

Original Research Paper

## Pelatihan Pengamatan Kromosom Profase I Meiosis dan Analisis *Crossing Over* Pada Guru-Guru Biologi di Lombok Tengah

I Gde Mertha<sup>1</sup>, Agil Al Idrus<sup>2</sup>, Syamsul Bahri<sup>3</sup>, I Wayan Merta<sup>4</sup>, Mohammad Liwa Ilhamdi<sup>5</sup>, Lira Sari Alfathin<sup>6</sup>, & Miswatin Anggraini<sup>7</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6,7</sup>Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Mataram, Indonesia;

DOI: <https://doi.org/10.29303/jpmi.v8i4.14034>

Situs: Mertha, I. G., Idrus, A. A., Bahri, S., Merta, I. W., Ilhamdi, M. L., Alfathin, L.S., Anggraini, M. (2025). Pelatihan Pengamatan Kromosom Profase I Meiosis dan Analisis *Crossing Over* Pada Guru-Guru Biologi di Lombok Tengah. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, (4)

### Article history

Received: 26 November 2025

Revised: 10 Desember 2025

Accepted: 20 Desember 2025

\*Corresponding Author: I Gde Mertha, University of Mataram, Mataram, Indonesia;

Email: [gdemertha19@gmail.com](mailto:gdemertha19@gmail.com)

**Abstract:** Kemampuan guru dalam menganalisis kromosom profase I meiosis melalui pengamatan mikroskopis dan simulasi dapat sangat membantu dalam meningkatkan indikator pencapaian kompetensi belajar genetika di sekolah. Tujuan pengabdian ini adalah melatih keterampilan guru-guru mitra yang tergabung dalam MGMP Biologi Lombok Tengah untuk melakukan (1) pengamatan kromosom profase I meiosis dibawah mikroskop, (2) analisis *crossing over* kromosom profase I meiosis dibawah mikroskop, dan (3) simulasi proses *crossing over* dan pembentukan gamet. Pengabdian ini telah dilaksanakan di SMAN 1 Praya. Metode yang digunakan adalah ceramah, diskusi, tanya jawab, praktikum, dan simulasi. Sebelum kegiatan dimulai dilakukan pre-test dan pada akhir kegiatan dilakukan post-test. Hasil pengabdian menunjukkan bahwa guru-guru mitra (1) dapat membedakan leptoten, zigoten, pakiten, diploten, dan diakinensis dalam profase I meiosis, (2) dapat membuat visualisasi secara skematis subfase diploten dan menunjukkan lokasi kiasmata dengan benar, dan (3) dapat membuat simulasi proses *crossing over* subfase diploten dengan media plastisin. Kemampuan kognitif guru mitra meningkat signifikan dari 55,50 (pretes) menjadi 91,98 (postes).

**Keywords:** meiosis, crossing over, pelatihan, profase I.

## Pendahuluan

Bagi banyak siswa, konsep genetika dalam bahan genetik sering dianggap sulit karena bersifat abstrak dan kurang terkait langsung dengan kehidupan sehari-hari. Keabstrakan tersebut muncul karena objek yang dipelajari berukuran sangat kecil sehingga tidak dapat diamati tanpa bantuan teknologi canggih (Mahfudhillah *et al.*, 2014). Selain itu, banyak istilah yang harus dihafalkan dan dipahami, ditambah penggunaan simbol-simbol yang kerap menyulitkan pemahaman. Objek seperti

DNA, RNA, ribosom, serta proses transkripsi dan translasi merupakan contoh yang tidak dapat diamati secara langsung tanpa alat khusus. Hal inilah yang membuat siswa kerap merasa bahwa mempelajari genetika sebagai aktivitas yang melelahkan sekaligus membosankan.

Materi genetika yang bersifat abstrak dan berukuran sangat kecil pada beberapa topik sebenarnya dapat dipelajari melalui kegiatan pengamatan di laboratorium (Mertens dan Hammersmith, 2001). Pemanfaatan mikroskop cahaya untuk mengamati kromosom telah lama

digunakan dalam penelitian maupun praktik genetika. Visualisasi kromosom menggunakan mikroskop cahaya yang dilakukan dalam kegiatan pengabdian oleh Mertha *et al.* (2012; 2019; 2023) terbukti memberikan hasil positif bagi pembelajaran genetika di sekolah. Dengan adanya kemudahan dalam mengamati materi genetik melalui mikroskop, kegiatan praktikum di laboratorium dapat membantu siswa memahami konsep genetika secara lebih efektif sehingga kompetensi yang diharapkan dapat tercapai. Oleh karena itu, upaya pencapaian kompetensi di bidang genetika sebaiknya tidak hanya menekankan aspek teori, tetapi juga perlu melibatkan pengalaman praktik secara langsung.

