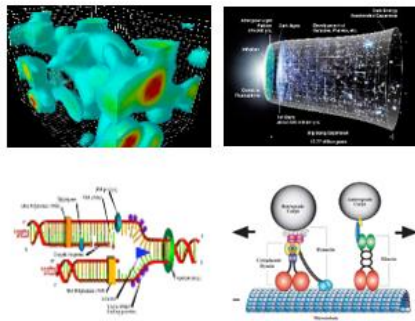




GENESIS DIVINE

Njelajah Penciptaan liwat Astronomi lan Biologi



Dongchan Kim, Ph.D.

**Aku arep ngucapake matur nuwun sing paling jero marang Roh
Suci sing wis menehi inspirasi lan nuntun aku sajrone nulis buku
iki!**

Isine

Pambuka	6
1. Titah Jagad	8
a . Struktur lerarkis U niverse	8
i. Sistem Solar S.....	8
ii. Sistem Stellar	10
iii . Galaksi Kita (Milky Way)	11
iv. Galaksi , C luster saka Galaksi, lan S upercluster	12
b. Titah saka Universe	14
i. Penciptaan Alam Semesta ing Astronomi	14
ii. Nasib Alam Semesta (Big Bang Maneh?).....	17
iii . Penciptaan Alam Semesta ing Kitab Suci	21
c. Endi sing digawe pisanan , bumi utawa srengenge ?	24
d. Apa Bumi umure 6.000 taun ?.....	27
i. Dina ing Purwaning Dumadi	29
ii. Pangripta Wektu	32
e . Alam Semesta sing dirungokake.....	34
2. Karya Agung Gusti , Bumi	39
a. Jarak D tengen saka Srengéngé	39
b. Tengen A xial Ti It	40
c . R otasi Kanan lan P eriode rbital	42
d . Ukuran S Kanan	43
e. Eksistensi M agnetosfer.....	45
f. Anane Rembulan sing Gedhe Banget	46

g. Anane Jupiter , Penjaga Bumi	48
h. Eksistensi Plate T ektunik	50
i. Ukuran Srengéngé Tepat	53
j. Jarak Tengen saka Pusat Galaxy	56
3. Penciptaan utawa Evolusi ?	60
a. Asal saka Life.....	60
i. Pembentukan asam amino A.....	61
ii. Pembentukan RNA.....	63
iii. Pembentukan Protein	68
iv. Pembentukan DNA.....	71
v . Pembentukan Sel	73
vi . Pembentukan Sel Eukariotik	76
vii . Lokalisasi organel	78
viii . Diferensiasi sel	84
ix. Pembentukan Jaringan lan Organ.....	86
x. Pembentukan Organisme Multiselular	88
b. Apa Evolusi Bisa Nerangake Asal-Usul Urip?	90
c. Teori Darwin : Teori Evolusi utawa Teori Adaptasi Genetik ?	93
d . Apa We Evolve saka Apes?	101
e. Desain Cerdas	103
i. Spesifikasi kompleksitas	105
ii. Kompleksitas sing ora bisa dikurangi.....	107
iii. Buku sing misuwur babagan Desain Cerdas	111
f . Fisika Partikel lan Penciptaan	113

g. Alien lan Titah	116
h. Naluri s ing Organisme Urip lan Titah.....	121
i. Gedung Sarang Tawon Mason.....	122
ii. Bangunan Sarang Weaverbirds.....	125
iii. Pembentukan Cangkang Nautilus.....	126
i. Matematika ing Alam lan Cipta	127
4. Undangan kanggo Injil.....	135
Matur nuwun.....	141
Image Credit	142
References	144
About the Author	149

Pambuka

Para ilmuwan sing nyengkuyung téyori évolusi kerep nganggep kreasiisme minangka kurang dhukungan empiris lan kakuwatan ilmiah. Dheweke negesake manawa kreasionisme ora kudu kalebu ing kurikulum ilmu pengetahuan, amarga gagal menehi panjelasan ilmiah babagan macem-macem lan kerumitan urip ing Bumi.

Ing sisih liya, teori evolusi ngemot kesenjangan lan pitakonan sing durung dijawab, utamane babagan asal-usul urip lan kerumitan sistem biologi. Seleksi lan mutasi alam ora cukup kanggo nerangake struktur lan fungsi rumit sing diamati ing organisme urip. Salajengipun, téyori évolusi mung ditrapake kanggo organisme urip sing ana lan ora ngrembug asal usul urip. Kajaba iku, iki gumantung banget marang asumsi lan rekonstruksi spekulatif, saengga nantang validitase minangka panjelasan lengkap babagan keragaman urip.

Buku iki ditulis kanggo njelajah debat antarane penciptaan lan evolusi kanthi ngrembug babagan penciptaan alam semesta, keunikan Bumi, lan asal-usul urip.

bagéyan pisanan , w bakal ngenalake struktur hierarki alam semesta lan ngrembug babagan penciptaan alam semesta kaya sing dicethakaké déning pengamatan astronomi. Banjur, kita bakal mriksa apa panyiptan alam semesta sing diterangake ing Kitab Suci cocog karo temuan astronomi, apa umur Bumi 6.000 taun, lan ndeleng kanthi tliti babagan alam semesta sing wis disetel kanthi apik .

Pérangan kapindho nampilake sepuluh fakta sing nggumunake babagan Bumi, nandheske kesesuaian unik kanggo ndhukung urip lan nunjukake bukti rancangan kanthi tujuan .

Ing bagean katelu, asal saka urip ditliti, nantang teori evolusi konvensional lan nyorot kerumitan sistem biologi minangka bukti kanggo penciptaan ilahi. Kecukupan istilah 'teori evolusi Darwin' ditliti, banjur diselidiki manawa manungsa ngalami evolusi saka kera. Kajaba iku, konsep desain cerdas dikenalake, lan kreasionisme ditliti liwat diskusi babagan fisika partikel, anane urip extraterrestrial, naluri kewan, lan matematika sing ditemokake ing alam.

Buku kasebut dipungkasi kanthi undhangan sing tulus kanggo iman, nyengkuyung para pamaca kanggo mikir babagan perjalanan spiritual lan nimbang kekuwatan kapercayan sing transformatif. Iku pirso Injil lan nyedhiyakake tuntunan praktis babagan carane nganut iman, kalebu langkah-langkah kanggo mangerteni lan nampa urip langgeng, menehi pangarep-arep lan jaminan kanggo wong-wong sing ngupaya hubungan sing luwih jero karo Gusti Allah.

Muga-muga buku iki menehi kawruh anyar babagan penciptaan, nambah pangerten babagan desain lan tujuan sing rumit sing dirajut menyang jagad iki, lan menehi kesempatan kanggo mikir babagan sih-rahmat, kawicaksanan, lan kekuwatane Gusti Allah sing ora ana watese, Sang Pencipta, sing nyengkuyung samubarang kabeh lan ngajak kita gumun ing karya tangane.

Dongchan Kim (cyberspacedckim@gmail.com)

1. Titah Jagad

Minangka bocah, sampeyan bisa uga kelingan bengi-bengi nginep ing deso utawa ing dhuwur ing gunung, nyawang lintang-lintang sing ora kaetung ing langit sing jembar ing ndhuwur, utawa nggumunake lintang-lintang sing motret ing langit sing peteng. Pengalaman sing kaya ngono asring nggumunake lan nggumunake, minangka penghargaan sing jero kanggo kaendahan lan ukuran jagad raya. Ing wektu kasebut, sampeyan bisa uga ngrasakake hubungan sing jero karo kosmos, diiringi rasa andhap asor babagan papan sampeyan ing njero. Pitakonan bisa uga ana ing pikiranmu: Pira lintang sing ngebaki langit? Apa bisa ana urip ngluwihi jagad kita? Kepiye alam semesta diwiwiti, lan kepiye pungkasané? Sapa sing nggawe kabeh? Kaendahan sing nggumunake lan alam enigmatic saka langit wengi nyebabake rasa penasaran, ngundang bayangan babagan asal-usul alam semesta lan tujuan kita ing njerone. Momen-momen sing narik kawigaten iki ninggalake jejak sing tetep, menahi inspirasi kanggo golek jawaban kanggo misteri paling gedhe ing urip.

Ing bab iki, kita bakal njelajah asal-usul alam semesta saka sudut pandang astronomi lan Alkitab. Kita bakal menahi dhukungan ilmiah kanggo cathetan penciptaan ing Purwaning Dumadi kanthi mbandhingake rong sudut pandang iki. Kajaba iku, kita bakal nliti endi sing digawe luwih dhisik, Bumi utawa Srengenge, apa Bumi umure 6.000 taun, lan konsep a alam semesta fine-tuned.

a . Struktur Ierarkis U niverse

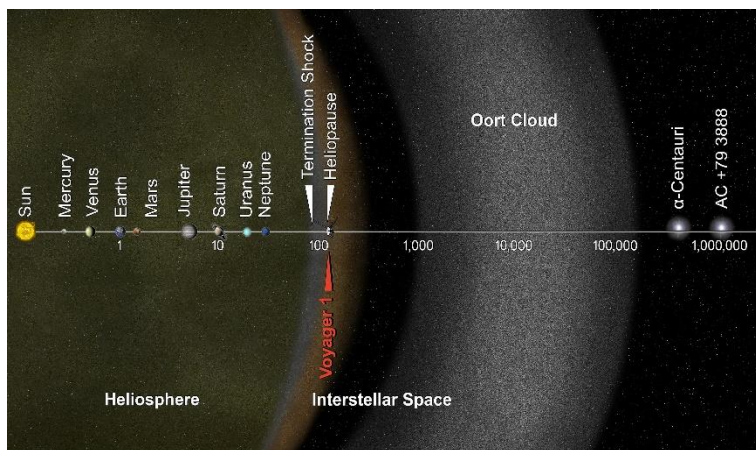
Kanggo ngrembug asal-usul alam semesta, ayo diteliti dhisik struktur hirarkis. Kita bakal miwiti karo tata surya kita lan pindhah menyang G alaxy, galaksi njaba, kluster galaksi , supercluster, lan kompleks supercluster .

i. Sistem Solar S

Tata surya kasusun saka lintang sing diarani Srengéngé, wolung planit sing ngorbit, sabuk asteroid antara Mars lan Jupiter, Sabuk Kuiper, lan anggota paling njaba, Oort Cloud. Lintang ditetepake

minangka benda langit sing padhang dhewe sing didhukung dening fusi nuklir, dene planet minangka benda langit sing nggambarake cahya saka lintang.

Bumi iku planet katelu saka Srengéngé. Jarak saka Bumi menyang Bulan yaiku 384.000 km, njupuk 16 dina kanthi pesawat kanthi kacepetan 1.000 km/jam. Jarak saka Bumi menyang Srengenge kira-kira 150 yuta kilometer, utawa siji unit astronomi (AU), sing mbutuhake 17 taun nganggo pesawat. Jarak menyang Neptunus yaiku 30 AU, Sabuk Kuiper 30 nganti 50 AU, lan Awan Oort 2.000 nganti 200.000 AU. Kanthi kacepetan cahya, butuh 8,3 menit kanggo lelungan saka Bumi menyang Srengenge, 4 jam menyang Neptunus, lan 9,5 sasi (0,79 taun cahya) kanggo tekan pinggir njero Awan Oort. Kanthi pesawat, butuh udakara 850.000 taun.



Gambar 1.1. Sistem S olar kalebu Sabuk Kuiper lan Oort Cloud

Komet bisa digolongake dadi komet jangka pendek lan komet jangka panjang. Sabuk Kuiper minangka sumber komet periode cendhak, lan Awan Oort minangka sumber komet periode dawa. Amarga asal-usule, komet duwe orbit elips sing dhuwur banget kanthi eksentrik gedhe. Srengéngé ukurané 109 kali ukuran Bumi, 333.000 kali massa, lan wektu rotasi watara 25 dina .

ii. Sistem Stellar

Sawise ninggalake Awan Oort, sampeyan mlebu ing alam lintang. Lintang sing paling cedhak karo Bumi yaiku Proxima Centauri, sing ukurane 14% saka Srengenge, 12% massa, lan adohe watara 4,2 taun cahya. Lelungan menyang kana kanthi pesawat bakal njupuk kira-kira 4,6 yuta taun.

Yen sampeyan mirsani kanthi cetha lintang-lintang sing kerlap-kerlip ing langit wengi, sampeyan bakal weruh yen ana macem-macem warna. Werna lintang gumantung ing suhu permukaan: lintang sing luwih adhem katon abang, dene lintang sing luwih panas dadi putih. Contone, Betelgeuse (α Ori) abang, Srengéngé kuning, lan Sirius (α CMa), lintang paling padhang ing langit wengi, putih ijo.



Gambar 1. 2 . Lintang nuduhake maneka warna

Massa lintang nemtokake laju fusi nuklir, sing banjur ngatur cahya lan umure. Lintang sing luwih gedhe nggunakake bahan bakar luwih cepet tinimbang lintang sing kurang gedhe. Lintang mungkasi uripe minangka kurcaci putih, bintang neutron, utawa bolongan ireng. Lintang kanthi massa inti kurang saka 1,4 massa surya dadi kurcaci putih, sing massa inti antarane 1,4 lan 3 massa surya dadi bintang neutron lan njeblug minangka supernova, lan sing massa inti luwih saka 3 massa solar dadi bolongan ireng sawise liwat panggung bintang

neutron. Sisa-sisa jeblugan supernova bisa didaur ulang dadi bintang anyar.

Biasane, kurang saka satus lintang sing katon kanthi mripat langsung ing sawijining kutha, lan udakara sewu ing deso ing kahanan sing cocog . Akèh-akèhé lintang iki ngapusi ing 50 taun cahya saka Bumi.

iii . Galaksi Kita (Milky Way)

Bima Sakti minangka galaksi spiral sing dialangi sing ngemot antara 200 nganti 400 milyar lintang, bebarengan karo gas, bledug, lan materi peteng sing akeh banget. Dhiameteré kira-kira 100.000 taun cahya, déné kekandelané kira-kira 1.000 taun cahya, dadi struktur sing relatif datar lan kaya piringan kanthi bulge tengah.

Srengéngé dumunung watara 26.000 taun cahya saka pusat galaksi, ngorbit saben 220 yuta taun sapisan, periode sing dikenal minangka taun galaksi. Tata surya kita dumunung ing cedhak Orion Spur, lengen cilik sing ana ing antarane lengen spiral Sagittarius lan Perseus. Dumunung udakara 60 taun cahya ing sadhuwure bidang galaksi, lokasi iki nyedhiyakake perspektif sing migunani kanggo ngamati alam semesta ing pirang-pirang arah kanthi obstruksi minimal saka bledug lan gas sing padhet ing disk galaksi.



Gambar 1.3. Galaksi Kita (Milky Way)

iv. Galaksi , C luster saka Galaksi, lan S upercluster

Galaksi Andromeda (M31) iku galaksi sing paling cedhak karo Bima Sakti, dumunung watara 2,5 yuta taun cahya saka Bumi. Katon kanthi mripat langsung saka belahan bumi Lor (gedhene visual = 3,4) lan nduweni wujud sing padha karo Bima Sakti. Galaksi Andromeda nyedhaki Bima Sakti kanthi kacepetan kira-kira 110 km/s lan diprediksi bakal tabrakan ing sekitar 4 milyar taun.

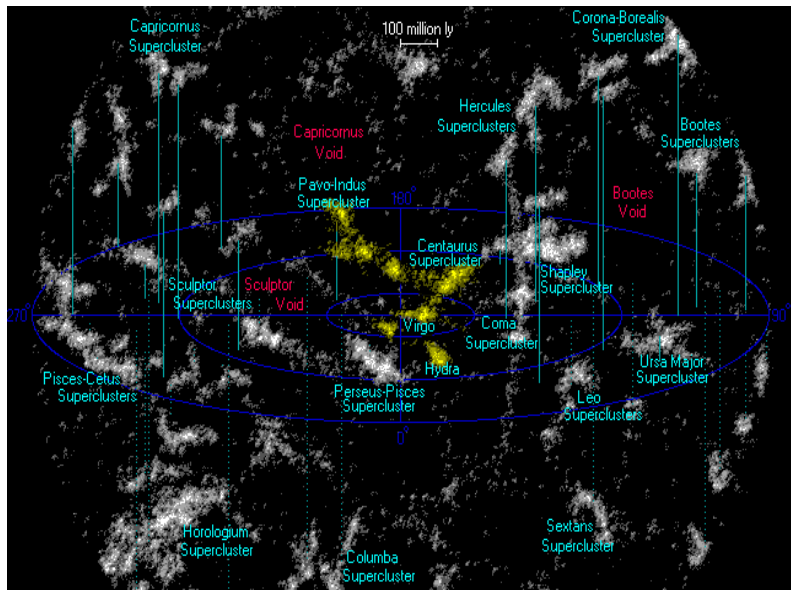
Galaksi bisa dipérang dadi telung kelas morfologis utama: spiral, elips, lan irregular. Nalika rong galaksi spiral tabrakan, interaksi gravitasi bisa nyebabake transformasi dramatis, asring nyebabake pembentukan galaksi elips. Proses iki biasane mbukak liwat tahapan sing nglibatake galaksi sing sesambungan, diterusake karo fase galaksi inframerah bercahaya (LIRG) utawa galaksi inframerah ultraluminous (ULIRG).



Gambar 1.4. Galaksi spiral y, galaksi elips y, lan galaksi irregular

Yen kurang saka 50 galaksi sing kaiket kanthi gravitasi, diarani 'grup galaksi,' lan yen atusan utawa ewu sing kaiket, diarani 'kluster galaksi.' Luwih saka 40 galaksi sing cedhak, kalebu Bima Sakti lan Andromeda, kalebu ing Grup Lokal. Grup Lokal lan Kluster Virgo minangka bagéyan saka Supercluster Virgo, sing dadi bagéan saka Supercluster Laniakea.

Komplek supercluster, uga dikenal minangka filamen galaksi utawa rantai supercluster, minangka struktur skala gedhe ing jagad raya, dumadi saka pirang-pirang supercluster galaksi sing disambungake dening jaringan galaksi, gas, lan materi peteng sing akeh banget. Wilayah sing saling gegandhengan iki mbentuk pola kaya web lan makili struktur paling gedhe sing dikenal ana ing kosmos. Padha ngluwihi jarak sing luar biasa, wiwit saka atusan yuta nganti milyaran taun cahya, luwih cilik tinimbang struktur kosmik. Ing antarane, Tembok Agung Hercules–Corona Borealis minangka kompleks supercluster paling gedhe sing dikenal, minangka bukti sing nggumunake babagan skala jagad raya. Ing alam semesta sing bisa diamati, kira-kira ana 200 milyar galaksi, nyebar ing jarak sing ngeramaken kira-kira 93 milyar taun cahya, saben nyumbang kanggo tapestri rumit struktur kosmik.



Gambar 1.5. Upercluster ing sekitar (warna kuning: Laniakea supercluster)

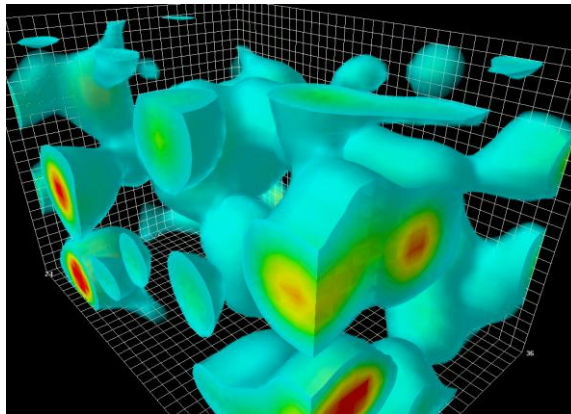
b. Titah saka Universe

Kepiye alam semesta diwiwiti? Apa iku tansah ana, utawa digawe dening Gusti Allah ? Kanggo njelajah topik iki, kita bakal nliti asal-usul alam semesta kaya sing diamati ing astronomi lan kaya sing diterangake ing Kitab Purwaning Dumadi ing Kitab Suci.

i. Penciptaan Alam Semesta ing Astronomi

Teori sing paling akeh didhukung babagan asal-usul alam semesta yaiku Teori Big Bang , sing negesake manawa jagad raya wiwit kira-kira 13,8 milyar taun kepungkur minangka titik sing panas banget lan padhet sing berkembang kanthi cepet. Iki kanthi alami nuwuhake pitakonan sing nyenengake: 'Apa sing wis ana sadurunge Big Bang? ' Sawijining hipotesis utama negesake kanthi dhukungan sing saya tambah yen sadurunge Big Bang, alam semesta ana ing kahanan fluktuasi kuantum ing vakum, dhasar dinamis lan probabilistik saka asale alam semesta kita.

Sadurunge Paul Dirac, vakum dianggep minangka ruang kosong tanpa ana apa-apa. Ing taun 1928, Dirac nggabungake mekanika kuantum lan relativitas khusus kanggo njlèntrèhaké prilaku elektron kanthi kecepatan relativistik. Sing nggumunake, persamaan kasebut nyaranake rong solusi kanggo elektron: siji kanggo elektron kanthi energi positif, lan siji kanggo elektron kanthi energi negatif. Dirac ngusulake menawa vakum dudu ruang kosong nanging diisi karo elektron tanpa wates kanthi energi negatif (positron). Amarga iki, vakum kadhangkala disebut Segara Dirac.



Gambar 1.6. Model 3-D fluktuasi kuantum ing vakum

Sanajan Segara Dirac katon statis , nanging ora tau statis amarga prinsip ketidakpastian Heisenberg. Pasangan partikel lan antipartikel katon sacara spontan (produksi pasangan) lan ilang (pemusnahan pasangan) kanthi acak . Skala wektu 10^{-21} detik lan ora katon dening mripat manungsa, nanging yen ana kamera sing bisa nangkep, kaya ndeleng segara sing fluktuatif. Iki sing diarani 'fluktuasi kuantum.' Big Bang muncul saka segara fluktuasi kuantum ing titik tunggal. Big Bang dhewe minangka wiwitan jagad raya.

Sanalika sawise Big Bang, alam semesta ngalami owah-owahan kanthi cepet amarga suhu lan kepadatan sing dhuwur banget. Saka 10^{-43} detik (wektu Planck) kanggo 10^{-36} detik, alam semesta iki diatur

dening Grand Unification Theory ngendi telung pasukan (kuwat, ringkih, pasukan elektromagnetik) ing Standard Model manunggal . Iku banjur mlebu jaman inflasi saka 10^{-36} detik kanggo 10^{-32} detik, jaman electroweak saka 10^{-32} detik kanggo 10^{-12} detik, jaman quark saka 10^{-12} detik dadi 10^{-6} detik, jaman hadron saka 10^{-6} detik nganti 1 detik, lan jaman lepton saka 1 detik nganti 10 detik.

Ing pungkasan jaman lepton, kedadeyan dramatis lan penting. Pasangan lepton lan antilepton, utamané dumadi saka elektron lan positron, ngalami karusakan bebarengan. Proses iki ngeculake foton sing akeh banget (partikel cahya), kanthi efektif mbanjiri alam semesta kanthi cahya. Foton iki dadi wangun energi sing dominan ing kosmos, minangka tandha wiwitan sing dikenal minangka jaman foton . Jaman iki, suwene kira-kira 10 detik nganti 380.000 taun sawisé Big Bang, ditondoi déning plasma panas, padhet saka elektron bebas, inti, lan foton. Sajrone wektu iki, foton kasebar dening elektron lan proton bebas, nyegah saka lelungan kanthi bebas lan nggawe alam semesta buram.

rekombinasi tindakake ing mburi jaman foton, ngendi acara penting liyane kedaden. Elektron gabung karo proton kanggo mbentuk hidrogen netral lan helium. Iki minangka wiwitan jaman sing didominasi materi . Nalika kedadeyan kasebut , jagad sing kapenuhan plasma mboko sithik dadi transparan lan malih dadi ruang sing bisa diarani langit. Nalika kedadeyan kasebut, foton sing diasilake sajrone jaman foton nanging sadurunge diwatesi dening plasma saiki bisa obah kanthi bebas ngubengi jagad transparan. Foton sing obah kanthi bebas iki diamati minangka cahya sing padhang banget lan mbentuk radiasi latar mburi gelombang mikro kosmik.

Lintang lan galaksi sing kita deleng saiki dibentuk saka atom sing digawe nalika jaman rekombinasi. Wiwit iku, alam semesta terus berkembang sawise Big Bang. Nalika alam semesta umure 9,8 milyar taun, energi peteng wiwit dominasi, minangka tandha wiwitan jaman sing didominasi energi peteng. Ing jaman iki, alam semesta terus berkembang kanthi cepet. Ekspansi sing cepet iki minangka kahanan

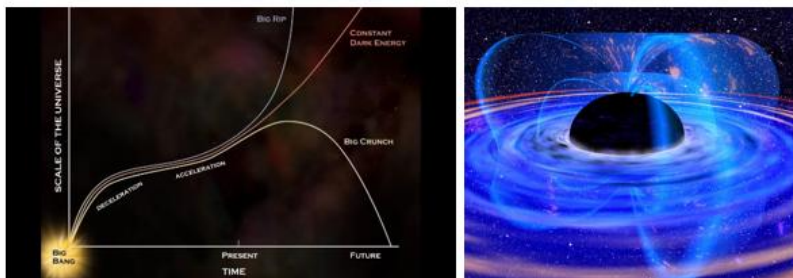
alam semesta saiki.

ii. Nasib Alam Semesta (Big Bang Maneh?)

Nasib alam semesta gumantung saka kapadhetan sakabèhé. Miturut pangukuran saka WMAP, kapadhetan alam semesta saiki kira-kira padha karo kapadhetan kritis (kira-kira $10^{-29} \text{ g cm}^{-3}$) ing margin kesalahan 0,5%. Nanging, kahanan sing durung mesthi iki tegese kita durung bisa nemtokake nasibe alam semesta kanthi definitif nganti pangukuran sing luwih akurat. Yen kapadhetan alam semesta luwih gedhe tinimbang densitas kritis, pasukan gravitasi pungkasane bakal ngatasi ekspansi kasebut, nyebabake alam semesta ambruk maneh ing kedadeyan bencana sing dikenal minangka Big Crunch, ciri alam semesta tertutup.

Kosok baline, yen Kapadhetan kurang saka Kapadhetan kritis, alam semesta bakal terus nggedhekake ing salawas-lawase ing tingkat akselerasi, anjog kanggo skenario dikenal minangka Big Rip, karakteristik saka alam semesta mbukak. Ing kasus iki, suhu alam semesta bakal mboko sithik adhem nalika ekspansi maju, lan pembentukan lintang pungkasane bakal mandheg amarga nyuda medium antarbintang sing dibutuhake kanggo nggawe lintang. Suwe-suwe, jagad raya bakal saya peteng lan adhem, proses sing asring diarani 'mati panas'.

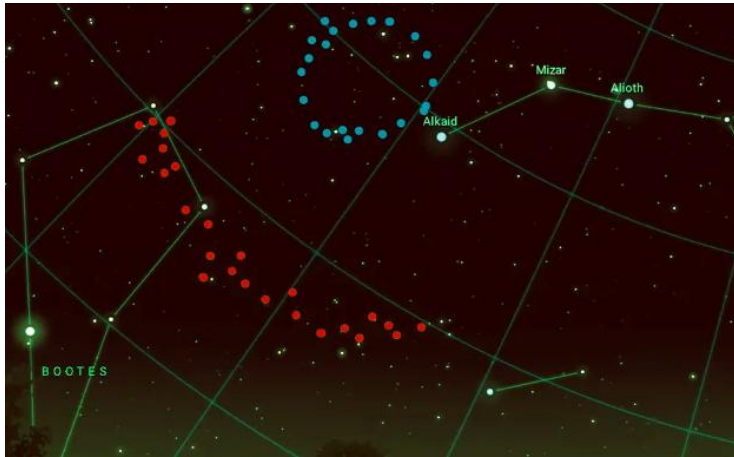
Lintang sing wis ana bakal kentekan bahan bakar lan mandheg sumunar. Salajengipun, proton bosok nderek minangka prediksi dening Grand Unified Theory nalika umur alam semesta watara 10^{32} taun. Kira-kira 10^{43} taun, bolongan ireng bakal mulai nguap liwat radiasi Hawking. Sawise kabeh prakara baryonic wis bosok lan kabeh bolongan ireng wis nguap, alam semesta bakal kebak radiasi. Suhu alam semesta bakal adhem nganti nol mutlak lan kabeh dadi peteng lan kosong, meh padha karo kahanan alam semesta sing ngalami fluktuasi kuantum sadurunge Big Bang.



Gambar 1.7. Nasib alam semesta lan bolongan ireng sing nguap

Bubar iki, rong megastruktur kosmik ditemokake 7 milyar taun cahya saka Bumi menyang arah Big Dipper. The Giant Arc, ditemokaké ing 2022, lan Big Ring, ditemokaké ing 2024, tantangan prinsip kosmologis sing nyatakake alam semesta homogen lan isotropic ing skala gedhe. Megastruktur iki mbutuhake panjelasan sing tepat. Salah sawijining panjelasan sing bisa ditindakake yaiku senar kosmik utawa sisa-sisa saka penguapan Hawking saka bolongan ireng supermassive (titik Hawking) saka Big Bang sadurunge.

Interpretasi iki ana gandhengane karo Kosmologi Siklik Konformal Roger Penrose (CCC). CCC minangka modhèl kosmologi adhedhasar relativitas umum, ing ngendi alam semesta ngembang ing salawas-lawase nganti kabeh materi bosok lan metu saka bolongan ireng. Ing CCC, alam semesta ngalami siklus tanpa wates, kanthi Big Bang anyar sing muncul ing Big Bang saiki sing terus berkembang.



Gambar 1.8. Big Ring (biru) lan Big Arc (abang)

Secara pribadi, aku nemokake CCC narik kawigaten amarga menehi solusi potensial kanggo sawetara masalah ing evolusi galaksi. Ana korélasi antara massa bolongan ireng lan dispersi kecepatan lintang (hubungan M-sigma). Miturut hubungan iki, massa bolongan ireng kira-kira 0,1% saka massa galaksi. Bubar, Chandra lan JWST nemokake galaksi sing nyenengake, UHZ1, liwat lensa gravitasi. UHZ1 ana ing jarak 13,2 milyar taun cahya, katon nalika alam semesta kita mung watara 3 persen saka umure saiki. Massa bolongan ireng kira-kira UHZ1 dadi luwih gedhe tinimbang galaksi inang. Massa bolongan ireng gedhe iki ora bisa diterangake dening teori massa black hole saiki nanging bisa ditindakake dening CCC. Iki bisa dingerteni yen bolongan ireng ing UHZ1 minangka bolongan ireng daur ulang saka Big Bang sadurunge lan dadi bolongan ireng wiji ing UHZ1 nalika Big Bang saiki.

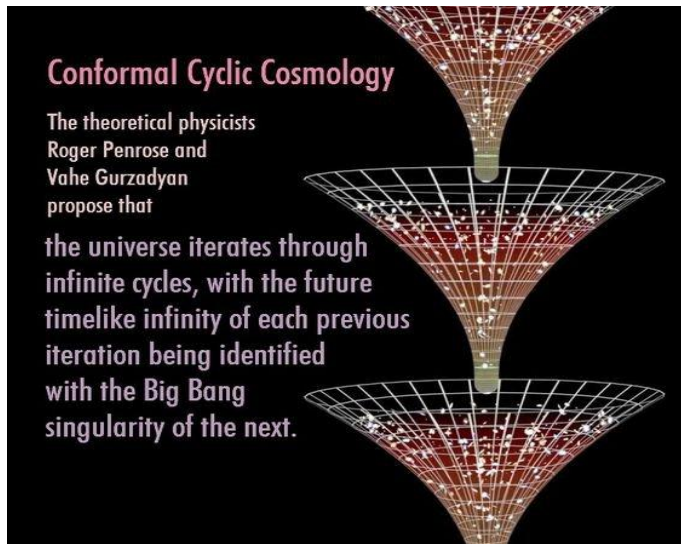
Kita ora ngerti kepiye Big Bang anyar kedadegan nalika Big Bang saiki isih berkembang. Kita bisa nyoba nggunakake konsep hyperspace. Ing skenario iki, alam semesta berkembang dadi ruang telung dimensi. Nanging, bayangake alam semesta telung dimensi kita minangka permukaan sing dipasang ing ruang dimensi sing luwih dhuwur (hyperspace). Ruang dimensi sing luwih dhuwur iki bisa dadi ruang papat dimensi (utawa luwih) ing ngendi kabeh alam semesta kita mung

'iris' utawa 'brane.'

Nalika alam semesta kita terus nggedhekake, pungkasane bisa nggabung menyang titik tunggal ing hyperspace sing luwih dhuwur iki, kaya carane permukaan rong dimensi bisa mlengkung lan nggabung ing sawijining titik ing ruang telung dimensi. Titik ing hyperspace iki bisa dianalogi karo gulu botol Klein, wangun dimensi sing luwih dhuwur ing endi permukaan kasebut digulung maneh.

Nalika ekspansi alam semesta ing ruang telung dimensi konvergen menyang titik tunggal ing hyperspace, bisa nggawe kahanan sing kapadhetan energi dadi dhuwur banget. Yen titik tunggal ing hyperspace iki ora bisa nampung aliran energi lan energi vakum sing gedhe banget saka alam semesta sing saiki berkembang, bisa nyebabake bledosan. Jeblugan iki bakal dadi wiwitan Big Bang anyar, nggawe alam semesta anyar.

Kanthi cara iki, alam semesta Big Bang sing terus berkembang saiki bisa nyebabake pembentukan alam semesta anyar ing kerangka hyperspace, kanthi konvergensi menyang titik tunggal sing dadi jembatan antarane siklus CCC. Konvergensi dimensi sing luwih dhuwur iki nyedhiyakake mekanisme kanggo siklus terus-terusan Big Bang nalika alam semesta saiki isih berkembang, lan energi alam semesta sing berkembang iki uga bisa nyumbang kanggo energi peteng sing nyepetake akselerasi.



