

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan diuraikan mengenai literasi sains dan teknologi, pembelajaran IPA Terpadu, pembelajaran berbasis STL, penilaian berbasis STL, serta deskripsi materi pembelajaran.

A. Literasi Sains dan Teknologi (*Scientific and Technological Literacy*–STL)

1. Pengertian Umum

Secara harfiah literasi berasal dari kata *literacy* yang berarti melek huruf atau gerakan pemberantasan buta huruf (Echols dan Shadily, 2000). Dahulu literasi diartikan sebagai kemampuan baca-tulis-hitung, yakni kemampuan esensial yang diperlukan oleh orang dewasa untuk memberdayakan pribadi, memperoleh dan melaksanakan pekerjaan, serta berpartisipasi dalam kehidupan sosial, kultural, dan politik secara lebih luas (Rustaman *et al.*, 2004). Sedangkan dalam konteks sekarang, literasi memiliki arti yang sangat luas. Literasi bisa berarti melek teknologi, politik, berpikiran kritis, dan peka terhadap lingkungan sekitar.

Sedangkan istilah sains berasal dari bahasa Inggris *science* yang diambil dari bahasa latin *scientia* yang berarti pengetahuan. Menurut Arifin *et al.* (2003) ilmu pengetahuan adalah (1) suatu proses dimana informasi diperoleh melalui metode ilmiah, (2) produk informasi yang valid, yang diperoleh melalui penemuan yang logis. Sedangkan menurut Robert B. Sund (dalam Widyatiningtyas, 2008), sains merupakan suatu tubuh pengetahuan (*body of*

knowledge) dan proses penemuan pengetahuan. Dengan demikian, pada hakekatnya sains merupakan suatu produk dan proses. Produk sains meliputi fakta, konsep, prinsip, teori dan hukum. Proses sains meliputi cara-cara memperoleh, mengembangkan dan menerapkan pengetahuan yang mencakup cara kerja, cara berfikir, cara memecahkan masalah, dan cara bersikap. Sains dirumuskan secara sistematis, terutama didasarkan atas pengamatan, eksperimen dan induksi. Dari beberapa pengertian tersebut maka dapat disimpulkan bahwa sains pada hakekatnya merupakan gabungan produk (fakta, konsep, prinsip, teori dan hukum) dan proses (cara-cara memperoleh, mengembangkan dan menerapkan pengetahuan yang mencakup cara kerja, cara berfikir, cara memecahkan masalah, dan cara bersikap).

PISA (*Programme for International Student Assessment*) (dalam Firman, 2007), mendefinisikan bahwa literasi sains adalah kemampuan menggunakan pengetahuan sains, untuk mengidentifikasi permasalahan, dan menarik kesimpulan berdasarkan bukti-bukti dalam rangka memahami serta membuat keputusan tentang alam dan perubahan yang dilakukan terhadap alam melalui aktivitas manusia. Definisi tersebut menyiratkan bahwa literasi sains bersifat multidimensional, bukan hanya pemahaman terhadap pengetahuan sains, melainkan pemahaman terhadap aspek proses sains, serta kemampuan mengaplikasikannya dalam situasi nyata di kehidupan sehari-hari. Sedangkan *National Science Education Standards*, NSES (1996) mendefinisikan literasi sains sebagai pengetahuan dan pemahaman mengenai konsep dan proses sains yang akan memungkinkan seseorang membuat keputusan, terlibat dalam hal

kenegaraan dan budaya, dan pertumbuhan ekonomi, termasuk didalamnya kemampuan khusus yang dimilikinya.

Bagian yang tak dapat dipisahkan dari sains adalah teknologi. Secara epistemologi, teknologi berasal dari dua kata bahasa Yunani yaitu kata *teche* dan *logos*. *Teche* artinya seni (*art*) atau keterampilan, *logos* artinya kata-kata yang terorganisasi atau wacana ilmiah yang mempunyai makna. Menurut Poerwadarminta (1983), teknologi adalah ilmu pengetahuan dan kepandaian membuat sesuatu yang berkenaan dengan hasil industri atau ilmu pengetahuan tentang cara membuat sesuatu atau melakukan sesuatu. Jadi secara ringkas dapat dikatakan bahwa, teknologi merupakan suatu perangkat keras ataupun perangkat lunak yang digunakan untuk memecahkan masalah bagi pemenuhan kebutuhan manusia.

Dyerfurth dan Michalevic (dalam Sutarjo, 2000) mengemukakan bahwa STL berarti kemampuan melaksanakan teknologi dengan didasari kemampuan mengidentifikasi, menyadari dampak hasil teknologi, memiliki sikap dan kemampuan fisik menggunakan alat dengan aman, dengan cara yang tepat, efisien, dan efektif.

2. Keterampilan Proses Sains dalam STL

Sains memiliki peranan sangat penting dalam kehidupan yaitu dalam hal mempersiapkan masyarakat di masa depan yang mampu berpartisipasi dalam kemajuan sains dan teknologi. Perkembangan sains dan teknologi digunakan

masyarakat dalam hal menunjang kehidupannya maupun dalam hal menerapkan konsep sains (IPA) dalam kehidupan bermasyarakat.

IPA sebagai ilmu yang terdiri dari produk dan proses sains. Produk IPA terdiri atas fakta, konsep, prinsip, prosedur, teori, hukum, dan postulat. Menurut Depdiknas (2006), ditinjau dari segi proses, maka IPA memiliki berbagai keterampilan sains, misalnya:

- a. Mengidentifikasi dan menentukan variabel tetap dan berubah.
- b. Menentukan apa yang diukur dan diamati.
- c. Keterampilan mengamati atau menggunakan sebanyak mungkin indra.
- d. Keterampilan dalam menafsirkan hasil pengamatan.
- e. Keterampilan menemukan suatu pola dalam seri pengamatan.
- f. Keterampilan dalam mencari kesimpulan hasil pengamatan.
- g. Keterampilan dalam meramalkan apa yang akan terjadi berdasarkan hasil-hasil pengamatan.
- h. Keterampilan menggunakan alat dan bahan dan mengapa alat dan bahan itu digunakan.
- i. Keterampilan menerapkan konsep.
- j. Keterampilan dalam berkomunikasi.

Keterampilan proses adalah keterampilan yang diperoleh dari latihan kemampuan-kemampuan mental, fisik, dan sosial yang mendasar sebagai penggerak kemampuan-kemampuan yang lebih tinggi. Kemampuan-kemampuan mendasar yang telah dikembangkan dan telah terlatih lama-kelamaan akan menjadi suatu keterampilan. Sedangkan pendekatan keterampilan proses adalah strategi dalam proses belajar mengajar yang menekankan pada pembentukan keterampilan memperoleh pengetahuan dan mengkomunikasikan perolehannya.

