

**MENINJAU BUKTI ILMIAH KEKUATAN BESI MENURUT CARA PANDANG  
ILMU KIMIA DAN SAINS YANG BERKAITAN BESERTA BEBERAPA  
KONSEKUENSINYA SEBAGAIMANA DISEBUT DALAM AL QURAN QS.  
AL HADIID:25**

*Dede Suhendar*

*d.suhendar.edu@gmail.com*

*Dosen Kimia pada Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Bandung.*

**Abstract**

*Kauniyah verses of iron in the Qur'an Surah Al Hadiid, Verse 25, in particular, has not been widely studied in the perspective of chemistry, let the problems associated with its implementation according to what is listed in the verse. In this paper, we discussed about of "great strength of iron" in the verse from the viewpoint of modern chemistry supported with findings of iron in other scientific disciplines are closely related with, as in Geology, Physics, Biology and Materials Science. In this paper, we also discussed the meaning of the next sentence of the verse "...and that Allah may know who is helping (religion) Him and His apostles but God has not seen." The discussion is limited to a review of the nuclear chemistry (nuclides), chemical structure, magnetic, and chemical bonding properties. We can be concluded that the iron does have remarkable properties leading to iron predicate as stated in the verse. The facts of iron are following: (1) Iron is an element with isotopes that have the most stable nucleus of all the existing elements; (2) Iron has metal structure (polymorph) that adaptive to the presence of other metal/s or elements in its structure, so it can be made many variations of steel/alloy; (3) Iron has the strongest magnetic effect on life on earth; and (4) The nature of the bonds formed between the iron with organic compounds of iron proved a major role in biochemical processes. Finally, the great strength of the iron phenomenon has consequences as a reflection of Muslims in order to use it in various forms that lead to the establishment of Islamic symbols.*

**A. Pendahuluan**

Bukti-bukti tentang kebenaran Al Quran sebenarnya sudah banyak yang tidak terbantahkan lagi. Namun demikian seakan tidak lekang sepanjang masa, para pemikir Islam, terutama para pemerhati masalah makna ayat-ayat kauniyah, berusaha untuk mengemukakan bukti-bukti ilmiah yang terkandung dalam al Quran pada bagian-bagian ayat yang menyangkut fenomena materi. Kajian masalah ini ada yang meninjaunya dari

aspek numerologi, sains dan teknologi, filsafat, kesehatan ataupun lingkungan. Salah satu kajian yang menarik perhatian para pemerhati ayat-ayat kauniyah adalah besi yang secara khusus menjadi nama surat ke-57 dalam al Quran, yakni al Hadiid. Sementara, fenomena tentang kekuatan besi disebut secara khusus pada surat tersebut pada ayat 25.

Literatur yang membahas tentang besi dari sudut pandang Sains dan Agama Islam masih sangat langka dan masih jauh

dari fokus dalam kaitan sains modern. Adapun literatur-literatur yang membahas masalah ayat-ayat kauniah tentang besi, masih sedikit disinggung. Nursi (dalam buku yang berjudul “Tuhan, Alam, Manusia: Perspektif Sains dan Agama” yang disunting oleh Ted Peters, Muzaffar Iqbal, dan Syed Nomanul Haq dengan Penerjemah Ahmad Baiquni, Penerbit Mizan, 2006, hal 122), menyinggung makna QS. Saba:34, tentang kemampuan Daud dalam melunakkan besi yang dibaca sebagai kemungkinan arti penting besi di masa mendatang (sekarang), salah satunya teknologi baja.<sup>[1]</sup>

Dalam QS. 57:25 dinyatakan bahwa: “.... Dan Kami ciptakan besi yang padanya terdapat kekuatan yang hebat dan berbagai manfaat bagi manusia, (*supaya mereka mempergunakan besi itu*) dan supaya Allah mengetahui siapa yang menolong (*agama*)Nya dan rasul-rasul-Nya padahal Allah tidak dilihatnya. ...”.<sup>[2]</sup> Bila kita tinjau masalah manfaat besi, maka hal tersebut tidak terbantahkan lagi mengingat besi merupakan logam yang sudah dikenal dan dimanfaatkan sejak lama sepanjang sejarah peradaban umat manusia,<sup>[3]</sup> dari hanya sebagai bahan untuk perkakas sederhana, konstruksi bangunan modern, sampai peralatan dan kendaraan militer. Namun berbeda rasanya bila kita

perhatikan sepiantas pernyataan bahwa “pada besi terdapat kekuatan yang hebat”, apalagi bila dikaitkan dengan kajian-kajian sains dasar (terutama kimia dan fisika) seperti apa yang pada umumnya kita terima di sekolah atau bangku kuliah, ternyata banyak bertolak belakang. Bila ditinjau dari sifat fisik, besi bukan merupakan unsur yang paling keras, masih banyak logam lain yang lebih keras, bahkan kekerasan semua unsur logam masih dapat dikalahkan dengan intan (salah satu alotrof karbon). Demikian juga titik lelehnya (1538 °C), masih jauh di bawah logam yang paling tinggi titik lelehnya, yakni tungsten (3422 °C).<sup>[4]</sup> Bila ditinjau dari sifat kimiapun, besi sangat mudah berkarat, masih kalah dibandingkan tembaga. Besi mudah teroksidasi karena potensial reduksinya cukup negatif. Lalu di mana letaknya kekuatan yang hebat dari besi itu?

Besi memiliki simbol kimia Fe. Ada beberapa fenomena yang merujuk pada makna kekuatan yang hebat dari besi itu. Namun demikian, kita tidak cukup dapat menjangkau untuk memahaminya bila hanya mengandalkan pemahaman sains murni klasik, apalagi hanya mengandalkan wawasan satu cabang ilmu saja. Memahami fenomena-fenomena kekuatan besi memerlukan wawasan

keilmuan lintas bidang melalui simpul-simpul bahasan ilmu kimia, yakni: (1) Kimia Inti, (2) Struktur Kisi Kristal, (3) Sifat Magnet Bahan, dan (4) Ikatan Kimia. Selain dengan ilmu kimia, bahasan besi yang pertama sangat berkaitan dengan wawasan Ilmu Bumi atau Geologi, yang kedua dengan Ilmu Bahan atau Ilmu Material, yang ketiga dengan Ilmu Fisika dan Geologi, dan yang keempat dengan Biologi dan Biokimia. Selain keempat bahasan tersebut sangat memungkinkan masih ada tinjauan lain. Dalam tulisan ini penulis hanya akan membahasnya dalam sub-sub judul yang mudah dipahami dengan menyoroti hal-hal yang sangat menonjol yang memungkinkan pembaca umum segera mengetahui maksudnya.

