

Garis Waktu Kosmologis

Rosa M. Ros, Beatriz García, Ricardo Moreno, Pilar Orozco, Juan Antonio Prieto, Ivo Jokin

International Astronomical Union, Polytechnical University of Catalonia, Spain, ITeDA and National Technological University, Argentina, Colegio Retamar, Spain, Diverciencia, Spain, Municipal Center for Extracurricular Activities, Dolna Mitropolia Municipality, Bulgaria.

Ringkasan

Sejarah alam semesta mencakup 13800 juta tahun. Dalam periode waktu itu, Semesta mengubah energi menjadi atom-atom unsur primordial dalam waktu singkat. Atom-atom membentuk bintang dan ini, pada gilirannya, mengubah materi untuk menghasilkan sekitar 100 elemen yang membentuk Tabel Periodik. Unsur-unsur kimia diatur, tetapi untuk mendapatkan bahan prebiotik yang kemudian mengarah pada berbagai bentuk kehidupan yang kita kenal di Bumi, prosesnya panjang dan kompleks. Kita dapat mengatakan bahwa kehidupan adalah konsekuensi dari serangkaian faktor yang menghasilkannya dan memungkinkannya berevolusi. Untuk mengetahui momen-momen yang merupakan tonggak mendasar bagi penampilan kehidupan sepanjang sejarah Alam Semesta, untuk mendekati alat-alat yang dirancang, dibangun dan dipasang oleh para astronom, bahkan di luar Bumi, untuk mempelajari kemungkinan keberadaan kehidupan di luar satu-satunya tempat di Alam Semesta di mana ia terdeteksi, dan menemukan teori-teori yang mencoba menjelaskan bagaimana, kapan dan di mana kehidupan berasal, adalah misi dari Lokakarya ini.

Tujuan

- Visualisasikan sejarah Alam Semesta melalui garis waktu
- Memahami pentingnya proses yang diperlukan untuk mencapai pembentukan kehidupan
- Memahami adaptasi kehidupan dengan berbagai kondisi

Pengantar kosmologis

Alam semesta adalah satu-satunya sistem yang terisolasi dari alam: ia tidak bertukar energi atau materi dengan lingkungan, karena ia adalah medium.

Diperkirakan bahwa alam semesta muncul 13800 juta tahun yang lalu, sebagai akibat dari pelepasan energi. Proses kelahiran dan evolusi alam semesta, serta skenario yang mungkin untuk tujuan akhirnya, dibahas dalam Lokakarya Evolusi Alam Semesta.

Di luar studi tentang Semesta secara keseluruhan, menarik untuk memperluas proposal terkait dengan model skala yang memungkinkan kita untuk melihat sekilas apa arti usia Kosmos, tetapi

pada saat yang sama, memperkenalkan konsep dasar untuk spesies manusia: kehidupan, salah satu karakteristik atau sifat unik Semesta.

Pertanyaan tentang asal usul kehidupan, dan akibatnya, keberadaan kehidupan cerdas, adalah fokus utama exo dan astrobiologi; Ini adalah peristiwa yang tidak biasa, yang dapat dipelajari dari sudut pandang ilmiah, dengan tujuan memahami bagaimana hal itu terjadi di Bumi dan bagaimana hal itu bisa terjadi di tempat lain.

Pencarian kehidupan adalah tujuan bersama dalam Astronomi dan Astrofisika dan karenanya, menempatkan subjek pada skala kosmologis memungkinkan kita untuk memahami interval waktu yang lama yang memisahkan asal usul Alam Semesta dengan penampilan bentuk kehidupan yang paling primitif.

Untuk mencari kehidupan, kami memiliki beberapa alat yang menjadi dasar pekerjaan di Astrobiology dan Astrochemistry.

Dalam proses pembentukan dan kelahiran bintang dari keruntuhan gravitasi awan gas dan debu antarbintang, sistem planet dapat dibentuk dengan sisa-sisa materi dari awan itu.

Dengan cara yang sama seperti kita dapat mengetahui komposisi bintang yang dipertimbangkan dengan mempelajari spektrumnya, adalah mungkin untuk mengetahui keberadaan dan komposisi kimia atmosfer planet, dalam kasus Tata Surya, atau planet ekstrasurya, dalam kasus Sistem Eksoplanet atau Ekstrasurya. Setiap unsur kimia, setiap molekul, memiliki spektrum tertentu dan unik.

Jika sebuah planet atau planet ekstrasurya memiliki atmosfer, dan jika spektrum bintang diketahui, ketika cahaya dari bintang itu melewati atmosfer planet ekstrasurya, sebagian akan diserap oleh unsur-unsur kimia di atmosfer itu. Dengan cara ini, kita akan dapat menentukan komposisi kimia dari atmosfer apa pun.

Contohnya adalah penemuan terbaru dari Teleskop Web James, dalam apa yang membuat berbagai sistem planet ekstrasurya.

Contoh: tentang bagaimana mungkin mendekati pencarian kehidupan, adalah sebagai berikut. dalam pemodelan terperinci planet ekstrasurya WASP-39b, yang dibuat berkat pengamatan Teleskop Web, mengungkapkan bahwa SO_2 di atmosfernya diproduksi oleh fotokimia, yang sangat penting karena fotokimia sangat penting bagi kehidupan di Bumi untuk berkembang, karena terkait dengan produksi O_3 (ozon), dengan fotosintesis dan dengan produksi vitamin D mendasar bagi organisme manusia.

Dari saat nol dalam garis waktu yang akan kita usulkan, hanya sekitar 100 detik berlalu sampai transformasi dari apa yang semua energi menjadi atom. Untuk penampilan kehidupan, galaksi harus muncul terlebih dahulu, kemudian bintang, ini harus mengubah unsur-unsur kimia, memperkaya lingkungan antargalaksi dan antarbintang dan kondisi harus diberikan sehingga molekul yang tidak teratur diperintahkan untuk membentuk struktur kompleks yang dapat mereplikasi diri mereka sendiri dan akhirnya memberi jalan kepadakehidupan.

Pada bagian berikut kita akan melihat proses panjang ini yang, tidak ajaib, merupakan konsekuensi dari evolusi Kosmos.

Aktivitas 1: Garis waktu

Ini adalah tentang memvisualisasikan garis waktu sejarah Semesta pada sebuah kaset. menggunakan sebagai satuan ukuran satu meter sama dengan satu miliar tahun ($1\text{ m} = 10^9$ tahun, yaitu $10\text{ cm} = 10^6$ tahun).

Seiring kemajuan ilmu pengetahuan dan instrumen yang lebih tepat tersedia, penentuan besaran sebagai hal yang penting bagi sejarah Alam Semesta, seperti waktu dan jarak, dapat menyebabkan perubahan tertentu dalam periode di mana peristiwa paling signifikan di Kosmos terjadi. Ingatlah bahwa apa yang kita ketahui tentang Alam Semesta adalah statistik, pengamatan yang lebih banyak dan lebih baik dapat memaksa kita untuk meninjau semua hasil kita.

Bing Bang, big bang, terjadi 13800 juta tahun yang lalu ($13,8 \cdot 10^9$ tahun), kemudian, untuk waktu yang singkat, 10^{-45} detik, tidak diketahui dengan baik untuk menjelaskan apa yang terjadi karena Anda bahkan tidak dapat menerapkan teori relativitas Einstein, inilah yang disebut Era Planck.



Gambar 1: Presentasi sederhana dari garis waktu pada pita sepanjang 13,8 m. Beberapa objek dijahit bersama yang memfasilitasi hubungan dan perbandingan nilai dan memungkinkan untuk memperbaiki skala.

Setelah 10^{-35} Big Bang, INFLASI dimulai, yang merespon ekspansi eksponensial alam semesta. Mikrodetik (10^{-6} detik) setelah Big Bang memulai pembentukan sup primordial (terdiri dari berbagai partikel elementer).

Setelah 3 menit Big Bang, Nukleosintesis Primordial "H" dimulai. Semua bagian pertama ini tidak dapat benar-benar diwakili dalam garis waktu oleh masalah penskalaan karena kami mempertimbangkan 1 milimeter setara dengan satu juta tahun, detik atau menit tidak terlihat. Untuk alasan ini tidak ditampilkan di timeline, tetapi disajikan secara terpisah.

Setelah 100 juta tahun (setelah 10 cm), yaitu, 13700 juta tahun yang lalu, elemen primordial pertama terbentuk. Setelah 100 juta tahun, atau 10 cm, $13,6 \cdot 10^9$ tahun yang lalu molekul pertama terbentuk, dan di antaranya, molekul air pertama.

