

Original Research Paper

Pelatihan Preparasi Oosit untuk Pengamatan Kromosom *Lampbrush* pada Guru-Guru Biologi di Lombok Barat

AA. Sukarso¹, I Gde Mertha^{1*}, Ahmad Raksun¹, I Wayan Merta¹, Syamsul Bahri¹

¹Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia

<https://doi.org/10.29303/jpmipi.v5i4.2584>

Sitasi : Sukarso, A.A., Mertha, I. G., Raksun, A., Merta, I. W., & Bahri, S. (2022). Pelatihan Preparasi Oosit untuk Pengamatan Kromosom *Lampbrush* pada Guru-Guru Biologi di Lombok Barat. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 5(4)

Article history

Received: 20 Oktober 2022

Revised: 30 November 2022

Accepted: 8 Desember 2022

*Corresponding Author: **I Gde Mertha**, Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia

Email:

igdemertha@yahoo.co.id

Abstract: Kromosom *lampbrush* merupakan kromosom raksasa. Pasangan loop yang muncul pada kromosom ini dapat menjadi sumber belajar untuk pengamatan konfigurasi kromosom dan model proses transkripsi, sehingga dapat dijadikan solusi untuk mengatasi kesulitan belajar siswa pada materi ekspresi gen. Karena ukurannya yang besar, kromosom *lampbrush* mudah terlihat dibawah mikroskop cahaya. Guru-guru biologi di Kabupaten Lombok Barat belum memiliki keterampilan dalam pembuatan kromosom *lampbrush*. Oleh sebab itu guru-guru biologi perlu diberikan teknik pembuatan preparat kromosom *lampbrush* yang dilanjutkan dengan pengamatannya di bawah mikroskop. Kegiatan pengabdian ini telah dilaksanakan di SMAN 1 Narmada dan Universitas Mataram. Tujuan pengabdian ini adalah memberikan pelatihan mikroteknik pembuatan preparat mikroskopis kromosom *lampbrush* sel-sel oosit kodok sawah (*Fejervarya cancrivora*) dan melatih keterampilan observasi (pengamatan) konfigurasi dan struktur detail kromosom *lampbrush* dibawah mikroskop. Metode yang digunakan pada kegiatan pengabdian ini adalah unjuk kerja dalam bentuk praktek, yang dikombinasikan dengan ceramah, diskusi dan tanya jawab. Hasil pelatihan menunjukkan bahwa (1) Pengabdian ini menambah wawasan dan keterampilan sangat bermakna bagi guru mitra dalam pembuatan preparat kromosom *lampbrush* untuk pengamatan kiasmata, loop lateral yang berperan dalam transkripsi, kromomer, dan aksis kromosom serta teknik visualisasinya dibawah mikroskop, (2) Ketekunan dan semangat yang tinggi guru mitra sangat mendukung keberhasilan pembuatan preparat kromosom *lampbrush* sel-sel oosit kodok sawah (*Fejervarya cancrivora*), (3) Keterampilan yang diperoleh guru mitra dalam pelatihan ini merupakan pengalaman berharga untuk perencanaan praktikum, dan (4) Produk preparat kromosom *lampbrush* yang dihasilkan dapat digunakan sebagai sumber belajar genetika berbasis praktikum di sekolah.

Keywords: Kromosom *Lampbrush*, Loop Lateral, Oosit.

Pendahuluan

Ekspresi gen sangat penting bagi mahluk hidup (Kimball, 1998). Dalam proses ini DNA digunakan untuk membuat protein, yang kemudian menjalankan berbagai fungsi penting dalam tubuh.

Proses ekspresi gen berlangsung pada semua makhluk hidup termasuk eukariota, prokariota (bakteri dan arkea), dan dimanfaatkan oleh virus untuk menghasilkan mesin makromolekul untuk kelangsungan hidupnya. Beberapa tahapan dalam proses ekspresi gen yaitu transkripsi, penyambungan atau *splicing*

RNA, translasi, dan modifikasi pasca translasi dari protein

Dalam genetika, ekspresi gen merupakan tingkat paling mendasar yang mana genotipe memunculkan fenotipe, yaitu sifat yang dapat diamati. Kode genetik yang disimpan dalam DNA "ditafsirkan" oleh ekspresi gen, dan sifat-sifat ekspresi tersebut memunculkan fenotipe organisme. Fenotipe semacam itu sering diekspresikan oleh sintesis protein yang mengendalikan bentuk organisme, atau yang bertindak sebagai enzim yang mengkatalisasi lintasan metabolisme spesifik yang menjadi ciri organisme. Regulasi ekspresi gen dengan demikian penting untuk perkembangan suatu organisme.

