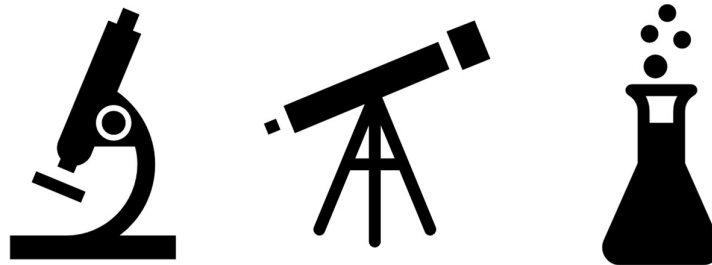




KERJASAMA
DINAS PENDIDIKAN KOTA SURABAYA
DENGAN
FAKULTAS MIPA UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA



MODUL
MATA PELAJARAN IPA
Sistem peredaran darah



untuk kegiatan

PELATIHAN PENINGKATAN MUTU GURU
DINAS PENDIDIKAN KOTA SURABAYA
TAHUN 2017

SISTEM PEREDARAN DARAH

A. PENGANTAR

Tujuan yang harus dicapai pada kegiatan belajar ini adalah mendeskripsikan organ-organ yang terlibat dalam sistem peredaran darah manusia, menjelaskan fungsi masing-masing organ, menjelaskan jalur beredarnya darah pada tubuh manusia, mendeskripsikan proses pengangkutan gas-gas pernapasan oleh darah dan menjelaskan beberapa gangguan dan penyakit pada sistem peredaran darah. Berdiskusilah Saudara dengan teman sejawat dan instruktur Saudara supaya pemahaman Saudara tentang uraian materi pada kegiatan belajar ini semakin mantap. Percobaan kecil tentang pengukuran tekanan darah menggunakan stetoskop sangat baik dilakukan supaya proses belajar yang Saudara alami lebih mengairahkan.

Untuk materi Sistem Peredaran Darah, Kompetensi Dasar yang harus dikuasai siswa SMP:

- 3.7 Menganalisis sistem peredaran darah pada manusia dan memahami gangguan pada sistem peredaran darah, serta upaya menjaga kesehatan sistem peredaran darah
- 4.7 Menyajikan hasil percobaan pengaruh aktivitas (jenis, intensitas, atau durasi) pada frekuensi denyut jantung

SKL UN SMP yang terkait dengan materi Sistem Peredaran Darah adalah sebagai berikut.

- 1. Siswa dapat memahami tentang: organ organ penyusun Sistem Peredaran Darah
- 2. Siswa dapat mengaplikasikan pengetahuan tentang: Sistem Peredaran Darah
- 3. Siswa dapat bernalar tentang Sistem Peredaran Darah

B. TUJUAN

Tujuan penulisan modul ini antara lain :

Peserta Diklat mampu memahami struktur dan fungsi system peredaran darah, serta menjelaskan kelainan dan penyakitnya

- 1. Peserta Diklat mampu merumuskan indikator setara ujian nasional untuk kompetensi yang berkaitan dengan Sistem Peredaran Darah
- 2. Peserta Diklat mampu menyusun butir soal setara ujian nasional sesuai dengan rumusan indikator.

C. URAIAN MATERI

1. Peredaran Darah

a. Orientasi

Tujuan yang harus Saudara capai pada kegiatan belajar ini adalah mendeskripsikan organ-organ yang terlibat dalam sistem peredaran darah manusia, menjelaskan fungsi

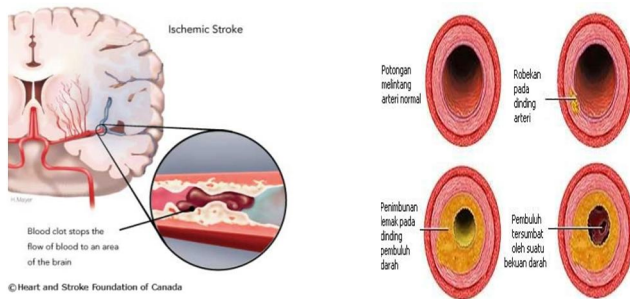
masing-masing organ, menjelaskan jalur beredarnya darah pada tubuh manusia, mendeskripsikan proses pengangkutan gas-gas pernapasan oleh darah dan menjelaskan beberapa gangguan dan penyakit pada sistem peredaran darah. Berdiskusilah Saudara dengan teman sejawat dan instruktur Saudara supaya pemahaman Saudara tentang uraian materi pada kegiatan belajar ini semakin mantap. Percobaan kecil tentang pengukuran tekanan darah menggunakan stetoskop sangat baik dilakukan supaya proses belajar yang Saudara alami lebih menggairahkan.