Kira-kira, juga dalam rentang waktu ini, 13,6 miliar tahun yang lalu, bintang-bintang pertama terbentuk dan agak lama kemudian, 13,1 miliar tahun yang lalu, galaksi-galaksi pertama terbentuk. Setelah seratus juta tahun, Bima Sakti primitif terbentuk ($13,0 \cdot 10^9$ tahun) (Gambar 1).

Selama sekitar 8400 juta tahun (8,4 meter: pada skala kita, 10^9 tahun sama dengan satu meter) serangkaian fenomena simultan terjadi. Bintang-bintang pertama berevolusi, sehingga menimbulkan ledakan berbeda yang mengusir berbagai jenis atom dan keragaman elemen primordial dari tabel periodik muncul. Pada saat yang sama, bintang-bintang baru terus terbentuk, yang juga berevolusi, dan berbagai jenis objek muncul, pada berbagai tahap evolusi.



Gambar 2: 4600 juta tahun yang lalu, Matahari terbentuk dan dengan itu berbagai benda tata surya muncul, khususnya Bumi dan planet-planet berbatu terbentuk 4560 juta tahun yang lalu. Sekitar 20 juta tahun kemudian, medan magnet bumi muncul, yang berfungsi sebagai perlindungan terhadap berbagai radiasi berbahaya bagi kehidupan seperti yang kita kenal.

Setelah 8,4 juta tahun yang disebutkan di atas, yaitu, $4,6 \cdot 10^9$ tahun yang lalu, pembentukan Matahari kita terjadi, serta pembentukan alkohol pertama. Gugus OH diperlukan kemudian karena mereka muncul dalam pembentukan banyak molekul yang akan menjadi penting untuk mencapai konstitusi DNA.

Sekitar 3 cm kemudian, 4570 juta tahun yang lalu, tata surya lahir, 4mm kemudian, 4566 juta tahun yang lalu, planet-planet gas terbentuk dan 6mm kemudian, 4560 juta tahun yang lalu, Bumi dan planet-planet berbatu lainnya terbentuk (gambar 2).

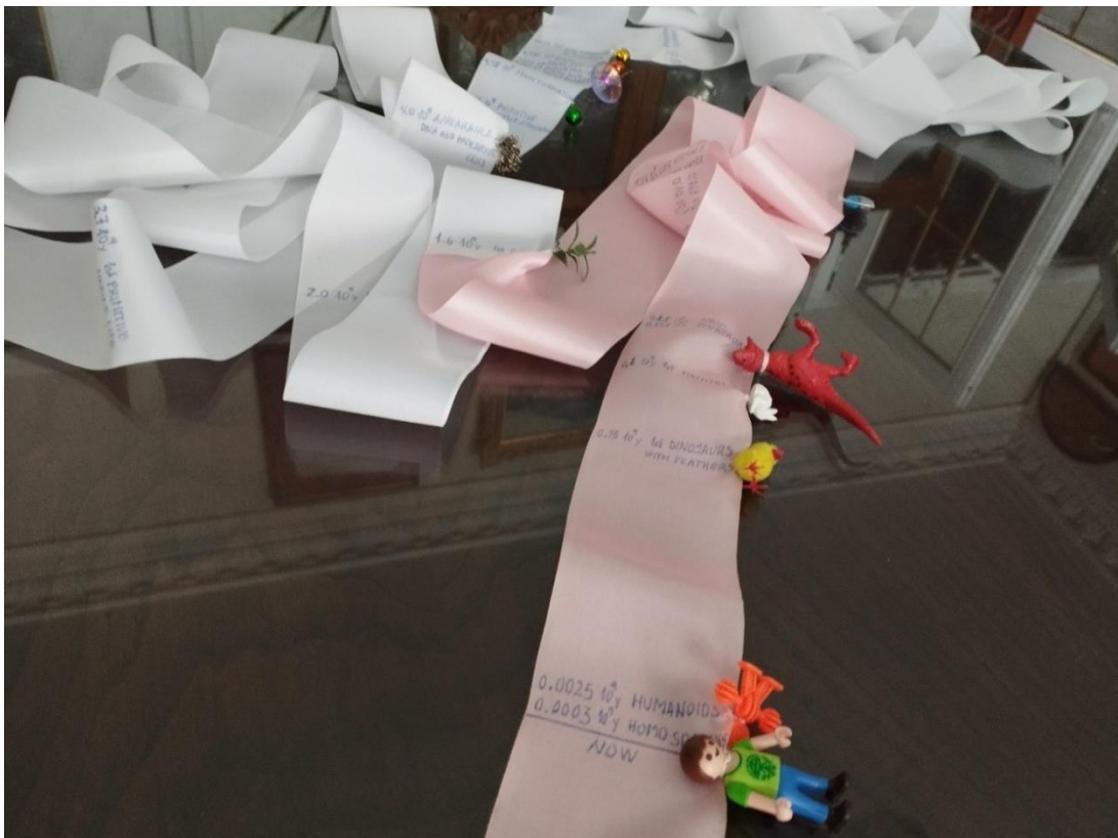
Sekitar 2 cm kemudian, medan magnet bumi muncul, dari ini 4540 juta tahun yang lalu, dengan apa yang ini mewakili perlindungan terhadap berbagai jenis radiasi yang berbahaya bagi kehidupan di planet kita.

Selanjutnya, pada 6 cm, pembentukan Bulan dimulai, sekitar 4.480 juta tahun yang lalu, merupakan sistem Bumi-Bulan dalam sistem planet kita.

Hanya 3 cm kemudian, 4450 juta tahun yang lalu, Atmosfer Bumi Primitif terbentuk.

$4.1 \cdot 10^9$ tahun yang lalu, ini setelah 45 cm, Pemboman Intens Akhir terjadi, yang mempengaruhi tubuh tata surya, serta Bumi dan Bulan.

4000 juta tahun yang lalu ($4,0 \cdot 10^9$ tahun), yaitu, 10 cm kemudian, Sel Prokariotik Pertama muncul (tanpa inti) dan molekul DNA muncul.



Gambar 3: Garis kosong dari awal hingga penampilan tanaman hijau pertama. Dalam warna pink dari titik ini hingga saat ini.

Setelah 2 meter, ini adalah 2 miliar tahun yang lalu, kehidupan yang menghirup Oksigen O₂ dimulai.

Setelah 40 cm, 1,6 10⁹ tahun yang lalu, penampilan tanaman hijau di planet kita dimulai, yaitu, fungsi klorofil ikut bermain (gambar 3).

Di luar 90 cm atau 90 juta tahun, yaitu, 700 juta tahun yang lalu, (0,7 10⁹ tahun), jaringan dan organ khusus pertama mulai muncul.

Setelah 18 cm, selama 0,52 10⁹ tahun muncul fosil Trilobita, fosil yang dikenal oleh kita semua.

Setelah 5 juta tahun, yaitu, 5 cm kemudian, selama 470 juta tahun keluarnya hewan pertama dari air ke zona terestrial terjadi.

Setelah hanya 7 cm, 400 juta tahun yang lalu, Amon (fosil yang diketahui) muncul.

3 mm kemudian, 397 juta tahun yang lalu, vertebrata pertama muncul di Bumi.

Jika kita bergerak 14,7 cm, sekitar 250 juta tahun yang lalu, Nautili muncul, hewan yang masih dapat ditemukan di planet kita.

Hanya 5 juta kemudian, ini 5 mm kemudian, 245 juta tahun yang lalu, dinosaurus pertama muncul.

Setelah 4,5 cm, 200 juta tahun yang lalu, mamalia pertama muncul, awalnya mereka kecil, meskipun kemudian yang lebih besar muncul.

5 cm kemudian, dari 150 juta tahun yang lalu, dinosaurus berbulu pertama muncul, nenek moyang burung kita. Bahkan, salah satu yang paling sedikit berevolusi dan paling dekat dengan dinosaurus bersayap kuno adalah ayam sederhana yang kita miliki di kandang kita (gambar 3).

Di luar 14,75 cm, yaitu, setelah 14,75 juta tahun, 0,0025 10⁹ tahun yang lalu = 2,5 juta tahun = 2 500.000 tahun, Humanoids pertama muncul.