Keterampilan proses sains terdiri atas sejumlah keterampilan yang satu sama lain sebenarnya tidak dapat dipisahkan, namun ada penekanan khusus dalam masing-masing keterampilan proses tersebut (Rifaidah, 2007). Dalam penelitian ini, keterampilan proses yang digunakan mengacu kepada jenis keterampilan

proses yang dikemukakan oleh Rustaman (2005). Berikut ini adalah penjelasan dari keterampilan proses mengamati, menafsirkan, meramalkan, menerapkan konsep, merencanakan penelitian, dan mengkomunikasikan, yaitu:

1. Mengamati

Firman (1991) mengemukakan bahwa mengamati ialah melakukan pengumpulan data tentang fenomena atau peristiwa dengan menggunakan indranya. Mengamati merupakan dasar bagi semua keterampilan proses lainnya.

a. Menafsirkan

Firman (1991) mengungkapkan bahwa menafsirkan hasil pengamatan ialah menarik kesimpulan tentatif dari data yang dicatatnya. Keterampilan ini mencakup: dari seperangkat data yang dikumpulkan, menemukan pola hubungan, membedakan pernyataan yang menunjukkan kesimpulan dari pernyataan yang menggambarkan hasil pengamatan, menarik kesimpulan untuk menerangkan seperangkat data hasil pengamatan, memilih data yang menunjang suatu kesimpulan.

b. Meramalkan

Firman (1991) mengemukakan bahwa ramalan dalam IPA ialah prakiraan yang didasarkan pada hasil pengamatan yang reliabel. Ramalan berarti pula mengemukakan apa yang mungkin terjadi pada keadaan yang belum diamati berdasarkan penggunaan pola yang ditemukan sebagai hasil pengamatan. Keterampilan meramalkan mencakup: membuat ramalan berdasarkan pembacaan data hasil pengamatan, membuat ramalan dengan memperpanjang suatu

kecenderungan yang ditemukan sebagai hasil pengamatan, membuat ramalan berdasarkan pola-pola yang berulang.

c. Menerapkan konsep

Firman (1991) mengemukakan bahwa menerapkan konsep ialah menggunakan generalisasi yang telah dipelajarinya pada situasi baru, atau untuk menerangkan apa yang diamatinya. Rustaman (2003) mengungkapkan apabila seorang siswa mampu menjelaskan peristiwa baru dengan menggunakan konsep yang telah dimiliki, berarti ia telah menerapkan prinsip yang telah dipelajarinya.

d. Merencanakan penelitian

Firman (1991) mengemukakan bahwa merencanakan penelitian ialah merancang kegiatan yang dilakukan untuk menguji hipotesis, memeriksa kebenaran atau memperlihatkan prinsip-prinsip atau fakta-fakta yang telah diketahuinya.

e. Mengkomunikasikan

Firman (1991) mengemukakan bahwa keterampilan mengkomunikasikan adalah menyampaikan gagasan atau hasil penemuannya kepada orang lain. Keterampilan mengkomunikasikan mencakup kemampuan membuat grafik, diagram, bagan, tabel, karangan, laporan, serta menyampaikan gagasan secara lisan.

Sedangkan menurut Rustaman (2005), keterampilan proses sains terdiri dari sejumlah keterampilan yang satu sama lain tidak dapat dipisahkan, namun ada penekanan khusus dalam masing-masing keterampilan tersebut. Penekanan

husus dalam masing-masing keterampilan tersebut dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Keterampilan Proses Sains dan Sub-Keterampilan Proses Sains

No	Keterampilan Proses	Sub Keterampilan Proses
1	Melakukan pengamatan (observasi)	a. Menggunakan sebanyak mungkin indera b. Mengumpulkan/menggunakan fakta yang relevan
2	Mengelompokkan (klasifikasi)	a. Mencatat setiap data hasil pengamatan secara terpisah b. Mencari perbedaan dan persamaan c. Mengontraskan ciri-ciri d. Membandingkan data hasil pengamatan e. Mencari dasar pengelompokkan atau penggolongan
3	Menafsirkan pengamatan (interpretasi)	a. Menghubungkan hasil-hasil pengamatan b. Menemukan pola dalam suatu seri pengamatan c. Menarik kesimpulan
4	Meramalkan (prediksi)	a. Menggunakan pola-pola hasil pengamatan b. Mengemukakan sesuatu yang mungkin terjadi pada keadaan yang belum diamati
5	Mengajukan pertanyaan	a. Bertanya apa, bagaimana, dan mengapa b. Bertanya untuk meminta penjelasan c. Mengajukan pertanyaan yang berlatar belakang hipotesis
6	Berhipotesis	a. Mengetahui bahwa ada lebih dari satu kemungkinan penjelasan dari suatu kejadian b. Menyadari bahwa suatu penjelasan perlu diuji kebenarannya dengan memperoleh bukti
7	Merencanakan percobaan/penelitian	a. Menentukan alat/bahan/sumber yang akan digunakan b. Menentukan variabel/faktor penentu c. Menentukan apa yang diukur, diamati, dan dicatat d. Menentukan apa yang akan dilaksanakan berupa langkah kerja
8	Menggunakan alat dan bahan	a. Memakai alat/bahan b. Mengetahui alasan mengapa menggunakan alat/bahan
9	Menerapkan konsep	a. Menggunakan konsep yang telah dipelajari dalam suatu baru b. Menggunakan konsep pada pengalaman baru untuk menjelaskan apa yang sedang terjadi
10	Berkomunikasi	a. Memerikan/menggambarkan data empiris hasil percobaan atau pengamatan dengan grafik, tabel atau diagram b. Menyusun dan menyampaikan laporan secara sistematis c. Menjelaskan hasil percobaan atau penelitian d. Membaca grafik, tabel atau diagram e. Mendiskusikan hasil kegiatan suatu masalah atau suatu peristiwa

Rustaman (2005)

B. Pembelajaran IPA Terpadu

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) berkaitan dengan cara mencari tahu tentang alam secara sistematis, sehingga IPA bukan hanya penguasaan kumpulan pengetahuan yang berupa fakta-fakta, konsep-konsep, atau prinsip-prinsip saja tetapi juga merupakan suatu proses penemuan. Pendidikan IPA diharapkan dapat menjadi wahana bagi peserta didik untuk mempelajari diri sendiri dan alam sekitar, serta prospek pengembangan lebih lanjut dalam menerapkannya di dalam kehidupan sehari-hari. Proses pembelajarannya menekankan pada pemberian pengalaman langsung untuk mengembangkan kompetensi agar menjelajahi dan memahami alam sekitar secara ilmiah.

Carin dan Sund (dalam Puskur Balitbang Depdiknas) mendefinisikan IPA sebagai “pengetahuan yang sistematis dan tersusun secara teratur, berlaku umum (universal), dan berupa kumpulan data hasil observasi dan eksperimen”. Berdasarkan pengertian IPA tersebut, dapat disimpulkan bahwa pada hakekatnya 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.

(Puskur Balitbang Depdiknas)

Dalam proses pembelajaran IPA, keempat unsur tersebut 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. Kecenderungan pembelajaran IPA pada masa kini adalah peserta didik hanya mempelajari IPA sebagai produk, menghafalkan konsep, teori dan hukum. Keadaan ini diperparah oleh pembelajaran yang berorientasi pada tes/ujian. Akibatnya IPA sebagai proses, sikap, dan aplikasi tidak tersentuh dalam pembelajaran.

Dalam arti luas pembelajaran IPA Terpadu meliputi pembelajaran yang terpadu dalam satu disiplin ilmu, terpadu antar mata pelajaran, serta terpadu dalam dan lintas peserta didik (fogarty, dalam puskur balitbang depdiknas). Pelajaran terpadu akan memberikan pengalaman yang bermakna bagi peserta didik, karena dalam pembelajaran terpadu peserta didik akan memahami konsep-konsep yang dipelajari melalui pengalaman langsung dan menghubungkannya dengan konsep-konsep lain yang sudah dipahami yang sesuai dengan kebutuhan peserta didik.

Adapun tujuan pembelajaran IPA Terpadu adalah sebagai berikut.

- 1) Meningkatkan efisiensi dan efektivitas pembelajaran
- 2) Meningkatkan minat dan motivasi
- 3) Beberapa kompetensi dasar dapat dicapai sekaligus

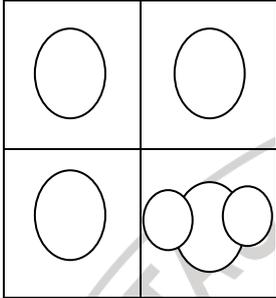
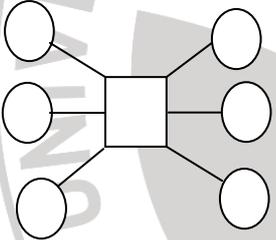
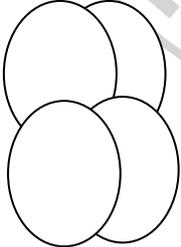
Sedangkan beberapa kekuatan atau manfaat yang akan diperoleh melalui pelaksanaan pembelajaran terpadu antara lain sebagai berikut:

1. Dengan menggabungkan berbagai bidang kajian akan terjadi penghematan waktu, karena ketiga bidang kajian dapat dibelajarkan sekaligus. Tumpang tindih materi juga dapat dikurangi bahkan dihilangkan.
2. Peserta didik dapat melihat hubungan yang bermakna antar konsep.

