (Syah, 2022).
- e. Interpretasi data visualisasi PCR: Hasil visualisasi PCR diinterpretasikan berdasarkan pita yang berpendar pada gel agarosa ketika diiradiasi dengan sinar UV. Keberhasilan PCR ditandai dengan adanya pita yang berpendar, sedangkan pola *smear* yang terbentuk mengindikasikan masih perlu optimalisasi dalam proses PCR.

2. Evaluasi Kegiatan

Evaluasi kegiatan berbentuk survei yang dilakukan setelah pendampingan dan setelah siswa mengikuti kompetisi untuk mengukur kesesuaian antara materi pendampingan dengan materi yang menjadi silabus kompetisi.

Hasil dan Pembahasan

Pengenalan Konsep Pendukung PCR

Ada beberapa konsep atau materi dasar yang harus dipahami untuk mendukung dalam memahami teknik PCR, diantaranya tentang materi genetika, konsep tentang DNA, gen, genom dan mekanisme replikasi DNA serta teknik isolasi DNA. Beberapa materi tersebut saling berkorelasi dan secara sistematis membantu dalam memahami teknik PCR. Pemahaman yang tidak komprehensif terhadap salah satu materi dapat berdampak terhadap sulitnya

memahami proses PCR. Adapun konsep yang harus dipahami secara berurutan, yaitu :

Konsep materi genetika

Materi genetika merupakan suatu molekul yang berperan dalam hereditas atau pewarisan sifat dan berperan penting dalam metabolisme suatu sel atau partikel virus. Pada dasarnya organisme hidup memiliki materi genetika berupa asam nukleat (DNA dan RNA), kecuali virus dapat berupa DNA atau RNA saja. Namun, molekul DNA saja yang selalu diwariskan dari generasi ke generasi. Molekul RNA ada tiga jenis, yaitu messenger RNA (mRNA), ribosomal RNA, dan transfer RNA (tRNA). Ketiga molekul tersebut diperoleh dari proses transkripsi DNA (Yuwono, 2019).

Ukuran materi genetika setiap organisme berbeda-beda, sebagai contoh manusia memiliki sekitar 3 milyar DNA, sedangkan pada bakteri sangat bervariasi sekitar 2-5 jutaan DNA (Chukamnerd et al., 2023; Kang et al., 2020; Venter et al., 2001). Materi ini harus dipahami terlebih dahulu sebelum mengenal teknik PCR karena di dalam proses PCR hanya materi genetika berupa DNA yang teramplifikasi. Perbanyak molekul RNA harus melewati proses reverse transkripsi terlebih dahulu (RNA menjadi DNA) sebelum diamplifikasi dengan teknik PCR.

Konsep tentang DNA

Struktur atau komponen DNA (*Deoxyribonucleic acid*) dalam suatu genom harus dipahami oleh siswa karena dapat mendukung dalam optimalisasi keberhasilan PCR. Pada dasarnya komponen DNA disusun oleh tiga molekul, yaitu gula pentosa, gugus fosfat dan basa nitrogen (adenin, timin, guanin dan sitosin). Setiap molekul DNA memiliki gula pentosa dan gugus fosfat yang sama, namun komponen basa nitrogennya bervariasi. Komponen basa nitrogen dalam suatu DNA berperan penting dalam menjaga stabilitas ikatan hidrogen pada untai ganda DNA. Basa nitrogen guanin berikatan dengan sitosin dan membentuk 3 ikatan hidrogen, sedangkan timin dan adenin membentuk 2 ikatan hidrogen. Kekuatan ikatan ini sangat penting dalam mengestimasi suhu denaturasi pada proses PCR. Semakin banyak ikatan hidrogen yang terbentuk maka suhu denaturasi yang diperlukan juga sangat tinggi. Pada dasarnya, suhu yang diperlukan untuk memutuskan ikatan hidrogen dalam tahap denaturasi PCR berkisar antara 94-95°C (Syah et al., 2023).

