

**PENGARUH PEMBELAJARAN DENGAN PENDEKATAN ERGONOMI  
PARTISIPATORI (PEP) BERBASIS ASESMEN PORTOFOLIO  
TERHADAP KELELAHAN DAN HASIL BELAJAR IPA (BIOLOGI)  
SISWA KELAS X SMA TAHUN PELAJARAN 2011/2012**

**Hery Nugroho**  
**Dosen STMIK Primakara**  
Herynugroho1982@gmail.com

**ABSTRACT**

*This research is aimed at finding out: (1) a significant difference between main score of the students' fatigue and the students' science achievement of learning in ten grade senior highschool and the students who used the learning process by using ergonomic participatory approach on portfolio assessment-based with the students who did not use that approach;(2) a significant different main score of ten grade senior highschool students' fatigue between the students who used ergonomic participatory approach on portfolio assessment-based with the students who did not use the approach;and (3) a significant difference main score of the science achievement of ten grade senior highschool the students who used ergonomic participatory approach on portfolio assessment-based with the students who did not use that approach. This kind of study was quasi experiment in which the post test only control group design. Moreover, population of this study were the students of ten grade senior highschool in Klungkung and Bangli Regency, while samples of this study were students in ten grade senior highschool. There were two main of data, namely: the main data were students' fatigue and the achievement learning of the students, while supporting data were microclimate, teaching equipment, and students' anthropometric. The main data were analyzed by using descriptive and Manova analysis, while the supporting data were analyzed through t-group test. The learning achievement of mean score was tested by using LSD on 5% significant. The result of this research is to know exhaustion level and the product of study student through series of learning with participatory argonomic approach.*

**Key words:** *ergonomic participatory approach, portfolio assessment, fatigue, and achievement of learning*

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui: (1) perbedaan tingkat kelelahan dan hasil belajar IPA siswa kelas X SMA antara kelompok siswa yang mengikuti pembelajaran PEP berbasis asesmen portofolio dengan siswa yang tidak mengikuti pembelajaran PEP berbasis

asesmen portofolio;(2) perbedaan tingkat kelelahan siswa kelas X SMA antara kelompok siswa yang mengikuti pembelajaran PEP berbasis asesmen portofolio dengan siswa yang tidak mengikuti pembelajaran PEP berbasis asesmen portofolio;dan(3) perbedaan hasil belajar Kelas X SMA antara kelompok siswa yang mengikuti pembelajaran PEP berbasis asesmen portofolio dengan siswa yang tidak mengikuti pembelajaran PEP berbasis asesmen portofolio. Jenis penelitian ini adalah *quasi experiment* dengan rancangan *the post-test only control group design*. Populasi penelitian adalah siswa kelas X SMA di Kabupaten Bangli dan Kabupaten Klungkung, sedangkan sampelnya adalah siswa kelas X SMA. Data utama yang dikumpulkan adalah kelelahan dan hasil belajar siswa, sedangkan data penunjangnya adalah mikroklimak, sarana pembelajaran, dan antropometrik siswa. Data utama dianalisis dengan analisis deskriptif dan Manova, sedangkan data penunjang dianalisis dengan uji *t-group*. Uji komparasi rata-rata hasil penelitian diuji dengan LSD pada taraf signifikansi 5%. Hasil penelitian ini adalah mengetahui tingkat kelelahan dan hasil belajar siswa melalui serangkaian pembelajaran dengan Pendekatan Ergonomi Partisipatori.

**Kata Kunci:** Pendekatan PEP, Asesmen Portofolio, Kelelahan, dan Hasil Belajar

## 1. PENDAHULUAN

Selain pembelajaran, hal yang sangat menentukan keberhasilan pebelajar adalah keterbatasan fisik dari pebelajar itu sendiri. Hal ini sering dilupakan bahwa setiap makhluk hidup termasuk manusia merupakan insan yang memiliki kemampuan, kebolehan, dan keterbatasan yang merupakan cerminan dari parameter fisiologis. Parameter fisiologis terkait dengan kemampuan kardiovaskuler, kemampuan otot, kebutuhan energi dan faktor psikofisiologis lainnya seperti bosan, malas, emosi, sulit konsentrasi, rasa jenuh, dan lain-lain (Sutajaya, 2006). Sejalan dengan permasalahan tersebut, dalam pembelajaran perlu diterapkan prinsip-prinsip ergonomi guna menekan kelelahan, keluhan muskuloskeletal, dan kebosanan sehingga ketelitian, kecepatan, dan konstansi kerja

serta kualitas dan hasil proses pembelajaran dapat ditingkatkan.

Dalam semua jenis kegiatan, utamanya yang melibatkan aktivitas fisik dan mental secara terpadu dapat menimbulkan kelelahan, keluhan otot, dan kebosanan. Ditinjau dari luaran proses pembelajaran, hal tersebut sangat berdampak pada ketelitian dan kekonstanan belajar yang pada akhirnya berdampak pada rendahnya aktivitas proses pembelajaran dan penguasaan materi oleh pebelajar, sehingga hasil belajarnya pun menjadi rendah. Untuk mengatasi masalah tersebut perlu diperhatikan dan diterapkan pembelajaran yang efektif, nyaman, aman, sehat, dan efisien (ENASE) sesuai dengan prinsip ergonomi, yang kemudian dipadukan dengan partisipatif, atraktif, kreatif, empati, dan menyenangkan (PAKEM) sesuai dengan prinsip pembelajaran.

Berdasarkan prinsip ergonomi, faktor lingkungan sangat mempengaruhi faktor yang lainnya. Faktor lingkungan yang dimaksud antara lain adalah sarana dan prasarana pembelajaran, cuaca dan iklim, suhu, cahaya, dan sosial budaya. Keberhasilan belajar sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor di luar diri pebelajar dan salah satunya adalah sarana pembelajaran. Sarana pembelajaran adalah semua sarana yang mendukung pelaksanaan proses pembelajaran. Sarana dan prasarana pembelajaran yang pada umumnya terdapat di ruang-ruang belajar sekolah adalah papan tulis, meja, kursi, dan beberapa alat peraga. Penempatan papan tulis serta kondisi meja dan kursi yang tidak sesuai dengan antropometri pebelajar akan dapat mengakibatkan kelelahan fisik pada pebelajar yang selanjutnya akan mengurangi aktivitas mentalnya. Papan tulis hendaknya disesuaikan dengan tinggi mata pebelajar (persentil 5) pada posisi duduk, intensitas cahaya hendaknya diatas 350 lux, suhu ruangan hendaknya antara 24<sup>0</sup> C sampai dengan 28<sup>0</sup> C, dan sirkulasi udara hendaknya 0,2 meter per detik (Sutajaya, 2006). Jika kondisi lingkungan ini sulit untuk dikondisikan, maka harus diimbangi dengan penyesuaian kegiatan pembelajaran. Kegiatan pembelajaran yang sesuai adalah pembelajaran yang mampu mengurangi kelelahan akibat terjadinya kontraksi otot statis, yaitu dengan melibatkan pebelajar harus berpindah tempat atau dalam prakteknya dilapangan model ini disebutkan sebagai “jalan-jalan di dalam kelas.” Model ini disediakan oleh pembelajaran dengan

pendekatan ergonomi partisipatori (PEP). Jika hal tersebut dapat diatasi, maka kelelahan, keluhan muskuloskeletal, dan kebosanan akibat kontraksi otot statis dapat dihindari atau diminimalkan.

