

Original Research Paper

Pelatihan Induksi Sitogenetika untuk Pengamatan Mikronukleus dan Aberasi Kromosom pada Guru-Guru Biologi di Kota Mataram

I Gde Mertha¹, Agil Al Idrus¹, M. Yamin^{1*}, Syamsul Bahri¹, I Wayan Merta¹, Ahmad Raksun¹

¹ *Biology Education Departement, University of Mataramy, Indonesia*

DOI : <https://doi.org/10.29303/jpmipi.v6i1.3002>

Sitasi : Mertha, G, I., Idrus, A.A., Yamin, M., Bahri, S., Mertha, W, I., & Raksun, A. (2023). Pelatihan Induksi Sitogenetika untuk Pengamatan Mikronukleus dan Aberasi Kromosom pada Guru-Guru Biologi di Kota Mataram. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 6(1)

Article history

Received: 05 Januari 2023

Revised: 02 Februari 2023

Accepted: 08 Februari 2023

*Corresponding Author: M. Yamin,

University of Mataram, Mataram,

Indonesia;

Email:

muhammadyamin.fkip@gmail.com

Abstrak: Siswa kurang berminat dan tidak termotivasi untuk belajar materi genetika sub bahasan mutasi karena metode mengajar guru yang kurang menarik dan materi dianggap bersifat abstrak oleh sebagian besar siswa. Untuk meningkatkan motivasi siswa pada materi tersebut, visualisasi proses mutasi dapat menjadi solusi. Pembuatan preparat mikronukleus dan aberasi kromosom untuk pengamatan mutasi mudah dilakukan disekolah dan dapat diamati dengan jelas dibawah mikroskop cahaya. Namun karena keterbatasan keterampilan guru-guru mitra, praktikum pembuatan sediaan mutasi tersebut dan pengamatannya sangat terbatas dilaksanakan oleh guru-guru biologi di Kota Mataram, sehingga konsep genetika yang diberikan di sekolah belum ditunjang dengan praktiknya. Oleh sebab itu pelatihan teknik pembuatan preparat mikronukleus dan aberasi kromosom untuk menunjang materi mutasi, yang dilanjutkan dengan pengamatannya dibawah mikroskop perlu dikuasai guru-guru biologi. Kegiatan pengabdian ini dilaksanakan di SMA Negeri 2 Mataram. Tujuan pengabdian ini adalah memberikan pelatihan mikroteknik pembuatan preparat mikroskopis *squash* mikronukleus dan aberasi kromosom untuk pengamatan mutasi dan melatih keterampilan observasi (pengamatan) tipe-tipe mikronukleus dan aberasi kromosom di bawah mikroskop. Metode yang digunakan pada kegiatan pengabdian ini adalah pelatihan dan unjuk kerja dalam bentuk praktik, yang dikombinasikan dengan kegiatan ceramah, diskusi dan tanya jawab. Kegiatan praktik yang dilakukan, yaitu (1) praktik teknik induksi sitogenetik jaringan meristem ujung akar bawang bombay (*Allium cepa*) dengan bahan karsinogen, (2) praktik pembuatan preparat *squash* ujung akar untuk pengamatan mikronukleus, (3) praktik pembuatan preparat *squash* ujung akar untuk pengamatan aberasi kromosom, (4) praktik observasi tipe-tipe dan jumlah mikronukleus di bawah mikroskop, (5) praktik observasi peristiwa aberasi kromosom dibawah mikroskop, dan (6) praktik dokumentasi mikronukleus dan aberasi kromosom dibawah mikroskop. Hasil pengabdian menunjukkan bahwa guru-guru mitra biologi di Kota Mataram menjadi terampil dalam pembuatan preparat *squash* untuk pengamatan uji mikronukleus dan aberasi kromosom, serta memiliki kemampuan yang baik dalam analisis kerusakan sitogenetik pada kromosom dan mutasi kromosom dibawah mikroskop sebagai bekal dalam menunjang pembelajaran genetika di sekolah