b. Pendahuluan

Zat cair bersifat mengalir dari tekanan yang tinggi menuju ke tekanan yang lebih rendah, pernahkah Saudara melihat aliran air dari hulu ke hilir? Tapi bagi darah, mengapa darah bisa sampai ke otak? Padahal darah juga sebagai zat cair seperti air. Apa yang terjadi jika darah tidak bisa menuju otak?

c. Mengapa orang bisa terkena penyakit stroke?

Gambar ini adalah gambar otak penderita stroke karena penyumbatan pada pembuluh darah. Pembuluh darah manusia seperti selang/pipa yang berisi air yang mengalir. Jika di dalam selang/pipa terdapat sumbatan seperti kotoran, lumut, pasir, dan lain-lain, maka itu akan menyebabkan aliran air akan macet. Untuk memudahkan air itu mengalir secara normal maka selang tersebut perlu dibersihkan dengan cara membersihkan selang tersebut.



Gambar 1. Otak penderita stroke

Pembuluh darah dianalogikan seperti selang tersebut. Darah pada manusia mengalir di pembuluh darah. Terjadinya penyakit stroke karena aliran darah menuju otak tidak lancar akibat penyumbatan di pembuluh darah. Penyumbatannya dapat berupa kolesterol, penggumpalan darah ataupun pertumbuhan abnormal di jaringan. Penyumbatan ini menyebabkan penampang pembuluh darah menyempit sehingga kecepatan aliran darah meningkat akhirnya tekanan darah akan meningkat juga.

d. Tekanan yang Terjadi Pada Darah

Kamu tentu sering mendengar istilah tekanan darah, bukan? Bahkan mungkin kamu pernah diperiksa tekanan darahnya oleh dokter. Sebenarnya apa tekanan darah itu? Tekanan darah adalah tekanan yang dilakukan darah terhadap pembuluh darah.

Tinggi rendahnya tekanan (P) dipengaruhi oleh 2 faktor, yaitu: luas penampang pembuluh darah (A) dan kerja jantung (F). Pada gambar 3, terdapat gambar pembuluh darah yang normal dan tidak. Pembuluh darah yang menyempit tersebut akan menyebabkan tekanan darah meninggi.

Tekanan pada darah dapat dicari dengan persamaan di bawah ini:

$$P = \frac{F}{A}$$

Keterangan:

P = Tekanan

F = Gaya

A = Luas Penampang

Adapun proses terjadinya tekanan darah pada jantung adalah sebagai berikut.

1. Jantung berkerut → darah dipompa masuk ke dalam pembuluh nadi → tekanan darah menjadi maksimum. Tekanan darah maksimum disebut dengan *sistol*.
2. Jantung mengendur/relaksasi → darah yang masuk kedalam bilik menembah tekanan darah yang tersisa dalam pembuluh darah tekanan darah minimum. Tekanan darah minimum disebut sebagai tekanan *diastol*.

Tekanan darah normal bagi individu berusia antara 20-35 tahun adalah sebagai berikut.

a. Systol : 120 mmHg

b. Diastol : 80 mm Hg

Gambar 2. Alat pengukur tekanan darah



Tekanan darah tidak normal antara lain:

- a. **Tekanan darah tinggi (Hipertensi):** systol atau diastol atau keduanya di atas batas normal, misalnya 170/100 mmHg (sistol 170 mmHg; diastol 100 mmHg). Hipertensi disebabkan adanya penyempitan pada luas pembuluh darah seperti kolesterol atau zat karsinogenik yang lain sehingga kecepatan aliran darah meningkat dan tekanan akan meningkat pula. Di samping itu jantung penderita akan bekerja lebih keras bahkan dapat memecahkan pembuluh darah jika pembuluh darah otak pecah, darah yang berpencairan menekan otak sehingga fungsi bagian otak yang tertekan itu akan terganggu atau

terhenti. Penyebab lain adalah faktor keturunan, stress, usia, kebiasaan merokok, dan minuman beralkohol.