## B. Tinjauan Ilmiah Tentang Besi

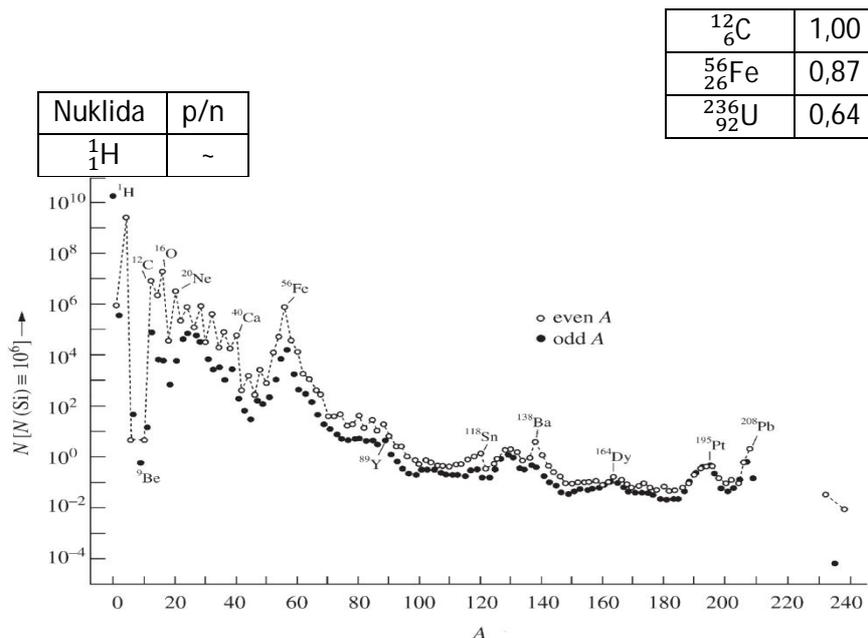
### 1. Kestabilan Inti Atom Besi

Kelimpahan unsur dan kestabilan inti memiliki korelasi dengan perbandingan jumlah proton terhadap jumlah neutron ( $p/n$ ). Kelimpahan unsur secara kasar sebanding dengan  $p/n$ , demikian juga kestabilan inti, di mana inti paling stabil memiliki  $p/n \approx 1$ . Makin kecil/besar angka perbandingannya maka makin tidak stabil inti itu.

Sebagian besar unsur-unsur stabil di alam memiliki isotop, seperti hidrogen memiliki isotop  $^1_1\text{H}$ ,  $^2_1\text{H}$ , dan  $^3_1\text{H}$ , karbon

$^{12}_6\text{C}$ ,  $^{13}_6\text{C}$ , dan  $^{14}_6\text{C}$ , dan besi  $^{54}_{26}\text{Fe}$ ,  $^{56}_{26}\text{Fe}$ ,  $^{57}_{26}\text{Fe}$  dan  $^{58}_{26}\text{Fe}$ .<sup>[5]</sup> Angka 1, 2 dan 3 pada simbol isotop-isotop hidrogen adalah jumlah total proton dan neutronnya, sedangkan angka yang sama (subskrip 1)-nya mewakili jumlah proton. Dengan demikian jumlah neutron pada ketiga isotop hidrogen secara berturut-turut adalah 0, 1, dan 2. Dari pemahaman sederhana ini kita dapat menentukan juga jumlah neutron pada masing-masing isotop karbon secara berturut yakni 6, 7, dan 8, dan pada besi adalah 28, 30, 31, dan 32. Bila kita buat daftar harga perbandingan jumlah proton terhadap jumlah neutron ( $p/n$ ), isotop paling stabil dari ketiga unsur, ditambah isotop uranium paling stabil yakni  $^{238}_{92}\text{U}$ , kita dapat melihat adanya kecenderungan makin menurunnya  $p/n$  seiring dengan bertambahnya nomor atom (jumlah proton) seperti terlihat pada Tabel 1 dan Gambar 1. Terlihat bahwa secara kasar kecenderungan penurunan  $p/n$  juga sebanding dengan kelimpahan unsur-unsur yang bersangkutan di alam.

Tabel 1. Harga rasio jumlah proton terhadap jumlah neutron ( $p/n$ ) dari beberapa nuklida yang merupakan isotop-isotop yang dianggap paling stabil dari masing-masing unsur hidrogen (H), karbon (C), besi (Fe) dan uranium (U).



**Gambar 1. Kelimpahan unsur di alam berdasarkan berat intinya. Atom-atom dengan berat inti genap lebih melimpah dibandingkan dengan yang ganjil tetangga terdekatnya sehingga memiliki pola grafik yang cenderung “zig-zag”. Sumber: Meteorite, Comets and Planets, edited by A.M. Davis, H.D. Holland, and K.K. Turekian. (2005) Treatise on Geochemistry, Vol 1, Kidlington (UK): Elsevier Ltd, Hal 55.[7]**

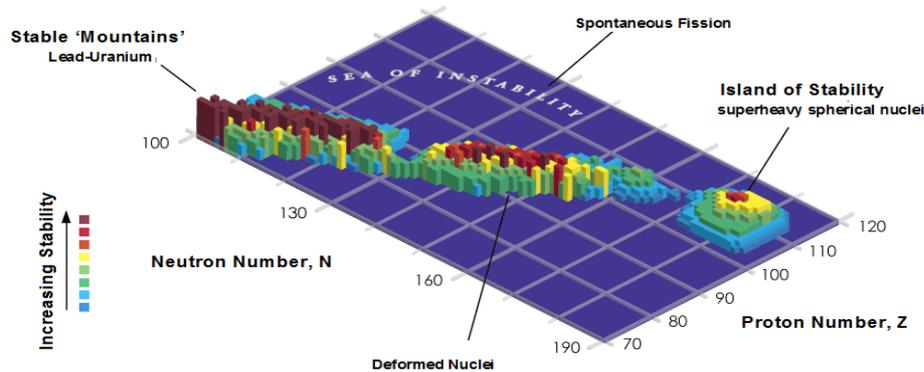
Uranium merupakan unsur bernomor atom terakhir yang terdapat secara alami. Unsur bernomor setelahnya, hanyalah unsur-unsur buatan yang memiliki masa tinggal makin menurun, sampai akhirnya sangat sulit diisolasi unsur-unsur bernomor setelah 110, atau tidak ditemukan lagi unsur baru setelah nomor 120. Walaupun belum ada kesepakatan di IUPAC (badan internasional yang mengurus masalah kimia), ada kecenderungan di antara ilmuwan kimia dan fisika bahwa unsur terakhir adalah unsur bernomor 114 (Uut) karena masa tinggalnya masih cukup