Gambar 1.9. Kosmologi Siklik Konformal

iii . Penciptaan Alam Semesta ing Kitab Suci

Ing bagean iki, aku bakal njelajah nggawe alam semesta kaya sing diterangake ing Kitab Suci saka sudut pandang astronomi, mriksa kepiye crita Alkitab bisa cocog karo pemahaman ilmiah modern. Analisis iki bakal nyelidiki kemungkinan paralel antarane akun Kitab Suci lan pengamatan astronomi. Senajan pendekatan iki mènèhi perspektif sing menarik, penting kanggo ngerti nèk ana cara liya kanggo nerjemahké kisah penciptaan ing Alkitab. Interpretasi kasebut bisa beda-beda adhedhasar konteks teologi, filosofis, lan budaya, saben menehi wawasan unik babagan narasi sing jero babagan asal-usul alam semesta.

a) Gusti Allah mratelakaken nitahaken jagad raya

Penciptaan alam semesta diterangake ing Purwaning Dumadi, buku pisanan ing Kitab Suci.

" Ing wiwitan, Gusti Allah nitahake langit lan bumi . " (Purwaning Dumadi 1: 1)

Ayat iki ngenalake tumindak titah dening Gusti Allah, kanthi negesake manawa Panjenengane iku sing miwiti kabeh sing ana. Ukara "langit lan bumi" nyakup kabeh ciptaan, nuduhake sakabehe jagad raya.

"Bumi iku tanpa wujud lan kosong, lan pepeteng ana ing sadhuwure samodra, lan Rohe Gusti Allah nglayang ing sadhuwure banyu."
(Purwaning Dumadi 1:2)

Istilah "bumi" ing kene nggambarake ciptaan fisik, materi (yaiku, materi baryonic) sing bakal dibentuk dening Gusti Allah. Ukara "Bumi iki tanpa wujud" bisa ditegesi minangka nggambarake kahanan primordial kekosongan, sing durung ana sing digawe. Tembung "kosong" tegese ruang kosong, lan yen ora ana apa-apa ing ruang kasebut, bisa diarani vakum kanthi sah. Mulane, tembung "Bumi iki tanpa wujud lan roso sepi" nuduhake yen, wiwit wiwitan, alam semesta ana minangka vakum, sawijining kahanan awal saka nothingness. Ukara sakbanjure "pepeteng ana ing sadhuwure teleng" nduweni teges kang jero. " Peteng " iku חֹשֶׁק (choshek) ing basa Ibrani lan tegesé pepeteng total tanpa pepadhang. " jero " yaiku תְּהוֹם (tehom) ing basa Ibrani lan asale saka הוֹם (hom) tegesé ' geger ' utawa ' fluktuasi ' . Dadi, "Bumi iki tanpa wujud lan kosong, lan pepeteng ana ing sadhuwure jero" bisa diinterpretasikake minangka nggambarake asal-usul alam semesta saka vakum ing kahanan peteng lan fluktuasi. Interpretasi iki selaras rapet karo kahanan alam semesta ing tahap paling awal - sadurunge Big Bang - nalika ana minangka vakum ngalami fluktuasi kuantum .

b) Cipta cahya

Acara utama ing dina pisanan penciptaan yaiku penciptaan cahya.

"Lan Gusti Allah ngandika, 'Anaa pepadhang,' lan padhang . "
(Purwaning Dumadi 1:3)

Ayat kasebut nyebataken bilih Gusti Allah miwiti nitahaken alam

semesta kanthi nitahaken cahya. Semono uga, Big Bang diwiwiti kanthi rerangkening jaman sing cepet, sing sakabehe kurang saka sedetik, sing pungkasané nyebabake penciptaan cahya (foton) sajrone jaman foton. Penciptaan cahya ing Purwaning Dumadi 1:3 cocog banget karo penciptaan cahya nalika jaman foton - kanthi kuat nyelarasake akun Alkitab karo momen penting iki ing alam semesta wiwitan.

c) Cipta Langit

Adicara ingkang utami ing dinten kaping kalhipun tumitah inggih menika tumitah langit (langit) .

" Lan Gusti Allah nitahake kubah lan ... , Gusti Allah nimbali kubah langit" (Purwaning Dumadi 1:7 , 8)

Penciptaan langit sing diterangake ing Purwaning Dumadi bisa digandhengake karo jaman rekombinasi ing kosmologi Big Bang. Sadurungé jaman iki, jagat raya iki opaque, diisi karo plasma elektron, neutron, proton, lan foton sing padhet lan panas. Plasma iki nyebar foton, nyegah wong-wong mau saka lelungan kanthi bebas lan nggawe alam semesta buram kanggo radiasi. Sajrone wektu iki, jagad iki ambane kira-kira 10 taun cahya, tegese ora ana papan sing cetha kanggo 'langit' sing katon.

Nanging, ing jaman rekombinasi, alam semesta wis adhem cukup kanggo elektron lan proton kanggo gabungke lan mbentuk atom hidrogen netral. Proses iki ngresiki plasma, nggawe jagad transparan lan ngidini foton bisa lelungan kanthi bebas ing ruang angkasa. Akibaté, hamparan sing amba lan transparan—sing kita kenal minangka langit sing katon—dadi ana, kanthi radius udakara 42 yuta taun cahya. Dadi, penciptaan langit ing Purwaning Dumadi 1:7-8 bisa diinterpretasikake minangka referensi kanggo acara penting iki ing sejarah kosmik.

Tabel ing ngisor iki ngringkes penciptaan alam semesta kaya sing diterangake ing Kitab Suci lan sing diterangake dening astronomi. Perbandingan kasebut nuduhake manawa akun penciptaan ing Purwaning Dumadi selaras karo fakta astronomi nganti tingkat sing luar

biasa, sing negesake manawa Gusti Allah wis ngungkapake bebener kasebut liwat Kitab Suci suwe sadurunge ditemokake dening ilmu pengetahuan.

Purwaning Dumadi	Astronomi
Fluktuasi vakum (Purwaning Dumadi 1:2 – sadurunge Penciptaan)	Fluktuasi vakum (sadurunge Big Bang)
Cipta cahya (Purwaning Dumadi 1:3 - Dina Penciptaan 1)	Cipta cahya (jaman foto)
Cipta langit (Purwaning Dumadi 1:7-8 - Dina Penciptaan 2)	Cipta langit (jaman rekombinasi)

Tabel 1.1. Perbandingan Penciptaan ing Purwaning Dumadi lan Astronomi

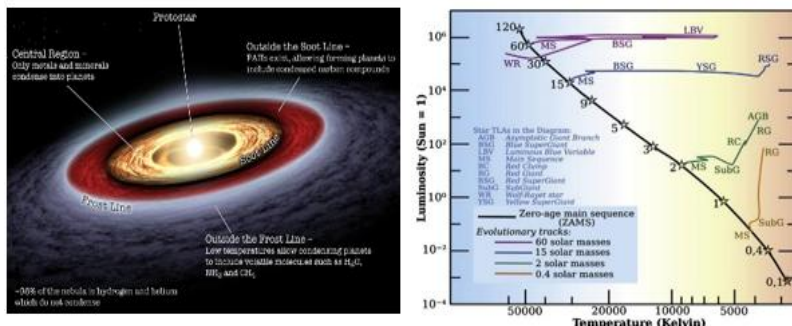
c. Endi sing digawe pisanan , bumi utawa srengenge ?

Acara utama ing dina katelu tumitah ing Purwaning Dumadi yaiku nyipta tanah garing lan segara. Iki bisa dimangerteni minangka periode nalika Bumi kawangun lan kabentuk. Proses ngumpulake banyu lan mbukak lemah garing nuduhake pangembangan lumahing bumi lan fitur geografis. Acara utama ing dina kaping papat ing Purwaning Dumadi yaiku nyipta Srengéngé. Mangkono, Bumi digawe sadurunge Srengéngé. Bakal menarik kanggo mriksa apa akun Biblical konsisten karo pengamatan astronomi. Ayo padha njelajah.

Lintang lan planit kawangun saka méga molekul. Awan molekul dumadi saka 98% gas (kira-kira 70% hidrogen lan 28 % helium) lan 2% bledug (karbon , nitrogen , oksigen , wesi, lsp). Akèh-akèhé lintang lan planit Jovian digawé saka gas, lan akèh-akèhé planit terrestrial digawé saka bledug . Protostar kawangun nalika mega molekul ambruk ing gravitasi dhewe. Sajrone proses iki, materi sing isih ana saka awan molekul mbentuk cakram puteran sing dikenal minangka cakram protoplanet, yaiku wilayah ing ngendi planet bakal mbentuk. Ambruk gravitasi miwiti pemanasan lan kompresi inti, sing ndadékaké lair protostar, nalika cakram spinning ing saubengé nyedhiyakake

lingkungan kanggo pembentukan lan evolusi badan planet.

Nalika protostar terus kontrak, dadi lintang pra-urutan utama lan ngetutake trek evolusi lintang sing dikenal minangka trek Hayashi (kanggo lintang-lintang cilik) lan trek Henyey (kanggo bintang massa dhuwur) ing diagram Hertzsprung-Russell (diagram HR). Ing p re-urutan utama lintang bisa diamati minangka lintang T Tauri yen massa sing luwih cilik saka 2 massa solar, lan minangka Herbig Ae / Be lintang yen massa sing luwih gedhe saka 2 massa solar. Ing p re-urutan utama star terus kontrak nganti suhu internal mundhak kanggo 10 kanggo 20 yuta derajat. Ing titik iki, p re-urutan utama lintang miwiti fusi nuklir hidrogen lan dadi lintang bener ing langit. Lintang ing tataran iki diarani lintang urutan utama.



Gambar 1.10. Protostar lan protoplanetary disk, lan HR diagram

Miturut teori evolusi lintang lan studi helioseismology, Srengenge tetep ana ing urutan p re-utama. umur st kanggo bab 40 kanggo 50 yuta taun, sawise kang dadi urutan utama lintang.

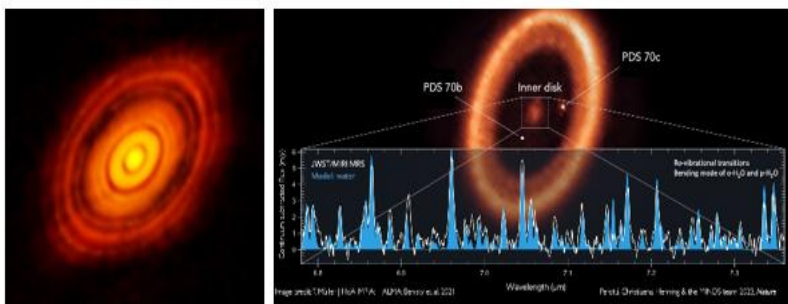
Nalika lintang kawangun ing tengah, planèt kawangun ing protoplanetary disk. Tabrakan partikel bledug lan gas mbentuk kerikil, kerikil tuwuh dadi watu, lan watu berkembang dadi planetesimal. Planetesimal minangka blok bangunan planet.

Mung bubar rincian proses pambentukan planet ing disk protoplanet wis aktif ditliti. Pasinaon prédhiksi manawa butuh sawetara yuta taun kanggo mbentuk planet seukuran Bumi saka kerikil ukuran 1 mm. Prediksi iki bisa diuji kanthi pengamatan nyata, kalebu gambar sub-

milimeter ALMA saka bintang T Tauri HL Tau lan PDS 70.

Massa HL Tau kira-kira rong massa surya, lan umure kira-kira siji yuta taun. Gambar kasebut nuduhake manawa sawetara planit wis kawangun lan ngubengi lintang urutan pra-utama tengah, kaya sing dituduhake dening celah ing piringan protoplanet. Massa PDS 70 kira-kira 0,76 massa surya, lan umure kira-kira 5,4 yuta taun. Loro exoplanet, PDS 70b lan PDS 70c wis langsung digambar dening ESO VLT. Ing taun 2023, pengamatan spektroskopi dening Teleskop Angkasa James Webb ndeteksi banyu ing wilayah pembentuk planet terrestrial saka disk protoplanet lan ngusulake yen loro utawa luwih planit terrestrial wis kawangun ing njero. Wigati dicathet menawa awan gas lan bledug sing katon ing HL Tau umume dibusak ing PDS 70, lan planet terrestrial sing ngandhut banyu wis dibentuk ing tengah.

Butuh 5,4 yuta taun kanggo mbentuk planèt terrestrial, nanging sanajan 10 yuta taun, bakal tetep kurang saka 40 yuta nganti 50 yuta taun kanggo Srengéngé dadi bintang urutan utama. Iki nuduhake yen Bumi digawe luwih awal tinimbang Srengenge, kaya sing kasebut ing Purwaning Dumadi, lan konsisten karo pengamatan astronomi.



Gambar 1.11. HL Tau lan PDS 70

Acara utama liyane sing ditindakake dening Gusti Allah ing dina katelu yaiku nyiptakake tanduran lan wit-witan. Ateis lan evolusionis kerep takon kepiye carane tanduran lan wit-witan iki bisa urip yen Srengenge digawe ing dina kaping papat. Pitakonan iki bisa ditanggulangi ing konteks teori evolusi lintang. Nalika Bumi kawangun,

Srengéngé isih ana ing tataran lintang T Tauri. Sanajan lintang T Tauri dudu lintang urutan utama, suhu permukaané antara 4.000 nganti 5.000 Kelvin. Radiasi awak ireng ing suhu kasebut munggah ing dawa gelombang sing katon. Salajengipun, ukuran Srengéngé minangka lintang T Tauri kaping pirang-pirang luwih gedhe tinimbang ukuran saiki. Mula, bisa nyedhiyakake energi sing cukup ing sawetara dawa gelombang sing katon kanggo ngaktifake fotosintesis ing tanduran lan wit.

d. Apa Bumi umure 6.000 taun ?

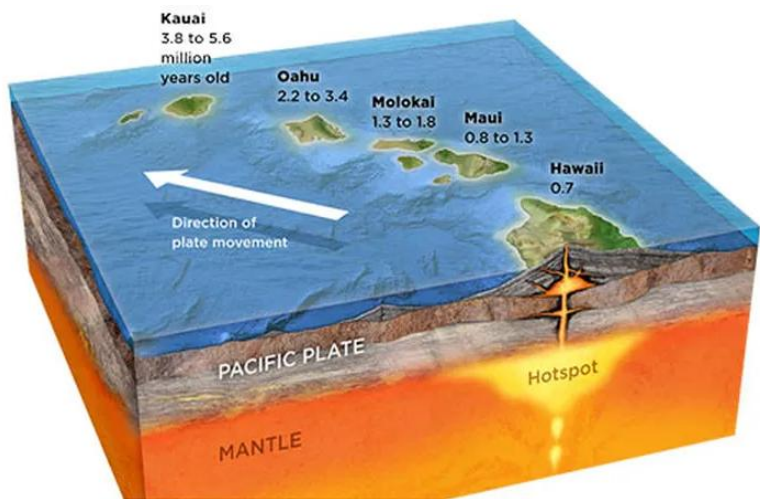
' Young Earth creationism ' yaiku kapercayan manawa Bumi lan jagad iki relatif enom, biasane umure udakara 6.000 nganti 10.000 taun, adhedhasar interpretasi harfiah saka crita penciptaan Kitab Suci ing Purwaning Dumadi . Kreasionis Bumi enom percaya yen Bumi digawe sajrone enem dina 24 jam lan nolak akeh konsensus ilmiah modern babagan umur Bumi lan alam semesta . Bukti ilmiah sing akeh saka macem-macem bidang, kalebu geologi, astronomi, lan fisika, nuduhake yen Bumi umure kira-kira 4. 6 milyar taun, lan alam semesta umure udakara 13,8 milyar taun . Senadyan bukti sing akeh iki , para pencipta Bumi sing enom ora setuju. Kahanan iki kaya debat antarane model geosentris lan heliosentris ing jaman Galileo Galilei.

Sadurunge njlentrehake diskusi utama, ayo dipikirake sawetara conto sing nggawe gampang dingerteni manawa Bumi lan jagad iki umure paling ora pirang-pirang yuta taun.

Kerak bumi kasusun saka lempeng tektonik sing obah alon, nyebabake lindhu. Ora ana sing bakal mbantah kasunyatan iki. Titik panas minangka titik ing ngendi magma mili metu saka jero mantel ing sangisore kerak, kanthi pusat tetep ing panggonan. Nalika magma mili metu menyang kerak lan adhem, dadi tanah. Kapuloan Hawaii minangka conto utama saka proses iki. Ing Pulo Besar Hawaii, Kilauea isih dadi gunung geni sing aktif, lan nalika magma sing njeblug dadi adhem ing banyu segara, tanah anyar dibentuk. Tanah sing mentas kawangun obah ing sisih lor-kulon kanthi kecepatan kira-kira 7-10 cm

saben taun amarga lempeng tektonik, lan proses iki wis nggawe macem-macem pulo Hawaii. Iki kedadeyan malah saiki, lan iku kasunyatan sing ora bisa dipungkiri.

Ngelingi kacepetan gerakan lempeng tektonik, umur Kapuloan Hawaii dikira-kira kaya ing ngisor iki: Pulo Gedhe umure 400.000 taun, Maui umure 1 yuta taun, Molokai umure 1,5-2 yuta taun, Oahu (papan Waikiki) umure 3-4 yuta taun, lan Kauai umure 5 yuta taun. Ing Pulo Besar, kita bisa ndeleng manawa akeh tanah isih ditutupi lemah vulkanik ireng, sing nuduhake cuaca sing paling sithik. Ing kontras, Kauai wis ngalami weathering wujud, saéngga vegetasi kanggo flourish, entuk iku julukan 'The Garden Isle.' Conto iki menahi bukti langsung yen Bumi umure paling sethithik sawetara yuta taun.



Gbr. 1. 1 2. Sajarah geologi Kapuloan Hawaii

Kanggo langsung ngerti manawa alam semesta umure paling sethithik sawetara yuta taun, siji mung kudu nampa yen cahya lumaku kanthi kecepatan 300.000 km per detik. Srengéngé adohé 150 yuta km saka Bumi. Dadi, suryo srengenge sing ditampa saiki digawe ing Srengenge 8,3 menit kepungkur. Srengenge kira-kira 400 kali luwih gedhe tinimbang Bulan, nanging amarga jarake luwih adoh, katon

ukurane meh padha karo Bulan ing langit. Ora ana sing bakal mbantah iki. Galaksi Andromeda ukurané padha karo Bima Sakti nanging adohé 2,5 yuta taun cahya, saéngga katon kira-kira kaping papat ukurané Bulan. Kasunyatan bilih kita bisa ndeleng Galaksi Andromeda tegese cahya sing kita deleng digawe ing Andromeda 2,5 yuta taun kepungkur lan saiki wis tekan kita. Yen sampeyan wis ndeleng Galaxy Andromeda, sampeyan ora bisa nolak kasunyatan iki. Iki minangka bukti langsung yen jagad iki umure paling sethithik sawetara yuta taun.

Senadyan kasunyatan kasebut, yen ana wong sing tetep ngeyel yen Bumi umure 6.000 taun, bisa uga dadi sandhungan tinimbang mbantu nyebarake Injil, sing bisa nyingkirake akeh wong. Mula, tinimbang nyengkuyung kreasionisme Bumi sing isih enom, luwih becik maca Purwaning Dumadi ing Kitab Suci lan nyoba golek solusi.

Kanggo manungsa, wektu tansah mili saka saiki menyang mangsa lan ora bakal mundur. Kita nemtokake dina minangka 24 jam, nanging yen kita digawe ing planet liya, sedina ora bakal dadi 24 jam. Contone, yen kita digawe ing Venus, sedina bakal dadi 243 dina Bumi, lan ing Jupiter, sedina bakal dadi 10 jam Bumi. Mulane, kajaba kita ngganti definisi lan persepsi wektu saka perspektif geosentris, bakal angel ngatasi masalah iki. Ayo padha ngrembug bab iki luwih karo kasunyatan iki ing atine.

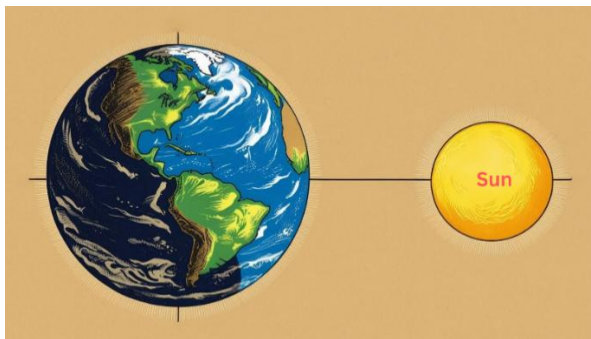
i. Dina ing Purwaning Dumadi

Pisanan, ayo ngira umur alam semesta adhedhasar cathetan ing Purwaning Dumadi. Miturut Purwaning Dumadi, Gusti Allah nitahake alam semesta lan kabeh isine sajrone nem dina. Wektu liwati saka Adam nganti Nuh bisa dikira nganggo cathetan silsilah ing Purwaning Dumadi 5:3–32. Banjir Nuh dumadi nalika Nuh umur 600 taun, lan gunggungé taun wiwit Adam nganti banjir 1.656 taun. Awaké dhéwé ora ngerti kapan banjiré Nuh kedadéan. Sawetara sarjana lan tradhisi Alkitab nyoba nemtokake tanggal banjir nggunakake silsilah ing Kitab Suci, kira-kira kedadéyan ing taun 2300-2400 SM. Mulane, umur alam semesta, miturut interpretasi iki, yaiku 7 dina + 1.656 taun + 4.400 taun = 6.056 taun. Iki minangka dhasar teoretis saka pratelan para kreasionis

Bumi enom sing umure Bumi 6.000 taun.

Kanggo ngatasi masalah umur dina, ayo goleki liyane ing Genesis. Sanadyan ora ana masalah karo cathetan sarasilah ing Purwaning Dumadi, ana sawetara perdebatan babagan taun banjir Nuh sing tepat. Nanging, apa banjir Nuh kedadean 4.400 taun kepungkur utawa 44.000 taun kepungkur, iki ora mengaruhi umur alam semesta kaya sing dingerteni ing konteks ilmiah 13,8 milyar taun. Dadi, ing ngendi kunci kanggo ngrampungake masalah umur dina? Mbokmenawa sampeyan wis ngeweruhi - kuncine ana ing interpretasi pitung dina pisanan penciptaan.

Alesané prasaja: dina ditetepake minangka periode rotasi planet sing kita urip. Kanggo nemtokake dina, Srengenge lan Bumi kudu ana sadurunge. Nanging, Purwaning Dumadi nyathet yen Bumi digawe ing dina katelu, lan Srengenge ing dina kaping papat, nanging Gusti Allah nggunakake istilah 'dina' lan 'wengi' malah sadurunge nggawe. Iki nuduhake manawa 'dina' ing Purwaning Dumadi dudu dina 24 jam kaya sing ditetepake, nanging 'dina' sing ditetepake dening Gusti Allah. Kesalahan para pencipta Bumi sing isih enom ana ing salah pangerten yen 'dina' sing kasebut ing Purwaning Dumadi nuduhake dina manungsa 24 jam harfiah, nyebabake salah interpretasi istilah 'dina' ing akun Purwaning Dumadi.



Gambar 1.13. Kanggo nemtokake dina, Bumi lan Srengenge kudu ana sadurunge.

Yen dina ing Purwaning Dumadi dudu wektu 24 jam kaya sing

ditetepake dening manungsa, sampeyan bisa uga mikir 'Sepira suwene dina ing Purwaning Dumadi ing babagan dina manungsa?'. Senajan kita ora ngerti jawaban sing tepat, kita bisa ngira-ngira wektu kira-kira kanthi mbandhingake kedadean penciptaan sing digambarake ing Purwaning Dumadi karo Big Bang.

Acara utama ing dina pisanan penciptaan yaiku penciptaan cahya. Jaman foton ing Big Bang cocog karo acara iki, kanthi wektu manungsa ing dina pisanan yaiku 380.000 taun. Acara utama ing dina kaping pindho penciptaan yaiku penciptaan langit. Jaman rekombinasi cocog karo acara iki, kanthi wektu manungsa ing dina kapindho yaiku 100.000 taun. Acara utama ing dina katelu yaiku nggawe Bumi. Kaya sing wis dideleng ing bagean sadurunge, butuh udakara 10 yuta taun kanggo mbentuk Bumi, mula dina katelu penciptaan bakal luwih saka 10 yuta taun. Semono uga acara utama ing dina kaping papat yaiku nyipta Srengenge. Amarga butuh kira-kira 40 nganti 50 yuta taun kanggo mbentuk Srengéngé, dina kaping papat saka tumitah bakal luwih saka 40 yuta taun. Tabel ing ngisor iki ngringkes asil ing ndhuwur.

Dina ing Cipta	Acara ing Purwaning Dumadi	Acara ing Astronomi	Manungsa wektu
Dina 1	Cipta cahya	Penciptaan cahya ing jaman foton	380.000 taun
Dina 2	Cipta langit	Penciptaan langit ing jaman rekombinasi	100.000 taun
Dina 3	Cipta Bumi	Ciptaan Bumi	> 10 yuta taun
Dina 4	Cipta Srengenge	Cipta Srengenge	> 40 yuta taun

Tabel 1.2. Dina Penciptaan ing Purwaning Dumadi Ditafsirake ing Wektu Manungsa

Ing kene, kita weruh sawetara fakta sing ora dikarepke babagan konsep wektu sing digunakake dening Gusti Allah. Dina ing akun penciptaan luwih suwe dibandhingake karo dina manungsa 24 jam. Salajengipun, wekdalipun Gusti Allah boten mesthi nanging beda-beda,

wiwit atusan ewu taun ngantos langkung saking 40 yuta taun. Kepiye carane kita bisa ngerti iki? Ing sawetara pangertèn, iki dudu asil sing nggumunake, nanging sing dikarepake.

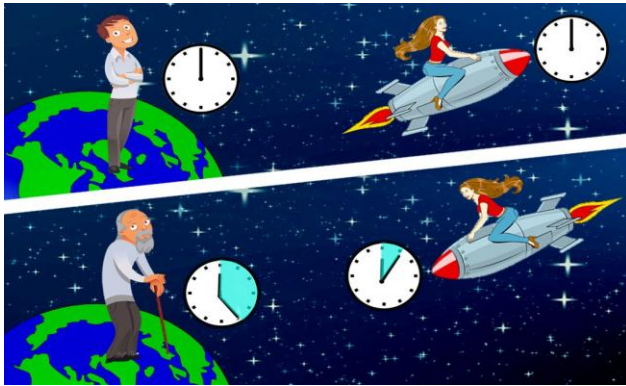
ii. Pangripta Wektu

dina ' sing digunakake ing Purwaning Dumadi yaiku yom (יום) ing basa Ibrani. Yom bisa diinterpretasikake kanthi pirang-pirang cara, kalebu sing nuduhake umur utawa wektu sing suwe. Interpretasi iki nuduhake yen saben 'dina' penciptaan nggambarake jaman sing dawa sajrone tumindak penciptaan tartamtu dumadi. Interpretasi liyane yaiku 'yom' tegese wektu sing ora ditemtokake. Pandangan iki negesake manawa dina-dinane Gusti Allah ora kaiket dening watesan wektu manungsa, ngakoni yen Gusti Allah, minangka sing nitahake wektu, tumindak ing njaba watesan temporal kita. Conto interpretasi iki bisa ditemokake ing Kitab Suci.

Ing 2 Petrus ing Prajanjian Anyar , ditulis :

" Nanging, para sadulur sing tak tresnani, aja lali babagan iki: Sadina karo Gusti Allah kaya sewu taun, lan sewu taun kaya sedina. " (2 Petrus 3: 8)

Wacana iki dimaksudaké kanggo nyengkuyung wong-wong sing nggenteni janjiné Gusti Allah supaya nglakoni kanthi sabar. Bisa uga nuduhake manawa perspektif Gusti Allah babagan wektu beda karo manungsa, tegese Gusti Allah bisa nggedhekake utawa nyuda wektu kaya sing dikarepake. Kita ngerti yen wektu dudu jumlah sing tetep. Miturut relativitas khusus, wektu obah luwih alon kanggo pengamat sing obah tinimbang pengamat sing ngaso ing pigura inersia sing padha ($t = t_0 / \sqrt{1 - (v/c)^2}$). Ing relativitas umum, wektu liwati luwih alon ing medan gravitasi kuwat ($t = t_0 \sqrt{1 - (2GM/rc^2)}$).



Gambar 1.14. Ilustrasi dilatasi wektu

Gusti Allah ora mung nggedhekake utawa kontrak nanging uga mungkasi wektu. Ing kitab Yosua ing Prajanjian Lawas, ditulis :

" Srengenge mandheg ing tengah langit lan telat mudhun watara sedina muput" (Yosua 10:13) .

Ajaib iki kedadeyan nalika perang Yosua karo wong Amori lan nuduhake manawa Gusti Allah duwe kekuwatan kanggo beku wektu. Salajengipun, Gusti Allah nindakake mukjijat sing luwih nggumunake, kaya sing kacathet ing 2 Raja-raja ing Prajanjian Lawas:

" Nabi Yesaya banjur nyebut marang Sang Yehuwah , lan Sang Yehuwah ndhatengake ayang-ayang kasebut mundur sepuluh undhak-undhakan ing undhak-undhakane Akhas." (2 Para Raja 20:11)

Ayat ing ndhuwur nggambarake wangsulane Gusti Allah marang pandonga Prabu Hizkia kanthi nangis supaya umure luwih dawa. Merga welas asih, Gusti Allah mirengké Hizkia lan maringi 15 taun tambahan. Kanggo negesake janjine, Gusti Allah nindakake pratandha sing nggumunake, nyebabake bayangan ing tangga Ahas (sundial) mundur sepuluh langkah. Ajaib iki nuduhake yen Gusti Allah nduweni kekuwatan kanggo mbalikke wektu, konsep sing ora bisa digayuh

pemahaman ilmiah kita saiki.



Gambar 1.15. Tangga Ahas (Sundial)

Kanggo manungsa, wektu mili searah saka saiki nganti tekan mangsa ngarep, nanging kanggo Gusti Allah, kaya sing dituduhake ing Kitab Suci, wektu minangka variabel sing bisa dikontrol. Gusti Allah bisa nyepetake, ngluwihi, beku, utawa malah mbalikke wektu, nuduhake kadhaulatan marang hukum alam lan nyorot kontras antarane watesan manungsa lan kekuwatane tanpa wates.

e . Alam Semesta sing dirungokake

Semesta sing disetel kanthi apik nyatakake kasunyatan manawa konstanta fisik dhasar sing nggawe lan ngoperasikake jagad iki kanthi tlti banget supaya urip ana ing jagad raya.

Yen kapadhetan alam semesta luwih gedhe tinimbang kapadhetan kritis, alam semesta bakal kenthel sakcepete sawise dibentuk. Kosok baline, yen luwih cilik tinimbang kapadhetan kritis, alam semesta bakal nggedhekake kanthi cepet, nyegah pembentukan lintang lan galaksi. Ing kasus apa wae, kita ora bakal ana ing jagad iki.

Ing bukune *The Emperor's New Mind* , Penrose nggunakake rumus Bekenstein-Hawking kanggo entropi bolongan ireng kanggo ngira-ngira kemungkinan Big Bang. Dheweke ngetung manawa jagad raya bakal ana kanthi cara sing bakal berkembang lan ndhukung urip kaya sing kita kenal yaiku 1 ing 10 kanggo kekuwatan 10^{123} . Iki nuduhake manawa jagad raya kita ora muncul saka kasempatan utawa proses sing acak, nanging liwat penyyetelan sing luar biasa dening Sang Pencipta!

Konstanta dhasar fisika kayata konstanta gravitasi , kecepatan vakum cahya, konstanta Planck , konstanta Boltzmann , konstanta listrik, muatan dhasar, lan konstanta struktur alus , lan liya-liyane kudu dilarasake supaya urip ana ing alam semesta. Yen konstanta iki malah rada beda, alam semesta ora bisa ndhukung urip .

Contone, yen konstanta gravitasi luwih cilik tinimbang saiki, gaya gravitasi bakal luwih ringkih. Daya tarik gravitasi sing suda iki bakal ndadekake materi ora bisa digabung dadi lintang, galaksi, lan planit , kalebu Bumi sing kita urip saiki. Yen konstanta Planck luwih gedhe tinimbang saiki, sawetara owah-owahan dhasar ing alam semesta fisik bakal kedadeyan. Kaping pisanan, intensitas radiasi srengéngé bakal suda, sing ndadékaké kurang energi sing tekan bumi saka Srengéngé. Pangurangan energi iki bakal nyebabake akeh proses alam, kalebu pola iklim lan cuaca. Kajaba iku, nilai konstan Planck sing luwih gedhe bakal nambah ukuran atom, amarga kuantisasi tingkat energi atom bakal owah. Tambah iki bakal ngurangi kekuatan ikatan atom lan molekul, nggawe reaksi kimia kurang stabil. Fotosintesis ing tetanduran, sing gumantung ing panyerepan energi cahya sing tepat kanggo ngowahi karbon dioksida lan banyu dadi glukosa, bakal dadi kurang efisien. Proses biokimia lan fisik sakabèhé sing gumantung saka imbalan mekanika kuantum saiki bakal diowahi, nyebabake lingkungan sing beda banget lan kurang stabil kanggo urip .

Antarane konstanta dhasar, konstanta struktur sing apik wis narik perhatian khusus kanggo para fisikawan . Konstanta struktur sing apik, dilambangake karo huruf Yunani α ngetung kekuwatan interaksi elektromagnetik antarane partikel muatan dhasar.

$$\alpha = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{\hbar c} \approx \frac{1}{137}$$

Iki minangka jumlah tanpa dimensi kanthi nilai kira-kira 1/137, tokoh sing narik kawigaten para fisikawan wiwit ditemokake. Nilai sing tepat iku penting kanggo stabilitas alam semesta lan eksistensi urip. Yen malah rada beda karo regane saiki, urip sing kita ngerti ora bakal ana.

