

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Literasi Sains dan Teknologi

Scientific and Technological Literacy, STL yang diterjemahkan dalam bahasa Indonesia adalah literasi sains dan teknologi terdiri atas tiga kata utama yaitu literasi, sains dan teknologi. Literasi berarti melek huruf atau gerakan pemberantasan buta huruf (Echols dan Shadily, 1990). Dahulu pengertian literasi hanya sebatas melek huruf, tetapi sekarang ini pengertian literasi semakin berkembang. Menurut UNESCO, melek atau literasi adalah kemampuan untuk mengidentifikasi, memahami, menafsirkan, mengkomunikasikan, dan berhitung melalui materi tertulis dan tercetak (Hiskia *et al*, 2008).

Kata sains berasal dari kata *science* yang berarti ilmu pengetahuan. Pengertian sains tidak sebatas itu, ada beberapa definisi lain dari kata sains. Sains merupakan sekelompok pengetahuan tentang obyek dan fenomena alam yang diperoleh dari pemikiran dan penelitian para ilmuwan yang dilakukan dengan keterampilan bereksperimen menggunakan metoda ilmiah (Poedjadi dalam Nurkhotiah, 1987). Menurut Depdiknas (2007) sains adalah suatu kumpulan pengetahuan yang tersusun secara sistematis, dan dalam penggunaannya secara umum terbatas pada gejala-gejala alam. Carin dan Sund dalam Depdiknas (1993) mendefinisikan sains sebagai pengetahuan yang sistematis dan tersusun secara teratur, berlaku umum (universal), dan berupa kumpulan data hasil observasi dan eksperimen. Sedangkan menurut Arifin *et al*. (2000) Ilmu Pengetahuan adalah

1. suatu proses dimana informasi diperoleh melalui metode ilmiah.
2. produk, informasi yang valid, yang diperoleh melalui penemuan yang logis

Literasi sains menurut US *National Academy of Sciences* adalah pengetahuan dan pemahaman konsep dan proses sains yang diperlukan seseorang untuk mengambil keputusan, ikut berpartisipasi dalam persoalan masyarakat, kultural, dan produktifitas ekonomi. Literasi sains atau scientific literacy didefinisikan PISA sebagai kapasitas untuk menggunakan pengetahuan ilmiah, mengidentifikasi pertanyaan-pertanyaan dan untuk menarik kesimpulan berdasarkan bukti-bukti agar dapat memahami dan membantu membuat keputusan tentang dunia alami dan interaksi manusia dengan alam (Depdiknas, 2007).

Salah satu bagian yang tidak bisa dipisahkan dari sains adalah teknologi. Perkembangan sains berkorelasi langsung dengan perkembangan teknologi. Teknologi dapat diartikan dengan penerapan dari konsep sains, khususnya yang berhubungan dengan industri atau objek komersial. Berdasarkan pengertian-pengertian dari literasi, sains dan teknologi maka dapat disimpulkan bahwa literasi sains dan teknologi adalah merupakan kemampuan menyelesaikan masalah dengan menggunakan konsep sains, mengenal teknologi serta dampaknya, mampu mempergunakan produk teknologi dan memeliharanya, kreatif membuat hasil teknologi yang disederhanakan dan mampu mengambil keputusan berdasarkan nilai (Nurkhotiah dan Kamari, 2005). Sedangkan menurut Nurkhotiah dan Kamari (2005) literasi sains dan teknologi merupakan kemampuan mengenal hasil teknologi beserta dampaknya, kemampuan menggunakan produk teknologi dan

memeliharanya, kemampuan menyelesaikan masalah dengan menggunakan konsep sains, kemampuan membuat hasil rekayasa teknologi yang disederhanakan, serta kemampuan menganalisa fenomena kejadian berdasarkan konsep IPA.

Perkembangan sains dan teknologi yang begitu sangat cepat dan mengglobal menuntut kita menjadi individu yang literat sains. Individu yang literat sains merupakan suatu tuntutan dan kebutuhan agar bisa bersaing di kancah global. Individu yang memiliki jiwa literasi sains memiliki beberapa kriteria. Colette, A.T dan Chiapete, E.L menyatakan seseorang dikatakan memiliki literasi sains apabila memiliki :

- 1) Pengetahuan yang cukup tentang fakta dan konsep, teori sains dan kemampuan untuk mengaplikasikan,
- 2) Pemahaman tentang sains dan hakekat sains,
- 3) Sikap positif,
- 4) Apresiasi terhadap nilai sains dan teknologi dalam masyarakat dan pengetahuan tentang bagaimana sains, teknologi dan masyarakat saling mempengaruhi,
- 5) Kemampuan untuk menggunakan proses sains untuk menyelesaikan masalah dan mengambil keputusan sehari-hari,
- 6) Kemampuan membuat keputusan berdasarkan nilai tentang isu-isu masyarakat,
- 7) Kemampuan keterampilan proses sains untuk dapat diaplikasikan dalam kerja dan dapat berperan dalam masyarakat,
- 8) Pandangan dan pemahaman yang lebih baik terhadap lingkungan karena adanya pembelajaran sains di sekolah.

Adapun individu yang memiliki literat teknologi menurut M.J. Dyrenfurth (dalam Poedjiadi, 1994), memiliki karakteristik

- 1) tahu penggunaan dan pemeliharaan produk teknologi
- 2) sadar tentang proses dan prinsip teknologi
- 3) sadar tentang akibat teknologiterhadap masyarakat
- 4) mampu mengevaluasi proses dan produk teknologi
- 5) mampu membuat hasil teknologi malternatif yang sederhana

Sedangkan menurut PISA-OECD 2000 individu yang literat sains memiliki pengetahuan dan pemahaman konsep fundamental sains, keterampilan melakukan proses penyelidikan sains, serta menerapkan pengetahuan, pemahaman serta keterampilan tersebut dalam berbagai konteks secara luas. Literasi sains juga menuntut kemampuan menggunakan proses penyelidikan sains, seperti mengidentifikasi bukti-bukti yang diperlukan untuk menjawab pertanyaan ilmiah, mengenal permasalahan yang dapat dipecahkan melalui penyelidikan ilmiah (Rustaman dalam Sholihatin, 2008).

PISA menetapkan tiga dimensi besar literasi sains dalam pengukurannya, yakni proses sains, konten sains, dan konteks aplikasi sains. Proses sains merujuk pada proses mental yang terlibat ketika menjawab suatu pertanyaan atau memecahkan masalah, seperti mengidentifikasi dan menginterpretasi bukti serta menerangkan kesimpulan. Konten sains merujuk pada konsep-konsep kunci yang diperlukan untuk memahami fenomena alam dan perubahan yang dilakukan terhadap alam melalui aktivitas manusia. Konteks sains merujuk pada situasi dalam kehidupan sehari-hari yang menjadi lahan bagi aplikasi proses dan pemahaman konsep sains (Depdiknas, 2007).

Poedjiadi dan NIER/UNESCO-APEID dalam Poedjiadi (1996) berpendapat bahwa dalam literasi sains dan teknologi selain pengetahuan tentang sains dan teknologi juga mencakup sikap, apresiasi, minat, estetika, nilai, etika dan lain-lain yang dikaitkan dengan ekonomi dan budaya masyarakat. Hal senada juga disampaikan oleh Gräber (dalam Nentwig *et al.*, 2002) bahwa salah satu kompetensi yang harus tercapai dalam literasi sains adalah sikap dan nilai.

B. Pembelajaran Berbasis Literasi Sains dan Teknologi

Belajar merupakan proses dimana suatu organisme berubah perilakunya sebagai akibat pengalaman belajarnya tersebut. Dalam belajar, seseorang dituntut untuk menanggapi rangsangan ilmu sehingga menimbulkan suatu pengertian baru dari apa yang didapatkannya juga menjadikan seseorang mengalaminya secara nyata. Keberhasilan dalam proses belajar mengajar adalah perubahan tingkah laku yang bersangkutan kearah yang lebih baik (Dahar, 1980). Belajar merupakan kegiatan yang wajib dilakukan oleh setiap orang, baik pria-wanita, tua-muda, kaya-miskin, dan dilakukan sepanjang hayat.

Pembelajaran menurut Arifin *et. al* (2000) merupakan kegiatan belajar mengajar ditinjau dari sudut kegiatan siswa berupa pengalaman belajar siswa (PBS). Pengalaman belajar siswa yaitu merupakan kegiatan/aktivitas siswa dengan dibantu guru yang direncanakan sebelum guru mengajar, agar kegiatan belajar siswa berlangsung dengan baik dan berhasil (Arifin *et. al.* ,2000). Dalam pembelajaran guru hendaknya menciptakan suasana pembelajaran yang kondusif dan dapat membimbing serta memotivasi siswanya untuk bersikap positif.

Pembelajaran sains masih memiliki banyak permasalahan dan tantangan. Hasil dari The World Conference on Science (UNESCO, 2000) menggambarkan masalah yang perlu diperhatikan dalam pendidikan sains yaitu

- 1) Kurang populernya sains di dalam sekolah,
- 2) Kurangnya kesadaran publik terhadap sains dan teknologi yang terdapat di dalam masyarakat. (Holbrook, 1998)

Holbrook (2005) juga berpendapat faktor penting yang dapat membuat pendidikan sains lebih populer di sekolah dan kesadaran masyarakat terhadap

sains dan teknologi yang lebih besar adalah adanya relevansi dalam pendidikan sains. Sedangkan kurikulum pembelajaran sains saat ini belum menyentuh relevansi tersebut. Hal ini dikarenakan kurikulum sains saat ini hanya menempatkan materi subjek terlebih dahulu kemudian menempatkan sedikit aplikasi. Padahal siswa akan lebih mudah mempelajari sains dan lebih termotivasi untuk belajar sains jika pembelajaran sains dikaitkan dengan isu-isu sosial yang terjadi di sekitar mereka.