Sesuai Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan, materi genetika konsep ekspresi gen diajarkan di sekolah pada jenjang SMA. Materi ekspresi gen termasuk dalam kelompok substansi materi genetik bersama dengan kromosom, DNA dan gen. Materi ekspresi gen (sintesis protein) ini dibagi dalam sub materi, yaitu (1) Hubungan DNA-RNA-Protein, (2) Struktur DNA, RNA serta sifat perbedaan dan fungsinya, (3) Proses tahapan sintesis protein terdiri dari 2 tahap, yaitu transkripsi dan translasi. Kedua tahapan tersebut mengalami proses inisiasi, elongasi, dan terminasi dengan karakteristik yang berbeda, dan (4) Kode-kode genetik dan macam-macam kode genetik.

Konsep ekspresi gen (sintesis protein) dianggap materi yang sulit dipahami oleh sebagian besar siswa. Analisis kesulitan belajar siswa yang dilakukan Murwitaningsih *et al.* (2021) menunjukkan bahwa sub pokok bahasan sintesis protein memiliki persentase kesulitan tertinggi yaitu sebesar 70,37% dengan kriteria tingkat kesulitan tinggi. Faktor kesulitan belajar siswa yang dominan terutama berasal dari guru bidang studi, tingkat pemahaman siswa, serta media dan sumber belajar siswa. Hasil penelitian Hala *et al.* (2018) menunjukkan bahwa materi genetik dan pewarisan sifat melalui ekspresi gen termasuk konsep genetika yang sering menjadi miskonsepsi pada siswa kelas XII IPA SMAN 1 Tondon, sedangkan faktor-faktor yang menjadi penyebab terjadinya miskonsepsi siswa pada materi tersebut antara lain kemampuan siswa memahami konsep dan metode mengajar guru. Berdasarkan laporan tersebut, guru perlu melakukan inovasi pembelajaran pada materi sintesis protein. Ekspresi gen memiliki banyak sekali tahapan-tahapan yang tidak dapat diamati

secara langsung. Gambaran mengenai jalannya proses sangatlah rumit (Andraszec dan Smalec, 2011), pada umumnya bersifat abstrak (Mahfudhillah *et al.*, 2014) dan jauh dari kehidupan sehari-hari siswa (Tsui & Treagust, 2003 dalam Roini, 2013), sehingga sulit dipahami siswa apabila tidak divisualkan dengan baik. Dengan demikian siswa menganggap pembelajaran sintesis protein melelahkan dan membosankan.

Kromosom *lampbrush* (*lampbrush chromosomes*, kromosom sikat) merupakan tipe kromosom yang ditemukan dalam oosit yang sedang berkembang (telur belum matang) pada semua hewan kecuali mamalia. Walter Fleming mendeskripsikan kromosom ini pertama kali pada tahun 1882. Kromosom *lampbrush* amphibia berekor dan tidak berekor, burung, dan serangga telah memiliki deskripsi yang baik. Karena transkripsi aktif banyak gen, kromosom bertransformasi menjadi bentuk *lampbrush* (sikat lampu) pada subfase diploten dalam profase I meiosis. Kromosom *lampbrush* pada profase awal adalah bivalen, dibentuk oleh dua kromatid saudara. Bagian aksis setiap kromosom homolog dibentuk oleh kromatid saudara yang terdiferensiasi membentuk daerah kromatin transkripsi aktif dan non aktif. Aktivitas transkripsi kromosom *lampbrush* tampak sebagai mantel simetris berupa loop sepanjang aksis.

Kromosom *lampbrush* terdiri atas lengkung kromatin terbuka, dimana sebagian besar gen ditranskripsi dan lengkung rapat tanpa ekspresi gen (Roy *et al.*, 2002; Gaginskaya *et al.*, 2009). Loop kromosom *lampbrush* merupakan contoh kromatin terbuka. Loop ini berperan seperti "puffs" pada kromosom politen. Kromosom politen berbeda dari kromosom *lampbrush*. Kromosom politen disusun oleh kromatid paralel, sedangkan kromosom *lampbrush* merupakan untai tunggal heliks DNA. Pengamatan dibawah mikroskop elektron menggambarkan bahwa diameter untai loop kromosom *lampbrush* berkaitan erat dengan diameter heliks DNA, yaitu 1,9 nm (Olins and Olins, 2003; Gaginskaya *et al.*, 2009).

Aktivitas transkripsi kromosom *lampbrush* dapat diamati dibawah mikroskop cahaya dan dapat ditentukan tingkat keaktifannya berdasarkan perubahan morfologi (Andraszec dan Smalec, 2011). Oleh karena itu, kromosom *lampbrush* dapat dijadikan sebagai model untuk mempelajari regulasi transkripsi. Perubahan aktivitas transkripsi

kromosom *lampbrush* dapat ditandai dengan adanya perbedaan struktur morfologi dari loop (Gall, 1983; Morgan, 2002). Selain itu, aktivitas transkripsi yang tinggi pada mikrokromosom dapat ditandai berdasarkan tingkat kepadatan gen-gen penyusunnya (Rodionov, 1996; Angelier *et al.*, 1984; Morgan, 2002). Analisis aktivitas transkripsi dapat ditentukan berdasarkan asumsi bahwa loop lateral kromosom *lampbrush* merupakan daerah aktif yang melakukan transkripsi. Penurunan aktivitas transkripsi dapat diamati berdasarkan pengurangan ukuran loop lateral (Varley *et al.*, 1980; Gall, 1983; Callan *et al.*, 1987; Gaginskaya dan Tsvetkov, 1988; Morgan, 2002, 2007; Galkina *et al.*, 2006; Gaginskaya *et al.*, 2009).

