

**LAPORAN KEGIATAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
(MANDIRI)**

**KURSUS SINGKAT ISOLASI DAN AMPLIFIKASI DNA UNTUK GURU-
GURU SMA**

**Oleh:
Dr. Topik Hidayat dkk
NIP 132169279**

**Dilaksanakan atas biaya
MANDIRI
Bandung, 20 Juni 2007**

**JURUSAN PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

BANDUNG
2007
HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN KEGIATAN
PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
(MANDIRI)

1. Judul : Kursus Singkat Isolasi dan Amplifikasi DNA untuk Guru-Guru SMA
2. Ketua Pelaksana : Dr. Topik Hidayat
NIP : 132169279
Pangkat/Golongan : Penata/IIIc
Sedang melakukan P2M : Tidak
Fakultas : FPMIPA
Bidang keahlian : Biologi
3. Jumlah anggota pelaksana : 3 orang
4. Jangka waktu kegiatan : 6 bulan
5. Bentuk kegiatan : Kursus
6. Sifat kegiatan : Pengayaan
7. Sumber Dana : Mandiri

Mengetahui,
Dekan FPMIPA

Ketua Pelaksana

Dr. Sumar Hendayana, M.Sc.
NIP. 130608529

Dr. Topik Hidayat
NIP. 132169279

Menyetujui,
Ketua LPM UPI Bandung

Prof. Dr. H. Enceng Mulyana, M.Pd.
NIP. 130367128

RINGKASAN

KURSUS SINGKAT ISOLASI DAN AMPLIFIKASI DNA UNTUK GURU-GURU SMA

Biologi sebagai ilmu dasar dan terapan telah berkembang dengan pesat sejalan dengan perkembangan ilmu dan teknologi. Isu-isu terbaru tentang perkembangan biologi seperti biologi molekuler tidak semuanya dapat diakomodir khususnya oleh kalangan guru karena, misalnya, keterbatasan akses dan fasilitas sekolah. Informasi tentang biologi molekuler sangat dibutuhkan oleh dosen, guru bidang studi biologi dan mahasiswa calon guru untuk memperluas dan memperkaya wawasan sebagai bekal mengajar di kelas.

Kegiatan **Kursus Singkat Isolasi dan Amplifikasi DNA untuk Guru-Guru SMA** yang diselenggarakan pada tanggal 20 Juni 2007 di Laboratorium Mikrobiologi dan Genetika Molekuler, Jurusan Pendidikan Biologi, FPMIPA UPI diharapkan dapat membantu memecahkan masalah di atas. Peserta seminar terdiri dari dosen, guru bidang studi biologi di Bandung dan sekitarnya dan mahasiswa calon guru biologi.

Pembicara dan instruktur kursus merupakan dosen dan peneliti di Jurusan Pendidikan Biologi FPMIPA UPI yang berkompeten di bidangnya. Adapun materi yang diberikan meliputi:

1. Pengantar biologi molekuler
2. Teknik isolasi DNA
3. Elektroforesis DNA
4. Amplifikasi DNA
5. Merancang praktikum isolasi DNA sederhana di sekolah

Hasil pelaksanaan kegiatan kursus ini cukup baik. Peserta kursus yang mayoritas adalah guru SMA sangat antusias mengikuti seluruh rangkaian agenda kursus. Respon yang baik ini dapat dilihat dari maraknya diskusi antara peserta dan pembicara. Lebih dari itu, materi yang disampaikan para pembicara dikemas dalam bentuk yang sederhana tetapi menarik, sehingga peserta dapat mudah memahami isi materi.

TIM PELAKSANA

1. Dr. Topik Hidayat : Ketua Pelaksana
2. Kusnadi, S.Pd., M.Si. : Anggota merangkap sekretaris
3. Hj. Diah Kusumawaty, S.Si., M.Si. : Anggota merangkap bendahara
4. Any Aryani, S.Si.,M.Si. : Anggota merangkap seksi acara

KATA PENGANTAR

Laporan ini merupakan hasil pelaksanaan kegiatan **Kursus Singkat Isolasi dan Amplifikasi DNA untuk Guru-Guru SMA** yang diselenggarakan pada tanggal 20 Juni 2007 di Laboratorium Mikrobiologi dan Genetika Molekuler, Jurusan Pendidikan Biologi, FPMIPA UPI. Kegiatan kursus ini diharapkan dapat membantu khususnya guru biologi dan mahasiswa calon guru untuk memperluas dan memperkaya wawasan sebagai bekal mengajar di kelas.