dapat disaksikan mata telanjang (sekitar 30 detik), sementara unsur-unsur setelahnya (115-120) masa tinggalnya sangat terbatas (10-3 detik atau kurang)[3] sehingga sangat sulit diterima sebagai sebuah unsur karena sifat kimianya sulit diidentifikasi.

Hasil-hasil penelitian juga menunjukkan bahwa unsur ke 114 (dengan jumlah neutron 184) merupakan nuklida yang paling stabil di antara beberapa unsur sebelum dan sesudahnya, mengacu pada prediksi teoritis “island of stability” dari nuklida-nuklida.[8,9] Secara grafik hubungan stabilitas terhadap

nomor unsur (jumlah proton,  $Z$ ) dan jumlah neutron ( $N$ ) dapat dilihat pada Gambar 2. Lalu, apakah bukan satu kebetulan bila urutan surat besi (al Hadiid)

pada nomor 57 yang merupakan bilangan setengahnya dari jumlah surat dalam al Quran? Wallahu alam.



**Gambar 2. Grafik “Pulau Kestabilan” nuklida pada plot antara jumlah neutron terhadap jumlah proton (nomor atom). Unsur ke-114 terlihat menempati puncak pulau yang ditunjukkan “superheavy spherical nuclei”. Sumber: wikipedia<sup>[10]</sup>**

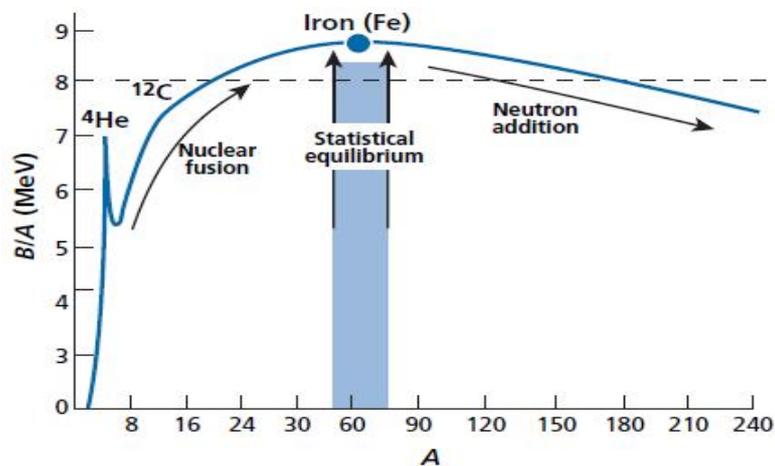
Kenyataan fenomena p/n sebanding dengan kelimpahannya dibenarkan dengan komposisi dan kelimpahan unsur di alam semesta. Hidrogenlah pengisi utama alam semesta, diikuti helium, dan seterusnya dengan suatu pola kelimpahan tertentu. Matahari dan milyaran bintang bercahaya memiliki kandungan utama hidrogen dalam jumlah yang sangat tidak terbatas, dan cahayanya ini sebagai hasil reaksi nuklir (inti) tak henti antar inti hidrogen. Reaksi antar inti hidrogen menghasilkan unsur helium, He (unsur bernomor atom kedua), reaksi antara He dengan H menghasilkan unsur bernomor atom ketiga, Litium, Li; reaksi Li dengan He menghasilkan unsur bernomor atom 5, yakni Boron, B, dan seterusnya.[5]

Temuan dari para ahli geologi isotop, terutama yang membidangi masalah nukleosintesis (pembentukan inti-inti atom), menyebutkan bahwa kehadiran unsur-unsur yang ada saat ini merupakan hasil dari reaksi fusi inti (penggabungan inti) sebagaimana telah dijelaskan, yakni untuk inti-inti yang lebih ringan, dan hasil penggabungan neutron untuk inti-inti yang lebih berat (akumulasi neutron menyebabkan inti tak stabil, akhirnya memancarkan partikel  $\beta$ , dengan konsekuensi proton bertambah).[11] Lalu pertanyaannya adalah sampai unsur bernomor atom berapa terjadinya sintesis melalui mekanisme fusi inti dan dari nomor atom berapa unsur-unsur selanjutnya terbentuk melalui mekanisme

penggabungan neutron. Ternyata daerah pemisah kedua pola rangkaian sintesis unsur-unsur (nukleosintesis) ini adalah isotop-isotop besi.[11,12] Istilah penggabungan inti maupun akumulasi neutron yang diikuti peluruhan partikel  $\beta$  menandakan adanya ketidakstabilan inti yang mengharuskan bereaksi, dan ini ternyata berkaitan dengan energi ikat inti per nukleon.

Walaupun letak nomor unsurnya jauh dari hidrogen yang kelimpahannya di tata surya tertinggi namun reaktif pada reaksi fusi, sebagai unsur logam, kelimpahan besi sangat menonjol di antara logam-logam lain (lihat Gambar 1) dan

dengan demikian terdapat kecenderungan bahwa isotop-isotop besi merupakan produk akhir nukleosintesis. Kandungan utama meteor, geseran warna merah galaksi, makin padatnya materi bintang-bintang menguatkan pendapat tersebut.[11] Hal ini mengarah kepada penguatan pendapat bahwa besi merupakan produk akhir dari semua rangkaian nukleosintesis. Akhirnya kita dapat menyatakan bahwa isotop-isotop besilah yang memiliki kestabilan inti paling tinggi. Fenomena ini dapat dilihat pada Gambar 3 yang menunjukkan isotop-isotop besi berada pada kestabilan tertinggi.