Yen α luwih saka 1/137, interaksi elektromagnetik antarane partikel

bakal dadi kuwat. Iki bakal nyebabake èlèktron luwih kaiket ing nukleus, ngurangi ukuran atom lan nggampangake pambentukan unsur abot, dene unsur cahya kayata hidrogen bakal luwih gampang dibentuk. Amarga hidrogen minangka bahan mentah sing penting kanggo fusi nuklir, owah-owahan iki bakal langsung mengaruhi kaslametane urip kanthi mbatesi kasedhiyan hidrogen sing dibutuhake kanggo produksi energi ing Srengenge lan lintang. Kosok baline, yen α luwih cilik tinimbang $1/137$, interaksi elektromagnetik antarane partikel bakal dadi luwih lemah. Elektron bakal kurang kaiket ing inti, nyebabake atom lan molekul sing ora stabil. Ketidakstabilan kasebut bakal nyebabake atom lan molekul luwih gampang bosok, nyegah pembentukan molekul kompleks kaya DNA lan protein, sing penting kanggo urip. Dadi, owah-owahan sing signifikan ing konstanta struktur sing apik bakal duwe implikasi sing penting kanggo pambentukan materi lan potensial kanggo urip ing jagad raya.

Kita ora ngerti asal saka nilai angka $\alpha \approx 1/137$. Dirac considered asal saka α dadi 'masalah fisika sing paling dhasar sing ora bisa dipecahake'. Feynman diterangake α minangka 'Nomer Allah' utawa 'nomer gaib' sing mbentuk alam semesta, lan sing teka kanggo kita tanpa pangerten. Sampeyan bisa uga ujar 'tangan Gusti Allah' nulis nomer kasebut, lan 'kita ora ngerti kepiye dheweke nyurung potlot.'

Yen kita nulis ulang persamaan α , bisa makili sawetara rasio: kacepetan elektron kanggo kacepetan cahya (yaiku, cahya lelungan 137 kaping luwih cepet tinimbang elektron), tolak elektrostatik kanggo energi siji foton, lan radius elektron klasik kanggo suda dawa gelombang Compton elektron. Kajaba iku, rasio kekuwatan gaya elektromagnetik karo gaya gravitasi yaiku 10^{36} , lan rasio gaya elektromagnetik karo gaya kuat yaiku $1/137$. Dadi, nilai numerik saka konstanta tanpa dimensi α bisa dadi titik referensi kanggo papat gaya dhasar.

Kaya sing kasebut ing Bab 3, "Fisika Partikel lan Penciptaan," kabeh materi ing alam semesta (baryon) dumadi saka partikel dhasar sing diterangake dening Model Standar - quark, lepton, boson gauge, lan

boson Higgs - kanthi jumlah 17. Saben partikel nduweni massa, muatan, lan spin sing unik. Yen salah sawijining sifat dhasar kasebut rada beda, struktur atom, molekul, biologi, lan kosmik sing kita kenal ora bakal ana.

Contone, yen prabédan massa antarane quark munggah lan quark mudhun diganti, imbangan alus sing ndadekake proton stabil lan neutron mung rada abot bakal kaganggu. Ing kasus kaya mengkono, hidrogen ora bisa mbentuk utawa inti sing luwih abot ora bisa disintesis, saéngga atom ora bisa. Yen massa elektron beda banget, ukuran atom lan tingkat energi bakal owah, lan ikatan kimia sing stabil ora bakal kedadeyan maneh, nyegah pembentukan molekul kompleks. Yen sifat boson Higgs diganti, mekanisme sing menehi massa kanggo kabeh partikel dhasar bakal diowahi, mbentuk maneh struktur alam semesta.

Salajengipun, yen muatan listrik proton lan elektron ora persis padha lan ngelawan, atom netral ora bisa ana. Yen muatan quark beda-beda, sifat proton lan neutron bakal owah, ngrusak kemungkinan inti atom. Yen elektron ora duwe spin $1/2$, prinsip pengecualian Pauli ora bakal tetep, lan atom ora bisa njaga strukture. Mangkono uga, yen boson ora nduweni nilai spin integer, kerangka medan kuantum sing ngidini pasukan kayata elektromagnetisme, gaya kuwat, lan gaya lemah kanggo operate bakal rusak. Pungkasan, yen boson Higgs dudu partikel spin-0, mekanisme generasi massa dhewe bakal gagal, lan partikel ora bisa ana ing wangun saiki.

Semesta sing wis diatur kanthi apik nggambarake keseimbangan lan presisi sing nggumunake sing ndasari anane samubarang kabeh. Saka Kapadhetan kritis Semesta disetel kanthi akurasi sing ora bisa dibayangake, kanggo pitungan Penrose babagan kemungkinan cilik saka kahanan wiwitan kasebut, nganti nilai-nilai alus saka konstanta gravitasi, konstanta Planck, lan konstanta struktur sing apik, saben rinci nuduhake kosmos sing dikalibrasi kanthi apik kanggo urip. Malah

partikel dhasar dhewe - quark, lepton, boson, lan Higgs - nduweni massa, muatan, lan spin sing tepat kanggo ngidini atom, molekul, lintang, lan pungkasané makhluk urip ana. Kerukunan kasebut ora bisa dianggep minangka kebetulan buta.

Presisi sing luar biasa iki ora mung nggumunake nanging uga meksa kita takon pitakon sing luwih jero babagan asal-usul lan tujuane jagad raya. Interaksi hukum fisik sing mulus nduweni tandha desain sing disengaja, lan konsep penciptaan ilahi menèhi panjelasan sing jero lan menarik. Kaya dene orkestra sing bisa ngasilake simfoni sing apik mung nalika saben piranti disetel kanthi sampurna, semono uga jagad iki nyekseni babagan kawicaksanan lan kekuwatane Sang Pencipta, sing wis mrentah kabèh kanthi tujuan lan makna.

Yen wong-wong sing mung nemokake prinsip dhasar alam semesta - gravitasi, relativitas, prinsip ketidakpastian, prinsip pengecualian Pauli, lan mekanisme Higgs - diajeni minangka jenius lan dianugerahi Bebungah Nobel, luwih-luwih Gusti Allah, Sang Pencipta sing ora mung nyipta hukum lan prinsip kasebut, nanging uga nggawe kabèh alam semesta?

2. Karya Agung Gusti , Bumi

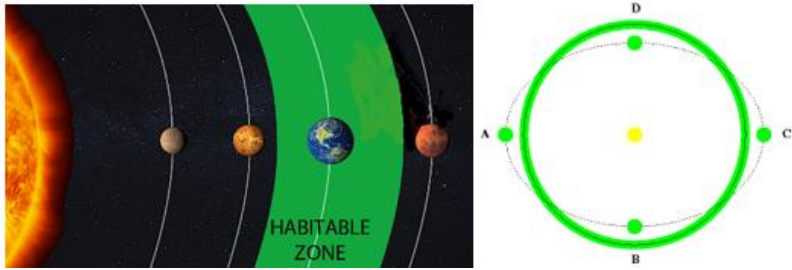
Bumi sing dienggoni nyedhiyakake sawetara kahanan sing cocog kanggo urip organisme urip. Kahanan kasebut pancen pas banget nganti asring dadi ekstensi saka alam semesta sing apik.

Ing konteks iki, kita bakal njelajah sepuluh kahanan khusus Bumi sing unik lan penting kanggo ndhukung urip kaya sing kita kenal. Kahanan kasebut nyorot keseimbangan lan presisi sing luar biasa sing dibutuhake kanggo njaga organisme urip, nggawe planet kita dadi oasis sing luar biasa ing jagad raya. Kanthi nliti atribut-atribut unik kasebut, kita bisa ngerteni luwih jero babagan interaksi rumit faktor-faktor sing ndadekake urip bisa berkembang ing Bumi.

a. Jarak D tengen saka Srengéngé

Anane banyu cair penting banget kanggo urip . Kanggo duwe banyu cair, planet kudu ngorbit ing wilayah tartamtu ing saubengé lintang tengah. Yen planet cedhak banget karo lintang, kabeh banyu bakal godhok, lan yen adoh banget, kabeh banyu bakal beku. Kisaran orbit ing ngendi banyu ora nggodhok utawa beku diarani 'zona sing bisa dienggoni'. Zona sing bisa dienggoni ing tata surya kita kira-kira antara 0,95 AU lan 1,15 AU (1 AU yaiku jarak saka Bumi menyang Srengéngé). Dadi, yen Bumi 5% luwih cedhak utawa 15% luwih adoh saka Srengenge, kita ora bakal ana ing kene.

Persentase zona sing bisa dienggoni sing manggoni bidang ekliptika nganti Neptunus (30 AU) mung 0,05%. Eksentrisitas orbit bumi minangka faktor penting liyane sing mengaruhi jangkauan zona sing bisa dienggoni. Contone, yen eksentrisitas luwih gedhe tinimbang 0,5, kabeh banyu bakal godhok kaping pindhho saben taun ing cedhak perihelion lan beku kaping pindhho saben taun ing cedhak aphelion. Untunge, eksentrisitas bumi mung 0,017, nyebabake orbit meh bunder.



Gambar 2.1. Zona layak huni (ijo) ing tata surya

b. Tengen Aksial Titik

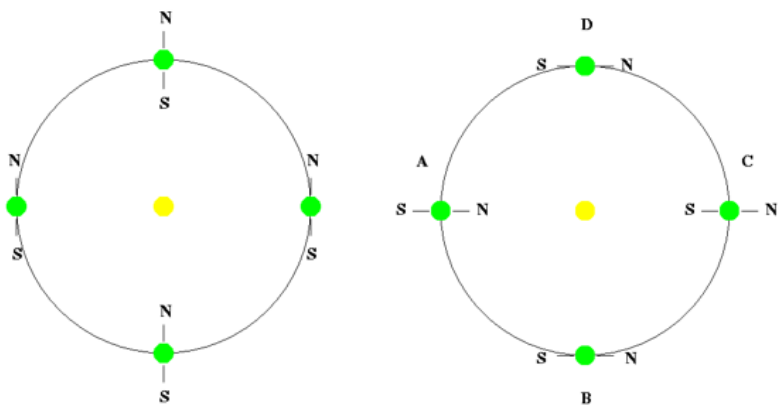
Sumbu rotasi bumi miring watara 23,5 derajat . Amarga iki, kita bisa duwe patang mangsa lan cuaca entheng. Apa bakal kelakon yen sumbu rotasi ora miring (0 deg , cf. ngiringake aksial ing Mercury = 0,0 derajat) utawa rampung miring (90 deg , cf. ngiringake aksial ing Uranus = 82,2 derajat)?

Yen sumbu rotasi bumi ora diiringake, sawetara owah-owahan sing signifikan bakal kedadeyan ing babagan iklim, musim, lan papan panggonan . Katulistiwa bakal nampa sinar srengenge langsung lan terus-terusan saben taun, sing nyebabake suhu panas terus-terusan. Kosok baline, kutub-kutub kasebut mesthi nampa sinar srengenge sing paling sithik, nyebabake kadhemen sing terus-terusan. Kontras suhu sing drastis iki bakal mengaruhi iklim global lan pola cuaca.

Ora ana musim bakal duwe pengaruh gedhe ing ekosistem lan tetanèn. Wilayah sing cedhak karo khatulistiwa bisa dadi panas banget kanggo akeh tetanduran lan organisme sing bisa berkembang, dene wilayah kutub bakal tetep adhem banget. Lintang tengah bakal dadi zona sing bisa dienggoni utama, nanging uga wilayah kasebut ora duwe variasi musiman sing akeh tanduran lan kewan sing diandalake kanggo siklus urip lan reproduksi.

Masyarakat manungsa bakal ngadhepi tantangan serius, kalebu nyuda produktivitas tetanèn lan tambah tekanan ing tanah sing bisa dienggoni. Kurangé isyarat musiman uga bisa ngganggu aktivitas budaya lan ekonomi sing gumantung saka owah-owahan mangsa.

Sakabèhé, Bumi sing ora miring bakal nyebabake lingkungan sing kurang dinamis lan kurang ramah kanggo urip.



Gambar 2.2. Miring axial bumi. Ora miring (kiwa) lan miring 90 derajat (tengen)

Yen sumbu rotasi bumi diiringake kanthi lengkap nganti 90 derajat, bakal duwe efek sing dramatis lan dramatis ing iklim lan lingkungan planet. Ing skenario iki, siji belahan bumi bakal ngalami awan terus-terusan sajrone setengah taun, dene sing liyane bakal peteng, banjur kahanan kasebut bakal mundur ing setengah taun liyane.

Saben belahan bumi bakal ngalami variasi musiman sing ekstrem. Ing mangsa panas, siji belahan bumi bakal nampa sinar srengenge sing terus-terusan, sing nyebabake panas banget lan kahanan kaya ara-ara samun. Kosok baline, nalika musim dingin, belahan bumi sing padha bakal ngalami pepeteng terus lan suhu beku.

Owah-owahan drastis ing cahya lan suhu bakal ngganggu ekosistem. Akeh tetanduran lan kéwan sing diadaptasi kanggo siklus mangsan saiki, lan owah-owahan nemen kuwi bakal ngancam kaslametané.

Tetanèn, sing gumantung ing mangsa sing bisa diramal, bakal kena pengaruh banget. Wilayah sing saiki cocog kanggo tani bisa dadi ora bisa dienggoni, sing nyebabake kekurangan pangan lan mbutuhake adaptasi utama ing praktik pertanian.

Sakabèhé, sumbu sing miring bakal nggawe Bumi dadi kurang ramah kanggo urip, nggawe kahanan lingkungan sing ekstrim lan ora stabil.

c . Rotasi Kanan lan Periode orbital

Periode rotasi bumi yaiku 24 jam kanthi kira-kira 12 jam awan lan 12 jam wengi. Biorhythm kita dibentuk dening periode rotasi Bumi. Periode rotasi 24 jam nyedhiyakake blok wektu paling optimal kanggo 8 jam kerja, 8 jam turu, lan 8 jam wektu luang. Nanging, ora kabeh planet ing tata surya nduweni periode rotasi sing paling optimal. Contone, periode rotasi Jupiter kira-kira 10 jam dene Venus 243 dina.

Yen wektu rotasi bumi disingkat dadi 10 jam, iki bakal mengaruhi lingkungan lan urip planet. Rotasi sing luwih cepet bakal nyebabake dina lan bengi sing luwih cendhek, nyebabake gantian cepet antarane awan lan peteng. Iki bisa ngganggu irama sirkadian saka akeh organisme, mengaruhi pola turu, prilaku panganan, lan siklus reproduksi.

Kacepetan rotasi sing tambah uga bakal nyebabake efek Coriolis sing luwih kuat, pola cuaca sing saya tambah lan bisa nyebabake badai lan angin topan sing luwih abot. Rotasi sing luwih cepet uga bisa nyebabake aktivitas tektonik bumi. Gaya sentrifugal sing saya tambah bisa nyebabake lindhu lan njeblug vulkanik sing luwih kerep lan kuat.

Ing sisih liya, Yen wektu rotasi Bumi ana 24 3 dina kaya ing Venus , akibat kanggo planet lan pedununge bakal drastis. Rotasi sing alon kuwi tegese dina lan bengi sing dawa banget, saben kira-kira 120 dina.

Sisih sing madhep Srengéngé bakal ngalami panas sing luwih dawa, sing ndadékaké suhu panas, déné sisih sing madhep bakal ngalami peteng ndhedhet lan adhem banget, bisa uga beku. Suhu sing ekstrem iki bakal dadi tantangan kanggo akeh jinis urip kanggo urip. Periode pemanasan lan pendinginan sing suwe bakal ngganggu sirkulasi atmosfer, bisa uga nyebabake pola cuaca sing ekstrem. Badai, badai gedhe, lan kahanan garing lan kurang banyu utawa banjir bisa dadi umum.

Wektu awan lan peteng sing dawa banget bakal ngganggu siklus urip tanduran lan kewan, nyebabake fotosintesis, reproduksi, lan pola pakan.

Aktivitas manungsa, tetanèn, lan prasarana mbutuhake adaptasi sing signifikan kanggo ngatasi kahanan sing atos lan beda-beda, sing ndadekake tantangan gedhe kanggo urip lan urip saben dina.

Periode orbit Bumi uga penting kanggo urip manungsa. Periode orbit Bumi yaiku 365 dina kanthi saben 3 wulan kanggo musim semi, musim panas, musim gugur, lan musim dingin. Dawane saben mangsa diimbangi kanthi apik, supaya ora ana musim sing cendhak utawa dawa banget. Keseimbangan iki penting kanggo siklus tetanèn, wutah tanduran, wektu migrasi kewan, lan proses ekologis liyane.

Apa sing kedadeyan yen Bumi duwe periode orbit sing cendhak kaya 88 dina, padha karo Merkurius? Ing skenario iki, saben musim bakal mung udakara 3 minggu. Umume tanduran ing Bumi mbutuhake 6 nganti 9 sasi wiwit nyebar ing musim semi nganti panen ing musim gugur. Nanging, kanthi musim ganti saben 3 minggu, panen ora bakal duwe wektu cukup kanggo diwasa, nyebabake kekurangan pangan sing serius lan langsung nyebabake kaslametane manungsa.

Kosok baline, apa sing kedadeyan yen Bumi duwe periode orbit sing dawa kaya 164 taun, padha karo Neptunus? Saben mangsa bakal udakara 40 taun. Musim panas sing dawa bakal nyebabake gelombang panas sing luwih dawa lan potensial desertifikasi, dene musim dingin sing dawa bakal nyebabake kadhemen lan es sing suwe, nyebabake tetanèn lan ekosistem. Nalika manungsa bisa adaptasi kanggo ngindhari kekurangan pangan, kewan liar bakal berjuang golek panganan sajrone mangsa 40 taun. Kahanan sing saya suwe saya suwe ora bisa urip satwa liar, sing nyebabake kepunahan.

d . Ukuran S Kanan

Sampeyan bisa uga ora mikir babagan iki, nanging ukuran Bumi penting banget kanggo kaslametane manungsa. Ukuran planet mengaruhi daya tarik gravitasi, sing banjur mengaruhi kabeh saka retensi atmosfer sing bisa urip nganti kemampuan kanggo ndhukung banyu sing stabil lan njaga medan magnet protèktif.

Yen Bumi setengah ukuran saiki, gravitasi bakal suda nganti setengah

saka gravitasi saiki. Gravitasi sing suda bakal nduwe pengaruh sing signifikan lan duweni potensi ngrusak kemampuan planet kanggo ndhukung urip. Gravitasi sing suda bisa uga ora cukup kuwat kanggo nahan atmosfer sing padhet. Atmosfer sing luwih tipis iki bakal menehi kurang proteksi saka radiasi srengenge lan meteoroid sing mbabayani lan bisa uga ora ndhukung pola cuaca sing stabil sing dibutuhake kanggo urip.

Gravitasi sing suda uga bakal mengaruhi retensi banyu cair, sing nyebabake tingkat penguapan lan bisa uga ilang banyu permukaan. Iki bakal dadi angel kanggo njaga segara, kali, lan tlaga, sing penting kanggo ndhukung ekosistem lan peradaban manungsa sing beda-beda.

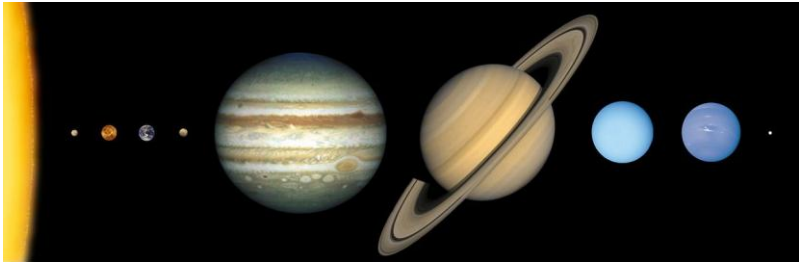
Kajaba iku, Bumi sing luwih cilik bakal duwe medan magnet sing sithik, menehi proteksi sing kurang saka angin surya. Iki bisa ngilangi atmosfer lan luwih mbukak permukaan menyang radiasi kosmik lan srengenge sing mbabayani, nggawe planet iki kurang ramah kanggo manungsa lan wujud urip liyane.

Yen Bumi kaping pindho ukuran saiki, efek ing gravitasi lan kecepatan uwal bakal signifikan lan duwe implikasi penting kanggo urip ing planet. Gravitasi bakal mundhak, nggawe kabeh ing Bumi krasa luwih abot, lan kecepatan uwal uga bakal tikel kaping pindho. Gravitasi sing luwih dhuwur iki bakal nggawe gerakan luwih abot kanggo manungsa lan organisme liyane, sing bisa nyebabake stres lan adaptasi fisik sing luwih gedhe saka wektu.

Kombinasi tambah gravitasi lan kecepatan uwal uga bakal nyebabake atmosfer. Daya tarik gravitasi sing luwih kuat bakal nahan gas luwih akeh, kalebu gas beracun kaya metana lan amonia, padha karo atmosfer Saturnus lan Jupiter. Gas-gas kasebut bisa nglumpukake nganti tingkat sing mbabayani, nggawe lingkungan beracun sing ora cocog kanggo umume makhluk urip.

Kajaba iku, gravitasi sing tambah bisa nyebabake proses geologi, sing nyebabake aktivitas vulkanik sing luwih kuat lan gunung sing luwih dhuwur. Sakabèhé, Bumi sing luwih gedhe kanthi gravitasi lan kecepatan uwal sing luwih gedhe bakal menehi tantangan sing

signifikan kanggo kaslametane urip, sing bisa nyebabake lingkungan sing luwih musuhan lan ora stabil.



Gambar 2.3. Perbandingan ukuran planet ing tata surya

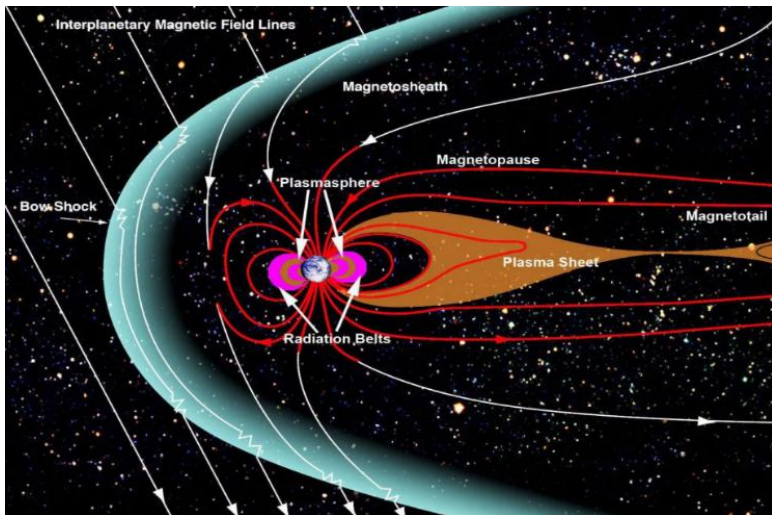
e. Eksistensi Magnetosfer

Bumi diubengi dening sistem medan magnet sing dikenal minangka magnetosfer, sing ngindhungi planet saka radiasi surya lan kosmik sing mbebayani. Perisai pelindung iki penting kanggo njaga urip ing Bumi. Kanggo duwe magnetosfer, rong faktor penting: kacepetan rotasi sing tepat lan anané inti njaba cairan metalik. Untunge, Bumi duwe loro. Rotasi planet nyebabake gerakan cairan (konveksi) ing inti njaba cairan, ngasilake medan magnet sing kuat sing mbentuk magnetosfer.

Apa sing bakal kelakon yen kita ora duwe magnetosfer? Yen Bumi ora duwe magnetosfer, akibate kanggo organisme urip lan atmosfer bakal abot. Tanpa tameng protèktif iki, radiasi surya lan kosmik sing mbebayani bakal nyerang planet iki, kanthi signifikan nambah risiko kanker lan mutasi genetik ing organisme urip. Kajaba iku, magnetosfer mbantu nyegah mundhut atmosfer kanthi nyingkirake partikel sing diisi saka angin surya. Tanpa iku, partikel-partikel iki bakal ngilangi atmosfer liwat wektu kanthi proses sputtering, ngurangi gas-gas penting kaya oksigen lan nitrogen. Erosi atmosfer iki bakal nyebabake atmosfer sing luwih tipis, tekanan permukaan sing suda, lan variasi suhu sing ekstrem, sing ndadekake Bumi kurang ramah kanggo urip.

Kekuwatan medan magnet ing Mars kira-kira 0,01% saka bumi. Amarga medan magnet sing ringkih, magnetosfer global ora bisa kawangun ing Mars lan minangka asil umume udhara dibusak kanthi

proses sputtering.



Gambar 2.4. Magnetosfer bumi nyimpangake sinar kosmik sing mbebayani

Garis medan magnetosfer konvergen ing kutub cedhak Arktik lan Antartika, nyebabake kekuwatan medan magnet sing lemah. Iki bisa nyebabake tambah akeh paparan sinar matahari ing wilayah kasebut. Partikel-partikel sing diisi energi dhuwur ngionisasi lan ngrangsang atom ing atmosfer ndhuwur lan ngasilake warna-warni aurora borealis (cahya lor) lan aurora australis (cahya kidul).

f. Anane Rembulan sing Gedhe Banget

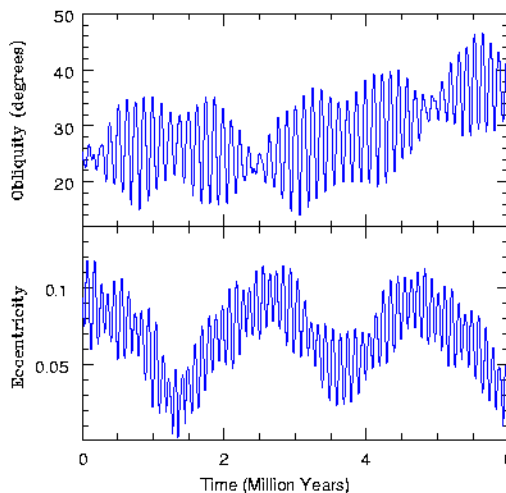
Bumi duwe Bulan sing gedhe banget dibandingake karo planet liyane. Antarane planit terestrial, mung Bumi lan Mars sing nduweni rembulan. Mars duwé rong rembulan cilik, Phobos lan Deimos, dijenengi saka karakter kembar saka mitologi Yunani, kanthi dhiameter 22,2 km lan 12,6 km. Ing kontras banget, Bulan Bumi duwe dhiameter 3.475 km, dadi luwih gedhe tinimbang rembulan ing Mars.

Anane Wulan gedhe nduweni rong peran penting kanggo nyengkuyung kaslametane manungsa: i) nyetabilake sumbu rotasi

Bumi lan ii) njaga ekosistem segara.

Tanpa Bulan, gaya gravitasi paling gedhe sing tumindak ing Bumi bakal saka Srengenge lan Jupiter. Nalika Bumi ngubengi Srengéngé, gaya gravitasi sing béda-béda saka Srengéngé lan Yupiter bakal ngrusak sumbu rotasi Bumi. Yen sumbu rotasi bumi goyang banget , kita bakal ngalami owah-owahan iklim sing serius, kaya sing wis dibahas ing bagean sadurunge.

Nyatane, sajrone 6 yuta taun kepungkur, Mars ngalami owah-owahan gedhe ing sumbu rotasi lan eksentrisitas kira-kira saben 150.000 taun amarga ora ana rembulan gedhe sing stabil . Sajrone periode iki, sumbu rotasi wis mawarni-warni antarane 15 lan 45 derajat, nalika eccentricity wis diganti antarane 0 lan 0,11.



Gambar 2.5. Sumbu rotasi lan owah-owahan eksentrisitas ing Mars

Pasang surut samudra utamane disebabake dening gaya gravitasi Bulan. Ombak nyedhiyakake oksigen menyang plankton sing ngambang lan disebarake ing wilayah sing wiyar, sing dikonsumsi dening iwak cilik. Ombak uga nyampur banyu tawar sing sugih nutrisi karo banyu asin, ngirim nutrisi kasebut menyang plankton lan iwak cilik. Tanpa pasang surut, banyu tawar sing sugih nutrisi ora bakal dicampur karo banyu

asin, sing nyebabake mekar alga sing ora bisa dikendhaleni. Yen ganggang kasebut ngemot racun, kembang kasebut bakal ngasilake pasang abang utawa mekar alga sing mbebayani (HAB), sing bisa mateni iwak, manuk laut, mamalia, lan uga manungsa. Sanajan ganggang kasebut ora beracun, dheweke ngonsumsi kabeh oksigen ing banyu nalika bosok, nyumbat insang iwak lan urip segara liyane. Yen ora ana Bulan, ekosistem segara mesthi wis rusak. Kajaba iku, kita ora bakal duwe panganan laut, kalebu lobster, urang, lan sushi.

Nanging, sanajan Bumi duwe Bulan sing luwih cilik utawa luwih gedhe tinimbang ukuran saiki, utawa yen lokasine luwih adoh utawa luwih cedhak tinimbang posisi saiki, kita bisa uga ngadhepi masalah sing padha.

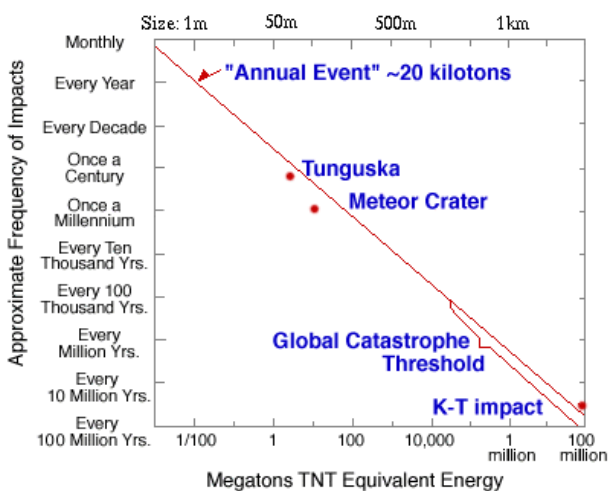


Gambar 2.6. R ed pasang

g. Anane Jupiter , Penjaga Bumi

Jupiter minangka planet paling gedhe ing tata surya, 11,2 kaping luwih gedhe lan 318 kaping luwih abot tinimbang Bumi . Anane Jupiter penting kanggo kaslametan kita. Bumi terus-terusan dibombardir dening meteorit (biasane asteroid lan pecahan komet). Frekuensi meteorit tiba ukuran siji meter saben jam, ukuran sawetara meter sapisan dina, sawetara meter nganti 10 meter ukuran setaun, sawetara ukuran sepuluh meter saben dasawarsa, lan sawetara sepuluh meter. ukuran meter nganti ukuran 100 meter saben abad.

Nalika meteorit kurang saka 10 meter lumebu ing atmosfer, umume padha kobong amarga gesekan lan kompresi atmosfer. Nanging, yen luwih gedhe tinimbang 10 meter, kedadeyan bencana bisa kedadeyan. Ing taun 1908, meteorit ukuran 55 mèter mbledhos ing dhuwur 5 nganti 10 km ing tlatah Tunguska lan numpes watara 80 yuta wit ing dhaérah 2.150 km^2 . Acara Tunguska iki minangka acara impact paling gedhe ing Bumi ing sajarah sing direkam.



Gambar 2.7. Ukuran lan frekuensi meteorit tiba ing Bumi



Gambar 2.8. Wit-witan tumbang amarga meteorit sing tiba ing Tunguska

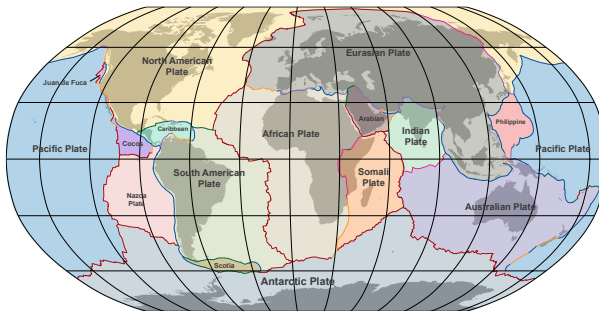
Jupiter iku penting amarga tumindak minangka pembersih vakum kosmik, njupuk meteorit lan komet sing bisa nyebabake Bumi lan nyebabake kedadeyan bencana kaya acara Tunguska. Simulasi nuduhake yen Jupiter kira-kira 5.000 kaping luwih efektif kanggo nangkep komet tinimbang Bumi. Demonstrasi penting iki dumadi ing taun 1994 nalika Jupiter nangkep komet pecahan Shoemaker-Levy 9, sing ukurane kira-kira 1,8 km. Yen komet iki wis nabrak Bumi, bisa uga ngirim bledug lan lebu menyang atmosfer, ngalangi sinar srengenge. Penyumbatan iki bisa tahan suwe kanggo mateni kabeh urip tanduran, sing nyebabake kepunahan manungsa lan kewan sing gumantung marang tanduran kanggo urip.



Gambar 2.9. Fragmented Shoemaker-Levy 9 lan impact ing Jupiter

h. Eksistensi Plate T ektonik

Lempeng tektonik minangka téyori sing njlèntrèhaké gerakan litosfer bumi kanthi skala gedhé, sing pecah dadi pirang-pirang lempeng tektonik kanthi gerakan konvektif mantel . Teori iki nerangake akeh fenomena geologi, kalebu obahe bawana, pembentukan gunung, lindhu, lan aktivitas vulkanik.



Gambar 2.10. Panyebaran kasebut nyebabake karat bumi

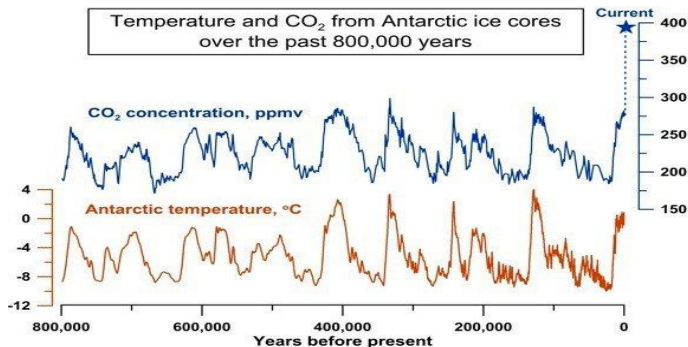
Lempeng tektonik nduweni peran wigati ing macem-macam aspèk sistem bumi sing langsung lan ora langsung mengaruhi kaslametané manungsa. Salah sawijining aspek tektonik lempeng sing paling penting yaiku pangaturan otomatis iklim bumi liwat siklus karbon.