Pada benangsari dan testis sebagai organ reproduksi, berlangsung proses pembelahan sel khusus yang disebut meiosis untuk menghasilkan gamet (Roini, 2013; Rondonuwu, 1989). Meiosis terdiri atas dua fase utama, yaitu meiosis I dan meiosis II, yang masing-masing mencakup lima tahap: interfase, profase, metaphase, anafase, dan telofase, dengan pola yang menyerupai mitosis. Menurut Kimball (1998) dan Woelaningsih (1999), profase I merupakan tahap paling kompleks sekaligus penting dalam meiosis. Tahap ini terbagi menjadi beberapa subfase, yaitu: (1) Leptoten: kromosom mulai tampak sebagai benang panjang yang menebal, dengan bagian tertentu lebih tebal disebut kromomer, menyerupai manik-manik pada tali, (2) Zigoten: kromosom homolog berpasangan membentuk bivalen melalui proses sinapsis, (3) Pakiten: kromosom semakin menebal dan mengganda menjadi dua kromatid; empat kromosom dalam satu bivalen disebut tetrad, (4) Diploten: keempat kromatid dalam bivalen mulai terpisah seolah saling menolak, sehingga pasangan kromatid terlihat lebih jelas. Pada tahap ini muncul kiasmata, yaitu titik penghubung yang memungkinkan terjadinya pertukaran segmen antar kromatid homolog (*crossing over*), dan (5) Diakinensis: tahap akhir profase I, di mana kromosom memendek dan menebal secara maksimal sehingga pasangan kromosom tampak sangat jelas.

Setiap subfase profase I berkaitan erat dengan DNA yang membentuk kromosom. Visualisasi kromosom pada tahap ini relatif lebih mudah dan murah dibandingkan kromosom mitosis, sebagaimana dijelaskan oleh Darlington dan La Cour (1960). Oleh karena itu, tahap ini sangat sesuai untuk dijadikan materi praktikum berbasis mikroskop cahaya di sekolah.

Proses pengemasan DNA serta struktur kromosom dapat diamati dengan baik melalui mikroskop cahaya, sehingga kromosom pada subfase profase I meiosis menjadi sumber informasi genetik yang sangat berharga. Tahap ini memberikan gambaran mengenai pembentukan kromatin pada fase leptoten, perubahan DNA menjadi kromatid saat terjadi duplikasi dan pemisahan pada fase pakiten, serta detail pertukaran lengan kromosom yang berlangsung ketika segmen DNA terputus dan saling bertukar, menghasilkan gamet rekombinan melalui mekanisme pindah silang (*crossing over*) pada fase diploten. Dengan demikian, seluruh konfigurasi yang muncul dalam subfase profase I meiosis dapat dimanfaatkan sebagai sarana pembelajaran yang efektif mengenai bahan genetik. Oleh karena itu, kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk memberikan pendampingan dalam praktikum pengamatan kromosom pada subfase profase I menggunakan mikroskop serta analisis proses *crossing over*.

## Metode

Metode yang diterapkan dalam kegiatan pengabdian ini mencakup sosialisasi, pelatihan, penerapan teknologi, pendampingan dan evaluasi.

Kegiatan sosialisasi dilaksanakan melalui penyampaian materi serta penjelasan tujuan pengabdian kepada masyarakat, yang difokuskan pada upaya penyelesaian permasalahan mitra melalui praktik mikroteknik preparasi kromosom meiosis dan analisis *crossing over* bagi guru-guru biologi di Lombok Tengah. Penyampaian materi dilakukan secara klasikal, di mana seluruh peserta mengikuti rangkaian kegiatan berupa ceramah, diskusi, serta sesi tanya jawab.