Kegiatan ini tidak akan dapat terlaksana tanpa bantuan dan dukungan dari semua pihak. Secara khusus, ucapan terima kasih disampaikan kepada:

1. Ketua Lembaga Pengabdian Kepada Masyarakat UPI
2. Dekan FPMIPA UPI
3. Ketua dan Sekretaris Jurusan Pendidikan Biologi FPMIPA UPI
4. Staf tata usaha Fakultas dan Jurusan
5. Seluruh tim pelaksana kegiatan

Semoga kegiatan ini dapat memberikan manfaat yang sebesar-besarnya kepada kita semua, amin.

Bandung, Juli 2007

Tim Pelaksana

DAFTAR ISI

	Hal.
LEMBAR PENGESAHAN	2
RINGKASAN	3
TIM PELAKSANA	4
KATA PENGANTAR	5
DAFTAR ISI	6
I. Pendahuluan	7
A. Analisis Masalah	7
B. Identifikasi dan Perumusan Masalah	8
II. Tinjauan Pustaka	8
III. Tujuan dan Manfaat	13
A. Tujuan	13
B. Manfaat	13
IV. Kerangka Pemecahan Masalah	13
V. Pelaksanaan Kegiatan	13
A. Realisasi Pemecahan Masalah	13
B. Khalayak Sasaran	14
C. Keterkaitan	14
D. Hasil Kegiatan	14
VI. Kesimpulan dan Saran	15
A. Kesimpulan	15
B. Saran	15
DAFTAR PUSTAKA	16
LAMPIRAN-LAMPIRAN:	
- Jadwal acara	
- Makalah pembicara	
- Daftar hadir peserta	
- Tim Pelaksana	
- Curriculum Vitae Ketua Pelaksana	

I. Pendahuluan

A. Analisis Masalah

Peralihan dari abad fisika ke abad biologi sebenarnya telah mulai terasa berabad-abad silam. Kebutuhan manusia terus meningkat dari mulai papan, sandang dan pangan, dan meningkatnya kebutuhan ini menimbulkan banyak masalah. Semua ini telah mendorong

proses peralihan ini. Berkembangnya ilmu-ilmu terapan biologi yang di-*back up* oleh pesatnya perkembangan teknologi merupakan salah satu ciri utama abad biologi, suatu masa dimana manusia sudah sangat *familiar* dengan biologi (baik dari segi ilmu maupun terapannya) di dalam kehidupan mereka mulai dari bentuk yang sederhana sampai dengan yang rumit: misalnya dari pembuatan tape, keju, sampai dengan teknologi rekayasa genetika menggunakan teknik biologi molekuler.

Dalam era biologi molekuler saat ini hampir semua masalah-masalah Biologi telah, sedang dan akan terus dijawab pada tingkat molekuler. Hasil-hasil penelitian yang relevan dalam bidang ini telah dicapai dengan baik oleh Jepang, USA, Jerman dan negara-negara maju lainnya. Bagi Indonesia khususnya, tentu saja ini merupakan tantangan, dan salah satu tuntutan mendesak. Untuk mengikuti perkembangan biologi molekuler yang pesat tersebut, kita membutuhkan sumber daya manusia (SDM) berkemampuan dan berkualitas. Kenyataan menunjukkan bahwa jumlah SDM kita yang mampu dan berkualitas dalam penguasaan teknik biologi molekuler masih sedikit.

Guru (baca guru Biologi), sebagai salah satu komponen utama bangsa, memiliki peran penting dalam menghasilkan SDM yang berkemampuan dan berkualitas, khususnya, dalam bidang biologi molekuler. Hal ini karena di tangan mereka prinsip-prinsip dasar biologi molekuler diteruskan ke anak didik. Di Jepang misalnya, siswa-siswa setingkat SMP sudah diberi bekal mengenai prinsip dasar isolasi DNA.