- b. **Tekanan darah rendah (Hipotensi):** sistol atau diastol atau keduanya di bawah batas normal, misalnya 100/60 mmHg (sistol 100 mmHg; diastol 60 mmHg). Pengembalian darah ke jantung berkurang akibatnya kerja jantung menurun. Penyebabnya antara lain perubahan posisi dari jongkok, darah tertimbun di pembuluh balik pada kaki sehingga pengembalian darah ke jantung lambat. Selain itu, dapat disebabkan oleh berkurangnya volume darah akibat pendarahan atau muntaber atau jantung yang lemah. Gejala yang biasa timbul adalah pusing, lesu, penglihatan berkunang-kunang, dan sering pingsan.

Sifat-sifat zat cair pada tabung antara lain sebagai berikut:

1. Zat cair menekan ke segala arah
2. Semakin dalam letak suatu dari permukaan zat cair, tekanannya semakin besar.
3. Tekanan zat cair bergantung pada massa jenis zat cair. Keenceran atau kekentalan darah juga mempengaruhi tekanan darah. Darah yang kental akan menyebabkan tekanan darah membesar.

Mengingat darah merupakan zat cair yang memiliki tingkat kekentalan/ viskositas yang bisa mengalir sebagai fluida zat cair. Darah mempunyai sifat-sifat yang perlu kita ketahui bersama.

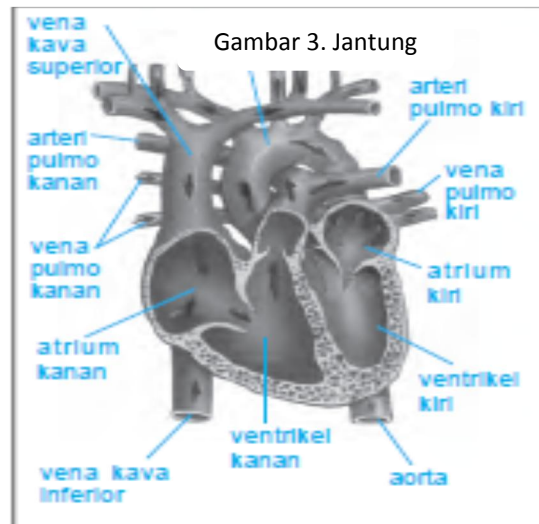
e. Alat Peredaran Darah

Darah dapat mengalir di dalam tubuh karena ada mesin pemompanya, yaitu jantung.

1) Jantung

Mengapa darah dapat mengalir ke otak ? Sistem aliran darah dalam tubuh ini dipengaruhi oleh sebuah pompa yang luar biasa. Pompa yang bekerja tanpa perintah kesadaran diri manusia. Pompa ini berdenyut sekitar seratus ribu kali setiap hari selama 20, 40, 60, 100 tahun atau berapapun lama umur seseorang. Pompa yang menakjubkan ini adalah jantung.

Tiap 2 menit Jantung memompa dan menyirkulasikan (mengedarkan) darah sebanyak 5,6 liter, melintasi pembuluh darah di sekujur tubuh mulai aorta (arteri besar), menuju arteri, cabang arteri, sampai kapiler yang terhalus. Panjang total sistem perpipaan tersebut adalah 96.000 km (123teknik.com). Pembuluh-pembuluh darah



tersebut mempunyai elastisitas yang memungkinkan menerima semburan aliran darah dari jantung sampai ke bagian tubuh yang paling jauh.

Jantung berperan sebagai pemompa dalam sistem peredaran darah. Berat jantung sekitar 335 gram, terletak di antara paru-paru kanan dan kiri. Jantung manusia dibagi menjadi empat ruangan, yaitu serambi kanan dan serambi kiri serta bilik kiri dan bilik kanan. Bagian bilik (ventrikel) jantung berdinding lebih tebal dibandingkan serambi (atrium) jantung. Hal ini berhubungan dengan fungsinya untuk memompa darah ke seluruh tubuh sehingga harus lebih kuat. Adapun dinding bilik kanan lebih tipis karena fungsinya hanya memompakan darah ke paru-paru.

Alat pengukur tekanan darah disebut *sphygmomanometer*. Tekanan darah seseorang biasanya dinyatakan dengan dua angka, misalnya 120/80 mmHg. Apakah arti angka tersebut? Angka yang pertama (120) menunjukkan tekanan jantung pada saat jantung sedang berkontraksi untuk memompa darah atau disebut **tekanan sistol**. Tekanan jantung yang cukup kuat, bisa diukur pada pembuluh nadi yang ada di lengan. Angka yang di bawah (80) menunjukkan tekanan jantung pada saat jantung sedang berelaksasi (beristirahat) atau disebut **tekanan diastole**. Tekanan darah seseorang bisa berubah, baik naik maupun turun, karena dipengaruhi oleh usia, makanan, berat badan, dan penyakit.