**Gambar 3. Kurva energi ikat inti per nukleon ( $B/A$ ) terhadap nomor massa inti ( $A$ ), di mana menunjukkan isotop-isotop besi berada pada harga  $B/A$  tertinggi. Sumber: Allegre, *Isotop Geology*, Cambridge University Press, 2008, hal 141.<sup>[12]</sup>**

Besi terdiri atas isotop-isotop alami ( $^{54}\text{Fe}$ ,  $^{56}\text{Fe}$ ,  $^{57}\text{Fe}$ , dan  $^{58}\text{Fe}$ ) yang secara keseluruhan menyumbangkan berat rata-rata/relatif atom besi ( $A_r$ ) 55,845 g/mol.

Di antara keempat isotop itu,  $^{56}\text{Fe}$  merupakan isotop paling stabil dan juga merupakan nuklida paling stabil di alam raya.

Para pemerhati masalah ayat-ayat kaunyah seringkali terjebak pemahamannya atau tidak teliti bila membahas tentang besi. Mereka mengaitkan nomor urutan surat al Quran terhadap berat atom (Ar) Fe, padahal Ar Fe = 55,845. Bila memang ada kaitannya, maka yang paling mendekati adalah peninjauan kestabilan isotop seperti yang telah disebutkan. Wallahu 'alam.

## 2. Struktur Kimia Logam Besi Memungkinkan Variasi Jenis Baja dan Perpaduan Antar Logam

Dalam ilmu kimia zat padat dan ilmu bahan, satuan terkecil dari pola ikatan kimia berstruktur kristal disebut kisi (B. Inggris = lattice). Struktur kimia yang memiliki pola kisi berulang ke segala arah dikatakan sebagai struktur kristal. Terdapat 7 pola (sistem) kisi kristal yang dikenal. Tiap-tiap pola memiliki variasi cara penyusunan atom di dalamnya. Salah satu bentuk kisi adalah kubus. Dalam struktur kisi kristal kubus dikenal 3 variasi susunan atom, yakni kubus sederhana (atom-atom menempati sudut-sudut ruang kubus), kubus berpusat muka (atom-atom menempati sudut-sudut ruang kubus dan juga bagian tengah tiap permukaan sisi kubus), dan kubus berpusat ruang (atom-atom menempati sudut-sudut ruang kubus dan juga pusat ruang). Secara berturut-turut ketiga variasi

tersebut sering diberi singkatan dalam bahasa Inggris, yakni SC (simple cubic), FCC (face centred cubic), dan BCC (body centred cubic). Berdasarkan efisiensi ruang (74%), susunan FCC sama efisiennya dengan bentuk penyusunan rapat heksagonal (HCP, hexagonal close-packed), sementara BCC memiliki efisiensi 68%, dan SC 52%. [3,4]

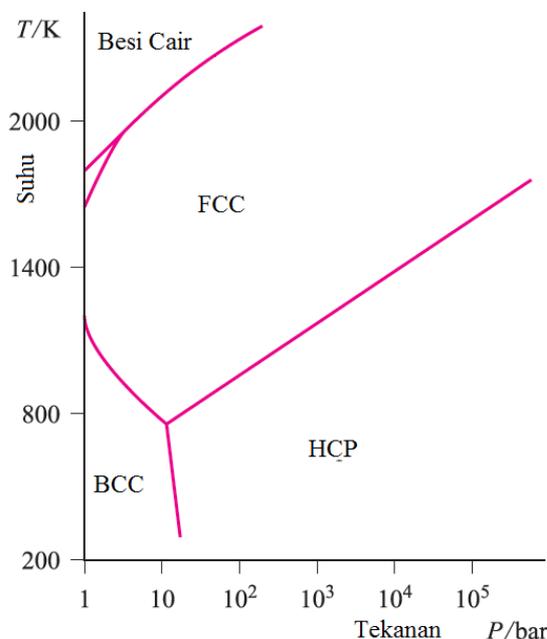
Hampir semua unsur logam yang berfasa padat pada suhu dan tekanan ruangan mengadopsi struktur kimia dengan pola seperti tumpukan kubus-kubus, baik FCC, HCP, maupun BCC, [4] tapi tidak ada yang SC. Struktur dapat menunjukkan efisiensi, artinya struktur menunjukkan kepadatan dan kekuatannya untuk mempertahankan struktur itu sendiri, sehingga logam padat pada suhu ruang tidak ada yang berstruktur SC. Struktur kristal logam akhirnya sangat menentukan ketahanan mekanik, termal, dan terhadap lingkungan kimia. Penyusunan atom yang kurang rapat lebih memungkinkan strukturnya dapat dimodifikasi dibandingkan yang sangat rapat.

Membuat paduan logam atau baja sesungguhnya merupakan modifikasi cara pengisian ruang kisi-kisi kristal. Besi yang berstruktur BCC lebih memungkinkan dibuat baja dengan menambahkan

sejumlah kecil karbon di mana atom-atom karbon yang lebih kecil dibandingkan atom besi akan mengisi ruang-ruang antar atom pada struktur kristal besi, sehingga strukturnya makin padat/kompak, bergantung sifat yang diinginkan sehingga terdapat variasi baja besi karbon. Tembaga yang berstruktur FCC tidak pernah dibuat baja karbonnya karena strukturnya sangat rapat. Sejumlah kecil atom-atom besi pada logam besi posisinya dapat digantikan oleh atom-atom logam lain yang memiliki jari-jari dan lingkungan koordinasi yang sama atau hampir sama.[4] Di antara semua logam, besi merupakan logam yang terpenting, paling melimpah di bumi, dan paling murah, sehingga besilah yang paling

cocok sebagai bahan dasar (utama) paduan logam.[3] Bila diperhatikan dari data jari-jari atom dimana Fe memiliki jari-jari 126 pm, sangat logis bila terdapat paduan besi dengan Cr, Co, Ni, dan Cu yang secara berturut-turut memiliki jari-jari atom 129, 125, 125 dan 128 pm.

Paduan logam juga dipengaruhi struktur kisi, sementara besi memiliki empat bentuk kisi (polimorf) pada suhu dan tekanan yang berbeda, yakni BCC pada suhu dan tekanan rendah, HCP pada suhu agak tinggi dan tekanan tinggi, dan FCC pada suhu yang lebih tinggi. Pada suhu yang lebih tinggi lagi besi meleleh yang kita katakan sebagai titik leleh besi.[4,13] (semua perubahan struktur besi lebih jelas terlihat pada Gambar 4).