Berangkat dari dasar pemikiran di atas, maka kami terdorong untuk mengadakan kursus singkat isolasi dan amplifikasi DNA untuk guru-guru SMA atau sederajat sebagai upaya membekali guru biologi di bidang biologi molekuler sehingga dengan demikian dapat memperluas dan memperkaya wawasan mereka. Meskipun materi biologi molekuler tidak secara eksplisit tercantum dalam kurikulum sekolah lanjutan, dalam hal ini SMA, paling tidak materi ini dapat diterapkan oleh para guru sebagai bahan pengayaan pada pokok bahasan yang

relevan seperti bioteknologi, genetika, dan sel.

B. Identifikasi dan Perumusan Masalah

Minimnya akses untuk mendapatkan informasi berharga tentang biologi molekuler merupakan kendala utama yang dihadapi para guru (khususnya SMU) bidang studi biologi dalam rangka memperluas dan memperkaya wawasan biologi mereka. Hal ini diperparah dengan minimnya fasilitas sekolah untuk melakukan praktikum biologi molekuler seperti isolasi DNA.

II. Tinjauan Pustaka

Biologi molekuler telah menjadi alat analitik yang penting untuk semua bidang kajian di dalam biologi. Tidak hanya digunakan secara luas di dalam penelitian dasar, biologi molekuler juga kerap dipakai dalam dunia industri dan kedokteran. Bahkan boleh dibilang biologi molekuler merupakan buah hasil revolusi intelektual terhebat selama beberapa dekade terakhir yang pernah terjadi di dalam biologi. Saat ini, sekecil apapun, siapa orang yang tidak kenal dengan istilah biologi molekuler? Istilah terapi gen, bioteknologi, dan proyek pemetaan genom telah menjadi menu atau bacaan harian masyarakat di belahan dunia manapun pada tahun 1990an dan akan terus berlanjut pada abad mendatang.

Struktur DNA

Untuk mempelajari biologi molekuler secara utuh harus dimulai dengan memahami bagaimana struktur DNA. DNA merupakan makromolekul yang tersusun seperti sebuah rantai yang dibuat dari unit-unit kecil (monomer) nukleotida. Setiap nukleotida terdiri dari tiga komponen, yaitu: (1) sebuah basa nitrogen, baik berupa sebuah turunan pirimidin atau purin; (2) gula pentosa 2-deoksi-D-ribosa; dan (3) sebuah molekul asam fosfat (P). Empat basa nitrogen yang terdapat pada DNA adalah *adenin* dan *guanin* (purine), *cytosine* dan *thimine* (pyrimidine).

DNA dibentuk secara kovalen dari banyak deoksiribonukleotida; diikat oleh jembatan fosfodiester antara kelompok hidroksil dari fosfat pada satu nukleotida dengan kelompok hidroksil dari gula pada nukleotida berikutnya. Dan *backbone* DNA disusun oleh kelompok-kelompok fosfat dan gula pentosa secara bergantian, dengan basa-basa nitrogen pada sisi rantai.

Pada tahun 1953, Watson dan Crick membuat penemuan yang monumental yaitu struktur *helix* (pilinan) ganda pada DNA. Dua rantai polinukleotida dililit menjadi sebuah pilinan, dimana residu-residu gula dan fosfat berfungsi sebagai *backbone*, sedangkan basa-basa nitrogen berada pada pusat sumbu. Basa-basa nitrogen dari kedua rantai bergabung secara spesifik oleh ikatan hidrogen: A hanya dapat berpasangan dengan T, dan C hanya dengan G.

Kemudian, dua rantai polinukleotida tersebut membelit mengitari sebuah sumbu dan basa-basa nitrogen berpasangan, A dengan T dan G dengan C. Hasilnya dua rantai ini tidak identik, tapi, karena basa-basa berpasangan, keduanya merupakan komplemen satu sama lain. Di samping itu, dua rantai ini tidak tersusun dalam arah yang sama (antiparalel): satu rantai bergerak dengan arah 5'-3', sedangkan rantai komplemennya 3'-5'.