Keywords: Mikronukleus; Aberasi Kromosom; Mutasi

Pendahuluan

Materi genetika pada kajian mutasi masih menduduki peringkat tinggi sebagai materi yang sulit dipahami siswa. Hasil penelitian Masdjani (2014) menunjukkan bahwa kesulitan belajar pada sub materi mutasi menduduki urutan kedua terbesar setelah Hukum Mendel. Faktor internal penyebab kesulitan belajar tersebut yaitu minat sebesar 50,84%, motivasi sebesar 37,13%, dan bakat sebesar 44,52%, sedangkan faktor eksternal yaitu guru sebesar 50,59%, ketersediaan dan penggunaan laboratorium sebesar 47,10% dan ketersediaan buku sebesar 38,6%. Berdasarkan hasil penelitian ini, siswa kurang berminat dan tidak termotivasi untuk belajar mutasi karena metode mengajar guru yang kurang menarik dan materi dianggap bersifat abstrak oleh sebagian besar siswa. Berbeda dengan anggapan tersebut, hasil penelitian Mertha (2001) menunjukkan bahwa pengamatan mutasi khususnya perubahan struktur kromosom dapat diamati dengan baik dibawah mikroskop cahaya. Guru belum banyak memanfaatkan laboratorium untuk menunjang pembelajaran sub materi mutasi kromosom. Pembelajaran genetika yang baik pada sub materi tersebut seharusnya memadukan konsep dengan praktikum laboratorium.

Perubahan struktur kromosom biasanya terjadi akibat penggunaan sinar yang cukup kuat, seperti sinar-X, sinar ultra violet (UV) atau dengan radiasi ionisasi (Suryo, 1996). Selain penggunaan sinar yang kuat, beberapa bahan karsinogen kimia dapat memicu terjadinya perubahan struktur kromosom (Stearns, 2007). Mekanisme perubahan struktur kromosom (Suryo, 1996) akibat perlakuan dengan sinar yang kuat, maka kromosom akan patah. Di bagian yang patah itu terjadi luka, sehingga bagian yang luka itu tidak mempunyai telomer. Karena telomer yang fungsinya biasanya menghalang-halangi kromosom-kromosom bersambungan pada ujungnya tidak ada, maka pasangan kromosom yang patah tadi kini dapat bersambungan dengan potongan kromosom lainnya. Lagipula potongan kromosom biasanya labil

sehingga selalu berusaha untuk memperbaiki luka dengan cara bersambungan dengan potongan kromosom lain. Maluszynski *et al.* (2003) menyatakan bahwa patahan kromosom pada penggunaan agen kimia terjadi karena karsinogen kimia berikatan secara kovalen dengan DNA. Penggunaan sinar kuat dan karsinogen kimia menyebabkan terjadinya mutasi kromosom pada individu yang ditunjukkan dengan adanya mikronukleus pada sel interfase, atau gambaran kromosom aberasi pada sel metafase.

Mikronukleus adalah badan-badan kromatin halus yang terbentuk di sitoplasma karena terjadinya kondensasi pada fragmen kromosom asentrik atau seluruh kromosom (Shahrim *et al.*, 2006). Mikronukleus memiliki ukuran sekitar $1/20 - 1/6$ diameter sel itu sendiri, dan dapat jelas terlihat pada mikroskop cahaya. Adanya mikronukleus ini menjadi salah satu indikator terjadinya mutasi (Sofyan *et al.*, 2005; Schmid, 1975). Uji mikronukleus dikembangkan oleh Schamid (1975) dan Heddle (1973) merupakan suatu metode pemeriksaan yang secara luas digunakan untuk mendeteksi efek genotoksik dalam waktu singkat secara *in vivo* dan *in vitro* (Saleh dan Ahmad, 2010).

Aberasi kromosom merupakan terjadinya perubahan struktur dan jumlah kromosom. Kesalahan pada saat replikasi gen pada molekul deoxyribonucleic acid (DNA) dapat menyebabkan terjadinya insersi (penyisipan, pada peristiwa inversi dan duplikasi), delesi (penghapusan), dan substitusi (penggantian, pada peristiwa translokasi) satu atau lebih basa akan menimbulkan mutasi (Stansfield *et al.*, 2003). Mutasi kromosom yang lain juga mencakup keadaan aneuploid dan euploid. Semua peristiwa tersebut dapat diamati dengan jelas dibawah mikroskop cahaya, misalnya adanya *anafase bridge*, kromosom yang memiliki dua sentromer, salah satu pasangan kromatid yang kehilangan lengan atau lengan yang patah, adanya patahan lengan kromosom dalam sitoplasma, keadaan sel dengan jumlah kromosom kelebihan atau kekurangan kromosom tunggal, dan jumlah set kromosom yang merupakan kelipatan dari set

kromosom dasar (Steebins, 1971; Sharma, 1976; Singh, 1993, Suryo, 1996).

