

BAB

LIMA

BAB LIMA

PENGALIRAN ILMU DARI TAMADUN ISLAM ANDALUS KE EROPAH PADA ZAMAN PERTENGAHAN

5.1 Pengenalan

Pengaliran ilmu daripada tamadun Islam Andalus ke Eropah ini berlaku serentak dengan kegiatan penterjemahan di Andalus seperti yang dibincangkan dalam bab sebelum ini. Pengaliran ilmu ini berlaku apabila sarjana Barat yang datang ke Andalus ini membawa pulang ke negara asal mereka sama ada hasil terjemahan daripada bahasa Arab mahupun hasil-hasil karya sarjana Islam yang asal. Walau bagaimanapun, tidak semua sarjana Barat kini mengakui dan mengiktiraf sumbangan para sarjana Islam terdahulu dan beranggapan bahawa sarjana Islam Andalus hanyalah sebagai tali pengangkut yang mengangkut ilmu daripada tamadun-tamadun lain .

Justeru, dalam bab kelima ini, penulis akan membincangkan secara lebih khusus bidang ilmu pengetahuan terutamanya ilmu sains tulen, falsafah serta bidang teknologi yang diteroka dan dikembangkan oleh para sarjana Islam terdahulu sehingga ilmu ini tersebar ke seluruh Eropah melalui perantaraan sarjana Barat. Pengaliran ilmu ini jelas berlaku dengan adanya bukti penggunaan teks-teks asal sarjana Islam sebagai rujukan utama di universiti-universiti di seluruh Eropah.

5.2 Ilmu Dalam Bidang Sains Tulen

Pada zaman awal pertumbuhan ilmu sains tulen, bidang ilmu yang mula-mula sekali menarik minat dan perasaan ingin tahu di kalangan sarjana Islam ialah ilmu astronomi dan ilmu matematik. Serentak dengan hasrat inilah, maka sarjana Islam melakukan penerokaan dan mengkaji al-Quran serta mengubahsuai ilmu dari tamadun Yunani dan tamadun lain. Sarjana Islam kemudiannya mempraktikkan dan memberikan tumpuan yang sepenuhnya kepada bidang sains tulen ini. Selain ilmu astronomi dan matematik, sarjana Islam juga mempelopori dan mengembangkan bidang yang lain seperti ilmu perubatan, kimia, fizik, botani dan zoologi. Seyyed Hossein Nasr menyatakan bahawa;

Islamic science came into being from a wedding between the spirit that issued from the quranic revelation and the existing sciences of various civilizations which Islam inherited and which it transmuted through its spiritual power into a new substance, at once different from and continuous with what had existed before it. The international and cosmopolitan nature of Islamic civilization, derived from the universal character of the Islamic revelation and reflected in the geographical spread of the Islamic world (dar al-Islam), enabled it to create the first science of a truly international nature in human history (Seyyed Hossein Nasr, 1976: 9).

Selain itu, menurut Amir Hasan Siddiqi;

The most important contribution of Muslims in the history of science was the introduction of the inductive method, the method of observation and experiment which was not known to the Greeks and which the Muslims passed on to Europe during the middle ages and which now forms the foundation of modern science (Amir Hasan Siddiqi, 1967: 24).

Peringkat awal pertumbuhan ilmu sains tulen ini bermula di pusat-pusat tamadun Islam di sebelah Timur dan berkembang maju di pusat tamadun Islam Andalus. Dari pusat tamadun Islam Andalus inilah pengaruh ilmu pengetahuan Islam

tersebar ke seluruh Eropah Barat pada abad ke 10 M sehingga akhir abad ke 13 M.

5.2.1 Ilmu Astronomi

Ilmu astronomi atau ilmu falak merupakan cabang ilmu sains yang paling awal diteroka dan dikuasai oleh para sarjana Islam di Timur. Ilmu astronomi merupakan ilmu sains yang paling berkembang maju dalam sejarah ilmu sains Islam. Bidang astronomi ini penting kepada umat Islam untuk menentukan arah kiblat sembahyang, kiraan falak menentukan bulan puasa, digunakan dalam bidang pelayaran dan sebagainya.

Salah seorang ahli astronomi Islam yang terawal ialah Abu Ja'far Muhamad ibn Musa Al-Khwarizmi. Beliau ialah sarjana Islam pertama yang berjaya menyiapkan sebuah takwim atau zij yang digunakan untuk meramal kedudukan planet dan bintang (Salma Khadra Jayyusi, 1992: 960). Takwim yang berjudul *Zij al-Sindhind* ini adalah berdasarkan kepada Siddhanta Hindu. Beliau juga menulis karangan tentang alat astrolab Yunani. Walaupun alat astrolab pertama dicipta oleh orang Yunani, namun pada Zaman Islam, alat ini telah diubah suai sepenuhnya dan sehingga hari ini terus dikenali sebagai ciptaan asli orang-orang Islam pada zaman tersebut. Jadual astronomi yang dibina oleh Al-Khwarizmi dan ditulis semula oleh Maslama ibn Ahmad di Madrid pada abad ke 10 M, telah diterjemah ke dalam bahasa Latin pertama kali oleh Adelard of Bath, diikuti oleh Herman dan Robert of Chester kemudiannya (Mehdi Khan Nakosteen, 1964: 191).

Jadual falak orang Islam mempunyai kedudukan yang tinggi berbanding dengan jadual orang Yahudi dan India. Kedua-dua jadual ini tidak dipakai lagi setelah jadual falak orang Islam mula mendapat tempat di kalangan masyarakat Timur dan Barat. Copernicus dikatakan mendapat idea daripada kebijaksaan ahli falak Islam. Misalnya buku beliau yang bertajuk *De Revolutionibus Orbium Coelestium*, beliau mendapat idea daripada buku-buku Al-Zarqali dan Albatanius.

Al-Battani atau nama penuhnya Abul Abdullah Al-Battani (858-929 M) dianggap sebagai ahli astronomi Islam yang paling terkenal dan unggul kerana sumbangannya yang begitu besar dalam bidang ini. Sumbangan terbesar beliau dapat dilihat melalui karya taqwim yang bertajuk *Kitab al-zij*. Kitab ini ialah sebuah penulisan kritis yang membetulkan kesilapan-kesilapan yang terdapat dalam taqwim-taqwim lain pada zaman tersebut. Selain itu, beliau juga turut memperkenalkan kaedah pengiraan astronomi secara trigonometri dengan menggunakan fungsi sinus dan kosinus. Kaedah ini dikatakan lebih baik berbanding dengan kaedah Yunani yang menggunakan kaedah perentas. Kaedah pengiraan yang diperkenalkan oleh beliau ini telah diikuti oleh ahli astronomi Eropah pada abad ke 17 M seperti Copernicus, Kepler, Tycho Brahe dan Galileo.

Kemampuan Al-Battani membuat cerapan dengan tepat juga dianggap sebagai kejayaan besar sarjana Islam dalam bidang astronomi. Selain itu, Al-Battani juga menemui pergerakan liukan apsis syamsi. Mengikut pengiraan beliau, liukan ini mempunyai nilai sebanyak $54.5''$ setahun dan ekliptik condong $23^\circ 35''$. Jadual astronomi beliau yang terpenting telah diterjemah ke dalam bahasa Latin oleh Plato of Tivoli dengan tajuk *De Scientia Stellarum* (Ilmu Sains Bintang) pada tahun 1145

M dan Robert of Chester pada tahun 1149 M. Karya ini kemudiannya diterjemah pula oleh Alfonso X dan terus dijadikan rujukan oleh sarjana Barat sehingga Eropah mencapai Zaman Renaissance (Wan Fuad Wan Hassan, 2000: 173).

Antara ahli astronomi Islam yang lain ialah Abu Sahl Al-Kuhi dan Abd Al-Rahman Al-Sufi (903-986 M). Karya Abd Rahman telah diterjemah ke dalam bahasa Inggeris dengan tajuknya *Figures of Stars* (rajah-rajab Bintang). Karya Abd Rahman ini dianggap oleh George Sarton sebagai sebuah karya astronomi cerapan yang paling agung dalam sejarah astronomi Islam. Karya yang mengandungi peta bintang-bintang tetap dengan rajah ini telah digunakan secara meluas di seluruh Eropah dan dianggap sebagai karya yang tercantik dan kemas pada zaman tersebut.

Kegemilangan ilmu astronomi Islam mencapai kemuncaknya pada abad ke 11 M apabila muncul lebih ramai lagi ahli astronomi Islam yang terkenal seperti Al-Biruni, Ibn Yunus dan Al-Zarqali. Jadual astronomi yang dihasilkan oleh Al-Zarqali berjudul *Saphae Arzachelis* yang pernah digunakan di Andalus pada permulaan abad ke 12 M mula tersebar ke dunia Latin setelah Jacob ben Maher dan John of Brescia menterjemah jadual tersebut ke dalam bahasa Latin pada tahun 1263 M (Mehdi Khan Nakosteen, 1964: 191). Karangan-karangan astronomi lain yang diterjemah ke dalam bahasa Latin termasuklah kitab *Al-Hajah* oleh Al-Jabir yang diterjemah oleh Gerald of Cremona dan terjemahan ini pernah disiarkan pada tahun 1534 M, karya Abu Bakr (Albubather) Al-Qabisi (Alqabitius), Al-Battani (AlBategnius) dan Al-Farghani (Alfraganus).

Ilmu astronomi yang wujud pada Zaman Pertengahan hanyalah peringkat permulaan sahaja dan tidak dapat dibezakan daripada astrologi. Bermula pada abad ke 13 M, barulah muncul sarjana-sarjana Eropah yang mengembangkan ilmu astronomi Islam ini. Ilmu astronomi berkembang di Eropah atas hasil usaha Maharaja Alfonso the Wise (1223-1284 M) dari Castile. Alfonso telah menubuhkan sebuah pasukan khas terdiri daripada sarjana Yahudi ditugaskan membina sebuah takwim yang dikenali sebagai *Takwim Alfonso*. Takwim yang berdasarkan idea-idea takwim Islam ini mendapat perhatian meluas di Eropah (Wan Fuad Wan Hassan, 1996: 218).

Ahli astronomi Islam juga membawa banyak pembaharuan dalam bidang ini terutamanya dalam peralatan astronomi. Sarjana Islam telah mereka semula bentuk astrolab yang pernah direka oleh sarjana Yunani dahulu. Terdapat tiga jenis astrolab dicipta oleh sarjana Islam iaitu jenis satah, memanjang dan sfera. Astrolab jenis satah dikatakan paling banyak digunakan dan lebih popular di kalangan ahli astronomi berbanding dengan yang lain. Astrolab jenis memanjang dikenali juga dengan nama *staf al-Tusi* sempena nama Muzaffar Sharaf al-Din al-Tusi yang digunakan untuk mengukur jarak dan sudut. Sehingga kini, astrolab jenis sfera masih tersimpan di Universiti Oxford.