Denaturasi dan renaturasi (hibridisasi) DNA

Bentukan pilinan ganda DNA dapat lepas satu sama lain membentuk rantai tunggal jika: (1) terdapat pada lingkungan dengan pH ekstrim; (2) terjadi peningkatan suhu; (3) penurunan konstanta dielektrik oleh alkohol, keton, dll.; dan (4) terkena urea atau amida. Selama proses denaturasi, ikatan kovalen yang menyusun struktur *backbone* DNA tidak rusak; ikatan yang putus adalah ikatan hidrogen antara pasangan basa dari kedua rantai. Ada dua kekuatan yang menjaga keutuhan pilinan ganda DNA, yaitu (1) ikatan hidrogen antara pasangan basa dan (2) interaksi hidrofobik antar basa yang berpasangan tersebut.

Pada tahun 1961 ditemukan bahwa rantai-rantai tunggal DNA tersebut dapat kembali bersatu, suatu proses yang kemudian disebut renaturasi atau hibridisasi DNA. Kenyataan

menunjukkan bahwa dalam kondisi-kondisi yang sesuai, hibridisasi dapat terjadi antar dua rantai tunggal asam nukleat (DNA-DNA; RNA-RNA; RNA-DNA), dengan satu syarat mereka komplemen satu sama lain. Penemuan ini telah memungkinkan berkembangnya teknik-teknik lain di dalam biologi molekuler, seperti teknik *Southern Blotting* (DNA) maupun *Northern Blotting* (RNA).

Struktur Ribonucleic Acid (RNA)

Seperti halnya DNA, RNA memiliki struktur dasar polinukleotida. Tetapi, berbeda dengan DNA, RNA memiliki gula pentosa D-ribosa dan basa *thiamine* (T) diganti oleh *uracil* (U). Di samping itu, meskipun RNA dapat juga dipurifikasi dari sel, tetapi sifatnya lebih tidak stabil dibandingkan dengan DNA. Berkaitan dengan sifat RNA ini, salah satu hipotesis yang berkembang adalah bahwa di dalam sel RNA lebih umum ditemukan dalam bentuk rantai tunggal dengan ukuran yang pendek, sedangkan DNA banyak dijumpai dalam bentuk rantai ganda dengan ukuran yang panjang. Untuk itu perlu penanganan yang ekstra hati-hati ketika bekerja dengan RNA.

Terdapat tiga kelompok utama RNA di dalam sel: RNA ribosom (rRNA), RNA transfer (tRNA), dan RNA duta (mRNA). Dari ketiganya, rRNA menempati posisi teratas dimana kurang lebih 80% dari total terdapat di dalam sel; diikuti oleh tRNA, 15%; dan selanjutnya mRNA, 5% atau kurang. rRNA terdapat di dalam ribosom. tRNA merupakan molekul yang berukuran relatif kecil yang memiliki tugas membawa asam-asam amino khusus selama sintesis protein. mRNA berperan sebagai sebuah molekul pembawa, mengambil informasi yang tersimpan di dalam DNA menuju ribosom untuk sintesis protein. mRNA itu sendiri disintesis selama proses transkripsi, dimana sikuen basa-basa nitrogen pada satu rantai DNA (*template*) secara enzimatik dikopikan ke dalam bentuk rantai tunggal mRNA. Setelah transkripsi, mRNA pada organisme tingkat tinggi (Eukariot) harus diproses sebelum menempel pada ribosom, dimana mRNA ini berperan sebagai *template* untuk

menyusun urutan asam-asam amino selama sintesis protein. Regulasi transkripsi dan translasi merupakan kunci penting dalam regulasi sel.

Memanipulasi DNA

Perkembangan biologi molekuler berkaitan dengan adanya perkembangan manipulasi DNA. Istilah manipulasi DNA dapat diterapkan pada beberapa macam teknik genetika *in vivo* maupun *in vitro* yang canggih. Dorongan awal untuk manipulasi DNA secara *in vitro* terjadi pada awal tahun 1970-an dengan adanya perkembangan serentak teknik-teknik untuk transformasi, pemotongan dan penggabungan molekul-molekul DNA.