Dengan demikian, perlu diadakan perbaikan dalam proses pembelajaran yang diantaranya dapat menggunakan pembelajaran dengan Pendekatan Ergonomi Partisipatori (PEP), sehingga nantinya dapat memperlambat laju kelelahan, keluhan otot, dan kebosanan pebelajar pada saat belajar. Hal ini juga dapat mengurangi ketidakhadiran pebelajar karena alasan sakit (Sutajaya, 2006). Jika hal ini dapat diwujudkan maka luaran dalam proses pembelajaran dari pebelajar juga dapat ditingkatkan. Pendekatan PEP menekankan bahwa segala hal yang dapat dijangkau dan berpengaruh positif terhadap pebelajar harus dilibatkan secara maksimal, sehingga peran pebelajar yang tadinya hanya sebagai penerima informasi secara pasif menjadi pebelajar yang aktif dan inovatif, mampu berpikir kritis dan kreatif, bekerja dalam tim secara kondusif, mampu mengkaji masalah secara sistemik, holistik, dan interdisipliner, serta peka terhadap masalah yang ada di masyarakat dengan menelusurinya secara partisipatori. Jadi pembelajaran dengan PEP akan memberikan peluang kepada pebelajar untuk mencapai pengetahuan dan keterampilan yang maksimal. Mengingat sarana pembelajaran, seperti meja dan kursi yang mustahil dirubah atau disesuaikan dengan antropometri masing-masing siswa pada saat itu, maka pendekatan PEP lebih

menekankan pada aktivitas pebelajar di kelas yang selalu berubah posisi.

Menurut Sutajaya (2006), dalam pendekatan sistemik holistik, interdisipliner dan partisipatori (SHIP) ditekankan bahwa setiap masalah harus dipecahkan secara: 1) sistemik, yaitu semua faktor yang berada dalam satu sistem dan diperkirakan dapat menimbulkan suatu masalah harus ikut diperhitungkan sehingga tidak ada lagi masalah yang tertinggal atau munculnya masalah baru sebagai akibat dari keterkaitan antar sistem; 2) holistik, mengandung pengertian bahwa semua faktor atau sistem yang terkait atau diperkirakan terkait dengan masalah yang ada harus dipecahkan secara proaktif dan menyeluruh; 3) interdisipliner, artinya semua disiplin ilmu terkait harus dimanfaatkan. Hal ini perlu karena semakin kompleks permasalahan yang ada diasumsikan tidak akan terpecahkan secara maksimal jika hanya dikaji dengan satu disiplin ilmu, sehingga perlu dilakukan pengkajian melalui lintas disiplin ilmu; dan 4) partisipatori, artinya semua orang yang terlibat dalam pemecahan suatu masalah harus dilibatkan sejak awal secara maksimal sehingga dapat diwujudkan mekanisme kerja yang kondusif dan diperoleh produk yang berkualitas sesuai dengan tuntutan jaman. Dalam pendekatan PEP ini lebih menekankan pada arahan aktivitas pebelajar dalam mengantisipasi kondisi lingkungan yang kurang kondusif.

Mengingat kondisi sekolah, seperti sarana dan prasarana belajar yang tidak dapat dirubah keadaannya, seperti tinggi meja dan kursi maka pembelajaran akan

lebih difokuskan pada penyesuaian dari kondisi pebelajar dengan berpindah dari satu tempat ke tempat yang lain yang merupakan salah satu bentuk dari pembelajaran dengan SHIP yang memfokuskan diri pada pendekatan ergonomi partisipatori (PEP). Rancangan pembelajaran SHIP, khususnya pada PEP lebih mendekati diri pada pembelajaran kontekstual. Dalam pembelajaran kontekstual ada sejumlah strategi yang mesti digunakan. Menurut Johnson (2007), ada tujuh strategi yang digunakan, yaitu 1) pengajaran berbasis masalah; 2) menggunakan konteks yang beragam; 3) mempertimbangkan kebhinekaan pebelajar; 4) memberdayakan pebelajar untuk belajar sendiri; 5) belajar melalui kolaborasi; 6) menggunakan penilaian autektik; dan 7) mengejar standar tinggi. Dalam pembelajaran dengan pendekatan PEP ini akan difokuskan pada pembelajaran berbasis masalah, memberdayakan pebelajar untuk mandiri, dan menggunakan penilaian autentik. Masalah yang berupa pertanyaan akan dimunculkan dari masing-masing pebelajar, kemudian akan dibahas dan dijawab oleh pebelajar yang lainnya. Dalam kegiatan tersebut pebelajar berlatih secara mandiri dalam menemukan jawaban dan mengungkapkan pendapatnya. Terakhir pebelajar membuat sebuah rangkuman yang dapat diselesaikan sebagai pekerjaan rumah dan dikumpul berupa portofolio. Khusus pada pembelajaran MIPA yang memperhatikan konteks asal pebelajar dan situasi lokal (budaya) sekolah menjadikan pembelajaran MIPA bermakna dan

kontektual, sangat terikat dengan komunitas budaya tempat MIPA itu dipelajari.

Melalui pembelajaran kontekstual dengan pendekatan PEP diharapkan dapat meningkatkan pemahaman, kemampuan, dan pengetahuan pebelajar dalam mengetahui sesuatu. Selama pebelajar mencari pengetahuan itu, guru diwajibkan menilai semua kinerja dari pebelajar. Penilaian ini sering juga disebut dengan penilaian proses sebagai salah satu penilaian autentik yang merupakan syarat mutlak dari proses pembelajaran kontekstual (Depdiknas, 2002). Pada umumnya para pendidik mengenali ada empat jenis penilaian autentik, yaitu portofolio, pengukuran kinerja, proyek, dan jawaban tertulis secara lengkap. Dalam kategori tersebut kemungkinan untuk melakukan penilaian autentik sangatlah besar (Johnson, 2007).