Deskripsi tentang gen

Gen dapat didefinisikan sebagai DNA dengan panjang tertentu yang menyandi asam amino lengkap atau menyandi rRNA dan tRNA. Pada organisme eukariotik, tidak semua DNA berperan sebagai gen, tetapi pada prokariotik semua DNA yang menjadi

materi genetiknya bersifat sebagai gen. Hal ini penting untuk dipahami sebelum melakukan PCR untuk mencegah terjadinya misinterpretasi data hasil PCR. Struktur gen pada eukariotik masih mengandung intron (*non-coding DNA*), sedangkan pada prokariotik seperti bakteri, semua DNAnyanya bersifat sebagai ekson. Dalam proses PCR, cenderung yang diamplifikasi adalah sebuah gen, sehingga sangat penting memahami struktur gen pada organisme tersebut (Grabski et al., 2021).

Konsep tentang DNA genom

Semua gen tersaji didalam genom, termasuk DNA yang tidak menyandi apa-apa. Pada dasarnya struktur genom organisme hidup berupa DNA, kecuali virus memiliki genom berupa DNA atau RNA. Genom akan tersimpan di dalam sel dengan membentuk suatu struktur berupa kromosom. Dalam proses PCR, genom menjadi sumber DNA cetakan dalam mengamplifikasi gen tertentu. Tingkat kemurnian genom dapat menjadi salah satu faktor krusial dalam keberhasilan proses PCR. Selain itu, konsentrasi DNA genom yang tinggi dapat mengganggu kualitas ampikon yang diperoleh. Beberapa peneliti melakukan pengenceran DNA genom untuk optimalisasi proses PCR.

Isolasi DNA genom

Isolasi DNA genom merupakan tahapan utama yang harus dilewati sebelum melakukan proses PCR. Tujuan utama tahapan ini adalah memperoleh DNA genom yang akan dijadikan sebagai DNA cetakan dalam proses PCR. Keberhasilan isolasi DNA dapat diuji dengan proses elektroforesis pada gel agarosa. Kualitas DNA genom yang baik adalah pita tunggal yang berpendar dan tanpa pola *smear*. Teknik isolasi DNA genom pada berbagai jenis organisme berbeda-beda tergantung kompleksitas sel dan struktur selnya. Isolasi DNA genom pada bakteri lebih mudah dibandingkan dengan tanaman karena tanaman memiliki struktur dinding sel yang harus dilisis (Syah et al., 2024).

Replikasi DNA genom

Replikasi DNA genom merupakan perbanyakan DNA yang terjadi secara alami di dalam sel. Mekanisme PCR mengadopsi proses replikasi DNA genom yang terjadi dalam sel. Beberapa komponen yang terlibat dalam replikasi DNA dan digunakan dalam proses PCR, yaitu enzim DNA polymerase, dNTP, DNA genom, primer, dan $MgCl_2$. Enzim DNA polymerase berperan sebagai katalis dalam menggandakan DNA pada proses pemanjangan rantai. Primer berperan dalam inisiasi atau mendeteksi bagian DNA yang akan digandakan sedangkan $MgCl_2$ berfungsi sebagai kofaktor yang mengaktifasi DNA polymerase. Keenam materi tersebut diperkenalkan selama pendampingan peserta

olimpiade MAN IC Kendari untuk memahami teknik PCR.

Pelatihan teknik PCR

Pada kegiatan pendampingan ini, siswa MAN IC Kendari sebagai peserta olimpiade diperkenalkan dan/atau mempraktekkan langsung beberapa tahapan PCR, diantaranya pengenalan teknik mengambil larutan dengan mikropipet, pembuatan larutan PCR, pengoperasian alat PCR, visualisasi hasil PCR dengan elektroforesis dan interpretasi data visualisasi PCR.

Teknik pengambilan larutan

Ketelitian dalam pengambilan larutan pada proses PCR sangat penting karena volume reagen yang tidak presisi dapat menyebabkan kegagalan dalam proses PCR. Volume larutan yang digunakan dalam PCR sangat kecil dengan satuan mikro liter (μl). Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam proses pengambilan larutan dengan volume yang sangat kecil, yaitu memastikan kompatibilitas antara tip dengan mikropipet, mikropipet harus dalam keadaan tegak saat mengambil larutan, dan ujung tip harus diperhatikan saat mengambil larutan. Mikropipet dengan volume maksimal 2.5 μl sangat direkomendasikan untuk mengambil larutan di bawah 2 μl .