Setelah materi disampaikan, kegiatan dilanjutkan dengan pelatihan melalui kegiatan praktikum laboratorium. Untuk memudahkan pengawasan selama praktikum, peserta pelatihan dibagi ke dalam kelompok-kelompok kecil. Selama praktikum berlangsung, pendampingan diberikan untuk memberikan arahan dan validasi terhadap kinerja para guru mitra. Kegiatan praktikum untuk membuat preparat kromosom meiosis dilaksanakan menggunakan sel-sel testis dari jangkrik kalung (*Gryllus bimaculatus*). Setiap peserta melakukan pengamatan terhadap preparat kromosom meiosis pada fase profase I yang telah selesai dibuat, menggunakan mikroskop dengan bantuan tim

pengabdian. Pengamatan dilakukan mulai dari pembesaran rendah hingga pembesaran tinggi. Jenis perilaku atau konfigurasi kromosom yang diteliti mencakup leptoten, zigoten, pakiten, zigoten, dan

diakinensis. Pengamatan pada perbesaran kuat difokuskan terhadap tahap zigoten yang menunjukkan bukti adanya proses *crossing over*. Mahasiswa yang terlibat dalam kegiatan

Tujuan	Partisipasi Mitra	Tim Pengabdian
1. Pendampingan praktikum keterampilan pengamatan kromosom pada tahap subfase profase I meiosis di bawah mikroskop.	Melakukan praktikum observasi struktur khas konfigurasi kromosom pada leptoten, zigoten, pakiten, diploten dan diakinensis dibawah mikroskop	Drs. I Gde Mertha, M.Si. Prof. Dr. H. Agil Al Idrus, M.Si. Dr. Syamsul Bahri, M.Si. Drs. I Wayan Merta, M.Si. Lira Sari Alfathin (Anggota Mahasiswa) Miswatin Anggraini (Anggota Mahasiswa)
2. Pendampingan analisis bukti <i>crossing over</i> pada tahap zigoten	Melakukan analisis <i>crossing over</i> (pindah silang), yaitu <i>single crossing over</i> dan <i>double crossing over</i> . Penentuan pola gamet tipe parental dan gamet tipe rekombinan.	Drs. I Gde Mertha, M.Si. Dr. Syamsul Bahri, M.Si. Mohammad Liwa Ilhamdi, S.Pd., M.Si. Lira Sari Alfathin (Anggota Mahasiswa) Miswatin Anggraini (Anggota Mahasiswa)

Tabel 1. Tujuan Praktikum dan Partisipasi Mitra

pengabdian kepada masyarakat ini akan mendapatkan rekognisi praktikum 1 SKS pada matakuliah Genetika (3 SKS) yang dilaksanakan pada Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Mataram.

Produk teknologi yang akan diterapkan kepada masyarakat adalah produk teknologi tepat guna perangkat praktikum mata pelajaran Genetika berbasis kromosom dan kompetensi mitra dalam pelaksanaan pembelajaran tersebut yang telah divalidasi tim pengabdian (Tabel 1). Kebutuhan siswa di sekolah dalam pembelajaran Genetika dari hasil praktikum mitra yang akan diimplementasikan, antara lain preparat kromosom meiosis dan foto perilaku kromosom *single crossing over* dan *double crossing over* pada tahap zigoten. Kompetensi yang dikuasai mitra dalam analisis *crossing over* sangat penting pada pembelajaran proses pembentukan gamet tipe parental dan gamet tipe rekombinan. Dilakukan monitoring penerapan teknologi kromosom meiosis dalam proses pembelajaran Genetika di kelas dan laboratorium. Bukti penerapan teknologi ditunjukkan berdasarkan surat pernyataan pemanfaatan hasil pengabdian kepada masyarakat oleh mitra.

Pendampingan dan evaluasi dilakukan untuk menilai efektivitas pelatihan. Penilaian utama terhadap kegiatan pelatihan dalam pengabdian ini adalah apakah target program ini terpenuhi, yaitu setidaknya 80% guru mitra mampu membuat preparat kromosom meiosis pada fase profase I dengan baik dan dapat mengidentifikasi tahapan kromosom dalam profase I dengan akurat menggunakan mikroskop.