Portofolio timbul dari kontek kehidupan sehari-hari sebagai bagian intrinsik dari prestasi harian kelas yang dilakukan secara terus-menerus. Portofolio sama uniknya dengan pebelajar yang membuatnya, karena portofolio memberi pebelajar pilihan, membiarkan mereka menggunakan gaya belajar mereka sendiri, memberikan kesempatan untuk maju, mendorong dan memotivasi semangat belajar. Pebelajar dapat membuat tugas dan mengetahui kemampuannya secara kontinyu. Proyek juga sangat penting untuk mencapai tujuan akademik sambil menyesuaikan dengan perbedaan gaya belajar, minat, dan bakat dari tiap pebelajar. Jadi dengan portofolio dan proyek guru dapat menilai pebelajar secara holistik.

Penilaian yang dilakukan pada pebelajar umumnya menggunakan tes objektif dengan hanya memilih jawaban yang benar yang telah tersedia maupun dengan tes uraian yang menuntut hanya satu jawaban benar. Indikator keberhasilan pembelajaran adalah dengan melihat hasil belajar pebelajar dari ulangan yang diberikan. Hal ini kurang sesuai dengan penilaian atau asesmen kinerja menurut pandangan konstruktivisme, yang dapat mengakses secara komprehensif tentang cara pebelajar mengorganisasi, menstrukturisasi dan menggunakan informasi yang dipelajari dalam konteks memecahkan masalah yang kompleks dalam pembelajaran di kelas maupun di dunia nyata (Parwati, 2003). Berdasarkan pendapat tersebut perlu dicoba untuk menilai hasil belajar yang mengacu kepada kelelahan serta kualitas proses pembelajaran yang dilaporkan melalui portofolio. Cara asesmen ini bertujuan untuk meningkatkan variasi asesmen yang bisa diterapkan dalam proses pembelajaran. Jika tujuan tersebut bisa menjadi kenyataan berarti kemampuan, kebolehan, dan keterbatasan pebelajar akan diperhitungkan pada saat melakukan aktivitas pembelajaran dan dipertimbangkan ke dalam kriteria asesmen. Dengan demikian pembelajaran melalui pendekatan PEP yang mengkombinasikan teknik pembelajaran dengan memperhatikan kondisi sarana pembelajaran termasuk kondisi lingkungan di ruang belajar perlu lebih jauh dilakukan penelitian. Mengingat sarana yang tidak dapat diganggu gugat keadaannya, tetapi bisa disesuaikan secara teknis, maka

pembelajaran dengan pendekatan PEP lebih memberikan peluang dalam penelitian ini. Harapannya adalah kondisi fisik dan psikis pebelajar menjadi lebih nyaman dalam mengantisipasi ruangan belajar yang tidak kondusif. Dengan demikian aktivitas pebelajar menjadi lebih dinamis, sehingga kelelahan dan kebosanan yang timbul sebagai akibat gerakan otot dan pembelajaran yang statis dapat diminimalkan.

Secara umum penelitian ini bertujuan untuk mengetahui: (1) perbedaan tingkat kelelahan dan hasil belajar IPA siswa kelas X SMA antara kelompok siswa yang mengikuti pembelajaran PEP berbasis asesmen portofolio dengan siswa yang tidak mengikuti pembelajaran PEP berbasis asesmen portofolio;(2) perbedaan tingkat kelelahan siswa kelas X SMA antara kelompok siswa yang mengikuti pembelajaran PEP berbasis asesmen portofolio dengan siswa yang tidak mengikuti pembelajaran PEP berbasis asesmen portofolio;dan(3) perbedaan hasil belajar Kelas X SMA antara kelompok siswa yang mengikuti pembelajaran PEP berbasis asesmen portofolio dengan siswa yang tidak mengikuti pembelajaran PEP berbasis asesmen portofolio

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di kabupaten Bangli dan Kabupaten Klungkung pada tahun pelajaran 2011/2012 selama dua semester (1 tahun pelajaran).

Penelitian yang dilakukan ini adalah penelitian eksperimen, yang bertujuan

untuk menguji pengaruh variabel-variabel bebas terhadap variabel-variabel tergantung. Dalam penelitian pendidikan yang menggunakan pebelajar sebagai sampel, penelitian eksperimen yang mungkin dilakukan adalah eksperimen kuasi. *Quasi Experiment Design* merupakan penelitian yang masih memungkinkan variabel-variabel selain variabel bebas ikut berpengaruh terhadap variabel terikat. Hal ini dikarenakan semua variabel-variabel yang berpengaruh tidak dapat dikontrol dengan ketat.

Penelitian ini dibatasi dalam kategori ergonomi fisiologi kerja yang diterapkan pada proses pembelajaran Biologi di SMA kelas X Tahun Pelajaran 2011/2012. Unit analisis penelitian ini adalah pebelajar yang belajar Biologi di SMA. Populasi penelitian ini adalah semua pebelajar kelas X SMA di Bangli dan Klungkung, Provinsi Bali pada tahun pelajaran 2011/2012 sebagai populasi target. Sementara sampel yang dikenakan penelitian disebut sebagai populasi terjangkau.

Pada penelitian ini digunakan dua sekolah sebagai sampel penelitian. Langkah pertama yang dilakukan adalah dengan mengumpulkan nilai-nilai IPA, khususnya nilai Biologi dari Raport pebelajar kelas di masing-masing sekolah dan dilanjutkan dengan test kesetaraan. Kemudian dalam mencari kesetaraan kelompok, dilakukan penghitungan terhadap nilai-nilai pebelajar untuk dapat dirata-ratakan. Setelah nilai rata-rata diperoleh, nilai tersebut dibandingkan/dikomparasikan secara statistik, yaitu dengan menggunakan uji-t

pada taraf signifikansi 5% sehingga ditemukan adanya persamaan dan perbedaan yang signifikan atau tidak signifikan. Rumus uji-t yang digunakan adalah sebagai berikut (Koyan, 2007).