Selain ketiga-tiga jenis astrolab ini, terdapat beberapa lagi peralatan astronomi yang dicipta oleh ahli astronomi Islam iaitu *Torquetum* dan *Glob samawi*. *Torquetum* ini dicipta oleh sarjana Islam Andalus bernama Jabir bin Aflah. Alat ini ialah sejenis alat serba guna yang berbentuk seperti tongkat bertali dan boleh digunakan dalam ilmu fizik dan matematik untuk mengukur jarak dan susut. Manakala *Glob samawi* pula dicipta oleh Muhammad ibn al-Urdi (1279 M) sebelum abad ke 14 M.

Selain itu, sarjana Islam juga memperkenalkan konsep balai cerap, asturlab serta pengkatalogan bintang. Balai cerap pertama yang dibina di Maraghah, selatan Tabriz (Andalus) pada tahun 1259 M di bawah kawalan sarjana Islam bernama Al-Tusi telah menjadi contoh kepada penubuhan balai cerap di Eropah (Shaharir Mohamad Zain, 2000: 149).

Sehingga kini kesan peninggalan ilmu astronomi Islam dapat dilihat melalui istilah-istilah moden yang berasal daripada bahasa Arab. Antara perkataan tersebut ialah *almanac* daripada *almunakh* , *azimuth* daripada *as-sumut*, *alidade* daripada *al-idaah*, *nadir* daripada *nazir* dan *zenith* daripada *as-samt*, nama-nama bintang seperti *Acrab* (‘*aqrab*, kala), *Algedi* (*al-jadi*, anak kambing), *Altair* (*al-ta’ir*, penerbang), *Denab* (*dhanab*, ekor) dan *Pherhad* (*fargad*, anak lembu) (Wan Fuad Wan Hassan, 1996: 177). *Algol* (*Al-Ghul*), *Betelgeaux*, *Fomalhaut* (*Fam al-hut*) dan *Rigel* serta *Vega* (*Wagi*) (Shaharir Mohamad Zain, 2000: 149; L.W.H. Hull, 1959: 116; Charles Singer, 1972 (1959): 161; Amir Hasan Siddiqi, 1967: 64).

5.2.2 Ilmu Matematik

Ilmu matematik merupakan satu lagi cabang ilmu sains yang sangat popular di kalangan sarjana Islam. Kebijaksanaan dan kebolehan para sarjana Islam dalam bidang matematik ini tidak dapat ditandingi oleh mana-mana sarjana pada zaman tersebut. Walau bagaimanapun, ilmu matematik Islam yang dipelopori oleh sarjana Islam di Timur dan berkembang maju di Andalus ini akhirnya tersebar ke seluruh Eropah pada Zaman Pertengahan. Pengaliran ilmu matematik ke Eropah mula

berlaku pada abad ke 10 M apabila sarjana Barat datang ke Andalus dan memperkenalkan ilmu matematik ini ke Eropah.

Bidang ilmu matematik yang diperkenalkan oleh orang Islam terdiri daripada sistem angka , ilmu aljabar (algebra) dan ilmu trigonometri. Sistem angka seperti 1,2,3,4,5,6,7,8 dan 9 yang digunakan pada hari ini dikenali sebagai *angka Muslim* atau *Arabic Numeral* oleh orang Eropah pada Zaman Pertengahan. Sistem *angka Muslim* ini ialah sejenis sistem angka yang bersandarkan kepada kedudukan dan bersimbol sifar (Shaharir Mohamad Zain, 2000: 107). Pada dasarnya, sistem angka Muslim ini berasal daripada sistem angka Hindu. Walau bagaimanapun, sistem angka Hindu yang primitif ini kemudiannya diubah dan diberi taraf baru oleh sarjana Muslim berketurunan Parsi, Iran dan Uzbekistan bernama Abu Musa bin Muhamad Al-Khwarizmi (780-859 M). Al-Khwarizmi telah menaikkan taraf sistem angka ini dengan menambahkan angka sifar dan memperkenalkan cara operasi matematik yang lebih mudah (R.M. Savory, 1976: 122; S.I. Poeradisastra, 1981: 27). Manakala simbol angka sifar atau zero ini dicipta oleh Mohammad Ben Ahmad pada tahun 976 M (Haidar Bammate, 1981: 24).

Penciptaan simbol ini memberi pembaharuan yang besar dalam bidang matematik tetapi tidak digunakan di Eropah sehingga pada abad ke 13 M. Cara operasi matematik yang mudah seperti tolak, tambah, darab dan bahagi menjadikan sistem angka Muslim ini jauh lebih baik berbanding angka Romawi dan angka Latin yang digunakan di negara-negara Kristian ketika itu. Sistem angka Muslim ini dikatakan lebih praktikal untuk kegunaan sains. Oleh itu, sistem angka ini layak dipanggil angka Muslim dan tidak ada kaitan dengan angka Hindu lagi.

Sistem angka Muslim ini kemudiannya tersebar ke seluruh negara Islam dan dikenali dengan berbagai-bagai nama termasuklah *masroqah* di Timur dan *al-argam al-hindiyah* di Baghdad. Setelah tiba kepada orang Islam di wilayah Barat, orang-orang Islam Andalus menyebut angka-angka ini dengan nama angka *al-argam ghubariah* iaitu angka debu kerana pengiraannya dibuat di atas debu tanah atau pada sekeping papan berdebu. Daripada angka-angka inilah angka moden yang kita gunakan pada hari ini dihasilkan (Wan Fuad Wan Hassan, 1996: 221).

Sarjana Eropah yang pertama sekali membawa angka Muslim ini ke Eropah ialah Gerbert Aurillac (Norman Daniel, 1975: 263). Di Eropah, angka Muslim ini dikenali sebagai sembilan angka aksara tanpa sifar . Walau bagaimanapun, angka Muslim yang diperkenalkan oleh beliau tidak dapat diterima di Barat sehinggalah pada pertengahan abad ke 13 M apabila buku yang mengandungi angka Muslim ini diterjemah ke dalam bahasa Latin. Buku pertama mengandungi sistem angka Muslim ini ialah ‘ *al-Jam’ wal-tafriq bi hisab al-hind* ’ (Tolak Tambah dalam Ilmu Hisab Hindu) (Wan Fuad Wan Hassan, 1996: 153). Walau bagaimanapun, Shaharir Mohamad Zain menyatakan bahawa sistem angka Muslim ini pertama kali muncul dalam buku Al-Khwarizmi bertajuk ‘ *Al-Kitabi Fi Mukthasar Fi Hisabi Al-jabru Wal Muqabala* ’ yang diterbitkan pada tahun 820 M (Shaharir Mohamad Zain, 2000: 108).

Adelard of Bath ialah orang yang bertanggungjawab menterjemah kitab Al-Khwarizmi mengenai teori India dalam ilmu pengiraan (hitung) dan statistik. Selain ilmu pengiraan, beliau juga membawa sistem *angka Muslim* ke Eropah. Karya terjemahan beliau membawa pengaruh yang besar kepada perkembangan ilmu

matematik di Eropah pada Zaman Pertengahan (Wan Fuad Wan Hassan, 1996: 153).

Menjelang abad ke 13 M dan 14 M, sistem *angka Muslim* atau *Arabic Numerals* ini tersebar ke wilayah Barat dengan penggunaan takulan (*almanack*) dan kalender. Kedua-dua almanak atau kalender ini digunakan untuk menentukan tarikh hari Easter dan perayaan gereja. Kalender dalam bahasa daerah telah diterbitkan di Perancis sejak dari tahun 1116 M lagi bersama-sama kalender Icelandic (A. C. Crombie, 1952: 34).

Ilmu aljabar atau algebra merupakan satu lagi cabang ilmu matematik yang sangat penting pada Zaman Pertengahan. Ia mula diperkenalkan oleh tokoh matematik Islam yang terkenal iaitu Al-Khwarizmi. Ilmu matematik yang dibincangkan oleh Al-Khwarizmi ini diberi nama *aljabar* sempena nama buku karangan beliau bertajuk ‘*Al-Jabr Wa Al-Muqabala*’ (*Calculation by Symbols*) yang ditulis pada 820 M (L.W.H.Hull, 1959: 116; Wan Fuad Wan Hassan, 1996: 156; Howard R. Turner, 1997: 47; Seyyed Hossein Nasr, 1968: 45). Perkataan *aljabar* di sini membawa maksud kembalikan, iaitu mengembalikan imbalan pada persamaan dengan meletakkan di sebelah persamaan sesuatu yang telah diambil daripada sebelah lain. Manakala *Al-Muqabala* pula bermaksud ‘mudahkan’ iaitu mencampur atau menolak nilai-nilai yang sama pada kedua-dua belah persamaan (Ali Abdullah Al-Daffa’, 1988: 43).

Ilmu aljabar ini kemudiannya tersebar ke seluruh Eropah Barat setelah buku karangan Al-Khwarizmi diterjemah ke dalam bahasa Latin pada tahun 1145 M oleh

Robert of Chester dengan tajuknya *Liber algebra et almucabala* (Charles Homer Haskins, 1965: 311). Kemudiannya buku ini diterbitkan kali kedua oleh Gerald of Cremona dengan tajuknya *De jebra et almucabola* (Donald R. Hill, 1993: 222). Plato of Tivoli turut menterjemah daripada bahasa Arab kepada bahasa Latin karya *Spherics of Theodosius* oleh Bythinia. Ilmu algebra turut diperkenalkan melalui karya penulisan Fibonacci dan karangan Abraham bar Hiyya dalam bahasa Hebrew yang diterjemah ke dalam bahasa Latin oleh Plato of Tivoli pada tahun 1145 M (Mehdi Khan Nakosteen, 1964: 190)

Penerokaan Al-Khwarizmi dalam ilmu *aljabar* ini membuktikan betapa tingginya tahap pencapaian sarjana Islam pada Zaman Pertengahan sehingga melebihi kebijaksanaan sarjana Barat yang muncul pada abad seterusnya.