**Gambar 4. Diagram fasa besi pada berbagai suhu dan tekanan (Gambar telah diadaptasi dari sumber aslinya). Sumber: Housecroft and Sharpe, Inorganic Chemistry, 2nd ed., Prentice Hall, 2005, hal 136.<sup>[4]</sup>**

Dengan adanya perilaku perubahan struktur kisi besi pada berbagai suhu dan tekanan menyebabkan lebih banyak kemungkinan besi dapat dipadukan dengan logam-logam lain meskipun memiliki struktur kisi berbeda pada suhu dan tekanan ruangnya. Dalam sejarah yang tercatat dalam al Quran dikatakan bahwa Dzulqarnain membuat paduan besi dengan tembaga yang menghasilkan paduan logam yang keras dan licin. Pengolahannya adalah potongan-potongan besi dibakar sampai membara dicampur dengan lelehan tembaga cair (lihat QS. 18:95-96). Pada kondisi seperti itu besi memiliki struktur FCC yang adaptif dengan kehadiran atom-atom tembaga menghasilkan paduan besi-tembaga yang sangat kuat pada akhir pendinginan suhu dan tekanan ruangan. Berikut petikan QS. 18:95-96 tersebut: Dzulkarnain berkata: "Apa yang telah dikuasakan oleh Tuhanku kepadaku terhadapnya adalah lebih baik, maka tolonglah aku dengan kekuatan (manusia dan alat-alat), agar aku membuatkan dinding antara kamu dan mereka, berilah aku potongan-potongan besi". Hingga apabila besi itu telah sama rata dengan kedua (puncak) gunung itu, berkatalah Dzulkarnain: "Tiuplah (api itu)". Hingga apabila besi itu sudah menjadi (merah seperti) api, diapun

berkata: "Berilah aku tembaga (yang mendidih) agar aku kutuangkan ke atas besi panas itu".

Paduan Fe-Cu telah dikenal dalam beberapa aplikasi teknologi karena ia merupakan bahan yang memiliki kekuatan mekanik dan termal yang tinggi. Karena memiliki sifat mekanik dan termal demikian, ia diaplikasikan sebagai konektor yang memerlukan adanya pin-pin dengan tidak mengurangi kinerja sebagai konduktor listrik,[14] tahan korosi,[15] dengan perubahan-perubahan (transisi) struktur kristal berkaitan dengan rasio Fe:Cu.[16,17]

### 3. Besi, Magnet, Kandungan Inti dan Massa Bumi, serta Pengaruhnya pada Kehidupan Di Muka Bumi

Besi memiliki keistimewaan luar biasa dibandingkan dengan logam-logam lain. Besi merupakan logam yang bersifat magnet, yakni dapat ditarik oleh medan magnet dan dapat juga dibuat bahan magnet (magnet permanen) karena ia memiliki konfigurasi elektron yang tak berpasangan pada orbital d-nya.[17,18] Sifat magnet bahan-bahan juga sering diasosiasikan dengan besi. Walaupun bahan magnet saat ini banyak juga terbuat dari logam/paduan logam golongan Lantanoida (karena memiliki kemungkinan jumlah elektron tak

berpasangan yang lebih banyak pada orbital f-nya), namun dua istilah kekuatan/sifat magnet mengacu pada nama besi (B. Latin, Besi = Ferrum), yakni ferro/ferrimagnetik dan antiferromagnetik. Tidak ada nama logam lain dipakai untuk sifat magnet. Begitupun mineral yang memiliki rumus  $Fe_3O_4$  dinamai magnetit, suatu bahan yang digunakan pada pita kaset dan beberapa komponen elektronika, yang juga merupakan bahan magnet istimewa yang banyak mencuri perhatian para ilmuwan berbagai disiplin kajian.[17,18] Demikian juga terdapat sifat fisik bahan lainnya yang meminjam kata dasar besi, yakni sifat ferroelektrik mewakili sifat penyimpanan polarisasi listrik dari bahan-bahan tertentu setelah medan luar yang menghasilkan polarisasi listrik dihilangkan.[18]

Ternyata keistimewaan yang luar biasa ini benar-benar harus disepakati karena temuan ilmiah bidang geofisika secara tidak ragu menyebut bahwa kandungan inti bumi adalah besi (sekitar 90%), sedikit nikel dan unsur-unsur lainnya. Inti bumi terdiri atas dua bagian, bagian dalam dan luar. Bagian dalam berisi besi padat dan bagian luar berisi besi cair. Pengaruh dari kandungan besi pada inti bumi pada akhirnya mengarah

pada kesimpulan tentang letak kekuatan yang hebat dari besi. Gempa-gempa yang hebat yang dirasakan di permukaan bumi banyak dipengaruhi oleh aliran konveksi besi cair pada inti bumi luar. Yang paling nyata dari kekuatan besi di inti bumi ini adalah menimbulkan medan magnet bumi pada poros Utara-Selatan. Rotasi bumi pada porosnya juga menimbulkan medan magnet bumi yang kuat, dan inilah satu-satunya sumber medan magnet yang menguasai bumi. Medan magnet ini pulalah yang melindungi bumi dari radiasi matahari dan menjaga keadaan atmosfernya seperti saat ini. [19] Satu pertanyaan sederhana saja segera akan muncul, bagaimana jadinya bila tidak ada besi, mungkinkah kita mengetahui arah mata angin

Lebih lanjut keistimewaan yang dapat ditinjau dari istilah kekuatan dari besi ini adalah dari kenyataan bahwa besi merupakan unsur yang paling banyak menyumbangkan pada masa bumi keseluruhan, sehingga besi sangat berperan besar pada gaya gravitasi bumi. Besi merupakan unsur yang paling banyak dikandung bumi berdasarkan persentase beratnya, disusul oksigen, magnesium dan silikon. Gaya gravitasi antara bumi dan matahari adalah  $3,56 \times 10^{22}$  N. Gaya sebesar inilah yang

menjaga bumi mengorbit pada radius yang aman bagi kelangsungan hidup makhluk hidup di bumi. Gravitasi bumi juga menentukan bentuk muka lautan yang cembung, lamanya siang dan malam secara konstan, gerakan atmosfer dan jarak-jarak dengan bulan dan planet-planet tata surya. [19]