2) Pembuluh Darah

Berdasarkan aliran darahnya, pembuluh darah dibedakan menjadi dua macam, yaitu pembuluh darah nadi atau arteri yang berfungsi mengalirkan darah dari jantung dan pembuluh balik atau vena yang berfungsi mengalirkan darah menuju jantung. Dinding pembuluh vena mempunyai lapisan otot yang lebih tipis dari pembuluh nadi tetapi elastis, sedangkan dinding pembuluh nadi lebih tebal namun kurang elastis. Baik pembuluh nadi maupun pembuluh balik masing-masing memiliki cabang terkecil yang disebut *pembuluh kapiler*.



Gambar 4. Pembuluh darah
Sumber: www.googlegambar.co.id

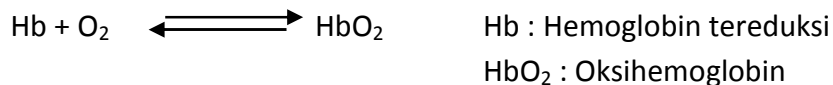
3) Peredaran Darah

Sistem peredaran darah pada manusia dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu peredaran darah paru-paru (peredaran darah kecil) dan peredaran darah sistemik (peredaran darah besar). Karena dua sistem peredaran darah ini, sistem peredaran darah pada manusia disebut *sistem peredaran darah ganda*.

- a) Jantung (bilik kanan) → paru-paru → Jantung (serambi kiri)
 b) Jantung (bilik kiri) → Seluruh tubuh → Jantung (serambi kanan)

Reaksi pada saat darah beredar

Pada saat darah beredar terjadi proses pengangkutan Oksigen (O₂) dan karbon dioksida (CO₂). Oksigen beredar ke sel-sel tubuh dibawa dalam keadaan terlarut dalam plasma atau terikat oleh hemoglobin dengan ikatan yang sederhana bukan sebagai ikatan oksida, sesuai persamaan berikut:



Hemoglobin yang mengikat CO₂ mempunyai warna yang lebih gelap dibandingkan dengan oksihemoglobin, warna darah arteri lebih cerah daripada warna darah vena. **Oksihemoglobin** adalah hemoglobin yang banyak mengandung oksigen.

f. Pelatihan

- 1) Apa sajakah organ-organ sistem peredaran darah? Jelaskan fungsi masing-masing organ!
- 2) Deskripsikan jalur beredarnya darah di tubuh manusia!
- 3) Seorang pasien mengalami pendarahan selama 30 menit. Pendarahan tersebut mengakibatkan tekanan darahnya turun dari 90 mmHg menjadi 75 mmHg. Detak jantungnya meningkat dari 70 detak per menit menjadi 150 detak per menit. Kulitnya juga menjadi dingin. Apa yang sedang terjadi pada pasien itu?

2. Golongan Darah

Pada kegiatan belajar ini Saudara akan mempelajari golongan darah khususnya penggolongan darah sistem ABO dan sistem rhesus. Setelah mempelajari uraian materinya Saudara diharapkan dapat menjelaskan dasar penggolongan darah sistem ABO dan sistem rhesus, menyebutkan antigen dan antibody yang dimiliki individu dengan suatu golongan darah pada sistem rhesus dan sistem ABO, mendeskripsikan transfusi darah yang aman walaupun sekarang sedang digunakan, menggambarkan pewarisan golongan darah dari tetua kepada keturunannya. Anda dapat berdiskusi dengan teman sejawat dan instruktur Saudara untuk mencapai tujuan-tujuan yang telah ditetapkan itu.

a. Pendahuluan

Golongan darah adalah ciri khusus darah dari suatu individu karena adanya perbedaan jenis karbohidrat dan protein pada permukaan membran sel darah merah. Dua jenis penggolongan darah yang paling penting adalah penggolongan ABO dan

Rhesus (faktor Rh). Di dunia ini sebenarnya dikenal sekitar 46 jenis antigen selain antigen ABO dan Rh, hanya saja lebih jarang dijumpai. Transfusi darah dari golongan yang tidak sesuai dapat menyebabkan reaksi transfusi imunologis yang berakibat anemia hemolisis, gagal ginjal, syok, dan kematian.

