

## Profil *Hands On Activity* pada Mata Kuliah Mikroteknik di Prodi Pendidikan Biologi FKIP UNS

Dewi Puspita Sari\*, Umi Fatmawati, Riezky Maya Prabasari

Program Studi Pendidikan Biologi Gd D lantai 3 FKIP UNS  
Jl. Ir Sutami No 36A Kertinginan Surakarta Jawa Tengah Indonesia  
\*Corresponding Email: dewipuspita@staff.uns.ac.id

**Abstract:** Pengalaman belajar pada perkuliahan mikroteknik menekankan pada kemampuan mahasiswa untuk bekerja dan mengelola kegiatan praktek di laboratorium. Penelitian dilakukan pada mahasiswa Pendidikan Biologi semester 5 pada judul kuliah preparasi embedding dengan tujuan untuk mengidentifikasi aktivitas *hands on activity*. Tujuan jangka panjang dari penelitian ini adalah optimalisasi *hands on activity* dan *inquiry labs skills*, sehingga selain mempunyai gambaran konkrit dari konsep yang dipelajari, mahasiswa juga mampu menerapkan konsep dalam kehidupan riil. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Anatomi Tumbuhan, Anatomi Hewan dan Mikrobiologi Gedung D lantai 2 Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret. Berdasarkan hasil wawancara dari dosen pengampu dan mahasiswa yang menempuh perkuliahan mikroteknik diperoleh kesimpulan diantaranya adalah (1) dijumpai permasalahan pada tahap merencanakan praktikum preparasi embeding hewan maupun tumbuhan, (2) kemampuan dan pengetahuan yang masih minim dari para praktikan tentang prosedur kerja beserta pengenalan dan penggunaan alat dan bahan, (3) kelemahan dalam menganalisa hasil preparasi awetan histologis. Berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan dapat diidentifikasi bahwa kemampuan *hands on activity* pada praktikan sudah terlihat baik namun masih dibutuhkan adanya (1) dasar pengetahuan yang kuat tentang materi dan teknik yang akan dipelajari, (2) arahan danujuk kerja yang lebih terstruktur dan ringkas, (3) *laboratory skills* dalam rangka pembuatan, pengoperasian, penggunaan alat maupun bahan sehingga terjamin keamanan pribadi dan lingkungan (4) kemauan individual untuk berkembang dan mencoba lagi jika menemui kegagalan, dan (5) peningkatan hard skills dan soft skills dalam konteks penalisasi hasil pengamatan. Hasil penelitian ini selanjutnya akan dijadikan pertimbangan pemilihan model, strategi dan teknik pembelajaran yang sesuai untuk meningkatkan *hands on activity* pada mahasiswa.

**Key Word** : Hands on activity, Mikroteknik, Laboratorium, Embedding.

### 1. PENDAHULUAN

Pengembangan kurikulum Program Studi Pendidikan Biologi merespon secara proaktif berbagai perkembangan informasi, ilmu pengetahuan, teknologi, serta tuntutan kebutuhan lulusan yang profesional dan kompeten di bidangnya. Pengembangan kemampuan mahasiswa dalam bidang sains khususnya biologi merupakan salah satu kunci keberhasilan peningkatan kemampuan dalam menyesuaikan diri dengan dinamika pemenuhan tenaga pendidik yang dibutuhkan oleh masyarakat. Landasan teoritik pembelajaran sains kontekstual adalah teori konstruktivisme. Prinsip dari teori tersebut adalah “aktivitas harus selalu mendahului analisis”. Disamping itu, pembelajaran sains kontekstual merupakan pembelajaran bermakna yang memungkinkan siswa menerapkan konsep-konsep sains dan berpikir tingkat tinggi (*high order thinking skills*). Konsep belajar dalam pembelajaran kontekstual melibatkan tujuh komponen utama pembelajaran produktif yakni: konstruktivisme, bertanya, menemukan, masyarakat belajar,

pemodelan, refleksi, dan penilaian sebenarnya (Hatta, 2003; Hardanto, 2003 dalam dedi 2010).