#### 4. Besi dan Makhluk Hidup

Di kulit Bumi, besi bukanlah unsur yang dominan. Oksigen dan silikonlah yang paling dominan. Besi juga bukan merupakan logam yang paling melimpah di kulit bumi, hanya nomor dua setelah aluminium.[6] Sebagai logam, apalagi merupakan golongan logam transisi, besi ternyata memegang peranan paling vital bagi kelangsungan hidup makhluk hidup di bumi. Besi disebut-sebut sebagai golongan unsur micronutrient bagi makhluk hidup. Jadi hanya sedikit saja makhluk hidup memerlukannya, namun sangat diperlukan dan merupakan salah satu penentu kehidupan organisme.[20]

Di antara logam-logam transisi lain yang diperlukan makhluk hidup untuk kelangsungan hidupnya, besi merupakan unsur logam yang paling dominan kandungannya.[3,4] Pentingnya besi adalah pada pengangkutan oksigen untuk respirasi sel pada sebagian besar makhluk hidup di bumi. Dalam menjalankan

fungsinya sebagai pengangkut oksigen, ia berada dalam bentuk senyawa-senyawa makromolekul. Sebagai contoh, beberapa enzim dan protein yang mana penting dalam proses-proses biokimia merupakan senyawa besi. Contoh yang paling umum dikenal dari senyawa besi adalah yang terdapat pada manusia, yakni hemoglobin. Sistem kesetimbangan hemoglobin dimana melibatkan kesetimbangan redoks besi ( $\text{Fe}^{2+} \leftrightarrow \text{Fe}^{3+}$ ), sangat vital bagi mekanisme pengikatan oksigen di paru-paru dan pelepasan oksigen di sel-sel.[20] Sehingga dapat dikatakan bahwa sejak manusia lahir, ia telah tergantung dari keberadaan besi, walaupun ia diperlukan hanya dalam jumlah yang sangat sedikit, yakni hanya sekitar 0,006% dari berat tubuh.[3,4]

Pentingnya besi bagi kelangsungan kehidupan bukan hanya terlihat pada organisme-organisme tingkat tinggi saja, melainkan sampai pada mikroorganisme-mikroorganisme, baik dari golongan tumbuhan maupun hewan. Bakteri-bakteri yang hidup di tanah sampai harus memiliki cara tersendiri dalam mendapatkan besi di lingkungan yang kurang tersedia besi secara hayati, dengan menghasilkan semacam senyawa-senyawa yang berfungsi sebagai ligan pengikat besi

yang sering disebut sebagai senyawa siderofor.[4,20]

Tanpa mengurangi peranan logam-logam runtuhan lainnya seperti seng, molibdenum, kobal, dan sejumlah logam runtuhan lainnya, besi ternyata merupakan logam runtuhan yang paling dominan dalam jumlah dan peranannya.[4] Salah satu peranan besi yang sangat penting, bahkan bagi kelangsungan kehidupan di bumi, dapat dilihat dari hasil-hasil penelitian mengenai kaitan keberadaan besi dengan kelimpahan fitoplankton. Seperti diketahui bahwa fitoplankton merupakan produsen di perairan yang sangat menentukan kelangsungan hidup dan rantai makanan di hidrosfir. Dari hasil penelitian para ilmuwan lintas bidang ilmu dalam kurang dari 20 tahun terakhir dapat disimpulkan bahwa ketersediaan hayati besi dan bentuk-bentuk senyawa terlarutnya di perairan sangat menentukan keberadaan, kelimpahan, dan spesies-spesies fitoplankton.[21-26] Fenomena ini membawa gagasan bagi sejumlah ilmuwan dan praktisi bidang lingkungan untuk memanfaatkan fitoplankton dalam menenggelamkan gas rumah kaca (CO<sub>2</sub>) ke dasar laut karena fitoplankton menyerap CO<sub>2</sub> untuk fotosintesis,[21-23] memiliki masa tinggal tertentu di permukaan laut dan akhirnya ternggelam

ke dasar laut, serta potensi efisiensinya dalam penyerapan CO<sub>2</sub> karena 5/7 permukaan bumi diselubungi perairan. Gagasan ini akhirnya kurang populer karena sejumlah ekspedisi gagal untuk mengendalikan efek-efek kerusakan ekosistem laut.[25] Dari pemahaman tentang besi yang menjadi faktor pembatas keberadaan fitoplankton, serta perubahan-perubahan komposisi gas-gas atmosfer (terutama CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub>) sepanjang sejarah bumi, juga dapat ditelusuri peranan biogeokimia besi di perairan bumi.[26] Jadi, dapat disimpulkan bahwa besi memiliki peranan yang sangat besar pada kendali kehidupan di hidrosfir dan menentukan iklim bumi yang pada akhirnya menentukan perjalanan sejarah makhluk hidup di bumi.

### **C. Konsekuensi Fenomena Besi Sebagaimana Yang Tercantum Dalam Qs. 57:25**

Bila meninjau kalimat lengkapnya pada QS. 57:25 yang menyebut tentang besi, maka umat Islam dihadapkan pada suatu konsekuensi bagaimana seharusnya menyikapi tentang keistimewaan besi berupa “kekuatan yang hebat dan berbagai manfaat bagi manusia”, yakni “...(supaya mereka mempergunakan besi itu) dan supaya Allah mengetahui siapa yang

menolong (agama)Nya dan rasul-rasul-Nya padahal Allah tidak dilihatnya...”.

Sepanjang sejarah yang diberitakan al Quran tercatat sekurang-kurangnya ada dua hamba Allah dalam masa berbeda, yakni Daud dan Dzulqarnain, yang menguasai ilmu dan teknologi besi. Beberapa makna penggunaan besi tersebut, jelas besi merupakan alat pertahanan yang telah digunakan dua orang hamba Allah yang shaleh tersebut untuk melindungi negara dan umat yang beriman dari gangguan kaum/golongan/bangsa yang tidak suka eksistensi ketauhidan. Jadi, dua kisah tersebut menguatkan tentang maksud Allah menciptakan besi sebagaimana pada QS. 57:25, yakni untuk menjaga eksistensi syiar dan risalah tauhid.