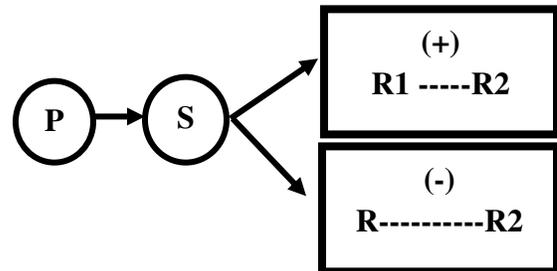
$$t = \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{1}{n_1}\right) \left(\frac{1}{n_2}\right)}}$$

Nilai-nilai dari sekolah yang sama, atau tidak berbeda secara signifikan akan dijadikan sebagai sekolah sampel. Seandainya dari sekolah tersebut nilai rata-ratanya sama atau berbeda, maka dilanjutkan dengan menggunakan sistem random (*random sampling*), yaitu teknik pengambilan sampel yang memberikan peluang yang sama kepada seluruh anggota populasi untuk dapat dipilih sebagai anggota sampel. Pengambilan sampel dalam penelitian ini tidak dilakukan pengacakan individu, karena kelas-kelas sudah tersedia dan tidak memungkinkan untuk mengubah kelas yang ada. Kelas X dari satu sekolah tersebut akan diberikan perlakuan pembelajaran dengan Pendekatan Ergonomi Partisipatori dan Asesmen Portofolio. Sedangkan pada sekolah yang lainnya menggunakan pembelajaran dengan cara biasa atau sesuai dengan cara guru di sekolah bersangkutan.

**Rancangan Penelitian**

Penelitian eksperimental kuasi ini menggunakan rancangan dua faktor *post-test only control group design*. Rancangan dua faktor merupakan rancangan yang

memberikan peluang untuk menyelidiki dengan serempak pengaruh dua variabel perlakuan terhadap kelompok sampel yang diselidiki. Dalam penelitian dengan pendekatan PEP ini digunakan rancangan *non equivalenten group design* seperti berikut:



Gambar 02. Rancangan Penelitian

Keterangan:

P adalah populasi

S adalah sampel yang dipilih dari populasi

R1 adalah pendataan sebelum pembelajaran dilakukan

R2 adalah pendataan setelah pembelajaran dilakukan

(-) adalah kelompok kontrol tanpa diberikan perlakuan

(+) adalah kelompok eksperimen dengan perlakuan pembelajaran PEP berbasis Asesmen Portofolio.

**Metode Pengumpulan Data**

Dalam mengumpulkan data, terdapat beberapa metode yang digunakan. Metode tersebut antara lain adalah (1) melalui tes, (2) melalui observasi, dan (3) pengumpulan respon guru dan pebelajar selama dan setelah pembelajaran PEP dilakukan. Data yang dikumpulkan adalah data pokok dan data penunjang. Data pokok adalah data yang ingin didapatkan sebagai variabel terikat, sedangkan

data penunjang adalah data yang secara tidak langsung ikut berpengaruh pada variabel bebas.

### **Instrumen Penelitian**

Instrumen atau alat ukur yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

- 1) Kuesioner *30 item of rating scale* dengan skala Likert yang sudah valid dan reliabel serta sudah digunakan secara internasional untuk mengukur kelelahan.
- 2) Perlengkapan *Bourdon Wiesma Tes*.
- 3) Format asesmen hasil belajar (*posttest*) untuk menilai hasil belajar antara pebelajar kelompok kontrol dan kelompok eksperimen, beserta materi pembelajaran.

### **Metode Analisis Data**

Data yang diperoleh dianalisis sebagai berikut.

- 1) Data kondisi subjek dianalisis dengan cara: (a) tinggi dan berat badan dicari simpangan bakunya dan (b) antropometrik pebelajar dicari pada persentil 5 dengan menggunakan bantuan SPSS v10 for Windows.
- 2) Data kondisi lingkungan berupa rerata suhu basah, rerata suhu kering, dan rerata kelembaban relatif dianalisis dengan uji *t group* pada taraf signifikansi 5%. Pengujian ini juga akan dibantu dengan menggunakan bantuan SPSS v10 for Windows.
- 3) Karena semua datanya berupa kuantitatif, maka pengaruh variabel

bebas terhadap variabel terikat dianalisis dengan menggunakan analisis multivariat (manova), yaitu menggunakan uji F. Dengan menggunakan analisis multivariat atau pengujian pengaruh antar subjek dilakukan terhadap angka signifikansi nilai statistik F. Jika angka signifikansi lebih kecil dari 5% berarti  $H_0$  ditolak. Artinya terdapat perbedaan variabel dependent antar kelompok menurut sumber. Sebagai tindak lanjut manova, dilakukan uji signifikansi nilai rata-rata antar kelompok menggunakan *Least Significance Difference* (LSD) (Montgomery dalam Santyasa, 2003).

### **3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Dalam penelitian ini dikumpulkan dua (2) jenis data yang masing-masing dikategorikan sebagai data utama dan data penunjang. Data utama terdiri atas kelelahan belajar dan hasil belajar, sedangkan data penunjangnya terdiri atas kondisi lingkungan, kondisi dan antropometri pebelajar, serta sarana pembelajaran. Data utama dianalisis dengan menggunakan Manova, sedangkan data penunjangnya dianalisis dengan menggunakan uji t (*Independent-Sample T Test*).

#### **Pengujian Hipotesis**

Dalam penelitian ini terdapat tiga hipotesis yang akan diuji. Untuk pengujian ketiga jenis hipotesis tersebut didasarkan atas hasil analisis manova.

## Pembahasan

Hasil penelitian ini dikategorikan menjadi dua, yaitu data kelelahan dan hasil belajar pebelajar. Kelelahan secara umum merupakan suatu keadaan yang tercermin dari gejala perubahan psikofisiologis berupa kelambanan aktivitas motoris dan respirasi, adanya perasaan berat dan sakit pada bagian tubuh tertentu, berat pada bola mata, pelemahan motivasi, dan gejala lainnya yang mempengaruhi aktivitas mental dan fisik (Sedarmayanti, 1996). Kelelahan merupakan kesan subjektif dari respon psikofisiologis tubuh setelah melakukan kegiatan, yang sesungguhnya merupakan suatu mekanisme perlindungan alami tubuh agar terhindar dari kerusakan lebih lanjut dan mengisyaratkan seseorang untuk segera beristirahat. Semua jenis kegiatan yang melibatkan aktivitas fisik dan mental secara alami menggunakan banyak energi. Konsekuensi dari terpakainya energi dalam tubuh adalah berkurangnya jumlah energi yang memacu metabolisme khususnya katabolisme tubuh dalam proses respirasi yang menghasilkan energi untuk keperluan aktivitas sel tubuh. Respirasi dan katabolisme juga akan lebih meningkat jika tubuh melawan kondisi lingkungan yang kurang sesuai dengan mekanisme adaptasi tubuh.