*Hands on activity* adalah suatu aktivitas yang dirancang untuk melibatkan siswa dalam menggali informasi dan bertanya, beraktivitas dan menemukan, mengumpulkan data dan menganalisis serta membuat kesimpulan sendiri. Dalam *hands on activity* akan terbentuk suatu penghayatan dan pengalaman untuk menetapkan suatu pengertian (penghayatan) karena mampu membelajarkan secara bersama-sama kemampuan psikomotorik (keterampilan), pengertian (pengetahuan) dan afektif (sikap) yang biasanya menggunakan sarana laboratorium dan atau sejenisnya. Menurut Bass *et al* (2011), hal ini juga dapat memberikan penghayatan secara mendalam terhadap apa yang dipelajari, sehingga apa yang diperoleh oleh siswa tidak mudah dilupakan. Dengan menerapkan *hands on activity*, siswa akan memperoleh pengetahuan tersebut secara langsung melalui pengalaman sendiri. Menurut Pfaff (2009) untuk mengaktifkan model *hands on activity* sebaiknya dibuat alur kinerja sebagai berikut : (1) Munculnya aktivitas awal yang mampu memberikan motivasi berupa pertanyaan yang bersumber



dari "alam" kemudian mahasiswa harus mengeksplorasi untuk memiliki interpretasi dan hipotesis (2) Dosen mendeteksi dugaan jawaban dan meminta mahasiswa menjelaskan alasan mereka (3) Terjadi interpretasi yang jamak dan dosen harus memfasilitasi dan menjembatani kondisi tersebut (4) CTL mulai terbetuk, mahasiswa akan mencari jawaban yang terbaik yang pada akhirnya mahasiswa memiliki prediksi sebelum melakukan aktivitas (5) Mahasiswa akan melakukan refleksi terhadap prediksi setelah melakukan aktivitas dan mendapatkan data yang nyata, kemudian mendiskusikan lagi untuk mencari pencerahan dan perbedaan antara prediksi dan hasil percobaan.

Mikroteknik adalah Mata kuliah wajib baru yang berbobot 2 SKS di Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret. Sebagai mata kuliah baru yang menekankan pada pentingnya *basic skill* dalam laboratorium sehingga memberikan imbas pada aktivitas perkuliahan maupun praktikum yang akan dilakukan. Dengan menggunakan *Hands-on instruction*, diharapkan mahasiswa memiliki beberapa skill, diantaranya: *critical thinking, communication, collaboration, creativity*.

Dalam pelaksanaan *hands on activity* agar benar-benar efektif perlu memperhatikan beberapa hal meliputi : aspek kognitif, aspek psikomotorik dan aspek afektif. Zainuddin (2001) dalam Amin (2007) menguraikannya sebagai berikut: ranah kognitif dapat dilatihkan dengan memberi tugas: memperdalam teori yang berhubungan dengan tugas *hands on activity* yang dilakukan, menggabungkan berbagai teori yang telah diperoleh, menerapkan teori yang pernah diperoleh pada masalah yang nyata. Ranah psikomotorik dapat dilatihkan melalui: memilih, mempersiapkan, dan menggunakan seperangkat alat atau instrumen secara tepat dan benar. Ranah afektif dapat dilatihkan dengan cara: merencanakan kegiatan mandiri, bekerjasama dengan kelompok kerja, disiplin dalam kelompok kerja, bersikap jujur dan terbuka serta menghargai ilmunya.

Tujuan khusus yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah adanya paradigma baru yang terbangun melalui *hands on activity* bahwa belajar harus diarahkan untuk "mencari tahu" dan "berbuat" sehingga dapat membantu siswa untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang konsep. Keutamaan penelitian ini adalah adanya peningkatan dalam proses belajar maupun skill laboratorium melalui *hands on activity*. Target penelitian adalah didapatkannya hasil mengenai efek pengaplikasian model *hands on activity* terhadap pembelajaran kontekstual mahasiswa pendidikan Biologi.