## Hasil dan Pembahasan

Pelatihan mikroteknik preparasi kromosom meiosis dan analisis *crossing over* telah dilaksanakan di SMAN 1 Praya, Lombok Tengah (Gambar 1). Pelatihan dilakukan di Laboratorium Biologi sekolah. Peserta pelatihan adalah guru-guru yang tergabung dalam MGMP Biologi Lombok Tengah. Pelatihan diikuti 19 orang guru biologi yang berasal dari 12 SMA Negeri di Kabupaten Lombok Tengah, yaitu 5 guru dari SMAN 1 Praya, 1 guru dari SMAN 2 Jonggat, 1 guru dari SMAN 1 Kopang, 1 guru dari SMAN 1 Praya Tengah, 1 guru dari SMA Shohiburrahman Beleka, 1 guru dari SMAN 2 Pujut, 3 guru dari SMAN 4 Praya, 1 guru dari SMAN 2 Praya, 1 guru dari SMAN 1 Janapria, 1 guru dari

SMAN 1 Prabarda, dan 1 guru dari SMAN 1 Pringgarata.

Sebelum dimulai kegiatan pelatihan dilaksanakan pretes. Test ini dilakukan untuk mengeksplorasi kemampuan awal peserta pelatihan. Soal pre-test dalam bentuk pilihan ganda, sebanyak 11 pertanyaan. Hasil pre-test menunjukkan bahwa kemampuan awal peserta pelatihan berada pada nilai rata-rata 55,50. Kesulitan yang dihadapi peserta pelatihan berdasarkan hasil pre-test adalah pada materi subfase profase I meiosis. Sebanyak 80% peserta pelatihan kesulitan membedakan leptoten, zigoten, pakiten, diploten, dan diakinensis. Kesulitan ini diduga karena konsep tersebut masih bersifat teoritis dan mereka belum pernah melihat dibawah mikroskop atau menyaksikan simulasi. Berbeda dengan soal subfase profase I dalam bentuk teoritis, hampir sebagian besar peserta menjawab dengan benar soal test materi subfase profase I yang ditampilkan dalam bentuk simulasi menggunakan plastisin. Berdasarkan data tersebut, pelatihan ditekankan pada praktikum pengamatan dibawah mikroskop dan simulasi hasil pengamatan proses crossing over dengan plastisin.

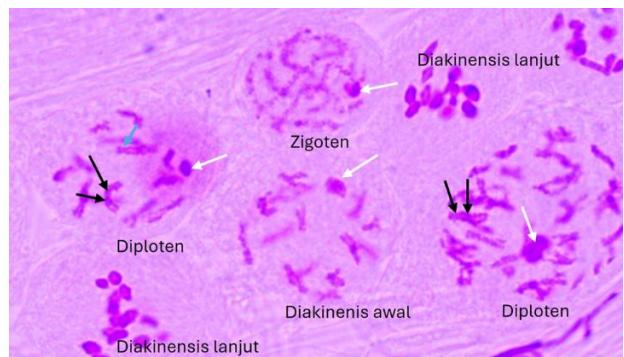
Pada kegiatan praktikum ini peserta pelatihan (praktikan) diharapkan dapat menemukan kromosom meiosis dan melakukan analisis crossing over. Kegiatan yang dilakukan peserta adalah (1) pengamatan subfase profase I kromosom meiosis, yang mencakup leptoten, diploten, pakiten, diploten dan diakinensis, (2) menemukan kiasma/kiasmata sebagai tanda terjadinya crossing over, dan (3) melakukan analisis bukti terjadinya crossing over berdasarkan hasil pengamatan fase diploten dibawah mikroskop dan melakukan simulasi menggunakan plastisin.



Gambar 1. Kegiatan pengabdian pada masyarakat: a. Pre-test; b, d. Simulasi kromosom meiosis dengan

plastisin; c. Pengamatan kromosom meiosis dibawah mikroskop cahaya.

Peserta diharapkan dapat mendekripsikan ciri kromosom profase I meiosis dibawah mikroskop. Pengamatan dibawah mikroskop dilakukan mulai dari perbesaran lemah sampai pada perbesaran kuat. Perbesaran lemah 100x, 400x digunakan untuk memilih kromosom yang akan dianalisis seara mendalam. Perbesaran kuat 1000x melibatkan minyak imersi untuk memfokuskan sinar agar kromosom tampak jelas (Gambar 2). Pada perbesaran lemah tampak folikel yang berisi sel-sel yang sedang melakukan proses meiosis. Peserta pelatihan ditugaskan untuk menunjukkan fase leptoten, zigoten, pakiten, diploten dan diakinensis.