Siswa perlu melihat adanya relevansi dalam pembelajaran sains mereka. Hal ini agar siswa sadar bahwa pembelajaran sains bisa diaplikasikan dalam kehidupan mereka. Selain itu dengan pembelajaran sains, siswa dibimbing untuk menentukan karir masa depan mereka. Relevansi dalam pembelajaran sains juga dapat menyadarkan siswa bahwa pembelajaran sains dapat diaplikasikan kepada masyarakat. Kesadaran ini penting agar mereka lebih menghargai terhadap pendidikan sains (Holbrook, 1998).

Adapun usaha yang dapat merelevansikan pendidikan sains yaitu

1. Cara mengajar harus dipertimbangkan kembali.
2. Relevansi materi subjek yang nyata dengan kehidupan masyarakat dan secara langsung melibatkan siswa.
3. Struktur pengajaran menunjukkan kepedulian terhadap kehidupan masyarakat sehingga diharapkan pembelajaran akan berdampak lebih baik terhadap para siswa.
4. Struktur materi kimia yang tidak hanya teori saja terutama pada tingkat sekolah.

(Holbrook, 1998)

Menghubungkan kimia (sains) dengan perkembangan-perkembangan yang terdapat di dalam masyarakat bukan hal yang baru. Salah satu pendekatan yang mencoba menghubungkan teknologi dan masyarakat dengan pendidikan sains adalah *Science-Technology-Society* (STS) (Yager 1996, Lutz 1996). Meskipun

STS atau pendekatan yang berbasis konteks memasukkan nilai-nilai sosial dalam pembelajaran sains tetapi relevansinya masih diragukan. Sepertinya untuk mencapai relevansi ini dibutuhkan sesuatu yang lebih dalam lagi yang berkaitan dengan *social link* (Holbrook, 2005).

Sikap terhadap pembelajaran kimia (sains) sangat penting dan untuk itu diperlukan keterkaitan antara isu-isu dalam masyarakat dengan pembelajaran sains. Mengaitkan isu-isu dalam masyarakat dengan konsep kimia (sains) yang telah didapat sangat penting tetapi tidak cukup. Satu hal lagi yang perlu dipertimbangkan adalah membuat keputusan secara rasional ke dalam masalah sosial. Akan tetapi, hal ini merupakan wilayah yang jarang dipertimbangkan dalam pembelajaran kimia (sains) (Rannikmae dalam Holbrook, 2005).

Dalam rangka untuk memperbaiki pembelajaran berbasis STS maka dimunculkan pendekatan yang baru yaitu *Science-Technology-Literacy* (STL). Menurut Holbrook (2005) dengan menggunakan pendekatan berbasis STL relevansi pembelajaran kimia (sains) dengan produk dan proses yang digunakan sehari-hari dalam masyarakat dapat dikembangkan. Tujuan pembelajaran berbasis STL adalah untuk mengembangkan kemampuan secara kreatif menggunakan pengetahuan sains dalam kehidupan sehari-hari, untuk memecahkan permasalahan, dan selanjutnya meningkatkan kualitas hidup (Holbrook and Rannikmae dalam Holbrook, 1998). Hal ini dimaksudkan agar dapat memperoleh kemampuan dalam pendidikan yang meliputi kemampuan intelektual, kemampuan sikap, kemampuan berkomunikasi, kemampuan bersosial dan kemampuan dalam pembelajaran interdisiplin ilmu (Holbrook, 1998).

Pembelajaran berbasis STL melibatkan proses pemecahan masalah dan pengambilan keputusan yang bersifat sosio-ilmiah. Meskipun dengan melibatkan proses pemecahan masalah dan pengambilan keputusan yang bersifat ilmiah, pembelajaran konsep sainsnya tetap ditekankan. Adapun karakteristik dari pembelajaran STL adalah ;

1. STL lebih dari sekedar pengetahuan dan sarana pengetahuan.
2. STL lebih dari sekedar aplikasi sains dan teknologi atau pengembangan sikap positif terhadap sains dan teknologi.
3. Pada dasarnya, STL tidak hanya berbicara mengenai sains dan teknologi, melainkan cara memperoleh pendidikan yang berarti melalui sains dan teknologi.
4. Pengajaran STL merupakan pembelajaran yang menyenangkan, mendapat penghargaan perkembangan sains dan kesadarannya.

(Holbrook, 1998)

Sedangkan pelaksanaan pendekatan pembelajaran berbasis STL berdasarkan kriteria di bawah ini:

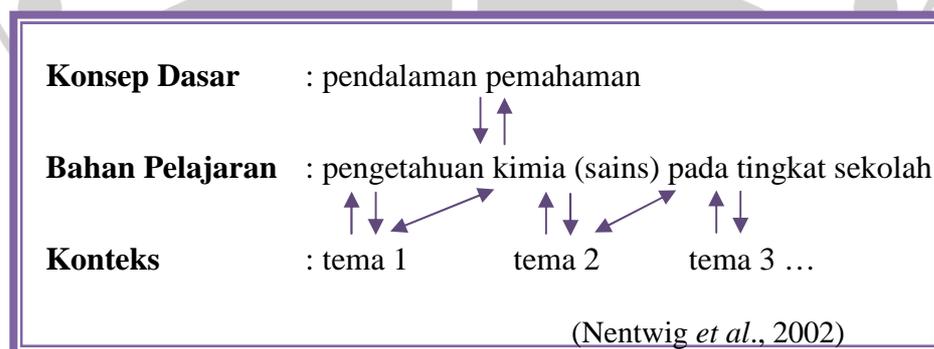
1. Hasil-hasil yang diharapkan dalam pembelajaran harus mengarah pada tujuan pendidikan.
2. Pembelajaran yang dicapai dapat dirangkum ke dalam peta konsekuensi yang mengarahkan guru mengajar sesuai dengan konsep. Peta konsekuensi ini meliputi nilai-nilai pengajaran untuk pengambilan keputusan sosial-ilmiah.
3. Pengajaran memajukan konsep sains.
4. Pendekatan mengajar dimulai dari perspektif sosial yang relevan dengan siswa atau kebutuhan sosial.
5. Pembelajaran yang membangun dibentuk oleh pendekatan partisipasi siswa.
6. Para siswa terlibat aktif dalam aktivitas yang berkaitan dengan hasil yang diharapkan.
7. Aktivitas siswa mencakup pemecahan masalah secara ilmiah.
8. Penilaian ditunjukkan dengan peningkatan prestasi.

(Holbrook, 2005)

Menurut Nentwig *et al.* (2002) dalam penerapan pembelajaran STL ini harus mengacu pada tiga aspek pokok berikut:

1. *Berorientasi konteks dan menanamkan proses pembelajaran ke masalah autentik (sebenarnya. Situasi dan lingkungan dalam pembelajaran harus dalam keadaan nyata yang benar-benar dirasakan oleh siswa sebagai pembelajar. Sehingga pengetahuan, kompetensi serta isu-isu penting yang penting benar-benar relevan dengan kehidupan siswa (Vanderbilt, 1997).*
2. *Menggunakan metodologi pembelajaran yang mengembangkan kemandiriann dan pembelajaran kooperatif. Model pembelajaran yang digunakan diharapkan dapat merangsang siswa untuk beraktivitas dan perlu menyediakan sumber belajar seperti bahan serta alat-alat praktikum, mempersiapkan praktikum, dan akses ke media. Hal ini dapat dimaksimalkan dengan siswa aktif dalam pembelajaran dan guru bertindak sebagai pembimbing dan membantu jika dibutuhkan. Guru dapat memulai pembelajaran dengan situasi yang nyata, sehingga aktivitas siswa dapat dirangsang. Tujuannya agar dapat memperluas pengetahuan dan kompetensi siswa. Sehingga masalah yang disajikan dan didiskusikan dapat dipecahkan dan siswa merasa puas. Semua aktivitas ini dapat dilakukan dalam kelompok kecil. Diskusi kelompok dapat membantu untuk mengembangkan konsep umum dan untuk memeriksa atau mengevaluasi pemahaman siswa satu dengan siswa lainnya. Dengan begitu peran guru berubah dari sumber ilmu menjadi pembimbing (fasilitator) dalam pembelajaran (Dubs , 1999).*
3. *Bertujuan mengembangkan sejumlah konsep dasar kimia (sains). Agar membuat pengetahuan lebih aplikatif dan lebih bermakna diluar konteks pembelajaran yang diberikan maka perlu adanya dekontekstualisasi (Greeno &*

et al dalam Nentwig *et al.* ,2002). Perluasan konsep dari dekontekstualisasi harus diambil dari intisari pengetahuan. Hal ini bisa tercapai dengan menggunakan konteks yang beragam. Masalah yang sejenis diberikan pada konteks yang berbeda sehingga dibutuhkan pengetahuan konsep yang sama untuk memecahkan masalah tersebut. Kemungkinan lainnya dari tercapainya intisari pengetahuan adalah dengan menggunakan sudut pandang yang beragam. Yaitu dengan memberikan masalah yang sama dan dipecahkan dengan menggunakan sudut pandang mata pelajaran yang berbeda. Proses dalam pengambilan intisari pengetahuan (*dekontekstualisasi*) tidak dapat tercapai oleh siswa sendiri, tetapi diperlukan adanya bimbingan dan diprakarsai oleh guru. Hal ini dilakukan untuk tercapainya keseimbangan antara situasi belajar dengan penguasaan pemahaman konsep pembelajaran yang sistematis. Ketiga konsep pokok ini menentukan dalam penentuan topik dan rancangan pembelajaran. Berikut ini adalah bagan rancangan pembelajaran yang mencerminkan ketiga konsep dasar di atas.