Ilmu aljabar begitu penting kepada umat Islam untuk penyelesaian berbagai-bagi masalah hukum syariah seperti faraid, perniagaan, pembahagian tanah dan sebagainya. Ilmu aljabar ini terus dimajukan oleh sarjana Islam. Mereka bukan sahaja dapat menyelesaikan persamaan aljabar yang melibatkan kuasa dua atau kuasa tiga , malah juga menyelesaikan masalah persamaan kuadratik dengan menggunakan tiga kaedah utama iaitu kaedah segi empat atau geometri, kaedah identiti dan kaedah formula khusus.

Thabit Ibn Qurra (penterjemah *Ptolemy's Almagest*) telah meneruskan usaha Al-Khwarizmi memajukan bidang algebra ini dengan cara mengaplikasikannya ke dalam ilmu geometri (Haidar Bammate, 1981: 23; Ali Abdullah Al-Daffa', 1988: 79). Dalam ilmu geometri, geometri Euclid sampai ke Eropah melalui terjemahan karya

Arab dan beberapa komentari tentang buku Euclid. Satu lagi komentari ilmu geometri yang menjadi sumber kurikulum universiti di Eropah ialah *Abd al-Baqi' Commentaries on Euclid's Book X* yang diterjemah oleh Gerald of Cremona pada akhir abad ke 12 M. Adelard of Bath ialah orang yang pertama menterjemah karangan Euclid daripada bahasa Arab kepada bahasa Latin pada suku kedua abad ke 12 M (Mehdi Khan Nakosteen, 1964: 190).

Al-Khwarizmi juga memulakan ilmu *hisab al khata'ayn* atau kalkulus dua ralat dan mengembangkan prosedur-prosedur aritmetik. Ilmu ini menjadi asas kepada ilmu kalkulus yang digunakan pada zaman sekarang. John of Seville telah menerbitkan versi bahasa Latin ilmu aritmetik yang diterjemah daripada karya asal bahasa Arab oleh Al-Khwarizmi. Karya terjemahan John ini bertajuk *Liber algoarismi de practica arithmeticæ*. Karya ini membincangkan kemunculan operasi nombor yang mengandungi sembilan atau sepuluh nombor (sistem pernomboran yang telah sedia dikenali di Andalus pada abad ke 10 M). Terjemahan teks aritmetik Islam dalam bahasa Latin bertajuk *Algoritmi de numero Indorum* pernah dijumpai di perpustakaan Universiti Cambridge pada tahun 1857 M (Ali Abdullah Al-Daffa', 1988: 26).

Sarjana Islam turut mempelopori ilmu trigonometri atau dikenali sebagai *Muthallathat*. Pada zaman ini terdapat banyak karya ilmu trigonometri di dalam bahasa Arab. Pada asasnya, ilmu trigonometri ini berasal daripada tamadun Yunani melalui perantaraan tamadun India. Namun ilmu trigonometri daripada kedua-dua tamadun ini tidak berkembang maju. Ahli matematik Islam yang bertanggungjawab memajukan ilmu trigonometri ini. Mereka telah memperkenalkan penggunaan sinus,

kosinus dan tangen serta trigonometri sfera dengan menggunakan bahasa yang mudah dan jelas (Howard R. Turner, 1997: 48; Ali Abdullah Al-Daffa', 1988: 62).

Sarjana Islam yang mula-mula memperkenalkan penggunaan sinus dan kosinus dalam ilmu trigonometri ini ialah Al-Battani (Ali Abdullah Al-Daffa', 1988: 63). Perkataan ‘*sinus*’ dalam bahasa Latin dan ‘*sine*’ dalam bahasa Inggeris adalah berasal daripada perkataan ‘*jibba*’ atau ‘*jibb*’ dalam bahasa Arab. *Jibba* atau *jibb* ini bererti ‘*pembahagian garis rentas bulatan*’. Sarjana Barat yang bertanggungjawab memperkenalkan perkataan ‘*sinus*’ dalam bahasa Latin ialah Robert Chester. Manakala konsep tangen pula diperkenalkan oleh ahli matematik Islam yang bernama Ahmad Ibn Abdullah atau Habash Al-Hasib . Konsep tangen ini berdasarkan kepada jam bayang.

Seorang lagi ahli matematik Islam yang mempelopori ilmu trigonometri ini ialah Abu Al-Wafa Muhamad Ibn Muhamad Al-Buzjani (940-997 M) berasal dari Iran. Beliau ialah pengarang *Kitab fi ma yah taj ilyah al-kuttab wal-ummah min ilm al-hisab*. Beliau bertanggungjawab memperkenalkan kaitan segi tiga sfera dan meluaskan konsep tangen dengan membuat sifir bagi setiap 15' sudut. Ilmu sifir trigonometri ini kemudiannya diterjemah ke dalam bahasa Latin oleh beberapa orang sarjana Barat iaitu Adelard of Bath (1126 M), Hermann Dalmantia, Robert Chester dan Plato Tivoli. Abdul Wafa juga mempelopori fungsi sekan (*qutr al-zill*) dan cosekan pada Zaman Pertengahan dan bukannya Copernicus. Kenyataan ini turut diakui oleh Carra de Vaux. Penggunaan kedua-dua fungsi trigonometri ini hanya dikenali di Eropah pada tahun 1583 M melalui tulisan Frincke.

Walaupun trigonometri Latin telah wujud pada masa tersebut tetapi trigonometri ini masih baru dan terlalu kabur berbanding dengan trigonometri Islam. Ilmu trigonometri Islam tersebar ke Eropah melalui penterjemahan karya-karya Arab kepada bahasa Latin. Salah satu jadual fungsi trigonometri karya Al-Khwarizmi yang terkenal telah diterjemah ke dalam bahasa Latin oleh Gerald Cremona dikenali di Eropah sebagai *Toledan table of Gerald*. Banyak lagi karya terjemahan fungsi trigonometri yang berasal daripada karangan Arab pada zaman tersebut (Donald R. Hill, 1993: 223; Mehdi Khan Nakosteen, 1964: 191). Ilmu trigonometri ini mula berkembang di Oxford pada abad ke 14 M (Wan Fuad Wan Hassan, 1996: 165).

Daripada penjelasan di atas, jelaslah bahawa ilmu matematik yang ada pada zaman sekarang adalah hasil ciptaan serta pembaharuan kepada ilmu matematik India dan Yunani yang dilakukan oleh sarjana Islam terdahulu. Sebenarnya terdapat banyak lagi bidang ilmu matematik yang dicipta oleh sarjana Islam termasuklah *Sistem Angka Pecahan* dan *Perpuluhan Muslim* oleh alhasan dan Abu Kamal pada abad ke 12 M (Shaharir Mohamad Zain, 2000: 115).

Kesan tinggalan ilmu matematik Islam dapat dilihat pada hari melalui istilah-istilah moden yang berasal daripada istilah Arab yang digunakan oleh ahli matematik Islam dahulu. Antaranya ialah perkataan sifar atau kosong dalam istilah bahasa Arab *sifr* ditulis dalam berbagai-bagai istilah dalam bahasa Eropah misalnya Fibonacci atau Leonardo Pisa (penulis buku *Liber Abaci* pada tahun 1202 M) menterjemahkan perkataan sifar sebagai *zephirium* dalam bahasa Latin. Selain itu, dalam bahasa Perancis dikenali sebagai *chiffre*, bahasa Jerman *ziffer*, bahasa Itali sebagai *zenero*, *cenero* dan *zephiro* dan bahasa Inggeris *cipher* atau *zero*. Istilah *zero* mula digunakan

di Eropah pada abad ke 14 M . Perkataan sifar ini digunakan untuk membezakan kedudukan nombor tertentu dalam bentuk unit, sepuluh, ratus dan lain-lain (Watt. W Montgomery, 1972: 64). Misalnya angka 2 dan 200 jauh berbeza dan perbezaan itu hanya terletak pada dua sifar di belakang angka 2 itu sahaja (Ali Abdullah Al-Daffa', 1988: 30-32).

5.2.3 Ilmu Perubatan

Satu lagi cabang ilmu sains Islam yang tersebar ke Eropah melalui tamadun Islam Andalus ialah ilmu perubatan. Ilmu perubatan Islam yang muncul pada Zaman Pertengahan ini adalah suatu ilmu sains berdasarkan eksperimen (*tajribah*), taakulan (*qiyas*) dan pemerhatian. Hal ini berbeza dengan amalan orang-orang Barat yang terpengaruh dengan kepercayaan-kepercayaan lama dan tahuyl. Sebenarnya, di dalam tradisi perubatan Islam, terdapat dua jenis perubatan yang diamalkan iaitu cara perubatan Rasulullah atau *tibb al-nabawi* (amalan perubatan mengikut sunah Rasulullah) dan cara perubatan yang diambil daripada tradisi bukan Islam (ilmu perubatan Yunani). Ilmu perubatan moden yang digunakan pada hari ini berdasarkan ilmu perubatan yang diamalkan oleh ahli perubatan Islam serta hasil daripada pembaharuan ke atas warisan ilmu perubatan Yunani yang ditinggalkan oleh Hippocrates (360 M) dan Galen (210 S.M).

Antara ahli perubatan Islam yang meninggalkan pengaruh besar kepada bidang perubatan di Andalus dan Eropah Barat pada Zaman Pertengahan ini ialah Al-Razi dan Ibnu Sina. Al-Razi adalah perintis kepada penemuan penyakit berjangkit dan pertama memberikan laporan tentang penyakit cacar. Manakala Ibn Sina pula

pelopor kepada penemuan wabak penyakit berjangkit yang diperolehi melalui air. Konsep Al-Razi dan Ibn Sina mengenai sifat semula jadi penyakit berjangkit ini telah diteruskan oleh ibn al-Khatib of Granada (1313-1374 M) (Mehdi Khan Nakosteen, 1964: 182). Ensiklopedia perubatan yang dihasilkan oleh kedua-dua tokoh ini telah menjadi sumber rujukan utama di sekolah-sekolah perubatan di Eropah.

Abu Bakar Muhammad Ibn Zakaria Al-Razi (865-927 M) ialah tokoh perubatan Islam yang sangat terkenal dan paling berpengaruh pada Zaman Pertengahan. Sumbangan beliau dalam bidang perubatan dan farmakologi sangat tinggi. Beliau ialah doktor yang sangat peka kepada gejala dan kesan-kesan penyakit, cara pendekatan dan cara pemulihannya. Beliau juga berjaya mengasingkan alkohol dan menggunakan sebagai antiseptik. Antara penyakit yang pernah dikaji oleh beliau ialah campak, cacar tulen (*small pox*) dan campak biasa (*measel*). Karangan beliau mengenai penyakit campak ini menjadi rujukan utama ahli perubatan Barat dan telah diterbitkan beberapa kali di Eropah sehingga abad ke 18 M (Ismail Saad, 1992: 40; Howard R. Turner, 1997: 135; S.I. Poeradisastra, 1981: 33; Seyyed Hossein Nasr, 1968: 46).