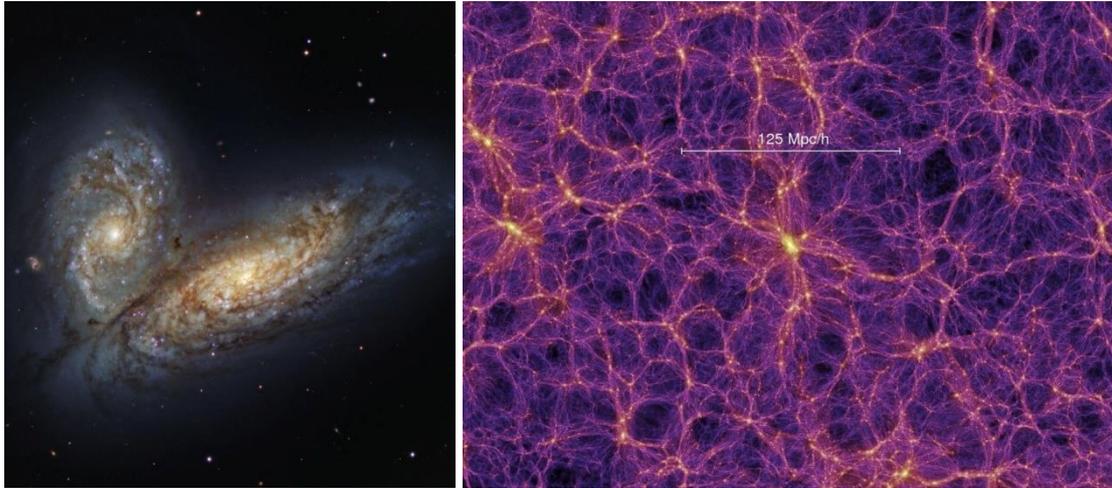
Setelah hanya 2,2 mm, yaitu, hanya 0,0003 10⁹ tahun yang lalu = 0,3 10⁶ tahun = 300.000 tahun, Homo sapiens muncul.

Galaksi Kanibal

Galaksi adalah kelompok bintang yang terikat bersama oleh gravitasi yang berputar pada diri mereka sendiri. Berbagai kelompok galaksi membentuk filamen di mana aktivitas pembentukan galaksi baru sangat aktif.

Semua gugus galaksi termasuk dalam balet kosmik besar di mana mereka bertemu, bertabrakan dan kanibalisme yang lebih besar di atas yang lebih kecil membuat galaksi muda bersaing untuk memperoleh gas bebas yang tersisa untuk mempromosikan pembentukan bintang baru (gambar 4).

Ini adalah bagaimana daerah terkaya pembentukan bintang sesuai dengan daerah tabrakan besar, di mana pemenang besar selalu galaksi yang lebih besar. Semua aktivitas ini terjadi di daerah berserabut alam semesta, meninggalkan ruang besar yang lebih bebas dari materi (gambar 5).

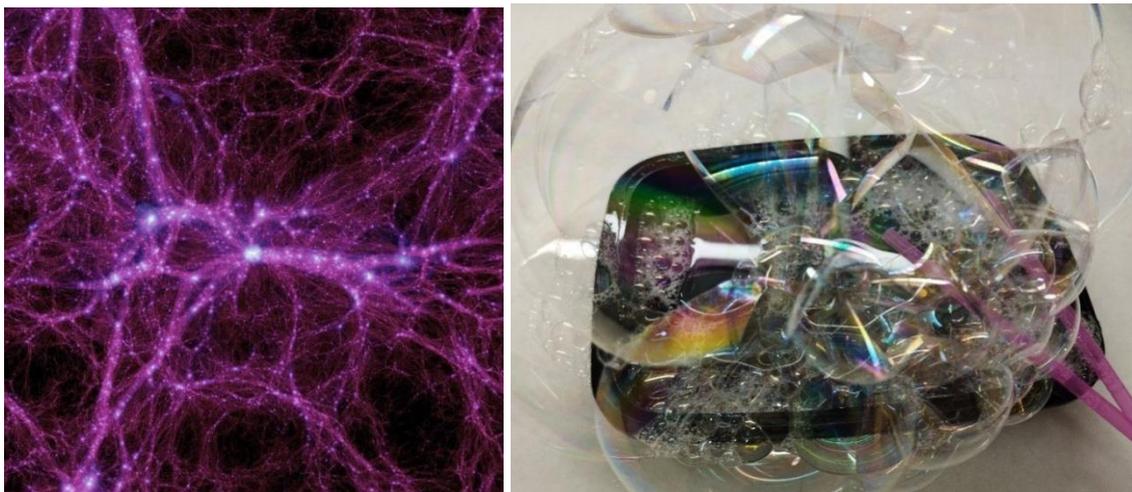


Gambar 4: Tabrakan galaksi Kanibal (Kredit: ESO). Gambar 5: Memodelkan struktur filamen alam semesta (Kredit: Springel et al.)

Aktivitas 2: Model Filamen

Struktur filamen alam semesta dapat disimulasikan dengan nampan atau piring di mana air dengan deterjen dapat ditempatkan. Memperkenalkan beberapa sedotan untuk menyedap minuman ringan, Anda bertindak terbalik, meniupkan udara melalui mereka dan dengan demikian mendapatkan jumlah gelembung yang baik dalam waktu yang sangat singkat.

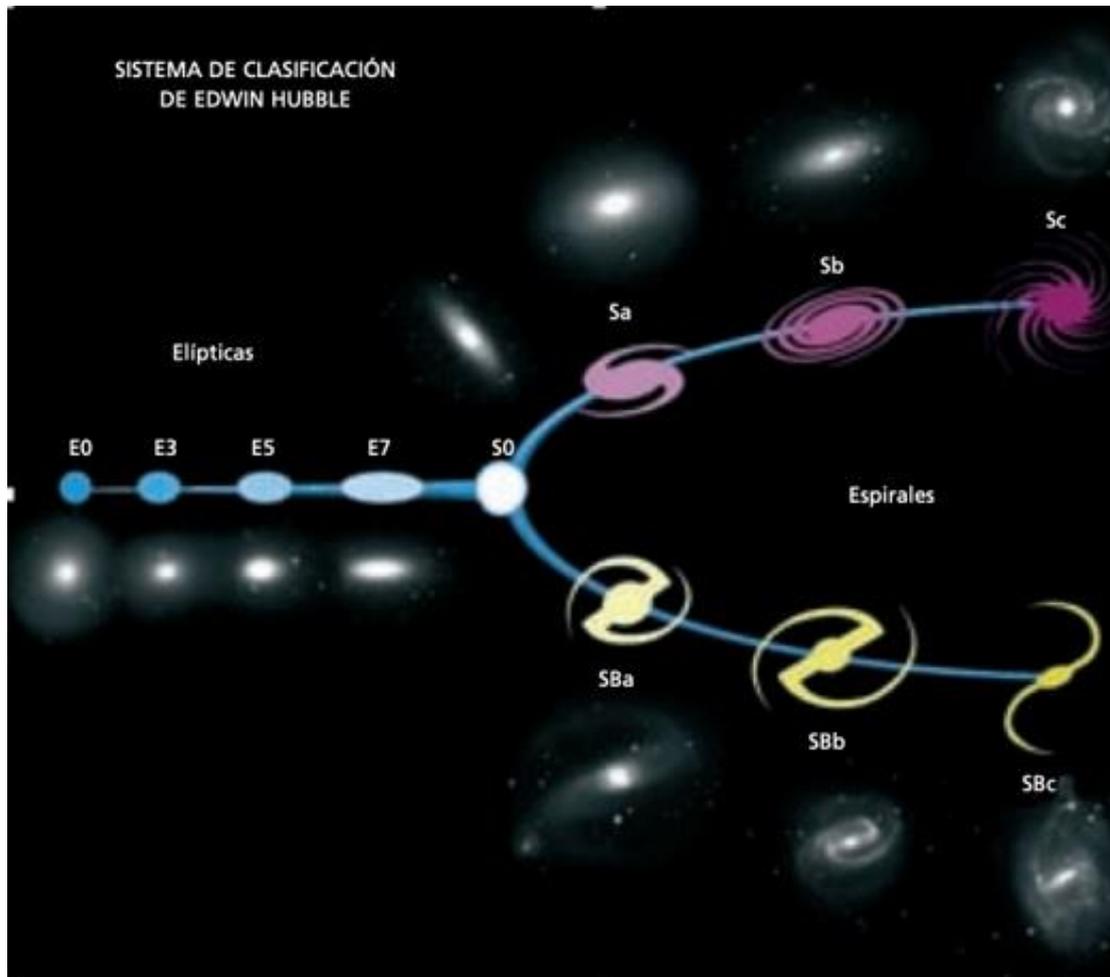
Seperti dapat dilihat pada model dengan gelembung sabun besar, sebagian besar cairan sabun diatur di area persimpangan antara gelembung, sehingga menimbulkan area penampilan yang kurang lebih berserabut.



Gambar 6: Memodelkan struktur filamen alam semesta (Kredit: Proyek Illustris). Gambar 7: Memodelkan struktur yang disebutkan di atas dalam filamen menggunakan air dan deterjen.

Klasifikasi galaksi

Ada galaksi spiral, barred, elliptical, spherical dan iregular, yang biasanya diklasifikasikan menurut morfologi mereka dalam urutan Hubble yang terkenal. Seperti disebutkan di atas, klasifikasi ini hanya memperhatikan bentuknya dan tidak sesuai dengan evolusi yang sama.