Loop lateral dapat dikelompokkan berdasarkan tipe enzim transkripsinya. Loop terbesar terjadi transkripsi oleh polimerase II. Loop terkecil ditranskripsi oleh polimerase III. Loop tersebut mengandung kode unit 5S RNA (Kay dan Gall, 1981), tRNA (Müller *et al.*, 1987) atau sekuens pendek hasil replikasi (Kroll *et al.*, 1987). Karena ukuran sekuens 5S RNA pendek dan terbagi oleh elemen non koding, transkripsi menjadi terbatas pada sekuens koding, transkripsi sekuens demikian juga menjadi pendek, akibatnya tidak terjadi matriks yang tegas terbentuk pada filamen RNP. Itulah sebabnya mengapa filamen tampak jelas dibawah pengamatan mikroskop fase kontras (Murphy *et al.*, 2002). Demikian pula pengamatan dibawah mikroskop cahaya pada preparat yang diwarnai dengan *ammoniacal silver staining* (AgAS) (Varley dan Morgan, 1978).

Dengan mengacu pada karakteristik morfologi kromosom *lampbrush* yang telah dijelaskan diatas, maka kromosom ini dapat dijadikan solusi untuk mengatasi kesulitan belajar siswa pada materi ekspresi gen. Dengan adanya kemudahan pengamatan morfologi kromosom *lampbrush* dibawah mikroskop cahaya terhadap bahan genetik yang berkaitan dengan proses sintesis protein, seperti loop lateral (tempat terjadi transkripsi), variasi ukuran loop (tingkat aktivitas transkripsi), dan tingkat kondensasi kromatin di kedua ujung loop (penentuan arah transkripsi), demikian pula posisi matriks (RNA dan protein), maka dengan memadukan semua visualisasi bahan genetik perangkat ekspresi gen tersebut dalam suatu kegiatan praktikum laboratorium akan membantu siswa untuk memahami ekspresi gen dengan lebih baik. Visualisasi bahan genetik tersebut mudah

dilakukan di sekolah dan tidak memerlukan biaya yang mahal, dimana bahan dan peralatan yang digunakan tidak berbeda banyak dengan kegiatan yang telah dilakukan Mertha *et al.* (2019), Mertha *et al.* (2019), Mertha *et al.* (2020) dan Mertha *et al.* (2021). Proses pembuatan preparat kromosom *lampbrush* dapat mengacu petunjuk lengkap yang disusun Gall dan Nizami (2016). Oleh sebab itu dalam upaya pencapaian kompetensi diperlukan pembelajaran pada siswa yang tidak hanya berdasarkan konsep tetapi juga berbasis praktik.

Berdasarkan uraian di atas, pembuatan preparat untuk pengamatan kromosom *lampbrush* akan sangat menunjang peningkatan indikator pencapaian kompetensi dalam pembelajaran genetika pada subkonsep ekspresi gen (sintesis protein) di sekolah. Pembuatan preparat kromosom *lampbrush* jauh lebih singkat dan sederhana dibandingkan dengan pembuatan kromosom mitosis dan meiosis, tetapi membutuhkan ketelitian dan ketekunan. Kendala yang dihadapi guru-guru mitra dalam praktikum pembuatan slide kromosom tersebut adalah mereka belum memahami cara isolasi inti sel dalam oosit, pemisahan membran inti, penyebaran kromosom *lampbrush* dan preparasinya menjadi slide untuk pengamatan dibawah mikroskop. Oleh sebab itu tujuan yang diharapkan dari kegiatan pengabdian ini adalah melakukan pendamping praktikum mikroteknik preparasi inti sel oosit untuk pembuatan preparat kromosom *lampbrush* dan melatih keterampilan observasi materi genetik yang berperan dalam proses sintesis protein dibawah mikroskop. Sedangkan manfaat yang diharapkan dari kegiatan pengabdian ini adalah peningkatan keterampilan dan keahlian guru-guru biologi di Kabupaten Lombok Barat dalam pembuatan preparat kromosom *lampbrush* dan kemampuan analisis perangkat genetik sintesis protein hasil pengamatan dibawah mikroskop untuk meningkatkan kualitas pembelajaran genetika.