Berdasarkan uraian analisis, hasil wawancara dari dosen pengampu dan mahasiswa yang menempuh perkuliahan mikroteknik, dan hasil observasi langsung pada saat perkuliahan diperoleh kesimpulan diantaranya adalah : dijumpai permasalahan pada tahap merencanakan praktikum preparasi preparat hewan maupun tumbuhan, kemampuan dan pengetahuan yang masih minim dari para praktikan tentang prosedur kerja beserta pengenalan dan

penggunaan alat dan bahan, kelemahan dalam penganalisaan hasil preparasi preparat awetan histologis. Berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan dapat diidentifikasi dasar pengetahuan yang kuat tentang materi dan teknik yang akan dipelajari, arahan dan ujuk kerja yang lebih terstruktur dan ringkas, *laboratory skills* dalam rangka pembuatan, pengoperasian, penggunaan alat maupun bahan sehingga terjamin keamanan pribadi dan lingkungan, kemauan individual untuk berkembang dan mencoba lagi jika menemui kegagalan, peningkatan *hard skills* dan *soft skills* dalam konteks pengalihan hasil pengamatan.

## 2. METODE

Kegiatan yang dilakukan meliputi melakukan observasi, mengidentifikasi masalah, pembuatan instrumen penelitian yang meliputi Satuan Acara Perkuliahan dan alat ukur *hands on activity* dalam pembelajaran Mikroteknik.

Observasi dilakukan dengan dua cara yaitu secara tidak langsung dan secara langsung. Observasi tidak langsung melalui wawancara yang dilakukan dengan dosen pengampu perkuliahan. Item umum yang jadi bahan wawancara dengan dosen adalah persiapan perangkat pembelajaran, pelaksanaan kegiatan pembelajaran, dan evaluasi. Wawancara dengan mahasiswa cenderung menggali tentang persiapan proses pembelajaran, pengalaman mahasiswa dalam menempuh mata kuliah yang berkaitan dengan mikroteknik, dan motivasi belajar mahasiswa. Observasi secara langsung dilakukan dengan mengamati kegiatan praktikum mulai dari perencanaan sampai dengan evaluasi dan pengumpulan laporan kegiatan praktikum

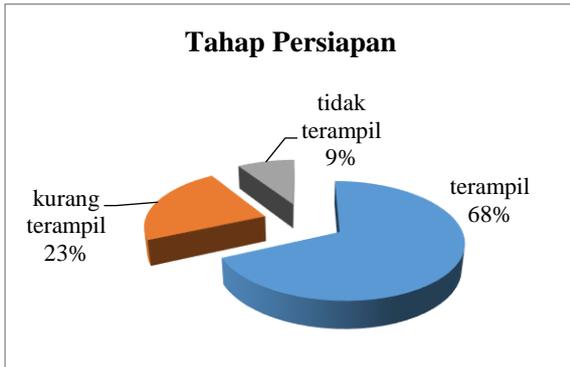
Identifikasi masalah diperoleh dari hasil wawancara dan observasi secara langsung pada kegiatan di laboratorium. Identifikasi masalah dijadikan acuan untuk melakukan penelitian pada judul praktikum yang berbeda namun dengan bobot pekerjaan laboratorium yang setara

Instrumen penelitian yang dibuat berupa lembar observasi, angket dan dokumentasi. Lembar observasi dibuat berdasarkan acuan aspek pada KPS yang telah dimodifikasi sedemikian rupa sehingga mampu menerucut pada kegiatan judul praktikum *Embedding/parafin* hewan dan tumbuhan

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Tahapan Persiapan

Tahap persiapan meliputi, Persiapan alat dan bahan. Pengamatan dilakukan di ranah psikomotorik saat mahasiswa melakukan pemilihan alat, penggunaan alat, pemilihan bahan, pembuatan bahan kimia, dan *maintenance* bahan kimia.