Iklim bumi ditemtokake utamane dening radiasi srengenge sing mlebu, albedo permukaan bumi, lan komposisi atmosfer. Antarane wong-wong mau, radiasi solar sing mlebu meh tetep kanggo wektu sing suwe. Albedo minangka rasio saka radiasi sing mlebu menyang radiasi sing dibayangke. Fraksi sing signifikan saka radiasi sing dibayangke saka lumahing bumi bakal diserap dening molekul karbon dioksida (CO_2) ing atmosfer. Radiasi sing diserap dadi panas molekul CO_2 lan dipancarake maneh ing kabeh arah, kanthi kira-kira setengahé bali menyang Bumi minangka panas. Energi panas sing kepepet iki nambah suhu permukaan global rata-rata, sing dikenal minangka efek omah kaca.

Siklus karbon yaiku proses ijol-ijolan karbon ing atmosfer, segara, lemah, mineral, watu, tetanduran, lan kéwan, sing penting kanggo ngatur iklim bumi. Karbon lumebu ing atmosfer minangka CO_2 saka respirasi, pembakaran, lan njeblug vulkanik. Tanduran nyerep CO_2 sajrone fotosintesis, ngowahi dadi bahan organik, sing dikonsumsi dening kewan lan dibebasake maneh menyang atmosfer liwat respirasi lan dekomposisi. Ing segara, CO_2 dibubarake lan dimanfaatake dening organisme laut kanggo mbentuk cangkang kalsium karbonat (CaCO_3). Nalika organisme kasebut mati, cangkange nglumpukake ing dhasar

samodra, mbentuk watu sedimen.

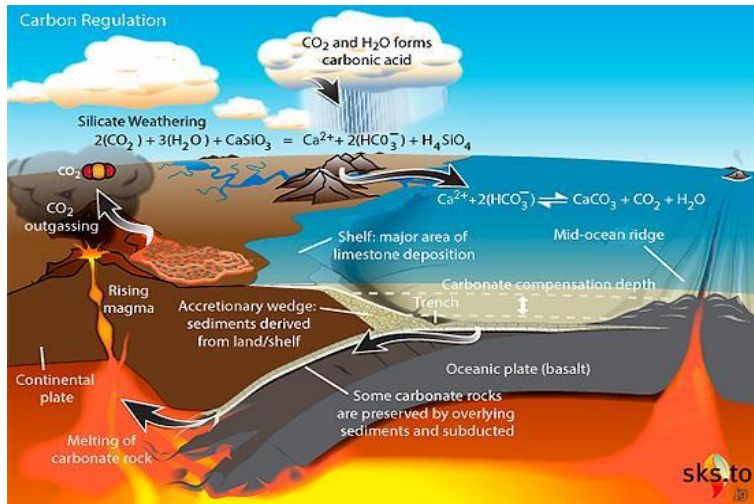
Pelapukan watu ing dharatan uga nyerep CO_2 , mbentuk karbonat sing dikumbah menyang segara. Proses pelapukan iki gumantung ing suhu. Yen ana kakehan CO_2 ing atmosfer lan nambah suhu dening efek omah kaca, banjur proses weathering mundhak lan nyerep CO_2 liyane. Yen CO_2 ing atmosfer dibusak, suhu bumi bakal mudhun. Yen suhu bumi mudhun, proses pelapukan mudhun lan CO_2 kurang wis dibusak saka atmosfer. Yen kedadayan kasebut, mula akumulasi CO_2 ngasilake efek omah kaca lan nambah suhu. Proses iki diarani 'siklus pelapukan batuan karbon dioksida'. Sajrone skala wektu geologi, aktivitas tektonik bisa nyurung watu-watu kaya karbon kasebut menyang mantel bumi liwat subduksi. Karbon kasebut banjur dibebasake maneh menyang atmosfer liwat letusan gunung berapi, ngrampungake siklus kasebut. Siklus pelapukan batuan karbon dioksida sing gumantung suhu ngatur kanthi otomatis suhu bumi sajrone skala wektu geologi. Tokoh ing ngisor iki nuduhake cara siklus iki ditindakake sajrone 800.000 taun kepungkur : nalika jumlah karbon dioksida mundhak, suhu bumi mundhak, lan nalika karbon dioksida mudhun, suhu bumi mudhun.



Gambar 2.1 1 . Korelasi antarane CO_2 lan suhu

Nanging, siklus pelapukan watu karbon dioksida ora bisa ditindakake yen ora ana lempeng tektonik. Ing kasus kaya mengkono, akumulasi CO_2 ora bakal didaur ulang lan mulane, efek omah kaca suda. Yen ora ana

efek omah kaca, mula suhu bumi bakal mudhun kanthi cepet, lan kabeh banyu bakal beku . Yen kabeh banyu beku, energi surya sing mlebu bakal dibayangke amarga albedo gedhe lan pungkasané Bumi bakal mlebu jaman es sing ora bisa dibatalake .



Gambar 2.1 2 . Karbon dioksida didaur ulang kanthi tektonik lempeng

Panaliten anyar babagan tektonik lempeng nuduhake yen yen Bumi 20% luwih gedhe utawa luwih cilik tinimbang saiki, yen kerak bumi ngemot logam sing rada akeh kayata wesi lan nikel, utawa yen kerak luwih kandel, tektonik lempeng ora bakal bisa digunakake kaya saiki.

Sakabèhé, tektonik lempeng minangka proses dhasar sing ndhukung urip kanthi njaga stabilitas geologi lan lingkungan bumi.

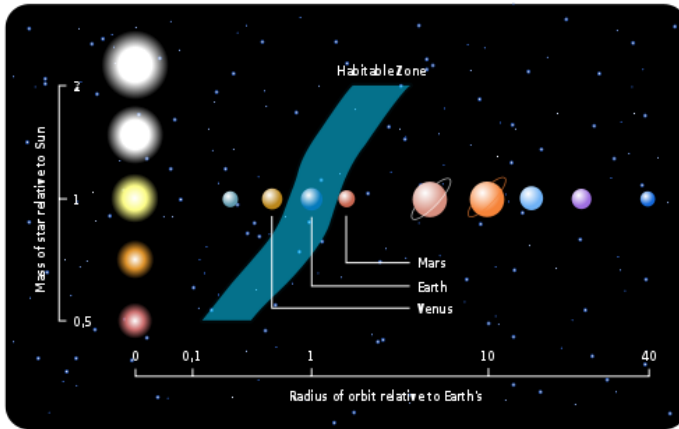
i. Ukuran Srengéngé Tepat

Ukuran zona sing bisa dienggoni (HZ) saka sawijining planet beda-beda gumantung saka ukuran lan jinis planet kasebut lintang tengah .

Kanggo lintang cilik, kayata kerdil abang, HZ cedhak karo lintang amarga lintang kasebut ngetokake kurang cahya lan panas. Iki ndadekake jangkauan HZ luwih sempit tinimbang ing saubengé Srengéngé. Amarga jarak sing cedhak, sawijining planet ing zona

kurcaci abang bisa dikunci kanthi pasang surut, kaya Bulan karo Bumi. Yen kedadeyan kasebut, planet kasebut ora bakal bisa ngasilake medan magnet lan mbentuk magnetosfer amarga rotasi sing alon. Tanpa magnetosfer, radiasi mbebayani saka lintang bisa bebas tekan lumahing planet, ngrusak sel lan DNA. Kajaba iku, ing sisih awan bakal ngalami awan lan panas banget, dene sisih wengi bakal tetep peteng lan adhem banget.

Kanggo lintang gedhe, kayata raksasa biru utawa abang, HZ luwih adoh saka lintang kasebut. Nanging, planet ing zona kasebut ngadhepi tantangan sing signifikan. Lintang-lintang raksasa évolusi kanthi cepet amarga massané sing dhuwur, kanthi cepet ngobong hidrogené, ngembang dadi super raksasa abang, lan ngalami pirang-pirang tahapan fusi nganti mbentuk inti wesi. Inti iki pungkasané ambruk, nyebabake bledosan supernova lan ninggalake bintang neutron utawa bolongan ireng. Umur khas lintang-lintang raksasa mung sawetara yuta taun, tegese sadurunge lintang kasebut njeblug dadi supernova, sapa wae sing manggon ing sawijining planet ing HZ kudu golek planet liyane sing cocog kanggo migrasi supaya bisa urip. Kajaba iku, lintang-lintang raksasa mancarake radiasi ultraviolet lan sinar-X tingkat dhuwur, sing bisa mbebayani kanggo DNA lan sel, nggawe lingkungan permukaan planet ing HZ kurang ramah kanggo urip. Salajengipun, lintang-lintang raseksa saged ngetokaken variasi ingkang signifikan ing output energi, ingkang ndadosaken iklim ingkang boten stabil ing planet ingkang ngorbit. Ketidakstabilan iki bisa nyebabake fluktuasi suhu sing ekstrim, dadi angel kanggo urip.

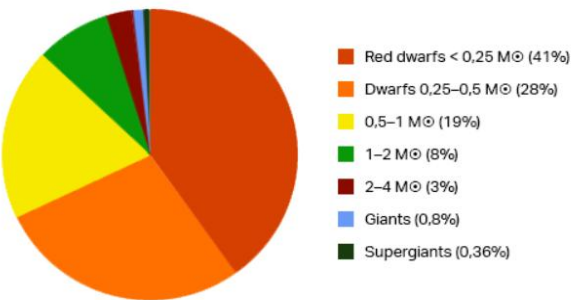


Gambar 2.13. Owah-owahan ing zona sing bisa dienggoni kanthi ukuran lintang

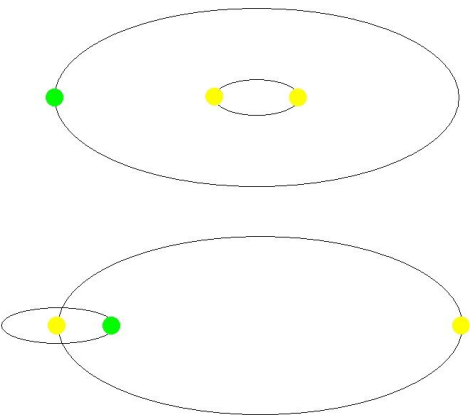
Zona sing bisa dipanggoni (HZ) ing saubengé lintang kaya Srengéngé menehi akèh kaluwihan. Lintang-lintang iki nduweni output energi sing relatif stabil sajrone wektu sing suwe, nyedhiyakake cahya lan panas sing konsisten kanggo planet ing zona sing bisa dienggoni. Stabilitas iki ndhukung pangembangan iklim lan ekosistem sing stabil. Zona sing bisa dienggoni ing saubengé lintang-lintang kaya Srengéngé ana ing jarak sing sedheng, ora cedhak banget utawa adoh banget saka lintang kasebut. Spektrum cahya saka lintang-lintang kaya Srengéngé iku becik kanggo fotosintesis, saéngga tetanduran lan organisme fotosintesis liyané bisa ngonversi sinar srengéngé dadi energi kanthi efisien, mbentuk basis rantai panganan sing lestari. Kajaba iku, lintang-lintang kaya Srengenge umume nduweni tingkat aktivitas lintang sing mbebayani dibandingake karo lintang cilik kaya kurcaci abang. Kurang suar lan aktivitas magnet sing kurang kuat tegese planet ing zona sing bisa dienggoni kurang kena radiasi sing bisa ngrusak lan pengupasan atmosfer.

Fraksi lintang kaya Srengenge mung sawetara persen, amarga umume lintang luwih cilik lan luwih entheng tinimbang Srengenge. Srengéngé minangka lintang tunggal, nanging udakara 50% nganti 60% lintang kasebut binar utawa sawetara sistem lintang. Zona sing bisa

dipanggoni ing pirang-pirang sistem lintang luwih diwatesi amarga orbit kompleks, iluminasi variabel, gangguan gravitasi, lan tingkat radiasi potensial.



Gambar 2.14. Distribusi massa lintang



Gambar 2.15. Orbit circumbinary (ndhuwur) lan orbit circumpriary utawa circumsecondary (ngisor) ing sistem biner

j. Jarak Tengen saka Pusat Galaxy

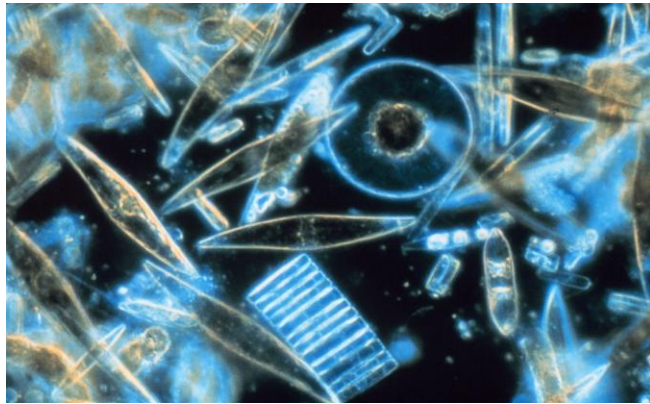
Kaya HZ ing tata surya kita, ana Galactic Habitable Zone (GHZ) ing sawijining galaksi sing kahanane paling apik kanggo urip. Kondisi sing dibutuhake kanggo GHZ kalebu metalisitas, kapadhetan lintang, tingkat radiasi, lan lingkungan orbit.

GHZ kudu nduweni konsentrasi unsur abot sing optimal (elemen sing

luwih abot tinimbang helium) sing dibutuhake kanggo pambentukan planet terrestrial lan molekul organik. Nalika unsur logam luwih akeh ing pusat galaksi, wilayah iki ora bisa dianggep minangka zona sing cocog kanggo GHZ amarga kapadhetan lintang sing dhuwur, sing nyebabake bledosan supernova, bledosan sinar gamma (GRB), lan acara energi dhuwur liyane.

Jeblogan sinar gamma sing kedadeyan ing jarak 10.000 taun cahya ing Bumi bisa uga duweni efek ngrusak ing atmosfer, iklim, lan biosfer planet. Efek langsung bakal kalebu tambah radiasi UV amarga kira-kira 40% karusakan saka lapisan ozon, dene efek jangka panjang bisa nyebabake owah-owahan iklim sing signifikan lan kepunahan massal. Kadadeyan kaya mengkono bakal dadi ancaman banget tumrap peradaban manungsa lan alam donya. Kerusakan 40% lapisan ozon bakal ngidini tambah radiasi UV ngrusak DNA 16 kaping luwih. Fitoplankton, pondasi jaring pangan segara, utamané sensitif marang radiasi UV. Tambah cahya UV bisa nyandhet wutah lan reproduksi, nyebabake nyuda populasi fitoplankton. Fitoplankton nduweni peran wigati ing siklus karbon kanthi nyerep CO_2 sajrone fotosintesis. Penurunan fitoplankton bakal nyuda panyerapan karbon iki, sing bisa nambah akumulasi CO_2 ing atmosfer lan nambah efek omah kaca.

Ana sawetara bukti yen kedadeyan kepunahan massal ing Bumi bisa uga dipicu dening GRB sing cedhak. Contone, prastawa kepunahan Ordovician-Silurian udakara 450 yuta taun kepungkur wis dihipotesisake dening sawetara ilmuwan sing kena pengaruh GRB sing kedadeyan 6.000 taun cahya saka Bumi.



Gambar 2.16. Fitoplankton

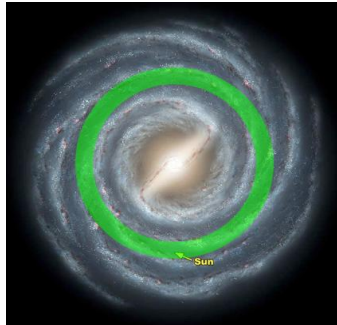
Masalah liyane sing ditemoni ing pusat Galactic yaiku kerep ketemu karo bintang liyane. Pertemuan sing cedhak iki nyebabake gangguan gravitasi sing signifikan sing bisa ngrusak orbit lan sumbu rotasi planet ing sistem planet. Perturbasi kasebut bisa nyebabake nyebrang orbit, tabrakan, utawa ejeksi saka sistem. Pengaruh gravitasi lintang-lintang ing sacedhake uga bisa ngganggu orbit obyek ing Awan Oort lan Sabuk Kuiper, ngirimake komet lan asteroid sing luwih akeh menyang tata surya njero. Iki bakal nambah kemungkinan dampak ing planet, kalebu Bumi.

Ing pinggiran Galaxy duwe Kapadhetan lintang kurang lan ora masalah iki, nanging ana siji masalah wigati: tingkat bledosan supernova kurang. Iki nyebabake medium antarbintang sing ora nduweni unsur logam sing cukup kanggo pambentukan planet terrestrial, sing ndadekake pinggiran Galaxy ora cocog kanggo GHZ.

Wilayah sing cocog kanggo GHZ yaiku ana unsur abot sing cukup kanggo pambentukan planet, luwih sithik supernova lan kedadayan mbebayani liyane kanggo lingkungan sing aman kanggo urip, lan wilayah sing kurang rame kanggo orbit planet sing stabil. Kajaba iku, ana wilayah ing ngendi kecepatan orbit lintang cocog karo kacepetan pola lengen spiral Galaxy, sing dikenal minangka radius corotation. Ing radius korosi, lintang-lintang lan sistem planete ngalami interaksi

gravitasi sing ngganggu sing luwih sithik karo lengen spiral, nambah kemungkinan kahanan sing bisa dienggoni kanthi tetep.

Ngelingi kabeh kahanan kasebut, GHZ dumunung ing antarane 23.000 lan 29.000 taun cahya saka pusat Galaxy. Kebetulan, tata surya kita adohé 26.000 taun cahya saka pusat Galaxy lan dumunung ing tengah GHZ.



Gambar 2.17. Zona Panen Galactic ing Galaxy

Ing bab iki, kita njelajah sepuluh kahanan unik lan luar biasa sing ndadekake Bumi minangka planet sing luar biasa. Kahanan kasebut diimbangi kanthi ruwet lan dikalibrasi kanthi tepat, saengga kemungkinan kedadayan kasebut kanthi acak sithik banget. Ketepatan sing dibutuhake kanggo jarak bumi saka Srengenge, kemiringan sumbu, periode rotasi, medan magnet, atmosfer, lan faktor kritis liyane nggawe lingkungan sing unik bisa ndhukung urip. Kombinasi kahanan sing apik sing kedadayan bebarengan ing papan liya ing jagad iki ora mungkin, sing luwih nyorot kekhasan Bumi. Kajaba iku, perlindungan lan stabilitas sing disenengi Bumi - ngindhungi saka kedadayan kosmik sing mbebayani lan njaga keseimbangan ekologis sing alus - negesake singularitas ing antarane planet liyane. Bebarengan, faktor-faktor kasebut ndhukung banget gagasan yen Bumi sengaja dirancang kanggo dadi habitat kanggo urip dening Sang Pencipta. Keseimbangan kahanan sing apik iki ora mung kebetulan, nanging nuduhake desain sing duwe tujuan lan cerdas, nggawe Bumi dadi lingkungan sing luar biasa lan unik kanggo nyametake urip.

3. Penciptaan utawa Evolusi ?

Apa kita digawe utawa berkembang? Perdebatan babagan asal-usul urip isih ana, nanging sistem pendhidhikan saiki mulangake evolusi minangka teori sing wis mapan babagan asal-usul urip, nalika nganggep kreasionisme minangka klaim sing ora ilmiah.

Teori evolusi diwiwiti kanthi hipotesis abiogenesis kanggo nerangake asal-usul urip. Kaping pisanan, kita bakal nliti masalah iki kanthi rinci lan banjur njelajah apa teori Darwin kudu diarani minangka 'teori evolusi' utawa 'teori adaptasi genetik'. Kita uga bakal njawab pitakonan apa manungsa ngalami évolusi saka kera. Kajaba iku, kita bakal ngenalake desain cerdas lan mriksa kreasiisme liwat lensa fisika partikel, anane urip extraterrestrial, naluri kewan, lan matématika sing ditemokake ing alam.

a. Asal saka Life

Hipotesis ilmiah kanggo asal-usul urip ing Bumi diwiwiti kanthi pambentukan asam amino spontan saka atom-atom karbon (abiogenesis) ing sup primordial bumi wiwitan. Asam amino iki nyambung bebarengan liwat ikatan peptida kanggo mbentuk protein, sing nindakake macem-macem fungsi penting ing sel, kayata catalyzing reaksi biokimia lan nyedhiyakake dhukungan struktural. Swara wektu, asam nukleat kaya RNA lan DNA muncul, ngidini kanggo panyimpenan lan transmisi informasi genetik. Interaksi antarane protéin lan asam nukleat ndadékaké pangembangan sèl prokariotik prasaja, sing pungkasané nuwuhaké sèl eukariotik sing luwih kompleks. Sèl eukariotik iki banjur ngrembaka dadi organisme multiselular, kanthi diferensiasi sèl sing ndadékaké pangembangan jaringan lan organ khusus. Perjalanan iki rampung kanthi bentuk urip sing maneka warna lan rumit sing kita deleng saiki.

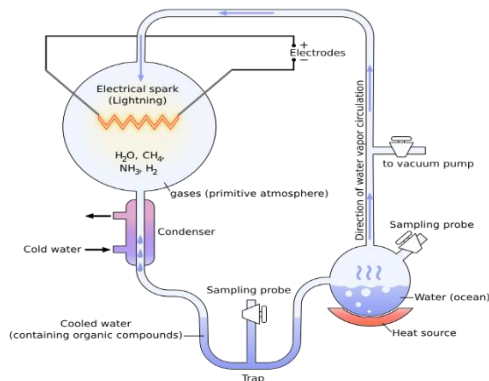
Ayo priksa manawa proses kasebut bisa kedadeyan kanthi spontan. Kita bakal njelajah topik ing ngisor iki: i) pambentukan asam amino, ii) pambentukan RNA, iii) pambentukan protein, i v) pambentukan DNA, v) pambentukan sel, v i) pambentukan sel eukariotik, vi i) lokalisasi

organel, viii) diferensiasi sel , i x) pambentukan jaringan lan organ , x) pambentukan organisme multiselular .

i. Pembentukan asam amino A

Pembentukan asam amino ing kahanan prebiotik awal Bumi minangka topik sing penting kanggo mangerteni asal-usul urip. Eksperimen Miller-Urey sing ditindakake ing taun 1952 minangka studi perwakilan sing nyimulasi kahanan atmosfer bumi awal kanggo nyelidiki pembentukan asam amino . Nggunakake campuran gas sing dianggep meh padha karo atmosfer primitif (metana, amonia, hidrogen, lan uap banyu) lan nggunakake percikan listrik kanggo niru kilat, padha nyintesis sawetara asam amino, kalebu glisin lan alanin.

Eksperimen iki nuduhake manawa molekul organik sing penting kanggo urip bisa dibentuk saka senyawa anorganik sing prasaja ing kahanan prebiotik, nyedhiyakake dhukungan sing signifikan kanggo hipotesis manawa urip ing Bumi bisa asale saka proses kimia alami. Eksperimen Miller-Urey nyintesis sawetara asam amino, nanging ngadhepi sawetara masalah sing penting kanggo dipikirake.



Gambar 3.1. Diagram Miller -Urey lan eksperimen

Eksperimen Miller-Urey nggunakake piranti ngeculake listrik kanggo niru bledhek alam , nanging piranti lan bledhek alam beda-beda ing

pirang-pirang aspek. Piranti kasebut nggunakake voltase 50.000 volt lan ngasilake s 250 derajat panas , dene voltase kilat 100 yuta volt lan ngasilake 50.000 derajat panas. Pembuangan listrik ing eksperimen Miller-Urey relatif terus-terusan lan bisa ditindakake kanthi suwe, njamin input energi sing konsisten kanggo reaksi kimia. Ing kontras, lightning ora kelakon terus-terusan nanging rada sporadis , lan wektu iku arang banget singkat, tahan mung sawetara mikrodetik kanggo milliseconds.

Komet minangka sisa-sisa sistem tata surya wiwitan lan ngemot bahan bangunan primordial sing tetep ora owah. Komposisi komet bisa menehi wawasan sing penting babagan komposisi atmosfer bumi wiwitan. Komposisi utama komet yaiku banyu (86%), karbon dioksida (10%), lan karbon monoksida (2,6%). Amonia lan metana manggoni kurang saka 1% saben. Asil iki nuduhake yen gas sing digunakake ing eksperimen Miller-Urey ora kanthi akurat makili atmosfer bumi wiwitan amarga ora ngemot gas karbon dioksida paling akeh lan karbon monoksida gas paling akeh nomer loro . Salajengipun, karbon dioksida minangka agen oksidasi , nyegah pambentukan asam amino.

Komposisi	Rasio (%)	Referensi
w ater (H ₂ O)	100 (86%)	Pinto et al. (2022)
c. arbon dioksida (CO ₂)	12 (10%)	Pinto et al. (2022)
c. arbon monoksida (CO)	3 (2.6%)	Pinto et al. (2022)
mmonia (NH ₃)	0.8 (0.7%)	Russo et al. (2016)
m etana (CH ₄)	0.7 (0.6%)	Mbah et al. (1996)

Tabel 3.1. Komposisi komet (banyu=100)

Eksperimen Miller-Urey nganggep manawa atmosfer prebiotik bumi wiwitan minangka atmosfer sing nyuda. Nanging, yen atmosfer oksidasi, bakal ngalangi pambentukan asam amino kanthi ngrusak utawa ngoksidasi molekul organik. Kahanan atmosfer bumi wiwitan minangka subyek panaliten ilmiah lan debat sing isih ana. Urey (1952), Miller (1953), lan Chyba & Sagan (1997) mbantah atmosfer sing nyuda ,

dene Albesson (1966), Pinto et al. (1980), Zahnle (1986) lan Trail et al. (2011) argue kanggo atmosfer oksidasi.

Trail et al. (2011) makalah sing diterbitake ing Alam kudu dicathet. Dheweke nganalisa kahanan oksidasi kristal zirkon saka jaman Hadean nggunakake rasio oksidasi cerium (Ce). Analisis kasebut nuduhake yen magma Hadean luwih teroksidasi tinimbang sing dikira sadurunge, kanthi kondisi kaya gas vulkanik modern. Kahanan magma Hadean sing luwih teroksidasi nuduhake yen gas vulkanik bakal ngeculake hidrogen (H_2) lan uap banyu luwih akeh (H_2O), karbon dioksida (CO_2), lan belerang dioksida (SO_2). Dheweke nyimpulake yen atmosfir bumi awal cenderung kurang nyuda lan luwih oksidasi tinimbang sing dikira. Panemuan kasebut nuwuhake pitakonan babagan validitas eksperimen Miller-Urey, sing nuduhake manawa ora bisa mbentuk asam amino liwat abiogenesis ing prebiotik awal Bumi.

Asam amino sing diprodhuksi ing eksperimen diklumpukake lan diawetake ing kahanan laboratorium. Ing kahanan awal Bumi sing atos lan variatif, senyawa kasebut bisa uga kurang stabil lan luwih rentan kanggo degradasi. Konsentrasi molekul organik ing eksperimen kasebut dikontrol lan dijaga ing tingkat sing relatif dhuwur. Ing bumi wiwitan, molekul-molekul kasebut bisa uga wis diencerake banget ing samodra sing amba utawa ngalami dispersi kanthi cepet, sing bisa nyuda kemungkinan evolusi kimia luwih lanjut.

Masalah utama liyane yaiku chirality. Asam amino sing diasilake yaiku rasemat, tegesé ngandhut jumlah isomer kiwa lan tengen sing padha. Urip ing Bumi utamane nggunakake asam amino tangan kiwa (99,3%), lan asal-usul homokiralitas iki tetep ora bisa diterangake dening eksperimen Miller-Urey.

ii. Pembentukan RNA

Kabeh organisme urip dumadi saka 20 asam amino sing beda. Kanggo nerusake diskusi, ayo nganggep yen 20 asam amino iki dibentuk kanthi spontan. Langkah sabanjure kanggo urip yaiku pembentukan RNA, protein, lan DNA. Nganti saiki, ora ana teori sing dikonfirmasi

babagan pambentukan spontan molekul kasebut. Para ilmuwan nyaranake RNA muncul luwih dhisik, amarga dianggep minangka salah sawijining molekul paling wiwitan sing bisa nyimpen informasi genetik lan katalis reaksi kimia. Fungsi ganda iki minangka pusat saka 'hipotesis donya RNA,' sing ngusulake manawa urip diwiwiti karo molekul RNA sadurunge pembentukan DNA lan protein. Nalika hipotesis donya RNA nyedhiyakake kerangka kerja sing kuat, ana sawetara tantangan sing signifikan: (i) RNA kompleks banget minangka molekul sing bisa muncul kanthi prebiotik, (ii) RNA pancen ora stabil, (iii) katalisis minangka sifat sing dituduhake mung subset cilik saka urutan RNA dawa, lan (iv) repertoar RNA sing winates. Ayo kita miwiti kanthi nliti tantangan pisanan.

Nukleotida RNA dumadi saka telung komponen: basa nitrogen (adenine, guanin, sitosin, lan urasil), gula ribosa, lan gugus fosfat. Kanggo mbentuk RNA, komponen kasebut kudu muncul kanthi spontan ing kahanan prebiotik. Ayo kita nliti kelayakan proses iki.

- **Pembentukan Basa Nitrogen**

Basa nitrogen minangka molekul kompleks kanthi struktur cincin rumit. Majelis spontan molekul-molekul kasebut saka senyawa prebiotik sing luwih prasaja ora mungkin amarga mbutuhake reaksi kimia tartamtu, kondisi reaksi spesifik, lan katalis kanggo mbentuk struktur cincin. Iki kalebu reaksi aminasi, ing ngendi gugus amina (NH_2) ditambahake menyang tulang punggung karbon, mbutuhake senyawa nitrogen kaya amonia lan aldehida utawa keton, asring difasilitasi dening katalis utawa suhu dhuwur. Reaksi deoksigenasi, sing mbusak atom oksigen, mbutuhake agen pereduksi kayata gas hidrogen utawa metana. Pembentukan cincin, sing penting kanggo nggawe struktur basa nitrogen, biasane ana ing proses multi-langkah ing kahanan suhu lan tekanan dhuwur, asring dikatalisis dening ion logam. Pungkasan, tambahan basa nitrogen bisa uga mbutuhake lingkungan energi dhuwur lan senyawa prekursor khusus kanggo ngrampungake proses kasebut.

Lingkungan bumi wiwitan dianggep beda-beda gumantung saka suhu, pH, lan senyawa kimia sing kasedhiya. Nggawe kahanan sing tepat sing dibutuhake kanggo sintesis basa nitrogen mesthi angel banget. Contone, kahanan energi dhuwur sing dibutuhake kanggo mbentuk basis kasebut bisa uga ora ana utawa tetep. Malah ing kahanan laboratorium sing dioptimalake, asil saka basa nitrogen asring kurang. Iki nuwuhake pitakonan apa jumlah basa iki bisa diprodhuksi kanthi alami kanggo ndhukung pambentukan RNA utawa asam nukleat liyane. Jalur sing ngarah menyang sintesis basa nitrogen kalebu pirang-pirang langkah lan senyawa penengah. Kemungkinan kabeh kahanan lan senyawa sing dibutuhake bakal ana bebarengan lan ing proporsi sing bener bisa dipertanyakan.

Pembentukan basa nitrogen biasane mbutuhake katalis kanggo mimpin reaksi kimia. Ing donya prebiotik, anané katalis kasebut ing konsentrasi lan kondisi sing tepat ora mesthi. Tanpa katalis kasebut, tingkat reaksi bakal alon banget dadi signifikan. Sanajan basa nitrogen bisa dibentuk kanthi spontan, stabilitas ing lingkungan prebiotik bisa dipertanyakan. Molekul-molekul kasebut rentan rusak amarga radiasi UV, hidrolisis, lan faktor lingkungan liyane. Ketidakstabilan iki bakal ngalangi akumulasi lan panggunaan sabanjure kanggo mbentuk RNA.

- **Pembentukan Gula Ribosa**

Reaksi formose, sing melu polimerisasi formaldehida kanthi anané katalis, bisa ngasilake ribosa. Reaksi iki kurang spesifik, nyebabake asil ribosa sing sithik tinimbang gula liyane. Uga mbutuhake kahanan tartamtu, kayata anané kalsium hidroksida minangka katalis, sing bisa uga ora kasedhiya sacara universal utawa stabil ing lingkungan prebiotik. Supaya ribosa bisa migunani ing sintesis prebiotik RNA, kudu disintesis lan distabilake kanthi selektif. Nanging, reaksi formose ora milih pambentukan ribosa sing selektif, lan asil campuran gula nggawe rumit panggunaan ribosa kanggo sintesis RNA. Mekanisme kanggo nyetabilake ribosa utawa milih saka campuran kompleks kudu ana. Agen penstabil potensial, kayata mineral borat, wis diusulake, nanging

kasedhiyan lan khasiat ing kahanan prebiotik ora mesthi.

Reaksi formose mbutuhake formaldehida, sing kudu ana ing konsentrasi sing cukup. Produksi lan stabilitas formaldehida ing kahanan prebiotik ora bisa ditindakake amarga formaldehida bisa gampang polimerisasi utawa reaksi karo senyawa liya. Kondisi lingkungan spesifik sing dibutuhake supaya reaksi formose bisa ditindakake kanthi efisien lan ngasilake ribosa (contone, pH optimal, suhu, anané katalis) bisa uga ora umum utawa stabil ing bumi wiwitan. Malah ing kahanan laboratorium sing dikontrol, ngasilake ribosa kurang, lan reaksi kasebut ngasilake campuran gula sing kompleks, nyoroti tantangan kanggo ngisolasi ribosa ing setelan prebiotik.

Ribosa minangka gula pentosa sing ora stabil sacara kimia lan rawan rusak kanthi cepet, utamane ing kahanan sing dianggep umum ing Bumi wiwitan. Ketidakstabilan muncul saka kasunyatan manawa ribosa gampang dihidrolisis ing larutan banyu lan bisa ngrusak liwat proses kaya reaksi Maillard lan karamelisasi. Kajaba iku, panliten nuduhake manawa ribosa duwe setengah umur sing cendhak, utamane ing kahanan alkalin, saengga ora bisa nglumpukake jumlah sing signifikan sajrone wektu geologi.