Terkait dengan hal itu, dalam proses pembelajaran pebelajar tidak akan terlepas dari kelelahan psikofisiologis yang tercermin dari penurunan kestabilan fisik, gerakan lamban dan cenderung diam, sering mengerak-gerakan anggota badan tertentu, malas beraktivitas atau bekerja, adanya rasa sakit yang semakin meningkat, mengalami gangguan psikosomatik, seperti sakit kepala, pusing-pusing, mengantuk, jantung

berdebar, nafsu makan berkurang atau bahkan hilang, stress, dan gangguan pencernaan (Tiyasari, 2008). Kondisi seperti itu akan lebih diperparah lagi dengan disertainya kondisi lingkungan yang tidak sehat, aman, dan nyaman, sarana pembelajaran yang tidak mengacu pada aspek-aspek ergonomi, dan cara pembelajaran yang membosankan yang secara fisik umumnya didominasi oleh kontraksi otot statis, dalam artian pebelajar duduk dalam waktu yang cukup lama mendengarkan keterangan dan penjelasan dari pengajarnya. Kondisi tersebut juga sangat berdampak terhadap hasil belajar pebelajar. Dengan kondisi tubuh yang lelah, secara otomatis kemampuan fisik dan mental akan menurun baik dalam melakukan suatu kegiatan pembelajaran sampai dengan hilangnya konsentrasi, berkurangnya motivasi, minat belajar dan berprestasi, hingga berdampak pada hasil belajarnya.

Hasil belajar merupakan *output* dari suatu proses pembelajaran. Hasil belajar dapat diabstraksikan dalam tiga aspek, yaitu ranah kognitif, afektif, dan psikomotor sesuai dengan hakekat pembelajaran sains, yaitu sains sebagai proses dan sains sebagai produk (Santyasa, 2003). Hasil belajar merupakan tingkat kemampuan aktual yang dapat diukur berupa penguasaan pengetahuan, sikap, dan keterampilan sebagai hasil usaha individu mengenai apa yang dipelajarinya. Pada penelitian ini hasil belajar dibatasi hanya pada ranah kognitif. Sedangkan ranah afektif dan psikomotor tercermin dalam kelelahan pebelajar, karena kelelahan sangat berkaitan dengan sikap, minat, emosi, dan apresiasi pebelajar yang merupakan bagian dari ranah afektif, sedangkan reaksi fisis yang memerlukan

kemampuan dan kekuatan otot merupakan bagian dari ranah psikomotor (Setiawan, 2005).

### **Kelelahan Pebelajar**

Jika kondisi lingkungan dalam pembelajaran mengganggu aklimatisasi tubuh dan sarana pembelajaran yang tidak dapat diatur kesesuaiannya dengan antropometrik pebelajar, maka diupayakan agar dilakukan gerakan badan untuk menghindari kelelahan akibat kontraksi otot-otot dalam situasi yang statis. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan menerapkan pembelajaran dengan pendekatan ergonomi partisipatori hanya untuk kelompok eksperimen, yaitu kelompok yang diberikan pembelajaran dengan pendekatan ergonomi partisipatori berbasis asesmen portofolio. Ternyata perlakuan tersebut dapat mengurangi kelelahan pebelajar secara bermakna ( $p < 0,05$ ). Hal ini terbukti dari rerata skor kelelahan kelompok kontrol lebih rendah daripada rerata skor kelelahan kelompok eksperimen, yang berarti bahwa kelompok kontrol lebih lelah daripada kelompok eksperimen selama pembelajaran berlangsung.

Hal tersebut dapat terjadi karena melalui pembelajaran dengan pendekatan ergonomi partisipatori memberikan peluang kepada pebelajar kelompok eksperimen untuk bergerak secara dinamis sambil mengamati hasil kerja teman-temannya yang ada di dinding atau papan tulis yang konsekuensinya adalah memberikan peluang kepada otot-otot tubuh untuk mengalami relaksasi atau mengubah kontraksi otot statis menjadi lebih dinamis. Seperti yang diketahui bahwa kontraksi otot statis dalam waktu yang cukup lama akan

banyak mengalami kehabisan energi yang dapat dirasakan dengan pegal-pegal. Rasa pegal adalah salah satu bentuk otot kekurangan energi dan terjadi penumpukan asam laktat, sehingga mereka yang mengalami kelelahan ini cenderung memiliki ritme pernapasan yang lebih cepat dari keadaan normal, karena otot lebih banyak memerlukan oksigen dalam upaya memenuhi kebutuhan akan energi dan penguraian kembali asam laktat. Kelelahan yang berlanjut dapat menyebabkan kelelahan kronis dengan gejala-gejala: terjadi penurunan kestabilan fisik, kebugaran berkurang, gerakan lambat, malas bekerja, dan adanya rasa sakit yang semakin meningkat. Di samping itu, kelelahan juga menyebabkan gangguan psikosomatik, seperti: sakit kepala, pusing, mengantuk, jantung berdebar, keluarnya keringat dingin, nafsu makan berkurang, dan adanya gangguan pencernaan (Grandjean, 1988 dan Pheasant, 1991 dalam Sutajaya, 2006).

Terkait dengan hal tersebut tampaknya dalam proses pembelajaran berisiko memunculkan kelelahan secara lebih dini. Kondisi tersebut akan semakin parah jika pada pembelajaran disertai dengan kondisi lingkungan yang tidak sehat, tidak aman, dan tidak nyaman. Konsekuensinya kelelahan akan lebih cepat muncul. Ini terbukti dari rerata skor kelelahan pada kelompok kontrol lebih tinggi 44,55% dibandingkan dengan kelompok eksperimen. Hasil uji beda terhadap rerata skor kelelahan setelah pembelajaran menunjukkan bahwa rerata skor kelelahan pada kelompok kontrol berbeda bermakna dengan rerata skor kelelahan pada kelompok eksperimen ( $p < 0,05$ ).

Hasil penelitian ini juga sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Sutajaya (2005) yaitu pembelajaran dengan pendekatan SHIP dapat mengurangi kelelahan sebesar 47,4% dengan berkurangnya kelelahan fisik sebesar 39,9%. Purnomo (2008) menyebutkan bahwa sistem kerja dengan pendekatan ergonomi total menurunkan kelelahan pebelajar sebesar 77,5%. Wijana (2009) juga menyebutkan bahwa pendekatan ergonomi dapat menurunkan kelelahan siswa SD, antara kelompok kontrol yang dalam pembelajarannya tanpa menggunakan pendekatan ergonomi (PE) dengan kelompok eksperimen yang dalam pembelajarannya dengan menggunakan pendekatan ergonomi (PE) ( $p < 0,05$ ) sebesar 73,76%.

### Hasil Belajar Pebelajar

Temuan kedua dari penelitian ini adalah hasil belajar pebelajar dalam pembelajaran IPA. Pembelajaran IPA pada umumnya adalah pembelajaran proses dan produk. Oleh karena itu, faktor terpenting dalam pembelajaran adalah pemilihan model, pendekatan, strategi, dan teknik pembelajaran yang tepat agar sesuai dengan materi atau topik yang dibahas.