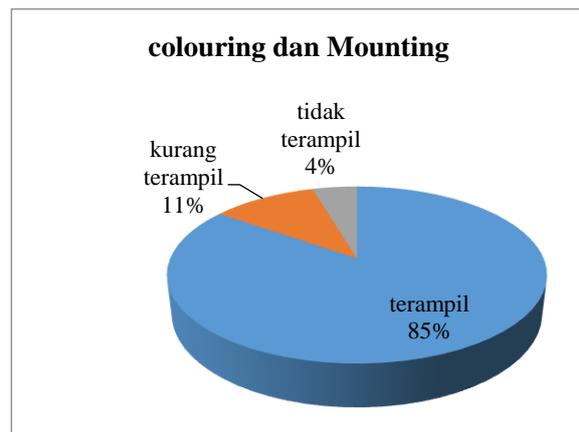
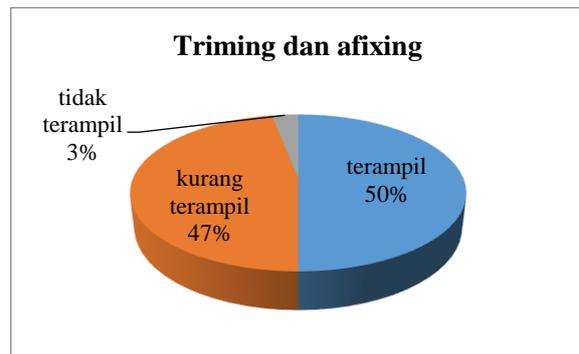
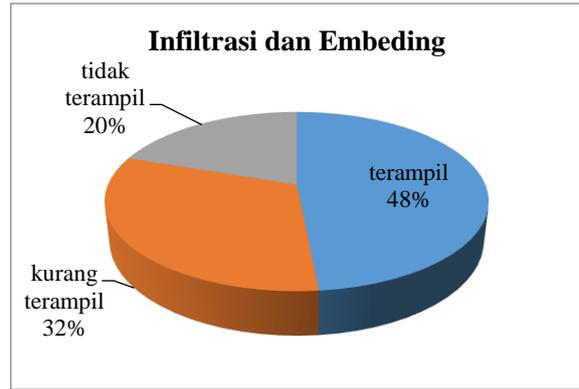
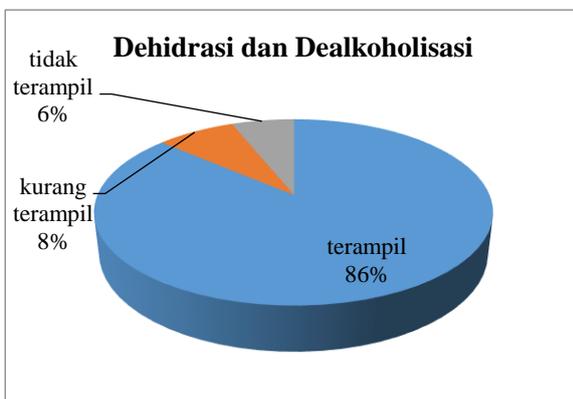
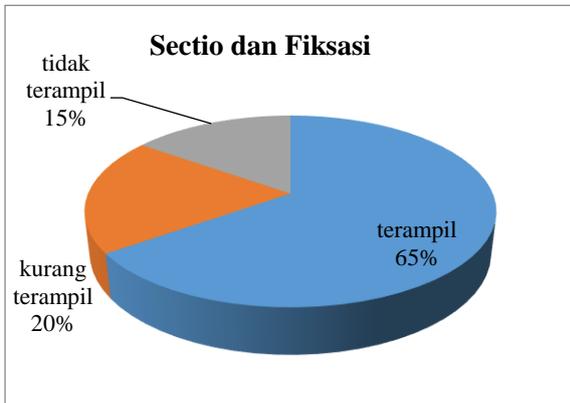


Gambar 1. Prosentase Hasil Pengamatan Psikomotorik pada Semua Indikator di Tahap Persiapan

Hasil secara keseluruhan cukup baik, namun ada beberapa indikator yang tidak terlaksana dengan baik, seperti contohnya (1) pada proses pembuatan larutan kimia beberapa kelompok praktikan masih menunjukkan prosedur pembuatan larutan yang kurang presisi. (2) Pemilihan bahan untuk embeding jaringan tumbuhan masih kurang persiapan yang matang (jenis, ukuran, bagian yang diambil)