Mikronukleus dan kromosom aberasi banyak dimanfaatkan dalam uji sitogenetik bahan kimia yang berpotensi klastogenik (menyebabkan kerusakan kromosom). Stearns (2007) melakukan evaluasi genotoksisitas chromium (III) (efek toksik bahan tersebut pada gen atau DNA) dengan melakukan uji aberasi kromosom pada kultur sel limfosit paru-paru Hamster Cina, manusia, dan tikus. Untuk mengetahui genotoksisitas monosodium glutamat (MSG), Rangkuti (2012) melakukan uji mikronukleus secara *in vitro* pada sel darah mencit. Dalam dunia kedokteran, uji mikronukleus banyak digunakan untuk menentukan keamanan bahan gigi. Kalaiselvi *et al.* (2002) menggunakan uji mikronukleus dan aberasi kromosom sebagai marka genotoksisitas pada pasien penyakit lepra. Pratiwi (2015) menyatakan bahwa uji mikronukleus adalah metode yang cepat, mudah, dan murah. Dilakukan dengan menghitung mikronukleus yang terlihat pada sitoplasma sel yang memenuhi kriteria tertentu. Pembuatan preparat juga untuk aberasi kromosom (Kalaiselvi *et al.*, 2002). Walaupun uji mikronukleus dan aberasi kromosom merupakan materi praktikum yang bagus untuk pemahaman konsep mutasi dan mudah diamati dibawah mikroskop, namun belum ada laporan telah digunakan dalam pembelajaran genetika di sekolah.

Berdasarkan uraian di atas, pembuatan preparat dan pengamatan mikronukleus dan aberasi kromosom perlu dilakukan di sekolah untuk membekali para guru dalam pencapaian kompetensi dalam pembelajaran genetika. Pembuatan preparat aberasi kromosom dan mikronukleus sangat mudah dilakukan dengan biaya yang murah, dan layak dilakukan di sekolah. Namun kendala yang dihadapi guru-guru mitra dalam praktikum pembuatan slide kromosom tersebut adalah mereka belum memahami teknik induksi sitogenetik untuk penyiapan sel-sel mutan, dan preparasi sel-sel tersebut untuk pengamatan mikronukleus dan aberasi kromosom, serta teknik observasi

kromosom dibawah mikroskop. Oleh sebab itu tujuan yang diharapkan dari kegiatan pengabdian ini adalah melakukan pendampingan praktikum mikroteknik pembuatan preparat mikronukleus dan aberasi kromosom dan melatih keterampilan observasi kromosom mutasi di bawah mikroskop. Sedangkan manfaat yang diharapkan dari kegiatan pengabdian ini adalah peningkatan keterampilan dan keahlian guru-guru biologi di Kota Mataram dalam pembuatan preparat kromosom mutasi dan kemampuan analisis struktur kromosom tersebut di bawah mikroskop untuk meningkatkan kualitas praktikum pada pembelajaran genetika di sekolah.

Metode Pelaksanaan

Pelatihan dilaksanakan selama dua hari pada tanggal 1 dan 3 Oktober 2022 di SMAN 2 Mataram. Penyiapan alat dan kemikalia untuk preparasi kromosom dilakukan pada hari pertama. Kegiatan hari kedua adalah induksi sel-sel ujung akar bawang bombay dengan bahan karsinogen, yang selanjutnya dilakukan pembuatan preparat *squash* ujung akar tersebut untuk pengamatan sel-sel yang menunjukkan adanya mikronukleus dan aberasi kromosom.