Al-Razi juga pernah mengkaji penyakit anjing gila (*rabies*). Beliau telah menghasilkan sebuah penulisan berkaitan penyakit anjing gila ini dalam Bab VIII *Kitab al-Mansur*. Menurut beliau, pesakit anjing gila sangat dahagakan air tetapi mereka takutkan air kerana menyangka air ialah perut anjing dan kucing. Cara perubatan yang beliau amalkan adalah dengan membekam luka gigitan dan membuat skarifikasi (membuat luka-luka kecil) diikuti dengan kauteri (menutup tisu-tisu luka

dengan menggunakan besi panas). Kemudiannya luka tadi disapu dengan rambut yang telah dicelup ke dalam cuka (Wan Fuad Wan Hassan, 1996: 188).

Sepanjang penglibatan sebagai doktor perubatan, beliau telah berjaya menghasilkan sebanyak 200 buah buku perubatan yang menjadi rujukan ahli perubatan Barat sehingga beratus-ratus tahun kemudiannya. Antara karangan beliau yang terkenal ialah *Kitab Al-Hawi* (*Liber Continens*) iaitu sebuah ensiklopedia perubatan amalan dan terapeutik, *Kitab al-Mansur* (*Liber Medicinalis al-Mansurem*) yang mengandungi 10 tritis tentang amalan seni dan sains perubatan dan *Kitab Al-Asrar* (*Kitab Rahsia*). *Kitab Al-Asrar* ini telah diterjemah ke dalam bahasa Latin oleh Gerald of Cremona pada tahun 1187 M dan menjadi sumber utama maklumat bahan kimia sehingga abad ke 14 M. Karangan beliau yang paling popular iaitu *Kitab al-Hawi* menjadi rujukan para sarjana dan diterbitkan beberapa kali dari abad ke 12 M sehinggalah abad ke 17 M (Ismail Saad, 1992: 39). Profesor Ferrari telah menyebut nama Al-Razi sebanyak 1000 kali dalam buku komentari perubatan beliau (Wan Fuad Wan Hassan, 1996: 186).

Abu Ali Al Hussein Ibn Abdallah atau dikenali sebagai Ibn Sina di Timur dan Avicenna di Barat (980-1037 M) adalah seorang ahli falsafah serta doktor perubatan Islam yang terkenal dan banyak memberi sumbangan dalam bidang perubatan. Sumbangan besar beliau dapat dilihat melalui karya perubatan yang bertajuk *Qanun fi al-Tibb* (*Kanun Perubatan*). Kanun perubatan ini dihasilkan berdasarkan kepada sumber perubatan Yunani, Arab serta pemerhatian beliau sendiri. Buku ini terdiri daripada 5 volum yang saling berkaitan antara satu sama lain seperti bidang fisiologi , kebersihan , patologi , terapeutik dan materia medica (Haidar Bammate, 1981: 29).

Isi kandungan *Kanun Perubatan* ini termasuklah asas-asas umum dalam perubatan, ubat-ubatan mudah, jenis-jenis penyakit pada anggota dalaman tubuh, penyakit-penyakit yang mudah merebak ke seluruh badan seperti demam dan ubat-ubatan sebatian. Selain Al-Razi, Ibn Sina juga ada menulis tentang penyakit anjing gila dan cara perawatannya dalam bab VI, Jilid IV di dalam *Kanun Perubatan* beliau (Wan Fuad Wan Hassan, 1996: 188).

Karya Ibn Sina ini bukan sahaja diiktiraf, malah dijadikan sebagai teks perubatan bukan sahaja di negara-negara Islam tetapi juga di universiti-universiti di Perancis dan Itali lebih enam ratus tahun lamanya (kurun ke 12 – 18 M). Sarjana Barat yang bertanggungjawab menterjemah karya ini ke dalam bahasa Latin ialah Gerald of Cremona (Mehdi Khan Nakosteen, 1964: 192). Pada abad ke 15 M, buku ini telah disunting sebanyak 15 kali di dalam bahasa Latin dan sekali di dalam bahasa Hebrew. Ia juga dicetak beberapa kali sehinggalah pada abad ke 18 M, dan bermula pada awal abad ke 19 M ia dijadikan syarahan utama di Fakulti Perubatan di Montpellier (Haidar Bammate, 1981: 29). Terjemahan baru buku ini dilakukan pada tahun 1527 M dan digunakan sebagai teks utama di universiti-universiti Montpellier dan Louvan pada tahun 1650 M (Ismail Saad, 1992: 51). ‘*Qanun fi al-Tib*’ atau *Precepts of Medicine* ini pernah diterbitkan dalam bahasa Arab di Rom pada tahun 1593 (Haidar Bammate, 1981: 29).

Hasil penulisan Ibn Sina yang lain ialah *Remedies For The Heart* dan beberapa buah sajak berkaitan perubatan serta buku farmakopeia yang mengandungi perbincangan tentang 760 jenis dadah (Haidar Bammate, 1981: 30; 1983: 11).

Antara sumbangan Ibn Sina dalam bidang perubatan ini termasuklah perbincangan beliau tentang penyakit tetanus, pleuritis, jangkitan tuberculosis, antraks, diabetes melitus, neuralgia trigeminal dan membezakan paralisis fasial pusat (sentral) daripada periferi serta gambaran klinikal yang tepat mengenai meningitis dan diagnosis perbezaan meningitis. Beliau turut memberikan sumbangan yang besar kepada bidang farmasi. Dalam penulisannya , beliau membincangkan tentang proses penyediaan ubat seperti menumbuk dan meramas dan senarai ubat-ubatan seperti antidot, pes, preservatif, jem, lozeng, pil, minyak, salap dan infusi yang lengkap dengan nama sebatian, cara penggunaan, cara persediaan dan penyimpanan ubat-ubatan tersebut (Ismail Saad, 1992: 52).

Seorang lagi tokoh perubatan Islam yang banyak memberikan sumbangan kepada bidang perubatan di Eropah ialah Abu Walid Mohammad Ibn Rushd atau Aveeroes (yang juga seorang ahli falsafah yang berasal dari Andalus). Ibn Rushd telah menulis komentar tentang *Kanun Perubatan Avicenna* dan karya *Galen* serta karangan tentang *theriac*, racun dan pentakit demam. Karya beliau yang utama ialah sebuah ensiklopedia perubatan bertajuk *al-Kulliyat fi al-Tibb* yang mengandungi teori umum tentang penyakit campak dan perbincangan tepat mengenai fungsi retina. Tanggapan Ibn Rushd tentang jangkitan penyakit campak yang berlaku sekali sahaja seumur hidup ini masih kekal hingga sekarang (Amir Hasan Siddiqi, 1967: 61). Karya ini telah diterjemah ke dalam bahasa Latin oleh Bonacossa dan pertama kali diterbitkan di Venice pada tahun 1490 M dan beberapa kali kemudiannya di negara-negara Eropah yang lain. Karya beliau telah digunakan sebagai buku teks di pusat-pusat pengajian tinggi di Eropah pada Zaman Renaissance.

Abu Marwan ibn Zuhr (1091-1162 M) atau Avenzoar ialah seorang lagi ahli perubatan Islam terkenal yang banyak memberikan sumbangan dalam bidang ini. Beliau telah menghasilkan sebanyak enam buah buku perubatan dan karya beliau yang terpenting ialah *al-Taysir fi al-Murawah wa al-Tadbir* (*facilitation of treatment*). Buku ini mengandungi perbincangan tentang *itch-mite* (*acarus scabiei*) atau *skabies*, perikarditis, penyakit telinga tengah, pengeluaran batu karang, trakeotomi dan sarap tiruan melalui mulut atau anus serta kepentingan teknik ini dalam bidang perubatan (Ismail Saad, 1992: 54; Donald Campbell, 1926, vol 1: 91). Karya ini telah diterjemah sebanyak dua kali ke dalam bahasa Latin, pertama kali pada tahun 1160 M oleh John of Capua dan kali kedua pada tahun 1280 M oleh Patavinus (seorang ahli fizik Venice). Dalam jangkamasa 138 tahun dari tahun 1490 M sehingga 1628 M, karya ibn Zuhr ini telah dicetak sebanyak 11 kali dalam bahasa Latin dan digunakan sebagai buku teks bagi pelajar perubatan di universiti-universiti Eropah selama beberapa abad sehinggalah abad 18 M (Farid Sami Haddad, 1994: 69).

Walau bagaimanapun, kemajuan ahli perubatan Islam yang paling penting dalam ilmu perubatan ini ialah dalam bidang pembedahan. Bermula dari awal abad ke 11 M lagi doktor perubatan Islam telah mengetahui cara merawat penyakit katarak (*by prolapse or extraction of the crystalline lens*), lithotomy, pendarahan melampau (*haemorrhages*), penggunaan bahan kaustik , setons dan pelecuhan . Mereka juga mengetahui kegunaan ubat pelali (*anaesthetics*) yang boleh dianggap sebagai penemuan baru bagi ubatan moden. Biasanya sebelum melakukan sebarang pembedahan ke atas pesakit, doktor akan memberikan pesakit sejenis ubat bius atau dadah yang diperbuat daripada tumbuhan bernama *darnel* sehinggalah pesakit

tersebut betul-betul berada dalam keadaan tidak sedarkan diri (Haidar Bammate, 1981: 30).

Pakar pembedahan Islam yang terkemuka ialah Abu Qassim Khalaf Ibn Abbas Al-Zahrawi atau Abulcasis (936-1013 M) berasal dari Kota Zahrah dan mendapat pendidikan di Cordova Andalus. Selain pembedahan, beliau juga pakar dalam bidang perubatan dan farmasi. Salah sebuah karya beliau yang terkenal dan memberikan banyak sumbangan kepada bidang perubatan ialah *Kitab al-Tasrif Liman Ajiza al-Tali'* atau dikenali juga dengan nama *Kitab al-Zahrawi* atau *Kitab al-Tasrif* (Donald Campbell, 1926, vol 1: 86). Kitab ini mengandungi 30 bahagian meliputi berbagai-bagi tajuk perubatan dengan 1500 halaman. Secara keseluruhannya, kitab ini membincangkan peralatan pembedahan yang dicipta sendiri oleh beliau, seni amalan perubatan yang diamalkan ketika itu dan kaedah rawatan kauteri untuk menghentikan pendarahan. Kaedah kauteri ini digunakan secara meluas oleh doktor-doktor perubatan Eropah pada Zaman Pertengahan.