- **Pembentukan Grup Fosfat**

Pembentukan gugus fosfat ing kahanan prebiotik ngadhepi tantangan amarga sumber fosfat sing kasedhiya relatif langka ing bumi wiwitan. Fosfat biasane ditemokake ing mineral kaya apatite, sing ora larut banget ing banyu, dadi angel kanggo fosfat kasedhiya kanthi bebas ing lingkungan banyu sing dianggep ana kimia prebiotik. Mineral fosfat cenderung inert sacara kimia ing kondisi pH netral. Reaktivitas sing kurang iki nyebabake penghalang penting kanggo nggabungake fosfat menyang molekul organik sing dibutuhake kanggo urip.

Pembentukan ester fosfat, sing penting kanggo sintesis nukleotida, mbutuhake input energi sing signifikan. Ing kahanan prebiotik, sumber energi lan proses katalitik sing dibutuhake kanggo ngatasi alangan kasebut bakal diwatesi. Sawetara panaliten nedahake yen kahanan

energi dhuwur, kayata sing digawe dening sambaran petir utawa aktivitas vulkanik, bisa nggampangake pembentukan molekul sing ngemot fosfat. Nanging, skenario kasebut mbutuhake kahanan tartamtu lan sementara sing bisa uga durung nyebar.

Pembentukan polifosfat, sing minangka rantai gugus fosfat, biasane mbutuhake kahanan tartamtu, kayata suhu dhuwur utawa anané katalis sing bisa uga ora kasedhiya ing lingkungan prebiotik. Polifosfat rentan kanggo hidrolisis, pecah dadi senyawa fosfat sing luwih prasaja. Stabilitas senyawa kasebut ing kahanan sing fluktuatif ing Bumi wiwitan bisa dipertanyakan.

Nalika sawetara eksperimen wis nduduhake pembentukan molekul sing ngemot fosfat ing kahanan prebiotik simulasi, iki asring mbutuhake kahanan sing spesifik lan dikontrol sing bisa uga ora nggambarake lingkungan awal Bumi. Kajaba iku, asil saka molekul sing ngemot fosfat ing eksperimen sintesis prebiotik umume kurang, nyebabake keraguan babagan efisiensi lan kemungkinan proses kasebut kedadayan ing Bumi prebiotik kanthi skala sing cukup kanggo nyurung asal-usul urip.

- **Pembentukan Nukleotida RNA Fungsional**

Sanajan kabeh tantangan bisa diatasi lan basa nitrogen, gula ribosa, lan gugus fosfat kasil digawe, rintangan penting liyane tetep: pembentukan nukleotida RNA fungsional.

Ana macem-macem jinis RNA: RNA sing melu sintesis protein (mRNA, rRNA, tRNA, lsp.), RNA sing melu modifikasi pasca-transkripsi (snRNA, snoRNA, lan liya-liyane), RNA pangaturan (aRNA, miRNA, lsp), lan RNA Parasit. Jumlah nukleotida ing molekul RNA gumantung saka jinise. Sawetara conto yaiku:

- mRNA & rRNA - atusan kanggo ewu
- tRNA - 70 nganti 90
- snRNA - 100 nganti 300
- miRNA - 20 nganti 25.

Ayo nganggep manawa molekul RNA sing khas, sing pengin dikira

kemungkinan pembentukan, yaiku 100 nukleotida. Ing kasus kasebut, saben posisi ing urutan RNA bisa dikuwasani dening salah siji saka papat basa : adenine, uracil, cytosine, utawa guanin. Jumlah total urutan sing bisa dawane 100 nukleotida yaiku $4^{100} (=1,6 \times 10^{60})$ lan kemungkinan mbentuk RNA fungsional yaiku $1/1,6 \times 10^{60} = 6,2 \times 10^{-61}$. Kemungkinan cilik banget iki nuduhake yen RNA fungsional ora bisa dibentuk sacara spontan, sanajan ana basa nitrogen, gula ribosa, lan gugus fosfat sing wis ana.

aku ii . Pembentukan Protein

Pembentukan protein kalebu sintesis asam amino, polimerisasi dadi peptida, lan lempitan peptida kasebut dadi protein fungsional. Ayo kita nлити masalah lan tantangan ing proses kasebut ing kahanan prebiotik .

Protein kasusun saka rantai asam amino sing dawa , sing diarani rantai polipeptida, disusun kanthi urutan sing spesifik. Jumlah asam amino ing protein siji bisa sawetara saka sawetara rolas kanggo sawetara ewu. Contone, insulin protein cilik ngemot sekitar 51 asam amino, myoglobin protein ukuran medium duwe sekitar 153 asam amino, hemoglobin protein gedhe duwe sekitar 574 asam amino, lan titin protein raksasa ngemot sekitar 34.350 asam amino. Meh mokal kanggo mbentuk ranté peptida dawa liwat proses acak saka kombinasi saka 20 jinis asam amino . Contone, kemungkinan mbentuk rantai polipeptida ing insulin protein cilik liwat proses acak yaiku $1/20^{51} = 4,4 \times 10^{-67} \approx 0$.

Sanadyan ranté polipeptida kabentuk , mula kudu dilipat dadi struktur telung dimensi sing spesifik kanggo dadi protein fungsional . Proses lempitan rantai polipeptida dadi protein fungsional kalebu sawetara langkah kunci, saben didorong dening macem-macem interaksi kimia lan dibantu dening mesin molekuler ing sel.

Bagean saka rantai polipeptida (struktur primer) melu dadi struktur sekunder sing dikenal minangka heliks alfa lan lembaran beta. Struktur kasebut distabilake kanthi ikatan hidrogen ing antarane atom balung mburi rantai polipeptida. Struktur sekunder tambahan, kayata puteran

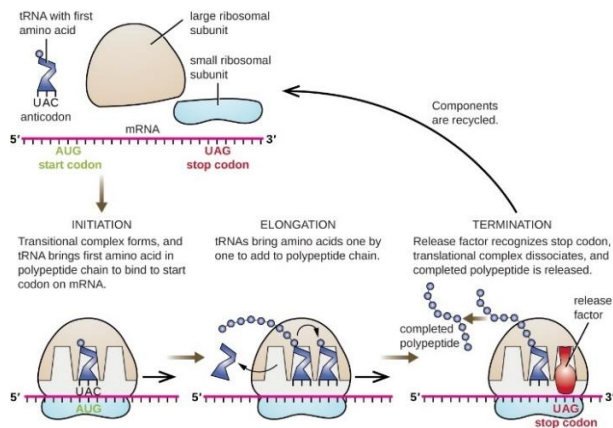
lan puteran, nyambungake heliks lan lembaran, nyumbang kanggo lipatan sakabèhé protein. Struktur sekunder melu maneh dadi wangun telung dimensi tartamtu, sing dikenal minangka struktur tersier. Proses iki didorong dening interaksi hidrofobik, ing ngendi rantai sisih nonpolar cluster adoh saka lingkungan banyu, nyopir polipeptida kanggo melu menyang wangun kompak, globular; ikatan hidrogen, sing dibentuk ing antarane ranté sisih polar lan balung mburi, nyetabilake struktur sing dilipat; ikatan ion, kanthi interaksi elektrostatik ing antarane ranté sisih sing muatané oppositely nyumbang kanggo stabilitas protein; lan ikatan disulfida, ing ngendi ikatan kovalen antarane residu sistein nyedhiyakake stabilitas tambahan kanggo struktur kasebut.

Kanggo sawetara protéin kanthi pirang-pirang ranté polipeptida (subunit), unit sing dilipat iki dadi siji kanggo mbentuk struktur kuartér. Kanggo nyegah kasalahan, c haperone protein mbantu ing proses lempitan dening nyegah misfolding lan aggregation. Dheweke mbantu rantai polipeptida entuk konformasi sing bener. Protein bisa ngalami owah-owahan konformasi cilik lan koreksi kanggo entuk konformasi sing paling stabil lan fungsional. Modifikasi kimia, kayata fosforilasi, glikosilasi, utawa pembelahan, bisa kedadéyan, luwih stabil protein utawa nyiapake kanggo fungsi tartamtu.

Pembentukan ikatan peptida ing antarane asam amino mbutuhake energi sing signifikan. Ing kahanan prebiotik, kasedhiyan sumber energi sing konsisten lan cukup kanggo nyurung reaksi kasebut bisa dipertanyakan. Nalika macem-macem sumber energi kaya kilat, radiasi UV, lan panas vulkanik wis diusulake, efisiensi lan linuwih sumber kasebut kanggo nggampangake pembentukan ikatan peptida kanthi konsisten bisa didebat. Kahanan bumi awal bisa uga atos lan variabel, kanthi suhu ekstrim, tingkat pH, lan owah-owahan lingkungan. Kahanan kasebut bisa ngganggu proses halus pembentukan ikatan peptida lan stabilitas peptida sing dibentuk.

Peptida lan asam amino kena hidrolisis lan degradasi ing lingkungan banyu. Stabilitas peptida sing dibentuk sajrone wektu sing suwe dadi

kuwatir, amarga bisa ngrusak luwih cepet tinimbang sing dibentuk. Kurang mekanisme protèktif ing kondisi prebiotik tegese peptida sing mentas kawangun bisa dirusak kanthi cepet dening faktor lingkungan kayata radiasi UV lan fluktuasi termal. Nalika lumahing mineral kaya lempung bisa dadi katalis pembentukan ikatan peptida, efisiensi, kekhususan, lan asil reaksi kasebut ing kahanan alam ora ditampilake kanthi apik. Ora mesthi efektifitas permukaan iki kanggo ngasilake macem-macem peptida sing dibutuhake kanggo urip. Kahanan sing tepat kanggo reaksi sing dikatalisis mineral kasebut (contone, suhu, pH) kudu dikontrol kanthi rapet, lan kahanan kasebut bisa uga ora ana ing Bumi wiwitan. Sawetara eksperimen sing nuduhake pembentukan peptida ditindakake ing kahanan sing dikontrol banget, nanging kahanan kasebut bisa uga ora nggambarake kahanan bumi sing semrawut lan berubah-ubah.



Gambar 3.2. Sintesis protein

Hipotesis donya RNA nedahake manawa molekul RNA ngangkat pambentukan peptida. Nanging, munculé RNA lan peptida fungsional bebarengan nyebabake masalah 'pitik lan endhog', lan loro-lorone saling gumantung. Tanpa RNA, protein ora bisa dibentuk.

Protein mbutuhake asam amino kanthi kiralitas sing padha (asam L-amino). Sintesis prebiotik biasane ngasilake campuran rasemik sing

ngemot jumlah isomer kiwa lan tengen sing padha. Pembentukan spontan protein homochiral saka campuran kasebut sacara statistik ora mungkin.

aku v . Pembentukan DNA

Pembentukan DNA ing kahanan prebiotik minangka proses komplèks lan spekulatif sing nyakup sawetara langkah kunci kalebu sintesis nukleotida , pembentukan polynucleotide chains , base pairing , double helix formation , kondensasi DNA , lan replikasi lan enzymatic assistance .

Kaya RNA, nukleotida DNA dumadi saka telung bagéan: basa nitrogen (adenin, guanin, sitosin, timin) , gula ribosa deoksi , lan gugus fosfat . Tingkat kangelan kanggo pembentukan DNA spontan bakal padha karo RNA . Salah sawijining kesulitan tambahan kanggo DNA yaiku pembentukan struktur heliks ganda DNA . Struktur heliks ganda DNA gumantung ing pasangan basa sing tepat antarane adenine lan timin, lan antarane sitosin lan guanin. Entuk kekhususan iki kanthi spontan, tanpa cithakan utawa mekanisme panuntun, pancen ora mungkin. Kanggo heliks ganda sing stabil, nukleotida kudu disusun kanthi urutan tartamtu, kanthi urutan pelengkap ing untaian sing ngelawan. Kemungkinan kanthi spontan mbentuk rong urutan pelengkap sing selaras kanthi sampurna banget kurang.

Replikasi DNA mbutuhake enzim kompleks lan mesin protein kanggo njamin akurasi lan kasetyan. Dhaptar enzim kunci sing ana ing replikasi DNA kalebu helikase, protein pengikat untai tunggal (SSB), primase, polimerase DNA, ribonuklease H (RNase H), ligase DNA, lan topoisomerase. Pembentukan spontan heliks ganda ora kalebu komponen penting iki, nggawe replikasi lan koreksi kesalahan ora mungkin. Tanpa mekanisme koreksi kesalahan, DNA sing dibentuk kanthi spontan bakal bisa nglumpukake kesalahan kanthi cepet, ngrusak stabilitas lan fungsine.

Jumlah total asam amino ing khas enzim sing melu replikasi DNA ana ing sawetara atusan nganti sawetara ewu . Kemungkinan ngasilake

enzim kasebut kanthi kebetulan meh nol . Contone, kemungkinan ngasilake RNase H kanthi acak mung 20^{-155} utawa $2,2 \times 10^{-202} \approx 0$. Kemungkinan sing cilik banget iki sejatine ngluwihi wilayah praktis lan ora bakal kedadeyan ing alam .

Sanadyan DNA kabentuk, mula kudu ngliwati proses kondensasi DNA sing rumit banget . Proses kondensasi DNA ngowahi molekul DNA sing dawa lan linier dadi struktur sing kompak lan teratur sing bisa dipasang ing inti sel. Proses kondensasi penting kanggo panyimpenan, perlindungan, lan regulasi DNA sing efisien, uga kanggo pamisahan kromosom sing tepat sajrone divisi sel. Proses iki kalebu pambentukan nukleosom , serat 30 nm, domain loop, lempitan orde luwih dhuwur, lan kromosom metafase .

Nukleosom bisa dibentuk yen DNA ngubengi protein histon . Saben nukleosom kasusun saka kira-kira 147 pasangan basa DNA sing dibungkus watara oktamer histon (masing-masing rong salinan H2A, H2B, H3, lan H4). Struktur sing diasilake katon kaya manik-manik ing senar, kanthi nukleosom (manik-manik) sing disambungake karo DNA linker (senar).

Ranté nukleosom luwih digulung dadi serat 30 nm sing luwih kompak, difasilitasi déning histone penghubung H1, sing ngiket nukleosom lan DNA penghubung. Serat 30 nm bisa nganggo konfigurasi solenoid utawa zigzag, gumantung saka interaksi nukleosom.

Serat 30 nm mbentuk domain loop kanthi nempelake menyang scaffold protein ing inti. Wilayah scaffold utawa matriks lampiran (SARs / MARs) jangkar puteran iki. Gelung iki, biasane dawane 40-90 kilobase (kb) , nyedhiyakake pepadatan luwih lanjut lan nduweni peran ing regulasi gen kanthi nggawa unsur regulasi sing adoh karo gen.

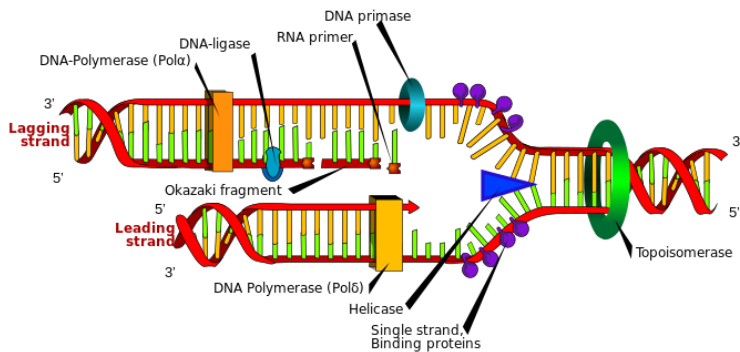
Domain sing dilingkari luwih dilipat dadi serat sing luwih kandel, sing dikenal minangka serat kromonema. Serat iki ngalami coiling lan lempitan tambahan, nyebabake struktur sing luwih kental.

Sajrone divisi sel, utamane ing metafase, kromatin tekan tingkat kondensasi paling dhuwur kanggo mbentuk kromosom sing katon. Iki kalebu aksi protein kondensin sing mbantu supercoil lan kompak

kromatin. Saben kromosom kasusun saka rong kromatid adhine sing padha sing dicekel bebarengan ing centromere, njamin pemisahan sing akurat nalika divisi sel.

Tingkat kondensasi mengaruhi ekspresi gen, kanthi heterochromatin sing rapet dadi ora aktif kanthi transkripsi lan euchromatin sing dibungkus kanthi longgar aktif. Kondensasi sing tepat penting kanggo pamisahan kromosom sing akurat sajrone mitosis lan meiosis .

Kaya sing katon ing ndhuwur, pembentukan lan replikasi DNA yaiku Komplek banget, mbutuhake koordinasi biokimia sing tepat lan keterlibatan macem-macam enzim. Nanging, teori evolusi ora menehi katrangan sing jelas babagan carane mekanisme kasebut asale, mung nyatakake yen DNA berkembang saka RNA tanpa ngatasi tantangan kritis . Supaya pratelan iki bener, kudu nerangake carane RNA kawangun , carane struktur pindho heliks DNA muncul, lan carane enzim réplikasi penting asalé. Tanpa jawaban kasebut, ide kasebut tetep spekulatif. Ngelingi faktor kasebut, pambentukan DNA minangka asil rancangan sing disengaja tinimbang kasempatan acak.



Gambar 3.3. Proses replikasi DNA

v . Pembentukan Sel

Kanggo nerusake diskusi, ayo nganggep yen R NA, protein, lan RNA diprodhuksi sacara spontan . Banjur, langkah sabanjure kanggo urip yaiku tatanan saka sel. Ana rong jinis utama sel: sel prokariotik lan

eukariotik. Sèl prokariotik , sing ditemokake ing organisme kayata bakteri lan archaea, luwih prasaja lan ora duwe inti sing ditemtokake. Materi genetik kasebut ana ing molekul DNA bunder tunggal sing ngambang kanthi bebas ing sitoplasma. Sèl prokariotik uga ora duwé organel sing kaiket membran . Sèl eukariotik , sing ana ing tetanduran, kéwan, jamur, lan protista, duwé struktur sing luwih rumit. Dheweke ngemot inti sing ditetepake sing ditutupi membran nuklir . Sèl eukariotik uga duwé manéka organèl sing kaiket membran, kayata mitokondria, retikulum endoplasma, lan aparat Golgi, sing nindakake fungsi spesifik sing penting kanggo kaslametané sèl lan fungsi sing bener.

Para ilmuwan mratelakake menawa protosel berkembang dadi sel prokariotik liwat proses bertahap sing didorong dening seleksi alam , mutasi, lan adaptasi lingkungan . Anane protosel, prekursor hipotetis kanggo sel modern, ngadhepi sawetara kritik sing signifikan. Salah sawijining masalah utama yaiku pembentukan lapisan ganda lipid sing spontan, sing penting kanggo nggawe lingkungan sing stabil lan tertutup. Kondisi sing dibutuhake kanggo mbentuk lan njaga lapisan ganda iki kanthi konsisten ing Bumi wiwitan banget spekulatif. Kajaba iku, integrasi komponen fungsional, kayata RNA utawa protéin prasaja, ing struktur lipid iki mbutuhake interaksi sing spesifik banget sing sacara statistik ora mungkin tanpa mekanisme panuntun. Salajengipun, kemampuan protosel kanggo niru lan berkembang, minangka ciri utama organisme urip, ora duwe dhukungan eksperimen sing cukup, nuwuhake pitakonan babagan perane ing asal usul urip. Amarga alasan kasebut, sel pisanan sing katon ing Bumi yaiku sel prokariotik.

Cathetan fosil nuduhake manawa sel prokariotik muncul ing Bumi 3,5 nganti 3,8 milyar taun kepungkur. Kabeh sel ditutupi dening membran sel, lan langkah pisanan ing pambentukan sel yaiku pembentukan membran iki. Mula, ayo nyelidiki apa membran sel bisa dibentuk sacara spontan ing kahanan prebiotik.

- **Pembentukan Membran Sel**

Membran sel ora prasaja nanging struktur kompleks lan dinamis dumadi saka lipid (fosfolipid, kolesterol, lan glikolipid) , protein, lan karbohidrat. Fosfolipid mbentuk struktur dhasar dwilapis, kolesterol modulates fluiditas, lan glikolipid nyumbang kanggo pangenalan sel. Protein, loro protein integral lan perifer, nggampangake transportasi, sinyal, lan dhukungan struktural, dene karbohidrat nduweni peran penting ing pangenalan lan komunikasi sel. Komposisi iki ngidini membran sel nindakake fungsi sing penting, njaga homeostasis lan nggampangake interaksi karo lingkungan.

Pembentukan membran sel kanthi acak ing kahanan prebiotik ngadhepi sawetara masalah amarga kerumitan lan kekhususan sing dibutuhake kanggo struktur membran fungsional.

Molekul lipid amphiphilic spesifik, kayata fosfolipid, mbutuhake kombinasi asam lemak, gliserol, lan gugus fosfat sing tepat , sing ora mungkin mbentuk lan ngumpul sacara spontan ing proporsi sing bener ing kondisi prebiotik. Pembentukan spontan gugus fosfat, kaya sing dituduhake ing bagean sadurunge, ora mungkin. Nalika molekul amphiphilic bisa mbentuk dwilapis kanthi spontan, kanggo nggayuh dwilapis semi-permeabel sing stabil lan bisa mbungkus lan nglindhungi lingkungan seluler mbutuhake kahanan tartamtu. Kadadeyan acak saka kahanan kasebut, kalebu konsentrasi lan jinis lipid sing tepat, ora mungkin.

Ukuran khas sel prokariotik, kayata sel bakteri, yaiku 1 mikrometer. Luas permukaan $3 \times 10^{-12} \text{ m}^2$ lan ukuran molekul fosfolipid tunggal kira-kira $5 \times 10^{-19} \text{ m}^2$. Dadi, gunggung fosfolipid ing bilayer iku $1,2 \times 10^7$. Kanggo mbentuk lapisan ganda, kira-kira sepuluh yuta fosfolipid kudu sejajar lan nggawe kamar sing ditutup. Iki ora mungkin kadadeyan kanthi acak amarga lapisan ganda kasebut ora bakal nyelarake kanthi alami lan mbentuk kamar sing ditutup tanpa pituduh utawa arah.

Kondhisi Bumi awal atos lan variabel, kanthi suhu ekstrim, tingkat pH, lan radiasi. Njaga integritas lan stabilitas membran primitif ing lingkungan kasebut mesthi angel, amarga membran bisa gampang diganggu dening faktor kasebut. Membran fungsional kudu kanthi

selektif ngidini nutrisi lan molekul sing penting bisa dilewati nalika nyegah zat sing mbebayani. Permeabilitas selektif iki mbutuhake anané protéin lan saluran sing rumit, sing ora mungkin dibentuk lan digabung menyang membran kanthi proses acak.

Sanajan membran primitif dibentuk, enkapsulasi acak saka biomolekul sing dibutuhake, kayata nukleotida, asam amino, lan molekul katalitik, ora mungkin. Konsentrasi lan kombinasi spesifik sing dibutuhake kanggo miwiti proses metabolisme primitif ora mungkin kedadeyan kanthi kebetulan.

Pembentukan membran fungsional kudu diiringi pangembangan simultan mesin seluler liyane, kayata protein transportasi lan enzim metabolisme, luwih rumit skenario pembentukan membran saka proses acak. Mangkono, pambentukan sel prokariotik ing bumi prebiotik ora bisa ditindakake.

vi . Pembentukan Sel Eukariotik

Teori sing ditampa sacara umum babagan asal-usul sel eukariotik yaiku teori endosymbiotic. Teori endosymbiotic nyatakake yen sel eukariotik asale saka hubungan simbiosis antarane sel prokariotik primitif. Proses iki nglibatake engulfment sel prokariotik tartamtu (mitokondria ing kasus sel kewan lan kloroplas ing kasus sel tanduran) dening sel inang leluhur, ndadékaké kanggo hubungan sing saling nguntungake lan pungkasan pangembangan sel eukariotik kompleks. Sèl inang leluhur diklaim minangka archaea, nanging masalah karo hipotesis iki yaiku endositososis, proses nyerbu sel prokariotik, ora tau diamati ing archaea, lan membran sel archaea dumadi saka ikatan eter, dene membran sel sel eukariotik dumadi saka ikatan ester.

Teori iki mbutuhake sel prokariotik sing wis ana lan mitokondria utawa kloroplas. Nanging, asal saka mitokondria lan kloroplas ora didokumentasikake kanthi apik. Mitokondria minangka organel kompleks kanthi struktur unik sing nggambarake perane minangka pembangkit tenaga sel, ngasilake ATP liwat fosforilasi oksidatif. Mitokondria kasusun saka sawetara komponen sing béda: membran

njaba, ruang intermembrane, membran njero, lan matriks, sing kalebu enzim, DNA, ribosom, lan metabolit. Membran njaba, kaya membran sel, ngemot dwilapis fosfolipid kanthi campuran fosfolipid lan protein. Ora mungkin struktur kompleks kasebut bisa muncul kanthi spontan liwat proses acak, amarga membran sel, DNA, lan protein ora bisa dibentuk kanthi spontan. Mitokondria duwe DNA dhewe, beda karo DNA nuklir, nanging kudu koordinasi karo génom nuklir supaya bisa mlaku kanthi bener. Integrasi DNA mitokondria menyang jaringan regulasi lan metabolisme sel host menehi tantangan sing signifikan.

Nukleus ing sel eukariotik kasusun saka membran inti, nukleolus, lan kromosom lapisan ganda, sing ngemot materi genetik sel, kalebu DNA, RNA, lan protein sing ana gandhengane. Asal saka inti ing sel eukariotik malah luwih tantangan kanggo nerangake. Ayo miwiti kanthi ngrembug babagan sing paling gampang: membran nuklir. Asal saka membran nuklir ing sel eukariotik minangka subyek debat ilmiah sing signifikan. Sawetara hipotesis, kalebu hipotesis invaginasi membran (lempitan njero), hipotesis asal virus, lan hipotesis transfer gen, wis diusulake kanggo nerangake kepiye struktur kompleks iki bisa kedadeyan.

Hipotesis invaginasi membran nyatakake yen membran nuklir asale saka invaginasi membran sel saka sel prokariotik leluhur. Nanging, hipotesis iki gagal njlentrehake bedane antarane membran sel lan membran nuklir. Membran sel kasusun saka dwilapis fosfolipid tunggal, dene membran inti kasusun saka rong dwilapis fosfolipid - membran njero lan membran njaba. Kajaba iku, membran nuklir ngandhut kompleks pori nuklir sing ora bisa ditemokake ing membran sel. Salajengipun, komposisi protein ing membran sel lan membran nuklir beda.

Hipotesis asal virus nyatakake yen virus sing nginfèksi sel primitif bisa nyumbang kanggo materi genetik utawa komponen struktural sing pungkasané nyebabake pangembangan amplop nuklir. Interaksi antarane membran sel virus lan inang bisa nggawe struktur protèktif ing saubengé DNA. Senajan virus dikenal kanggo pengaruh struktur sel inang, bukti konkrit ngubungake virus menyang asal saka membran

nuklir diwatesi.

Hipotesis transfer gen nyatake yen campuran lan transfer gen antarane prokariota beda-beda bisa nggawe genom gedhe lan kompleks sing mbutuhake kompartemen protèktif. Membran nuklir bakal berkembang kanggo ngindhungi lan ngatur materi genetik sing kompleks iki. Hipotesis iki ngadhepi akeh masalah amarga ora ana bukti langsung, ora bisa nerangake carane struktur kompleks lan terorganisir saka membran ganda lan kompleks pori nuklir bisa muncul mung saka transfer lan integrasi gen, lan gagal menehi dalan sing jelas babagan carane gen sing ditransfer bakal diintegrasi lan diekspresikake kanthi cara sing nyebabake pangembangan membran nuklir.

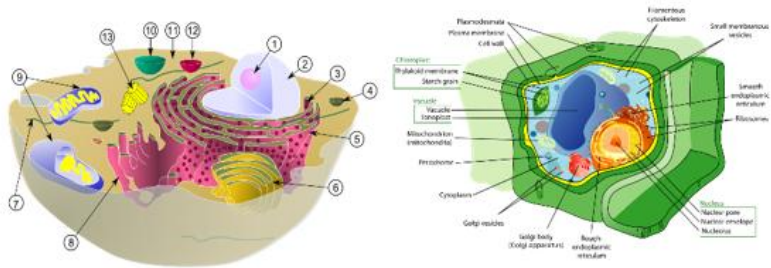
Struktur nukleolus lan kromosom luwih rumit tinimbang membran nuklir, dadi angel mbayangno manawa bisa kedadeyan saka kedadeyan acak. Salajengipun, angel mangertos kepiye komponen kasebut dilebokake ing membran. Nukleoli lan kromosom ngemot informasi genetik organisme urip, kalebu cetak biru kanggo mbentuk RNA, protein, DNA, organel seluler, lan jaringan lan organ makhluk urip. Kasunyatan manawa cetak biru kanggo mbangun urip wis diprediksi lan wis ana ing inti ing tahap sel eukariotik, sanajan sadurunge pembentukan urip, ora bisa diterangake kanthi cukup dening teori evolusi. Nanging, iki minangka bukti sing jelas babagan rancangan urip sing cerdas.

Ing ringkesan, desain cerdas kanthi alami bisa nerangake asal-usul sel eukariotik, dene teori evolusi ora duwe panjelasan sing jelas babagan asal-usule.

vii . Lokalisasi organel

Sèl kasusun saka macem-macem organel, kalebu nukleus, mitokondria, retikulum endoplasma, aparat Golgi, lisosom, lan organel liyane, kabeh bisa bebarengan kanggo njaga fungsi seluler lan homeostasis. Lokalisasi organel sel minangka proses sing diatur lan dinamis banget sing njamin organel dipanggonke kanthi optimal ing sel kanggo njaga fungsi seluler sing efisien. Pelokalan sing tepat penting

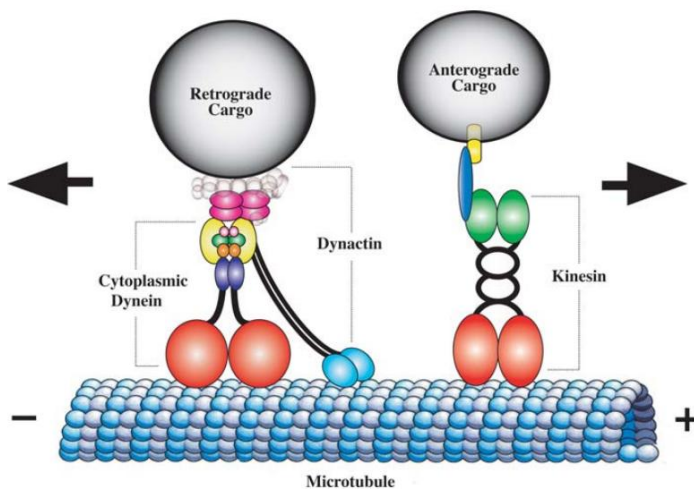
kanggo kesehatan sel lan nduweni peran penting kanggo adaptasi karo owah-owahan kondisi seluler lan lingkungan. Siji bisa uga mikir kepiye organel kasebut nemokake lokasi sing optimal, amarga dheweke ora bisa mikir dhewe.



Gambar 3.4. Struktur Sel Hewan lan Sel Tumbuhan

Pemeriksaan rinci babagan proses lokalisasi organel nuduhake mekanisme sing tepat banget lan rumit sing ora bisa disebabake kanthi acak. Proses iki kalebu interaksi kompleks sitoskeleton, protein motor, perdagangan membran, protein jangkar, perancah, pangaturan dinamis, lan komunikasi antar organel.

Sitoskeleton nduweni peran penting ing lokalisasi organel. Nyedhiyakake dhukungan struktural, nggampangake gerakan, lan njamin posisi organel sing tepat. Sitoskeleton kasusun saka telung jinis filamen utama: mikrotubulus, filamen aktin, lan filamen penengah, saben-saben menehi kontribusi unik kanggo lokalisasi organel.



Gambar 3.5. Diagram skematis mikrotubulus lan protein motor

Microtubulus minangka tabung dawa lan berongga sing digawe saka protein tubulin. Padha mbentuk jaringan sing ngluwahi saka pusat pangatur microtubule (centrosome) menyang pinggir sel. Microtubulus dadi trek kanggo protein motor kayata kinesin lan dynein. Kinesin mindhah organel menyang mburi plus microtubule, biasane menyang pinggir sel, nalika dynein mindhah menyang mburi minus, biasane menyang tengah sel. Microtubulus mbantu posisi organel kayata aparat Golgi, sing biasane dumunung ing cedhak centrosome, lan mitokondria, sing disebar ing saindhenging sel nanging bisa diangkut ing sadawane mikrotubulus menyang wilayah sing mbutuhake energi dhuwur.

Filamen aktin, uga dikenal minangka mikrofilamen, yaiku serat tipis lan fleksibel sing digawe saka protein aktin. Padha klempakan mung ing ngisor membran plasma lan mbentuk jaringan padhet ing saindhenging sitoplasma. Filamen aktin nggampangake streaming sitoplasma, proses sing mbantu nyebarake organel lan nutrisi ing saindhenging sel. Protein motor myosin berinteraksi karo filamen aktin kanggo ngeterake vesikel, endosom, lan organel cilik liyane ing sadawane jaringan aktin. Filamen aktin mbantu njaga wangun sel lan melu gerakan sel, sing ora langsung

mengaruhi posisi organel.

Filamen intermediate yaiku serat kaya tali sing digawe saka macem-macem protein (kayata keratin, vimentin, lan lamin) gumantung saka jinis sel. Padha nyedhiyakake kekuatan mekanik lan dhukungan struktural. Filamen penengah mbantu nyetabilake posisi organel kayata nukleus kanthi nancepake ing sitoplasma. Padha njaga integritas sakabèhé saka sitoskeleton, mesthekake yen komponen liyane kaya microtubulus lan filamen aktin bisa dienggo kanthi efektif ing lokalisasi organel.

Jinis filamen sitoskeletal sing beda-beda asring kerja bareng kanggo posisi organel kanthi akurat. Contone, mikrotubulus lan filamen aktin koordinasi kanggo njamin distribusi lan gerakan vesikel lan organel sing tepat. Sitoskeleton dinamis banget, terus-terusan remodeling kanggo adaptasi karo kabutuhan sel. Fleksibilitas iki ngidini repositioning organel kanthi cepet kanggo nanggapi sinyal seluler utawa owah-owahan ing lingkungan.