3. Meningkatkan taraf kecakapan berfikir peserta didik, karena peserta didik dihadapkan pada gagasan atau pemikiran yang lebih luas dan lebih dalam ketika menghadapi situasi pembelajaran.
4. Pembelajaran terpadu menyajikan penerapan/ aplikasi tentang dunia nyata yang dialami dalam kehidupan sehari-hari, sehingga memudahkan pemahaman konsep dan kepemilikan kompetensi ipa.
5. Motivasi belajar peserta didik dapat diperbaiki dan ditingkatkan.
6. Pembelajaran terpadu membantu menciptakan struktur kognitif yang dapat menjembatani antara pengetahuan awal peserta didik dengan pengalaman belajar yang terkait, sehingga pemahaman menjadi lebih terorganisasi dan mendalam, dan memudahkan memahami hubungan materi ipa dari satu konteks ke konteks lainnya.
7. Akan terjadi peningkatan kerjasama antar guru bidang kajian terkait, guru dengan peserta didik, peserta didik dengan peserta didik, peserta didik/guru dengan narasumber; sehingga belajar lebih menyenangkan, belajar dalam situasi nyata, dan dalam konteks yang lebih bermakna.

Dari sejumlah model pembelajaran terpadu menurut fogarty tiga diantaranya sesuai untuk dikembangkan dalam pembelajaran IPA di tingkat pendidikan di Indonesia. Ketiga model yang dimaksud adalah model keterhubungan (*connected*), model jaring laba-laba (*webbad*), dan model keterpaduan (*integrated*). Perbandingan deskripsi karakter, kelebihan dan keterbatasan ketiga model tersebut dapat dilihat pada tabel 2.2:

Tabel 2.2 Perbandingan Diagram dan Deskripsi Tiga Model Pembelajaran Terpadu

Model	Karakteristik	Kelebihan	Keterbatasan
Model Keterhubungan (<i>Connected</i>) 	Menghubungkan satu konsep dengan konsep lain, topik dengan topik lain, satu keterampilan dengan keterampilan lain, ide yang satu dengan ide yang lain tetapi masih dalam lingkup satu bidang studi misalnya IPA atau IPS	Peserta didik akan lebih mudah menemukan keterkaitan karena masih dalam lingkup satu bidang studi	Model ini kurang menampakkan keterkaitan interdisipliner
Model Jaring Laba-Laba (<i>webbad</i>) 	Dimulai dengan melakukan tema yang kemudian yang dikembangkan sub temanya dengan memperhatikan kaitannya dengan disiplin ilmu atau bidang studi lain	<ul style="list-style-type: none"> • Tema yang familiar membuat motivasi belajar meningkat • Memberikan pengalaman berfikir serta bekerja interdisipliner. 	Sulit menemukan tema
Model Keterpaduan (<i>Integrated</i>) 	Dimulai dengan identifikasi konsep, keterampilan, sikap yang overlap pada beberapa disiplin ilmu atau beberapa bidang studi. Tema berfungsi sebagai konteks pembelajaran.	Hubungan antarbidang studi jelas terlihat melalui kegiatan belajar.	<ul style="list-style-type: none"> • Fokus terhadap kegiatan belajar, terkadang mengabaikan target penguasaan konsep • Menuntut wawasan yang luas dari guru

(Fogarty dalam Puskur Balitbang Depdiknas, 2006)

C. Pembelajaran Berbasis Literasi Sains Dan Teknologi

Tiga komponen pembentuk literasi sains yang dikembangkan *Chemie im Kontext*, ChiK (Nentwig, *et al.*, 2002) adalah sebagai berikut:

1. Konsep Literasi Sains

Konsep literasi sains merupakan konsep bagaimana seharusnya siswa belajar kimia di kelas. Menurut model yang dikembangkan oleh ChiK, literasi sains seharusnya meliputi berbagai kompetensi yakni:

"Scientific literacy is the capacity to use scientific knowledge, to identify questions and to draw evidence-based conclusions in order to understand and help make decisions about the natural world and the changes made to it through human activity." (OECD-PISA, 1998).

Dalam hal ini, literasi sains adalah kemampuan menggunakan pengetahuan sains, mengidentifikasi pertanyaan dan membuat kesimpulan agar dapat memahami dan membantu membuat keputusan tentang alam serta perubahan yang disebabkan oleh aktivitas manusia.

2. Teori Motivasi

Dalam mengembangkan literasi sains, tentunya harus diperhitungkan bagaimana seharusnya siswa memiliki motivasi dalam belajar. Beberapa kriteria yang mempengaruhi motivasi intrinsik siswa di dalam kelas yaitu dukungan dari dalam, dukungan kompetensi, hubungan sosial, kualitas sebuah petunjuk, antusias guru, dan relevannya konten.

3. Teori Konstruktivisme

Teori konstruktivisme merupakan konsep bagaimana efektifitas lingkungan belajar didesain dan proses pembelajaran yang didukung. Saat ini, pendekatan *situated learning* dalam pembelajaran merupakan tradisi konstruktivisme pengetahuan, dengan titik berat menciptakan situasi dalam proses pembelajaran. Kriteria lingkungan pembelajaran yang dituntut adalah menggunakan situasi kompleks sebagai awal proses pembelajaran, menggunakan konteks autentik, elaborasi dalam konteks, artikulasi dan refleksi proses, masalah, dan solusi oleh pembelajar, serta masyarakat sebagai bagian dari proses pembelajaran.

Menurut Holbrook (1998) pelaksanaan pembelajaran berbasis STL, meliputi:

- a. *Stipulates Educational Goals*, yaitu penentuan tercapainya tujuan pembelajaran dengan skenario pembelajaran.
- b. *Consequence Map Illustrating Scientific Teaching Strategies*, yaitu guru membuat peta konsekuensi untuk menggambarkan proses pembelajaran dan kemungkinan yang diambil.
- c. *Promotes Science Learning*, yaitu mengembangkan pembelajaran sains dengan cara siswa dipandu ke dalam aktivitas interpretasi seperti buku-buku dan latihan praktis.
- d. *Begin From a Societal Perspective*, yaitu didasari oleh teori konstruktivisme, bahwa pembelajaran STL dimulai dengan “mengidentifikasi isu dalam

masyarakat” dan juga interaksi dengan lingkungan lokal, dunia kerja, dan lingkungan global.

- e. *Student Participation*, yaitu partisipasi siswa dalam teori konstruktivisme merupakan suatu hal yang penting untuk mengembangkan siswa.
- f. *Student Activities/tasks Tied to The Outcomes*, yaitu aktivitas siswa dalam mengenal dan mendeskripsikan keterangan suatu produk.
- g. *Engaging in Scientific Problem Solving dan Socio-Scientific Decision Making Activities*, yaitu pembelajaran dimulai dari penyelesaian masalah dalam isu-isu sosial dan aktivitas membuat keputusan.
- h. *Assessment linked to Achievement of the Objectives*, yaitu kegiatan menilai merupakan kemampuan mengukur siswa sebagai subyek pendidikan.