Metode

Kegiatan pelatihan ini dilaksanakan dengan penyampaian materi dan kerja praktek. Peserta pelatihan (guru-guru mitra) diberikan materi dengan cara ceramah, yang selanjutnya dilakukan tanya jawab dan kegiatan diskusi tentang petunjuk praktikum yang akan digunakan. Setelah selesai kegiatan penyampaian materi, selanjutnya

dilakukan kerja praktek. Kegiatan praktikum dilakukan di SMAN 1 Narmada dan Universitas Mataram. Untuk memudahkan dalam pengawasan dan pembimbingan kegiatan praktek, peserta pelatihan dibagi menjadi beberapa kelompok. Pada saat praktek dilakukan pendampingan untuk memberikan bimbingan dan validasi pada kinerja praktek guru-guru mitra.

Praktek pembuatan preparat kromosom *lampbrush* pada subfase diploten dilakukan menggunakan bahan sel-sel oosit kodok sawah (*Fejervarya cancrivora*). Dengan bimbingan tim pengabdian, setiap peserta pelatihan (guru-guru mitra) melakukan pembuatan preparat kromosom *lampbrush*. Slide yang telah selesai dikerjakan dilakukan pengamatan oleh masing-masing peserta dibawah mikroskop dengan bimbingan pendampingan dari tim pengabdian. Pengamatan dilakukan mulai dari perbesaran lemah sampai perbesaran kuat untuk menemukan struktur morfologi dan konfigurasi kromosom yang berperan dalam proses ekspresi gen (sintesis protein).

Untuk mengetahui keberhasilan kegiatan pelatihan dilakukan evaluasi. Evaluasi utama atas kegiatan pelatihan pada pengabdian ini adalah apabila target dari program ini tercapai yaitu minimal 80% guru mitra dapat menghasilkan preparat kromosom *lampbrush* yang baik, mampu menunjukkan struktur khas kromosom *lampbrush* dibawah mikroskop, dan menjelaskan proses sintesis protein berdasarkan hasil pengamatan morfologi kromosom tersebut dibawah mikroskop.

Hasil dan Pembahasan

Pelatihan ini terlaksana dengan baik dan guru-guru mitra telah berhasil melalui langkah-langkah pembuatan preparat kromosom *lampbrush* yang meliputi isolasi oosit, isolasi *germinal vesicle* (inti sel), pemisahan membran inti untuk menyebarkan kromosom *lampbrush*, pelekatan kromosom pada slide, pewarnaan dan *mounting*. Pada pelatihan ini guru mitra juga mendapat pengalaman teknik melakukan visualisasi struktur kromosom *lampbrush* dibawah mikroskop. Hasil visualisasi penting sebagai dokumen foto hasil praktikum untuk analisis proses transkripsi pada materi genetika.

Pada kegiatan pelatihan ini, guru-guru mitra menunjukkan antusias yang tinggi untuk membuat preparat kromosom *lampbrush* dengan

benar. Dengan semangat kerja keras dan bimbingan dari tim pengabdian, guru mitra telah berhasil menghasilkan produk pelatihan, yaitu (1) preparat (sediaan) kromosom *lampbrush germinal vesicle* sel-sel oosit kodok sawah (*Fejervarya cancrivora*) dan (2) *Germinal vesicle* hasil isolasi yang dikumpulkan dan diawetkan di laboratorium untuk bahan praktikum pembuatan sediaan kromosom *lampbrush*.

Guru-guru mitra sangat serius mengamati preparat yang telah diselesaikannya di bawah mikroskop. Pendampingan yang dilakukan tim pengabdian pada saat pengamatan preparat membantu peserta pelatihan untuk menemukan struktur detail kromosom *lampbrush*. Dengan adanya respon yang sangat tinggi, para peserta berhasil menunjukkan loop lateral yang merupakan daerah kromatin transkripsi aktif, adanya kiasmata, dan kromomer.

Isolasi *germinal vesicle* sel-sel oosit dan preparasinya menjadi sediaan kromosom *lampbrush* memerlukan ketelitian dan kecermatan. Dengan melakukan kerja yang tekun dan latihan berulang-ulang, kemampuan mikroteknik peserta dalam pembuatan sediaan kromosom tersebut mengalami peningkatan. Hasil pantauan selama pelatihan menunjukkan bahwa pada hari pertama kurang dari 50 persen dari peserta berhasil melalui langkah-langkah pembuatan preparat dengan benar. Kesulitan yang banyak dihadapi peserta adalah pada proses isolasi *germinal vesicle* dan pemisahan selaput *germinal* tersebut untuk penyebaran kromosom. Melalui latihan yang intensip dan dengan bimbingan tim pengabdian, pada hari kedua menunjukkan bahwa lebih dari 85 persen peserta menjadi trampil membuat preparat. Dengan dikuasai kemampuan mikroteknik sitologi pembuatan preparat kromosom *lampbrush* menjadi bekal yang sangat bermakna dan berharga bagi guru mitra dalam perencanaan dan pelaksanaan praktikum genetika di sekolah.