Dalam memanipulasi DNA, tentu saja tidak terlepas dari proses penyiapan DNA, yaitu ekstraksi atau isolasi, amplifikasi, dan elektroforesis. Ketiga proses awal ini menentukan keberhasilan manipulasi DNA secara menyeluruh. Bagi pemula, pemahaman dan keterampilan terhadap ketiga proses ini dapat membantu pemahaman tentang teknik-teknik dalam biologi molekuler lanjutan.

Saat ini banyak sekali metode isolasi DNA yang berhasil dikembangkan. Prinsip dasar dari isolasi DNA adalah mengeluarkan DNA dari sel yang selanjutnya dimanipulasi secara *in vitro* untuk berbagai keperluan. Untuk mengeluarkan isi sel tentu saja yang pertama kali dilakukan adalah menghancurkan bagian yang paling luar yaitu membran sel. Perlakuan harus berbeda ketika mengisolasi sel dari tumbuhan karena tumbuhan memiliki dinding sel. Selain itu, untuk menjaga kemurnian dari DNA yang diperoleh dilakukan juga perlakuan secara kimiawi untuk menghilangkan senyawa kontaminan yang dapat mengganggu tahap-tahap selanjutnya, misalnya kloning, reaksi pemotongan (restriksi), dsb.

Amplifikasi DNA, dengan menggunakan metode *Polymerase Chain Reaction* (PCR), merupakan metode *in vitro* untuk menyintesis sikuen DNA secara enzimatik. Untuk melakukan PCR diperlukan dua primer oligonukleotida yang akan berhibridisasi dengan sikuen DNA target. Pemanjangan primer akan dikatalisis oleh enzim Taq DNA Polymerase, sebuah enzim yang stabil terhadap pemanasan yang diisolasi dari bakteri termofilik *Thermus*

aquaticus. Reaksi PCR ini akan dilakukan secara berulang-ulang dari serangkain seri PCR (denaturasi, *annealing*, dan pemanjangan) untuk memperbanyak DNA target secara eksponensial.

Elektroforesis merupakan teknik dasar lain dalam biologi molekuler untuk memisahkan, mengidentifikasi, mengkarakterisasi dan mempurifikasi molekul DNA dan/atau RNA. Cara pemisahan dengan elektroforesis dewasa ini merupakan alat pendukung yang penting dalam teknologi DNA rekombinan, dengan aplikasi yang begitu luas baik untuk fraksinasi rantai tunggal maupun rantai ganda DNA. Elektroforesis dapat dilakukan dengan menggunakan gel agaros maupun gel poliakrilamid tergantung keperluan. Prinsipnya adalah DNA, yang bermuatan negatif pada pH mendekati netral, di atas gel akan bermigrasi dari kutup negatif (katoda) ke kutup positif (anoda), dengan mobilitas yang terutama ditentukan oleh ukuran dan konformasi fragmen DNA, *buffer* yang digunakan, dan gradien *voltage* yang diberikan.

Biologi molekuler dan kurikulum sekolah

Secara eksplisit biologi molekuler tidak tercantum sebagai salah satu subpokok bahasan di dalam mata pelajaran biologi SMU (kurikulum 1994 dan 2004). Meskipun demikian, biologi molekuler sesuai tuntutan jaman harus tetap disampaikan kepada anak didik dalam berbagai bentuk alternatif pembelajaran. Misalnya guru bisa menyampaikan materi sederhana tentang biologi molekuler (isolasi dan amplifikasi DNA) sebagai bahan pengayaan pokok bahasan tentang sel, genetika dan bioteknologi. Praktikum isolasi DNA sederhana dengan menggunakan bahan dan alat yang sederhana pun bisa dirancang oleh guru untuk membantu anak didik memahami biologi molekuler.

III. Tujuan dan Manfaat

A. Tujuan

- a. Memberikan informasi baru tentang perkembangan biologi terkini khususnya dalam

bidang biologi molekuler.