b. Golongan darah manusia berdasarkan jenis antigen dan antibodi

Golongan darah manusia ditentukan berdasarkan jenis antigen dan antibodi yang terkandung dalam darahnya, sebagai berikut:

- 1) Individu dengan golongan darah **A** memiliki sel darah merah dengan antigen A di permukaan membran selnya dan menghasilkan antibodi terhadap antigen B dalam serum darahnya. Jadi, orang dengan golongan darah A hanya dapat menerima darah dari orang dengan golongan darah A. Semua orang bergolongan darah A dapat diberikan pada orang bergolongan darah O.
- 2) Individu dengan golongan darah **B** memiliki antigen B pada permukaan sel darah merahnya dan menghasilkan antibodi terhadap antigen A dalam serum darahnya. Jadi, orang dengan golongan darah B hanya dapat menerima darah dari orang dengan golongan darah B. Semua orang bergolongan darah B dapat diberikan pada orang bergolongan darah O.
- 3) Individu dengan golongan darah **AB** memiliki sel darah merah dengan antigen A dan B serta tidak menghasilkan antibodi terhadap antigen A maupun B. Jadi, orang dengan golongan darah AB dapat menerima darah dari orang dengan golongan darah AB saja dan dapat mendonorkan darah pada sesama AB saja kecuali serumnya kepada orang dengan golongan darah lain.
- 4) Individu dengan golongan darah **O** memiliki sel darah tanpa antigen, tapi memproduksi antibodi terhadap antigen A dan B. Jadi, orang dengan golongan darah O dapat mendonorkan darahnya kepada orang dengan golongan darah O saja kecuali sel-sel darahnya kepada orang dengan golongan darah lain.

Sekalipun demikian, untuk kepentingan tranfusi , sekarang dilakukan *cross match* darah calon pendonor maupun calon resipien masing-masing disentrifius. Plasmanya dipisahkan dengan sel darahnya. Sel-sel darah dicuci bersih dengan larutan garam fisiologis lalu sel-sel darah calon donor dicampur dengan plasma calon resipien. Begitu pula sel darah calon resipien dicampur dengan plasma calon donor yang mana dari campuran itu yang terlihat menjedel. Kalau yang pertama saja yang menjedel, berarti calon donor hanya boleh mendonorkan plasmanya saja. Kalau keduanya menjedel, berarti calon donor tidak dapat mendodnorkan darahnya.

Secara umum, golongan darah O adalah yang paling umum dijumpai di dunia, meskipun di beberapa negara seperti Swedia dan Norwegia, golongan darah A lebih

dominan. Antigen A lebih umum dijumpai dibanding antigen B. Karena golongan darah AB memerlukan keberadaan dua antigen, A dan B, golongan darah ini adalah jenis yang paling jarang dijumpai di dunia. Ilmuwan Austria, Karl Landsteiner, memperoleh penghargaan Nobel dalam bidang Fisiologi dan Kedokteran pada tahun 1930 untuk jasanya menemukan cara penggolongan darah ABO.

c. Pewarisan golongan darah kepada anak

Pewarisan golongan darah kepada anak dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 1. Penentuan Golongan Darah Anak

Ayah Ibu		Gol. darah	O	A		B		AB
		Gen	I^O	I^A	$I^A I^O$	I^b	$I^B I^O$	$I^A I^B$
Gol. Darah O	Gen I^O	O	A	A,O	B	B,O	A,B	
A	I^A	A	A	A	AB	AB,A	A,AB	
	$I^A I^O$	A;O	A	A,O	AB,A	AB,B,A,O	A,AB,B	
B	I^b	B	AB	AB,B	B	B	AB,B	
	$I^B I^O$	B,O	AB,A	AB,A,B,O	B	B,O	AB,A,B	
AB	$I^A I^B$	A,B	A,AB	A,B	AB,B,A	AB,B,A	A,AB,B	

Kecocokan golongan darah menurut penggolongan ABO untuk keperluan tranfusi tidak perlu, karena sekarang sering menggunakan cross match walaupun golongan darahnya sama.