Gambar 1. Peserta pelatihan dan penyiapan bahan, kemikalia serta alat-alat pelatihan. A. Kesiapan peserta (guru mitra) untuk mengikuti pelatihan. B. Penjelasan tim pengabdian tentang kromosom *lampbrush* dan teknik preparasinya. C. Persiapan praktek isolasi *germinal vesicle* kodok sawah (*Fejervarya cancrivora*); D. Observasi *germinal vesicle* hasil isolasi dibawah mikroskop.



Gambar 2. Kegiatan penyiapan bahan pelatihan. A. Guru mitra sedang melakukan praktek pengambilan ovarium, isolasi oosit, dan isolasi *germinal vesicle* (inti sel); B. Ovarium; C. Sel-sel oosit kodok sawah (*Fejervarya cancrivora*). Anak panah kanan menunjukkan melanin (hitam) dan anak panah kiri menunjukkan yolk (putih). D. *Germinal vesicle* yang telah dikeluarkan dari oosit.

Karena rasa ingin tahu yang besar, keterlibatan guru mitra dalam praktik sangat tinggi.

Semua peserta melakukan preparasi *germinal vesicle* sel-sel oosit untuk pembuatan preparat kromosom *lampbrush* pada profase I meiosis subtahap diplotene. Partisipasi aktif ini ditunjukkan dengan kinerja mereka yang merampungkan semua tugas pembuatan kromosom *lampbrush* dan juga visualisasi kromosom dibawah mikroskop. Setiap preparat yang telah selesai dikerjakan selalu dimintakan verifikasi pada tim pengabdian, demikian pula hasil visualisasi dibawah mikroskop. Melalui penugasan yang terbimbing, para peserta telah merampungkan tugas, yaitu (1) praktik teknik koleksi oosit dan isolasi *germinal vesicle*, (2) praktik teknik pemisahan selaput *germinal vesicle*, penyebaran kromosom *lampbrush*, dan pelekatan kromosom pada slide, (3) praktik fiksasai dan pewarnaan kromosom *lampbrush*, (4) praktik pengamatan kromosom *lampbrush* dibawah mikroskop, dan (5) praktik visualisasi (pengambilan foto) struktur detail kromosom *lampbrush* dibawah mikroskop.

Preparasi preparat kromosom *lampbrush* berdasarkan pada petunjuk praktikum yang memuat langkah kerja preparasi *germinal vesicle* sel-sel oosit *Fejervarya cancrivora*. Penyediaan ovarium yang diambil dari kodok sawah *Fejervarya cancrivora* betina dilakukan untuk mendapatkan sel-sel oosit. Untuk mendapatkan ovarium, dilakukan pembedahan kodok betina dalam larutan anestesia. Setelah dilakukan pengambilan ovarium secukupnya, selanjutnya luka bedah pada katak dijahit. Selanjutnya katak disimpan dalam larutan “frog water” untuk proses penyembuhan. Jika diperlukan lagi, katak yang telah sembuh dalam satu atau dua bulan setelah luka bedah dapat dilakukan pembedahan lagi untuk pengambilan ovarium. Ovarium direndam larutan OR2 dalam petridish. Dengan menggunakan pinset, sel-sel oosit dipisahkan dari ovarium dalam larutan OR2.

Isolasi *germinal vesicle* (inti sel) dilakukan pada sel oosit dalam medium *GV isolation*. Pengambilan *germinal vesicle* dilakukan dibawah mikroskop bedah dengan cara menusuk bagian oosit yang berwarna hitam dengan menggunakan jarum pentul pertama dan jarum pentul kedua ditusukkan pada bagian oosit yang berwarna putih. Untuk pengeluaran isi oosit, kedua jarum pentul digerakkan berlawanan arah. *Germinal vesicle* (inti sel) tampak sebagai bulatan bening yang masih bergabung dengan yolk atau telah terpisah dari yolk. Inti sel dipisahkan dari yolk yang melekat

dan dijauhkan dari yolk dengan bantuan ujung jarum pentul.

Hasil pengamatan selama pelatihan menunjukkan bahwa seringkali tidak ditemukan *germinal vesicle*, hal ini disebabkan karena *germinal vesicle* telah pecah karena tertusuk jarum pentul. Untuk mengatasi kendala tersebut, penusukkan sel oosit dengan jarum pentul dilakukan pada sisi oosit yang berwarna hitam dan putih. Pengambilan *germinal vesicle* untuk dipindahkan ke slide dilakukan dengan menggunakan mikropipet. Kendala yang sering dialami saat pengambilan *germinal vesicle* dengan mikropipet bahwa dengan penggunaan mikropipet secara langsung menyebabkan inti sel tersedot jauh ke dalam mikropipet. Hal ini dapat menyebabkan inti sel melekat pada dinding mikropipet, sehingga kesulitan dalam pengeluaran inti hasil isolasi tersebut. Untuk mengatasi kendala ini, sebelum dilakukan isolasi *germinal vesicle* (inti sel) maka mikropipet diisi dulu dengan larutan isolasi atau diatur volume sampai 20 uL kemudian digunakan untuk pengambilan inti sel. Dengan teknik ini, *germinal vesicle* tidak terserap terlalu jauh dalam mikropipet sehingga mudah dikeluarkan kembali.