Gambar 8: Sistem klasifikasi Edwin Hubble (Kredit NASA-ESO)

Aktivitas 3: Simulasi pembentukan galaksi spiral

Model galaksi spiral (Gambar 9a) dapat dibuat dengan segelas penuh air dan produk yang memiliki butiran sangat halus, misalnya, natrium bikarbonat (Gambar 9b), garam meja (NaCl), meskipun lebih mudah larut dalam air, dan pasir (Gambar 9c), asalkan sangat halus, bahkan melewati saringan.



Ara. 9a. Galaksi NGC 5457 (ESA/Hubble)



Ara. 9b. Galaksi dengan bikarbonat.



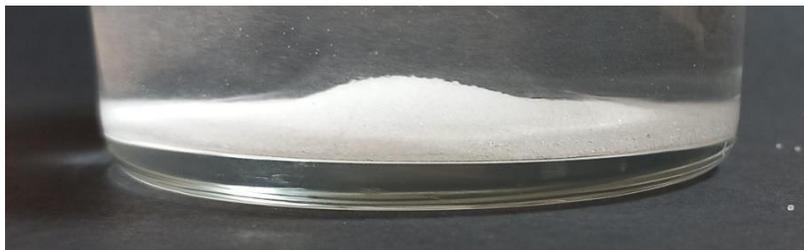
Ara. 9c. Galaksi dengan pasir.

Aduk air dari gelas dengan satu sendok teh dan dengan energi, berhenti mengaduk, tuangkan satu sendok makan produk dan tunggu biji-bijian mengendap. Anda mendapatkan tumpukan pusat dan lengan spiral, sangat mirip dengan galaksi.

Melihat kaca dari samping, model ini juga mensimulasikan bentuk galaksi yang terlihat tepi, dengan tonjolan pusat (Gbr. 10 a, b dan c).



Gambar 10a, Model galaksi pasir, dilihat dari samping.



Ara. 10b. Model bikarbonat, juga terlihat dari samping.

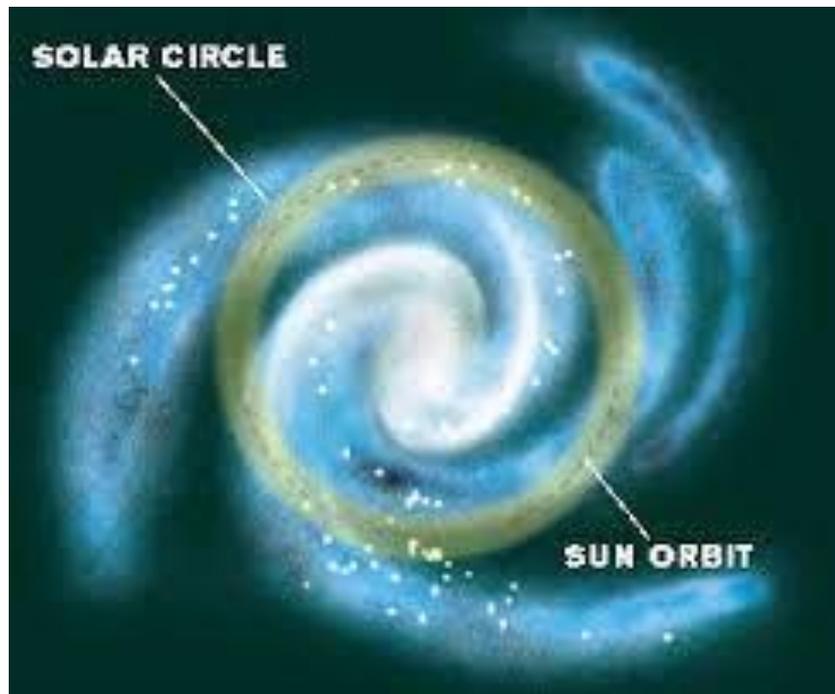


Ara. 10c. Galaxy NGC 4565, dengan tonjolan pusat (Kredit ESO / NASA)

Jika Anda terus mengaduk perlahan, Anda dapat memodelkan lengan spiral, dan mendapatkan sesuatu yang mirip dengan galaksi elips, jenis galaksi lain dalam urutan Hubble (Gbr. 8). Model kita sendiri gagal mereproduksi galaksi berpaling.

Zona Layak Huni di Galaksi

Di zona pusat galaksi ada tingkat energi yang tinggi, ada semburan sinar gamma besar dan peristiwa besar yang sangat energik dan keras, yang membuat hidup menjadi tidak mungkin. Di sisi lain, di daerah tepi galaksi ada kekurangan atom yang lebih berat daripada Hidrogen dan Helium, yang diperlukan untuk kehidupan, sehingga zona layak huni sesuai dengan area melingkar seperti ruang ban mobil dan sesuai dengan area di mana Matahari bergerak. Zona layak huni di galaksi biasanya terletak dalam radius antara 23000 l.y. dan 30000 l.y. dari pusat galaksi (Matahari berada di 27000 l.y.).



Gambar 11: Zona layak huni galaksi (Kredit: NASA)

Plasma dan Medan Magnet

Dalam medium intergalaksi, dalam medium antarbintang dan di bintang-bintang itu sendiri, materi biasanya dalam keadaan plasma. Plasma ini terdiri dari elektron, proton, partikel berenergi tinggi dan gas terionisasi.



Gambar 12a: Nebula Kerudung, (Credit Hubble), Gambar 12b: Komet C/2002 E3 (Kredit Rykis Babianskas dan Carlos Viscasillas)

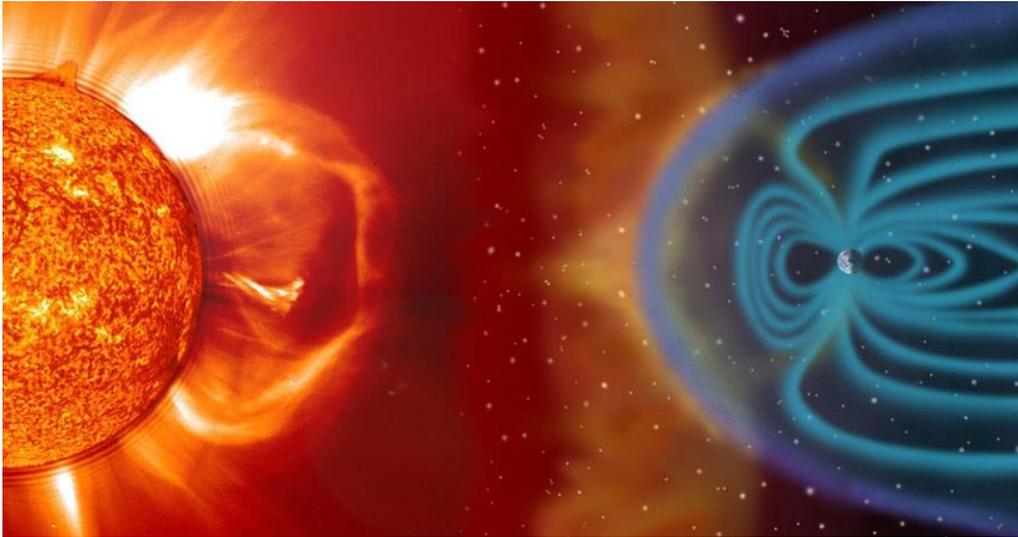
Di Bumi ada materi dalam keadaan ini seperti kilat, bagian dalam tabung neon atau lampu hemat energi, monitor dan layar televisi, bola plasma atau nyala lilin.



Gambar 13a, 13b dan 13c: Ada materi dalam keadaan plasma dalam bola plasma, dalam nyala api dan dalam tabung neon

Ini juga plasma angin matahari, aliran partikel bermuatan yang dilepaskan dari korona Matahari ke seluruh tata surya, ke segala arah. Aliran partikel-partikel ini bervariasi, sangat dipengaruhi oleh aktivitas matahari, yang menghasilkan bintik-bintik matahari dan flare. Angin matahari dapat membengkokkan plasma ekor komet, yang selalu mengarah ke Matahari.

Di Bumi dapat menghasilkan badai geomagnetik, dan menimbulkan aurora (lampu di utara dan selatan). Partikel-partikel angin matahari bergerak dengan kecepatan tinggi dan dengan banyak energi, memiliki daya tembus yang besar dan dapat merusak DNA sel. Medan magnet bumi membentuk magnetosfer, yang bertindak sebagai perisai pelindung, seperti payung, membelokkan partikel bermuatan yang sangat berbahaya bagi kehidupan, mencegahnya mencapai permukaan bumi.