Gambar 2.1. Bagan Rancangan Model Pembelajaran

Bagan di atas dapat dijelaskan sebagai berikut. Tema 1 mengangakat pertanyaan yang jawabannya membutuhkan pengetahuan kimia (sains). Pengetahuan ini diperluas dengan berbagai cara, sampai pertanyaan tersebut dapat

terjawab. Perluasan tema 2 akan menggunakan beberapa pengetahuan ini dan beberapa pengetahuan lain. Tema 3 yang digali akan membangun pengetahuan yang lebih luas, dan jika suatu saat unsur pengetahuan dari konsep dasar muncul, maka pengetahuan tersebut direfleksikan dan digunakan untuk menyusun pengetahuan yang diperoleh secara sistematis (Nentwig *et al.*, 2002).

Dalam pembelajaran STL tidak ada aturan baku dalam penentuan langkah-langkah pembelajaran. Langkah-langkah pembelajaran STL yang diadaptasi dan dimodifikasi dari proyek *Chemie Im Kontext (ChiK)* yang dikemukakan oleh Nentwig *et al.*, (2002) yaitu:

a. Tahap Kontak (*Contact Phase*)

Pada tahap pertama ini dikemukakan isu-isu atau masalah-masalah yang terdapat di dalam masyarakat atau dengan menggali peristiwa-peristiwa atau fenomena-fenomena yang terjadi di masyarakat. Semua itu kemudian dikaitkan dengan materi yang akan dikembangkan. Sehingga siswa akan lebih termotivasi belajar karena adanya relevansi dalam pembelajaran sains mereka.

b. Tahap Kuriositi (*Curiosity Phase*)

Tahap ini dikemukakan pertanyaan-pertanyaan yang menimbulkan rasa penasaran dan keingintahuan siswa. Jawaban dari pertanyaan-pertanyaan tersebut membutuhkan pengetahuan sains.

c. Tahap Elaborasi (*Elaboration Phase*)

Pada tahap ini dilakukan eksplorasi, pembentukan, penambahan, dan penguatan konsep sampai pertanyaan-pertanyaan pada tahap kuriositi dapat terjawab. Tahap elaborasi ini dapat dilakukan dengan berbagai metode

pembelajaran seperti ceramah bermakna, diskusi, dan praktikum. Atau dapat merupakan gabungan dari semua metode tersebut.

d. Tahap Pengambilan Keputusan (*Decision Making Phase*)

Pada tahap ini dilakukan pengambilan keputusan oleh siswa terhadap permasalahan yang muncul pada tahap keingintahuan. Pada tahap ini guru berperan sebagai fasilitator untuk membantu siswa dalam mengambil keputusan.

e. Tahap Nexus (*Nexus Phase*)

Pada tahap ini dilakukan pengambilan intisari pembelajaran dari konsep dasar yang dipelajari kemudian diaplikasikan pada konteks yang lain (dekontekstualisasi). Tahap ini dilakukan agar pembelajaran yang dilakukan lebih aplikatif dan bermakna di luar konteks pembelajaran.

f. Tahap Evaluasi (*Evaluation Phase*)

Pada tahap ini dilakukan evaluasi secara keseluruhan untuk menilai keberhasilan belajar siswa. Evaluasi tidak hanya dilakukan pada aspek konten, konteks dan keterampilan proses saja tetapi termasuk aspek sikap dan nilai.

C. Pembelajaran IPA Terpadu

Pembelajaran IPA terpadu merupakan salah satu dari model pembelajaran terpadu. Depdiknas (2007) mengemukakan bahwa model pembelajaran ini pada hakikatnya merupakan suatu pendekatan pembelajaran yang memungkinkan peserta didik baik secara individual maupun kelompok aktif mencari, menggali, dan menemukan konsep serta prinsip secara holistik dan otentik. Pembelajaran ini

merupakan model yang mencoba memadukan beberapa pokok bahasan (Beane dalam Depdiknas, 2007).

Pembelajaran IPA terpadu tidak dimaksudkan untuk membelajarkan siswa mempelajari konsep-konsep IPA secara khusus seperti yang tertulis dalam kurikulum, melainkan mempelajari konsep-konsep yang terkandung dalam suatu objek dan fenomena alam. Sehingga fokus pembelajaran tidak pada konsep, melainkan pada objek atau fenomenanya. Perlu diperhatikan bahwa mempelajari satu konsep fisika, kimia, atau biologi saja seringkali membuat siswa tidak memahami konsep tersebut, apalagi kalau dipelajari sekaligus. Di negara yang sudah maju pun, walau pembelajarannya disebut pembelajaran IPA, tetapi konsep-konsep fisika, kimia, dan biologi dipelajari tersendiri secara khusus, tidak sekaligus. Keterpaduannya lebih banyak terdapat pada penerapannya (Depdiknas, 2007).

Pembelajaran terpadu dalam IPA dapat dikemas dengan tema atau topik tentang suatu wacana yang dibahas dari berbagai sudut pandang atau disiplin keilmuan yang mudah dipahami dan dikenal peserta didik. Dalam pembelajaran IPA terpadu, suatu konsep atau tema dibahas dari berbagai aspek bidang kajian dalam bidang kajian IPA. Misalnya tema lingkungan dapat dibahas dari sudut makhluk hidup dan proses kehidupan, energi dan perubahannya, dan materi dan sifatnya. Pembahasan tema juga dimungkinkan hanya dari aspek makhluk hidup dan proses kehidupan dan energi dan perubahannya, atau materi dan sifatnya dan makhluk hidup dan proses kehidupan, atau energi dan perubahannya dan materi dan sifatnya saja. Dengan demikian melalui pembelajaran terpadu ini beberapa

konsep yang relevan untuk dijadikan tema tidak perlu dibahas berulang kali dalam bidang kajian yang berbeda, sehingga penggunaan waktu untuk pembahasannya lebih efisien dan pencapaian tujuan pembelajaran juga diharapkan akan lebih efektif.

Secara umum Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) di SMP/MTs, meliputi bidang kajian energi dan perubahannya, bumi antariksa, makhluk hidup dan proses kehidupan, dan materi dan sifatnya yang sebenarnya sangat berperan dalam membantu peserta didik untuk memahami fenomena alam. Ilmu Pengetahuan Alam merupakan pengetahuan ilmiah, yaitu pengetahuan yang telah mengalami uji kebenaran melalui metode ilmiah, dengan ciri: objektif, metodik, sistimatis, universal, dan tentatif. Ilmu Pengetahuan Alam merupakan ilmu yang pokok bahasannya adalah alam dan segala isinya.

Carin dan Sund dalam Depdiknas (2007) mendefinisikan IPA sebagai pengetahuan yang sistematis dan tersusun secara teratur, berlaku umum (universal), dan berupa kumpulan data hasil observasi dan eksperimen. Merujuk pada pengertian IPA itu, maka dapat disimpulkan bahwa hakikat IPA meliputi empat unsur utama yaitu:

1. sikap: rasa ingin tahu tentang benda, fenomena alam, makhluk hidup, serta hubungan sebab akibat yang menimbulkan masalah baru yang dapat dipecahkan melalui prosedur yang benar; IPA bersifat *open ended*;
2. proses: prosedur pemecahan masalah melalui metode ilmiah; metode ilmiah meliputi penyusunan hipotesis, perancangan eksperimen atau percobaan, evaluasi, pengukuran, dan penarikan kesimpulan;

3. produk: berupa fakta, prinsip, teori, dan hukum;
4. aplikasi: penerapan metode ilmiah dan konsep IPA dalam kehidupan sehari-hari.

Keempat unsur itu merupakan ciri IPA yang utuh yang sebenarnya tidak dapat dipisahkan satu sama lain.

Dalam proses pembelajaran IPA keempat unsur itu diharapkan dapat muncul, sehingga peserta didik dapat mengalami proses pembelajaran secara utuh, memahami fenomena alam melalui kegiatan pemecahan masalah, metode ilmiah, dan meniru cara ilmuwan bekerja dalam menemukan fakta baru. Menurut Depdiknas (2007) penerapan pembelajaran IPA terpadu memiliki beberapa tujuan diantaranya :

1. Meningkatkan efisiensi dan efektivitas pembelajaran

Dalam Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar yang harus dicapai peserta didik masih dalam lingkup bidang kajian energi dan perubahannya, materi dan sifatnya, dan makhluk hidup dan proses kehidupan. Banyak ahli yang menyatakan pembelajaran IPA yang disajikan secara disiplin keilmuan dianggap terlalu dini bagi anak usia 7-14 tahun, karena anak pada usia ini masih dalam transisi dari tingkat berpikir operasional konkret ke berpikir abstrak. Selain itu, peserta didik melihat dunia sekitarnya masih secara holistik. Atas dasar itu, pembelajaran IPA hendaknya disajikan dalam bentuk yang utuh dan tidak parsial. Di samping itu pembelajaran yang disajikan terpisah-pisah dalam energi dan perubahannya, makhluk hidup dan proses kehidupan, materi dan sifatnya, dan bumi-alam semesta memungkinkan adanya tumpang tindih dan pengulangan,

sehingga membutuhkan waktu dan energi yang lebih banyak, serta membosankan bagi peserta didik. Bila konsep yang tumpang tindih dan pengulangan dapat dipadukan, maka pembelajaran akan lebih efisien dan efektif. Keterpaduan bidang kajian dapat mendorong guru untuk mengembangkan kreativitas tinggi karena adanya tuntutan untuk memahami keterkaitan antara satu materi dengan materi yang lain. Guru dituntut memiliki kecermatan, kemampuan analitik, dan kemampuan kategorik agar dapat memahami keterkaitan atau kesamaan materi maupun metodologi.