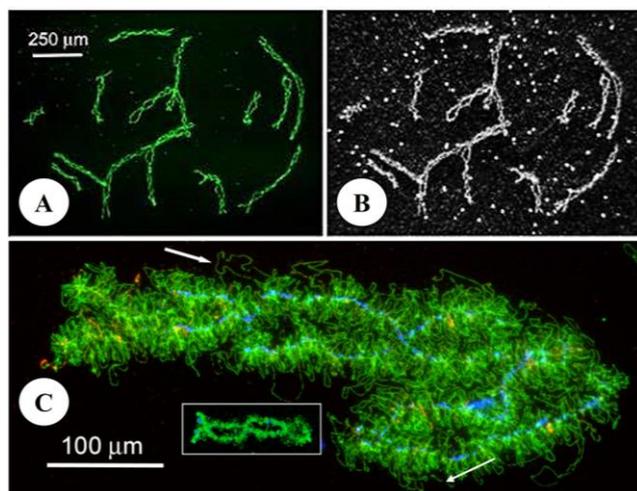
Untuk pemisahan membran inti, *germinal vesicle* diletakkan dalam permukaan slide yang telah dibuat "chamber" dari plastik. Pada "chamber" yang telah diisi larutan medium *spreading* diletakkan inti hasil isolasi. Pemisahan membran inti dari isi inti dilakukan dengan cara merusak membran inti dengan ujung jarum pentul sehingga isi inti tersebar dalam "chamber". Selanjutnya "chamber" ditutup dengan gelas penutup, bagian tepi gelas penutup disegel dengan parafin dan dilakukan sentrifugasi untuk melekatkan kromosom *lampbrush* pada slide. Setelah sentrifugasi, gelas penutup dan "chamber" dibuang. Fiksasi kandungan nukleus dilakukan dalam paraformaldehid 2-4%. Kandungan nukleus (kromosom *lampbrush*) yang telah difiksasi dilakukan immunostaining dan *in situ Hybridization*.

Dalam pembuatan preparat kromosom *lampbrush* ini pendampingan intensif dilakukan tim pengabdian pada guru mitra, karena langkah-langkah preparasi membutuhkan kecermatan. Berkat keseriusan dalam latihan dan pendampingan dari tim pengabdian, semua guru mitra menjadi terampil dan berhasil melakukan pengambilan oosit, isolasi *germinal vesicle*, pemisahan membran

inti dan penyebaran kromosom, fiksasi, serta *staining*. Selanjutnya, dengan adanya preparat kromosom *lampbrush* yang bagus (tidak tumpang tindih, tersebar) dan dengan bimbingan oleh tim pengabdian, guru mitra dapat dengan mudah melakukan pengamatan struktur kromosom *lampbrush*, khususnya loop lateral tempat transkripsi. Begitu pula perilaku khas kromosom khususnya diploten tergambar dengan sangat jelas.

Pengamatan struktur detail kromosom *lampbrush* pada fase profase I meiosis dilakukan dibawah mikroskop pada perbesaran lemah dan kuat. Melalui observasi struktur detail preparat yang mereka buat sendiri, guru mitra dapat menunjukkan variasi ukuran morfologi loop, adanya kromomer, bagian aksis kromosom, dan kiasmata dengan mudah dan benar. Loop lateral kromosom *lampbrush* merupakan contoh kromatin terbuka. Loop ini berperan seperti "puffs" pada kromosom politen. Kromosom politen berbeda dari kromosom *lampbrush*. Kromosom politen disusun oleh kromatid paralel, sedangkan kromosom *lampbrush* merupakan untai tunggal heliks DNA. Andraszek dan Smalec (2011) menyatakan bahwa aktivitas transkripsi kromosom *lampbrush* dapat diamati dibawah mikroskop cahaya dan dapat ditentukan tingkat keaktifannya berdasarkan perubahan morfologi. Oleh karena itu, dengan melakukan pengamatan kromosom *lampbrush* guru mitra telah mempelajari regulasi transkripsi. Menurut Morgan (2002) bahwa perubahan aktivitas transkripsi kromosom *lampbrush* dapat ditandai dengan adanya perbedaan struktur morfologi dari loop. Dengan melakukan pengamatan loop lateral kromosom *lampbrush* pada pelatihan ini, guru mitra dapat mengetahui daerah aktif yang melakukan transkripsi. Pertanyaan yang diajukan peserta pelatihan dari hasil pengamatan kromosom *lampbrush* adalah "Mengapa kromosom *lampbrush* membentuk loop lateral yang banyak?" "Mengapa ukuran lateral loop tersebut berbeda-beda?" Jawaban yang disampaikan tim pengabdian untuk pertanyaan pertama adalah "pembentukan loop berkaitan erat dengan transkripsi. Sel telur amphibia yang sedang tumbuh memerlukan cadangan makanan berupa yolk yang diperlukan untuk pertumbuhan embrio. Oleh sebab itu, dilakukan transkripsi mRNA yang dilakukan oleh banyak loop agar dapat membentuk banyak protein dalam pembentukan yolk". Jawaban pertanyaan kedua adalah "ukuran loop menunjukkan perbedaan