Gambar 14: Medan magnet bumi berfungsi sebagai perisai atau payung terhadap angin matahari.

Ketika ada lontaran koronal yang kuat di Matahari, intensitas angin matahari meningkat pesat, dan dapat menembus magnetosfer Bumi. Pada kesempatan itu, bagian dari angin matahari mencapai atmosfer di daerah dekat kutub, menghasilkan cahaya utara yang indah (di belahan bumi utara) dan cahaya selatan (di belahan bumi selatan).

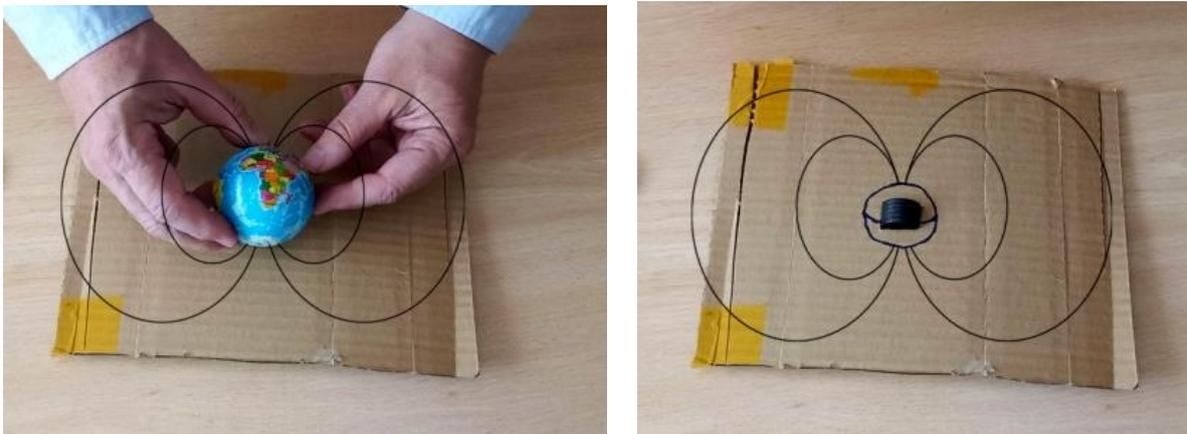
Energi partikel-partikel ini menggairahkan atom-atom di atmosfer, menyebabkan elektron mereka memancarkan foton dengan panjang gelombang yang berbeda. Jika partikel berenergi tinggi, oksigen menghasilkan cahaya hijau / kuning, dan jika mereka berenergi rendah, cahaya merah / ungu. Dalam kasus nitrogen, ia menghasilkan cahaya kebiruan, atau merah / ungu di tepi bawah aurora.



Gambar 15a dan 15b: Warna yang berbeda dalam aurora tergantung pada ionisasi oksigen dan nitrogen. (SKS , S.Ekko, Finlandia)

Aktivitas 4: Medan magnet bumi

Kita dapat memvisualisasikan medan magnet bumi dengan magnet, yang mewakili medan magnet bumi, dan kompas, yang dengannya kita melewati garis-garis gaya medan. Cukup untuk memahami bahwa jarum magnet ditempatkan "bersinggungan" dengan garis medan magnet (Gambar 17a, 17b dan 17c).



Gambar 16a, 16b Model medan magnet bumi dengan beberapa garis gaya diwakili.



Gambar 17a, 17b, 17c: Dengan kompas, garis-garis medan "ditarik" (jarum kompas selalu bersinggungan dengan garis-garis medan).

Di dalam bola plastik, kami meletakkan magnet yang dibungkus serbet kertas. Ini mewakili Bumi. Kami menaburkan di dekat tiang pengarsipan besi, yang memvisualisasikan dengan sangat baik garis-garis medan magnet di daerah itu.



Gambar 18: Sebuah magnet di dalam bola plastik, sebagai model medan magnet bumi.



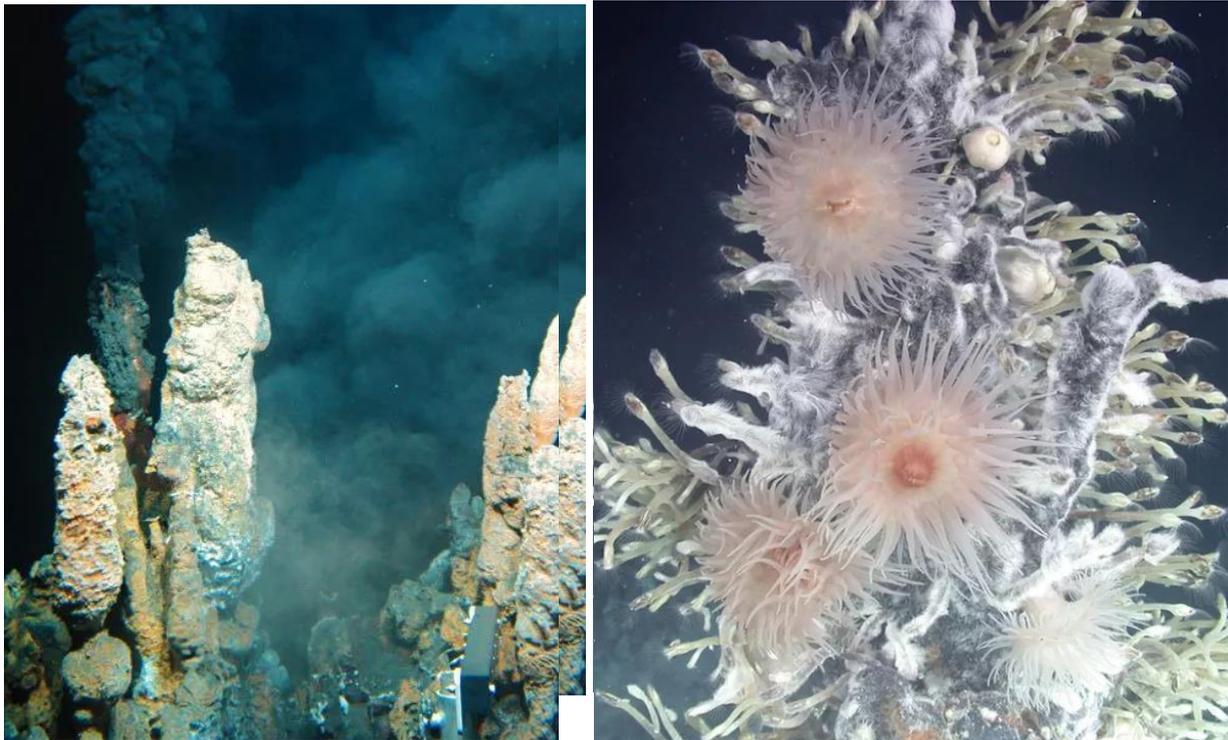
Gambar 19a dan 19b: Dengan pengarsipan besi, garis-garis medan di daerah kutub divisualisasikan. Di daerah-daerah inilah aurora terjadi.

Asal usul kehidupan di Bumi

Hal ini diterima bahwa asal usul kehidupan di Bumi tanggal kembali ke lebih dari 3 miliar tahun yang lalu, berkembang dari mikroba yang paling dasar untuk kompleksitas besar dari waktu ke waktu. Tetapi bagaimana organisme pertama berkembang di satu-satunya rumah kehidupan yang diketahui di alam semesta?