2. Meningkatkan minat dan motivasi

Pembelajaran IPA terpadu dapat mempermudah dan memotivasi peserta didik untuk mengenal, menerima, menyerap, dan memahami keterkaitan atau hubungan antara konsep pengetahuan dan nilai atau tindakan yang termuat dalam tema tersebut. Dengan model pembelajaran yang terpadu dan sesuai dengan kehidupan sehari-hari, peserta didik digiring untuk berpikir luas dan mendalam untuk menangkap dan memahami hubungan konseptual yang disajikan guru. Selanjutnya peserta didik akan terbiasa berpikir terarah, teratur, utuh, menyeluruh, sistemik, dan analitik. Peserta didik akan lebih termotivasi dalam belajar bila mereka merasa bahwa pembelajaran itu bermakna baginya, dan bila mereka berhasil menerapkan apa yang telah dipelajarinya.

3. Beberapa kompetensi dasar dapat dicapai sekaligus

Model pembelajaran IPA terpadu dapat menghemat waktu, tenaga, dan sarana, serta biaya karena pembelajaran beberapa kompetensi dasar dapat diajarkan sekaligus. Di samping itu, pembelajaran terpadu juga menyederhanakan

langkah-langkah pembelajaran. Hal ini terjadi karena adanya proses pemaduan dan penyatuan sejumlah standar kompetensi, kompetensi dasar, dan langkah pembelajaran yang dipandang memiliki kesamaan atau keterkaitan.

D. Penilaian Literasi Sains dan Teknologi

Penilaian adalah komponen penting dalam pembelajaran dan pengajaran. Penilaian dapat diartikan sebagai proses penentuan informasi yang diperlukan, pengumpulan serta penggunaan informasi tersebut untuk melakukan pertimbangan sebelum keputusan (Firman dalam Purwanti, 2008). Dua program yang menilai literasi sains adalah *the Programme for International Student Assessment* (PISA) dan *Trends in International Mathematics and Science Study* (TIMSS) (Shwartz *et al.*, 2006). Dalam pembelajaran sains berbasis literasi sains dan teknologi penilaian biasanya terfokus pada tiga aspek berikut:

1. Penilaian untuk mengingat hasil pengetahuan sains dari sekolah. Pengetahuan konten biasanya dipertimbangkan sebagai suatu hal yang penting dalam literasi sains. Oleh sebab itu aspek konten ini paling dinilai guru (Laugksch dan Spargo dalam Shwartz *et al.*, 2006).
2. Penilaian terhadap kemampuan mengaplikasikan prinsip-prinsip sains dalam konteks non-akademik. Karakteristik utama dari aspek ini adalah desain tugas yang nyata (seperti membaca informasi dari rekening listrik) dan kemampuan menilai hasil perbuatan. Aspek ini difokuskan dalam kecakapan hidup (Shwartz *et al.*, 2006).

3. Penilaian kemampuan literasi dalam konteks sains yakni menilai kemampuan individu untuk membaca, menulis, memberikan alasan dan bertanya untuk informasi lebih lanjut. Contohnya dalam menilai kemampuan untuk menggunakan pemberitaan media tentang penelitian sains (Shwartz *et al.*, 2006).
4. Penilaian siswa dalam memahami sifat dari sains (*Nature of Science, NOS*) dan menilai siswa dalam pemahaman sains dan sikap terhadap masalah yang terdapat di dalam masyarakat (Shwartz *et al.*, 2006).

Bybee dan BSCS (Shawartz *et al.*, 2006) menyatakan skala teori komprehensif lebih cocok untuk menilai literasi sains selama pembelajaran sains di sekolah, karena hirarkinya lebih mudah untuk ditransfer ke dalam tujuan pembelajaran. Skala ini menyatakan tingkatan literasi sains sebagai berikut:

1. *Scientific illiteracy*

Siswa yang tidak mampu untuk menghubungkan atau memberikan respon terhadap pertanyaan tentang sains. Mereka tidak mempunyai perbendaharaan kata, konsep sains, konteks atau kapasitas kognitif untuk mengidentifikasi pertanyaan sains.

2. *Nominal scientific literacy*

Siswa dapat mengenali dan merelasikan konsep sains tetapi masih mengalami miskonsepsi.

3. *Functional scientific literacy*

Siswa dapat menguraikan suatu konsep dengan tepat, tetapi memiliki keterbatasan dalam memahami konsep tersebut.

4. *Conceptual scientific literacy*

Siswa mengembangkan beberapa pemahaman dari skema konseptual pokok dari disiplin ilmu dan menghubungkan skema tersebut ke dalam pemahaman umum dari sains. Kemampuan prosedural dan pemahaman terhadap proses inkuiri sains serta desain teknologi termasuk ke dalam level literasi ini.

5. *Multidimensional scientific literacy*

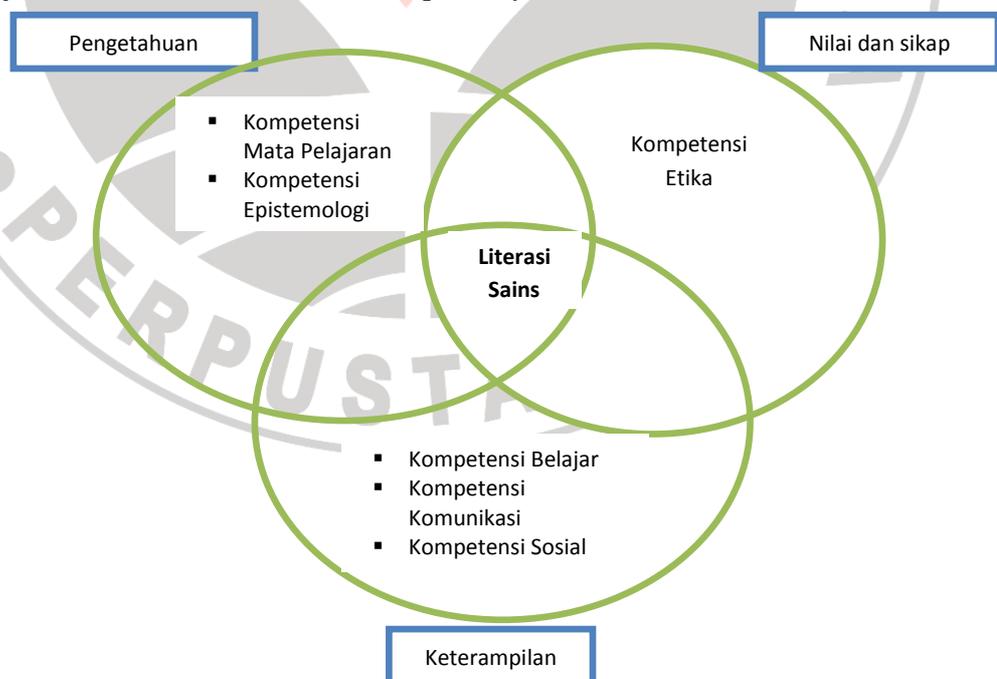
Siswa memahami sains tidak hanya sekedar konsep sains dan prosedur penelitian sains. Siswa juga memahami tentang filosofi, sejarah, dan dimensi sosial dari sains dan teknologi. Disini siswa mengembangkan pemahaman pengetahuan mereka dan kesadaran nilai sains ke dalam kehidupan sehari-hari mereka. Lebih khusus lagi mereka mulai membuat hubungan-hubungan dalam disiplin ilmu sains serta hubungan antara sains, teknologi dan isu-isu yang lebih besar dalam masyarakat.

E. Aspek Sikap dan Nilai Sains Siswa dalam Literasi Sains dan Teknologi

Literasi sains seharusnya tersusun atas berbagai kompetensi dalam setiap domain (pengetahuan, keterampilan, serta sikap dan nilai). Kompetensi dalam literasi sains ini dirumuskan berdasarkan diskusi yang dilakukan oleh IPN (*institute für Pädagogik der Naturwissenschaft*) Universitas Kiel Jerman. Model kompetensi ini dapat dilihat seperti pada gambar 2.2.

Berdasarkan model tersebut dapat disimpulkan bahwa sikap dan nilai merupakan salah satu kompetensi dalam literasi sains. Beberapa definisi sikap yang pernah dikemukakan pakar berikut ini;

1. Spencer mendefinisikan sikap sebagai status mental (Azwar dalam Purwanti, 2008).
2. Secord dan Backman menyatakan sikap didefinisikan sebagai keteraturan tertentu dalam hal perasaan (afeksi), pemikiran (kognisi), dan predisposisi tindakan (konasi) seseorang terhadap suatu aspek di lingkungan sekitarnya (Azwar dalam Purwanti, 2008).
3. Thurstone, Likert dan Osgood mengemukakan bahwa sikap adalah suatu bentuk evaluasi atau reaksi perasaan mendukung atau memihak maupun perasaan tidak mendukung dan tidak memihak (Azwar dalam Purwanti, 2008).
4. Sikap merupakan pembawaan yang dapat dipelajari, dan dapat mempengaruhi perilaku seseorang terhadap benda-benda, kejadian-kejadian atau makhluk-mahluk hidup lainnya (Dahar, 1989).



Gambar 2.2 Model Bagan Pembagian Kompetensi dalam Literasi Sains

Sikap terbentuk dari adanya interaksi yang dialami oleh individu. Dalam interaksi ini terjadi hubungan saling mempengaruhi di antara individu yang satu dengan yang lain, terjadi hubungan timbal balik yang turut mempengaruhi pola perilaku masing-masing individu sebagai anggota masyarakat. Interaksi yang meliputi hubungan antara individu dengan lingkungan fisik maupun lingkungan psikologis di sekelilingnya disebut interaksi sosial.