Kegiatan pelatihan ini menggunakan metode ceramah, diskusi, tanya jawab dan praktik. Penyampaian materi dilakukan secara klasikal dengan cara ceramah, dilanjutkan diskusi dan tanya jawab. Penyiapan kemikalia, induksi sitogenetik, dan pembuatan preparat kromosom mutasi dilakukan praktikum. Peserta yang melakukan praktikum mendapat pendampingan dari tim pengabdian. Untuk efektivitas praktikum dan bimbingan, peserta pelatihan dibagi dalam kelompok-kelompok kecil.

Praktik pembuatan preparat mikronukleus dan aberasi kromosom dilakukan terhadap sel-sel meristem bawang bombay. Masing-masing peserta melakukan pengamatan preparat yang telah selesai dibuat dibawah mikroskop cahaya dengan pendampingan bimbingan dari tim pengabdian. Pengamatan dilakukan mulai dari perbesaran lemah

sampai perbesaran kuat untuk menemukan tipe-tipe mikronukleus dan aberasi kromosom.

Hasil monitoring selama kegiatan praktik digunakan untuk evaluasi. Evaluasi utama atas kegiatan pelatihan pada pengabdian ini adalah apabila target dari program ini tercapai yaitu minimal 80% guru mitra dapat menghasilkan preparat mikronukleus dan aberasi kromosom yang baik dan mampu menemukan tipe-tipe mikronukleus dan aberasi kromosom yang benar dibawah mikroskop.

Hasil dan Pembahasan

Pelatihan pembuatan preparat mikronukleus dan aberasi kromosom telah dilakukan guru-guru mitra dengan hasil yang baik. Ketekunan peserta pelatihan menentukan keefektifan praktik pembuatan preparat *squash* tersebut. Rasa ingin tahu yang tinggi memotivasi peserta pelatihan untuk menyelesaikan tugas pembuatan preparat yang diberikan tim pengabdian. Produk pelatihan yang dihasilkan pada pengabdian ini adalah preparat (sediaan) *squash* sel-sel meristem ujung akar bawang bombay yang belum mengalami perubahan bahan genetik dan yang telah mengalami perubahan bahan genetik. Tergantung konsentrasi genotoksik yang digunakan, dalam satu preparat dapat ditemukan bahan genetik yang masih kompak dan yang telah terpisah sebagai mikronukleus atau aberasi kromosom.



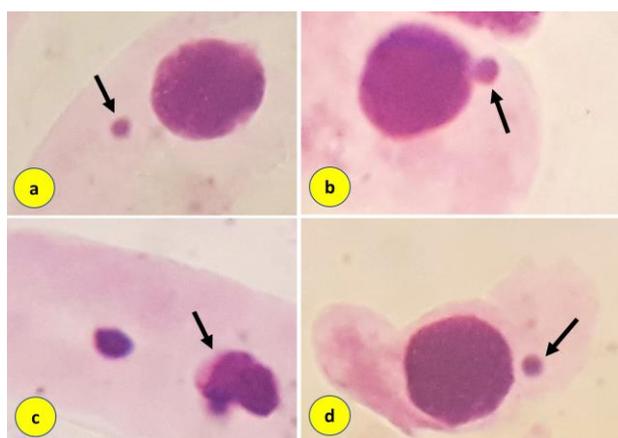
Gambar 1. Kegiatan Pengabdian: a.,c. Praktik pembuatan preparat *squash* untuk pengamatan

mikronukleus dan aberasi kromosom, b. Pengamatan preparat dibawah mikroskop, d. Teknik visualisasi dibawah mikroskop diperagakan oleh tim pengabdian.