- b. Memberikan pengetahuan baru tentang teknik-teknik isolasi dan amplifikasi DNA.
- c. Memberikan bekal keterampilan dalam mengisolasi, mengamplifikasi, dan elektroforesis DNA.
- d. Memberikan informasi terkini tentang biologi molekuler dan aplikasinya untuk kesejahteraan manusia di masa yang akan datang.

B. Manfaat

Kegiatan ini memberikan manfaat langsung kepada para guru SMA bidang studi biologi dan mahasiswa calon guru yaitu memperluas dan memperkaya wawasan tentang biologi molekuler sebagai bekal mengajar di kelas.

IV. Kerangka Pemecahan Masalah

Kerangka pemecahan masalah yang diusulkan adalah memberikan penyuluhan yang efektif untuk memperluas dan memperkaya wawasan tentang biologi molekuler, baik berupa teori maupun praktek.

V. Pelaksanaan Kegiatan

A. Realisasi Pemecahan Masalah

Kegiatan kursus ini diselenggarakan pada tanggal 20 Juni 2007 di Laboratorium Mikrobiologi dan Genetika Molekuler, Jurusan Pendidikan Biologi, FPMIPA UPI. Peserta kursus terdiri dari dosen, guru bidang studi biologi di Bandung dan sekitarnya dan mahasiswa calon guru biologi.

Pembicara dan instruktur kursus merupakan dosen dan peneliti di Jurusan Pendidikan Biologi FPMIPA UPI yang berkompeten di bidangnya. Adapun materi (berikut pembicara atau instruktur) yang diberikan meliputi:

1. Pengantar biologi molekuler (Dr. Topik Hidayat)
2. Teknik isolasi DNA (Hj. Diah Kusumawaty, S.Si., M.Si.)
3. Elektroforesis DNA (Any Aryani, S.Si., M.Si.)
4. Amplifikasi DNA (Hj. Diah Kusumawaty, S.Si., M.Si.)
5. Merancang praktikum isolasi DNA sederhana di sekolah (Dr. Topik Hidayat)

Setelah penyampaian materi, acara diisi dengan diskusi.

B. Khalayak Sasaran

Khalayak sasaran adalah dosen, guru SMU dan SMP bidang studi biologi dan, mahasiswa calon guru.

C. Keterkaitan

Jurusan Pendidikan Biologi FPMIPA UPI memiliki mata kuliah biologi molekuler yang memberikan pengetahuan tentang biologi molekuler dan aplikasinya. Staf dosen ada yang memiliki spesialisasi di bidang biologi molekuler.

D. Hasil Kegiatan

Hasil kegiatan kursus ini cukup baik. Peserta seminar yang mayoritas adalah guru sangat antusias mengikuti seluruh rangkaian agenda seminar. Respon yang baik ini dapat dilihat dari maraknya diskusi antara peserta dan pembicara. Lebih dari itu, materi yang disampaikan para pembicara dikemas dalam bentuk yang sederhana tetapi menarik, sehingga peserta dapat mudah memahami isi materi.

VI. Kesimpulan dan Saran

A. Kesimpulan

Kegiatan seminar ini direspon sangat baik oleh peserta yang terdiri dari dosen, guru,

dan mahasiswa calon guru bidang studi biologi. Kesadaran untuk selalu meng-*up date* informasi-informasi tentang perkembangan biologi terkini tumbuh pada setiap peserta kursus.

B. Saran

Kegiatan yang sama diharapkan terus dipertahankan di masa yang akan datang. Materi dan pembicaraanya pun diharapkan ditingkatkan baik kuantitas maupun kualitasnya.

DAFTAR PUSTAKA

Darbre, Philippa D. 1999. **Basic Molecular Biology (Essential Techniques)**. London: John Wiley & Sons.

Old, RW & Primrose, SB. 1989. **Principles of Gene Manipulation 4th ed.** Oxford: Blackwell Scientific Publications.

Turner, PC., McLennan, AG., Bates,AD., & White, MRH. 1997. **Instant Notes in Molecular Biology**. Singapore: Bios Scientific Publisher.