Pembelajaran berbasis STL masih merupakan pembelajaran yang dikembangkan sebagai salah satu bentuk pembelajaran. Menurut Holbrook (1998), pada pembelajaran ini terdapat sebuah tahap yang merupakan ciri khas model pembelajaran berbasis STL yaitu tahap membuat keputusan (*decision making phase*). Adapun pelaksanaan pembelajaran berbasis STL mengadopsi tahap-tahap pembelajaran berdasarkan proyek *Chemie im Context* dalam Nentwig *et al.* (2002) bahwa pembelajaran dapat dilakukan melalui tahapan berikut:

- a. Tahap Kontak (*Contact Phase*)

Pada tahap ini dikemukakan isu-isu, masalah yang ada di masyarakat atau menggali berbagai peristiwa yang terjadi di sekitar siswa dan mengaitkannya dengan materi yang akan dipelajari sehingga siswa menyadari pentingnya

memahami materi tersebut. Topik yang dibahas dapat bersumber dari berita, artikel, atau pengalaman siswa sendiri.

b. Tahap *Kuriositi (Curiosity Phase)*

Pada tahap ini dikemukakan pertanyaan-pertanyaan, dimana jawabannya membutuhkan pengetahuan kimia yang dapat mengundang rasa penasaran dan keingintahuan siswa.

c. Tahap *Elaborasi (Elaboration Phase)*

Pada tahap ini dilakukan eksplorasi, pembentukan dan pematapan konsep sampai pertanyaan pada tahap *kuriositi* dapat terjawab. Eksplorasi, pembentukan dan pematapan konsep tersebut dapat dilakukan dengan berbagai metode, misalnya ceramah bermakna, diskusi dan kegiatan praktikum, atau gabungan dari ketiganya. Melalui kegiatan inilah berbagai kemampuan siswa akan tergalil lebih dalam, baik aspek pengetahuan, keterampilan proses, maupun nilai dan sikap.

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

Pada tahap ini dilakukan proses pengambilan keputusan berdasarkan bukti-bukti yang diperoleh. Menurut Holbrook (1998), bahwa salah satu tahap dalam pelaksanaan pembelajaran berbasis STL adalah pembuatan keputusan (*Making Decision*).

e. Tahap *Nexus (Nexus Phase)*

Pada tahap ini dilakukan proses pengambilan intisari (konsep dasar) dari materi yang dipelajari, kemudian mengaplikasikannya pada konteks yang lain

(*dekontekstualisasi*), artinya masalah yang sama diberikan dalam konteks yang berbeda dimana memerlukan konsep pengetahuan yang sama untuk pemecahannya (Nentwig *et al.*, 2002). Tahap ini dilakukan agar pengetahuan yang diperoleh lebih aplikatif dan bermakna di luar konteks pembelajaran.

f. Tahap Evaluasi (*Evaluation Phase*)

Pada tahap ini dilakukan evaluasi pembelajaran secara keseluruhan yang berguna untuk menilai keberhasilan belajar siswa. Evaluasi dilakukan bukan hanya untuk menilai aspek pengetahuan saja, tetapi juga aspek keterampilan proses dan konteks aplikasi sains.

D. Penilaian Literasi Sains Dan Teknologi

Penilaian merupakan hal yang paling penting dalam proses pembelajaran. Hal ini juga penting ketika pencapaian literasi sains menjadi tujuan utama dalam pembelajaran. Program survei yang membantu penilaian literasi sains adalah PISA-OECD (Organization for Economic Co-operation and Development) yang berfokus pada pengetahuan praktis, menjawab pertanyaan secara ilmiah, mengidentifikasi bukti-bukti yang relevan, menilai kesimpulan dengan kritis, dan menghubungkan ide-ide ilmiah (Shwartz *et al.*, 2006).

Dalam Shwartz *et al.* (2006) mengungkapkan bahwa Bybee (1997) dan BSCS (1993) mengusulkan pertimbangan teori menyeluruh yang lebih cocok untuk penilaian literasi sains selama pembelajaran sains di sekolah, karena pada hakikatnya akan mempermudah dalam penyampaian tujuan instruksional.

Pertimbangan ini digunakan sebagai salah satu kerangka teori dalam pembelajaran saat ini. Pertimbangan ini mengusulkan untuk mengikuti tingkatan literasi sains:

1. *Scientific illiteracy*: Siswa tidak dapat menghubungkan atau merespon sebuah pertanyaan yang memerlukan alasan tentang sains. Siswa tidak mempunyai pembendaharaan kata, konsep, konteks, dan kemampuan kognitif untuk mengidentifikasi pertanyaan secara ilmiah.
2. *Nominal scientific literacy*. Siswa mengenal konsep yang berhubungan dengan sains, tetapi tingkatan pemahaman yang benar diindikasikan miskonsepsi.
3. *Functional scientific literacy*. Siswa dapat menerangkan sebuah konsep dengan benar, tetapi pemahamannya masih terbatas.
4. *Conceptual scientific literacy*. Siswa mengembangkan beberapa pemahaman dari skema konsep mata pelajaran dan menghubungkan skema tersebut dengan pemahaman sains siswa secara umum. Kemampuan prosedur dan pemahaman tentang proses penemuan sains dan teknologi termasuk juga dalam tingkatan literasi ini.
5. *Multidimensional scientific literacy*. Pandangan literasi sains menggabungkan pemahaman sains yang luas melebihi dari konsep mata pelajaran dan prosedur penyelidikan ilmiah. Siswa mengembangkan beberapa pemahaman dan penghargaan terhadap sains dan teknologi yang berhubungan dengan kehidupan sehari-hari. Khususnya mereka mulai membuat hubungan-hubungan antara sains, teknologi dan isu-isu di kehidupan masyarakat dalam mata pelajaran sains.

E. Tinjauan Materi Pembelajaran

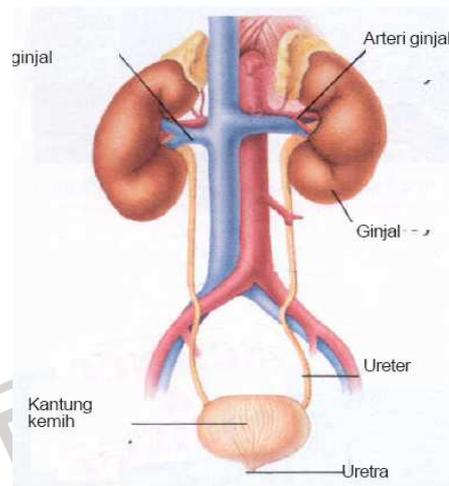
1. Konteks Utama Pembelajaran: Sistem Ekskresi Pada Ginjal Manusia

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 2.1). 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.

(Kuswanti *et al.*, 2008)

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. (kuswanti *et al.*, 2008).



Sumber: Daniel Lucy, 1995

Gambar 2.1 Susunan Sistem Urin Manusia
(Daniel Lucy dalam Kuswanti *et al.*, 2008)

Proses pembentukan urin :

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

a. 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. (www.freewebs.com, 2008)

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. (www.freewebs.com, 2008)

b. 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. (www.freewebs.com, 2008)

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. (www.freewebs.com, 2008)

c. 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. (www.freewebs.com, 2008)

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.

(www.freewebs.com, 2008)

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

2. Konten Pembelajaran (1): Pemisahan Campuran

Pada materi sebelumnya dijelaskan bahwa ginjal merupakan salah satu dari sistem ekskresi (sistem pengeluaran) pada manusia. Dimana ginjal berfungsi menyaring darah yang telah mengandung zat sisa metabolisme dari sel-sel tubuh. Dengan demikian darah merupakan salah satu dari contoh campuran. Campuran banyak ditemukan di alam, misalnya tanah, udara, minyak bumi, dan batu bara. Sebagian zat penyusun campuran sangat berguna bagi kita, sedangkan sebagian lagi merugikan. Zat-zat yang merugikan ini perlu dipisahkan dari penyusun yang berguna. Sebagai contoh, zat-zat pengotor perlu dipisahkan pada pengolahan air murni supaya layak dikonsumsi.