aktivitas transkripsi, semakin besar ukuran loop maka aktivitas transkripsi semakin tinggi”.



Gambar 3. Materi pelatihan kromosom *lampbrush* yang dimabil dari Joseph G. Gall dan Zehra F. Nizami. 2016. *Isolation of Giant Lampbrush Chromosomes from Living Oocytes of Frogs and Salamanders*. A. Hasil immunostaining yang diamati dibawah mikroskop fluorescens; B. Kromosom yang sama yang diamati dengan penyinaran gelap terang; C. Kromosom *lampbrush* hasil immunostaining yang diamati dengan mikroskop fluorescens pada perbesaran kuat. Anak panah menunjukkan loope, lokasi terjadi transkripsi.

Dokumentasi foto (visualisasi) morfologi kromosom *lampbrush* dan struktur detailnya yang mencakup morfologi loop, kromomer, bagian aksis kromosom, dan kiasmata dibawah mikroskop pada pelatihan ini semuanya dilakukan menggunakan kamera handphone. Hal ini disebabkan karena kamera pada mikroskop yang digunakan untuk platihan ini mengalami gangguan sehingga tidak berfungsi. Visualisasi dengan menggunakan kamera handphone tanpa perangkat khusus mengacu pada Mertha *et al.* (2020). Sedangkan visualisasi menggunakan handphone dengan perangkat khusus digunakan *microscope phone holder* yang dipasang pada tabung okuler mikroskop.

Foto (visualisasi) kromosom *lampbrush* subfase diploten pada kodok sawah *Fejervarya cancrivora* yang dihasilkan dalam pengabdian ini dapat menjadi sumber belajar dalam pembelajaran genetika berbasis praktikum. Untuk memahami proses pindah silang (*crossing over*) dan transkripsi mRNA dalam proses sintesis protein dapat dijelaskan dengan

mudah melalui pengamatan kromosom *lampbrush*. Gambaran variasi ukuran loop lateral kromosom tersebut dapat menjadi indikator terjadinya perubahan aktivitas transkripsi.

PENUTUP

Berdasarkan hasil monitoring dan evaluasi selama pelatihan, dapat disimpulkan: (1) Pengabdian ini menambah wawasan dan keterampilan sangat bermakna bagi guru mitra dalam pembuatan preparat kromosom *lampbrush* untuk pengamatan kiasmata, loop lateral yang berperan dalam transkripsi, kromomer, dan aksis kromosom serta teknik visualisasinya dibawah mikroskop, (2) Ketekunan dan semangat yang tinggi guru mitra sangat mendukung keberhasilan pembuatan preparat kromosom *lampbrush* sel-sel oosit kodok sawah (*Fejervarya cancrivora*), (3) Keterampilan yang diperoleh guru mitra dalam pelatihan ini merupakan pengalaman berharga untuk perencanaan praktikum, dan (4) Produk preparat kromosom *lampbrush* yang dihasilkan dapat digunakan sebagai sumber belajar genetika berbasis praktikum di sekolah.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada Universitas Mataram yang telah memberikan dukungan material dan moral terhadap terlaksananya kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini. Terimakasih disampaikan juga kepada bapak Hulwani, S.Pd., M.M, selaku Kepala Sekolah SMAN 1 Narmada yang telah memberikan kesempatan dalam pelaksanaan pengabdian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Andraszek, K. dan E. Smalec. 2011. Structure and functions of lampbrush chromosomes. *BioTechnologia Vol. 92(4): 337-344.*
- Angelier N., Paintraud M., Lavaud A., Lechaire J.P. (1984) Scanning electron microscopy of amphibian lampbrush chromosomes. *Chromosoma 89: 243-253.*
- Callan H.G., J. G. Gall, dan C A. Berg. 1987. The lampbrush chromosomes of *Xenopus laevis*: preparation, identification, and distribution of 5S DNA sequences. *Chromosoma 95: 236-250.*