Pada penelitian ini diperoleh rata-rata hasil belajar pada kelompok eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan hasil belajar kelompok kontrol, walaupun tidak berbeda makna ( $p < 0,05$ ). Pada kelompok eksperimen hasil belajarnya 1,32% lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok kontrol. Hal ini disebabkan karena siswa mendapatkan kesempatan untuk

memperbaiki hasil karyanya dan mendapatkan *reinforcement* dari gurunya secara berkala.

Hakikat pembelajaran tersebut sesuai dengan pembelajaran yang mengacu pada pendekatan ergonomi partisipatori berbasis asesmen portofolio yang diterapkan pada penelitian ini. Dengan demikian, hasil penelitian ini memberikan gambaran bahwa perpaduan ergonomi dengan pembelajaran sangat efektif dalam mengurangi kelelahan dan sangat efektif dalam meningkatkan hasil belajar pebelajar dalam upaya meningkatkan mutu pendidikan.

### Kondisi Lingkungan (Mikroklimat) di Ruang Belajar

Berbagai faktor mempengaruhi kondisi psikofisiologis seseorang dalam bekerja atau belajar, yang satu diantaranya adalah mikroklimat di ruangan bekerja atau belajar. Mikroklimat di ruang belajar ditentukan oleh suhu udara, kelembaban udara, gerakan udara, dan kualitas udara. Suhu yang dirasakan seseorang merupakan rerata dari suhu basah dan suhu kering. Perbedaan suhu yang terdapat di dalam dengan di luar ruangan hendaknya tidak lebih dari 4<sup>0</sup>C. Jika melebihi batas tersebut, hendaknya dibuat ruangan antara untuk proses adaptasi (Manuaba, 1998). Hal ini perlu dilakukan untuk menghindari kelainan psikofisiologis dan mengingat reaksi adaptasi yang terjadi pada sel-sel tubuh memerlukan cukup waktu yang diikuti dengan perubahan metabolisme sel tubuh.

Pada penelitian ini ditemukan bahwa rerata suhu ruangan pada kelompok kontrol adalah 30,06<sup>0</sup>C dan pada kelompok eksperimen adalah 30,41<sup>0</sup>

C. Rerata suhu tersebut ternyata melebihi batas kenyamanan. Batas nyaman suhu rata-rata di dalam ruangan yang teraklimatisasi di daerah tropis adalah antara  $26 - 28^{\circ} \text{C}$  (Manuaba, 1998). Dengan demikian dapat dikatakan bahwa suhu di ruangan belajar pada kelompok kontrol lebih tinggi  $2,06^{\circ}\text{C}$  dan pada kelompok eksperimen lebih tinggi  $2,41^{\circ}\text{C}$  di atas kategori nyaman. Akan tetapi dari hasil uji komparabilitas diperoleh bahwa rerata suhu antara kelompok kontrol dengan kelompok eksperimen adalah komparabel ( $p > 0,05$ ). Ini berarti suhu berpengaruh sama terhadap kedua kelompok.

Kelembaban relatif di ruangan belajar pada kelompok kontrol adalah  $71,95\%$  dan pada kelompok eksperimen adalah  $71,73\%$ . Menurut Manuaba (1998) kelembaban relatif untuk daerah tropis adalah  $70\% - 80\%$ . Jadi persentase kelembaban relatif tersebut berada dalam kondisi nyaman. Kemudian dari hasil uji komparabilitas diperoleh bahwa kelembaban relatif antara kelompok kontrol dengan kelompok eksperimen adalah komparabel ( $p > 0,05$ ). Ini berarti kelembaban relatif berpengaruh sama terhadap kedua kelompok.

Pencahayaan yang baik sangat penting dalam melakukan suatu aktivitas dengan tujuan pekerjaan dapat dilakukan dengan benar serta memperoleh keamanan dan nyaman. Untuk kegiatan belajar (membaca dan menulis) diperlukan intensitas penerangan sebesar  $350 - 700 \text{ lux}$  (Granjjean, 1988 dalam Sutajaya, 2006). Pada penelitian ini diperoleh rerata intensitas cahaya pada kelompok kontrol sebesar  $602,82 \text{ lux}$  dan pada kelompok eksperimen sebesar  $645,43 \text{ lux}$ . Intensitas pencahayaan tersebut berada pada kategori nyaman.

Kemudian dari hasil uji komparabilitas diperoleh intensitas pencahayaan pada kelompok kontrol dan kelompok eksperimen adalah komparabel ( $p > 0,05$ ). Ini berarti intensitas cahaya berpengaruh sama terhadap kedua kelompok.

Suhu udara yang dirasakan oleh seseorang juga dipengaruhi oleh adanya gerakan udara. Gerakan udara yang baik adalah  $0,2 \text{ meter/detik}$  (Manuaba, 1998). Pada penelitian ini ditemukan rerata gerakan udara pada kelompok kontrol sebesar  $0,1408 \text{ m/detik}$  dan pada kelompok eksperimen sebesar  $0,1400 \text{ m/detik}$ . Gerakan udara tersebut berada dalam kategori tidak nyaman, hal ini terjadi karena jendela hanya berada di salah satu sisi ruang belajar. Dari hasil uji komparabilitas diperoleh bahwa gerakan udara pada kelompok kontrol dan kelompok eksperimen adalah komparabel ( $p > 0,005$ ). Ini berarti kecepatan angin berpengaruh sama terhadap kedua kelompok.

Karena semua kondisi mikroklimak di lingkungan belajar adalah komparabel yang dalam artian dapat dikatakan memiliki pengaruh yang sama terhadap pebelajar, maka dalam penelitian ini variabel terikat (kelelahan dan hasil belajar) semata-mata hanya dipengaruhi oleh variabel bebas.

### **Manfaat Praktis Antropometrik dalam Hubungannya dengan Sarana dan Prasarana Pembelajaran**

Alat yang digunakan dalam melakukan suatu kegiatan harus sesuai dengan bagian tubuh yang menggunakannya. Kesesuaian antara alat atau ruangan tempat beraktivitas dengan bagian-bagian tubuh tertentu

(*antropometrik*) yang langsung berhubungan sering disebut dengan geometri. Pengetahuan tentang geometri dalam mendesain sarana dan prasarana perlu diperhatikan, demikian juga terhadap kesesuaiannya dengan antropometrik. Dalam pembelajaran, antropometrik atau ukuran dan proporsi tubuh manusia dimanfaatkan untuk menentukan ukuran tempat duduk, meja belajar, jangkauan, genggam, ruang gerak, dan batas-batas gerakan sendi. Dalam mengkaji hubungan antara manusia, aktivitas, dan alat yang digunakan, maka data antropometrik akan sangat diperlukan dalam upaya mencari kesesuaian antara ukuran diri dengan alat-alat yang digunakan.