### Tahapan demonstrasi

Pada tahap ini kegiatan pengamatan oleh observer dilakukan secara bertahap sesuai dengan hari praktikum. (1) Pembedahan dan Fiksasi, (2) Dehidrasi dan dealkoholisasi, (3) Infiltrasi dan Embeding, (4) Triming dan afixing (5) Colouring/ staining dan Mounting. Hasil ditunjukkan pada Gambar 2 di bawah ini:



Gambar 2. Prosentase Hasil Pengamatan Psikomotorik pada Kegiatan Demonstrasi

### Pemotongan/ Sectio dan Fiksasi

Pemotongan dengan ukuran  $\pm 0,5$  cm - 1 cm dilakukan untuk mendapatkan preparat yang tidak terlalu tebal. Proses pemotongan atau pengambilan jaringan ini dapat disebut diseksi yang diartikan sebagai proses pengambilan jaringan atau bagian jaringan dari sumber alami baik berupa tumbuhan ataupun hewan yang akan digunakan sebagai bahan dasar dalam mikroteknik. Pada Kegiatan sectio/ diseksi, beberapa mahasiswa masih mengalami kesulitan dalam membedakan organ yang akan diambil sebagai sampel, misal sulit membedakan ginjal dengan testis, dan ovarium dengan intestinum crassum. Selain itu proses pembersihan organ dari darah dan lemak ada yang belum sempurna sehingga mengganggu proses

berikutnya. Pengambilan organ pulmo harusnya diinjeksi dulu dengan larutan fiksatif sehingga tidak langsung kempes saat di ambil. Untuk Preparasi Tumbuhan tidak menemui kendala yang berarti hanya beberapa organ mengalami kesulitan untuk dipotong menjadi bentuk lebih kecil seperti bunga Kamboja dan buah Cabai. Keterampilan mahasiswa dalam menggunakan alat juga perlu di evaluasi sebagai contoh sederhana kekeliruan penggunaan pipet tetes untuk mengambil larutan kimia.

Proses fiksasi ini dilakukan dengan tujuan untuk: menghentikan proses metabolisme dengan cepat, mengawetkan elemen sitologis dan histologis, mengawetkan bentuk yang sebenarnya, dan mengeraskan atau memberi konsistensi material yang lunak biasanya secara koagulasi, dari protoplasma dan material-material yang dibentuk oleh protoplasma. Pada Proses fiksasi ada beberapa kendala yang dijumpai diantaranya adalah beberapa praktikan sulit mengambil organ yang ada di dalam flakon karena salah memotong ukuran dan salah memilih model pinset.

### Dehidrasi dan Dealkoholisasi.

Dehidrasi bertujuan untuk menarik air keluar dari jaringan dan akan digantikan dengan alcohol. Proses dehidrasi merupakan serangkaian proses dengan cara memasukan sample ke dalam larutan dehidrasi secara berseri dari konsentrasi rendah sampai konsentrasi tinggi dengan mengurangi konsentrasi air. Dehidran yang paling umum digunakan pada mikroteknik dengan metode paraffin adalah alkohol. Dealkoholisasi adalah menarik sisa alkohol dengan menggunakan *clearing agent* seperti xilol atau toluol. Pada Kegiatan dehidrasi dan dealkoholisasi lebih baik dibanding kegiatan awal, pengambilan dan penggantian larutan dilakukan secara sempurna hanya terbentur masalah waktu saja.