Menurut Azwar (dalam Purwanti, 2008) dalam interaksi sosialnya individu bereaksi membentuk pola sikap tertentu terhadap berbagai objek psikologis yang dihadapinya. Di antara berbagai faktor yang mempengaruhi pembentukan sikap adalah pengalaman pribadi, kebudayaan, orang lain yang dianggap penting, media massa, institusi atau lembaga pendidikan dan lembaga agama, serta faktor emosi dalam diri individu.

Nilai menurut Rokeach (dalam Depdiknas, 2008) merupakan suatu keyakinan tentang perbuatan, tindakan, atau perilaku yang dianggap baik dan yang dianggap buruk. Selanjutnya dijelaskan bahwa sikap mengacu pada suatu organisasi sejumlah keyakinan sekitar objek spesifik atau situasi, sedangkan nilai mengacu pada keyakinan. Definisi lain tentang nilai disampaikan oleh Tyler (dalam Depdiknas, 2008), yaitu nilai adalah suatu objek, aktivitas, atau ide yang dinyatakan oleh individu dalam mengarahkan minat, sikap, dan kepuasan. Selanjutnya dijelaskan bahwa manusia belajar menilai suatu objek, aktivitas, dan ide sehingga objek ini menjadi pengatur penting minat, sikap, dan kepuasan.

Salah satu kompetensi yang harus dimiliki siswa setelah mengikuti pembelajaran STL adalah dapat mengaplikasikan nilai-nilai literasi sains dalam kehidupan

nyata. Cara untuk meningkatkan relevansi pendidikan dengan nilai-nilai kehidupan nyata adalah dengan pendidikan *life skills* (kecakapan hidup) (Anwar, 2006).

Depdiknas (dalam Anwar, 2006) membagi *life skills* (kecakapan hidup) menjadi empat jenis yaitu :

1. Kecakapan Personal (*personal skills*) yang mencakup kesadaran diri (*self awareness*) dan kecakapan berpikir rasional.
2. Kecakapan sosial (*social skills*)
3. Kecakapan akademik (*academic skills*)
4. Kecakapan vokasional (*vocational skills*)

Kecakapan personal dan kecakapan sosial disebut sebagai *general life skills* (GLS). Sedangkan kecakapan akademik dan kecakapan vokasional disebut sebagai *specific life skills* (SLS). Di tingkat SMP/MTS difokuskan pada kecakapan generik (GLS) yang mencakup kesadaran diri dan kecakapan sosial (Anwar, 2006). Kesadaran diri merupakan evaluasi yang dilakukan individu terhadap kemampuan dan kelemahan yang dimilikinya (Depdiknas, 2003). Kesadaran diri juga merupakan persepsi terhadap kemampuan diri, pengetahuan serta nilai dan tanggung jawab. Kecakapan sosial mencakup antara lain: kecakapan komunikasi dengan empati dan kecakapan bekerja sama (Anwar, 2006).

Goleman dalam Hernowo (2009) menyatakan kecakapan sosial dibagi menjadi dua yaitu empati dan kemampuan berhubungan dengan orang lain. Empati adalah kesadaran terhadap perasaan, kebutuhan, dan kepentingan orang lain. Empati ini memungkinkan seseorang untuk membantu secara tulus-ikhlas apa yang diperlukan oleh orang lain. Empati juga memungkinkan seseorang peka

terhadap penderitaan yang dialami oleh orang lain. Sementara itu, bagian kedua dari kecakapan sosial (*social skill*) ini terkait dengan kemampuan memberikan pengaruh, berkomunikasi, memimpin, menjadi katalisator perubahan, mengelola konflik, membangun jaringan, melakukan kolaborasi dan kooperasi, serta menciptakan sinergi antarkelompok.

Kesadaran diri dan kecakapan sosial merupakan salah satu dari tujuan dalam pembelajaran sains. Menurut Bybee dalam Hollbrook (1998) tujuan pendidikan sains dapat dicapai jika lima komponen besar ini terdapat dalam kurikulum dan pengajaran kita. Lima komponen tersebut yaitu

1) Kebutuhan masyarakat.

Memastikan bahwa pembelajaran sains sesuai dengan kebutuhan masyarakat. Pembelajaran sains bisa mengembangkan siswa untuk berperan dalam masyarakat dan memberi manfaat kepada masyarakat sekitar. Masyarakat berkehendak pembelajaran sains dapat berhubungan dengan budaya, lingkungan sekitar, paham terhadap politik dan masyarakat, kesadaran serta nilai-nilai yang terdapat dalam masyarakat.

2) Penelitian dengan metode ilmiah.

Meliputi teknik penelitian, kemampuan dan aktivitas dalam inkuiri, kemampuan pemecahan masalah, serta perilaku sains.

3) Perkembangan personal (diri) dari siswa.

4) Kesadaran akan peluang karir selanjutnya.

Komponen tiga dan empat membuat siswa mengenal dirinya sebagai makhluk individu dan pembelajaran sains dapat membantu siswa untuk

tercapainya cita-cita dalam pembelajaran yang lebih luas dan membuatnya relevan dengan kesadaran akan kesempatan berkarir lebih lanjut. Dalam pembelajaran sains perkembangan personal (diri) mencakup perkembangan keinisiatifan, kecerdasan, kreativitas, ketekunan, bekerja dengan aman bersama orang lain, juga termasuk kemampuan pembelajaran kooperatif dan berkomunikasi.

5) Pengetahuan secara empiris dari sistem kimia, biologi dan fisika.

Komponen ini mencakup fakta, konsep, generalisasi dan skema konsep yang dihasilkan oleh ahli sains.

Kesadaran diri dan kecakapan sosial merupakan komponen dari kompetensi afektif. Depdiknas (2003) mendeskripsikan adanya dua hal yang perlu dinilai dalam kaitannya dengan ranah afektif, yakni (1). Kompetensi afektif, serta (2). Sikap dan minat siswa terhadap mata pelajaran dan pembelajaran.

Ada beberapa kompetensi afektif yang perlu dicapai dalam pembelajaran berkaitan dengan kemampuan siswa dalam:

- a. memberikan respon atau reaksi terhadap nilai-nilai yang dihadapkan kepadanya.
- b. menikmati atau menerima nilai, norma, serta objek yang mempunyai nilai etika dan estetika.
- c. menilai (*valuing*) ditinjau dari segi baik buruk, adil-tidak adil, indah-tidak indah terhadap objek studi.
- d. Menerapkan atau mempraktikkan nilai, norma, etika, dan estetika dalam perilaku kehidupan sehari-hari.

Aspek sikap dan nilai termasuk ke dalam ranah afektif. Menurut Krathwohl (dalam Depdiknas, 2008) bila ditelusuri hampir semua tujuan kognitif mempunyai komponen afektif. Dalam pembelajaran sains, misalnya, di dalamnya ada komponen sikap ilmiah. Sikap ilmiah adalah komponen afektif. Tingkatan ranah afektif menurut taksonomi Krathwohl ada lima, yaitu: *receiving (attending)*, *responding*, *valuing*, *organization*, dan *characterization*.

1. Tingkat *receiving*

Pada tingkat *receiving* atau *attending*, peserta didik memiliki keinginan memperhatikan suatu fenomena khusus atau stimulus, misalnya kelas, kegiatan, musik, buku, dan sebagainya. Tugas pendidik mengarahkan perhatian peserta didik pada fenomena yang menjadi objek pembelajaran afektif. Misalnya pendidik mengarahkan peserta didik agar senang membaca buku, senang bekerjasama, dan sebagainya. Kesenangan ini akan menjadi kebiasaan, dan hal ini yang diharapkan, yaitu kebiasaan yang positif.

2. Tingkat *Responding*

Responding merupakan partisipasi aktif peserta didik, yaitu sebagai bagian dari perilakunya. Pada tingkat ini peserta didik tidak saja memperhatikan fenomena khusus tetapi ia juga bereaksi. Hasil pembelajaran pada ranah ini menekankan pada pemerolehan respons, berkeinginan memberi respons, atau kepuasan dalam memberi respons. Tingkat yang tinggi pada kategori ini adalah minat, yaitu hal-hal yang menekankan pada pencarian hasil dan kesenangan pada aktivitas khusus. Misalnya senang membaca

buku, senang bertanya, senang membantu teman, senang dengan kebersihan dan kerapian, dan sebagainya

3. Tingkat *valuing*

Valuing melibatkan penentuan nilai, keyakinan atau sikap yang menunjukkan derajat internalisasi dan komitmen. Derajat rentangannya mulai dari menerima suatu nilai, misalnya keinginan untuk meningkatkan keterampilan, sampai pada tingkat komitmen. *Valuing* atau penilaian berbasis pada internalisasi dari seperangkat nilai yang spesifik. Hasil belajar pada tingkat ini berhubungan dengan perilaku yang konsisten dan stabil agar nilai dikenal secara jelas. Dalam tujuan pembelajaran, penilaian ini diklasifikasikan sebagai sikap dan apresiasi.

4. Tingkat *organization*

Pada tingkat *organization*, nilai satu dengan nilai lain dikaitkan, konflik antar nilai diselesaikan, dan mulai membangun sistem nilai internal yang konsisten. Hasil pembelajaran pada tingkat ini berupa konseptualisasi nilai atau organisasi sistem nilai. Misalnya pengembangan filsafat hidup.

5. Tingkat *characterization*

Tingkat ranah afektif tertinggi adalah *characterization* nilai. Pada tingkat ini peserta didik memiliki sistem nilai yang mengendalikan perilaku sampai pada waktu tertentu hingga terbentuk gaya hidup. Hasil pembelajaran pada tingkat ini berkaitan dengan pribadi, emosi, dan sosial.