Pembelajaran selalu terkait dengan sarana pendukungnya. Desain sarana yang tidak antropometris akan menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan pemakainya. Pada penelitian ini ditelusuri ukuran-ukuran sarana-sarana pembelajaran dan dikomparasikan dengan ukuran antropometrik pebelajar. Hasil pengukuran ternyata menunjukkan, bahwa terdapat sarana pembelajaran yang kurang sesuai dengan standar antropometrik pebelajar baik pada kelompok kontrol maupun pada kelompok eksperimen. Ketidaksesuaian tersebut adalah sebagai berikut. (1) Penempatan papan tulis yang memiliki ketinggian 196 cm dari tepi atas lebih tinggi 38,75 cm dari jangkauan ke atas pebelajar pada persentil 5 (157,25 cm) pada kelompok kontrol dan 43,85 cm lebih tinggi dari jangkauan ke atas pebelajar pada persentil 5 (152,15 cm) pada kelompok eksperimen. Hal ini akan menyebabkan ketidakterpakaian papan tulis pada kelompok kontrol sebesar 9687,5 cm<sup>2</sup> dari luas papan

keseluruhannya dan pada kelompok eksperimen sebesar 10962,5 cm<sup>2</sup> dari luas keseluruhannya, termasuk akan ada pemaksaan penggunaan anggota lengan. Dengan mengacu pada batas orientasi mata yang tidak lebih dari 5<sup>0</sup> di atas bidang horizontal mata, ditemukan tinggi papan tulis tidak sesuai dengan tinggi mata pebelajar dalam posisi duduk pada persentil 5. Konsekuensi dari keadaan ini adalah timbulnya rasa sakit pada otot-otot bola mata dan atau otot-otot tulang leher akibat dari pemaksaan otot leher yang tengadah dalam waktu yang cukup lama. Kondisi seperti ini ternyata mengakibatkan skor kelelahan pada kelompok kontrol lebih tinggi 44,55% dibandingkan dengan kelompok eksperimen. Hal ini membuktikan bahwa ukuran sarana pembelajaran beserta aktivitas pembelajaran yang tidak sesuai dengan kebutuhan antropometrik yang menyertai pebelajar menimbulkan kelelahan pada pebelajar. Hasil uji beda menunjukkan adanya perbedaan yang bermakna antara rerata skor kelompok kontrol dengan rerata skor kelompok eksperimen ( $P < 0,05$ ). (2) Diameter tempat duduk tidak sesuai dengan panjang *buttock* lutut pebelajar pada persentil 5. Panjang *buttock* lutut pebelajar pada persentil 5 adalah 43,25 cm pada kelompok kontrol dan 48,55 cm pada kelompok eksperimen, sementara diameter atau lebar kursi adalah 25 cm. Kondisi seperti ini akan menimbulkan terjepitnya pembuluh darah sehingga menyebabkan terganggunya suplai atau aliran darah menuju kaki bagian bawah. Dengan terganggunya aliran ini menyebabkan kaki akan cepat terasa lelah, yang dicirikan dengan pegal dan kesemutan sehingga ada keinginan untuk berdiri dan menggerak-gerakan kaki. Hal

senada juga disampaikan oleh Tiyasari (2008) bahwa *prototype* meja dan bangku yang tidak sesuai dengan kebutuhan antropometrik pebelajar dapat menimbulkan gangguan pada otot-otot tubuh dan gangguan psikosomatis lainnya.

Pada penelitian ini, berdasarkan data yang diperoleh antara ruangan kelas X7 dan ruangan X5 SMA Pariwisata Saraswati Klungkung, memiliki kondisi sarana dan prasarana pembelajaran yang sama sehingga pengaruhnya terhadap pebelajar kelompok kontrol dan kelompok eksperimen adalah sama atau diabaikan.

### **Implikasi Penelitian**

Hasil penelitian ini telah memberikan temuan bahwa kelelahan pebelajar yang mengikuti pembelajaran dengan PEP lebih rendah daripada pebelajar yang tidak mengikuti pembelajaran dengan PEP dan hasil belajar pebelajar yang mengikuti pembelajaran dengan PEP berbasis asesmen portofolio lebih tinggi daripada hasil belajar pebelajar yang tidak mengikuti pembelajaran dengan PEP berbasis asesmen portofolio. Dengan kata lain, pembelajaran dengan PEP memberikan pengaruh yang signifikan terhadap penurunan kelelahan dan peningkatan hasil belajar Biologi SMA Pariwisata Saraswati Klungkung. Hal ini memberikan petunjuk bahwa pembelajaran dengan PEP berbasis asesmen portofolio lebih tepat diterapkan daripada pembelajaran konvensional.

## **4. PENUTUP**

### **4.1 Simpulan**

Penelitian ini terfokus pada pengaruh pembelajaran PEP berbasis asesmen portofolio yang dikomparasikan dengan pembelajaran konvensional terhadap kelelahan dan hasil belajar biologi di SMA. Berdasarkan hasil pengujian hipotesis penelitian dan pembahasan yang dikaji atas dasar literatur yang mendukung diperoleh bahwa pembelajaran PEP berbasis asesmen portofolio memberikan pengaruh yang cukup besar terhadap penurunan kelelahan dan peningkatan hasil belajar (IPA) Biologi pebelajar kelas X SMA. Secara lebih rinci simpulan dapat diuraikan berdasarkan tiap permasalahan yang dikaji sebagai berikut.

- 1) Terdapat perbedaan tingkat kelelahan dan hasil belajar biologi kelas X SMA antara pebelajar yang mengikuti pembelajaran dengan pendekatan ergonomi partisipatori berbasis asesmen portofolio dengan pebelajar yang tidak mengikuti pembelajaran dengan pendekatan ergonomi partisipatori berbasis asesmen portofolio secara bermakna.
- 2) Pembelajaran dengan PEP berbasis asesmen portofolio yang didata dengan kuesioner *30 Item of Rating Scale* dapat menurunkan tingkat kelelahan pebelajar kelas X SMA Pariwisata Saraswati Klungkung sebesar 44,55% secara bermakna.
- 3) Penerapan pembelajaran dengan PEP berbasis asesmen portofolio dalam pembelajaran biologi menghasilkan hasil belajar yang lebih tinggi 1,32%

dibandingkan dengan pengaruh pembelajaran konvensional. Dengan kata lain, untuk meningkatkan hasil belajar pada pelajaran biologi, akan lebih berhasil jika siswa belajar tidak hanya dengan mendengar, melihat, dan mencatat, tetapi dengan beraktivitas dan berinteraksi langsung dengan lingkungannya sehingga pelajaran menjadi lebih bermakna bagi pebelajar, yaitu dengan menerapkan pembelajaran dengan PEP berbasis asesmen portofolio.