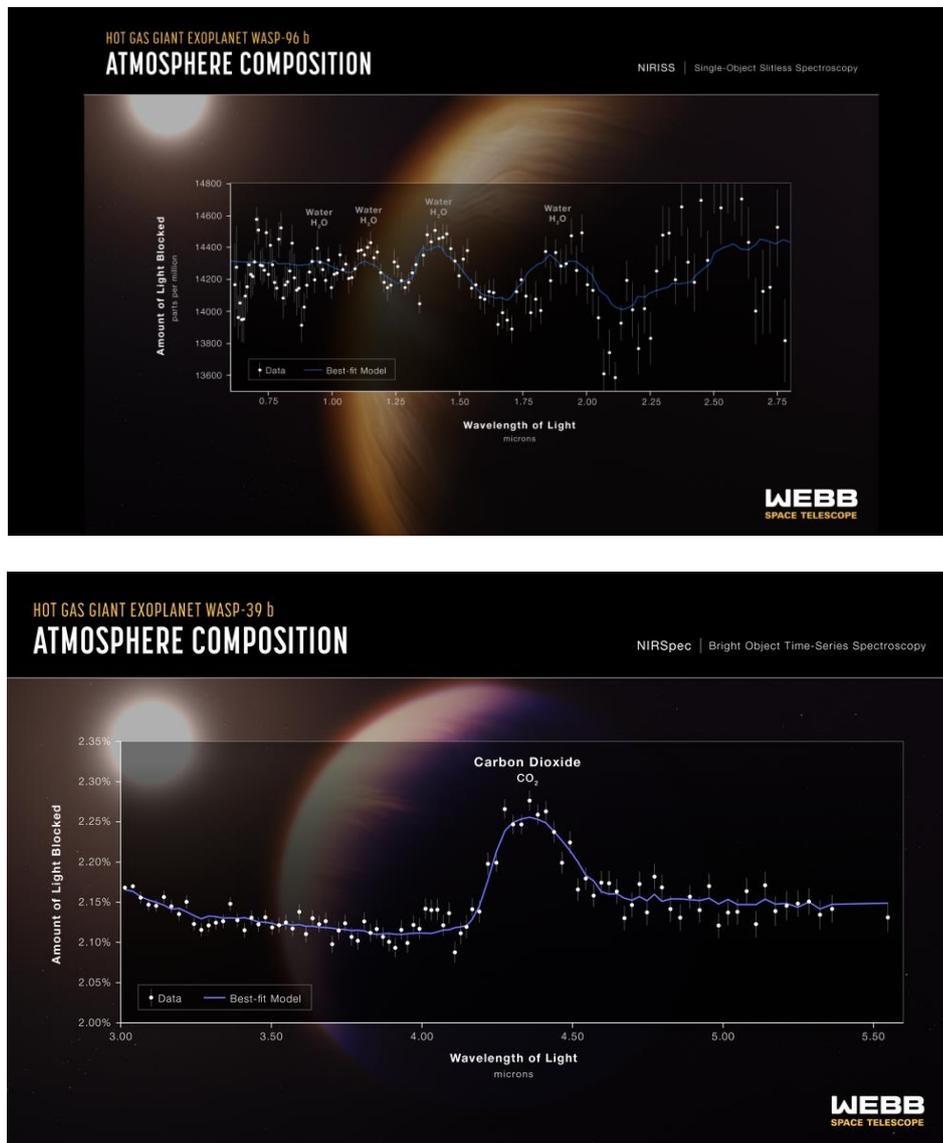
Ilmu pengetahuan tetap ragu-ragu dan bertentangan mengenai asal usul kehidupan yang tepat, bahkan definisi kehidupan dipertanyakan dan ditulis ulang. Beberapa dari sekian banyak teori ilmiah tentang asal usul kehidupan di Bumi yang berlaku adalah:

- Salah satu teori yang paling diterima adalah teori yang mengusulkan bahwa kehidupan mungkin telah dimulai pada ventilasi hidrotermal yang dapat ditemukan di laut dalam, biasanya pada lempeng benua yang berbeda dan yang melepaskan elemen kunci untuk kehidupan, seperti karbon dan hidrogen. Cairan yang dikeluarkan mendingin saat melewati kerak bumi, menyerap gas dan mineral terlarut, seperti karbon dan hidrogen. Kita sekarang tahu bahwa ventilasi ini, kaya akan energi kimia dan panas, panas dan basa, memiliki berbagai macam spesies (Gambar 20a dan 20b).



Gambar 20a: Kehidupan mungkin telah dimulai di ventilasi hidrotermal di mana air laut asam bertemu dengan cairan alkali dari kerak bumi (Kredit: Woods Hole Oceanographic Institution). Gambar 20b: Anemon tumbuh subur di perairan hangat ventilasi (Kredit: Konsorsium NERC ChEsSo)

- Petir mungkin telah memberikan percikan yang dibutuhkan agar kehidupan dimulai. Percikan listrik dapat menghasilkan asam amino dan gula dari atmosfer yang diisi dengan air, metana, amonia dan hidrogen. Selama jutaan tahun, molekul yang lebih besar dan lebih kompleks dapat terbentuk. Meskipun penelitian sejak itu mengungkapkan bahwa atmosfer awal Bumi sebenarnya miskin hidrogen, para ilmuwan telah menyarankan bahwa awan vulkanik di atmosfer awal bisa mengandung metana, amonia dan hidrogen dan pelepasan listrik, molekul pertama kehidupan bisa ditemukan di tanah liat, kristal mineral di tanah liat bisa mengatur molekul organik dalam pola terorganisir. Namun, teori ini belum ditunjukkan secara kategoris (Gambar 21a dan 21b).

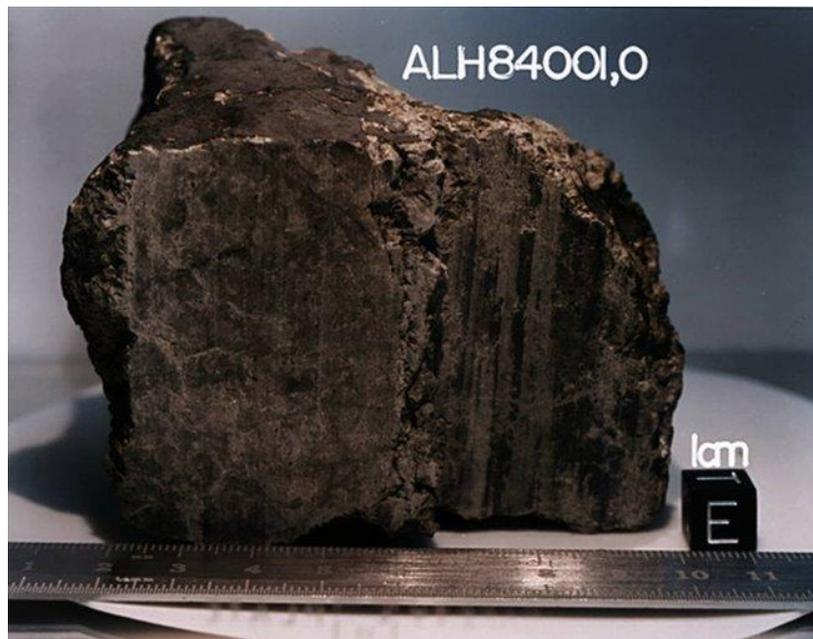


Gambar 21a. Spektrum atmosfer eksoplanet, diperoleh dengan Teleskop Web James. WASP-96 b (atas) Gambar 21b: keberadaan molekul air dicatat; WASP-39 b (bawah): pita karbon dioksida tidak berada di tengah spektrum. Perhatikan bahwa spektrum ini adalah spektrum transmisi dan panjang gelombang sesuai dengan inframerah dekat, yaitu, pita muncul di luar wilayah spektrum elektromagnetik yang terlihat.

- 3 miliar tahun yang lalu es mungkin telah menutupi lautan dan memfasilitasi kelahiran kehidupan, karena senyawa organik diyakini lebih stabil pada suhu rendah. Es juga bisa melindungi senyawa organik yang rapuh dari aksi sinar ultraviolet dan dampak kosmik. Hari ini kita tahu bahwa di tanah beku, yang dikenal sebagai permafrost, ada bentuk kehidupan dalam keadaan tidak aktif.

Tapi, mungkin juga untuk berpendapat bahwa kehidupan dimulai di luar Bumi dan akan tiba dengan pertukaran batu selama jutaan tahun berkat dampak komet, asteroid, meteorit, dalam kerangka teori yang disebut panspermia. Terlindung dari kondisi luar angkasa, mikroba dapat bertahan hidup terperangkap dalam batuan, tetapi masalah ini harus ditanggapi dengan sangat

serius, karena mungkin juga bahwa setelah mencapai Bumi, materi luar angkasa akan terkontaminasi dengan kehidupan yang sudah ada sebelumnya di Planet, seperti yang terjadi dengan meteorit terkenal ALH 84001 (Gbr. 22), yang penelitian terbarunya, Didanai oleh Program Astrobiologi NASA, ini menunjukkan bahwa bahan organik di dalamnya tidak terbentuk secara biologis, tetapi oleh interaksi geokimia antara air dan batuan.



Gambar 22. Meteorit ALH 84001: tiba dari Mars, adalah protagonis dari pengumuman prematur kehidupan yang datang dari planet itu. Hari ini kita tahu bahwa apa yang terdeteksi sebagai bahan organik tidak memiliki asal biologis.

Namun, bahkan jika panspermia benar, pertanyaan tentang bagaimana kehidupan dimulai di Bumi hanya akan berubah menjadi bagaimana kehidupan dimulai di tempat lain di Univer.