Proses pemisahan zat-zat penyusun dalam campuran tidak hanya untuk memisahkan zat yang merugikan. Pemisahan juga dilakukan berdasarkan manfaat

dari setiap zat penyusun. Zat-zat penyusun campuran dapat dipisahkan berdasarkan perbedaan sifat setiap zat. Contohnya perbedaan titik didih, kelarutan atau ukuran partikel. Metode atau cara yang digunakan bermacam-macam, misalnya dekantir, penyaringan, dan sentrifugasi.

Salah satu metode yang digunakan dalam proses pembentukan urin di dalam ginjal yaitu metode pemisahan campuran dengan penyaringan atau filtrasi. Proses penyaringan digunakan untuk memisahkan campuran yang zat penyusunnya cairan dan padatan. Bedanya ukuran padatan cukup kecil sehingga tidak mengendap di dasar cairan, tetapi tersebar pada cairan. Jika campuran sejenis ini diproses secara *dekantasi*, maka padatan dan cairan tidak terpisah dengan baik sehingga dilakukan penyaringan.

Penyaringan dilakukan dengan menuangkan campuran ke atas kertas saring dari sebuah corong gelas. Kertas saring akan menahan padatan yang lebih besar dari pada ukuran kertas saring. Padatan yang tertinggal pada kertas saring ini disebut residu. Sementara zat dengan ukuran partikel lebih kecil dari ukuran lubang saring akan lolos melalui kertas saring. Zat yang dapat melewati kertas saring ini disebut filtrat.

Selain menggunakan corong gelas, filtrasi dapat pula menggunakan corong Buchner. Corong Buchner memiliki lubang-lubang yang berukuran kecil. Kertas saring diletakan di atas lubang-lubang tersebut. Wadah tempat filtrat dihubungkan dengan selang karet ke sebuah pompa vakum. Ketika campuran dituangkan melewati corong Buchner, pompa vakum dinyalakan untuk menyedot udara dari wadah yang mengakibatkan tekanan udara dalam wadah menjadi turun dan cairan

yang disaring akan tersedot. Dengan cara ini maka penyaringan akan berjalan lebih cepat.

Metode penyaringan dapat digunakan untuk memisahkan pengotor yang terdapat dalam suatu cairan atau udara. Contohnya, pada penyejuk ruangan (AC). Pada AC terdapat filter (penyaring), fungsinya untuk menyaring udara kotor (debu atau asap) sehingga hanya udara bersih yang dihembuskan ke dalam ruangan. Sementara itu partikel-partikel debu akan menempel pada filter. Supaya dapat bekerja secara maksimal maka filter perlu dibersihkan secara berkala dari kotoran dan debu yang menempel. Filter tidak hanya terdapat pada AC, tetapi juga terdapat pada mobil yang berfungsi untuk menyaring udara yang akan masuk dalam bensin.

3. Konten Pembelajaran (2): Partikel Materi

Salah satu zat yang dikeluarkan oleh ginjal yaitu urin. Di dalam urin diantaranya mengandung air, urea, dan garam khususnya NaCl (natrium klorida). Seperti sudah dibahas di kelas VII, setiap zat mengandung partikel-partikel terkecil yang menyusun zat tersebut. Misalnya, butiran-butiran gula pasir yang terlihat oleh mata kita bukanlah partikel-partikel terkecil dari gula pasir tersebut. Partikel terkecil dari gula pasir tak dapat kita amati secara langsung dengan mata bahkan dengan bantuan mikroskop paling canggih sekalipun. Sampai saat ini, para ahli ilmu pengetahuan alam belum ada yang mengetahuinya. Namun, mereka telah berupaya mengembangkan beragam model dari bentuk partikel terkecil suatu zat berdasarkan data yang mereka kumpulkan. (www.scribd.com, 2008).

Setiap zat yang berbeda mengandung komposisi partikel terkecil yang berbeda pula. Misalnya, logam besi disusun oleh partikel-partikel terkecil yang berbeda dengan partikel-partikel terkecil yang menyusun kalsium. Contoh lainnya, air mengandung partikel-partikel terkecil yang berbeda dengan partikel-partikel terkecil yang menyusun garam dapur. Begitu banyak ragam partikel-partikel terkecil yang ada di alam sesuai dengan beragamnya zat yang ada di alam. Untuk mempermudah mempelajarinya, para ahli telah mengelompokkan partikel-partikel terkecil yang menyusun berbagai macam zat ke dalam tiga golongan, yaitu atom, molekul, dan ion. (www.scribd.com, 2008).

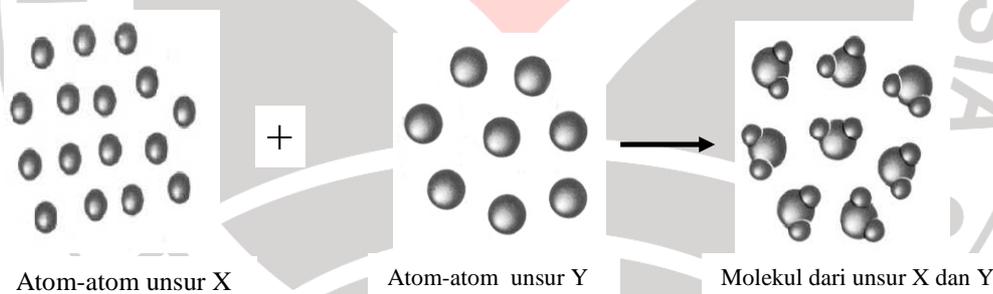
a. Atom

Keberadaan partikel terkecil yang menyusun materi, diajukan pertama kali oleh dua orang ahli filsafat Yunani, yaitu Leucippus dan Democritus sekitar 450 tahun sebelum Masehi. Kedua orang tersebut menyatakan bahwa semua materi disusun oleh partikel-partikel yang sangat kecil sekali dan tak dapat dibagi-bagi lagi yang disebut *atom*. Atom berasal dari bahasa Yunani, yakni *atomos* (*a* berarti tidak dan *tomos* berarti terbagi). (www.scribd.com, 2008).

Telah disinggung sebelumnya bahwa hingga saat ini manusia belum ada yang mampu melihat partikel terkecil dari zat secara langsung maupun dengan bantuan alat mikroskop tercanggih sekalipun. Dengan demikian, bentuk atom itu belum pernah ada yang mengetahuinya. Berdasarkan berbagai fenomena yang ada, John Dalton (1766–1844) yang merupakan seorang guru kimia dari Inggris, pada 1808 mengajukan pemikiran tentang partikel terkecil yang menyusun materi tersebut. (www.scribd.com, 2008).

Adapun intisari dari pemikiran John Dalton mengenai atom tersebut, yaitu:

- Setiap unsur terdiri atas partikel-partikel terkecil yang tak dapat dibagi-bagi lagi, disebut atom.
- Semua atom dari unsur yang sama memiliki ukuran dan massa yang sama. Atom-atom dari unsur yang berbeda memiliki massa yang berbeda pula (perhatikan Gambar 2.2). Dengan demikian, banyaknya macam atom sama dengan banyaknya macam unsur.
- Atom-atom tidak dapat dirusak. Atom-atom tidak dapat dimusnahkan atau diciptakan melalui reaksi kimia.
- Melalui reaksi kimia, atom-atom dari pereaksi akan memiliki susunan yang baru dan akan saling terikat satu sama lain dengan rasio atau perbandingan bilangan tertentu (perhatikan Gambar 2.2).