Aspek yang diteliti dalam penelitian ini mencakup sikap dan nilai siswa terhadap pembelajaran. Setelah pembelajaran STL ini diharapkan terjadi

peningkatan sikap dan nilai siswa. Sikap dan nilai siswa diharapkan menjadi lebih baik setelah mengalami pembelajaran. Hal ini sesuai dengan salah satu kompetensi dalam pembelajaran sains yaitu siswa Siswa mengembangkan sikap ingin tahu, tidak percaya tahayul, jujur dalam menyajikan data, faktual, terbuka pada pikiran dan gagasan baru, kreatif dalam menghasilkan karya ilmiah, peduli terhadap makhluk hidup dan lingkungan, tekun dan teliti (Depdiknas, 2003).

Cara mengembangkan sikap dan nilai siswa dalam pembelajaran berbasis STL dapat dilakukan dengan mengaitkan materi yang akan dipelajari siswa dengan fenomena atau isu-isu yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari siswa. Cara lainnya siswa dibimbing untuk dapat menyelesaikan masalah dan mengambil keputusan atas fenomena atau isu-isu yang dipelajari. Hal tersebut dilakukan agar siswa dapat menentukan sikap jika dihadapkan dengan nilai-nilai yang berbeda kepada dirinya. Dari perubahan sikap ini diharapkan siswa mampu mengubah nilai-nilai negatif yang terdapat dalam dirinya atau dalam masyarakat yang telah tertanam sebelumnya menjadi sikap yang lebih positif. Peningkatan sikap dan nilai yang dialami siswa terjadi berdasarkan pada konsep-konsep IPA yang telah mereka pelajari dan pahami serta mengaplikasikannya dalam kehidupan sehari-hari

F. Tinjauan Materi

1. Konteks Utama Pembelajaran: Sistem Ekskresi Pada Ginjal Manusia

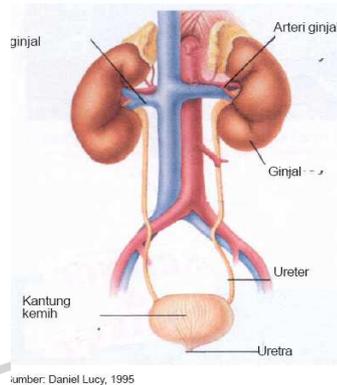
Proses metabolisme tubuh menghasilkan zat-zat sampah seperti karbondioksida, amonia, urea, asam urat, atau bahkan air. Zat-zat sampah ini

apabila dibiarkan menumpuk di dalam tubuh akan meracuni dan berbahaya bagi tubuh. Untuk menghindari masalah akibat zat-zat sampah ini, zat-zat tersebut harus dikeluarkan dari sel, jaringan, kemudian tubuh. Proses pengeluaran zat-zat sampah ini dari sel, jaringan, dan tubuh disebut *ekskresi* (Tim Penulis 2008).

Ginjal adalah salah satu sistem pengeluaran (sistem ekskresi) pada manusia. Salah satu sistem pengeluaran yang terdapat di dalam ginjal adalah sistem urin. Sistem urin manusia tersusun dari ginjal, ureter, kantung kemih, dan uretra (lihat Gambar 1) . Sistem urin berfungsi sebagai berikut:

- a. Menyaring zat-zat sampah metabolisme dari darah
- b. Mengontrol volume darah, yaitu dengan mengeluarkan kelebihan air yang dihasilkan sel-sel tubuh. Mempertahankan jumlah air dalam darah, penting untuk memelihara tekanan darah agar gerakan gas, dan pengeluaran zat sampah padat tetap normal.
- c. Memelihara keseimbangan konsentrasi garam-garam tertentu. Garam-garam ini harus ada dalam konsentrasi tertentu untuk kelangsungan kegiatan sel.

Organ utama sistem urin adalah sepasang ginjal. Organ ini berwarna merah coklat, berbentuk seperti biji kacang merah. Letak ginjal di daerah pinggang, tepatnya di perut bagian belakang dan dilindungi tulang-tulang rusuk. Ginjal menyaring darah yang telah mengandung zat sisa metabolisme dari sel-sel tubuh (Tim Penulis, 2008). Gambar 2.6 memperlihatkan susunan dari sistem urin manusia.



Gambar 2.3 Susunan Sistem Urin Manusia

Proses pembentukan urin :

Terdapat 3 proses penting yang berhubungan dengan proses pembentukan urin, yaitu :

1. **Filtrasi (penyaringan)**

Proses pembentukan urin diawali dengan penyaringan darah yang terjadi di kapiler glomerulus. Sel-sel kapiler glomerulus yang berpori (podosit), tekanan dan permeabilitas yang tinggi pada glomerulus mempermudah proses penyaringan.

Selain penyaringan, di glomerulus juga terjadi penyerapan kembali sel-sel darah, keping darah, dan sebagian besar protein plasma. Bahan-bahan kecil yang terlarut di dalam plasma darah, seperti glukosa, asam amino, natrium, kalium, klorida, bikarbonat dan urea dapat melewati saringan dan menjadi bagian dari endapan.

Hasil penyaringan di glomerulus disebut filtrat glomerulus atau urin primer, mengandung asam amino, glukosa, natrium, kalium, dan garam-garam lainnya (Tim Penulis, 2008).

2. **Reabsorpsi (penyerapan kembali)**

Bahan-bahan yang masih diperlukan di dalam urin primer akan diserap kembali di tubulus kontortus proksimal, sedangkan di tubulus kontortus distal terjadi penambahan zat-zat sisa dan urea.

Meresapnya zat pada tubulus ini melalui dua cara. Gula dan asam amino meresap melalui peristiwa difusi, sedangkan air melalui peristiwa osmosis. Penyerapan air terjadi pada tubulus proksimal dan tubulus distal.

Substansi yang masih diperlukan seperti glukosa dan asam amino dikembalikan ke darah. Zat amonia, obat-obatan seperti penisilin, kelebihan garam dan bahan lain pada filtrat dikeluarkan bersama urin.

Setelah terjadi reabsorpsi maka tubulus akan menghasilkan urin sekunder, zat-zat yang masih diperlukan tidak akan ditemukan lagi. Sebaliknya, konsentrasi zat-zat sisa metabolisme yang bersifat racun bertambah, misalnya urea (Tim Penulis, 2008).

3. **Augmentasi**

Augmentasi adalah proses penambahan zat sisa dan urea yang mulai terjadi di tubulus kontortus distal.

Dari tubulus-tubulus ginjal, urin akan menuju rongga ginjal, selanjutnya menuju kantong kemih melalui saluran ginjal. Jika kantong kemih telah penuh terisi urin, dinding kantong kemih akan tertekan sehingga timbul rasa ingin buang air kecil. Urin akan keluar melalui uretra.

Komposisi urin yang dikeluarkan melalui uretra adalah:

- a. Air sebanyak 95 %
- b. Urea, asam ureat dan ammonia
- c. Zat warna empedu (Bilirubin dan Biliverdin)
- d. Garam mineral, terutama NaCl (Natrium Clorida)
- e. Zat-zat yang bersifat racun seperti sisa obat dan hormon.

Komposisi urin yang dikeluarkan adalah air, garam (Na^+ , Cl^- , H^+ dan K^+), urea dan sisa substansi lain, misalnya pigmen empedu yang berfungsi memberi warna dan bau pada urin (Tim Penulis, 2008).

2. Konten Pembelajaran (1): Pemisahan Campuran

Ginjal merupakan salah satu dari sistem ekskresi (sistem pengeluaran) pada manusia. Dimana yang berfungsi untuk menyaring darah yang telah mengandung zat sisa metabolisme dari sel-sel tubuh. Dengan demikian darah merupakan salah satu dari contoh campuran (Tim Penulis, 2009).

Campuran merupakan suatu materi yang tersusun atas dua zat atau lebih zat dengan komposisi tidak tetap dan masih memiliki sifat-sifat zat asalnya. Dengan kata lain, suatu jenis materi dikatakan campuran apabila materi tersebut memiliki keragaman dalam komposisi dan sifat-sifat zat asalnya masih tampak.

Campuran dapat dipisahkan menjadi komponen penyusunnya secara fisis. Salah satu cara pemisahan yaitu dengan penyaringan (filtrasi). Filtrasi merupakan proses pemisahan yang berdasarkan perbedaan ukuran partikel (Sunarya, 2000). Salah satu metode yang digunakan dalam proses pembentukan urin di dalam ginjal yaitu metode pemisahan campuran dengan penyaringan atau filtrasi.

Sebagian besar zat dalam plasma, kecuali untuk protein, difiltrasi secara bebas sehingga konsentrasinya pada filtrat glomerulus dalam kapsula bowman hampir sama dengan di dalam plasma (Guyton dan Hall, 1997).

3. Konten Pembelajaran (2): Partikel Materi

Para begawan sains mendefinisikan materi sebagai segala sesuatu yang memiliki ruang dan massa. Sejak zaman Yunani kuno para pakar filsafat telah memikirkan tentang struktur materi. Pemikiran mereka bertolak dari pembelahan materi. Jika suatu materi dipecah-pecah menjadi butiran, kemudian butiran itu dipecah lagi sampai halus, maka apabila pembelahan materi itu dilanjutkan menimbulkan dua pendapat yang berbeda. Menurut Aristoteles, pembelahan materi sifatnya sinambung, artinya dapat dibelah sampai tak hingga. Menurut Democritus, pembelahan materi sifatnya tidak sinambung, artinya pada suatu ketika pembelahan akan sampai kepada suatu partikel terkecil yang tak dapat dibelah lagi. Partikel itu dinamakan *atom* (Sunarya, 2000).