Sarjana Barat yang bertanggungjawab memperkenalkan karangan Al-Zahrawi ini ke Eropah ialah Gerald of Cremona. Beliau telah menterjemah bab ke 13 kitab ini ke dalam bahasa Latin. Walaupun hanya satu bab diterjemah, tetapi pengaruh karya ini memberikan kesan yang besar kepada perkembangan bidang pembedahan di Itali dan di Perancis pada abad ke 13 M. Kitab ini juga diterbitkan beberapa kali di Genoa (1497 M), Basle (1541 M) dan Oxford (1778 M) (S.I. Poeradisastra, 1981: 36) dan digunakan sebagai buku panduan pembedahan di sekolah-sekolah perubatan di Eropah selama beberapa abad (Amir Hasan Siddiqi,

1967: 61). Roger Pharma turut menjadikan bab 13 *Kitab al-Tasrif* ini sebagai rujukan utama dalam manual pembedahan beliau.

Seterusnya pada abad ke 14 M, kitab ini menjadi semakin masyhur apabila Guy de Chauliac, penulis buku *Great Surgery* membuat rujukan sebanyak 200 kali kepada kitab tersebut. Penggunaan buku *Great Surgery* sebagai teks piawai dalam bidang pembedahan ini sekaligus menaikkan nama Al-Zahrawi sebagai tokoh pembedahan Islam di Eropah bermula dari Zaman Pertengahan sehingga kepada Zaman Vesalius (Wan Fuad Wan Hassan, 1996: 189).

Seorang lagi pakar bedah Islam yang terkenal ialah Ibn Nafis. Beliau telah menulis sebuah buku mengenai teknik-teknik pembedahan dan perawatan selepas pembedahan bertajuk *al-Shamil fil-Sinaat al-Tabbibiyyah*. Walau bagaimanapun, sumbangan beliau yang paling penting dalam ilmu perubatan ini ialah teori edaran darah. Beliau mengatakan bahawa darah beredar antara jantung dengan paru-paru. Teori beliau ini sekaligus membentulkan dakwaan doktor Yunani iaitu Galen yang berpendapat darah mengalir pada jantung daripada sebelah kanan ke sebelah kiri. Teori yang diperkenalkan oleh Ibn Nafis lebih 300 tahun dahulu sebelum Servet (sarjana Portugis) ini sekaligus menyangkal pendapat yang menyatakan Servet sebagai pelopor kepada penemuan teori edaran darah tersebut (Wan Fuad Wan Hassan, 1996: 191).

Para sarjana Islam juga mempelopori ilmu berkaitan penyakit mata yang dikenali sebagai ilmu oftalmologi . Ali Ibn Assa misalnya telah menghasilkan sebuah karya berkaitan ilmu ini bertajuk *Memorandum for Oculists*. Karya ini dijadikan

sebagai rujukan di Eropah sehingga abad ke 19 M. Selain itu, pembedahan pertama melibatkan kaedah sedutan (*suction*) penyakit katarak juga diperkenalkan oleh ahli perubatan Islam pada tahun 1256 M oleh ahli perubatan Islam bernama Al Mahusin. Beliau juga pencipta lubang pada jarum (Haidar Bammate, 1981: 31).

Antara lain sumbangan para sarjana Islam dalam bidang perubatan ini ialah kewujudan bidang farmasi atau ubat-ubatan sebagai satu bidang yang khusus dan berasingan daripada ilmu perubatan. Antara kemajuan dalam bidang farmasi seperti yang diterangkan dengan terperinci oleh Hassan Kamal (1975) termasuklah kaedah penyediaan ubat, dos ubat dan alatan penyediaan ubat (Wan Fuad Wan Hassan, 1996: 188). Salah seorang ahli farmasi Islam yang terkenal ialah Ibn Baitar .Buku beliau yang mengandungi perbincangan tentang 1400 jenis dadah yang digunakan dalam perubatan menjadi karangan paling terkemuka pada Zaman Pertengahan.

Buat pertama kali ilmu perubatan Islam yang muncul dari sebelah Timur dan berkembang maju di Andalus ini mula tersebar ke Eropah setelah kedatangan sarjana Barat ke Andalus pada awal abad ke 11 M. Sarjana Barat yang pertama membawa ilmu perubatan ini ke Eropah Barat terutamanya ke selatan Itali ialah Constantine the African (Norman Daniel, 1975: 263; Charles Homer Haskins, 1965: 322). Beliau telah menterjemah beberapa karya perubatan Islam termasuklah *De oculis* oleh Hunayn, *Megatechne* atau *De metodo medendi, sive de ingenio sanitatis abbreviata* , *De mulierum morbis sive de matrice (gynecia)*, *De humana natura* atau *membris principal*, *De compagine membrorum* , *De interioribus membris*, *Commentary on Hippocrates' Aphorisms* (daripada versi bahasa Arab oleh Hunayn atau Hubaysh), *Microtechne* atau *Ars Parva* dan *Disput* dan *Platonis cum Hippocrate*

daripada karya Hubasyh (Donald Campbell, 1926, vol. II: 5), *Liber Experimentorum* oleh Al-Razi, karya perubatan oleh Isaac Judaeus, dan Komentari Galen di dalam versi Arab yang ditulis oleh Hunayn.

Terdapat beberapa buah lagi buku perubatan karangan sarjana Islam yang tersebar ke Eropah melalui aktiviti penterjemahan di Andalus seperti *Al Judari Wal Hasbah*, *Kitab-i-Maliki*, *Kamil-ul-Sina*, *Zakhir-i-Khawarazm-Shahi*, *Agraz-ul-Tibb*, *Yadigar-i-Tibb*, *Tashrih-i-Mansuri*, *Tuhfat-ul-Muminin*, *Tuhfat-ul-Ashiqin* dan *Mirat-ul-Sihat*. Kesemua karya ini telah diterjemah ke dalam beberapa bahasa Eropah termasuklah bahasa Latin, bahasa Greek, Jerman dan Perancis. Kitab-kitab perubatan ini meninggalkan pengaruh besar kepada bidang perubatan di Eropah pada Zaman Pertengahan sehingga ke hari ini. Kebanyakan kaedah rawatan penyakit yang digunakan pada zaman sekarang berasal daripada kaedah rawatan Islam Zaman Pertengahan misalnya cara merawat demam menggunakan kaedah hidroterapi (rawatan penyakit dengan menggunakan air).

5.2.4 Ilmu Kimia

Dalam ilmu kimia, orang Islam telah mencapai tahap kemajuan yang amat membanggakan. Mereka bukan sahaja pelopor di dalam ilmu ini tetapi juga berjaya mencipta beberapa teori kimia melalui eksperimen praktis. Melalui pencapaian dan kejayaan sarjana Islam dahulu, masyarakat dunia hari ini dapat mengenali ilmu kimia. Sehingga kini ilmu kimia terus menjadi salah satu bidang sains yang sangat penting dalam kehidupan manusia kini.

Sarjana Islam telah memulakan ilmu kimia daripada teori kepada praktikal. Misalnya, pemakaian ilmu kimia dalam bidang farmasi . Begitu juga alat-alat kegunaan harian seperti kapur barus, air suling, kapur, sirup dan bahan-bahan yang lain adalah warisan daripada ilmu kimia Islam. Selain itu, kemajuan sarjana Islam dalam industri kimia terbukti dengan kebolehan mereka di dalam seni mewarna , mengawet bulu binatang dan mengeraskan besi . Antara penciptaan lain yang lebih hebat dan memberi faedah besar dalam bidang industri ialah penghasilan serbuk bedil dan pembuatan kertas daripada kapas, linen dan kain guni (Haidar Bammate, 1981: 26).

Salah seorang sarjana Islam yang pertama mempelopori bidang ilmu kimia ini ialah Zakaria Al-Razi atau Rhazes (865-925 M). Wan Fuad Wan Hassan menganggap beliau sebagai pelopor kepada ilmu kimia bereksperimen. Antara sumbangan beliau dalam ilmu kimia ini termasuklah penjelasan tentang kaedah pengkalsinan, pelarutan, penyejatan, penghabluran, pemejalwapan, penurasan dan amalgamasi. Kitab *Sirr al-Asrar* (*Rahsia tentang Rahsia*) merupakan buku manual amali pertama yang berjaya ditulis oleh beliau (Wan Fuad Wan Hassan, 1996: 182). Selain itu, kitab beliau bertajuk *Al Hawi* menjadi karangan pertama yang menghuraikan cara menghasilkan asid sulfurik dan alkohol melalui proses penyulingan dan penapaian kanji dan gula (Haidar Bammate, 1981: 26). Kitab beliau ini menjadi rujukan para sarjana Eropah sehingga muncul seorang lagi tokoh kimia bernama Jabir .

Jabir ibn Hayyan atau Geber (738-813 M) ialah ahli kimia Islam yang paling terkemuka dan meninggalkan sumbangan yang besar kepada ilmu kimia di Eropah

pada zaman pertengahan. Beliau telah menghasilkan karya-karya kimia dalam bentuk ensiklopedia saintifik mutlak yang dapat melengkapkan ringkasan-ringkasan kimia yang bersifat sementara . Kitab karangan beliau sangat berpengaruh dan terus menjadi sumber rujukan utama baik di Timur maupun di Barat (S.I. Poeradisastra, 1981: 30-31). Walaupun Jabir telah menghasilkan lebih daripada 500 buah penulisan dalam ilmu kimia, tetapi hanya sedikit sahaja yang dapat diketahui sehingga kini (Nasim Butt, 1991: 75).

Dua buah karangan beliau yang terpenting ialah *Summa Perfectionis magesterii* dan *Kitab Al-Kimya*. Buku yang pertama telah diterjemah oleh Richard Russel pada tahun 1678 M dengan tajuknya *Sum of Perfection* (Amini Amir Abdullah, 2001: 26) dan terjemahan dalam bahasa Latin diterbitkan pada tahun 1668 M dengan tajuknya *Gebri Arabis Chimia sive Traditio Summae Perfectionis et Investigatio Magesterii* . Karya ini kemudiannya diterbitkan semula pada tahun 1928 M oleh E.J. Holmyard dengan tajuk *Great Arab Alchemist from Seville* (S.I. Poeradisastra, 1981: 31) . Manakala *Kitab Al-Kimya* pula diterjemah oleh Robert of Chester di bawah tajuk *The Book of the Composition of alchemy* pada tahun 1144 M (Amini Amir Abdullah, 2001: 26).