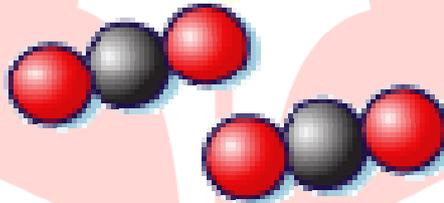
Gambar 2.2 Penggambaran Partikel pada Reaksi antara Atom X dengan Atom Y membentuk suatu Molekul X_2Y

(www.scribd.com, 2008)

Pemikiran dari Dalton mengenai atom di atas dikenal dengan istilah model atom Dalton. Berdasarkan pemikiran Dalton mengenai atom tersebut maka dapat dikatakan bahwa beragam (ribuan bahkan sampai jutaan) zat-zat yang ada di alam sebenarnya berasal dari partikel-partikel terkecil unsur (atom) yang jumlahnya

relatif sangat sedikit (lihat jumlah macam unsur yang terdapat dalam sistem periodik unsur). (www.scribd.com, 2008).

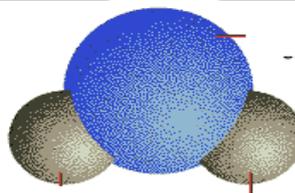
Dalam gambar-gambar yang terdapat dalam buku-buku kimia seringkali atom dari unsur yang berbeda diberi warna yang berbeda. Misalnya, warna atom karbon diberi warna hitam sementara atom oksigen diberi warna merah, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.3. Pewarnaan ini bukanlah warna dari atom itu sendiri. Pewarnaan yang berbeda hanya untuk menunjukkan bahwa atom tersebut berasal dari unsur yang berbeda. (www.scribd.com, 2008).



Gambar 2.3 Model Molekul Karbon Dioksida (CO_2)

(www.scribd.com, 2008)

Atom hidrogen dan atom oksigen merupakan jenis atom yang berbeda sehingga untuk membedakannya, model atom-atom tersebut diberi warna atau besarnya dibedakan.



Gambar 2.4 Model Molekul Air (H_2O)

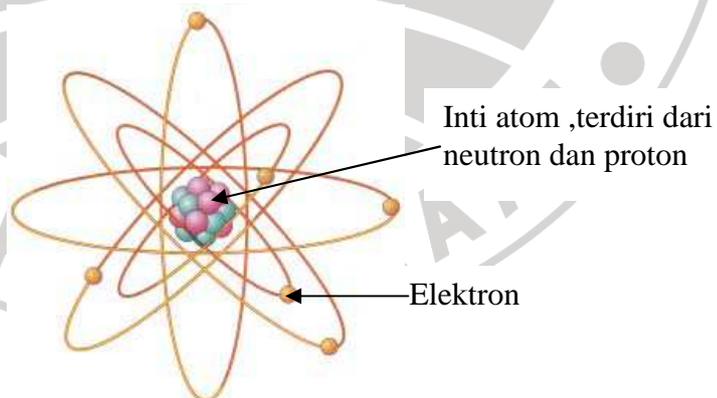
(www.scribd.com, 2008).

Struktur atom

Pada perkembangan selanjutnya, ditemukan beberapa fakta yang tidak dapat dijelaskan oleh teori atom Dalton, antara lain:

1. Tidak dapat menjelaskan sifat listrik materi.
2. Tidak dapat menjelaskan daya gabung atom-atom

Misalnya, mengapa satu atom oksigen dapat bergabung dengan dua atom hidrogen membentuk air. Menurut hasil eksperimen Rutherford, di dalam atom masih terdapat partikel-partikel yang lebih kecil. Atom mempunyai inti yang bermuatan positif, dikelilingi elektron yang bermuatan negatif. Ada dua jenis partikel yang terdapat pada inti atom, yaitu proton dan neutron. Massa sebuah proton kurang lebih sama dengan massa satu neutron. Massa elektron kurang lebih $1/2000$ massa sebuah proton. Massa elektron tersebut sedemikian kecil sehingga massa itu dapat diabaikan pada saat menghitung massa sebuah atom. (Kuswanti *et al.*, 2008).



Gambar 2.5 Bagian-Bagian Sebuah Atom
(Kuswanti *et al.*, 2008)

Neutron adalah netral, artinya neutron tidak mempunyai muatan. Proton mempunyai muatan positif. Besar muatan positif pada proton sama dengan besar

muatan negatif pada sebuah elektron (lihat tabel 2.3). Meskipun atom tersusun dari partikel-partikel lebih kecil, akan tetapi partikel tersebut tidak memiliki sifat seperti unsur yang dibentuknya. Sehingga para ilmuwan masih menganggap atom sebagai pembentuk bangun dasar zat atau benda. (Kuswanti *et al.*, 2008)

Tabel 2.3 Perbandingan Partikel dalam Atom

Perbandingan partikel-partikel dalam sebuah atom			
Partikel	Massa relatif	Muatan	Letak didalam atom
Proton	1	1+	Bagian inti atom
Netron	1	Tidak bermuatan	Bagian inti atom
Elektron	0	1-	Bergerak mengelilingi atom

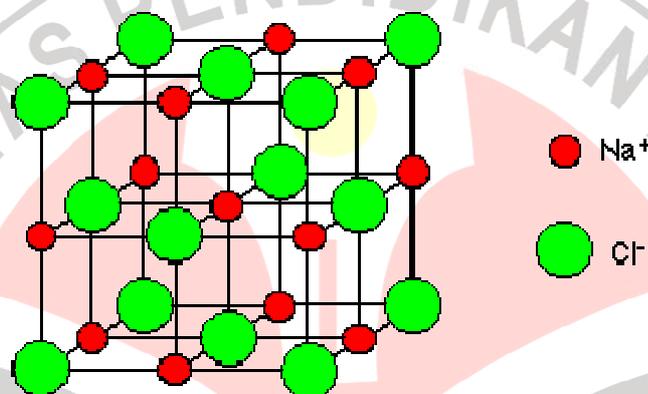
(Kuswanti *et al.*, 2008)

b. Ion

Pada awal abad ke-19, Dalton mengungkapkan bahwa partikel terkecil dari materi adalah atom. Kemudian pada pertengahan abad ke-19, banyak hasil penelitian yang menunjukkan bahwa banyak zat tidak disusun oleh atom melainkan oleh partikel-partikel bermuatan yang disebut *ion*. Ukuran partikel ini adalah sekitar ukuran atom dan molekul. Contoh: orang sudah mengenal bahwa lelehan garam dan larutan garam dalam air dapat menghantarkan listrik. Dalam peristiwa tersebut, muatan listrik mengalir dengan cara yang berbeda dibandingkan dalam logam. Dalam logam, muatan listrik dibawa oleh elektron. Sebaliknya, dalam lelehan garam atau larutan garam dalam air, muatan listrik dibawa oleh ion-ion (ion positif dan negatif). (www.scribd.com, 2008).

Zat-zat yang tersusun atas ion memiliki muatan listrik netral. Hal ini disebabkan oleh jumlah muatan positif dan negatif pada zat tersebut sama. Contoh: natrium klorida (NaCl) tersusun atas ion natrium yang bermuatan positif

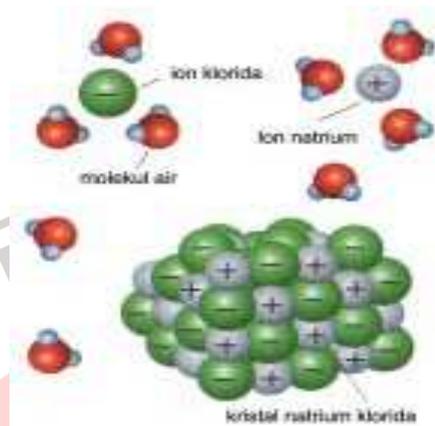
satu dan ion klor yang bermuatan negatif satu dalam perbandingan 1 : 1. Antara ion-ion positif dan negatif yang menyusun suatu garam saling tarik-menarik satu dengan lainnya membentuk kisi kristal. Kisi kristal ini beragam jenisnya, bergantung pada macam perbandingan ukuran ion positif dan negatif yang berikatan. Berikut ini digambarkan salah satu model kisi kristal dari senyawa garam dapur atau natrium klorida (NaCl). (www.scribd.com, 2008).