Bagian terkecil dari suatu materi dinamakan partikel. Partikel dapat berupa atom, molekul, atau ion. Contohnya besi, tersusun atas atom-atom besi. Atom-atom besi adalah partikel, sebab merupakan bagian terkecil dari materi besi. Contoh lain adalah garam dapur, garam ini tersusun atas ion-ion natrium dan ion-ion klorida. Ion natrium dan ion klorida adalah partikel dari garam dapur, sebab merupakan bagian terkecil dari garam dapur (Sunarya, 2000).

A. Atom

Pada akhir abad ke-18 dan permulaan abad ke-19, dalam studi kuantitatif reaksi kimia ditemukan sejumlah hukum yang dikenal sebagai hukum

persenyawaan kimia atau hukum-hukum pokok reaksi kimia. Hukum-hukum ini termasuk Hukum Kekekalan Massa (Lomonosov, 1756, Lavoisier, 1774), Hukum Perbandingan Tetap (Proust, 1797) dan Hukum Kelipatan Perbandingan, (Dalton, 1803). Dalam usahanya untuk menerangkan hukum-hukum tersebut, pada permulaan abad ke-19, yaitu sekitar 1803, Dalton mengemukakan hipotesis bahwa zat tidak bersifat kontinu, melainkan terdiri atas partikel-partikel kecil yang disebut *atom* (Achmad dan Tupamahu, 1992).

John Dalton mengemukakan konsep tentang atom yang didasarkan pada pengukuran kuantitatif dari reaksi-reaksi kimia. Beberapa postulatnya adalah

- 1) Materi tersusun atas sejumlah partikel yang sangat kecil yang tak dapat dibagi-bagi lagi. Partikel itu dinamakan *atom*.
- 2) Atom-atom dalam suatu unsur identik dalam segala hal. Tetapi berbeda dengan atom-atom unsur lain.
- 3) Dalam reaksi kimia, terjadi penggabungan atau pemisahan dan penataan ulang atom-atom dari satu komposisi tertentu membentuk komposisi lain.
- 4) Atom dapat bergabung dengan atom lain membentuk suatu senyawa dengan perbandingan bulat dan sederhana (Sunarya, 2000).

B. Molekul

Telah diungkapkan di atas bahwa atom-atom dapat bergabung dengan atom unsur sejenis maupun dengan atom unsur lain membentuk suatu molekul dalam komposisi yang sederhana. Dengan kata lain, *molekul* adalah gabungan dua atau lebih atom-atom yang berasal dari unsur yang sama atau dengan atom unsur yang berbeda jenis. Unsur-unsur yang berada di alam dalam keadaan bebas umumnya berbentuk molekul, seperti gas hidrogen, oksigen dan belerang. Dilain pihak

diungkapkan bahwa senyawa dapat diuraikan menjadi zat yang lebih sederhana secara reaksi kimia. Menurut postulat ke-3, reaksi kimia merupakan pemisahan dan penggabungan kembali atom-atom. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa partikel yang menyusun suatu senyawa juga suatu molekul. Dengan kata lain, partikel terkecil dari suatu senyawa adalah molekul (Sunarya, 2000).

Terdapat dua jenis molekul, yaitu molekul unsur dan molekul senyawa. Molekul unsur adalah gabungan atom-atom dari unsur sejenis seperti gas-gas diatomik (gas O_2 , gas N_2 , Cl_2 dan gas lainnya). Sedangkan molekul senyawa adalah gabungan atom-atom unsur yang berbeda jenis. Contoh molekul senyawa adalah gabungan atom-atom yang berbeda jenis. Contoh molekul senyawa misalnya air (H_2O); belerang dioksida (SO_2); ammonia (NH_3); serta molekul-molekul senyawa lain yang bukan ionik (Sunarya, 2003). Gambar 2.3 merupakan contoh model dari molekul senyawa sedangkan gambar 2.4 merupakan contoh model dari molekul unsur



Gambar 2.4

Model Molekul Karbondioksida dan Molekul Air



Gambar 2.5

Model Molekul Gas Oksigen (kiri) dan Molekul Gas Hidrogen (kanan)

C. Ion

Selain atom dan molekul, sebagai partikel penyusun materi di alam, adapula kelompok materi yang tersusun atas ion-ion. Ion adalah atom atau gugus atom yang bermuatan listrik. Jika muatannya negatif dinamakan *anion*, jika muatannya positif dinamakan *kation*. Oleh karena materi di alam bermuatan netral, maka senyawa ion akan memiliki jumlah atom yang bermuatan positif dan negatif sama, serta susunan kation dan anionnya saling bergantian membentuk suatu makromolekul atau struktur raksasa (Sunarya, 2003).

Suatu senyawa ion adalah senyawa yang tersusun dari kation dan anion. Pada garam dapur (NaCl) mengandung jumlah ion Na^+ dan ion Cl^- yang sama. Jika garam dapur dilarutkan dalam air maka akan terurai menjadi ion-ionnya. Gambar 2.5 merupakan model proses pelarutan NaCl ke dalam air.



Gambar 2.6
Pelarutan NaCl ke dalam air

4. Aplikasi Konteks Utama Pembelajaran pada Konten Pembelajaran (1) dan (2)

a. Natrium, Kalium dan Hipertensi

Seiring dengan penambahan usia, metabolisme dan fungsi organ-organ tubuh semakin berkurang. Salah satu penyakit itu diantaranya hipertensi. Tekanan

darah tinggi atau hipertensi adalah kondisi medis di mana terjadi peningkatan tekanan darah secara kronis (dalam jangka waktu lama). Penderita yang mempunyai sekurang-kurangnya mempunyai tekanan darah yang melebihi 140/90 mmHg saat istirahat diperkirakan mempunyai keadaan darah tinggi.

Tabel 2.1 Klasifikasi Tekanan Darah pada Orang Dewasa

Klasifikasi Tekanan Darah Pada Orang Dewasa		
Kategori	Tekanan Darah Sistolik	Tekanan Darah Diastolik
Normal	< 120 mmHg	(dan) < 80 mmHg
Pre-hipertensi	120-139 mmHg	(atau) 80-89 mmHg
Stadium 1	140-159 mmHg	(atau) 90-99 mmHg
Stadium 2	\geq 160 mmHg	(atau) \geq 100 mmHg

Sebagian besar masyarakat secara umum mengetahui mengenai perlunya pembatasan asupan garam pada penderita hipertensi. Namun, sebenarnya alasan mengapa asupan garam perlu dibatasi adalah karena kandungan natrium di dalamnya. Jadi pada hipertensi tidak hanya asupan garam dapur saja yang dibatasi, tetapi juga semua bahan makanan sumber natrium. Di bawah ini contoh makanan yang mengandung natrium:

- Setiap 1 gram garam dapur mengandung 400 mg natrium. Apabila dikonversikan ke dalam ukuran rumah tangga 4 gram garam dapur setara dengan $\frac{1}{2}$ sendok teh atau sekitar 1600 mg natrium.

- Semua makanan yang diawetkan dengan garam, seperti ikan asin, telur asin, ikan pindang, ikan teri, dendeng, abon, daging asap, asinan sayuran, asinan buah, manisan buah, serta buah dalam kaleng.
- Makanan yang dimasak dengan garam dapur atau soda kue (natrium bikarbonat), seperti biskuit, kracker, cake dan kue-kue lainnya.
- Bumbu-bumbu penyedap masakan. Sekarang ini, sudah banyak penyedap masakan dengan berbagai merk yang beredar di pasaran. Salah satu diantaranya yaitu vitsin/ micin/MSG, yang masih sangat lazim digunakan masyarakat untuk menambah cita rasa masakan. Contoh lain yaitu kecap, terasi, petis, tauco, saos sambal dan saos tomat.
- Makanan kaleng. Makanan kaleng sebenarnya terbuat dari bahan makanan segar, namun yang perlu diperhatikan yaitu dalam proses pembuatannya. Makanan kaleng ditambahkan garam untuk membuat bahan makanan tersebut lebih awet.

Berikut akan dibahas mengenai kaitan mineral kalium dan hipertensi. Disini kalium berfungsi sebagai diuretik sehingga pengeluaran natrium cairan meningkat, hal tersebut dapat membantu menurunkan tensi darah. Bahan makanan yang mengandung tinggi kalium yaitu buah dan sayur. Kandungan kalium tinggi antara lain terdapat pada air kelapa, pisang, alpukat, tomat, nangka, dll. Berikut kandungan kalium beberapa bahan makanan (dalam mg/100 gram bahan makanan) antara lain :

Tabel 2.2. Kandungan Kalium pada beberapa Bahan Makanan (dalam mg/100 gram Bahan Makanan)

Bahan makanan	Kandungan kalium (mg)
Pisang	435
Alpukat	278
Pepaya	221
Apel merah	203
Peterseli	900
Daun pepaya muda	652
Bayam	416
Kapri	370
Kembang kol	349

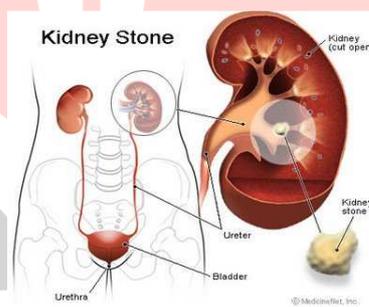
Adapun hal yang perlu diperhatikan adalah kalium mudah hilang saat proses pengolahan. Bahan makanan yang dipotong kecil-kecil ditambah dengan pencucian pada air mengalir dapat meningkatkan kehilangan kalium dalam bahan tersebut. Demikian juga pada perebusan bahan makanan, air rebusan yang mengandung kalium tersebut sebaiknya tidak dibuang. Jadi, penting bagi penderita hipertensi untuk membatasi asupan natrium dalam makanan sehari-harinya untuk membantu menurunkan tekanan darah. Juga disarankan untuk meningkatkan asupan bahan makanan sumber kalium.