Gambar 2. Subfase kromosom meiosis I jangkrik kalung (*Gryllus bimaculatus*) pada perbesaran 1000x. Anak panah warna biru muda adalah kiasma tanda terjadinya crossing over tunggal; anak panah warna hitam adalah kiasma tanda terjadinya crossing over ganda; anak panah warna putih adalah kromosom-X.

Dengan rasa ingin tahu yang tinggi, setiap peserta pelatihan (praktikan) melakukan pengamatan preparat dibawah mikroskop untuk menemukan lima subfase profase I tersebut. Untuk meyakinkan hasil temuannya, peserta pelatihan meminta tim pengabdian untuk memverifikasi kromosom pada mikroskop. Hasil temuan yang telah diverifikasi tim pengabdian, selanjutnya difoto menggunakan kamera handphone oleh peserta pengabdian. Visualisasi atau foto hasil pengamatan disebar ke group WA MGMP Biologi. Gambar yang di sebar dapat membantu peserta yang lain dalam menemukan subfase yang benar sesuai petunjuk praktikum. Dengan kerja keras dan motivasi yang tinggi, semua peserta pelatihan menemukan lima subfase profase I meiosis dibawah mikroskop cahaya. Berdasarkan gambar yang ditemukan,

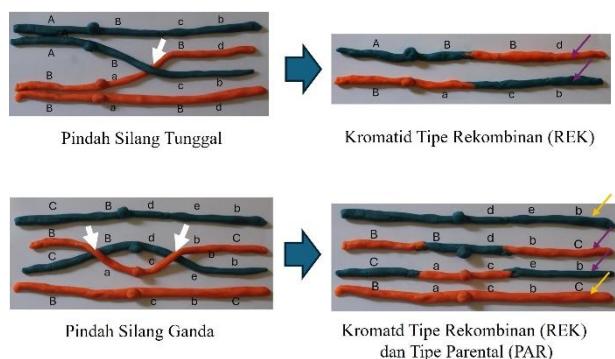
peserta pelatihan dapat membandingkan perbedaan kelima subfase tersebut dengan benar.

Peristiwa pindah silang (*crossing over*) terjadi pada subfase dalam profase I meiosis. Peserta pelatihan ditugaskan untuk menemukan subfase yang menunjukkan tanda terjadinya *crossing over*. Dengan panduan petunjuk praktikum, peserta pelatihan melakukan pengamatan dibawah mikroskop dan berhasil menemukan subfase yang menunjukkan terjadinya pindah silang (*crossing over*). Untuk mengetahui temuan dan alasan jawabannya, tim pengabdian memberikan pertanyaan pada peserta pelatihan "Pada subfase manakah pada meiosis I terjadi *crossing over*?" Jawaban yang diberikan peserta pelatihan adalah "*Crossing over* terjadi pada subfase Pakiten". Pertanyaan lanjutan yang diberikan tim pengabdian "Mengapa subfase Diploten yang digunakan untuk menunjukkan adanya *crossing over* dibawah mikroskop cahaya?" Jawaban peserta pelatihan "*Crossing over* yang berlangsung pada subfase Pakiten dalam skala molekuler/genetik pada kromatid, peristiwa ini tidak dapat diamati dengan mikroskop cahaya biasa karena ukuran DNA sangat kecil dan reorganisasi kromatid terjadi pada tingkat struktur halus kromosom. Yang bisa diamati dibawah mikroskop cahaya adalah kiasma/kiasmata pada subfase Diploten, yaitu titik persilangan antarkromatin non-saudara yang menandakan *crossing over* terjadi".

Untuk menyakinkan jawaban tersebut, tim pengabdian menugaskan peserta pelatihan untuk membuat gambar pola kiasma/kiasmata pada subfase Diploten. Melalui pengamatan dibawah mikroskop atau berdasarkan foto kromosom dibawah mikroskop, peserta pelatihan membuat gambar skematis kiasma sebagai tanda *crossing over*. Sebagian besar peserta dapat menggambar kiasma/kiasmata dengan benar. Walaupun demikian ada beberapa peserta yang masih keliru menggambar kiasmata sebagai bukti *crossing over*. Setelah dilakukan koreksi, semua peserta dapat menggambar bukti pindah silang dengan benar.

Analisis pindah silang (*crossing over*) dilakukan secara mikroskopis dan simulasi. Analisis dibawah mikroskop berdasarkan pola yang terbentuk pada kromosom subfase diploten dari hasil preparat yang dibuat peserta pelatihan. Analisis secara simulasi dilakukan dengan membuat tiruan bentuk kromosom menggunakan plastisin.