Kebijaksaan Jabir dalam ilmu kimia bukan setakat teori semata-mata malah terbukti melalui eksperimen-eksperimen dan penyelidikan yang dilakukan oleh beliau. Beliau melakukan eksperimen ke atas binatang, sayur-sayuran dan logam asli dan menggunakan peralatan tertentu untuk proses memotong, membakar dan membentuk sesuatu menjadi hablur (Nasim Butt, 1991: 75). Salah satu penyelidikan yang telah berjaya melonjakkan namanya sebagai ahli kimia yang termasyhur ialah

penyelidikannya tentang kalsium dan pengembalian logam kepada sifat asalnya dengan cara menggunakan oksigen.

Beliau telah memperbaiki dan menyempurnakan sistem penyejatan, peleburan, sublimasi dan kristalisasi, pencairan gas, perubahan logam menjadi oksida dengan cara membakar, proses menggabungkan sesuatu bahan, penggilap berilin, pengoksidaan dan pembersihan atau pemurnian (Nasim Butt, 1991: 75; Howard R. Turner, 1997: 191). Beliau juga berjaya menemui asid sulfurik, asid nitrik dan asid acetik. Beliau juga mengetahui cara emas dan perak dapat dicairkan dengan menggunakan aqua regia (campuran asid sulfurik dan asid nitrik).

Jabir ibn Hayyan turut menemui beberapa bahan kimia yang lain seperti alkali, cat, minyak dan beberapa jenis garam galian seperti sulfat, nitrat dan kedua-dua potassium dan sodium karbonat (Nasim Butt, 1991: 75). Antara pencapaian beliau yang lebih praktikal ialah pembuatan cat dalam pelbagai warna untuk mewarna pakaian dan kulit binatang dan juga dakwat untuk penulisan manuskrip (Nasim Butt, 1991: 75). Beliau juga berjaya memisahkan batu cetak dan arsenik dari sulfid . Teori Jabir mengenai mengenai unsur-unsur logam dikatakan lebih tinggi daripada teori Aristo. Teori beliau ini diterima oleh sarjana Barat. Dengan melakukan sedikit perubahan, bahan kajian beliau telah digunakan di negara Barat sehingga pada abad ke 18 M (Fuad Moh. Fachruddin, 1970: 63).

Selain Jabir, ahli kimia Islam yang lain ialah Al-Jahiz (Abu Osman Al-Jahiz 775-868 M) dan Al- Tifashi. Al-Jahiz telah berjaya menghasilkan bahan ammonia daripada kotoran binatang dengan cara melakukan penyaringan dan penapisan.

Al-Tifashi (Sihabuddin Al-Tifasji meninggal 1253 M) juga seorang tokoh kimia Islam yang terkenal. Beliau telah menulis sebuah karangan bertajuk *Azharul Afkaar fi Jawahiril Ahdjaar* atau *Bunga Fikiran Dalam Batu Permata*. Dalam karangan ini, beliau telah menjelas dan menghuraikan tentang khasiat 24 unsur batu-batu permata dan tabiat setiap batu tersebut (Fuad Moh. Fachruddin, 1970: 64).

Sebenarnya, sebelum aktiviti penterjemahan karya-karya bahasa Arab kepada bahasa Latin, ilmu kimia ini langsung tidak dikenali di wilayah Barat Latin. Pengaliran ilmu kimia Islam ke Eropah bermula pada abad ke 12 M setelah berlakunya aktiviti penterjemahan karya-karya bahasa Arab kepada bahasa Latin oleh para sarjana Barat yang datang ke Andalus pada zaman tersebut.

Sarjana Barat yang mula-mula sekali memperkenalkan ilmu kimia ke Eropah ialah Robert of Chester. Beliau telah menterjemah karya Khalid ibn Yazid bertajuk *The Book of the Composition of alchemy* pada tahun 1144 M. Pada bahagian pendahuluan karya terjemahannya, Robert menyatakan bahawa ‘ *Since what Alchymia is, and what its composition is, your Latin World does not yet know, I will explain in the present book*’ (Ahmad Y. Al-Hassan, 1994: 5). Kenyataan Robert ini jelas menunjukkan bahawa ilmu kimia adalah satu ilmu yang sangat baru bagi masyarakat Eropah lebih-lebih lagi kepada para sarjana Barat yang pada ketika itu sedang giat mencari dan mengumpul ilmu pengetahuan yang dibawa oleh para sarjana Islam.

Bermula dari tahun 1144 M sehingga 1300 M, semakin banyak buku ilmu kimia hasil tulisan sarjana Islam diterjemah ke dalam bahasa Latin termasuklah

Tabula Samaragdina, Turba Philosophorum, The Secret of Creation of Balinus, De Perfecto Magisterio oleh Aristotle, De Anima oleh Ibn Sina, De Aluminibus et Salibus (On Alums and Salts), Secret od Secrets oleh al-Razi dan satu atau lebih maqalat of Kitab al-Sab 'in (the Book of Seventy) oleh Jabir (Ahmad Y. Al-Hassan, 1994: 5).

Kenyataan ini jelas menunjukkan bahawa sarjana Barat mula mengenali dan mempelajari ilmu kimia daripada sarjana-sarjana Islam terdahulu. Sehingga kini kesan tinggalan ilmu kimia sarjana Islam dapat dilihat melalui beberapa perkataan kimia moden yang berasal daripada istilah bahasa Arab. Antara perkataan tersebut ialah *chemistry* daripada *al-kimiya*, *alcohol* daripada *al-kuhul*, *alkaline* daripada *al-qalawi* dan *arsenic* daripada *al-zirmich* (Nasim Butt, 1991: 74).

5.2.5 Ilmu Fizik

Salah seorang ahli fizik Islam terawal ialah Al-Kindi (abad ke 9 M). Beliau telah menghasilkan sebuah karangan tentang cahaya bertajuk *Optics*. Karangan yang disesuaikan dengan pendapat-pendapat ilmu ukur dan fisiologi ini begitu terkenal di Timur dan Barat. Buku ini telah diterjemah ke dalam bahasa Latin dengan tajuknya *De Aspectibus* dan memberi pengaruh yang besar kepada Roger Bacon.

Seorang lagi ahli fizik Islam yang terkenal selepas Al-Kindi ialah Ibn Al-Haitham Abul Hassan atau Al-Hazen (965-1039 M). Beliau telah membahaskan ilmu optik dan ilmu cahaya dan berjaya menghasilkan sebanyak 200 buah buku dalam bidang fizik. Buku beliau berkaitan ilmu optik ini bertajuk *Opticae Thesaurus*. Kejayaan utama beliau dalam ilmu ini ialah apabila beliau menemui sumber cahaya

yang menyebabkan daya penglihatan. Pendapat beliau ini bertentangan dengan pendapat Euclides dan Ptolemus. Al-Haitham menegaskan bahawa penglihatan disebabkan oleh cahaya yang timbul daripada benda yang dilihat dan bukan daripada mata yang melihat seperti dakwaan Euclides dan Ptolemus. Selain itu, eksperimen yang dijalankan oleh beliau telah membuktikan wujudnya refleksi cahaya dan refraksinya.

Beliau juga mengutarakan prinsip *dense atmosfera* atau kepadatan udara dan menyatakan bahawa berat sesuatu benda berbeza dengan perbezaan densiti atau padatnya udara di angkasa. Beliau telah mengetahui berat udara sebelum sarjana Inggeris bernama Tarricelli mengetahuinya lima abad kemudiannya. Al-Haitham juga berjaya membuktikan adanya tarikan graviti atau daya tarikan bumi dan melalui eksperimennya, beliau telah mencipta teori lensa pembesar, teori fokus dan teori pembalikan imej. Beberapa abad kemudiannya, teori lensa pembesar ini digunakan secara meluas di negara Itali .

Karangan Al-Haitham mengenai ilmu optik telah diterjemah ke dalam bahasa Latin pada tahun 1572 M. Buku ini dikatakan memberi pengaruh yang besar kepada perkembangan ilmu fizik di Barat. Buku ini bukan sahaja digunakan untuk tujuan pendidikan dan penyelidikan malah menjadi rujukan utama para sarjana Eropah pada Zaman Pertengahan termasuklah Kepler, Bacon dan Leonardo de Vinci.

Selain Al-Haitham, ahli fizik yang lain ialah Al-Jazari (Badi' -Uz-Zaman Ismail). Pada permulaan abad ke 13 M, beliau telah menghasilkan sebuah buku yang penting mengenai mekanika bertajuk *Kitab fi Marifah Al-Hijal Al-Handasiah*. Kitab ini mengandungi ilmu pengetahuan tentang tipu daya teknik. Ibn Sina juga memberi

sumbangan besar dalam ilmu fizik dengan menulis sebuah buku mengenai logam atau mineralogi dan cara mengeluarkan logam-logam itu dari perut bumi. Karangan beliau menjadi rujukan penting kepada para penyelidik Barat untuk mengetahui lapis tanah (stratum) dan menjadi sumber utama kepada ilmu geologi.

Selain mereka, Ibn Bajjah (Avenpace) juga tidak ketinggalan memberikan sumbangan dalam bidang ini. Beliau telah mengemukakan satu teori tentang pergerakan yang dikenali sebagai *Teori Avempace* di Barat. Daripada teori ini, Galileo mendapat idea mengenai hukum-hukum pergerakan moden dan sekaligus menyangkal teori-teori yang pernah diutarakan oleh Aristotle. Selain itu, Galileo telah menggunakan formula Ibn Bajjah dalam bukunya yang bertajuk *Pisan Dialogne*. Teori Ibn Bajjah disokong oleh St.Thomas dan Duns Scotus dan digunakan sebagai rujukan sehingga Eropah mencapai kemuncak Renaissance beberapa abad kemudiannya (Azizan Baharudin, 1986: 61).

Sumbangan orang Islam kepada ilmu fizik juga dapat dilihat melalui penciptaan bandul jam, lambung angin, cermin serta jam air atau water clock (ciptaan ahli fizik Islam bernama Ridwan). A. Hamboldt, seorang sarjana Inggeris menyatakan bahawa ‘ *It is the Arabs who should be regarded as the real founders of physics* ’ (Haidar Bammate, 1981: 25).

5.2.6 Ilmu Botani Dan Zoologi

Sejak abad ke 11 M lagi Andalus begitu terkenal kerana memiliki banyak buku pengetahuan tentang tumbuh-tumbuhan. Sarjana Islam Andalus dikatakan memiliki ilmu pengetahuan yang tinggi dalam bidang botani dan zoologi. Kepakaran mereka dapat dilihat sama ada secara praktikal melalui penyelidikan maupun secara teori.