Gambar 2.6 Model Kisi Kristal NaCl
(www.scribd.com, 2008).

Pada Gambar 2.6 terlihat bahwa satu ion natrium dikelilingi oleh enam ion klor. Sebaliknya, satu ion klor dikelilingi oleh enam ion natrium. Keteraturan ini dimiliki oleh setiap ion natrium dan ion klor. Dengan demikian, kedua ion tersebut tidak membentuk molekul melainkan membentuk suatu kisi kristal. Tiap-tiap ion tetap berada pada tempatnya. Ini bisa menjelaskan mengapa padatan garam dapur tidak dapat menghantarkan arus listrik, sedangkan lelehannya dapat menghantarkan arus listrik. Ketika natrium klorida (NaCl) dilarutkan dalam air maka kisi kristal NaCl akan terurai membentuk ion natrium dan ion klor. Kedua

ion tersebut akan berinteraksi dengan molekul air, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.7. (www.scribd.com, 2008).



Gambar 2.7 Model Pelarutan Garam NaCl dalam Air
(Kuswanti *et al.*, 2008)

Dengan demikian, ion akan terbentuk ketika suatu atom melepas atau menerima elektron. Jika atom menerima elektron, maka akan berubah menjadi ion negatif (anion). Sebaliknya jika atom melepaskan elektron, maka akan berubah menjadi ion positif (kation) (www.scribd.com, 2008). Tabel 2.4 menunjukkan contoh atom dan ion.

Tabel 2.4 Contoh Beberapa Ion

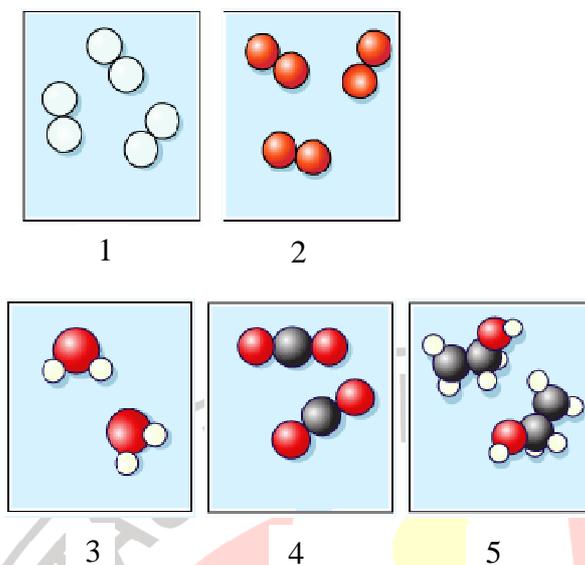
Nama Atom	Lambang Atom	Lambang Ion
Natrium	Na	Na ⁺
Kalium	K	K ⁺
Magnesium	Mg	Mg ²⁺
Calcium	Ca	Ca ²⁺
Aluminium	Al	Al ³⁺
Klorida	Cl	Cl ⁻
Sulfur	S	S ²⁻
Oksigen	O	O ²⁻

(Kuswanti *et al.*, 2008)

c. Molekul

Banyak partikel terkecil dari suatu zat di alam yang bukan atom, melainkan gabungan dari dua atau lebih atom unsur, baik dari unsur yang sama maupun berbeda. Gabungan dua atom atau lebih yang berasal dari unsur yang sama atau berbeda disebut *molekul*. Jika atomnya berasal dari unsur yang sama maka molekul tersebut disebut *molekul unsur*. Jika suatu molekul tersusun atas dua atau lebih atom dari unsur yang berbeda maka disebut *molekul senyawa*. Tidak seperti unsur logam yang partikel-partikel terkecilnya tersusun atas atom, partikel-partikel terkecil dari unsur-unsur bukan logam dapat berupa atom maupun molekul. Unsur-unsur golongan gas mulia (VIIIA) tersusun atas partikel terkecil kelompok atom. Adapun unsur-unsur golongan halogen (VIIA) tersusun atas molekul unsur. (www.scribd.com, 2008).

Contoh molekul unsur ditunjukkan pada gambar 2.8 nomor 1 dan 2. Dari gambar tersebut terlihat bahwa molekul tersebut tersusun atas dua atom unsur yang sama. Sedangkan contoh molekul senyawa ditunjukkan pada gambar 2.8 nomor 3, 4, dan 5. Dari gambar tersebut terlihat bahwa molekul tersebut tersusun atas dua atom unsur yang berbeda.



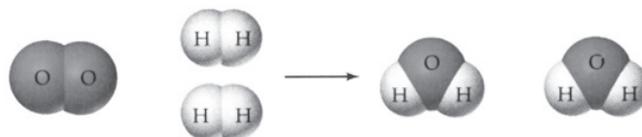
Gambar 2.8 Contoh Molekul Unsur (1 dan 2) dan Molekul Senyawa (3, 4, dan 5)

Contoh molekul unsur yang sering ditemukan dalam kehidupan sehari-hari adalah gas hidrogen yang dibentuk oleh atom unsur hidrogen. Dua atom unsur hidrogen membentuk molekul unsur diatomik (disusun oleh dua atom) dengan rumus kimia H_2 . Selain unsur-unsur golongan halogen, unsur oksigen, dan unsur hidrogen, unsur nitrogen juga tersusun atas molekul diatomik dengan rumus molekul N_2 .

Selain mampu membentuk molekul diatomik, beberapa unsur bukan logam juga mampu membentuk molekul poliatomik (molekul unsur yang tersusun atas tiga buah atau lebih atom). Misalnya, ozon (O_3) merupakan molekul yang tersusun atas tiga buah atom unsur oksigen. Adapun belerang mampu membentuk molekul unsur yang tersusun atas 8 atom belerang (S_8).

Sedangkan contoh molekul senyawa yang sering ditemukan dalam kehidupan sehari-hari adalah air. Air yang biasa kita minum mengandung partikel-partikel terkecil yang disebut molekul air. Molekul air ini tersusun atas

dua atom unsur hidrogen dan satu atom unsur oksigen (rumus H_2O). Karena molekul air tersusun dari atom-atom unsur yang berbeda maka molekul air termasuk molekul senyawa. Molekul air dapat dihasilkan dari reaksi antara molekul unsur hidrogen dan molekul unsur oksigen.



Gambar 2.9 Penggambaran Reaksi antara Molekul Oksigen dengan Dua Molekul Hidrogen membentuk Dua Molekul Air (www.scribd.com, 2008).

Pada gambar 2.9, terlihat bahwa molekul unsur hidrogen bereaksi dengan molekul unsur oksigen membentuk molekul air. Tiap molekul unsur oksigen akan bereaksi dengan dua molekul unsur hidrogen membentuk 2 molekul air. Jika satu molekul oksigen memerlukan dua molekul unsur hidrogen agar bereaksi sempurna membentuk 2 molekul senyawa air maka 2 molekul unsur oksigen memerlukan 4 molekul unsur hidrogen agar bereaksi sempurna membentuk 4 molekul air. (www.scribd.com, 2008).

Pada reaksi tersebut terlihat bahwa dalam reaksi kimia semua atom akan bereaksi. Jumlah atom H dan O di sebelah kanan sama dengan jumlah atom H dan O di sebelah kiri. Perbedaannya, yaitu masing-masing atom yang di sebelah kiri berikatan dengan atom dari unsur yang sama, sedangkan di sebelah kanan sudah berikatan dengan atom dari unsur lain membentuk molekul senyawa. (www.scribd.com, 2008).