Melalui pengamatan dibawah mikroskop pada perbesaran lemah dan kuat, peserta pelatihan melakukan analisis tipe-tipe *crossing over*. Peserta ditugaskan untuk menemukan tipe pindah silang (*crossing over*) pada diploten. Dengan berpedoman pada perunjuk praktikum, peserta pelatihan menemukan dua tipe *crossing over*, yaitu *crossing over* tunggal dan *crossing over ganda*. Pertanyaan yang diajukan tim pengabdian "Bagaimana saudara membedakan pindah silang tunggal dan pindah silang ganda?" Jawaban peserta pelatihan "Pindah silang tunggal terdapat satu kiasma, sedangkan pindah silang ganda terdapat dua kiasmata". Berdasarkan temuan dua tipe *crossing over*, peserta diminta untuk membuat gambar kedua pindah silang tersebut. Agar dapat menunjukkan kromatid induk (gamet tipe parental) dan kromatid rekombinan (gamet tipe rekombinan) dilakukan simulasi yang memudahkan peserta pelatihan memahami dengan mudah dan benar.



Anak panah berwarna putih menunjukkan kiasma/kiasmata (tanda terjadinya *crossing over*)

Gambar 3. Simulasi proses *crossing over* (pindah silang) dengan media plastisin.

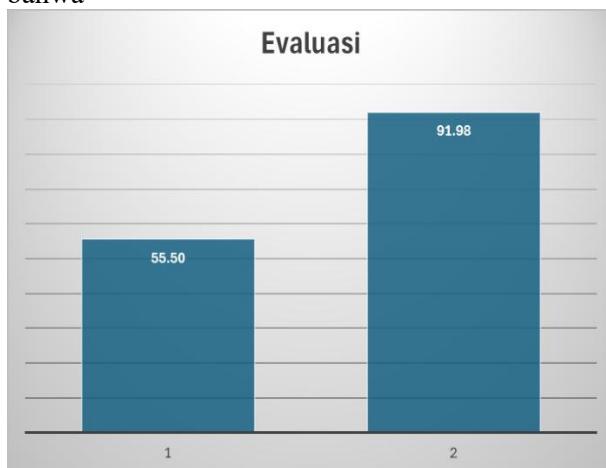
Penentuan proses pindah silang (*crossing over*) mudah dipahami melalui simulasi model dengan plastisin (Gambar 3). Peserta pelatihan ditugaskan membuat kromatid menggunakan plastisin. Setiap pasangan kromatid (bivalen) dibuat dari pastisin yang memiliki warna sama. Jika terdapat dua kromosom homolog yang berpasangan pada pakiten, maka terdapat dua warna, masing-masing warna untuk bivalen pertama dan warna lainnya untuk bivalen kedua. Setelah dibentuk tetrad kromosom, dilakukan pindah silang lengan kromosom yang saling berbatasan. Peserta pelatihan ditugaskan untuk membuat pola pindah silang tunggal dan pindah silang ganda. Hasil simulasi menunjukkan sebagian besar peserta dapat membuat

model pindah silang dengan benar. Walaupun demikian, masih ditemukan beberapa peserta yang keliru dalam membuat model pindah silang. Kekeliruan yang dibuat antara lain kromosom pindah silang tidak dibuat pada kromatid yang berbeda, namun pada kromatid dalam satu bivalen. Setelah dilakukan koreksi, peserta yang keliru akhirnya dapat membuat model pindah silang ganda dengan dasar kromatid yang benar.

Dengan bimbingan tim pengabdian, peserta pelatihan dapat melakukan simulasi *crossing over* dalam pembentukan gamet tipe rekombinan. Peserta pelatihan diminta untuk membuat kromatid atau gamet tipe rekombinan. Dengan disiplin yang tinggi peserta pelatihan dapat membuat kromatid pindah silang dengan plastisin. Selanjutnya mereka ditugaskan untuk melakukan analisis terjadinya sperma yang berbeda secara genetik dengan adanya proses pindah silang (*crossing over*).

Peserta pelatihan mendapatkan pengetahuan yang sangat berharga dan bermakna tentang pembuatan kromosom meiosis dan analisis *crossing over*. Dengan adanya pelatihan ini, guru-guru yang tergabung dalam MGMP Biologi Lombok Tengah mendapat bekal yang sangat bermanfaat untuk pembelajaran bermakna di sekolah masing-masing.