Dalam bidang botani, orang Islam telah memulakan eksperimen dalam pertanian dan perkebunan. Aktiviti perkebunan ini sebenarnya telah lama bermula sejak zaman dahulu di beberapa buah pusat bandar Islam yang terkenal seperti di Baghdad, Kairo, Cordova dan lain-lain lagi. Melalui eksperimen dan penyelidikan yang dijalankan ini, mereka dapat mengetahui banyak perkara berkaitan alam tumbuh-tumbuhan seperti perbezaan jantina atau keturunan antara beberapa jenis tanaman yang berlainan seperti pokok kurma dan dapat membahagikan tanaman-tanaman tersebut mengikut sumber asal tumbuhnya. Sebagai contoh, tumbuhan yang tumbuh dengan sendiri secara liar dinamakan tumbuhan buas atau wild seperti bermacam-macam jenis tumbuhan di gurun Sahara. Terdapat tumbuhan yang ditanam benihnya dan ada yang ditanam dengan ruasnya seperti pokok tebu.

Antara ahli botani Islam yang terkenal pada abad ke 11 M ialah Abu Ubaid Al-Bakri Ibnu Hajjaj dan Abu Zakaria Yahya Ibn Muhammad Ibn Al-Awwan dari Seville. Abu Zakaria Yahya telah menghasilkan sebuah buku berkaitan tumbuh-tumbuhan bertajuk *Kitab al-Filahah* atau *Kitab Pertanian*. Kitab yang mengandungi 34 bab ini menerangkan 585 jenis tumbuh-tumbuhan dan cara mananam lebih

daripada 50 jenis pokok buah-buahan, cara-cara mencantum dan mengetut pokok, penerangan tentang sifat tanah, sifat baja dan juga jenis-jenis penyakit pokok (Amir Hasan Siddiqi, 1967: 60). Buku ini sangat terkenal pada zaman tersebut.

Ahli botani yang muncul pada abad ke 12 M ialah Abu Ja'afar Ahmad Ibn Muhammad Al-Qurtubi (Al-Ghafiqi of Cordova) 1165 M. Beliau telah mengarang buku yang mengandungi maklumat tentang semua jenis tanaman yang terdapat di Andalus dan Afrika Utara. Setiap tanaman tersebut diberi nama dalam bahasa Arab, bahasa Latin dan bahasa Berber (bahasa daerah di Afrika Utara) dan diklasifikasikan mengikut jenis-jenis yang tertentu (Fuad Moh. Fachruddin, 1970: 66; Amir Hasan Siddiqi, 1967: 60). Karya beliau yang terkenal ialah *al-Adwiyah al-Mufradah*. Ahli botani yang lain termasuklah Abu Al-'Abbas Al-Nabbati.

Walau bagaimanapun, ahli botani Islam yang terkenal di Andalus ialah Abdullah Ibn Ahmad Ibn Al-Baytar (lahir pada 1197 M di Malaga dan meninggal dunia di Damsyik pada tahun 1298 M). Beliau merupakan pengkaji ilmu tumbuh-tumbuhan dan pengarang buku botani yang sangat terkenal pada abad ke 13 M. Beliau telah mengunjungi beberapa negara seperti Afrika Utara, Semenanjung Arab, Syria dan Mesopotamia untuk membuat penyelidikan tentang tumbuh-tumbuhan seperti rumput dan tanaman (Azizan Baharudin, 1986: 60). Beliau menggunakan rumput dan tanaman tersebut sebagai bahan penyelidikan sehingga beliau berjaya menghasilkan dua buah buku yang terkenal pada zaman tersebut. Buku-buku tersebut ialah *al-Mughni fi al-Adawiyah al-Mufradah* tentang ubat-ubatan herba dan *al-Jami fi al-Adwiyah al-Mufradah* berkaitan ubat-ubatan mudah yang dibuat daripada binatang, tumbuh-tumbuhan dan mineral.

Buku *al-Jami fi al-Adwiyah al-Mufradah* adalah karya beliau yang paling terkemuka dari zaman Dioscorides sehingga abad ke 16 M. Buku ini mengandungi penerangan tentang 1400 jenis dadah perubatan dan 200 jenis tanaman yang belum pernah diketahui sebelum ini (Amir Hasan Siddiqi, 1967: 60). Buku-buku ini berdasarkan data Arab dan Yunani. Ibn Baytar telah memperkenalkan kepada masyarakat dunia suatu ilmu pengetahuan yang belum pernah diketahui oleh mana-mana sarjana sebelumnya. Buku beliau ini dianggap sungguh istimewa dan telah diterjemah ke dalam bahasa Latin oleh sarjana Barat pada abad tersebut. Beberapa bahagian daripada terjemahan ini telah diulang cetak di Cremona pada tahun 1795 M. Sebuah lagi buku karangan Ibn Baytar bertajuk *Al-Adwiyyati'l Bashithah* (*Ramu-ramuan Sederhana*) juga diterjemah ke dalam bahasa Latin dengan tajuk *Simplicia* dan telah diterbitkan di Cremona pada tahun 1758 M (S.I. Poeradisastra, 1981: 38).

Secara keseluruhannya dapatlah dikatakan bahawa ahli botani Islam telah memberikan sumbangan yang sangat besar dalam bidang penyelidikan tumbuh-tumbuhan. Kesan tinggalan ilmu botani yang pernah dipelopori oleh sarjana Islam terdahulu dapat dilihat sehingga hari ini melalui perbendaharaan kata bahasa Inggeris yang diambil daripada istilah bahasa Arab. Misalnya perkataan *rice* berasal daripada *al-ruz*, *sugar* daripada *al-sakkar*, *orange* daripada *al-naranja* dan *cotton* daripada *al-koton*, (Wan Fuad Wan Hassan, 1996: 195). Nama tumbuhan yang lain termasuklah *jasmine*, *mezereon*, *saffron*, *sesame* dan *taraxacum*. Terdapat juga perbendaharaan kata tumbuh-tumbuhan moden yang digunakan sekarang diambil secara langsung daripada bahasa Arab misalnya *jar*, *lemon*, *tare*, *sultana*, *artichoke*, *coffee*, *lilac*,

musk, ribes dan *sumach* (Charles Singer, 1972 (1959): 161; Howard R. Turner, 1997: 173; R.M. Savory, 1976: 124).

Dalam bidang zoologi, sarjana Islam terawal yang menulis tentang ilmu ini ialah Abu Uthman Amr Ibn Bahr Al-Jahiz. Beliau telah menulis sebuah kitab terkenal bertajuk *Kitab al-Hayawan* atau *Book of Animals*. Kitab ini mengandungi prinsip-prinsip teori evolusi moden, adaptasi dan psikologi binatang (Wan Fuad Wan Hassan, 1996: 194). Buku lain berkaitan ilmu zoologi ialah sebuah buku yang membincangkan cara melatih burung rajawali. Buku ini dikatakan berasal daripada bahasa Arab dan bahasa Persia yang telah diterjemah ke dalam bahasa Latin. Antara ahli-ahli zoologi Islam termasuklah Ibnu Jawa Liqi yang menulis tentang kuda, Al-Marwazi menulis tentang sifat-sifat binatang dan Ibnu Bajjah yang menulis tentang aktiviti memburu binatang (Azizan Baharudin, 1986: 61). Walau bagaimanapun, ahli zoologi Islam yang terkenal ialah Al-Damiri dari Mesir yang meninggal dunia pada tahun 1405 M (Fuad Moh. Fachruddin, 1970: 67).

5.3 Ilmu Dalam Bidang Falsafah

Sebelum diterangkan dengan lebih lanjut cara ilmu falsafah Islam mengalir ke Eropah, terlebih dahulu dibincangkan sedikit sejarah kemunculan falsafah di dunia Islam. Selepas kematian ahli falsafah Yunani terakhir bernama Aristotle (384-322 S.M), tidak wujud lagi ahli falsafah baru khususnya di dunia Barat sehingga alahirnya ahli falsafah Islam yang pertama iaitu Abu Yusuf bin Ishak atau Al-Kindi (806-873 M) lebih kurang 1122 M tahun kemudiannya.

Al-Kindi memulakan pelajaran dengan berpandukan buku-buku Yunani karangan Aristotle dan Plato. Karya-karya ini telah diterjemah ke dalam bahasa Arab dengan perintah Al-Makmun dan Harun Al-Rasyid. Walaupun Al-Kindi belum mempunyai suatu sistem falsafah yang lengkap pada zaman tersebut namun sumbangannya dalam bidang falsafah tidak harus diperkecikkan kerana beliaulah orang yang pertama membuka pintu falsafah bagi dunia orang-orang Islam dan orang-orang Barat kemudiannya.

Pembina ilmu falsafah Islam yang sebenarnya ialah Abu Nasr Muhammad bin Muhammad bin Tharkan atau Al-Farabi (870-950 M) (H. Mukhtar Yahya, 1969: 117; Seyyed Hossein Nasr, 1968: 46-47). Al-Farabi lebih dikenali dengan nama Al-Pharabius di Eropah (H. Aboebakar Acheh, 1976: 66). Seorang lagi ahli falsafah Islam yang banyak memberikan sumbangan dalam bidang falsafah ini ialah Ibn Rushd. Banyak karya falsafah Ibn Rushd diterjemah dan dijadikan sebagai rujukan oleh para sarjana Barat sehingga akhir Zaman Pertengahan.

Sebenarnya keinginan untuk mempelajari falsafah di kalangan sarjana Islam bukanlah timbul tanpa bersebab. Hal ini jelas dapat dilihat dalam kitab falsafah Ibnu Rushd yang menyatakan tentang anjuran al-Quran untuk belajar falsafah (Oemar Amin Hoesin, 1959: 189-190).

Pengaliran ilmu falsafah Islam dari tamadun Islam ke Barat bermula di Andalus. Aktiviti penterjemahan yang giat dilakukan di Andalus memungkinkan ilmu falsafah Islam tersebar ke Barat begitu mudah melalui perantaraan para sarjana Barat itu sendiri. Pada peringkat awal, karya-karya falsafah daripada bahasa Arab diterjemah ke dalam bahasa Latin. Hal ini berlaku kerana pada zaman pertengahan bahasa Latin ialah bahasa peradaban bagi seluruh Eropah sekalipun bagi mereka yang bukan daripada bangsa Latin. Selain menjadi bahasa agama dalam gereja, bahasa Latin juga bahasa pelajaran di sekolah, bahasa pengantaraan dan perhubungan di kalangan para sarjana Eropah (Oemar Amin Hoesin, 1959: 190).