### Infiltrasi dan Embeding

Infiltrasi adalah suatu usaha menyusupkan media penanaman (*embedding media*) ke dalam jaringan dengan jalan menggantikan kedudukan dehidran dan bahan penjernih (*clearing agents*). Media penanaman yang digunakan dalam infiltrasi ini adalah paraffin. Proses infiltrasi ini umumnya dilakukan di dalam oven yang suhunya dapat diatur sesuai titik leleh jenis paraffin yang digunakan. Pada jaringan hewan bisa langsung digunakan paraffin keras dengan titik leleh 56-58C. Pada prakteknya dijumpai beberapa kondisi yang banyak kendala seperti:

- Paraffin yang digunakan praktikan jumlahnya tidak sebanding dengan jumlah organ sehingga hasil kurang optimal
- Organ yang digunakan sebagai sampel terlalu keras sehingga paraffin sulit menyusup
- Kurangnya skill mahasiswa dalam mengoperasikan alat laboratorium (oven tidak dikondisikan pada suhu yang stabil)

- Kelengahan beberapa mahasiswa dalam melakukan langkah infiltrasi sehingga ada yang terlewati.

Embedding atau penanaman merupakan proses memasukan atau penanaman jaringan ke dalam balok-balok paraffin (cetakan) sehingga memudahkan proses penyayatan dengan bantuan mikrotom. Tujuan dari tahap ini adalah untuk membuat balok paraffin yang berisi jaringan yang akan dibuat preparat permanen.

Paraffin yang digunakan untuk menanam jaringan harus memiliki titik leleh yang sama dengan paraffin yang digunakan waktu infiltrasi. Paraffin ketiga yang dipakai pada infiltrasi dapat digunakan langsung untuk penanaman dengan syarat memang sudah bersih dari bahan penjernih.

Beberapa kendala yang dijumpai pada fase ini diantaranya adalah:

- Paraffin yang digunakan ada yang tercampur bahan lain (paraffin sisa)
- Peralatan yang digunakan tidak semua termanfaatkan secara optimal, sehingga sering dijumpai beberapa mahasiswa menggunakan alat yang salah
- Pembuatan balok tidak dilakukan dekat oven atau lampu Bunsen sehingga lebih cepat, beku susun jaringan tidak sesuai dengan orientasi yang direncanakan.
- Jaringan tidak diberi label untuk menghindari terjadinya kesalahan atau bertukar. Untuk jenis-jenis jaringan yang halus perlu dikerjakan di bawah lup
- Dijumpai adanya gelembung udara pada beberapa balok paraffin yang dibuat terutama dekat jaringan.

Indikator tersebut sebenarnya bukan merupakan hal yang begitu penting tetapi jika mahasiswa tidak menguasai indikator tersebut berarti mahasiswa tidak memperhatikan langkah ilmiah dari pelaksanaan kegiatan praktikum dan hal tersebut juga akan berdampak pada hasil pengamatan yang kurang baik.

### Trimming dan affixing

Trimming adalah kondisi dimana blok paraffin yang telah padat (disimpan di dalam kulkas), kemudian dibentuk menjadi bangun trapesium yang selanjutnya ditempelkan pada holder dengan menggunakan lilin cair. Setelah blok paraffin menempel kuat pada holder, dilakukannya proses sectioning menggunakan mikrotom hingga menghasilkan pita paraffin tipis. Proses penyayatan adalah pembuatan sayatan atau pita dari balok paraffin yang telah terbentuk dengan menggunakan mikrotom, yang bertujuan untuk membuat sayatan jaringan dan dapat dilihat jelas dari dalam mikroskop. Pembuatan irisan dengan metode paraffin memiliki beberapa keuntungan, diantaranya adalah yaitu proses embedding lebih cepat dan lebih simpel, material embedding dapat disimpan dalam waktu yang lama pada kondisi kering, serta dapat membuat irisan yang tipis.

Pada prinsipnya semua berjalan baik namun ada kendala yang dihadapi oleh para praktikan diantaranya adalah:



- Kurang trampilnya praktikan dalam melakukan proses embeding sehingga banya cairan parafin yang hilang dan menyebabkan organ menjadi tipis dan bergelembung udara. Kondisi ini menyulitkan praktikan dalam penempelan di holder
- Kurang trampilnya mahasiswa menggunakan peralatan trimming dan mikrotom.
- Proses tersulit adalah Pemotongan organ dengan mikrotom, banyak mahasiswa pria yang enggan untuk memotong karena beberapa faktor antara lain: kurang sabar, kulang teliti, mengandalkan mahasiswi satu tim, dan alasan lainnya.
- Pita yang dihasilkan remuk dan tidak berbentuk karena kesalahan proses sebelumnya dan kurang teliti dalam menggunakan mikrotom.