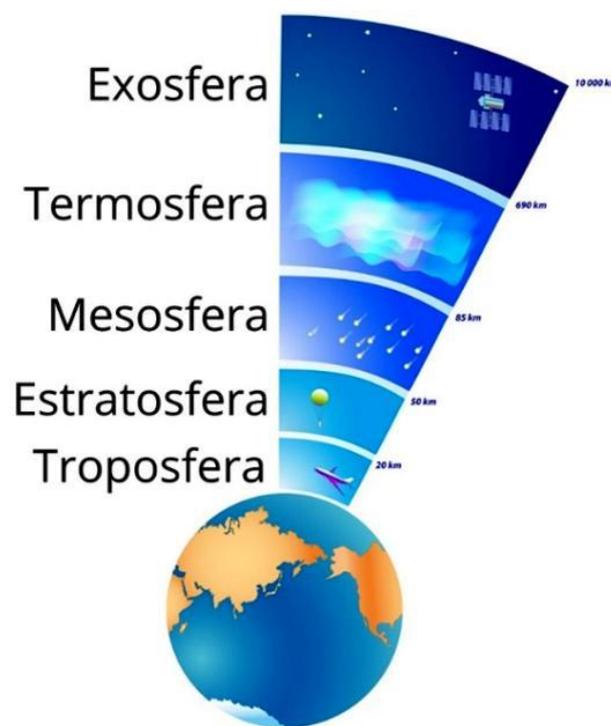
Eksplorasi lingkungan ekstrem di Bumi telah mengarah pada penemuan banyak habitat yang dianggap tidak dapat dihuni hanya beberapa tahun yang lalu. Ketertarikan pada keanekaragaman dan ekologi lingkungan ekstrem telah tumbuh karena beberapa alasan, tidak hanya karena potensi penggunaan ekstremofil dan komponennya dalam proses bioteknologi (seperti bio-mining, bio-remediasi), tetapi juga karena pencarian batas keberadaan kehidupan.

Spesies hidup pertama pastilah bentuk kehidupan sederhana yang berfungsi sebagai penghubung antara organisme pertama (seperti bakteri) dan kehidupan seperti yang kita kenal.

Seperti diketahui, tidak mungkin untuk hanya menempatkan beberapa unsur kimia bersama-sama dalam tabung reaksi dan mengharapkan jenis kehidupan baru muncul secara spontan. Asal usul kehidupan adalah peristiwa yang membutuhkan jutaan tahun untuk terjadi, tetapi begitu dimulai, kehidupan dapat berkembang biak secara eksponensial dan beradaptasi dengan area planet yang bisa sangat berbeda dari tempat asalnya.

Mikrometeorit

Bahan padat yang berasal dari tata surya, membentuk bulan dan planet. Akresi itu belum berakhir, dan sekitar 5 ton material dari luar angkasa masih jatuh di Bumi. Meteor-meteor ini melewati eksosfer dan termosfer dengan kecepatan tinggi tanpa kesulitan karena lapisan-lapisan itu tidak terlalu padat. Tetapi ketika mereka mencapai mesosfer, kepadatannya lebih besar dan ada gesekan besar yang dapat melelehkan material. Ketika pendinginan di stratosfer dan troposfer, pada akhirnya mereka menyajikan bentuk bulat, kadang-kadang dengan lurik dan kadang-kadang gelembung kecil efek pemadatan cepat.



Gambar 23 Lapisan atmosfer (Kredit: Lifeder)

Aktivitas 5: Simulasi mikrometeorit bola.

Isi wadah transparan silinder tinggi dengan minyak bunga matahari sebagai kolom. Dengan bantuan jarum suntik (Gambar 24a dan 24b), beberapa tetes air atau cola dijatuhkan (karena warnanya terlihat lebih baik). Keadaan fisik awal air atau minuman ringan menyebabkan bola-bola kecil terbentuk segera yang perlahan-lahan terlihat jatuh ke kolom minyak.



Gambar 24 a: Teteskan dengan jarum suntik, Gambar 24b: Kolom tempat bola terbentuk.

Aktivitas 6: Mencari mikrometeorit

Mikrometeorit dapat diperoleh dalam bahan yang terus disimpan di atap, jalan, dll. Saat hujan, air mencuci mereka melalui selokan drainase atap dan di parit jalan atau rute. Itu dikumpulkan di selembar kertas dengan kuas sedikit pasir dari situs-situs itu.



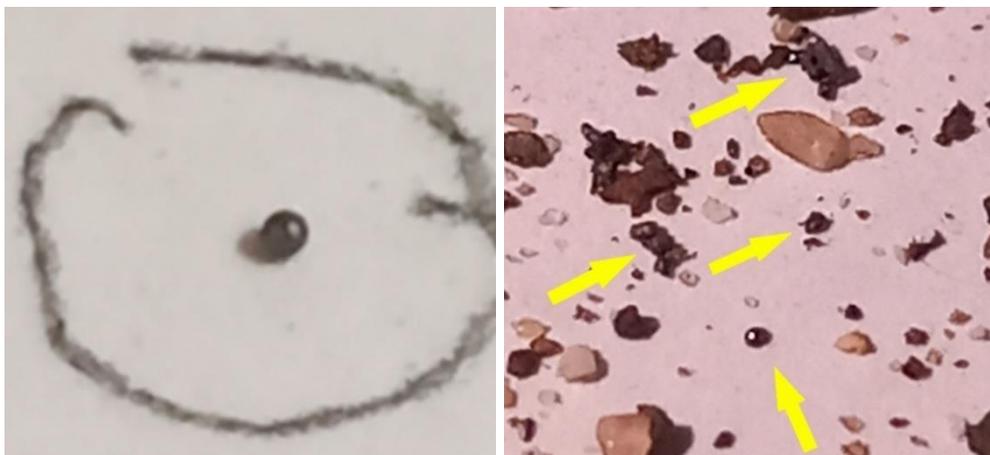
Gambar 25a: Dijalan umum Anda dapat menemukan parit atau selokan dengan pasir di mana kita dapat menemukan meteorit. Gambar 25b: Kami mengumpulkan grit ini dengan kertas untuk menganalisisnya.

Sebuah magnet kemudian dilewatkan di bawah selembar kertas dengan bahan: akan terlihat jelas bagaimana partikel kecil dari bahan besi tertarik ke magnet (Gambar 26). Tanpa memisahkan magnet, balikkan kertas, dan semua pasir akan jatuh, kecuali partikel-partikel gelap halus itu, yang akan tertarik oleh medan magnet magnet. Balikkan kertas dan lepaskan magnet. Mungkin ada kemungkinan mikrometeorit di sana.



Gambar 26a dan 26b: Dengan melewati magnet di bawah selembar kertas, seret bahan feromagnetik

Saat melihat sampel dengan kamera ponsel pada zoom maksimum, partikel yang merupakan mikrometeorit berbentuk bulat, seperti kelereng kecil.



Gambar 27a: Foto mikrometeorit tunggal yang terisolasi dengan kamera ponsel, Gambar 27b: Foto dengan beberapa mikrometeorit menggunakan kamera yang sama;

Anda juga dapat membuat "perangkap" sederhana. Ini membutuhkan elemen-elemen berikut: nampan dapur dan kertas plastik transparan (kertas film dapur). Tutupi baki dengan kertas plastik dengan melipat ujungnya atau menempelkan plastik di bawahnya, untuk mencegahnya terbang (Gambar 28a, 28b, dan 28c).



Gambar 28a: Baki, kertas plastik dan selotip untuk perekatan, Gambar 28b: Menempelkan kertas plastik di bagian belakang baki, Gambar 28c: " perangkap" mikrometeorit dipasang di kebun.

Tempatkan baki agak jauh dari tanah, untuk mencegah debu di sekitarnya atau keberadaan hewan mencemari sampel (Gambar 28c), di tempat di mana tidak ada banyak angin dan di mana tidak ada yang menutupi langit. Tinggalkan fasilitas ini di luar ruangan setidaknya selama seminggu. Kertas akan mulai terlihat "kotor". Pada akhir minggu, pindahkan semua bahan yang terkumpul di selembar kertas. Magnet dilewatkan di bawahnya dan dianalisis dengan kamera ponsel.

Dimungkinkan juga untuk menyiapkan perangkat individu untuk setiap siswa. Anda membutuhkan cangkir kertas, tali untuk mengikatnya dan magnet kecil.



Gambar 29a dan 29b: Gelas diikat dengan benang dan magnet kecil di dalamnya. Gambar 29c: Siswa menggunakan kaca, mencari mikrometeorit.

Untuk menyiapkan perangkat bagi setiap siswa, kami mengikat gelas dengan seutas benang dan meletakkan magnet kecil di dalam gelas. Siswa bergerak di sekitar area halaman sekolah dengan cangkir magnetik. Kemudian mereka melepaskan magnet, dan jika ada partikel besi (mikrometeorit), mereka akan jatuh di selembar kertas putih. Siswa menonton dengan kamera ponsel mereka untuk menemukan mikrometeorit, mengidentifikasi mereka sebagai bola kecil.