Gambar 1. Pembuatan larutan PCR

Pembuatan larutan PCR

Salah satu aspek yang dinilai dalam olimpiade siswa nasional (OSN) adalah melarutkan komponen PCR dengan benar. Komponen PCR terdiri atas DNA genom/cetakan, primer forward, primer reverse, master mix (DNA polymerase, dNTP, $MgCl_2$, dan *loading dye*) dan *nuclease free water* (NFW) (Mohammed & Zaid, 2024; Tian et al., 2024). Urutan dalam memasukan komponen PCR, yaitu NFW atau pelarut, master mix, primer forward, primer reverse, dan terakhir DNA cetakan. Ada beberapa hal yang harus diperhatikan sebelum melarutkan komponen PCR, diantaranya adalah memastikan bahwa konsentrasi primer yang digunakan memiliki

konsentrasi 10 μM . Pada dasarnya, konsentrasi stok primer sebesar 100 μM sehingga sebelum digunakan harus diencerkan dengan NFW melalui rumus: volume total (V_2) dikalikan dengan konsentrasi yang diinginkan (M_2) dibagi konsentrasi stok (M_1).

Penggunaan Alat PCR

Jenis mesin PCR yang digunakan dalam kegiatan pendampingan ini memiliki tipe Applied Biosystem thermal cycler veriti 9-well. Ada beberapa tahapan yang harus diketahui siswa sebelum mengoperasikan PCR, yaitu memastikan mesin PCR tersambung dengan UPS (Uninterruptible Power Supply) atau penyimpanan energi listrik cadangan dan menyalakan mesin PCR selama satu jam sebelum digunakan. Selain itu, siswa diperkenalkan dengan beberapa bagian mesin PCR, seperti bagian *lid cover* yang memiliki suhu sekitar 105°C, terdapat *tray* yang berfungsi mencegah kelebihan panas (*over heat*) pada sampel selama proses PCR berlangsung, dan memperkenalkan beberapa fitur dalam PCR.

Siswa diajari dalam mengoperasikan alat PCR sesuai dengan standar operasional yang ditetapkan. Tub PCR sampel dipastikan sudah dalam kondisi tertutup rapat dan mengatur setiap tahapan PCR, seperti pra-denaturasi, denaturasi, penempelan primer, pemanjangan rantai, post-pemanjangan rantai, dan suhu penyimpanan. Tahap denaturasi hingga pemanjangan rantai diulangi selama 30-35 siklus. Penetapan suhu pada tahapan penempelan primer dan pemanjangan rantai tergantung pada urutan primer dan ukuran ampikon.



Gambar 2. Pengenalan bagian-bagian mesin PCR

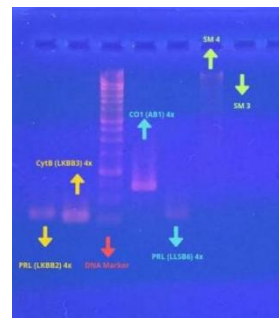
Visualisasi hasil PCR

Pada kegiatan pendampingan, siswa MAN IC kota Kendari diperkenalkan dengan proses elektroforesis dan memperagakan langsung terkait cara penggunaannya. Elektroforesis merupakan proses migrasi DNA pada gel agarosa yang diberi arus listrik. DNA akan bergerak dari kutub negatif ke kutub positif karena gugus fosfat pada DNA bermuatan negatif. Komponen yang digunakan dalam elektroforesis, diantaranya perangkat elektroforesis dengan tipe Mupid exu, gel agarosa sebagai media migrasi DNA, dan bufer TAE (Abubakar et al., 2024; Naveed et al., 2023).

Secara teknis, siswa harus hati-hati dalam memasukan hasil PCR di sumuran agarosa karena ukuran sumuran tersebut sangat kecil dan sangat mudah mengalami kerusakan. Agarosa yang terdapat dalam perangkat elektroforesis harus terendam dalam larutan bufer TAE 1x. Hasil PCR yang telah dimasukan ke dalam agarosa diberi arus listrik 80-100 volt dengan kuat arus listrik 0,4 A selama 30-60 menit.