Perdagangan membran minangka proses transportasi protein, lipid, lan molekul liyane ing sel, kanggo mesthekake yen komponen seluler tekan tujuan sing bener. Iki kalebu tunas vesikel saka membran donor, transportasi liwat sitoplasma, lan fusi karo membran target. Organel kunci sing melu perdagangan membran kalebu retikulum endoplasma, aparat Golgi, lan macem-macem jinis vesikel kaya endosom lan lisosom. Proses kasebut penting kanggo njaga organisasi seluler, nggampangake komunikasi antarane organel, lan ngidini sel nanggapi sinyal internal lan eksternal kanthi efisien.

Jalur sinyal nuntun gerakan lan posisi organel ing sel. Jalur kasebut kalebu transmisi sinyal kimia sing menehi isyarat spasial, supaya organel diarahake menyang lokasi sing cocog. Reseptor ing permukaan organel lan ing sitoplasma berinteraksi karo molekul sinyal kanggo nggampangake proses iki. Contone, GTPase cilik kaya protein Rab minangka regulator utama sing ngontrol perdagangan vesikel lan posisi organel kanthi interaksi karo protein efektor tartamtu. Jalur tandha iki mesthekake yen proses seluler dikoordinasi lan organel diposisikan

kanthi dinamis kanggo nanggepi kabutuhan seluler lan kahanan lingkungan sing owah.

Protein jangkar lan scaffolds nduweni peran penting ing lokalisasi sel kanthi mesthekake yen organel diposisikan kanthi tepat ing njero sel. Protein jangkar nyambungake organel menyang situs tartamtu ing sitoplasma, nyetabilake lan nyegah pamindahane. Contone, mitokondria bisa disambungake menyang retikulum endoplasma liwat mekanisme anchoring tartamtu, nggampangake transfer energi sing efisien lan koordinasi metabolisme. Protein scaffold nyedhiyakake dhukungan struktural kanthi mbentuk kompleks sing nahan organel, njaga organisasi sakabèhé sel. Protein iki nggawe kerangka dinamis sing ngidini ngatur organel sing tepat, njamin fungsi seluler ditindakake kanthi efektif lan efisien.

Pangaturan dinamis ing lokalisasi sel nuduhake owah-owahan sing terus-terusan lan responsif ing posisi organel ing sel. Pangaturan kasebut penting kanggo njaga fungsi seluler lan kemampuan adaptasi. Sajrone macem-macem fase siklus sel, kayata mitosis, organel kaya inti lan reposisi mitokondria kanggo njamin divisi sel sing tepat. Kajaba iku, kanggo nanggepi rangsangan lingkungan, kayata kasedhiyan nutrisi utawa kahanan stres, organel bisa pindhah menyang wilayah sing paling dibutuhake fungsine. Relokasi dinamis iki difasilitasi dening sitoskeleton lan protéin motor, saéngga sel bisa njaga homeostasis lan kanthi efisien nanggapi owah-owahan kondisi internal lan eksternal.

Komunikasi antar-organel njamin koordinasi lan efisiensi fungsi seluler. Komunikasi iki dumadi liwat situs kontak langsung lan transportasi vesikular. Situs kontak, kayata membran terkait mitokondria (MAM) ing antarane mitokondria lan retikulum endoplasma, nggampangake transfer lipid, kalsium, lan molekul liyane, njamin aktivitas sing disinkronake ing antarane organel. Transpor vesikular kalebu tunas lan fusi vesikel, sing nggawa protein lan lipid ing antarane organel, njaga integrasi fungsional. Komunikasi antar organel sing efektif penting kanggo proses kayata metabolisme, sinyal, lan respon stres, sing nyumbang kanggo homeostasis sakabèhé sel.

Kaya sing kasebut ing ndhuwur, mekanisme sing ana ing lokalisasi organel banget diatur lan rumit. Evolusi langkah-langkah saka sistem sing dikoordinasi kanthi ruwet liwat mutasi acak lan seleksi alam pancen ora mungkin amarga alasan ing ngisor iki .

Ora ana bukti langsung babagan tahap penengah ing evolusi mekanisme lokalisasi organel. Cathetan fosil lan studi molekuler ora njupuk wujud transisi sing bakal nggambarake evolusi bertahap saka sistem canggih kasebut. Kerumitan lokalisasi organel lan koordinasi ing sel nyebabake tantangan kanggo panjelasan evolusi amarga organisasi seluler nuduhake 'kerumitan sing ora bisa dikurangi,' ing ngendi ngilangi bagean apa wae bakal ndadekake sistem kasebut ora bisa digunakake. Teori evolusi nerangake kerumitan liwat modifikasi bertahap, nanging struktur seluler lan lokalisasi sing tepat ora nduweni tahap penengah sing bisa ditindakake.

Lokalisasi organel gumantung saka interaksi rumit karo sitoskeleton, protein motor, jalur sinyal, lan komponen seluler liyane. Interdependensi iki nuwuhake pitakonan babagan carane sistem kasebut bisa berkembang kanthi bertahap. Pancen angel kanggo nerangake kepiye organel lan sistem sing tanggung jawab kanggo lokalisasi bisa berkembang bebarengan tanpa siji sing bisa digunakake kanthi lengkap.

Asal lan évolusi protéin motor kaya kinesin, dynein, lan myosin, uga unsur sitoskeletal kaya mikrotubulus lan filamen aktin, ora dimangertèni kanthi lengkap. Protein lan struktur iki kudu ngalami évolusi fungsi lan interaksi sing spesifik, sing angel diterangake liwat owah-owahan tambahan. Évolusi jaringan pangaturan rumit sing ngontrol lokalisasi organel nyebabake tantangan sing signifikan. Jaringan kasebut kudu ngkoordinasi ekspresi lan aktivitas akeh gen, lan evolusi inkremental liwat mutasi acak angel diterangake.

Akeh komponen sing melu lokalisasi organel saling gumantung, tegese kudu bisa digunakake kanthi efektif kanggo menehi kauntungan sing selektif. Evolusi simultan saka macem-macem bagean sing sesambungan dadi masalah amarga sistem parsial ora bakal menehi

keuntungan sing cukup kanggo disenengi dening seleksi alam.

Proses lokalisasi lan pangopènan organel mbutuhake energi. Ora jelas kepiye sel awal bisa mbayar biaya metabolisme sing ana gandhengane karo sistem kompleks kasebut tanpa duwe mekanisme produksi energi lan manajemen sumber daya sing efisien.

vii i . Diferensiasi sel

Diferensiasi sel yaiku proses ing ngendi sel sing ora khusus berkembang dadi sel khusus kanthi struktur lan fungsi sing béda. Proses iki penting banget kanggo pangembangan, wutah, lan fungsi jaringan, organ, lan pungkasane, organisme multiselular. Diferensiasi biasane diwiwiti karo sel induk, yaiku sel sing ora bisa dibedakake sing bisa ngasilake macem-macem jinis sel. Sèl induk bisa pluripoten, bisa mbedakake meh kabeh jinis sel. Sajrone pangembangan, sel kasebut nampa sinyal sing nuntun dheweke dadi jinis sel tartamtu. Nalika sel stem mbedakake, dadi sel progenitor multipoten, sing nduweni komitmen kanggo ngasilake sawetara jinis sel sing winates. Sel progenitor luwih mbedakake dadi sel khusus. Diferensiasi sel minangka proses sing diatur lan dinamis sing didorong dening regulasi ekspresi gen, jalur transduksi sinyal, modifikasi epigenetik, gradien morfogen, lan interaksi karo sel liyane lan matriks ekstraselular.

Kabeh sel ing organisme ngemot DNA sing padha, nanging jinis sel sing beda nuduhake subset gen sing beda. Ekspresi gen selektif iki nyebabake diferensiasi. Protein sing dikenal minangka faktor transkripsi ngiket urutan DNA tartamtu kanggo ngatur transkripsi gen target. Faktor kasebut bisa ngaktifake utawa nyuda ekspresi gen, sing nyebabake produksi protein sing dibutuhake kanggo jinis sel tartamtu.

Sel nampa sinyal saka lingkungan, kayata faktor pertumbuhan, hormon, lan sitokin. Sinyal kasebut ikatan karo reseptor permukaan sel, miwiti jalur transduksi sinyal. Jalur transduksi sinyal kalebu kaskade acara intraselular, asring kalebu fosforilasi protein, sing pungkasane nyebabake owah-owahan ekspresi gen.

Modifikasi epigenetik kalebu metilasi DNA lan modifikasi histone.

Metilasi DNA nyuda ekspresi gen kanthi nambahake gugus metil ing DNA, biasane ing pulo CpG. Pola metilasi bisa diwarisake lan bisa ngunci identitas sel kanthi nyuda gen sing ora dibutuhake kanggo jinis sel tartamtu. Histones, protéin ing saubengé DNA tatu, bisa diowahi kanthi kimia (contone, asetilasi, metilasi). Modifikasi iki ngowahi struktur kromatin, nggawe DNA bisa diakses kanggo transkripsi.

Morphogens minangka molekul sinyal sing nyebar liwat jaringan lan mbentuk gradien konsentrasi. Sel nanggapi konsentrasi morfogen sing beda-beda kanthi ngaktifake jalur pangembangan sing beda-beda, sing nyebabake nasib sel sing beda-beda. Gradien morfogen penting banget ing perkembangan embrio kanggo pambentukan pola, nemtokake susunan spasial sel sing dibedakake.

Kontak langsung antarane sel bisa nyebabake diferensiasi. Protein sing kaiket membran ing siji sel interaksi karo protein reseptor ing sel sing jejir kanggo ngirim sinyal. Sèl mbebasake molekul-molekul sinyal sing mengaruhi sel-sel sing cedhak, sing mengaruhi diferensiasi.

Matriks ekstraselular (ECM), sing kasusun saka protein lan polisakarida, nyedhiyakake dhukungan struktural lan sinyal biokimia menyang sel. Integrin lan molekul adhesi liyane mediasi lampiran sel menyang ECM, mengaruhi wangun sel, migrasi, lan diferensiasi.

Mekanisme umpan balik positif lan negatif ngontrol kemajuan diferensiasi. Umpan balik positif nuduhake yen sel sing dibedakake bisa ngasilake sinyal sing nguatake identitas, njamin jinis sel sing stabil. Mekanisme umpan balik negatif mbatesi sinyal diferensiasi, nyegah overdiferensiasi lan njaga kumpulan sel sing ora dibedakake.

Kaya sing diterangake, diferensiasi sel kalebu seri acara sing rumit lan terkoordinasi, kalebu regulasi gen sing tepat, transduksi sinyal, lan modifikasi epigenetik. Kerumitan kasebut angel diterangake kanthi mutasi bertahap, acak lan seleksi alam mung. Proses kasebut mbutuhake integrasi akeh sistem seluler, kayata faktor transkripsi, jalur sinyal, lan sitoskeleton. Évolusi simultan saka sistem sing saling gumantung iki nyebabake tantangan sing signifikan tumrap teori evolusi. Kajaba iku, asal saka sel induk pluripoten ora bisa diterangake

kanthi mekanisme evolusi.

Peran modifikasi epigenetik, kayata metilasi DNA lan modifikasi histone, penting banget ing diferensiasi. Asal-usul mekanisme canggih iki ora diterangake kanthi apik dening teori evolusi, amarga mbutuhake presisi lan koordinasi sing dhuwur. Heritability saka tandha epigenetik nambah lapisan liyane kerumitan. Mekanisme kanggo netepake, njaga, lan diwarisake tandha-tandha kasebut rumit lan mbutuhake panjelasan sing rinci.

Pembentukan lan interpretasi gradien morphogen penting kanggo pambentukan pola sajrone pangembangan. Gradien konsentrasi sing tepat lan kemampuan sel kanggo napsirake sinyal kasebut kanthi akurat nuduhake desain sing cerdas tinimbang mutasi acak. Konsep informasi posisi, ing ngendi sel nemtokake lokasi lan mbedakake, mbutuhake sistem komunikasi sing canggih. Asal-usul evolusi sistem kasebut ora dingerteni kanthi jelas.

Jaringan regulasi faktor transkripsi sing ngontrol ekspresi gen sajrone diferensiasi kompleks banget. Évolusi tambahan saka jaringan iki ora duwe dhukungan empiris, amarga perlu kanggo owah-owahan sing terkoordinasi ing pirang-pirang gen. Mutasi ing faktor transkripsi utama bisa duwe efek sing nyebar lan ngrusak, saengga angel mbayangake kepiye mutasi sing migunani bisa diklumpukake kanthi bertahap kanggo mbentuk jaringan pangaturan fungsional.

ix. Pembentukan Jaringan lan Organ

Pembentukan jaringan (histogenesis) yaiku proses ing ngendi sel sing dibedakake dadi jaringan tartamtu sajrone perkembangan embrio.

Proses iki nyakup spesialisasi sel induk dadi macem-macem jinis sel, kayata sel otot, sel saraf, lan sel epitelium, saben duwe fungsi sing beda. Sawise sèl mbedakake, padha miwiti kanggo ngatur dhewe dadi struktur Komplek sing mbentuk jaringan dhasar awak. Jaringan kasebut kalebu jaringan epitelium, ikat, otot, lan saraf, saben-saben nyumbang kanggo struktur lan fungsi sakabèhé organ.

Jalur komunikasi lan sinyal seluler nduweni peran penting kanggo

nuntun sel menyang lokasi sing bener lan njamin interaksi sing tepat. Histogenesis diatur kanthi ketat, amarga kesalahan ing organisasi sel bisa nyebabake kelainan perkembangan utawa penyakit. Sadawane proses iki, sel-sel adhep-adhepan, migrasi menyang wilayah tartamtu, lan ngalami owah-owahan morfologis kanggo mbentuk struktur jaringan fungsional. Rampung histogenesis nyebabake pembentukan jaringan sing wis dikembangake kanthi lengkap sing bisa nindakake fungsi khusus. Proses iki minangka dhasar kanggo pangembangan organ sing tepat lan organisasi sakabèhé awak.

Pembentukan organ (organogenesis) ngetutake histogenesis, ing ngendi jaringan diatur dadi unit fungsional. Sajrone organogenesis, telung lapisan kuman - ektoderm, mesoderm, lan endoderm - berinteraksi lan mbedakake luwih akeh kanggo mbentuk organ tartamtu. Ektoderm utamane mbentuk organ kaya otak lan sumsum tulang belakang, dene mesoderm ngasilake jantung, ginjal, lan otot balung. Endoderm mbentuk struktur internal kaya paru-paru lan ati.

Organogenesis kalebu jalur sinyal sing kompleks lan regulasi genetik kanggo njamin organ berkembang ing lokasi sing bener lan kanthi fungsi sing tepat. Sajrone organogenesis, sel migrasi, proliferasi, lan ngalami apoptosis yen perlu kanggo mbentuk organ sing berkembang. Jalur sinyal Notch penting banget kanggo nemtokake nasib sel lan njaga keseimbangan antarane proliferasi lan diferensiasi sel. Wnt signaling nyumbang kanggo pola lan morfogenesis organ, mesthekake yen jaringan berkembang ing lokasi lan proporsi sing bener. Gangguan ing sinyal kasebut bisa nyebabake cacat bawaan utawa pangembangan organ sing ora normal. Proses iki penting kanggo netepake anatomi lan fisiologi sakabehe awak.

Nalika organ berkembang, macem-macam jinis jaringan gabung lan fungsi bebarengan. Umpamane, organ kaya jantung kasusun saka jaringan otot, jaringan ikat, lan jaringan saraf, sing kabeh penting kanggo fungsine. Pangembangan organ kasebut dipandu dening jalur sinyal kompleks sing njamin sel-sel migrasi menyang lokasi sing bener, mbedakake kanthi tepat, lan mbentuk struktur sing bener.

Teori evolusi sing njelasake pembentukan jaringan lan organ ngadhepi tantangan sing signifikan . Kompleksitas jaringan lan organ gedhe banget kanggo dijlentrehake kanthi bertahap, proses evolusi langkah-langkah. Akeh jaringan lan organ nuduhake 'kerumitan sing ora bisa dikurangi,' tegese kalebu macem-macam bagean sing saling gumantung sing ora bisa digunakake yen ana bagean sing ilang. Struktur kompleks kasebut ora bisa berkembang kanthi bertahap, amarga ora bisa digunakake ing tahap menengah.

Teori evolusi nedahake yen struktur anyar, kayata jaringan lan organ, muncul liwat modifikasi bertahap saka struktur sing ana. Nanging, iki ora cukup nerangake asal-usul struktur anyar sing ora ana prekursor sing katon. Contone, pangembangan organ kompleks kaya otak utawa sistem kekebalan katon angel diterangake liwat owah-owahan cilik lan tambahan.

Informasi genetik sing dibutuhake kanggo mbangun lan ngatur jaringan lan organ akeh banget lan spesifik, lan ora mungkin informasi rinci kasebut muncul liwat mutasi acak.

E faktor pigenetik, sing mengaruhi ekspresi gen tanpa ngganti urutan DNA, nduweni peran penting ing perkembangan jaringan lan organ. Teori evolusi, sing utamane nandheske mutasi genetis, ora kanthi lengkap nyatakake kerumitan sing ditambahake dening regulasi epigenetik. Iki uga kurang kanggo njlentrehake kepiye sistem biologi sing kompleks (sing kalebu macem-macam jaringan lan organ sing sesambungan) bisa berkembang kanthi mandiri lan mengko bisa digabung dadi siji organisme.

x. Pembentukan Organisme Multiselular

Sawise organ individu dibentuk, kudu digabungake dadi organisme sing kohesif lan berfungsi. Integrasi iki digayuh liwat organisasi spasial organ ing awak, ing ngendi saben organ manggoni lokasi tartamtu sing ngidini kanggo sesambungan karo organ lan sistem liyane. Contone, sistem sirkulasi, sing kalebu jantung lan pembuluh getih, kudu disambungake kanthi bener menyang sistem liyane kayata sistem

pernapasan lan pencernaan kanggo ndhukung urip.

Sajrone proses iki, sel-sel ing jaringan lan organ terus khusus lan adaptasi karo perane, proses sing dikenal minangka diferensiasi fungsional. Iki njamin saben bagean saka organisme nindakake fungsi sing ditemtokake kanthi efektif. Koordinasi lan interaksi antarane organ lan sistem sing beda-beda penting kanggo njaga kesehatan lan fungsi sakabehe organisme multiselular, supaya bisa urip, tuwuh, lan ngasilake. Panjelasan evolusi babagan pembentukan organisme multiselular saka organ kalebu ngatasi sawetara tantangan lan kerumitan utama :

Pembentukan organisme multiselular saka organ mbutuhake tingkat integrasi lan koordinasi sing luar biasa ing antarane macem-macem sistem. Proses evolusi sing bisa nyebabake pangembangan simultan lan fungsi lancar saka macem-macem sistem organ angel diterangake.

Organ lan sistem ing organisme multiselular gumantung banget, tegese fungsi siji sistem asring gumantung marang fungsi liyane sing bener. Panjelasan evolusi kudu nyathet pangembangan simultan saka organ lan sistem sing beda-beda, saben-saben nduweni fungsi lan interdependensi tartamtu, lan nerangake carane sistem kompleks kasebut berkembang kanthi cara sing terkoordinasi, langkah-langkah. Wangun penengah kanthi sistem sing dikembangake sebagian ora bakal menehi kaluwihan sing cukup kanggo disenengi dening seleksi alam.

Ana kekurangan wujud transisi sing cetha ing rekaman fosil sing nggambarake evolusi bertahap organisme multiselular sing prasaja dadi organisme komplèks kanthi organ sing wis kawangun kanthi lengkap. Longkangan iki ndadekake angel nglacak jalur evolusi sing nyebabake pangembangan struktur kompleks kasebut.

Koordinasi sing tepat saka ekspresi gen lan jalur perkembangan sing dibutuhake kanggo pambentukan lan integrasi organ menehi tantangan sing signifikan. Kesalahan cilik ing proses kasebut bisa nyebabake gangguan perkembangan, nuwuhake pitakonan babagan carane sistem sing alus kasebut bisa berkembang kanthi bertahap.

Pangembangan organisme multiselular sing kompleks mbutuhake mekanisme sing kuat kanggo nangani kesalahan lan variasi. Panjelasan evolusi kudu nyathet kepiye sistem penanganan kesalahan iki berkembang lan kepiye njamin stabilitas lan kasetyan pembentukan lan fungsi organ.

b. Apa Evolusi Bisa Nerangake Asal-Usul Urip?

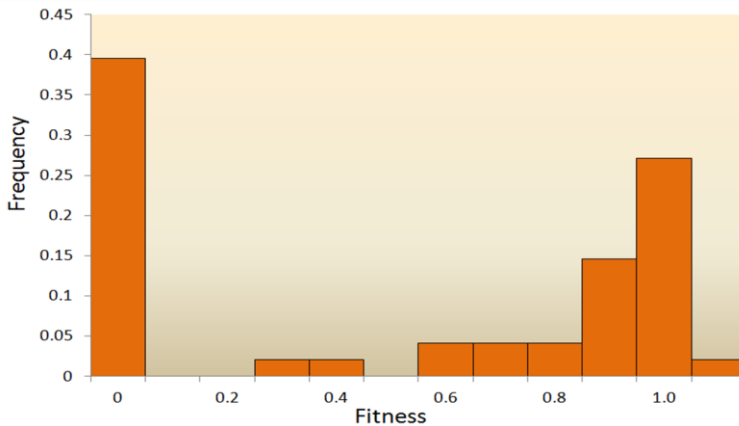
Ing bagean sadurunge, kita ngrembug asal-usul urip, nglacak kemajuan saka pambentukan asam amino, RNA, protein, DNA, sel prokariotik, sel eukariotik, jaringan, lan organ, sing pungkasané ndadékaké organisme multiselular. Proses iki ora bisa dipungkiri maju kanthi cara sing diarahake lan dituntun menyang tujuan tunggal - pembentukan organisme urip.

Iki nuwuhake pitakonan penting: Apa evolusi, sing lumaku liwat proses sing ora diarahake lan acak, bisa njlentrehake perkembangan sing rumit iki lan asal-usul urip? Ilmuwan evolusi wis ngusulake macem-macem teori kanggo ngatasi pitakonan iki. Teori utama evolusi kalebu seleksi alam, mutasi, drift genetik, lan transfer gen horisontal. Ayo padha ndeleng ringkes saben teori kasebut.

Seleksi alam minangka proses ing ngendi individu sing nduweni sipat sing nguntungake bisa urip lan ngasilake luwih sukses, sing ndadekake sipat kasebut dadi umum ing populasi liwat generasi. Seleksi alam ngoperasikake variasi sing ana ing organisme urip. Mangkono, asal-usul urip lan pambentukan pamblokiran dhasar (asam amino, RNA, protein, DNA) lan struktur (sel, jaringan, organ, lan organisme multiselular) mbutuhake panjelasan ngluwihi seleksi alam, amarga proses kasebut ora nduweni prasyarat sing dibutuhake (replikasi lan fungsionalitas) kanggo pilihan kanggo tumindak.

Mutasi minangka owah-owahan acak ing DNA organisme sing bisa ngenalake variasi genetik, kadhangkala nyebabake sipat utawa adaptasi anyar. Mutasi ngadhepi tantangan amarga umume mutasi mbebayani utawa netral tinimbang nguntungake, saengga mutasi sing mupangati ora bisa kedadeyan cukup kerep kanggo nyebabake owah-

owahan evolusi sing signifikan. Contone, panaliten babagan distribusi efek fitness (DFE) mutasi acak ing virus stomatitis vesikular nggambarake masalah iki. Saka kabeh mutasi, 39,6% mati, 31,2% ora bisa nyebabake, lan 27,1% netral.



Gambar 3. 6 . Distribusi efek fitness

Yen nukleotida dilebokake utawa dibusak (nyebabake mutasi frameshift), utawa yen kodon stop digawe utawa dibusak kanthi mutasi, protéin non-fungsi bakal diprodhuksi. Iki minangka alesan utama, amarga amarga akeh asam amino ing protein organisme urip (contone, saka 20 nganti 33.000 ing protein manungsa), kemungkinan makroevolusi sing kedadeyan liwat mutasi acak kasebut ora mungkin (cf, Bagean 'd' ing Bab iki kanggo rincian liyane) . Kajaba iku, mutasi acak ora bisa nyatakake wiwitane urip saka prakara sing ora urip.

Drift genetik gumantung marang owah-owahan acak ing frekuensi alel, sing bisa uga ora cukup nerangake kerumitan adaptif sing diamati ing organisme. Penyimpangan genetik luwih jelas ing populasi cilik, nggawe pengaruhe kurang relevan ing populasi sing luwih gedhe ing ngendi akeh evolusi dumadi. Kajaba iku, ora duwe kekuwatan arah sing dibutuhake kanggo ngembangake struktur lan sistem sing diatur banget. Salajengipun, drift genetis boten saged ngasilaken informasi utawi fungsi ingkang enggal, saengga gagal njlentrehaken munculipun

sipat-sipat novel utawi asal-usul fitur biologis ingkang kompleks.

Transfer gen horisontal (HGT) yaiku transfer materi genetik antarane organisme sing ora ana hubungane, ora liwat warisan, sing nyumbang kanggo variasi genetik. HGT ngadhepi masalah nalika njlentrehake sipat kompleks ing organisme multiseluler amarga peran HGT diwatesi utamane kanggo prokariota, kanthi pengaruh sing kurang ing organisme sing luwih dhuwur. Integrasi gen asing menyang genom host asring mbutuhake mekanisme pangaturan sing tepat, sing ora mungkin berkembang bebarengan. Kajaba iku, HGT bisa nyebabake ketidakstabilan genetik, sing bisa nyebabake mutasi sing mbebayani. Sifat acak saka akuisisi gen liwat HGT uga nuwuhake pitakonan babagan kemampuan kanggo ngasilake adaptasi sing terkoordinasi lan fungsional. HGT ora njlentrehake asal-usul gen anyar, nanging transfer gen sing wis ana, gagal ngatasi sifat - sifat novel.

Tabel ing ngisor iki ngringkes aplikasi teori evolusi kanggo biogenesis lan proses genetik.

Teori evolusi	Apa bisa nerangake biogenesis?	Apa bisa nerangake pembentukan RNA, protein, DNA?	Adaptasi genetik, dudu evolusi?*
Seleksi alam	Ora	Ora	ya wis
Mutasi	Ora	Ora	ya wis
Penyimpangan genetik	Ora	Ora	ya wis
HGT	Ora	Ora	N/A

Tabel 3.2. Teori evolusi: aplikasi kanggo biogenesis lan genetika (*: deleng bagean sabanjure kanggo adaptasi genetik)

Kaya sing dituduhake ing tabel kasebut, teori evolusi utama gagal nerangake asal-usul urip ing Bumi lan mekanisme ing mburi pembentukan komponen biologis dhasar kayata RNA, protein, lan DNA. Iki nuduhake yen model evolusi sing ditrapake kanggo sel, jaringan,

organ, lan wujud urip sing ana ora minangka panjelasan sing bener kanggo asal-usul utawa evolusi urip dhewe. Tinimbang ngarahake munculé urip saka materi sing ora urip, téori iki mung njlèntrèhaké carane urip berkembang nalika blok bangunan penting - RNA, protein, lan DNA - wis ana, kaya rinci babagan proses perakitan mobil utawa pambangunan bangunan tanpa nerangake carane bahan mentah lan bagean kasebut ana.

Teori evolusi sing ditrapake kanggo organisme urip utamane nggambarake proses genetis lan biokimia sing bisa adaptasi karo lingkungan sing ganti. Nanging, adaptasi lan prilaku iki ora anyar digawe dening evolusi nanging wis dikode ing informasi genetis . Amarga watesan kasebut, teori evolusi bakal luwih akurat diarani ' Teori adaptasi Genetik ' (pirsani bagean sabanjure), amarga padha utamane ngatasi cara organisme nyetel tekanan lingkungan liwat mekanisme genetis sing wis ana.

Senadyan watesan kritis iki, teori evolusi wis dipromosikan banget, nggawe misconceptions nyebar. Saiki akeh wong sing salah percaya yen bisa nerangake transisi saka materi sing ora urip menyang organisme urip lan pangembangan bentuk urip sing kompleks.

Kanggo mbangun bangunan, kita butuh cetak biru, bahan konstruksi, lan pondasi sing kuat kanggo miwiti. Teori evolusi padha karo nyoba mbangun bangunan tanpa cithak biru (directionality), bahan konstruksi (RNA, protein, DNA), lan pondasi (asal wiwitan urip). Tanpa iki, bangunan ora bisa dibangun.

Kaya sing kita ngerteni manawa cetak biru bangunan dirancang dening arsitek, kita uga kudu ngakoni manawa kabeh organisme urip dirancang lan digawe dening Dhuh Allah, Sang Pencipta .

c. Teori Darwin : Teori Evolusi utawa Teori Adaptasi Genetik ?

Évolusi sacara umum dikategorikaké dadi rong jinis: mikroevolusi lan makroevolusi. Mikroevolusi nuduhake owah-owahan skala cilik sajrone spesies sajrone wektu . Owah-owahan kasebut bisa diamati sajrone wektu sing cendhak lan asring adaptasi karo lingkungan. Makroevolusi ,

ing tangan liyane, kalebu owah-owahan gedhe-gedhe sing dumadi liwat periode geologi dawa, anjog kanggo tatanan spesies anyar lan klompok taksonomi luwih jembar.

Ahli biologi evolusi ngusulake yen mekanisme utama kanggo makroevolusi yaiku akumulasi akeh owah-owahan mikroevolusi saka wektu. Wong setuju yen ana bukti mikroevolusi, nanging ora ana bukti makroevolusi. Yen Darwinisme diarani teori evolusi, mesthine nuduhake bukti makroevolusi. Bukti makroevolusi sing paling ngiyakinake yaiku anane spesies transisi. Bab 6 (Kasulitan kanggo Teori) saka buku Darwin 'On the Origin of Species', ditulis: 'Yagene, yen spesies wis turunan saka spesies liya kanthi lulusan sing apik banget, apa ora ana ing endi wae ndeleng wujud transisi sing ora kaetung ? ' . Kurang bukti kanggo spesies transisi iki asring diarani minangka 'dilema Darwin.'

Fosil sing asring dicap minangka 'transisi' mung bisa dadi variasi ing spesies utawa wangun sing ora ana hubungane. Ambiguitas iki ndadekake angel kanggo nemtokake wangun transisi sing bener. Contone, Tiktaalik dianggep minangka fosil transisi lan dianggep minangka salah sawijining panemuan paling penting ing studi evolusi vertebrata. Nanging, kertas alam diterbitake dening Niedzwiedzki et al. ngungkapake jalur tetrapod sing dijaga kanthi apik sing sadurunge Tiktaalik kira-kira 18 yuta taun. Jalur trek sing ditemokake nuduhake yen tetrapoda sing wis dikembangake kanthi lengkap wis mlaku ing darat luwih awal tinimbang sing diyakini sadurunge d. Wiwit Tiktaalik tanggal udakara 375 yuta taun kepungkur, anané jalur tetrapoda sing luwih lawas nantang perané minangka wujud transisi langsung antarane iwak lan tetrapoda.

Yen ora ana bukti sing ngiyakinake kanggo spesies transisi, téyori Darwin salah jeneng lan kudu diarani téyori adaptasi genetik tinimbang téyori évolusi . Alesane ana hubungane karo siklus Milankovitch , sing mengaruhi pola iklim lan nduweni peran kanggo mbentuk adaptasi genetis saka wektu.

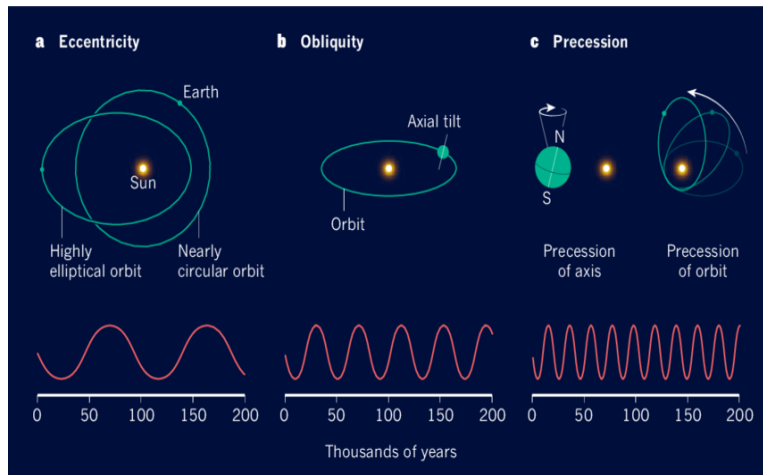
- **Siklus Milankovitch**

Eksentrisitas bumi fluktuasi saka meh bunder nganti luwih elips sajrone siklus 100.000 taun . Owah - owahan eksentrisitas mengaruhi pola iklim, nyumbang kanggo wektu glasial lan interglasial.

Miring aksial bumi (obliquity) beda-beda gumantung antarane 22,1 derajat lan 24,5 derajat liwat siklus 41.000 taun. Miring iki mengaruhi distribusi radiasi surya antarane khatulistiwa lan kutub, mengaruhi intensitas musim lan nduweni peran wigati ing pola iklim jangka panjang lan dinamika jaman es .

Presesi sumbu rotasi bumi kalebu owah-owahan bertahap ing orientasi sumbu sajrone siklus 26.000 taun. Goyangan iki njalari wektu mangsa owah-owahan relatif marang posisi bumi ing orbite. Mekanisme iki ngowahi intensitas lan wektu mangsa, nyebabake sistem iklim sakabèhé bumi.

Efek gabungan saka owah-owahan eksentrisitas, kemiringan aksial, lan presesi sumbu rotasi sacara kolektif dikenal minangka siklus Milankovitch. Siklus kasebut nyebabake owah-owahan iklim global jangka panjang. Gurun Sahara minangka conto sing apik babagan owah-owahan iklim. Sajrone wektu radiasi srengenge saya tambah, Sahara ngalami udan sing luwih akeh, ngowahi dadi lanskap ijo sing subur kanthi tlaga lan kali. Kosok baline, suda radiasi surya nyebabake kahanan garing, ngowahi wilayah kasebut dadi ara-ara samun sing katon saiki.