Nah, sekarang apa hubungannya dengan ginjal kita? Sebenarnya hubungannya sangatlah erat. Artinya keduanya saling mempengaruhi. Jika kita mengalami hipertensi atau tekanan darah kita naik dari tekanan normal, maka

darah tersebut akan memaksa terhadap ginjal untuk bekerja keras. Jika keadaan ini terjadi terus menerus ginjal kita akan mengalami kerusakan atau bisa disebut gagal ginjal (Tim Penulis, 2009).

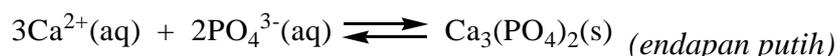
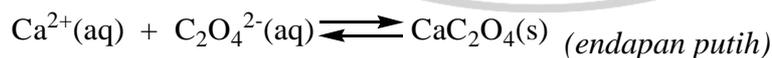
b. Penyakit Gagal Ginjal Kronis

Gagal Ginjal kronis disebabkan oleh hilangnya sejumlah besar nefron fungsional yang bersifat ireversibel (Guyton dan Hall, 1997). Salah satunya adalah penyakit batu ginjal yang disebabkan oleh adanya batu di dalam ginjal. Batu ini terbentuk dari akibat tingginya kandungan partikel yang dapat berpotensi bereaksi membentuk suatu endapan dan selanjutnya mengeras dan membesar seperti batu.



Gambar 2.7 Pembentukan Batu Ginjal

Contoh partikel yang bisa membentuk batu ginjal adalah ion kalsium dengan ion oksalat atau ion fosfat. Pembentukan endapannya terlihat dalam reaksi dibawah ini.



Untuk menghindari terjadinya batu ginjal, kita harus menghindari konsumsi berlebihan makanan yang banyak mengandung partikel pembentuk batu ginjal.

Ion kalsium banyak terdapat dalam susu dan keju, ion oksalat banyak terdapat dalam kacang-kacangan dan nanas, serata ion fosfat banyak terdapat dalam

Selain batu ginjal, penyebab utama penyakit gagal ginjal kronis adalah diabetes. Diabetes adalah suatu keadaan dimana kadar glukosa dalam darah sangat tinggi. Ini disebabkan karena tidak berfungsinya atau tidak adanya hormon insulin yang berfungsi merubah glukosa menjadi glikogen. Kelebihan glukosa ini akan dikeluarkan bersama urin sehingga tidak aneh kalau air kencing orang diabetes akan dikerumuni semut (Tim Penulis, 2009).

c. Ion Fosfat dalam Tubuh

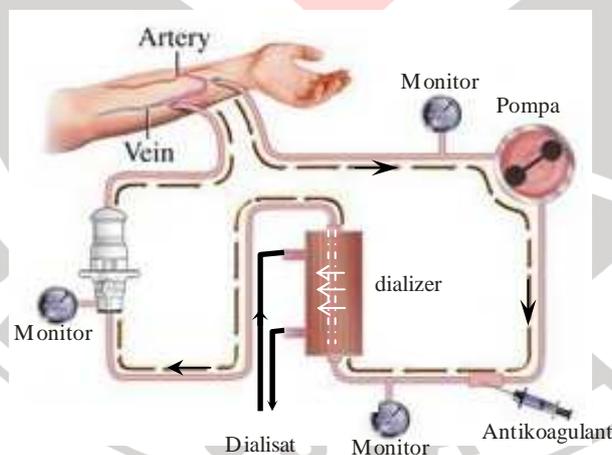
Fosfat (PO_4^{3-}) dalam tubuh kita sangat berperan penting dalam kelangsungan hidup kita. Sumber fosfat yang penting ialah susu, keju, telur, daging, ikan, sereal, dan sayur. Ion fosfat dalam tubuh sering dijumpai dalam ATP, asam nukleat, membran, protein, dan berbagai enzim. Keberadaan ion fosfat bisa menjadi keuntungan sekaligus bisa menjadi kerugian. Ion fosfat akan berguna bagi tubuh kita, jika kadarnya sesuai dengan yang dibutuhkan tubuh yaitu sekitar 2,5 dan 4,5 mg/dL. Sebaliknya jika kadarnya sudah tidak sesuai, maka akan terjadi kerusakan organ tubuh terutama ginjal.

Hiperfosfatemia (kadar fosfat yang tinggi dalam darah) adalah suatu keadaan dimana konsentrasi fosfat dalam darah lebih dari 4,5 mg/dL darah. Ginjal yang normal sangat efisien dalam membuang kelebihan fosfat sehingga *hiperfosfatemia* jarang terjadi, kecuali pada penderita kelainan fungsi ginjal yang sangat berat. Pada penderita gagal ginjal, *hiperfosfatemia* merupakan suatu masalah karena proses sangat tidak efektif dalam membuang kelebihan fosfat. Di

dalam tubuh, fosfat akan bereaksi dengan kalsium. Jika konsentrasi fosfat darahnya tinggi, maka konsentrasi kalsium darah akan menurun. Hal ini merangsang kelenjar paratiroid untuk mengeluarkan hormon paratiroid, yang akan meningkatkan konsentrasi kalsium darah dengan cara mengambil kalsium dari tulang. Jika keadaan ini terus berlanjut, bisa terjadi kerusakan tulang. Selain itu hasil reaksi kalsium dan fosfat itu berbentuk kristal pada dinding pembuluh darah dan jantung, yang dapat memicu stroke, serangan jantung dan sirkulasi darah yang buruk.

Pengobatan dapat dilakukan dengan mengurangi asupan fosfat dan mengurangi penyerapan fosfat dari saluran pencernaan. Makanan yang kaya akan fosfat harus dihindari (Tim Penulis, 2009).

d. Proses Cuci Darah



Gambar 2.8 Proses Cuci Darah

Cuci darah (*Hemodialisis*) adalah terapi pengganti ginjal pada pasien penderita gagal ginjal oleh mesin dialisis. Mesin ini berfungsi menggantikan fungsi ginjal untuk mengeluarkan sisa-sisa metabolisme dan mengatur

keseimbangan air dan elektrolit tubuh. Sisa metabolisme yang tidak dibuang dan menumpuk dalam darah akan menjadi racun bagi tubuh. Pemisahan pada mesin dialisis (*dilizer*) adalah pemisahan menggunakan sebuah membran yang dapat menyaring pada tingkat molekular dengan ketebalan 0,025 mm. Saat ini hemodialysis (HD) merupakan terapi pengganti ginjal yang paling banyak dilakukan dan jumlahnya dari tahun ketahun terus meningkat.

Pada hemodialisis, darah dipompa keluar dari tubuh lalu masuk ke dalam mesin dializer untuk dibersihkan dari zat-zat yang tidak dibutuhkan oleh tubuh (zat pengotor) melalui proses difusi dan ultrafiltrasi oleh cairan khusus untuk dialisis yaitu dialisat. Setelah dibersihkan, darah dialirkan kembali ke dalam tubuh. Pemisahan darah dari zat pengotor dalam mesin dializer melibatkan proses difusi solute (zat terlarut) melalui suatu membran semipermeabel. Molekul zat terlarut (zat pengotor) dari kompartemen darah akan berpindah ke dalam kompartemen dialisat setiap saat bila molekul zat terlarut dapat melewati membran semipermeabel tersebut. Hemodialisis (HD) terdiri dari pompa darah, sistem pengaturan larutan dialisat, dan sistem monitor. Pompa darah berfungsi untuk mengalirkan darah dari tempat tusukan vaskuler ke alat dializer. Dializer adalah tempat dimana proses HD berlangsung sehingga terjadi pertukaran zat-zat dan cairan dalam darah dan dialisat. Sedangkan tusukan vaskuler merupakan tempat keluarnya darah dari tubuh penderita menuju dializer dan selanjutnya kembali lagi ke tubuh penderita. Kecepatan dapat di atur biasanya diantara 300-400 ml/menit. Lokasi pompa darah biasanya terletak antara monitor tekanan arteri dan monitor larutan dialisat. Larutan dialisat harus dipanaskan antara 34-39 °C

sebelum dialirkan kepada dializer. Suhu larutan dialisat yang terlalu rendah ataupun melebihi suhu tubuh dapat menimbulkan komplikasi. Selain itu darah akan di tambahkan antikoagulan untuk menjadi agar tidak terjadi penggumpalan darah. Sistem monitoring setiap mesin HD sangat penting untuk menjamin efektifitas proses dialisis dan keselamatan penderita (Tim Penulis, 2009).

e. Konteks Pendukung Pembelajaran: Proses Penyerapan Air dan Ion-Ion oleh Akar



Gambar 2.9 Proses Penyerapan Air Oleh Akar

Seperti halnya manusia, tanamanpun memerlukan air dan ion-ion untuk kelangsungan hidupnya. Pada tanaman, air sebagai bahan dasar pada proses fotosintesis. Tanaman mendapatkan air dan ion-ion dari dalam tanah. Air masuk ke dalam tanaman melalui akar dan mendistribusikan ke seluruh bagian tanaman oleh pembuluh xilem (Tim Penulis, 2009).

Penyerapan air yang pertama terjadi di dinding sel yang di dalamnya terdapat protoplasma dan vakuola. Vakuola ini dilapisi oleh lapisan proplasma yang bersifat semipermeabel. Cairan protoplasma merupakan cairan yang hipertonik(konsentrasi tinggi) dibandingkan dengan cairan di sekelilingnya. Air tanah dapat masuk ke dalam vakuola melalui lapisan protoplasma.