- 4) Kondisi Mikroklimat di ruang belajar seperti suhu udara lebih tinggi daripada  $28^{\circ}\text{C}$  dan gerakan udara di bawah 0.2 meter per detik yang berada dalam kategori tidak nyaman.
- 5) Kondisi sarana pembelajaran seperti:
  - (a) papan tulis, yang penempatannya belum sesuai dengan jangkauan ke atas dan tinggi mata pebelajar pada  $5^{\circ}$  di atas bidang horizontal pada persentil 5; dan
  - (b) diameter tempat duduk tidak sesuai dengan panjang *buttock* lutut popliteal pebelajar pada persentil 5 dengan tempat duduk yang belum memiliki sandaran punggung dan pinggang.

#### 4.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat diajukan beberapa saran guna meningkatkan kualitas pembelajaran sains ke depan sebagai berikut.

1. Dalam proses pembelajaran, khususnya dalam pembelajaran biologi hendaknya para guru mulai mencoba menerapkan

pembelajaran dengan PEP berbasis asesmen portofolio sebagai alternatif pendekatan dalam pembelajaran biologi. Pembelajaran dengan PEP berbasis asesmen portofolio ini telah terbukti mampu menurunkan kelelahan pebelajar dan meningkatkan hasil belajar biologi siswa kelas X SMA. Namun perlu juga dipertimbangkan oleh guru, pembelajaran dengan PEP ini digunakan untuk topik yang kiranya mampu dijangkau dalam batas waktu tertentu.

2. Dalam melaksanakan pembelajaran, hendaknya kelelahan yang dialami oleh pebelajar perlu diperhatikan terutama bagi yang menangani masalah sarana dan prasarana pembelajaran terkait dengan kesesuaian antara kondisi sarana pembelajaran dengan antropometrik pebelajar. Hal ini perlu dilakukan mengingat pebelajar memiliki kelelahan dan keterbatasan fisik dan jika tidak, maka akan berdampak pada keselamatan dan kesehatan pebelajar, sehingga akan berujung pada tidak maksimalnya prestasi belajar yang diperoleh pebelajar.
3. Bagi lembaga pendidikan yang mengemban misi dalam mendidik calon-calon guru, hendaknya secara berkesinambungan mulai memperkenalkan dan melatih mahasiswa dalam menggunakan pembelajaran dengan PEP berbasis asesmen portofolio atau beberapa model yang berperan dalam mengurangi kelelahan pebelajar dalam pembelajaran.
4. Untuk kesempurnaan penelitian ini, diharapkan kepada peneliti lain yang

berminat mengadakan penelitian sejenis untuk lebih banyak melibatkan variabel moderator lainnya yang lebih kompleks, seperti keterlibatan IQ, sikap ilmiah, motivasi, gaya berpikir, penalaran formal, aktivitas, kondisi sosial budaya, antropometrik dan sebagainya, sehingga dapat lebih menyakinkan bahwa pembelajaran dengan PEP berbasis asesmen portofolio memang mampu mengurangi kelelahan pebelajar selama pembelajaran dilakukan dan memang mampu meningkatkan prestasi belajar siswa. Selain itu, juga diharapkan untuk melibatkan jumlah populasi dan sampel penelitian yang lebih banyak dalam lingkungan yang lebih luas, menggunakan rancangan penelitian yang lebih kompleks, menambah waktu penelitian, dan pokok bahasan, sehingga akan lebih mencerminkan keakuratan dan kesahihan hasil penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pendidikan Nasional . 2002. *Manajemen Peningkatan Mutu Berbasis Sekolah*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah Direktorat Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama.
- Johnson, Elaine. B. 2007. *Contextual Teaching and Learning: Menjadikan Kegiatan Belajar-Mengajar Mengasyikkan dan Bermakna*. Bandung: Mizan Learning Centre.
- Koyan, I Wayan. 2007. *Statistik Terapan (Teknik Analisis Data Kuantitatif)*. *Buku Ajar*. Singaraja: Universitas Pendidikan Ganesha.
- Manuaba, A. 1998. *Pengukuran Suhu Tubuh dan "Water Intake"*. (Bunga Rampai Vol. II). Denpasar: Program Studi Ergonomi-Fisiologi Kerja, Universitas Udayana.
- Parwati, N. 2003. Pembelajaran Matematika dengan Pendekatan Open-Ended di Kelas I SMU Laboratorium IKIP Negeri Singaraja. *Journal Pendidikan dan Pengajaran*, Seri 4(38-48).
- Santyasa, I Wayan. 2003. Pendidikan, Pembelajaran dan Penilaian Berbasis Kompetensi. *Makalah* (tidak diterbitkan). Disajikan dalam seminar HMJ Pendidikan Fisika, IKIP Negeri Singaraja Tanggal 27 Pebruari 2003 di Singaraja.
- Sedarmayanti. 1996. *Tata Kerja dan Produktivitas Kerja. Suatu Tinjauan Aspek Ergonomi atau Kaitan antara Manusia dengan Lingkungan Kerja*. Bandung: CV. Mandar Maju.
- Setiawan, I G N. 2005. Pengaruh Pembelajaran Kontektual dengan Pendekatan Inkuiri dan Pemecahan Masalah terhadap Hasil Belajar dan Pemahaman Konsep-Konsep Biologi Pebelajar SMP N di Singajara. *Disertasi*, Program Pascasarjana, Universitas Negeri Malang.
- Sutajaya, I Made. 2006. Pembelajaran melalui Pendekatan Sistemik Holistik Interdisipliner dan Partisipatori (SHIP) Mengurangi Kelelahan, Keluhan Muskuloskeletal, dan Kebosanan serta Meningkatkan Luaran Proses Belajar Mahasiswa Biologi IKIP Singajara. *Disertasi* (tidak diterbitkan). Program Doktor Program Studi Ilmu Kedokteran, Program Pascasarjana Universitas Udayana, Denpasar.
- Tiyasari, Frasis. 2008. Perancangan Prototype Meja Bangku Ergonomis

untuk Murid Sekolah Dasar Kelas Satu dan Dua. Program Kegiatan Mahasiswa. *Internet*. Diakses di <http://www.google.co.id/#hl=id&source=hp&q=pengaruh+tempat+duduk+terhadap+suasana+belajar&btnG=Telusuri+dengan+Google&Meta=&aq=f&oq=&fp=6e30e3c8b0971aae>.