Klasifikasi Extremophiles

Ekstremofil adalah organisme, seringkali mikroorganisme, yang hidup dalam kondisi ekstrem, yaitu, dalam keadaan yang sangat berbeda dari yang dialami oleh sebagian besar bentuk kehidupan terestrial.

Sampai baru-baru ini, diperkirakan bahwa di tempat-tempat di mana kita sekarang tahu ekstremofil tumbuh, tidak mungkin ada kehidupan. Misalnya, di daerah Antartika yang sangat dingin, di perairan Rio Tinto yang sangat asam dan kaya logam, atau di gurun Atacama yang sangat kering dan logam berat. Tetapi telah ditunjukkan bahwa ada organisme yang hidup di semua area ini.

Ahli astrobiologi NASA dan ESA mempelajari di lapangan (Antartika, Gurun Atacama, Tambang Río Tinto, dll.) bagaimana kehidupan berevolusi atau beradaptasi untuk memahami bagaimana asalnya.

Antartika, sebagian besar, dingin dan sunyi, namun, beberapa kelompok ilmuwan telah berhasil menemukan sejumlah besar kehidupan di bawah permukaannya. Mereka telah menemukan mikroba ekstremofil yang hidup pada kedalaman 36m dengan suhu -20°C dalam air asin (yang tidak membeku karena konsentrasi garam yang tinggi), kelompok lain telah menemukan pada kedalaman 800m seluruh ekosistem tanpa adanya cahaya (gambar 30).



Gambar 30: Kelompok ilmiah yang berbeda menemukan ekstremofil di bawah permukaan Antartika

Beberapa extremophiles hidup tanpa air atau mampu menahan pengeringan dengan hidup dengan sangat sedikit. Seperti mikroba tanah di Gurun Atacama.

Ada fenomena yang sangat spektakuler: gurun bunga. Ini adalah gurun terkering di dunia, pada tahun-tahun ketika ada lebih banyak curah hujan dari biasanya dan kemudian bagian depan yang dingin muncul sejumlah besar dan keragaman bunga (hingga 14 varietas) yang tersisa selama beberapa bulan.

Area penambangan Riotinto sejak abad pertama SM dieksploitasi oleh Kekaisaran Romawi dan situasi hari ini, setelah ratusan tahun penambangan permukaan di mana mineral berat telah diekstraksi sangat menarik untuk mempelajari kehidupan dalam kondisi ekstrem.



Gambar 31: Foto dari Agustus 2022 Setelah beberapa tahun kekeringan, tahun-tahun terakhir adalah 2015 dan 2017

Ekstremofil lain berkembang di lingkungan keasaman tinggi dan konsentrasi logam yang tinggi (Besi, Tembaga, Kadmium, Arsenik, Seng, Timbal). Reaksi di sungai ini dikatalisis oleh bakteri acidophilic, sehingga jika keasaman berkurang, populasi bakteri berlipat ganda, yang menghasilkan lebih banyak oksidasi sulfida dan lebih banyak keasaman dalam proses yang memberi makan kembali. Penduduk daerah tersebut tahu berapa banyak hujan karena perubahan warna sungai (bakteri menghasilkan lebih banyak keasaman untuk mempertahankan pH selama banjir sungai).



Gambar 32: Perairan merah Rio Tinto tempat bakteri asidofilik hidup.



Gambar 33: Erica andevalencis tersebar luas di seluruh area, yang akarnya di tanah asam dan dengan nutrisi yang sangat sedikit

Ada area luas semak Erica Andevalencis atau "heather pertambangan", didistribusikan di sepanjang dasar sungai. Tanaman ini berakar di tanah yang sangat asam dengan sedikit nutrisi. Bahkan beberapa tanaman tumbuh di tepi sungai dengan akarnya sebagian terendam air asam dan tanah dengan konsentrasi Tembaga dan Timbal yang tinggi.

Penelitian ruang angkasa membutuhkan kerja ahli astrobiologi di daerah ekstrim seperti Antartika, Gurun Atacama atau Tambang Ríotinto. Langkah pertama dari banyak protokol yang dilakukan untuk menemukan ekstremofil adalah proses ekstraksi DNA dan untuk alasan ini kegiatan ini dilakukan di bawah ini.

Aktivitas 7: Ekstraksi DNA

Setelah mengamati bahwa ada kehidupan dalam kondisi yang sangat ekstrim, telah diputuskan untuk melakukan tes DNA ketika Anda ingin mendeteksi keberadaan kehidupan. Sisa-sisa DNA memungkinkan untuk mendeteksi keberadaan kehidupan (saat ini atau masa lalu), dan ini digunakan untuk mencari kehidupan di ruang angkasa.

Molekul DNA adalah molekul yang sangat panjang dan dipadatkan dengan protein (seperti kusut) di dalam sel. Jadi, untuk mendeteksi keberadaan sisa-sisa DNA, perlu disiapkan solusi yang dengannya kita dapat memecahkan membran pembungkus sel.

Kami akan melanjutkan sebagai contoh untuk mengekstrak DNA tomat matang karena sangat mudah untuk mencairkannya.

Solusi untuk memecah sel

Dalam setengah gelas air, satu sendok teh garam (Sodium Chloride) dilarutkan untuk melepaskan protein dan dengan demikian melepaskan DNA yang akan tampak putih karena adanya garam. Tiga sendok teh Baking Sodium, untuk menjaga pH larutan konstan dan DNA tidak terdegradasi. Kemudian, tambahkan mesin pencuci piring sampai air memiliki warna ini, untuk memecah membran sel-sel lemak. Hal ini diperlukan untuk mencampur tanpa berbusa untuk dapat melihat DNA dengan baik.

Siapkan jus sel "tomat"

Kita akan mulai dengan mengekstraksi dua sendok makan bubur tomat, menghancurkannya dengan sendok dan menghancurkannya dengan garpu sampai kita memiliki pure yang kurang lebih cair (gambar 34).

Tuang larutan pemutus sel di atas pure tomat. Dua kali volume larutan dari pure tomat. Untuk memecahkan sel-sel goyang, berhati-hatilah agar tidak berbusa dan saring untuk menghilangkan potongan-potongan besar. Kandungan di dalam sel ada dalam jus dan di situlah DNA yang ingin kita ekstrak ditemukan.



Gambar 34: Mempersiapkan pure tomat cair, untuk melanjutkan menuangkan larutan pemutus dua kali lebih banyak dari membran, untuk mengekstrak DNA.

Membuat DNA terlihat

Ketika ada banyak untaian DNA itu terlihat seperti awan putih (garam memberikan warna keputihan). Kami menjatuhkan alkohol di dinding gelas jus, karena kami ingin lapisan alkohol tetap di atas jus tanpa bercampur dengannya. Dalam tiga atau empat menit awan putih DNA terbentuk dan menggumpal bersama dan menjadi terlihat (naik). Alkohol ditambahkan karena DNA tidak larut dalam alkohol dan awan DNA terbentuk yang terlihat jelas (gambar 35).



Gambar 35: Awan DNA sangat terlihat mengambang di atas campuran

Bibliografi

- Arisa, E., Mazón, J. and Ros, R.M. 2012, Looking for the north, EU-UNAWA, Barcelona, Spain.
- Dill K.A. and Agozzino L. 2021, “Driving forces in the origins of life”, Open biology, Volume 11, <https://doi.org/10.1098/rsob.200324>
- Kostov, R. I., Kurchatov, V. 2001. Bulgarian meteorites – history and stage of study. – Geology and Mineral Resources, 8, 10, 16-20, Bulgaria.
- Larsen L., 2019, On the Trail of Stardust: The Guide to Finding Micrometeorites: Tools, Techniques, and Identification, Voyageur Press, Beverly, MA (USA).
- Levy M. et al. 2000, “Prebiotic Synthesis of Adenine and Amino Acids Under Europa-like Conditions”, Icarus, Volume 145, <https://doi.org/10.1006/icar.2000.6365>
- Martin W. 2008, “Hydrothermal vents and the origin of life”, Nature Reviews Microbiology, Volume 6, <https://doi.org/10.1038/nrmicro1991>
- Moreno, R., 2022, Experimentos para todas las edades, 3ª Edición. Editorial Rialp, Madrid (Spain).
- Declaration for scientists/researchers using the NHM Collection, 2013.
- La plus Grande Histoire jamais contée, Des Origines de l’Univers a la vie sur Terre, Belin, Paris, France, 2017.
 - <https://www.sciencefriday.com/articles/up-on-the-roof-a-handful-of-urban-stardust/>
 - <https://micro-meteorites.com/>
 - <https://www.astrogc.com/index-otros-projects-met.html>
 - <https://www.pbslearningmedia.org/resource/5762943c-af62-4a3b-8340-36660545628a/go-outside-and-play-micrometeorites-young-explorers/>