Pada kisah Daud maupun Dzulqarnain terdapat kesamaan dalam hal kedua-duanya memiliki teknologi pengolahan logam (metalurgi) besi. Terdapat sedikit perbedaan dengan Dzulqarnain, Daud memperoleh karunia dari Allah bagaimana menganyam besi untuk baju (perang) besi. Penulis tidak mengetahui bagaimana gambaran “anyaman besi” yang dimaksud, yang jelas sebuah bentuk/pola anyaman memerlukan kelenturan bahan yang dianyam. Sepanjang sejarah kerajaan-

kerajaan besar dunia, khususnya Rowami, Yunani, Cina, Mesir, dan Persia, dan yang terakhir Inggris dan Perancis, dalam peperangannya belum pernah menggunakan baju besi yang dianyam. Dalam tinjauan sains dan teknologi mutakhir, kata “anyaman” sangat erat kaitannya dengan konsep ilmu dan teknologi bahan fiber. Ilmu dan teknologi fiber sangat menarik perhatian karena suatu bahan dari fiber telah teruji lebih unggul dibandingkan unsur/senyawa asal fiber itu, yakni jauh lebih ringan dengan beberapa sifat fisik yang tetap dipertahankan, namun dengan sifat mekanik yang lebih liat. Tidak heran bila banyak produsen dari peralatan mekanik biasa, konstruksi bangunan, jembatan, sampai pesawat terbang, telah mengaplikasikan teknologi fiber pada produk-produk mutakhirnya. Dari kisah Daud, jelas bahwa dia seorang rasul, raja (penguasa) yang sekaligus saintis dan teknokrat (ahli bahan) yang mana kekuasaan dan kemampuannya tersebut digunakan untuk menegakkan risalah tauhid yang dibawanya.

Dalam konteks kekinian, ayat QS. 57:25 ini tentu merupakan sindiran sekaligus ujian bagi sebagian umat Islam yang banyak bergelut dalam dunia sains dan teknologi serta para pemimpinnya

yang tidak memperhatikan bagaimana wajah agamanya yang ditampilkan oleh representasi penganutnya dibiarkan dipandang sebelah mata, lemah (tidak memiliki kekuatan berarti) sehingga tidak memiliki daya tawar dalam mengambil keputusan internasional, bahkan urusan rumah tangganya sendiri. Di lain pihak, ayat ini juga dapat menjadi penyemangat umat Islam untuk lebih maju, beradab, kuat, dan bermartabat dalam koridor bimbingan Quran dan tauladan nabinya.

Para cendekiawan muslim, khususnya yang bergelut dalam sains dan teknologi, tidak usah ragu untuk memulai berbuat langkah-langkah nyata memegang teguh agamanya, memperjuangkan apa yang menjadi kebutuhan umat. Allah tidak mungkin membiarkan umatnya yang bersungguh-sungguh menolong agamanya sebagaimana yang dijanjikan Allah dalam QS. 47:7, "Hai orang-orang mukmin, jika kamu menolong (agama) Allah, niscaya Dia akan menolongmu dan meneguhkan kedudukanmu." Dengan demikian kita dapat berkaca dari ayat ini pula bahwa kedudukan umat Islam menjadi kurang bermartabat saat ini karena boleh jadi sedikit sekali "para penolong agama Allah" ini, namun yang ada cenderung terwakili oleh gambaran pada QS. 2:11, "Dan bila dikatakan

kepada mereka: "Janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi." Mereka menjawab: "Sesungguhnya kami orang-orang yang mengadakan perbaikan." Jelas bahwa bila kedudukan umat Islam ingin teguh kedudukannya dalam masyarakat internasional, maka umat Islam harus menegakkan syiar Islam.

Para ilmuwan muslim yang memiliki kapasitas mengkaji besi dalam masing-masing kompetensinya perlu lebih jauh mengkaji tentang makna kekuatan besi yang hebat ini menjadi bentuk-bentuk hasil kajian, baik hasil-hasil kajian murni sains dan teknologi, untuk kepentingan syiar Islam, maupun integrasi kedua jenis kajian tersebut, agar pada akhirnya dapat lebih bermakna bahwa kehidupan beragama tidak mungkin dilepaskan dari kajian-kajian ilmiah sains dan teknologi. Kemuliaan ajaran Islam tidak mungkin terealisasi secara utuh dalam kenyataan bila di kalangan umat Islam sendiri miskin budaya mengkaji secara ilmiah, khususnya bila dikaitkan dengan pembahasan pada tulisan ini, mengkaji hukum-hukum yang bekerja pada materi (kebendaan).

Beberapa penerapan sains dan teknologi dalam ajaran Islam yang memerlukan pengkajian hukum-hukum yang bekerja pada materi (kebendaan)

sebagai sunnatullah yang paling dekat adalah pada perintah shalat, thaharah, hukum makanan dan minuman, dsb. Shalat memerlukan panduan waktu dan arah mata angin, dan ini berkaitan dengan bagaimana menetapkan waktu secara tepat dan koordinat tempat di bumi; Pada thaharah terdapat banyak interaksi dengan materi, seperti air, tanah, darah, dan bangkai. Pengkajian secara lebih terperinci masalah kehalalan makanan dan minuman dan bagaimana teknik mengujinya, apalagi kalau substansi yang ada bukan merupakan kandungan utama tetapi sebagai aditif pada produk pangan. Dari tiga contoh sederhana tersebut sebenarnya bila ditelusuri dan umat Islam konsisten mengkajinya -yang menurut sebagian orang merupakan hal yang sepele- ternyata kajian-kajian tersebut memiliki implikasi pada temuan-temuan baru, bidang-bidang ilmu dan terapan baru. Dari hanya kewajiban shalat (juga peribadahan yang lain yang memerlukan penetapan waktu pengerjaannya) terbuka kajian dan temuan-temuan baru dalam bidang matematika, astronomi, dan geografi; sementara dalam makanan dan minuman berimplikasi pada bidang-bidang farmasi, kesehatan, kedokteran, pertanian dan pangan.