Guru mitra sangat antusias mengamati preparat yang telah dibuat dan menunjukkan respon kritis yang tinggi. Melalui pendampingan oleh tim pengabdian semua peserta pelatihan melakukan observasi preparat masing-masing dibawah mikroskop cahaya, untuk menemukan mikronukleus dan aberasi kromosom. Melalui kegiatan bimbingan teknis dan pendampingan, guru mitra dengan cepat dapat menunjukkan inti sel dan mikronukleus. Demikian pula adanya *anafase bridge* yang dapat menjadi petunjuk peristiwa aberasi kromosom. Pertanyaan yang disampaikan peserta pelatihan adalah “Apakah yang dimaksud dengan mikronukleus?” Bagaimanakah proses terjadi mikronukleus?” Jawaban yang diberikan tim pengabdian adalah “Berdasarkan Fenech *et al.* (2011), Noppra dan Falck (2003) serta Campbell *et al.* (2002) bahwa mikronukleus memiliki morfologi mirip dengan nukleus sebagai massa bundar berukuran kecil bermembran. Kromosom yang gagal bergabung dalam kedua sel anakan atau potongan kromosom tanpa sentromer (kromosom asentris) akan membentuk mikronukleus. Paparan senyawa kimia tertentu dapat merusak benang spindel atau menyebabkan kerusakan sitogenetik pada kromosom yang memicu terbentuknya mikronukleus. Oleh sebab itu kerusakan kromosom (*chromosome breakage*) dan tidak berfungsinya benang spindel merupakan dua mekanisme yang sering terjadi pada pembentukan mikronukleus. Posisi kromosom yang tidak berada pada bidang ekuator saat anafase dapat terjadi karena kerusakan benang spindel pada tahap metafase, akibatnya pembelahan kromosom menjadi tidak sempurna yang mengakibatkan terbentuknya mikronukleus. Munculnya fragmen pada kromosom akibat pembentukan jembatan kromatin dapat pula menyebabkan pembentukan mikronukleus” Pertanyaan peserta pelatihan selanjutnya adalah “Apakah *anafase bridge* dapat membentuk

mikronukleus?” Tanggapan tim pengabdian adalah “Seperti yang telah dijelaskan diatas bahwa *anafase bridge* merupakan fragmen kromosom asentrik. Jadi akan membentuk mikronukleus”.

Pengamatan mikronukleus dan *anafase bridge* dilanjutkan dengan visualisasi dibawah mikroskop. Hasil visualisasi menggunakan kamera menambah luaran pelatihan, yaitu (1) foto sel-sel ujung akar tahap interfase yang menunjukkan berbagai tipe mikronukleus, dan (2) foto sel-sel ujung akar tahap anafase yang menunjukkan adanya *anafase bridge*.



Gambar 2. Visualisasi tipe mikronukleus hasil praktikum dibawah mikroskop cahaya: a,d. Mikronukleus, b. Micronucleus nuclear bud, c. Deformed nucleus (nuclear abnormalities).

Praktik pembuatan preparat *squash* sel-sel ujung akar yang telah diinduksi kemikalia genotoksik menambah kemampuan penguasaan mikroteknik dan inovasinya pada guru mitra. Kemampuan sitologi yang diperoleh guru mitra dalam pelatihan ini adalah pengalaman teknik induksi sel-sel ujung akar, fikasai, hidrolisis dan staining. Selain pembuatan preparat berdasarkan panduan pada perujuk praktikum pelatihan, guru mitra diberi kesempatan untuk melakukan modifikasi pada langkah-langkah teknik tersebut. Hasil yang diperoleh dilaporkan kepada tim pengabdian untuk preparat yang menunjukkan mikronukleus dan *anafase bridge* yang jelas.

Monitoring selama kegiatan pratik menunjukkan bahwa terjadi peningkatan keterampilan guru mitra membuat preparat. Pada hari pertama pelatihan hanya 40 persen peserta dapat membuat preparat yang benar, namun dengan latihan yang intensif dan eksperimen yang inovatif, pada hari kedua terjadi peningkatan, yaitu 90 persen peserta menjadi trampil membuat preparat. Berkat pendampingan dan bimbingan intensif yang dilakukan tim pengabdian dan diskusi, menggambarkan bahwa telah terjadi perubahan yang cukup nyata pada pemahaman peserta pelatihan terhadap konsep aberasi kromosom dan mikronukleus. Hal ini terbukti bahwa semua pertanyaan dan tugas yang diberikan tim pengabdian dapat dijawab dengan tepat dan tuntas. Keterampilan laboratorium dan penguasaan konsep uji mikronukleus yang dikuasi guru mitra merupakan pengetahuan yang penting untuk pembimbingan praktikum mutasi kromosom di sekolah.