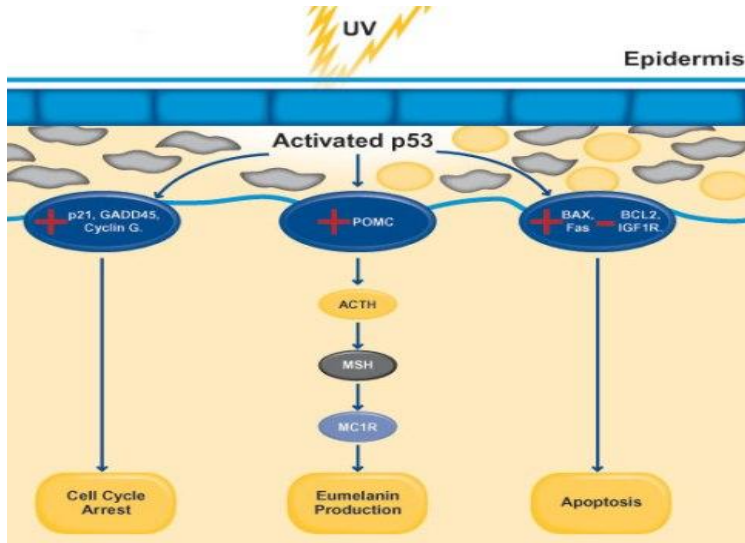


Gambar 3. 7 . Komponen saka siklus Milankovitch s

Nalika owah-owahan kasebut kedadeyan, kabeh organisme urip ing Bumi nyetel awak menyang lingkungan sing ganti liwat adaptasi genetik. Mekanisme sing luar biasa iki, sing dikode ing DNA, ngidini organisme bisa urip kanggo wektu sing suwe tanpa bakal punah. Nalika para evolusionis kanthi tradhisional nyebutake kemampuan adaptasi iki minangka 'evolusi', klasifikasi kasebut mblusukake; kudu luwih akurat lan ilmiah diterangake minangka 'adaptasi genetik'. Ayo kula nggambarake sawetara conto sing bisa ndhukung konsep 'teori adaptasi genetik.'

- **Adaptasi genetik kanggo radiasi UV**

Yen kulit manungsa kena sinar UV sing kuwat amarga owah-owahan iklim, mekanisme kompleks sing nglibatake pirang-pirang protein lan hormon nyebabake produksi melanin tambah akeh liwat aktivasi gen tartamtu.



Gambar 3. 8 . Mekanisme produksi melanin

Radiasi UV nyebabake karusakan DNA ing sel kulit. Kerusakan iki ngaktifake protein p53, sing dadi regulator penting saka respon sel kanggo stres lan karusakan. Protein p53 sing diaktifake minangka faktor transkripsi, ningkatake ekspresi macem-macem gen sing melu respon protèktif marang karusakan UV. P53 ngrangsang ekspresi gen pro-opiomelanocortin (POMC). POMC minangka polipeptida prekursor sing bisa dipérang dadi sawetara peptida cilik kanthi fungsi sing béda. POMC diproses dadi pirang-pirang peptida, kalebu hormon adrenokortikotropik (ACTH) lan hormon perangsang melanosit (MSH).

MSH ikatan karo reseptor melanocortin 1 (MC1R) ing permukaan melanosit, sel sing tanggung jawab kanggo ngasilake melanin. Ikatan MSH menyang MC1R ngaktifake reseptor, sing nyebabake kaskade sinyal ing njero melanosit. Aktivasi MC1R ndadékaké upregulation saka gen sing melu sintesis melanin. Melanosit ningkatake produksi melanin, pigmen sing nyerep lan nyirnakake radiasi UV, saéngga ngindhungi DNA sel kulit saka karusakan sing disebabake dening UV.

Melanin dibungkus dadi melanosom, sing banjur diangkut menyang keratinosit, jinis sel sing paling dominan ing lapisan njaba kulit. Melanin

mbentuk tutup protèktif ing inti keratinosit, kanthi efektif ng lindhungi DNA saka radiasi UV.

Iki minangka salah sawijining conto adaptasi gen kanggo nanggepi owah-owahan lingkungan sajrone wektu sing cendhak.

- **Genetik menyang Lingkungan Arktik**

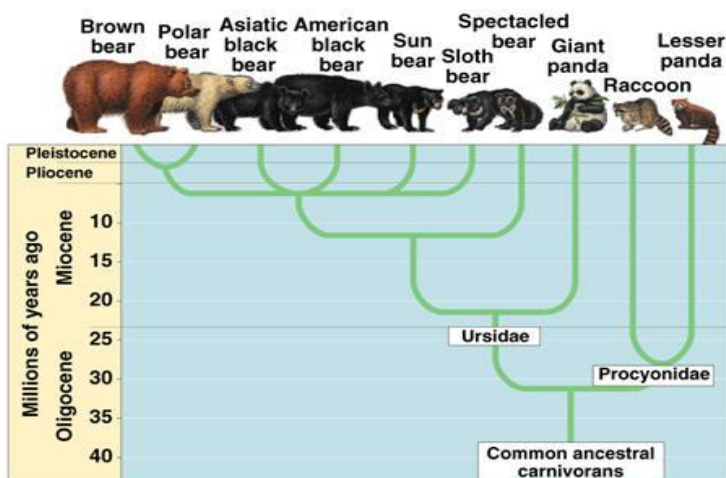
Inuit wis ngembangake adaptasi genetik sing ngidini dheweke bisa berkembang ing lingkungan Arktik sing atos. Adaptasi utama kalebu varian ing kluster gen asam lemak desaturase (FADS), sing ningkatake kemampuan kanggo ngmetabolisme asam lemak omega-3 lan omega-6 saka diet tradisional mamalia laut sing dhuwur lemak. Kajaba iku, owah-owahan genetik ing gen carnitine palmitoyltransferase 1A (CPT1A) nambah produksi energi saka lemak, sing penting kanggo njaga panas awak. Adaptasi kasebut nyuda risiko penyakit kardiovaskular sanajan diet dhuwur lemak. Kajaba iku, adaptasi ing gen sing ngatur aktivitas lemak coklat nambah thermogenesis, mbantu Inuit ngasilake panas lan njaga suhu awak ing kadhemen banget. Adaptasi genetik iki bebarengan ndhukung kaslametané ing kahanan cuaca sing adhem. Owah-owahan kasebut katon wiwit paling ora 20.000 taun kepungkur, nalika leluhur Inuit manggon ing saubengé Selat Bering antara Rusia lan Alaska. Iki minangka conto liyane adaptasi genetik menyang lingkungan sing ganti.



Gambar 3. 9 . Inuit sing gen diadaptasi menyang lingkungan sing adhem

- **Brown Bear menyang Polar Bear liwat Adaptasi Genetik**

Transisi saka bruwang coklat menyang bruwang kutub minangka conto adaptasi genetik sing didorong dening tekanan lingkungan. Kira-kira 400.000 taun kepungkur, populasi bruwang coklat dadi terisolasi ing Arktik, ing ngendi dheweke ngadhepi tantangan urip sing beda. Owah-owahan genetik sing menehi kaluwihan ing lingkungan sing atos lan es dipilih kanthi alami liwat wektu.



Gambar 3. 10 . Bruwang coklat lan bruwang kutub

Adaptasi kunci kalebu owah-owahan ing gen sing ana hubungane karo metabolisme lemak, kayata gen apolipoprotein B (APOB), sing ningkatake kemampuan kanggo ngolah diet dhuwur lemak saka asu laut, sumber panganan utama. Adaptasi ing gen kaya reseptor endothelin tipe B (EDNRB) lan ora ana ing melanoma 1 (AIM1) uga nyebabake pangembangan wulu putih, nyedhiyakake kamuflase marang salju lan es. Kajaba iku, owah-owahan genetis sing mengaruhi struktur balung lan morfologi anggota badan bruwang nambah kemampuan nglangi, sing penting kanggo mburu ing perairan Arktik.

Adaptasi genetik iki ngidini bruwang kutub bisa ngeksplotasi sumber

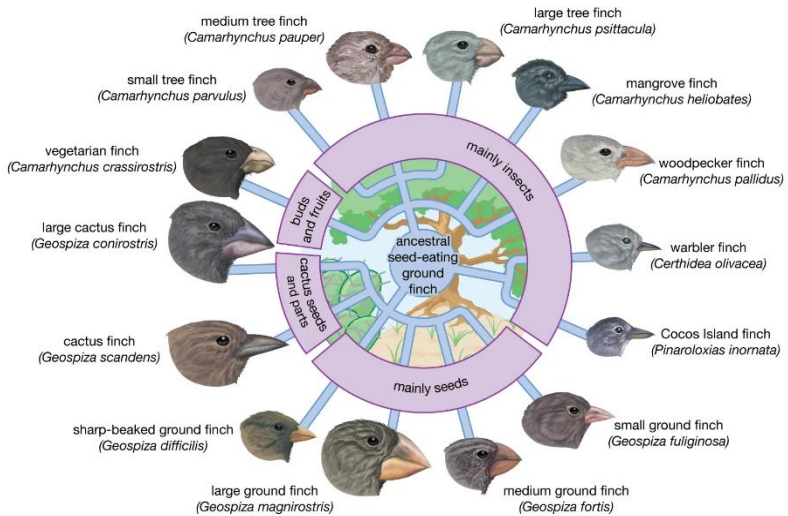
daya Arktik kanthi efisien, bisa urip ing kadhemen sing ekstrem, lan beda karo leluhur bruwang coklat. Wigati dicathet menawa sanajan owah-owahan genetik 400.000 taun, dheweke tetep dadi bruwang lan ora owah dadi spesies sing beda.

- **Owah-owahan cucuk ing Finches liwat Adaptasi Genetik**

Owah-owahan ukuran lan wujud cucuk ing manuk finch Darwin minangka conto klasik adaptasi genetik kanggo nanggapi tekanan lingkungan. Ing Kapuloan Galápagos, manuk finch wis ngowahi macem-macem bentuk cucuk kanggo ngeksploitasi sumber panganan sing beda. Ing mangsa kemarau, nalika wiji atos minangka sumber panganan utama, manuk finch kanthi cucuk sing luwih gedhe lan kuwat luwih cenderung duwe keuntungan selektif lan ngasilake. Kosok baline, nalika lingkungan pindhah menyang panganan sing luwih alus, manuk finch kanthi cucuk sing luwih cilik lan lincah duweni kauntungan sing selektif. Adaptasi kasebut minangka asil saka owah-owahan ing gen tartamtu, kayata gen *homeobox 1 (ALX1)* kaya *aristaless*, sing mengaruhi wangun cucuk, lan gen *AT-hook 2 (HMGA2)* kelompok mobilitas dhuwur, sing mengaruhi ukuran cucuk.

Owah-owahan ing lingkungan tumindak ing variasi genetik iki, ndadékaké kanggo bhinéka wangun cucuk cocog kanggo relung ekologis beda. Sajrone pirang-pirang generasi, adaptasi genetik iki ngidini manuk finch bisa ngeksploitasi sumber daya sing kasedhiya kanthi efisien, nuduhake kepiye owah-owahan genetika bisa nyebabake macem-macem bentuk lan ukuran cucuk kanggo nanggapi tantangan lingkungan. Finches wis urip ing Kapuloan Galápagos watara 2 yuta taun. Senadyan wektu iki dawa, manuk finch tetep lan ora owah dadi spesies sing beda (yaiku ora ana makroevolusi).

Adaptive radiation in Galapagos finches



© Encyclopædia Britannica, Inc.

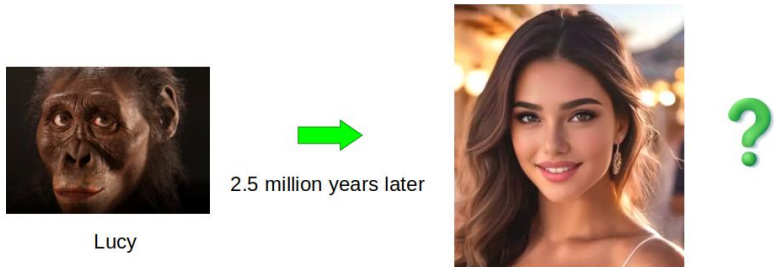
Gambar 3.1 1 . Beaks saka finch Galapagos

Pungkasane, 'teori evolusi' Darwin kudu diarani 'teori adaptasi genetik', amarga ora ana bukti sing ngyakinake babagan evolusi makro. Mikroevolusi nuduhake owah-owahan skala cilik ing frekuensi alel sajrone populasi sajrone wektu, dene adaptasi genetik kanthi khusus nggambarake owah-owahan sing ningkatake kemampuan organisme kanggo urip lan ngasilake ing lingkungane. Mulane, nalika ngrujuk marang owah-owahan sing ningkatake kaslametané, istilah 'adaptasi genetik' ora mung luwih cocok nanging uga akurat sacara ilmiah, ora kaya istilah 'evolusi' sing umum disalah gunakake.

d . Apa We E volve saka Apes?

Para antropolog nyaranake manawa evolusi manungsa diwiwiti saka Hominoidea sekitar 20,4 yuta taun kepungkur. Hominoidea diverifikasi dadi Hominidae lan Hylobatidae (owa). Hominidae banjur dipérang dadi Homininae lan Ponginae (orangutan). Homininae luwih diverifikasi dadi Hominini lan Gorillini (gorila). Hominini dibagi dadi Hominina

(Australopithecina) lan Panina (simpanse). Hominina pungkasané nyimpang dadi Australopithecus lan Ardipithecus. Manungsa ngalami évolusi saka Australopithecus udakara 2,5 yuta taun kepungkur liwat Homo habilis, Homo erectus, lan Homo sapiens .



Gambar 3.1 2 . Apa kita berkembang saka kera?

Ayo kita ngrembug apa manungsa bisa ngalami évolusi saka Australopithecus (kera) liwat owah-owahan genetik sajrone 2,5 yuta taun kepungkur. Peta genetik manungsa ana, nanging ora ana peta genetik kanggo Australopithecus. Lucy, Australopithecus sing paling misuwur, nduweni ukuran otak sing bisa dibandhingake karo simpanse modern. Mula, ayo anggep gen Australopithecus padha karo simpanse. Urutan DNA manungsa lan simpanse beda udakara 1,23% amarga polimorfisme nukleotida tunggal (SNP), yaiku owah-owahan pasangan basa tunggal ing urutan DNA. Nalika nimbang sisipan lan pambusakan (indels) pasangan basa ing génom, prabédan total mundhak. Indels minangka bagéan saka DNA sing ana ing siji spesies nanging ora ana ing liyane. Iki bisa nyebabake tambahan 3% prabédan ing génom. Sakabèhé, nalika manungsa lan simpanse nuduhake kira-kira 98-99% saka urutan DNA, sisa 1-2% beda, bebarengan karo variasi regulasi gen, nyathet prabédan fisik, kognitif, lan prilaku sing signifikan ing antarane rong spesies kasebut.

Dikenal manawa tingkat mutasi ing simpanse kira-kira 1 mutasi saben 100 yuta pasangan basa saben generasi, bisa dibandhingake karo tingkat mutasi ing manungsa. Yen kita nganggep yen siji generasi Australopithecus iku 25 taun, banjur 100.000 generasi bakal liwati ing

2,5 yuta taun. Sajrone periode iki, tingkat mutasi total bakal dadi 0,1% (100.000 / 100 yuta). Tingkat mutasi iki mung 10% saka prabédan genetis antarane manungsa lan simpanse. Dadi, ora mungkin Australopithecus bisa berkembang dadi manungsa sajrone 2,5 yuta taun. Perkiraan iki nganggep kabeh mutasi mupangati, sanajan mutasi paling mbebayani.

Argumentasi iki uga bisa diteliti kanthi nimbang owah-owahan kodon liwat mutasi genetik acak. Manungsa lan simpanse duwe kira-kira 20.000 nganti 25.000 gen pengkode protein. Amarga splicing alternatif lan modifikasi pasca-translasi, saben gen bisa ngasilake macem-macem varian protein, sing ngasilake kira-kira 80.000 nganti 100.000 protein fungsional sing unik. Jumlah asam amino ing protéin manungsa antara 20 nganti 33.000. Kanthi nganggep manawa 1% gen beda antarane manungsa lan simpanse, lan loro spesies kasebut duwe 20.000 gen pengkode protein kanthi rata-rata 100 asam amino saben protein, kita bakal ngarepake saben protein ing simpanse mbutuhake mutasi asam amino sing cocog karo pasangane manungsa.

Supaya mutasi kasebut dumadi ing DNA simpanse, kudu ngindhari kodon mutasi kanggo ngendhegake kodon (UAA, UAG, UGA) ing antarane 64 kodon sing bisa ditindakake amarga owah-owahan kasebut bakal nyebabake protéin non-fungsi. Kemungkinan kanggo nggayuh tingkat mutasi 1% iki ing 20.000 protein tanpa mutasi dadi kodon stop lan kodon simpanse dhewe yaiku $(60/64)^{20000} = 10^{-561}$. Sanajan tanpa nimbang mutasi frameshift (sisipan utawa pambusakan nukleotida), kemungkinan iki arang banget lan meh ora bisa kedadeyan kanthi acak. Argumentasi iki nuduhake yen owah-owahan makroevolusi, kayata transisi saka Australopithecus menyang manungsa, meh ora mungkin liwat mutasi acak.

e. Desain Cerdas

Desain cerdas, asring dianggep identik karo kreasionisme, yaiku téyori ilmiah manawa alam semesta lan organisme urip paling apik diterangake kanthi sabab sing cerdas tinimbang kanthi proses sing ora

diarahake kayata seleksi alam utawa proses acak. Kasus penting sing ana hubungane karo desain cerdas yaiku sidang pengadilan federal 2005 sing dianakake ing Dover, Pennsylvania, AS. Sidhang iki diwiwiti nalika wong tuwa ngajokake tuntutan hukum sing ngaku yen ngajar desain cerdas ing sekolah umum nglanggar Konstitusi. Wong tuwane negesake manawa desain cerdas pancen religius lan mulang ing sekolah umum nglanggar Klausula Pembentukan Konstitusi AS, sing mrentahake pamisahan gereja lan negara.

Sajrone uji coba, panyengkuyung desain cerdas lan evolusi nampilake argumen masing-masing. Tokoh penting sing makili desain cerdas yaiku ahli biokimia Michael Behe, sing negesake manawa struktur kompleks organisme urip ora bisa diterangake mung kanthi seleksi alam lan nyaranake kemungkinan fitur tartamtu dibentuk kanthi sabab sing cerdas.

Nanging, pengadilan nolak argumentasi Behe lan panyengkuyung liyane babagan desain cerdas, tinimbang nampa posisi para pendukung evolusi. Hakim mutusake yen mulang desain cerdas ora konstitusional, mula nganggep instruksi desain cerdas ing sekolah umum Dover ora sah.

Masalah utama babagan putusan iki dumunung ing panriman pengadilan sing ora kritis babagan argumen sing digawe dening pendukung evolusi lan makalah ilmiah sing ana gandhengane. Makalah-makalah kasebut kanthi implisit nganggep manawa urip muncul kanthi kebetulan, lan salah interpretasi adaptasi genetik menyang lingkungan minangka bukti evolusi. Nanging, kaya sing diringkes ing Tabel 3.2, teori evolusi mung ditrapake kanggo organisme urip sing ana lan ora bisa nerangake asal-usul urip. Kajaba iku, teori evolusi mung nggambarake prilaku gen sing wis dilebokake ing kode genetik. Nanging, pengadilan gagal nimbang fakta ilmiah kasebut ing keputusane, nyebabake keprihatinan sing signifikan babagan keadilan keputusan kasebut.

William Paley, filsuf abad kaping 18, minangka tokoh dhasar ing argumentasi iki, sing kondhang nggambarake kanthi analogi pembuat

jam. Paley mratelakake manawa kaya kerumitan jam tangan sing nggambarake desainer, uga kerumitan urip lan alam semesta. Sang Pencipta. Ide-ide dheweke nggawe dhasar kanggo teori desain cerdas modern. Konsep utama desain cerdas kalebu kerumitan tartamtu, kerumitan sing ora bisa dikurangi, lan penyetelan sing apik. Sawetara conto fine-tuning ditampilake ing Bab 1 lan 2. Saiki, ayo padha nliti kerumitan tartamtu lan kerumitan sing ora bisa dikurangi kanthi rinci.

i. Specified C kompleksitas

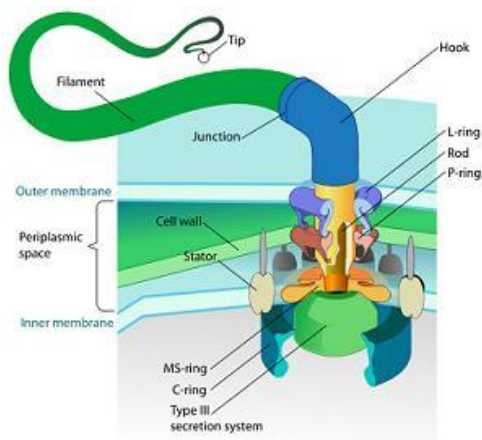
Kerumitan tartamtu, konsep kunci ing desain cerdas, negesake manawa pola tartamtu ing alam loro banget rumit lan disusun khusus kanggo ngrampungake fungsi tartamtu, nuduhake desain kanthi tujuan. Ora kaya kerumitan acak, kerumitan tartamtu ora mung rumit nanging uga diurutake kanthi cara sing entuk asil tartamtu. Karakteristik dual iki nuduhake yen pola kasebut ora mungkin muncul kanthi kebetulan.

Salah sawijining conto kerumitan tartamtu yaiku struktur DNA. Urutan nukleotida ing DNA rumit banget, kanthi milyaran kombinasi potensial ing untaian siji. Kerumitan iki njamin sing noto ora asil saka prasaja, pangolahan acak. Replikasi DNA lan mekanisme ndandani luwih nyorot kerumitan. Pangolahan kasebut nglibatake pirang-pirang protein lan enzim sing kerja ing koordinasi kanggo nyalin lan njaga informasi genetik kanthi akurat. Urutan nukleotida ora mung rumit nanging uga spesifik banget, amarga ngode instruksi sing tepat kanggo sintesis protein. Saben gen ing urutan DNA cocog karo protein tartamtu, lan sanajan owah-owahan cilik ing urutan kasebut bisa nyebabake fungsi protein sing diasilake. DNA uga ngandhut unsur regulasi sing ngontrol kapan lan ing ngendi gen diekspresikan, nambahake lapisan spesifik liyane kanggo fungsi kasebut.

Kompleksitas tartamtu sing diamati ing DNA ora mungkin muncul liwat proses sing ora diarahake kayata mutasi acak lan seleksi alam. Nanging, iki nuduhake yen sabab sing cerdas minangka penjelasan sing luwih bisa dipercaya kanggo asal-usul informasi sing rumit lan spesifik

kanthi fungsi kasebut.

Conto liyane saka kerumitan sing ditemtokake yaiku flagellum bakteri, struktur motor kaya cambuk sing digunakake dening bakteri tartamtu kanggo gerakan. Mangkene tampilan rinci babagan kenapa flagellum bakteri dianggep minangka conto kerumitan tartamtu .



Gambar 3.1 3 . Flagellum bakteri

Flagellum bakteri dumadi saka kira-kira 40 protein sing beda-beda sing mbentuk macem-macam komponen kayata filamen, pancing, lan awak basal. Badan basal dhewe nduweni fungsi kaya mesin puter, lengkap karo rotor, stator, poros penggerak, lan baling-baling. Supaya flagellum bisa digunakake, kabeh bagean kasebut kudu ana lan dipasang kanthi bener. Ora ana salah sawijining komponen kasebut ndadekake flagellum ora fungsional, nyorot kerumitan.

Komponen flagellum kudu disusun kanthi cara sing spesifik supaya bisa digunakake. Protein kudu dikumpulake kanthi urutan sing tepat, lan bentuke kudu pas, kaya bagean mesin sing direkayasa kanthi apik. Flagellum ora mung kompleks nanging uga nduweni fungsi sing spesifik: nyurung bakteri. Makaryakke kanthi kecepatan sing luar biasa, bisa ngganti arah, lan irit energi, kabeh nuduhake desain kanthi tujuan.

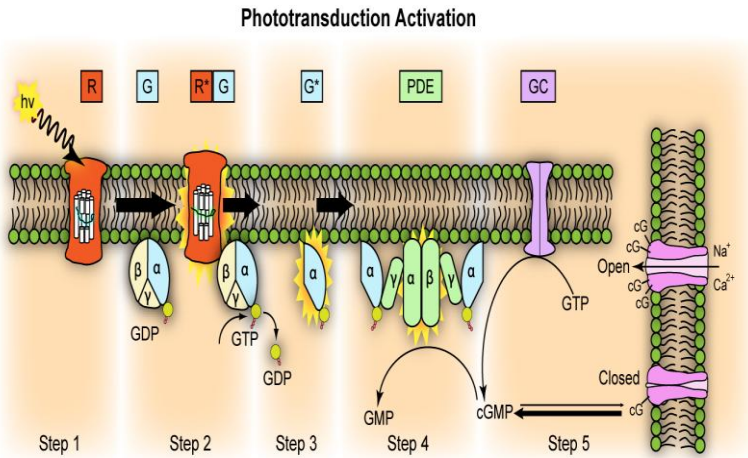
Kompleksitas spesifik flagellum bakteri ora bisa diterangake kanthi

mutasi acak lan seleksi alam. Kemungkinan sistem terintegrasi lan fungsional sing kaya mangkene kedadeyan kanthi kebetulan sithik banget. Kajaba iku, amarga bentuk perantara flagellum bisa uga ora fungsional, jalur evolusi tradisional kanthi bertahap, langkah-langkah perbaikan katon ora bisa dipercaya. Flagellum uga nuduhake kerumitan sing ora bisa dikurangi, subset saka kerumitan sing ditemtokake , kaya sing bakal dijlentrehake ing bagean ngisor iki. Argumentasi kasebut yaiku kabeh bagean flagellum perlu kanggo fungsine, lan mulane, iku ora bisa berkembang liwat owah-owahan sing rada suwe, kaya sing disaranake evolusi Darwin.

ii. Kompleksitas C sing ora bisa dikurangi

Kerumitan sing ora bisa dikurangi yaiku konsep sing dianalake dening ahli biokimia Michael Behe, negesake manawa sistem biologi tartamtu rumit banget kanggo berkembang liwat modifikasi bertahap, langkah-langkah. Sistem kasebut, kayata flagellum bakteri utawa kaskade pembekuan getih, kalebu pirang-pirang bagean sing saling gumantung sing kabeh kudu ana lan bisa digunakake kanggo sistem kasebut. Mbusak salah siji bagéan ndadekake sistem ora bisa digunakake. Struktur sing rumit lan saling gumantung kasebut nuduhake anané desainer sing cerdas, amarga ora bisa diterangake kanthi seleksi alam lan mutasi acak. Konsep iki nantang teori evolusi konvensional lan ndhukung gagasan desain kanthi tujuan ing alam.

Salah sawijining conto kerumitan sing ora bisa dikurangi yaiku siklus visual, proses biokimia ing mripat sing ngowahi cahya dadi sinyal listrik, supaya bisa ndeleng. Sistem iki kasusun saka macem-macem bagean sing saling gumantung sing kabeh kudu ana lan bisa digunakake kanggo proses kasebut kanthi efektif. Yen ana komponen sing ilang utawa ora fungsional, kabeh siklus visual bakal gagal, nggambarake konsep kerumitan sing ora bisa dikurangi. Komponen utama siklus visual yaiku fotoreseptor (batang lan kerucut), rhodopsin, opsin, retina, jalur transduksi sinyal, lan pangolahan saraf.



Gambar 3.1 4 . Langkah molekuler siklus visual

Photoreceptors merupakan sel-sel di retina yang mendeteksi cahaya. Rod bertanggung jawab terutama untuk penglihatan dalam cahaya rendah, sementara cones mendeteksi warna. Setiap fotoreseptor mengandung molekul yang sensitif terhadap cahaya yang disebut fotopigmen, terutama rhodopsin pada rod. Fotopigmen pada rod terdiri dari protein yang disebut opsin dan molekul yang sensitif terhadap cahaya yang disebut retinal. Cone mengandung opsin yang berbeda-beda yang merespons berbagai panjang gelombang cahaya, yang memberikan visi warna. Retinal, turunan dari vitamin A, adalah molekul yang berwujud padat dalam cahaya. Molekul-molekul ini memiliki dua bentuk isomer, yang masing-masing mengaktifkan opsin yang berbeda. Opisin yang diaktifkan akan mengaktifkan protein G yang disebut transducin. Transducin mengaktifkan fosfodiesterase (PDE), yang menurunkan tingkat GMP siklik (cGMP) dalam sel. Penurunan cGMP menutup saluran ion dalam membran sel fotoreseptor, menyebabkan hiperpolarisasi sel dan menghasilkan sinyal listrik. Sinyal listrik ditransmisikan melalui sel bipolar ke sel ganglion, yang mengirimkan sinyal melalui saraf optik ke otak. Otak memproses sinyal ini untuk membentuk gambar visual.

Setiap komponen dalam siklus visual saling bergantung. Fotoreseptor, rhodopsin, retinal, transducin, PDE, dan saluran ion semuanya harus berfungsi dengan benar agar kita dapat melihat. Jika salah satu komponen ini rusak, kita akan mengalami gangguan penglihatan.

bakal nyebabake sistem gagal. Kita bisa mbantah manawa sistem sing kompleks iki ora bisa berkembang liwat serangkaian owah-owahan cilik lan tambahan amarga tahapan penengah tanpa kabeh komponen bakal dadi non-fungsi lan kanthi mangkono ora disenengi dening seleksi alam. Jalur biokimia sing rumit lan interaksi molekuler sing tepat sing ana ing siklus visual nyorot kerumitan lan kekhususan sing dibutuhake kanggo sesanti. Sifat interdependensi komponen lan kerumitan proses biokimia nuduhake manawa sistem iki ora bisa muncul liwat proses evolusi sing ora diarahake, nanging nuduhake desainer sing cerdas, Sang Pencipta Ilahi.

Siklus visual ing babagan program komputer bisa mbantu nggambarake kerumitan lan proses sing saling gumantung. Mangkene analogi konseptual nggunakake python:

Siklus visual ditulis ing program komputer

initialization: nyetel lingkungan kanggo siklus visual kalebu fotoreseptor (rod lan cones)

Kelas VisualCycle:

def __init__(self):

 potoreseptor dhewe = {'rod': [], 'cone': []}

 self.initialize _ photopigments()

 self.signal _pathway_active = Palsu

input pangguna : ndeteksi cahya sing mlebu lan miwiti proses aktivasi fotopigmen

def detect_light (self,light_wavelength):

 yen dawa gelombang cahya ing spektrum visible:

 self.activate _photopigment(cahaya_wavelength)

acara pemicu : ngganti wujud retina lan ngaktifake opsin, sing banjur micu jalur transduksi sinyal

def activate _ photopigment(self, wavelength):

 retina = self.change _retinal_shape(wavelength)

 opsin = self.bind _retinal_to_opsin(retinal)

 self.start _signal_transduction(opsin)

handling acara : ngaktifake transducin lan PDE, nyebabake nyuda tingkat cGMP, nutup saluran ion, lan ngasilake sinyal listrik

```
def start_signal_transduction( self, opsin):  
    self.signal_pathway_active = Bener  
    transducin = self.activate_transducin(opsin)  
    pde = self.activate_pde(transducin)  
    self.regulate_cGMP_levels(pde)  
    self.generate_electrical_signal( )
```

penanganan sinyal : nyetel saluran ion adhedhasar tingkat cGMP kanggo nggampangake generasi sinyal listrik

```
def regulate_cGMP_levels( self, pde):  
    cGMP_level = self.reduce_cGMP(pde)  
    self.adjust_ion_channels(cGMP_level)
```

output sinyal: nggawe lan ngirim sinyal listrik menyang otak

```
def generate_electrical_signal(self):  
    yen self.signal_pathway_active:  
        electrical_signal = self.create_signal( )  
        self.transmit_signal_to_brain(electrical_signal)
```

komunikasi jaringan : proses lan nerusake sinyal liwat sel bipolar lan ganglion, pungkasan dikirim liwat saraf optik

```
def ngirim_signal_to_brain( self, signal):  
    bipolar_cells = self.process_signal_with_bipolar_cells(sinyal)  
    ganglion_cells = self.forward_signal_to_ganglion(bipolar_cells)  
    optic_nerve = self.send_signal_via_optic_nerve(ganglion_cells)  
    persepsi_diri.visual(saraf_optik)
```

output pungkasan: otak decode lan ngolah sinyal kanggo nggawe gambar visual

```
def visual_perception ( self, optic_nerve):  
    visual_cortex = self.decode_signal(optic_nerve)  
    self.render_image(visual_cortex)
```

Analogi iki nggambarake langkah-langkah sing saling gumantung lan kerumitan siklus visual, kaya program komputer kanthi sawetara fungsi

lan panangan acara sing makarya bebarengan kanggo entuk output tartamtu. Yen kita kantun salah siji saka langkah utawa digunakake ing urutan salah, asil dimaksudaké ora bakal entuk.

Kasunyatan bilih siklus visual bisa diwakili minangka program komputer nuduhake yen mripat dirancang kanthi cerdas. Cetakan biru kanggo desain mripat digandhengake karo gen PAX6, sing ana ing kromosom 11, sing nduwe peran penting ing perkembangan mripat.

iii. Buku sing misuwur babagan Desain Cerdas

Évolusi : Teori ing Krisis (Michael Denton : 1985) : Denton ngkritik évolusi Darwinian, kanthi alesan manawa kerumitan sistem biologi ora bisa diterangake kanthi cukup mung dening seleksi alam. Denton nampilake bukti saka macem-macem bidang, kayata biologi molekuler lan paleontologi, kanggo nyorot kesenjangan lan inkonsistensi ing teori evolusi. Dheweke negesake manawa struktur lan fungsi rumit sing diamati ing organisme urip nuduhake desain cerdas tinimbang mutasi lan pilihan acak. Buku kasebut nantang konsensus ilmiah sing ana lan nyaranake manawa panjelasan alternatif dibutuhake kanggo nerangake asal-usul lan keragaman urip.