Saluran pertama falsafah Islam boleh sampai ke Barat setelah Raymund I menjadi paderi besar Kristian di Toledo dari tahun 1130-1150 M. Raymund begitu berkeinginan untuk mengetahui falsafah Islam dan menggunakannya dalam ajaran agama Kristian. Fakta ini membuktikan orang-orang barat memperoleh ilmu falsafah daripada orang Islam. Bagi mencapai hasrat ini, Raymond telah membina akademi penterjemahan di Toledo. Sarjana yang dipertanggungjawabkan oleh Raymond untuk melakukan kerja-kerja terjemahan karya-karya falsafah daripada teks Arab kepada bahasa Latin ialah Dominicus Gundisalvi. Gundisalvi turut menterjemah komentar-komentar falsafah karangan Al-Farabi dan Ibn Sina sebagai bahan rujukan tambahan selain buku-buku pengetahuan Islam yang lain.

Aktiviti penterjemahan yang giat dijalankan oleh para sarjana Barat di kota Toledo ini menyebabkan hampir kesemua ilmu falsafah Islam serta ilmu pengetahuan Islam yang lain diterjemah ke dalam bahasa Latin dan bahasa Eropah yang lain. Karya falsafah Islam terus tersebar luas ke seluruh Eropah Barat pada Zaman Pertengahan. Salah satu bukti penting menunjukkan pengaliran ilmu falsafah Islam ke Barat ialah penggunaan teks *Organon Aristotle* di Universiti Paris pada tiga puluh tahun kemudiannya. Teks *Organon* ini merupakan sebuah teks komentar falsafah Islam, bukannya organon Aristotle yang asal (Oemar Amin Hoesin, 1959: 192).

Satu lagi cara ilmu falsafah Islam boleh tersebar ke Eropah ialah melalui usaha yang dilakukan oleh Raja Frederick. Pada tahun 1224 M, Frederick telah mendirikan Universiti Naples. Beliau telah membina sebuah akademi untuk mempelajari ilmu pengetahuan dan agama Islam untuk dikembangkan di Eropah. Para sarjana di akademi ini berkerja keras menterjemah karya-karya Arab ke dalam bahasa Latin dan bahasa Yahudi kerana kebanyakan orang Yahudi Eropah tidak mahir berbahasa Latin. Selain menggalakkan penterjemahan di akademi tersebut, Frederick turut menghantar sarjana-sarjana lain ke Andalus untuk mengumpulkan terjemahan falsafah Islam dalam bahasa Latin. Antara sarjana yang dihantar ke Andalus ialah Michael Scot pada tahun 1217 M dan Hermann pada tahun 1256 M. Antara karya terjemahan Michael Scot dalam bidang falsafah ini ialah komentar Ibn Rushd, *De Coelo et de Mundo* dan bahagian pertama dari *Anima, Meteora, Parva, Naturalia, De substantia Orbis, Physiks* dan *De Generatione et de Corruptione*. Manakala terjemahan Hermann ialah *Ikhtisar Mantik* karangan Al-Farabi dan *Ikhtisar Syair* karangan Ibnu Rushd (Oemar Amin Hoesin, 1959: 198).

Pada pertengahan abad ke 13 M, hampir keseluruhan buku falsafah Islam karangan Ibnu Rushd diterjemah ke dalam bahasa Latin digunakan di semua sekolah tinggi di Eropah Barat. Salah sebuah karya falsafah Ibn Rushd yang terakhir diterbitkan ialah *At-Tahafut-Tahafut -el-Falasifah* atau *The Incoherence of the Philosophers* yang telah diterjemah oleh Kolonymos pada tahun 1328 M (Oemar Amin Hoesin, 1959: 198).

5.4 Ilmu Dalam Bidang Teknologi

Dalam bidang teknologi, orang-orang Islam di Andalus dan sebelah Timur telah mencapai tahap perkembangan yang begitu tinggi berbanding dengan masyarakat dunia yang lain, lebih-lebih lagi masyarakat di Eropah yang ketika itu berada dalam keadaan yang sangat mundur. Walau bagaimanapun, teknologi yang dipelopori oleh orang Islam ini kemudiannya tersebar ke seluruh Eropah Barat apabila berlakunya perpindahan ilmu setelah kedatangan para sarjana Barat ke Andalus. Antara bidang teknologi yang diteroka oleh orang Islam dan dipindahkan ke Eropah oleh sarjana Barat ialah teknologi dalam bidang pelayaran, pembuatan kertas, jam, serbuk bedil dan meriam.

Pencapaian teknologi orang Islam dapat dilihat dalam bidang pelayaran. Pada zaman kegemilangan tamadun Islam di sebelah Timur, para pedagang dan Mubaligh Islam telah belseyar jauh merentasi beberapa benua melalui Lautan Hindi dari Kilwa di Afrika Timur sehingga ke Selat Melaka dan dari Laut China sehingga ke pelabuhan Canton dan akhirnya sampai ke Laut Mediterranean. Kemajuan para pelaut Islam sehingga dapat merentasi lautan ini sebab mereka menggunakan telah

menggunakan teknologi baru dalam bidang pelayaran termasuklah penggunaan layar kapal yang membantu mempercepatkan perjalanan dan beberapa peralatan moden yang lain.

Pelaut Islam telah menggunakan layar lanten iaitu sejenis layar yang berbentuk segi tiga yang biasa digunakan oleh para pelaut di Lautan Hindi. Layar lanten ini digunakan kerana dapat bergerak menentang arah angin dan sekaligus mempercepatkan perjalanan kapal layar tersebut. Penggunaan layar ini kemudiannya tersebar ke Laut Mediterranean setelah kedatangan orang Islam ke daerah tersebut dan digunakan secara meluas oleh kapal-kapal Eropah pada Zaman Pertengahan yang sebelumnya menggunakan layar segi empat (Wan Fuad Wan Hassan, 1996: 199; J.D. Bernal, 1954: 236).

Selain layar kapal, orang Islam juga memperkenalkan beberapa peralatan pelayaran yang moden seperti astrolab, kuadran, kompas dan peta pelayaran yang baik (Wan Fuad Wan Hassan, 1996: 199). Tidak dapat dinafikan bahawa kompas telah dicipta oleh orang Cina. Walau bagaimanapun, sarjana Islamlah yang telah bersusah payah menyempurnakan ciptaan ini dan mempraktikkan penggunaannya dengan menggunakan jarum magnetik dalam pelayaran (Haidar Bammate, 1981: 25; J.D. Bernal, 1954: 235; Mason S.F, 1956: 81).

Walaupun terdapat percanggahan pendapat tentang asal penciptaan kompas kapal ini, namun melalui bukti penulisan Philip K. Hitti (1958) dan W. Montgomery Watt (1972), penulis bersetuju dengan pendapat mereka yang menyatakan bahawa orang Islam ialah orang pertama yang memperkenalkan kompas

kapal pada Zaman Pertengahan tersebut. Misalnya penulisan pertama tentang penggunaan kompas milik orang Islam ini bertarikh 1230 M ditulis oleh Muhamad al-Awfi dengan tajuknya *Jawami al-Hikayat wa Lawami al-Riwayat* (Wan Fuad Wan Hassan, 1996: 223).

Kesan tinggalan ilmu pelayaran Islam dapat dilihat melalui istilah-istilah sekarang yang berasal daripada perbendaharaan Arab. Antaranya ialah *monsoon* daripada *mausem*, *typhoon* daripada *taufan*, *admiral* daripada *al-amirah* dan *arsenal* daripada *dar as sina'a* (Wan Fuad Wan Hassan, 1996: 196).

Selain teknologi dalam bidang pelayaran, teknologi lain yang tersebar ke Eropah ialah teknologi membuat kertas. Sebenarnya teknologi membuat kertas ini berasal dari negara China tetapi kemudiannya dibawa oleh orang-orang Islam ke Andalus pada 1150 M. Orang Islam tidak lagi menghasilkan kertas daripada kulit sebaliknya menggunakan gentian tumbuh-tumbuhan (Altamira Rafael, 1949: 129). Pembuatan kertas ini seterusnya sampai ke negara Eropah pada akhir abad ke 12 M (J.D. Bernal, 1954: 241). Kilang kertas pertama di negara Kristian dibina di Herault Perancis pada tahun 1189 M, diikuti Montefano Itali pada tahun 1276 M, Nuremberg Jerman pada tahun 1391 M dan England pada 1494 M (Mason S.F, 1956: 82). Kertas yang terbaik pada zaman tersebut dibuat daripada kain perca.

Selain teknologi membuat kertas, orang Islam juga memperkenalkan penggunaan jam, serbuk bedil dan meriam. Menurut J.D. Bernal;

Timepieces are of course of great antiquity. The Arabs improved greatly on the Greek water-clocks and made them the basis of many complicated and automatic devices; but these were operated by floats and cords and lacked the precision and the force of trains of gear wheels. We now know, however, that cog-wheel gearing has a far greater antiquity both in Greece and China. The clock can no longer be claimed as a European invention, though it was most developed there (J.D. Bernal, 1954: 234).

Pengaliran ilmu sains Islam ke Eropah dikatakan mencapai zaman kemuncaknya pada abad ke 13 M. Walaupun daya kreativiti sains Islam tamat pada abad ke 14 M, namun pengaliran ilmu sains Islam ke Eropah ini terus berjalan lancar sehingga pada abad ke 16 M (S. Waqar Ahmed Husaini, 1986: 75).

5.5 Kesimpulan

Penerangan di atas adalah bukti-bukti jelas menunjukkan bahawa sarjana Islam memainkan peranan penting dalam mempelopori dan memperkenalkan ilmu pengetahuan sains dan falsafah ke Eropah. Tidak dinafikan bahawa terdapat ilmu pengetahuan yang diperoleh daripada warisan Greek-Yunani yang dikembangkan oleh para sarjana Islam, tetapi hanyalah sebahagian kecil sahaja. Kenyataan di atas juga membuktikan bahawa sememangnya berlaku pengaliran ilmu pengetahuan dari tamadun Islam ke Eropah pada Zaman Pertengahan melalui aktiviti penterjemahan dan perantaraan sarjana-sarjana Barat yang datang ke Andalus . Penggunaan teks-teks asal karangan sarjana Islam dan karya terjemahan sebagai rujukan utama di universiti-universiti seluruh Eropah pada zaman berikutnya adalah bukti-bukti yang lebih jelas ilmu pengetahuan dari tamadun Islam Andalus tersebar dan begitu diperlukan di Eropah. Pengaliran ilmu dari tamadun Islam ke Eropah jelas ditunjukkan dalam lampiran (Rajah 2).