Jumlah atom pada suatu reaksi akan tetap sehingga fenomena adanya Hukum Kekekalan Massa (jumlah massa zat-zat yang bereaksi sama dengan

jumlah massa zat-zat hasil reaksi) dapat dipahami. Selain zat-zat yang telah disebutkan di atas, masih banyak zat-zat di sekitar kita yang partikel terkecilnya berupa molekul. Contohnya adalah gula putih ($C_{12}H_{22}O_{11}$) yaitu zat yang biasa menjadi campuran untuk membuat kopi. Contoh lainnya adalah gas karbon monoksida (CO) dan etanol (C_2H_5OH). Karbon monoksida adalah gas yang dapat meracuni darah kita sehingga menimbulkan kematian. Adapun etanol yaitu zat yang bisa dipakai untuk berbagai keperluan, seperti sterilisasi, campuran minuman keras, dan bahan bakar. Semua zat tersebut tersusun atas partikel-partikel terkecil materi yang disebut molekul. (www.scribd.com, 2008).

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 yang berhubungan dengan penurunan fungsi organ yaitu hipertensi (tekanan darah tinggi). 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 (Meikemayasari, 2008).

Beberapa kategori klasifikasi tekanan darah ditunjukkan pada table 2.5.

Tabel 2.5 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

Namun yang perlu diwaspadai, hipertensi saat ini tidak hanya masalah bagi kaum lanjut usia tapi sudah mulai dikeluhkan oleh orang dengan usia lebih muda. Berdasarkan hal tersebut, 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 didalamnya. Jadi, pada hipertensi tidak hanya asupan garam dapur saja yang dibatasi, tetapi juga semua bahan makanan sumber natrium (Meikemayasari, 2008). Dibawah ini beberapa contoh makanan yang mengandung natrium, yaitu diantaranya:

- Setiap 1 gram garam dapur mengandung 400 mg natrium. Apabila dikonversikan ke dalam ukuran rumah tangga 4 gram garam dapur setara dengan ½ 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, taucu, 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.

(Meikemayasari, 2008)

Di atas sudah dijelaskan mengenai salah satu yang harus dibatasi bagi penderita hipertensi. Bagi penderita hipertensi dianjurkan untuk mengkonsumsi makanan yang mengandung tinggi kalium. Kalium berfungsi sebagai diuretik sehingga pengeluaran natrium cairan meningkat, hal tersebut dapat membantu menurunkan tensi darah. (Meikemayasari, 2008)

Bahan makanan yang mengandung tinggi kalium yaitu buah dan sayur. Kandungan kalium tinggi antara lain terdapat pada air kelapa, pisang, alpukat, tomat, nangka, dan lain-lain. Berikut kandungan kalium beberapa bahan makanan (dalam mg/100 gram bahan makanan) antara lain :

Tabel 2.6 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

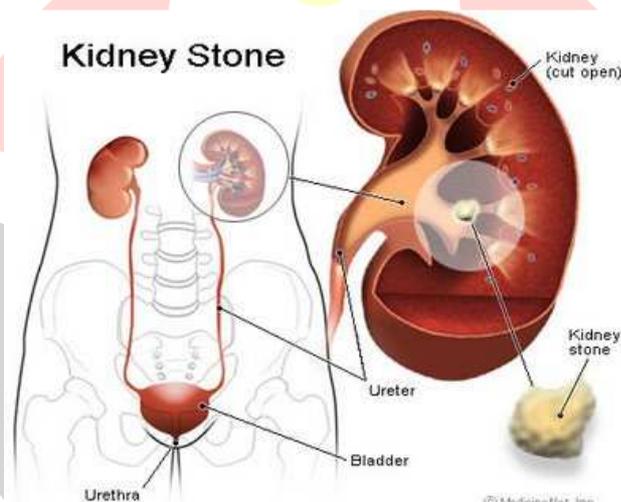
(Meikemayasari, 2008)

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. (Meikemayasari, 2008)

Hubungan antara kalium dengan ginjal 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.

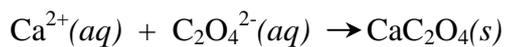
b. Penyakit gagal ginjal kronis

Penyakit gagal ginjal kronis adalah penyakit hilangnya fungsi dari sebagian nefron satu persatu secara bertahap. Hilangnya fungsi nefron ini disebabkan oleh gangguan atau perubahan keadaan di dalam ginjal. Salah satunya adalah penyakit batu ginjal yang disebabkan oleh adanya batu di dalam ginjal. Batu ini terbentuk karena tingginya kandungan partikel yang dapat berpotensi bereaksi membentuk suatu endapan dan selanjutnya mengeras dan membesar seperti batu. Pada gambar 2.10 mengikhtisarkan pembentukan batu ginjal.

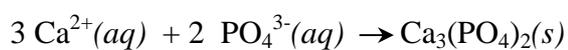


Gambar 2.10 Pembentukan Batu Ginjal

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



(endapan putih)



(endapan putih)

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, serta ion fosfat banyak terdapat dalam minuman bersoda.

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.

c. Ion Fosfat dalam Tubuh

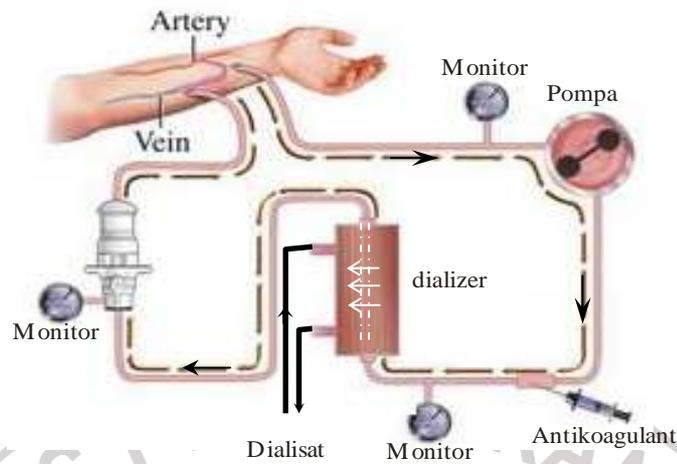
Fosfat (PO_4^{3-}) dalam tubuh kita mempunyai peran penting dalam kelangsungan hidup kita. Sumber fosfat yang penting ialah susu, keju, telur, daging, ikan, sereal, dan sayur. Ion fosfat dalam tubuh sering dijumpai dalam ATP, asam nukleat, membran, protein, dan berbagai enzim. Keberadaan ion fosfat bisa 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 makanan yang mengandung fosfat dan mengurangi penyerapan fosfat dari saluran pencernaan.

d. 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 ke tahun terus meningkat. Pada gambar 2.11 menunjukkan proses cuci darah pada penderita gagal ginjal.



Gambar 2.11 Proses Cuci Darah

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 ditambahkan antikoagulan untuk menjadi agar tidak terjadi penggumpalan darah. Sistem monitoring setiap mesin HD sangat penting untuk menjamin efektifitas proses dialisis dan keselamatan penderita.

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

Seperti halnya manusia, tanaman pun 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.



Gambar 2.12 Proses Penyerapan Air dan Ion-Ion oleh Akar

Pada gambar 2.12 menunjukkan proses penyerapan air dan ion-ion oleh akar. Penyerapan air yang pertama terjadi di dinding sel yang di dalamnya terdapat protoplasma dan vakuola. Vakuola ini dilapisi oleh lapisan protoplasma yang bersifat semipermeabel. Cairan protoplasma merupakan cairan yang hipertonic(konsentrasi tinggi) dibandingkan dengan cairan di sekelilingnya. Air tanah dapat masuk ke dalam vakuola melalui lapisan protoplasma.