Affixing adalah proses pelekatan atau penempatan sayatan jaringan pada kaca objek dengan bantuan media pelekat tertentu. Tujuan penempelan ini adalah untuk menempelkan pita paraffin yang sudah berisi sayatan jaringan pada kaca objek. Kemudian gelas benda yang berisi pita tadi diletakkan pada *hot plate* hingga air menguap.

Pada Kegiatan ini banyak dijumpai kendala selevel dengan trimming diantaranya adalah:

- Terlalu banyak mengoleskan albumin meyer sehingga menjadikan pita parafin yang ditempel dan dipanaskan menjadi gosong dan tidak berbentuk
- Air yang diteteskan di object glass terlalu banyak sehingga pita parafin tersebar tidak beraturan (tidak rapi)
- Keengganan mahasiswa untuk menunggu di samping alat *hot plate* untuk membetulkan letak pita dengan Sonde sehingga pita keluar dari objek glass dan menempel di *hot plate*
- Suhu *hot plate* yang sering tidak dikontrol mahasiswa menyebabkan *hot plate* terlalu panas sehingga pita parafin terlalu cepat meleleh dan kering.

## Staining dan Mounting

Kegiatan deparafinasi adalah suatu tahap menjelang proses pewarnaan (*Staining*) dengan menggunakan xilol untuk membersihkan paraffin dari jaringan dan kaca objek. Pengerjaan deparafinasi aserial atau berkelanjutan dengan pengerjaan pewarnaan. Tujuan dari tahap ini untuk membersihkan jaringan dan kaca objek dari paraffin. Pewarnaan merupakan suatu tahap dalam mikroteknik untuk mempertajam atau memperjelas berbagai elemen jaringan, terutama sel-selnya, sehingga dapat dibedakan dan ditelaah dengan mikroskop. tanpa pewarnaan, jaringan akan transparan sehingga sulit untuk diamati. Pewarnaan akan memperjelas rinci suatu jaringan sehingga mudah untuk dipelajari. Pelaksanaan tahap staining sudah baik dan hampir dilakukan oleh semua mahasiswa, namun masih dijumpai kendala sebagai berikut:

- Teknik deparafinisasi yang kurang optimal dilakukan oleh beberapa kelompok mahasiswa.

- Langkah pewarnaan yang salah urutan, dilakukan oleh 2 mahasiswi dan 1 mahasiswa sehingga hasil tidak terbaca

Mounting adalah proses penutupan object glass oleh cover glass dengan menggunakan kanada balsam. Preparat yang telah di clearing kemudian diberi satu tetes canada balsam, kemudian diletakkan pada *hot plate* dan didiamkan selama 3 hari. Proses ini memiliki tingkat kesulitan kedua di bawah proses trimming dan afixing. Bberapa kendala yang dijumpai pada kegiatan penelitian adalah:

- Mahasiswa kurang trampil dalam melakukan proses mounting ditandai dengan: tidak dibersihkannya debris jaringan pada *object glass* dengan menggunakan kertas isap, digunakannya xilol bekas untuk menambah kelembaban sehingga setelah diamati di bawah mikroskop interpretasi mahasiswa menjadi terganggu
- Proses pengcoveran yang tidak teliti sehingga menimbulkan gelembung udara di sekitar preparat awetan
- Penggunaan canada balsam yang terlalu berlebihan sehingga sulit mengering

## Tahapan evaluasi

Hasil pembuatan preparat embbeding kemudian di analisis dengan menggunakan mikroskop. Interpretasi mahasiswa dituangkan dalam laporan kegiatan praktikum. Evaluasi non proses dilakukan dengan melihat nilai laporan praktikum. Hasil observasi langsung dan tidak langsung digunakan untuk menggambarkan profil hands on activity mahasiswa saat menempuh kuliah mikroteknik.