Interpretasi data visualisasi PCR

Gel agarosa yang telah melewati proses elektroforesis direndam ke dalam larutan etidium bromida selama 5-10 menit dan akuades selama 5 menit. Langkah selanjutnya, gel agarosa diiradiasi di bawah sinar UV. Indikator keberhasilan PCR ditandai adanya pita yang berpendar pada gel agarosa. Pendaran tersebut disebabkan karena adanya molekul etidium bromida yang menyisip ke dalam DNA.



Gambar 3. Hasil visualisasi dari produk PCR pada gel agarosa 1% yang dielektroforesis selama 1 jam

Evaluasi Kegiatan

Kegiatan pendampingan dievaluasi setelah kompetisi OSN siswa MAN IC kota Kendari diselenggarakan. Hal ini bertujuan untuk melihat korelasi antara pendampingan dengan output yang diperoleh siswa. Beberapa parameter yang menjadi indikator evaluasi kegiatan pendampingan ini, diantaranya respon terhadap kegiatan pendampingan, korelasi antara materi yang disajikan selama pendampingan dengan materi olimpiade, dan hasil kompetensi olimpiade.

Berdasarkan respon guru dan siswa menyatakan bahwa kegiatan pendampingan berjalan dengan baik, materi yang disajikan mudah dimengerti oleh peserta olimpiade dan beberapa teknik yang diajarkan sangat dibutuhkan dalam kompetisi. Materi yang disajikan selama pendampingan baik konsep dasar maupun praktek langsung sangat berkorelasi dengan objek yang diperlombakan. Hal ini mengindikasikan bahwa kegiatan pendampingan sangat membantu siswa MAN IC Kota Kendari sebagai salah satu peserta olimpiade dalam memahami teknik-teknik PCR. Salah satu objek yang diperlombakan dalam Olimpiade Sains Nasional (OSN) yaitu membuat gel agarosa dan proses elektroforesis. Kedua aspek tersebut sudah diajarkan selama pendampingan teknik-teknik PCR. Oleh karena itu, kegiatan pendampingan ini sangat menunjang dalam persiapan siswa MAN IC menghadapi kompetisi OSN.

Hasil kompetisi menunjukkan bahwa siswa MAN IC kota Kendari yang mengikuti pendampingan tersebut berhasil meraih medali perunggu pada perlombaan OSN tingkat nasional dalam bidang biologi yang diselenggarakan di Jakarta tahun 2024. Raihan tersebut membuktikan bahwa terdapat kontribusi dalam kegiatan pendampingan yang dilaksanakan di UPT. Laboratorium Terpadu UHO.

Kesimpulan

beberapa aspek kegiatan utama yang terdiri atas pengenalan konsep pendukung PCR yang terdiri dari materi genetik, konsep tentang DNA, gen, genom, isolasi DNA dan replikasi DNA, dan pelatihan penggunaan PCR yang terdiri dari teknik pengambilan larutan mikro, pembuatan larutan PCR, pengoperasian alat PCR, visualisasi hasil PCR dan interpretasi data visualisasi PCR. Selain itu, hasil evaluasi mengindikasikan bahwa kegiatan pendampingan memberikan sumbangsih dalam membantu persiapan mahasiswa memahami dan mempraktekan teknik PCR dan berkorelasi dengan silabus pada kompetisi olimpiade siswa nasional (OSN).

Ucapan Terimakasih

Ucapan terima kasih kepada Laboratorium Biologi UPT. Laboratorium Terpadu UHO dan Laboratorium Biologi Unit Genetika Fakultas MIPA UHO yang telah memfasilitasi selama penyelenggaraan kegiatan pengabdian ini.