Partisipasi peserta pelatihan pada pembuatan preparat cukup tinggi. Semua peserta pelatihan pada semua kelompok terlibat aktif dalam pembuatan preparat. Jika ada kesulitan peserta banyak bertanya pada tim pengabdian. Preparat yang telah selesai dikerjakan selalu dilakukan pengamatan dibawah mikroskop, dan temuan yang diperoleh didiskusikan dengan tim pengabdian. Kegiatan utama yang dilakukan guru-guru mitra dalam pelatihan ini adalah (1) praktek teknik induksi sitogenetik jaringan meristem ujung akar bawang bombay (*Allium cepa*) dengan bahan karsinogen, (2) praktek pembuatan preparat *squash* ujung akar untuk pengamatan mikronukleus, (3) praktek pembuatan preparat *squash* ujung akar untuk pengamatan aberasi kromosom, (4) praktek observasi tipe-tipe dan jumlah mikronukleus di bawah mikroskop, dan (5) praktek observasi peristiwa aberasi kromosom dibawah mikroskop.

Keterampilan mikroteknik preparasi aberasi kromosom dan uji mikronukleus serta teknik visualisasi dibawah mikroskop yang telah dikuasi guru mitra dapat menjadi bekal yang sangat berharga untuk perencanaan dan pembimbingan

pembelajaran genetika berbasis praktikum laboratorium di sekolah. Visualisasi berbagai tipe mikronukleus dan tampilan aberasi kromosom dapat digunakan sebagai model pembelajaran untuk analisis terjadinya perubahan atau kerusakan genetik organisme akibat paparan senyawa kimia.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil monitoring dan evaluasi selama pelatihan dapat disimpulkan bahwa guru-guru mitra biologi di Kota Mataram menjadi terampil dalam pembuatan preparat *squash* untuk pengamatan uji mikronukleus dan aberasi kromosom, serta memiliki kemampuan yang baik dalam analisis kerusakan sitogenetik pada kromosom dan mutasi kromosom dibawah mikroskop sebagai bekal dalam menunjang pembelajaran genetika di sekolah.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Universitas Mataram yang telah memberikan dukungan moral terhadap terlaksananya kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini. Terimakasih disampaikan juga kepada Kepala Sekolah SMA Negeri 2 Mataram yang telah memberikan kesempatan dalam pelaksanaan pengabdian ini.

Daftar Pustaka

- Campbell, N. A., J.B. Reece, dan L.G. Mitchell. 2002. *Biology*. Erlangga. Jakarta.
- Fenech, M., M.K. Volders, A.T. Natarajam, J. Suralles, J.W. Crott, J. Parry, H. Norppa, D.A. Eastmond, J.D. Tucker, dan P. Thomas. 2011. Molecular mechanism of micronucleus, nucleoplasmic bridge and nuclear bud formation I mammalian and human cells. *Mutagenesis* 26(1): 125-132.
- Mertha, I. G. 2001. *Karyotipe *Murraya exotica* L. dan *Murraya paniculata* (L.) Jack. di Jawa*

- Sebagai Bukti Taksonomi*. Tesis S-2. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Maluszynski .2003. *Crop Improvement. Encyclopedia of Applied Plant Sciences*.
- Noppra, H. dan G.C.M. Falck.2003. What do human micronuclei contain? *Mutagenesis* 18(3): 221-233.
- Rangkuti, R. H., E. Suwarso dan P. Anjelisa. 2012. Efek Pemberian Monosodium Glutamat (MSG) Terhadap Terbentuknya Mikronukleus Pada Sel Darah Putih Mencit. *Seminar Nasional Farmasi Universitas Sumatera Utara*. ISBN 978-602-8892-72-8.
- Sharma, A. 1976. *The chromosomes*. Oxford & IBH Publishing Co., New Delhi. Singh, R.J. 1993. *Plant Cytogenetics*. CRC Press. Lodon.
- Stearns, D. M. 2007. *Evaluation of chromium(III) genotoxicity with cell culture and in vitro assays*. The Nutritional Biochemistry of Chromium (III).
- Steebins, G. L. 1971. *Chromosomal Evolution in Higher Plants*. Adisswon-Wisley Publishing Company, London.
- Suryo, 1996. *Genetika*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.