- Gall, J.G. dan Z. F. Nizami. 2016. Isolation of Giant Lampbrush Chromosomes from Living Oocytes of Frogs and Salamanders. *J. Vis. Exp. (118): e54103*.
- Gaginskaya E.R. dan A. G. Tsvetkov. 1988. Electron microscopy research on the chromatin structure of dispersed lampbrush chromosomes in the hen. *Tsitologiia* 30: 142-150.
- Gaginskaya E., T. Kulikova, dan A. Krasikova. 2009. Avian lampbrush chromosomes: a powerful tool for exploration of genome expression. *Cytogenet. Genome Res.* 124: 251-267.
- Galkina S., S. Deryusheva, V. Fillon, A. Vignal, R. Croijmans, M. Groenen, A. Rodionov, dan E. Gaginskaya. 2006. FISH on avian lampbrush chromosomes produces higher resolution gene mapping. *Genetica* 128: 241-251
- Gall J.M. 1983. Transcription of repetitive sequences on *Xenopus* lampbrush chromosomes. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 80: 3364-3367.
- Hala, Y., A. I. Mangoling, dan A. F. Arsal. 2018. Identifikasi Miskonsepsi Siswa Kelas XII IPA Pada Konsep Genetika Dengan Metode Certainty of Response Index (CRI). *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi (ISBN: 978-602-61265-2-8)*.
- Kimball, J.W. 1998. *Biologi*. Erlangga. Jakarta.
- Kroll A., P. Carbon, J.P. Ebel, dan B. Appel. 1987. *Xenopus tropicalis* U6 snRNA genes transcribed by Pol III contain the upstream promoter elements used by Pol II dependent U-snRNA genes. *Nucl. Acids Res.* 15: 2463-2478.
- 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*.
- 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, Vol. 2, No. 4: 454 – 459*.
- Mertha, I.G., S. Bahri, L. Zulkifli, A. Ramdani, dan N. Lestari. 2019. Pelatihan pembuatan preparat kromosom dan penyusunan karyotipe di Fakultas Mipa program studi Biologi Universitas Islam Al-Azhar Mataram. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA, Vol. 2 (1): 75-78*.
- Mertha, I.G., A. Raksun, Syachruddin, S. Bahri. 2020. Pelatihan Pembuatan Preparat Kromosom Politen *Drosophila Melanogaster* Pada Guru-Guru Biologi Di Lombok Barat. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA, Vol. 3 (2): 181-188*.
- Mertha, I. G. , I. W, Merta, S. Bahri1, A. Raksun1, A. A. Sukarso. 2021. Pelatihan Pembuatan Dan Pengamatan Preparat Kromosom Profase I Meiosis Pada Guru-Guru Biologi Di Lombok Barat. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA, Vol. 4 (4): 312-319*.
- Morgan G.T. 2002. Lampbrush chromosomes and associated bodies: new insights into principles of nuclear structure and function. *Chromosome Res.* 10: 177-200.
- Morgan G.T. 2007. Localized co-transcriptional recruitment of the multifunctional RNA-binding protein CELF1 by lampbrush chromosome transcription units. *Chromosome Res.* 15: 985-1000.
- Müller F., S. G. Clarkson, dan D.J. Galas. 1987. Sequence of a 3.18 kb tandem repeat of *Xenopus laevis* DNA containing 8 tRNA genes. *Nucl. Acid Res.* 15: 7191.
- Murphy C., Z. Wang, R.G. Roeder, J.G. Gall. 2002. RNA polymerase III in Cajal bodies and lampbrush chromosomes of the *Xenopus* oocyte nucleus. *Mol. Biol. Cell* 13: 3466-3476.
- Murwitaningsih, S., S. Susilo, H. N. Yarza, dan D. Wibisono. 2021. *Memahami Aspek Kognitif Terkait Kesulitan Belajar Pada Siswa Sekolah Mengengah Atas: Fokus Pada Materi Sel*.
- Olins D.E. dan A. L. Olins. 2003. Chromatin history: our view from the bridge. *Nature Rev. Mol. Cell Biol.* 4: 809-814
- Rodionov A.V. 1996. Micro versus macro: a review of structure and functions of avian micro- and macrochromosomes. *Genetika* 32: 597-608.
- Roini, C. 2013. Organisasi konsep genetika pada buku biologi SMA kelas XII. *Jurnal EduBio Tropika, Volume 1, Nomor 1, Oktober 2013: 1-60*.
- Roy J.P., J.M. Stuart., J. Lund, dan S.K. Kim. 2002. Chromosomal clustering of muscle-

expressed genes in *Caenorhabditis elegans*. *Nature* 418: 975-979.

Varley J.M., H.C. Macgregor, dan H.P. Erba. 1980. Satellite DNA is transcribed on lampbrush chromosomes. *Nature* 283: 686-688.

Varley, J. M. dan G. T. Morgan. 1978. Silver staining of the lampbrush chromosomes of *Triturus cristatus carnifex*. *Chromosoma*, Volume 67: 233-244