#### D. Kesimpulan

Temuan-temuan ilmiah mutakhir telah terbukti makin menguatkan kandungan ayat QS. 57:25 tentang besi. Dari studi kimia inti, besi merupakan unsur yang memiliki isotop-isotop yang paling stabil dibandingkan isotop-isotop dari unsur-unsur apapun. Dari tinjauan ilmu kimia bahan, ragam struktur kisi (polimorf) besi merupakan yang paling lengkap di mana banyak ragam unsur lain dapat bergabung dengan struktur besi melalui pengisian celah antar atom dan substitusi posisi atom besi, sehingga dapat menghasilkan bahan-bahan paduan logam besi dan baja yang sampai saat ini peranannya belum dapat tergantikan dengan bahan-bahan lain untuk tujuan yang sama. Dua tinjauan ilmiah terakhir, yakni kandungan unsur besi dalam perut bumi dan peranan besi pada biokimia makhluk hidup, merupakan tinjauan yang sangat membukakan akal kita bagaimana dahsyatnya pengaruh besi pada kelangsungan bumi dan kelangsungan hidup di atas bumi. Dari uraian di atas kita tidak dapat meragukan lagi tentang kekuatan yang luar biasa dari besi, kekuatan yang manusia sendiri mustahil dapat mengendalikannya, tidak akan bisa menolak dari kemusnahan bumi seisinya bila terjadi perubahan sedikit saja dari

kelimpahan, komposisi, dan sifat besi yang di kandung bumi. Akhirnya berdasarkan QS. 57:25 juga, pengetahuan umat Islam tentang kekuatan besi memiliki konsekuensi harus makin teguh keimanannya, makin menyadari untuk dapat merealisasikan dalam bentuk yang mengarah implementasi maksud firman Allah tersebut yakni kepada kemaslahatan umat dan tegaknya syiar tauhid (Islam). Wallahu 'alam.

#### E. Daftar Pustaka

- Peters, T., M. Iqbal, dan S.N. Haq (editor) (2006). *Tuhan, Alam, Manusia: Perspektif Sains dan Agama* (Penerjemah: Ahmad Baiquni). Bandung: PT. Mizan Pustaka.
- Al Quran dan Terjemahan, Departemen Agama RI.
- Lide, D.R. (editor). (2007). *CRC Handbook Chemistry and Physics*, 87th ed. Boca Raton: Taylor and Francis Group.
- Housecroft, E. and A.G. Sharpe. (2005). *Inorganic Chemistry*, 2nd ed., Essex: Pearson Prentice Hall.
- Lieser, K.H. (2001). *Nuclear and Radiochemistry: Fundamentals and Applications*. 2nd ed. Weinheim (Fed. Rep. of Germany): Wiley-VCH Verlag GmbH.
- Cox, P.A. (2004). *Inorganic Chemistry*, 2nd ed. Oxon: Garland Science/BIOS Scientific Publishers.
- A.M. Davis, H.D. Holland, and K.K. Turekian (editors). (2005). *Meteorite, Comets and Planets. Treatise on Geochemistry, Vol. 1*. Kidlington (UK): Elsevier Ltd.
- Dvořák, J. (2007). *Decay properties of nuclei close to  $Z = 108$  and  $N = 162$* . Dissertation. Fakultät für Physik der Technischen Universität München, München.
- Cwiok, S., P.-H. Heenen and W. Nazarewicz. (2005). Shape coexistence and triaxiality in the superheavy nuclei. *Nature*, 433(17): 705-709
- Wikipedia, <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Island-of-Stability.png>
- Pagel, B.E.J. (2009). *Nucleosynthesis and Chemical Evolution of Galaxies*, 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press.
- Allegre, C.J. (2008). *Isotop Geology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lalena, J.N. and D.A. Cleary. (2010). *Principles of Inorganic Material Design*. 2nd ed. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Nomoto, N., T. Chingping, M. Ohta, and K. Yamakawa. (1999). A Process for Manufacturing Cu-Fe Alloy C194-ESH with High Electrical Conductivity and Excellent Heat-Resistance, *Hitachi Cable Review*. No. 18.
- Fyfe, D., C.E.A. Shanahan, and L.L. Shreir. (1970). Atmospheric Corrosion of Fe-Cu Alloys and Cu-Containing Steels. *Corrosion Science*, 10:817-830
- Crespo, P., A. Hernando, R. Yavari, O. Drbohlav, A.G. Escorial, J.M. Barandaiaran, and I. Orue. (1993). Magnetic Behavior of Metastable fcc Fe-Cu after Thermal Treatments. *Physical Review B*, 48(10):7134-9.
- W. Kappel, M.M. Codescu, I. Pasuk, E. Patroi, V. Kuncser, M. Valeanu, D. Predoi, G. Filoti. (2004).  $Fe_xCu_{1-x}$  Alloys for Permanent Magnets. *Journal of Optoelectronics and Advanced Materials*, 6(3):973-978
- Spaldin, N.A. (2011). *Magnetic Materials: Fundamentals and*

- Applications*. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press.
- Elkins-T, L.T. (2010). *The Earth and the Moon*. New York: Facts On File, Inc.
- Crichton, R., J.R. Boelaert, V. Braun, K. Hantke, J.J.M. Marx, M. Santos, R. Ward. (2001). *Inorganic Biochemistry of Iron Metabolism: From Molecular Mechanisms to Clinical Consequences*, 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, Ltd.
- Martin, J.H. and S.E. Fitzwater. (1988). Iron-deficiency limits phytoplankton growth in the Northeast Pacific Subarctic. *Nature* 331:341-343.
- Hutchins, D.A., A.E. Witter, A. Butler and G.W. Luther. (1999). Competition among marine phytoplankton for different chelated iron species. *Nature*, 400(26): 858-861
- Lam, P.J., D. Tortell, and F.M.M. Morel. (2001). Differential effects of iron additions on organic and inorganic carbon production by Phytoplankton. *Limnological Oceanography*, 46(5), 1199–1202.
- Hassler, C.S. and V. Schoemann. (2009). Bioavailability of organically bound Fe to model phytoplankton of the Southern Ocean. *Biogeoscience Discussion*, 6:1677–1712.
- Buesseler, K.O., S.C. Doney, D.M. Karl, P.W. Boyd, K. Caldeira, Fei Chai, K.H. Coale, Hein J.W. de Baar, P.G. Falkowski, K.S. Johnson, R.S. Lampitt, A.F. Michaels, S.W.A. Naqvi, V.Smetacek, S. Takeda, and A.J. Watson. (2008). Ocean Iron Fertilization—Moving Forward in a Sea of Uncertainty. *Science*, 319:162.
- K.A. Hunter and P.W. Boyd. (2007). Iron-binding ligands and their role in the ocean biogeochemistry of iron. *Environmental Chemistry* 4:221–232.