Daftar Pustaka

Abubakar, A. L., Musa, S. B., Maiyaki, A. Z., Lawal,

- A., & Abubakar, G. A. (2024). Isolation and Molecular Characterization of Industrially Significant Bacteria Obtained from Rice-Husks Dumping Sites. *Asian Journal of Biotechnology and Bioresource Technology*, 10(4), 37–47.
- Bhagat, S. A., & Kokitkar, S. S. (2021). Isolation and identification of bacteria with cellulose-degrading potential from soil and optimization of cellulase production. *J. Appl. Biol. Biotechnol*, 9(6), 154–161.
- Chukamnerd, A., Jeenkeawpiam, K., Chusri, S., Pomwiset, R., Singkhamanan, K., & Surachat, K. (2023). BacSeq: A user-friendly automated pipeline for whole-genome sequence analysis of bacterial genomes. *Microorganisms*, 11(7), 1769.
- Grabski, D. F., Broseus, L., Kumari, B., Rekosh, D., Hammarskjold, M., & Ritchie, W. (2021). Intron retention and its impact on gene expression and protein diversity: A review and a practical guide. *Wiley Interdisciplinary Reviews: RNA*, 12(1), e1631.
- Kang, S.-M., Asaf, S., Khan, A. L., Lubna, Khan, A., Mun, B.-G., Khan, M. A., Gul, H., & Lee, I.-J. (2020). Complete genome sequence of *Pseudomonas psychrotolerans* CS51, a plant growth-promoting bacterium, under heavy metal stress conditions. *Microorganisms*, 8(3), 382.
- Mohammed, A. K., & Zaid, N. W. (2024). Isolation and Identification of Pathogenic *Streptococcus pyogenes* from Vaginal and Cervical Cavity of Arabian Mares in Al-Zawraa Animals Park. *Egyptian Journal of Veterinary Sciences*, 55(6), 1493–1498.
- Mursyanti, E., Widhiastuti, S. S., & Retnaningati, D. (2022). Pelatihan guru biologi dan siswa SD-SMA/SMK di Pontianak untuk meningkatkan pengalaman belajar di bidang bioteknologi. *Jurnal Atma Inovasia*, 2(1), 37–41.
- Mursyidin, D. H., Nazari, Y. A., Setiawan, D., Prasetyo, R. H. H., & Wahidi, N. (2023). Pengenalan Teknik PCR (Polymerase Chain Reaction) untuk Meningkatkan Kompetensi Guru Biologi pada Tingkat SMA di Kalimantan Selatan. *Jurnal Pengabdian ILUNG (Inovasi Lahan Basah Unggul)*, 3(1), 66–71.
- Naveed, M., Waseem, M., Aziz, T., Hassan, J. ul, Makhdoom, S. I., Ali, U., Alharbi, M., & Alsahammari, A. (2023). Identification of bacterial strains and development of anmRNA-based vaccine to Combat antibiotic resistance in *Staphylococcus aureus* via in vitro and in silico approaches. *Biomedicines*, 11(4), 1039.
- Suharti, S. R. I., Novrriani, N. U. R., & Wiryawan, K. G. (2023). *Morphological, biochemical, and*

- molecular identification of cellulolytic bacteria isolated from feces of endemic tropical herbivores. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 24(7).
- Syah, M. A. (2022). Isolasi dan Karakterisasi Molekuler Gen 16S rRNA Bakteri Lipolitik Asal Limbah Kulit Biji Jambu Mete. *Jurnal Sumberdaya Hayati*, 8(1), 20–26.
- Syah, M. A., Satya, A. A., Puspitasari, E., Suwanto, A., & Mubarik, N. R. (2023). Cloning and Co-Expression of Lipase and its Specific Foldase from *Ralstonia pickettii* BK6. *HAYATI Journal of Biosciences*, 30(1), 71–80.
- Syah, M. A., Yaddi, Y., Ulfa, N. I., & Elviantari, A. (2024). Identifikasi Molekuler Bakteri Lipolitik Yang Diisolasi Dari Sedimen Mangrove Teluk Kendari: Molecular identification of lipolytic bacteria isolated from Kendari Bay mangrove sediments. *BioWallacea: Jurnal Penelitian Biologi (Journal of Biological Research)*, 11(1), 68–77.
- Tian, C., Wang, L., Liu, M., Liu, J., Qiu, M., & Chen, Y. (2024). Isolation and identification of chicken-derived lactic acid bacteria: in vitro probiotic properties and antagonistic effects against *Salmonella pullorum*, *Staphylococcus aureus*, and *Escherichia Coli*. *Microorganisms*, 12(4), 795.
- Venter, J. C., Adams, M. D., Myers, E. W., Li, P. W., Mural, R. J., Sutton, G. G., Smith, H. O., Yandell, M., Evans, C. A., & Holt, R. A. (2001). The sequence of the human genome. *Science*, 291(5507), 1304–1351.
- Yuwono, T. (2019). *Bioteknologi pertanian*. UGM PRESS.