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa pelaksanaan pengabdian ini telah berhasil meningkatkan kemampuan dan keterampilan guru mitra pada teknik dan konsep genetika. Hasil postes menunjukkan peningkatan signifikan (Gambar 4). Sesuai dengan patokan penilaian yang ditetapkan dalam metode, maka kegiatan pengabdian ini telah berhasil dengan baik dalam transfer pengetahuan kepada guru mitra. Data hasil evaluasi mendukung bahwa



Gambar 4. Hasil pretes (1) dan postes (2)

pelatihan yang dilaksanakan memiliki efektivitas tinggi, dengan peningkatan nilai rata-rata pengetahuan dan keterampilan guru mitra dari 55,50 menjadi 91,98.

## Kesimpulan

Berdasarkan pengamatan dan diskusi yang dilakukan selama sesi pelatihan, dapat disimpulkan bahwa: (1) Guru biologi mendapat pengalaman yang sangat berharga dalam pengamatan preparat meiosis dan analisis *crossing over*, dan (2) Guru biologi sangat anusias mengikuti pelatihan pengamatan preparat kromosom meiosis dan analisis *crossing overs*.

## Saran

Perlu dilakukan pelatihan serupa dengan memanfaatkan bahan kuncup bunga, serta dukungan penyediaan bahan kimia yang memadai oleh pihak sekolah, agar proses pembelajaran dan praktik dapat berjalan lebih optimal, efektif, dan berkelanjutan.

## Ucapan Terimakasih

Kami menyampaikan apresiasi yang sebesar-besarnya kepada Universitas Mataram atas dukungan finansial serta motivasi yang diberikan dalam pelaksanaan kegiatan pengabdian ini. Ucapan terima kasih juga kami tujuhan kepada Bapak Kadian, S.Pd., M.Pd., selaku Kepala Sekolah SMAN 1 Praya, atas kesempatan dan dukungan yang telah diberikan sehingga kegiatan pengabdian ini dapat terlaksana dengan baik.

## Daftar Pustaka

- Darlington, C.D. dan L. F. La Cour, 1960. *The Handling of Chromosomes*. George Allen & Unwin Ltd. London.
- Kimball, J.W. 1998. *Biologi*. Erlangga. Jakarta.
- Mahfudhillah, H.T., S. Zubaidah, dan E. Suarsini. 2014. Pengembangan Media Genetik Box Pada Materi Genetika Kelas XII. *Seminar Nasional XI Pendidikan Biologi FKIP UNS*.
- Mertens, T.R. dan R. L. Hammersmith. 2001. *Genetics Laboratory Investigations*. Twelfth Edition. Princte Hall. Upper Saddle River. New Jersey.

- Mertha, I.G., A. Al Idrus, S. Bahri, P. Sedijani, dan D.A.C. Rasmi. 2019. Pelatihan teknik pembuatan preparat *squash* ujung akar untuk pengamatan kromosom pada guru-guru biologi di Kota Mataram. *Jurnal Pendidikan dan Pengabdian Masyarakat*, November 2019, Vol. 2, No. 4: 454 – 459.
- Mertha, I.G., S. Bahri, L. Zulkifli, A. Ramdani, dan N. Lestari. 2012. Pelatihan pembuatan preparat kromosom dan penyusunan karyotipe di Fakultas Mipa program studi Biologi Universitas Islam Al-Azhar Mataram. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA* 2019, (2) 1: 75-78.
- Mertha, I.G., I. Bachtiar, I. W. Merta, dan S. Bahri. 2023. Pelatihan Pembuatan Preparat Kromosom Mitosis Pada Guru-Guru Biologi Di Kabupaten Lombok Tengah. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 6 (4): 1118-1194.
- Roini, C. 2013. Organisasi konsep genetika pada buku biologi SMA kelas XII. *Jurnal EduBio Tropika*, Volume 1, Nomor 1, Oktober 2013: 1-60
- Rondonuwu, L. E. P. S. 1989. *Dasar-Dasar Genetika*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi. Proyek Pengembangan Lembaga Pendidikan Tenaga Kependidikan, Jakarta.
- Woelatingsih, S.1999. *Struktur dan Perkembangan Tumbuhan II*. Laboratorium Anatomi Tumbuhan. Fakultas Biologi. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.