Berdasarkan sistem rhesus terdapat dua kelompok manusia yaitu rhesus positif dan rhesus negatif. Pada orang yang bergolongan darah rhesus positif pada permukaan sel darah merahnya terdapat protein rhesus (sejenis protein/aglutinogen yang sama dengan protein yang terdapat pada permukaan sel darah merah kera *Maccacus rhesus*). Sel darah merah orang bergolongan darah rhesus negative tidak mengandung agglutinogen tersebut. Rhesus positif dikontrol oleh gen dominan, sedangkan alel resesifnya mengontrol rhesus negatif. Dalam keadaan normal plasma manusia tidak mengandung anti rhesus (agglutinin). Agglutinin terjadi jika orang yang bergolongan darah rhesus negatif ditranfusi dengan darah rhesus positif. Makin besar frekwensi kontak darah rhesus positif, makin tinggi kadar agglotimin anti rhesus. Untuk menghindari kekecewaan karena gagalnya mendapatkan keturunan, salah satu upayanya adalah memeriksakan golongan darah (*factor rhesus*) sebelum menikah. Yang penting pihak wanita jangan bergolongan darah rhesus negative jika calon suami bergolongan darah rhesus positif. Dikhawatirkan janin yang dikandung bergolongan darah rhesus negatif.

D. CONTOH INDIKATOR, SOAL, DAN PENYELESAIAN

Berikut akan diberikan contoh indikator, soal beserta penyelesaiannya.

Contoh Indikator	Contoh Soal Sesuai Indikator
Diberikan data nama suatu penyakit, siswa dapat menentukan komponen sistem peredaran manakah yang terkait dengan penyakit tersebut.	Butir soal : Perhatikan kelainan/penyakit berikut! 1. Anemia 2. Varises 3. Leukemia 4. Arteriosklerosis 5. Haemofilia Kelainan/penyakit yang berhubungan dengan sel darah adalah A. 1, 2, dan 3 B. 1, 3 dan 5 C. 2, 4, dan 5 D. 3, 4 dan 5 E. 1, 2 dan 4

Penyelesaian:

Pada system peredaran darah, terdapat beberapa komponen penyusun, yakni darah, pembuluh darah dan jantung. Kelainan maupun penyakit dapat menyerang ketiga komponen tersebut. Penyakit/ kelainan yang terkait dengan darah bisa berupa kelebihan maupun kekurangan kepadatan maupun volume. Kekurangan eritrosit disebut anemia, kelebihan leukosit disertai penurunan eritrosit disebut leukemia, dan kegagalan keeping darah dalam menghasilkan zat anti pembekuan disebut

E. SOAL-SOAL LATIHAN

1. Perhatikan data berikut!

1. Memiliki darah kaya oksigen
2. Memiliki darah kaya karbondioksida
3. Memiliki banyak katup
4. Bersifat elastis
5. Terletak dekat permukaan kulit

Ciri yang dimiliki oleh pembuluh vena adalah

- A. 1, 2 dan 3
- B. 1, 3, dan 4
- C. 2, 3 dan 5
- D. 3, 4 dan 5

2. Perhatikan kelainan/penyakit berikut!

1. Stroke
2. Varises
3. Leukemia
4. Arteriosklerosis
5. Haemofilia

Kelainan/penyakit yang berhubungan dengan pembuluh darah adalah

- A. 1, 2, dan 3
- B. 1, 2 dan 4
- C. 2, 4, dan 5
- D. 3, 4 dan 5

F. LATIHAN MERUMUSKAN INDIKATOR DAN MEMBUAT BUTIR SOAL

Berdasarkan SKL materi Sistem Peredaran Darah yang dicantumkan pada bagian Pengantar di atas, rumuskan beberapa indikator dan kembangkan butir soal untuk mengukur indikator tersebut.

G. DAFTAR PUSTAKA

Campbell, Neil A., Jane B. Reece, dan Lawrence G. Mitchell. 1999. **Biology**. Benjamin Cummings. California.

Glencoe. 1997. *Life Science: Teacher Wraparound Edition*. New York: Glencoe/McGraw-Hill.

Glencoe. 2008. *Reading Essentials for Biology The Dynamics of Life: An Interactive Student Textbook*. New York: Glencoe/McGraw-Hill.

Kisi-Kisi Ujian Nasional SMP/Madrasah Tsanawiyah 2017.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 024 Tahun 2016 Tentang Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar Pelajaran pada Kurikulum 2013. Jakarta Kemdikbud

Tim PLPG IPA Unesa. 2014. **Modul IPA**, University Press Surabaya