## 4. SIMPULAN

Dari hasil kegiatan diperoleh:

1. Setelah melakukan wawancara dan observasi langsung pada kegiatan praktikum embeding baik hewan dan tumbuhan, dosen pengampu mikroteknik menerapkan pembelajaran yang bersifat kontekstual dengan menerapkan praktikum terintegrasi pada perkuliahan
2. Hand's on activity mahasiswa dapat teramati sepanjang kegiatan praktikum dengan hasil yang bervariasi
3. Kendala yang dijumpai saat pengamatan di lapangan diantaranya:
  - a. Kondisi Umum mahasiswa yang belum pernah melakukan praktikum pembuatan preparat embeding baik hewan maupun tumbuhan mengakibatkan kurang siap dan tidak runtutnya protokol kerja
  - b. Terbatasnya peralatan yang dibutuhkan mahasiswa mengingat matakuliah mikroteknik adalah mata kuliah baru yang diwajibkan sehingga sarana dan prasarana masih terasa kurang.
  - c. Motivasi meneliti mahasiswa yang masih rendah dan paradigma “mengandalkan



- teman” karena kegiatan praktikum yang dilakukan secara berkelompok.
- d. Terbatasnya Kemikalia yang diperlukan untuk perlakuan ditunjang dengan keterbatasan pengetahuan mahasiswa tentang laboratory safety dan handling bahan berbahaya.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- Amin, M. 2007. Apa itu Hands-on Activity. [Online]. Tersedia: [http:// lubisgrafura.wordpress.com/2007/09/08/apa-itu-hands-onactivity/](http://lubisgrafura.wordpress.com/2007/09/08/apa-itu-hands-onactivity/).
- Anonim. 2013. *Resource Area For Teaching (Bridging the Engangement Gap with Hands- On Teaching)*. RAFT (Resource Area For Teaching) (online) Diakses tanggal 30 Agustus 2015
- Bass, Kristin M., Danielle Yumol, and Julia Hazer.2011. *The Effect of Raft Hands-on Activities on Student Learning, Engagement, and 21st Century Skills*. RAFT Student Impact Study. Rockman et al, 2011.
- Dedi.2010 *Hands on activity dalam pembelajaran sains*. [Online];<http://ayootea.blogspot.com/2010/07/hands-on-activity-dalam-pembekajaran.html> (29 Agustus 2015)
- Hardanto, S.K. 2003. *Pembelajaran Sains Kontekstual*. Makalah dalam Seminar Nasional Exchange Experience dengan thema Pembelajaran MIPA Kontekstual Menyongsong Implementasi Kurikulum Berbasis Kompetensi. 9 Juli 2003 di FMIPA UM
- Haury, David L., dkk. 1994. *Perspectives of hands on ScienceTeaching*.Online.<http://www.ncrel.org/sdrd/areas/issues/content/cntareas/science/eric-toc.html> (28 Agustus 2015)
- Larson RL. 1972. Process or Product: The Evaluation of Teaching or The Evaluation of Learning. *On line atfile://F:\ Process orProduct: The Evaluation of Teaching or the Evaluation of Learning.htm*.
- Pertiwi, H.S., Saeful Karim, Selly Feranie. 2013. *Penerapan Hands on Activity pada Pembelajaran IPA Bertema Operasi LASIK untuk Meningkatkan Literasi Fisika Siswa SMP*. Prosiding Simposium Nasional Inovasi dan Pembelajaran Sains 2013. Bandung: ITB
- Pfaff. T.J., Aaron Weinberg, 2009. Do Hands on Activities Increase Student Understanding? : A Case Study. *Journal of Statistics Education Vol 17, No 3 (2009)*. [www.amstat.org/publications/jse/v17n3/pfaff.html](http://www.amstat.org/publications/jse/v17n3/pfaff.html)
- Rustaman, Nuryani. 2003 *Strategi Belajar Mengajar Biologi*, Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia Bandung: hlm.18