Kothak Ireng Darwin : Tantangan Biokimia kanggo Evolusi (Michael J. Behe : 2006) : Ing buku seminal iki, Michael Behe ngenalake konsep kerumitan sing ora bisa dikurangi, kanthi argumentasi yen sistem biologi tartamtu, kayata flagellum bakteri, rumit banget nganti bisa berkembang liwat seleksi alam. Behe negesake manawa sistem kasebut paling apik diterangake kanthi desain cerdas. Buku kasebut nantang kecukupan evolusi Darwin sajrone njlentrehake mesin urip sing rumit ing tingkat molekuler lan nyebabake debat sing signifikan ing kalangan ilmiah lan filosofis.

Darwin on Trial (Phillip Johnson : 2010) : Buku iki ngkritik dhasar-dhasar ilmiah evolusi Darwin. Johnson, profesor hukum, mriksa bukti-bukti evolusi kanthi mriksa analisis hukum. Dheweke ujar manawa seleksi alam lan mutasi acak ora cukup nerangake kerumitan urip. Johnson nyaranake manawa akeh dhukungan kanggo Darwinisme

adhedhasar naturalisme filosofis tinimbang ilmu empiris. Dheweke nantang keengganane komunitas ilmiah kanggo nimbang penjelasan alternatif, kayata desain cerdas, lan njaluk diskusi sing luwih terbuka babagan asal-usul urip. Buku kasebut nduweni pengaruh kanggo promosi desain cerdas lan pitakonan babagan dominasi teori Darwin ing biologi.

Signature in the Cell : DNA and the Evidence for Intelligent Design (Stephen C. Meyer , 2010): Buku iki nyidhiki asal-usul urip lan informasi sing dikode ing DNA. Meyer mratelakake manawa informasi sing kompleks lan spesifik ing DNA paling apik diterangake kanthi sabab sing cerdas, amarga proses naturalistik gagal nyatakake asal-usul informasi kasebut. Dheweke nampilake kasus sing rinci babagan desain cerdas adhedhasar kerumitan informasi genetika, sing nuduhake manawa asal-usul urip nuduhake penciptaan kanthi tujuan tinimbang proses acak.

Darwin Devolves : The New Science About DNA That Challenges Evolution (Michael J. Behe , 2020): Buku liyane Behe mbantah manawa panemuan genetika anyar ngrusak evolusi Darwinian tradisional. Dheweke negesake manawa seleksi alam lan mutasi acak bisa nerangake adaptasi suntingan, nanging ora bisa ngerteni kerumitan mesin molekuler ing sel. Dheweke ngenalake konsep 'devolusi', ing ngendi mutasi nyebabake ilang informasi genetika tinimbang nggawe sifat anyar sing migunani. Behe negesake manawa watesan genetika kasebut nuduhake kabutuhan desainer sing cerdas, nantang kerangka evolusi tradisional lan ngusulake manawa desain cerdas menehi penjelasan sing luwih masuk akal babagan kerumitan urip.

The Mystery of Life's Origin : Reassessing Current Theories (Charles B. Thaxton et al., 2020): Karya terobosan iki ngkritik macem-macem teori naturalistik asal usul urip lan ngusulake desain cerdas minangka penjelasan sing luwih bisa dipercaya. Padha argue yen kimia prebiotik lan pembentukan urip saka non-urip luwih diterangake dening sabab cerdas. Buku kasebut mbahas kekurangan teori asal-usul-urip kontemporer lan ngenalake desain cerdas minangka alternatif sing bisa ditindakake kanthi ilmiah, nggawe dhasar kanggo gerakan desain

cerdas modern.

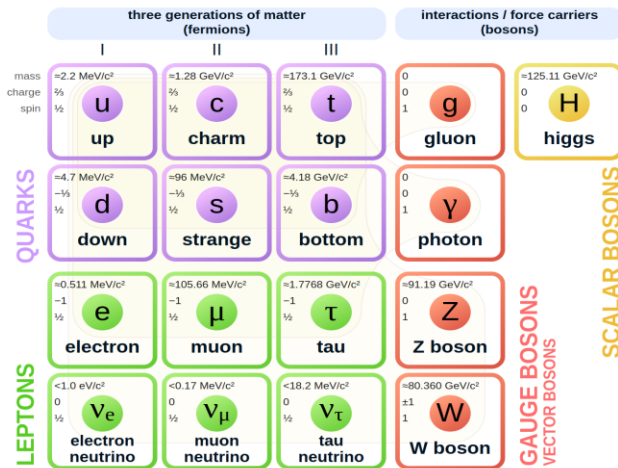
Inferensi Desain : Ngilangi Kesempatan liwat Kemungkinan Cilik (William A. Dembski & Winston Ewert, 2023): Buku iki nyedhiyakake dhasar teori kanggo ndeteksi desain ing alam. Dheweke njelajah kerangka matematika kanggo ndeteksi desain cerdas. Penulis menehi argumentasi yen sistem kompleks sing nuduhake kerumitan sing ditemtokake paling apik diterangake kanthi sabab sing cerdas tinimbang proses acak. Dheweke ngenalake konsep 'kerumitan tartamtu,' sing nggabungake kerumitan karo pola sing diwenehake kanthi mandiri. Buku kasebut nggunakake téori probabilitas kanggo nuduhake manawa pola-pola tartamtu ing alam ora mungkin muncul kanthi kebetulan. Liwat analisis sing ketat, Dembski lan Ewert mbantah manawa ngenali desain minangka praktik ilmiah sing sah lan menehi alat kanggo mbedakake desain saka kasempatan ing sistem biologi.

f . Fisika Partikel lan Penciptaan

Ing bagean sadurunge, kita njelajah asal-usul urip kanthi ngrembug babagan dhasar bangunan, kalebu asam amino, RNA, protein, DNA, lan sel. Komponen-komponen kasebut dumadi saka atom, sing sacara implisit dianggep ana sacara alami . Atom kasusun saka partikel dhasar. Ing bagean iki, kita bakal nliti kanthi luwih rinci babagan asal-usul partikel kasebut, njelajah manawa partikel kasebut muncul kanthi spontan utawa dibentuk liwat proses kanthi tujuan.

Miturut Model Standar fisika partikel, kabeh prakara ing alam semesta dumadi saka 17 partikel dhasar. Iki kalebu 6 quark, 6 lepton, 4 gauge boson (gluon, foton, Z boson, lan W boson), lan Higgs boson . Saben partikel kasebut nduweni sipat tartamtu, kayata massa, muatan, lan spin, lan saben partikel nduweni peran unik ing interaksi partikel, padha karo cara organel ing sel nindakake fungsi sing béda.

Standard Model of Elementary Particles



Gambar 3.1 5 . Partikel dhasar saka Model Standar

Quark minangka komponen dhasar saka materi, sing penting kanggo mbentuk proton lan neutron. Proton kasusun saka rong quark munggah lan siji quark mudhun, nalika neutron digawe saka siji munggah quark lan loro mudhun quark. Quark dicekel bebarengan dening pasukan kuwat, ditengahi dening gluon. Ora kaya gaya gravitasi utawa elektromagnetik, sing suda kanthi jarak, gaya kuat antarane quark mundhak nalika padha pindhah lan suda nalika nyedhaki, njaga pamisahan tartamtu. Quark bisa ngganti jinis sajrone interaksi partikel, kayata peluruhan beta, ing ngendi neutron malih dadi proton kanthi ngowahi quark mudhun dadi quark munggah.

Boson gauge minangka partikel dhasar sing dadi mediasi pasukan dhasar alam. Iki kalebu foton kanggo gaya elektromagnetik, boson W lan Z kanggo gaya lemah, lan gluon kanggo gaya kuat. Saben boson gauge digandhengake karo lapangan tartamtu lan nggawa gaya antarane partikel. Iku penting kanggo nerangake interaksi ing tingkat kuantum, ngatur carane partikel sesambungan lan ikatan bebarengan kanggo mbentuk materi.

Mekanisme Higgs minangka proses sing nerangake carane partikel

dhasar entuk massa. Iki kalebu lapangan Higgs, lapangan energi sing nyebar ing jagad raya. Nalika partikel sesambungan karo lapangan Higgs, padha entuk massa, padha karo carane obyek obah liwat medium ngalami resistance. Boson Higgs, partikel sing ana hubungane karo lapangan Higgs, ditemokake ing taun 2012, ngonfirmasi teori iki. Tanpa mekanisme Higgs, partikel bakal tetep tanpa massa, lan alam semesta ora duwe struktur sing dibutuhake kanggo pembentukan atom, organisme urip, planet, lan lintang.

Fisika partikel beroperasi ing tingkat sing luar biasa maju lan rumit, menehi wawasan sing jero babagan alam lan asal-usul alam semesta. Iki njaluk kita takon pitakonan dhasar ing ngisor iki, ing antarane akeh liyane:

- Kepiye carane 17 partikel dhasar digawe kanthi sifat sing tepat?
- Kepiye carane boson gauge entuk properti mediasi gaya?
- Kepiye mekanisme Higgs diwiwiti?
- Kepiye mekanisme pembusukan beta diwiwiti?
- Kepiye sifat partikel dhasar bisa diterangake kanthi matematis?

Yen jawaban kanggo pitakonan ing ndhuwur padha murni asil saka proses acak, donya sing kita ngerti bisa uga ora ana. Contone, yen sanajan siji partikel dhasar ilang, yen mekanisme Higgs durung ditetepake, utawa yen massa lan nilai spin partikel dhasar rada beda, neutron, proton, lan elektron ora bakal bisa nyekel bebarengan. Iki bakal nyebabake ambruk kabeh perkara, nggawe pembentukan apa wae - kalebu manungsa - ora mungkin. Presisi sing apik banget ing struktur dhasar alam semesta minangka conto konsep 'kerumitan sing ora bisa dikurangi' ing ranah fisika partikel, sawijining prinsip sing asring digandhengake karo desain cerdas.

Penciptaan partikel dhasar kanggo mbentuk materi bisa dibandhingake karo pembentukan sel lan organel ing organisme multisel. Kaya sèl lan organel tartamtu sing saben-saben duwé peran lan sipat sing béda-béda sing nyumbang kanggo fungsi komplèks makhluk urip, partikel-partikel dhasar duwé ciri-ciri presisi sing bisa mbentuk atom, molekul, lan pungkasané, kabèh perkara. Paralel iki

nandheske kecanggihan lan intensionalitas sing ana ing alam donya-apa ing tingkat mikroskopis sel urip, wilayah subatom saka partikel dhasar, utawa skala makroskopik organisme urip, lintang, lan galaksi.

Kasunyatan bilih pambentukan partikel dhasar lan interaksi bisa diterangake kanthi tepat nggunakake persamaan matematika mekanika kuantum nuduhake yen iki minangka asil saka desain matematika sing disengaja tinimbang mung kasempatan. Yen ora, kita kudu nganggep yen partikel dhasar nduweni intelijen lan kemampuan kanggo nemtokake dhewe, nilai massa, muatan, lan spin sing dibutuhake kanggo mbentuk materi lan berinteraksi karo partikel liyane. Nanging, kita ngerti yen iki ora kedadeyan, amarga partikel dhasar ora duwe kesadaran utawa pemahaman intrinsik babagan mekanika kuantum.

Desain lan koordinasi sing rumit sing diamati ing sistem biologi lan fisika partikel banget nyaranake anané intelijen sing ndasari lan penciptaan kanthi tujuan - ciri desain sing cerdas - tinimbang serangkaian kedadeyan acak.

g. Alien lan Titah

Kemungkinan alien, utawa urip extraterrestrial, wis narik kawigaten para ilmuwan lan masyarakat nganti pirang-pirang dekade. Amarga jembare jagad iki, kanthi milyaran galaksi sing saben-saben ngemot milyaran lintang lan bisa uga luwih akeh planet, kayane sacara statistik bisa dipercaya manawa urip bisa ana ing papan liya yen urip muncul kanthi spontan . Jumlah peradaban extraterrestrial ing sawijining galaksi bisa ditaksir nganggo Persamaan Drake: $N = R * \times f_p \times n_e \times f_i \times f_{aku} \times f_c \times L$ ing ngendi, N minangka jumlah peradaban maju, $R *$ minangka tingkat pambentukan lintang, f_p minangka pecahan saka planet, n_e yaiku jumlah planet sing ndhukung urip, f_i minangka pecahan planet sing urip berkembang, f_c minangka pecahan peradaban sing bisa ngirim sinyal, lan L minangka dawane wektu. Kanthi nilai sing cocog kanggo saben parameter, kira-kira jumlah peradaban ing galaksi kira-

kira 2.



Gambar 3.1 6 . Apa alien ana?

Proyek kanggo nggoleki intelijen extraterrestrial (SETI) diwiwiti ing taun 1960. Proyek kasebut nggunakake macem - macem cara lan teknologi kanggo mindai kosmos kanggo bukti peradaban asing. Ing ngisor iki sawetara proyek SETI sing penting .

Project Ozma minangka eksperimen SETI modern pisanan . Iki digunakake teleskop radio kanggo mindai lintang Tau Ceti lan Epsilon Eridani kanggo sinyal extraterrestrial potensial. SETI@home minangka proyek komputasi sing disebarake sing nggunakake daya pangolahan nganggur ing komputer omah. Sukarelawan nginstal piranti lunak ing komputer pribadi kanggo nganalisa sinyal radio kanggo tandha-tandha intelijen extraterrestrial. Allen Telescope Array minangka jaringan teleskop radio khusus sing dirancang kanggo nggoleki sinyal extraterrestrial sing terus-terusan lan sistematis. Iku kasusun saka sawetara pasugatan cilik makarya bebarengan kanggo survey wilayah gedhe ing langit. Breakthrough Listen minangka proyek SETI sing paling lengkap nganti saiki, kanthi tujuan kanggo nlintasi siji yuta lintang sing paling cedhak lan 100 galaksi sing cedhak kanggo sinyal potensial. Radio Cepet Burst project nyelidiki bledosan radio cepet misterius dideteksi saka angkasa, kang bisa menehi kaweruh menyang fénoména kosmik dingerteni. Laser SETI minangka proyek sing fokus kanggo ndeteksi sinyal optik saka peradaban extraterrestrial, njelajah

kemungkinan komunikasi antarbintang liwat transmisi laser.

Senadyan nelusuri terus nggunakake radio lan teleskop optik canggih, proyek SETI gagal nemokake bukti definitif babagan urip extraterrestrial sing cerdas.

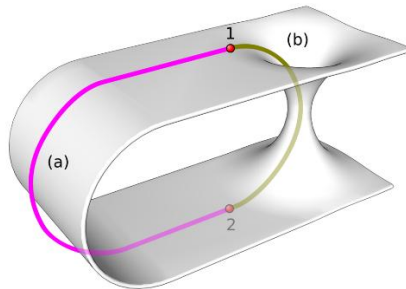


Gambar 3.1 7 . Teleskop radio digunakake kanggo SETI

Yen akeh peradaban extraterrestrial ana, bisa uga wis ngunjungi utawa bisa uga ngunjungi kita saiki. Ing kasus kaya mengkono, cara lelungan antariksa apa sing bakal digunakake? Lelungan menyang angkasa nggunakake obyek mabur (roket utawa UFO) ngadhepi tantangan sing ora bisa diatasi amarga ukuran alam semesta sing gedhe banget. Malah lintang paling cedhak, Proxima Centauri, adohé 4,24 taun cahya, mbutuhake puluhan ewu taun kanggo nggayuh teknologi saiki. Jarak sing adoh banget ndadekake ora bisa njelajah malah galaksi kita, apamaneh alam semesta, sajrone umur manungsa.

Cara propulsi canggih bisa kalebu drive warp utawa lelungan liwat lubang cacing. Warp drive minangka konsep teoretis kanggo lelungan ruang angkasa sing luwih cepet tinimbang cahya, sing diilhami dening relativitas umum Einstein. Diusulake dening fisikawan Miguel Alcubierre ing taun 1994, drive warp kalebu nggawe 'gelembung lungsin' sing ngontrak ruang ing ngarep pesawat ruang angkasa lan ngembangake ruang ing mburine. Iki bakal ngidini pesawat ruang angkasa bisa obah luwih cepet tinimbang cahya relatif marang

pengamat eksternal tanpa nglanggar hukum fisika. Tantangan utama yaiku mbutuhake materi eksotis kanthi kapadhetan energi negatif, sing durung ditemokake utawa digawe. Nalika njanjeni ing teori, kemajuan ilmiah lan teknologi sing signifikan dibutuhake kanggo nggawe drive warp layak kanggo panggunaan praktis ing eksplorasi ruang angkasa.



Gambar 3.1 8 . Lubang cacing

Perjalanan ruang angkasa liwat wormhole minangka konsep teoretis sing nglibatake trabasan liwat ruang-wektu sing nyambungake titik-titik adoh ing alam semesta. Diprediksi dening relativitas umum Einstein, wormhole, utawa kreteng Einstein-Rosen potensial bisa ngidini lelungan cepet ngliwati jarak kosmik sing amba. Kanggo panggunaan praktis, wormhole sing bisa dilewati kudu distabilake, kanthi teori mbutuhake materi eksotis kanthi kapadhetan energi negatif kanggo nyegah ambruk. Sanajan dadi fiksi ilmiah sing populer, wormhole tetep spekulatif tanpa bukti eksperimen. Yen bisa, dheweke bisa ngowahi revolusi angkasa, ngidini eksplorasi galaksi sing adoh lan nyuda wektu lelungan saka pirang-pirang taun dadi sawetara wektu. Nanging, terobosan ilmiah lan teknologi sing signifikan dibutuhake kanggo nggawe konsep iki dadi kasunyatan.



Gambar 3.1 9 . Teleportasi

Teleportasi liwat hyperspace utawa akeh bisa dadi cara liya kanggo entuk lelungan cepet ing jarak sing adoh kanthi ngliwati ruang telung dimensi konvensional. Hyperspace nuduhake dimensi tambahan utawa seri dimensi ngluwahi telung dimensi spasial lan siji dimensi temporal, nyedhiyakake trabasan liwat kain alam semesta. Kajaba iku, bulk minangka istilah sing digunakake ing teori kayata kosmologi brane ing teori string, ing ngendi alam semesta kita dibayangake minangka 'brane' ing ruang dimensi sing luwih dhuwur sing disebut bulk. Ing teori kasebut, teleportasi kalebu obah liwat dimensi sing luwih dhuwur iki kanggo katon maneh kanthi cepet ing lokasi liya ing alam semesta kita. Kerangka teori kaya model Randall-Sundrum ngusulake anane dimensi sing luwih dhuwur sing bisa ngidini trabasan liwat ruang-waktu. Yen dimensi kasebut ana lan bisa diakses, bisa uga dimanfaatake kanggo teleportasi, ngindhari kendala lelungan relativistik lan duweni potensi nggawe lelungan sing luwih cepet tinimbang cahya.

Yen urip muncul sacara spontan kaya sing dianggep persamaan Drake, jumlah total peradaban extraterrestrial ing alam semesta bakal kira-kira 400 milyar (2 peradaban ing saben 200 milyar galaksi) . Urip ing Bumi diwiwiti kira-kira 4 milyar taun kepungkur. Saiki, bayangake yen 1% saka peradaban extraterrestrial diwiwiti 1 yuta taun luwih awal

tinimbang kita lan ngetutake dalan evolusi sing padha. Yen ngono, peradabane bakal 1 yuta taun luwih maju tinimbang peradaban kita. Kanthi wiwitan sing penting, dheweke bisa uga wis ngembangake teknologi canggih kanggo teleportasi, supaya bisa lelungan ing endi wae ing jagad iki kanthi gampang kaya kita ngunjungi tanggane. Yen populasi siji peradaban kuwi 1 milyar, jumlah total alien bakal dadi siji quintillion (10^{18}). Yen mung 1% saka wong-wong mau bisa ngunjungi Bumi mung sedina saben 10 taun, Bumi bakal rame karo udakara 10 triliun alien saben dina-1.000 kali populasi manungsa saiki. Nanging, kita durung weruh bukti anané. Képiye carane bisa nerangake kontradiksi sing katon iki?

Masalah iki dikenal minangka Fermi Paradox, jenenge Enrico Fermi, sing misuwur takon, 'Endi kabeh wong?' Jawaban kasebut bisa uga: (i) asumsi (evolusi) ing Persamaan Drake salah, utawa (ii) peradaban maju bisa uga nggunakake teknologi sing ora bisa dideteksi karo metode saiki utawa kanthi sengaja ngindhari deteksi. Yen makhluk luar angkasa dudu bakteri utawa makhluk sing ora katon, mesthine bisa dicethakaké ana ing sawetara cara saiki. Nanging, kasunyatan manawa kita durung nemokake bukti manawa anane nuduhake manawa asumsi evolusi ing Persamaan Drake kemungkinan ora bener.

h. Naluri s ing Organisme Urip lan Titah

Komputer dumadi saka telung komponen utama: hardware, software, lan firmware. Firmware minangka piranti lunak khusus sing diprogram ing ROM utawa UEFI, nyedhiyakake kontrol kritis kanggo hardware tartamtu lan minangka perantara antarane hardware lan piranti lunak. Penting kanggo boot-up sistem, ngatur operasi hardware, lan njamin fungsi piranti.

Firmware ing komputer lan naluri ing organisme urip nduweni persamaan utama: loro-lorone minangka sistem intrinsik sing wis diprogram sing ngatur fungsi penting. Firmware miwiti lan ngatur operasi, mesthekake fungsi sing bener saka power-on. Semono uga, naluri minangka pola prilaku alamiah sing ngarahake aktivitas urip,

kayata mangan, kawin, lan mlayu saka bebaya. Loro-lorone sistem operasi kanthi otomatis tanpa input sadar, nyedhiyakake pandhuan dhasar kanggo fungsi efektif lan respon lingkungan. Intine, perangkat kukuh kanggo komputer yaiku naluri kanggo organisme urip - sistem sing wis dikonfigurasi lan dipasang sing penting kanggo operasi dhasar lan kaslametan. Kaya perangkat kukuh dipasang ing ROM dening perancang komputer, naluri ditempelake ing otak lan sistem saraf organisme urip. dening Sang Pencipta. Ayo kula nuduhake sawetara conto naluri sing nggambarake konsep iki.

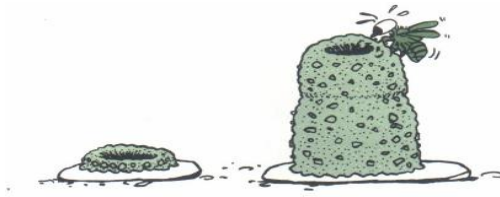
i. Gedung Sarang Tawon Mason

Ing buku Jean-Henri Fabre 'The Mason Bees' (bagean saka 'Book of Insects'), dheweke nggambarake proses mbangun sarang tawon mason sing rumit. Tawon iki milih permukaan sing rata, asring watu, kanggo miwiti konstruksi. Padha ngumpulake lendhut lan kerikil cilik, kanthi teliti nggawe sel kanggo anak-anake. Tawon wadon nggawa pelet lumpur menyang situs kasebut, mbentuk lan ngempet dadi tembok sel sing aman. Dheweke banjur nglumpukake nektar lan serbuk sari kanggo nyedhiyakake saben sel, nyelehake endhog siji sadurunge nutup karo lendhut liyane. Proses iki bola-bali, ngasilake serangkaian sel lumpur sing dikuwatake kanthi rapi, sing dikuwatake karo kerikil sing nggindhungi larva sing berkembang. Pengamatan Fabre nyorot presisi lan ketekunan sing luar biasa saka tawon sing sepi iki.

He njlèntrèhaké eksperimen ing ngendi dheweke ngganti sarang sing durung rampung karo sing wis rampung. Tawon mason, nalika bali kanggo nemokake sarang sing durung rampung diganti karo sing wis rampung, nuduhake prilaku sing menarik. Tinimbang nerusake nggarap sarang anyar, tawon terus mbangun kaya ora ana owah-owahan. Dheweke ora ngakoni sarang sing wis rampung minangka karyane dhewe lan tetep nindakake tumindak sing biasa, nggawa lendhut lan terus mbangun.

Eksperimen iki nggambarake sifat naluri lan diprogram saka prilaku tawon, sing didorong dening urutan internal tumindak tinimbang

isyarat visual saka kahanan sarang.



Gambar 3. 20 . Tawon Mason nggawe sarang ing ndhuwur sing wis rampung

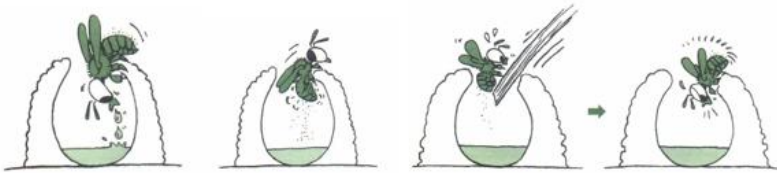
Fabre nindakake eksperimen ngelawan kanthi ngganti sarang tawon mason sing wis rampung karo sing durung rampung. Dheweke mirsani yen tawon mason bali menyang situs kasebut lan nemokake sarang sing wis rampung diganti karo sing durung rampung, dheweke ora nerusake nggarap sarang sing durung rampung. Nanging, tawon katon bingung lan ngenteni wektu kanggo mriksa sarang sing diowahi, nanging pungkasané ora nerusake konstruksi. Dheweke banjur pindhah menyang tumindak sabanjure ngisi madu, sanajan aku kebanjiran. Prilaku iki nduduhake lampiran sing kuat tawon mason ing sarang tartamtu lan kesulitan adaptasi karo owah-owahan sing ora dikarepake ing lingkungane. Eksperimen iki uga nyorot sifat naluri saka proses mbangun sarang tawon mason .



Gambar 3.2 1 . Tawon Mason ngisi madu nganti sarang sing durung rampung

Fabre nindakake eksperimen liyane sing menarik . Tawon mason ngisi susuh dheweke nganggo nektar dhisik, banjur nguripake 180 derajat lan bledug serbuk sari saka sikil lan awak. Yen dheweke diganggu nalika arep bledug serbuk sari, dheweke mabur lan ngenteni ancaman kasebut liwati. Sawise bali menyang sarang, dheweke miwiti maneh saka pisanan. Isi nektar dheweke sanajan ora ana apa-apa ing nektar sag dheweke. Eksperimen iki nuduhake yen tawon kanthi naluri

ngetutake program pengumpulan nektar sing dibangun, lan urutan tumindake ora bisa diowahi.



Gambar 3.2 2 . Kelakuane tawon mason nalika d diganggu

Nalika tawon mason rampung mbangun susuh, dheweke ngisi nektar lan serbuk sari, nyelehake endhog ing ndhuwur, banjur nutupi sarang ing ndhuwur. Ndhuwur sing disegel kaya semen, Fabre nganakake eksperimen liyane: kanggo siji sarang, dheweke nempelake kertas ing ndhuwur, lan kanggo liyane, dheweke nyelehake kerucut kertas ing ndhuwur. Dheweke ngawasi kelakuane tawon mason sing netes. Kanggo nest karo kertas nempel, tawon nggunakake rahang kuwat dheweke kanggo Cut liwat ndhuwur tanpa masalah. Kanggo sarang karo kerucut kertas, dheweke ngethok ndhuwur nanging ora ngerti apa sing kudu ditindakake sabanjure. Ngarep-arep ndeleng langit sing mbukak, dheweke dadi bingung karo kerucut kertas, ora nyoba nusuk, lan pungkasanane mati.



Gambar 3.2 3 . Sarang tawon ditempelake nganggo kertas lan ditutupi karo kerucut kertas

Kabeh eksperimen ing ndhuwur nuduhake sifat naluri lan diprogram saka prilaku tawon mason, sing didorong dening urutan internal tumindak sing ana ing kode genetik dheweke.

ii. Bangunan Sarang Weaverbirds

Weaverbird, sing dikenal kanthi sarang sing rumit lan rumit, kanthi trampil nenun suket lan bahan tanduran liyane dadi struktur sing kompleks, nuduhake keahlian lan teknik naluri sing luar biasa.



Gambar 3.2 4 . Sarang manuk weaver

Eugène Marais, naturalis lan pujangga Afrika Kidul, nganakake eksperimen sing nyenengake babagan manuk tenun kanggo nyinaoni prilaku mbangun sarang lan peran naluri. Marais ngarahake kanggo mangerteni apa katrampilan mbangun sarang sing rumit saka manuk tenun iku murni naluri utawa yen dheweke melu prilaku sing sinau.

Marais mundhakaken manuk weaverbird ing isolasi saka lingkungan alam kanggo mesthekake yen padha ora kena pengaruh manuk liyane utawa aktivitas mbangun sarang. Dheweke mirsani manuk-manuk sing terisolasi iki wiwit netes nganti diwasa, mesthekake yen dheweke ora duwe kesempatan kanggo sinau saka manuk tenun liyane sajrone patang generasi. Kanggo generasi kaping lima, Marais nyedhiyakake bahan sing padha karo manuk tenun liar sing digunakake kanggo bangunan nes t , kayata suket lan ranting. Senadyan ora tau weruh sarang utawa manuk liyane sing mbangun, manuk weaverbird sing terisolasi wiwit nggawe susuh sing meh padha karo sing dibangun dening mitra liar. Dheweke nuduhake teknik tenun sing rumit, metode knotting, lan struktur sakabèhé. Sarang sing dibangun dening manuk sing diisolasi kasebut nuduhake fitur desain sing konsisten sing khas

saka spesies kasebut, nuduhake yen katrampilan mbangun sarang kasebut minangka bawaan tinimbang sinau liwat pengamatan utawa mimikri.

Marais nyimpulake yen prilaku mbangun sarang sing kompleks didorong dening naluri. Prilaku bawaan iki diencode ing otak lan sistem saraf, ngidini dheweke nggawe sarang sing rumit tanpa pengalaman utawa sinau sadurunge. Prilaku bawaan iki sengaja dirancang lan diwarisake liwat generasi liwat DNA.

iii. Pembentukan Cangkang Nautilus

Nautilus minangka moluska segara sing dikenal kanthi cangkang sing apik lan khas. Wangun cangkangé ngetutake spiral logaritma sing tepat. Pembentukan cangkang nautilus minangka conto naluri liyane sing luar biasa, nglibatake interaksi kompleks proses biologi lan kimia sing dikoordinasi kanthi rumit kanggo ngasilake struktur unik.

Proses kasebut diwiwiti nalika nautilus isih dadi embrio ing njero endhog. Cangkang awal, sing disebut protoconch, dibentuk ing tahap iki. Kamar pisanan iki cilik lan nyedhiyakake pondasi kanggo pertumbuhan cangkang sabanjure. Mantel, jaringan khusus sing nutupi cangkang, ngetokake lapisan kalsium karbonat (CaCO_3) ing wangun aragonit, struktur kristal. Sèl mantel ngekstrak ion kalsium saka banyu laut lan digabung karo ion karbonat dadi kalsium karbonat. Mantel uga ngetokake matriks organik sing kasusun saka protein lan polisakarida, sing dadi scaffold kanggo deposisi kalsium karbonat. Matriks iki mbantu ngontrol wangun lan orientasi kristal aragonit, njamin kekuatan lan daya tahan cangkang.



Gambar 3.2.5 . Cangkang *Nautilus* nuduhake pola spiral aritmik log

Nalika nautilus tuwuh, kanthi periodik nambah kamar anyar ing cangkang. Saben kamar anyar luwih gedhe tinimbang sing sadurunge, nampung ukuran nautilus sing saya tambah. Nautilus maju ing cangkang lan nutup kamar lawas kanthi tembok sing disebut septum, nggawe seri kamar sing luwih gedhe lan saling nyambungake. Organ khusus sing disebut siphuncle mlaku liwat kabeh kamar cangkang. Struktur kaya tabung iki nyetel isi gas lan cairan ing kamar. Kanthi ngatur tingkat gas (biasane nitrogen) lan cairan, siphuncle mbantu nautilus ngontrol daya apung, saéngga bisa munggah lan mudhun ing kolom banyu. Lapisan paling njaba saka cangkang, dikenal minangka periostracum, minangka lapisan organik sing nglindhungi lapisan kalsium karbonat sing ndasari saka pembubaran lan karusakan fisik. Ing ngisor periostracum ana lapisan aragonit, disusun ing struktur nacreous utawa prismatic, nyumbang kanggo iridescence lan kekuatan cangkang.

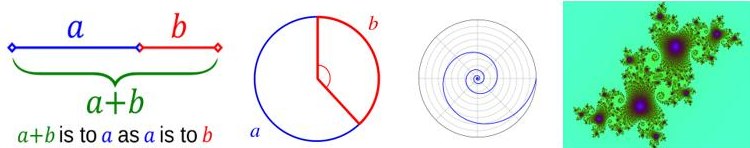
Koordinasi rumit sing dibutuhake kanggo sekresi kalsium karbonat, pembentukan kamar, lan regulasi daya apung liwat siphuncle nuduhake sistem kabeh-utawa-ora ana sing rumit banget kanggo muncul liwat evolusi bertahap. Ora ana fosil transisi sing cetha ing rekaman kasebut, ditambah karo nautilus sing dicap minangka ' fosil sing urip,' nuduhake kedadeyan sing tiba-tiba lan nuduhake yen pembentukan cangkang sing canggih nuduhake penciptaan kanthi tujuan tinimbang evolusi tanpa arah. Nautilus ora nduweni kawruh matematika utawa biokimia; mulane, tatanan pas wangun cangkang logaritmik sawijining, angger-angger biokimia Komplek saka sekresi cangkang, lan integrasi rapi saka sistem buoyancy sawijining ora asil saka proses acak. Nanging, fitur-fitur kasebut nyaranake cithak biru genetik sing wis diprogram sing ngidini nautilus nggawe cangkang sing rumit kanthi presisi sing luar biasa, nguatake ide desain kanthi tujuan tinimbang evolusi tanpa arah.

i. Matematika ing Alam lan Cipta

' Matématika iku basa sing ditulis déning Gusti Allah ing alam semesta.' - Galileo Galilei

Pola lan prinsip matematika akeh banget ditemokake ing alam, kalebu rasio emas, sudut emas, Urutan Fibonacci, spiral logaritma, lan fraktal.

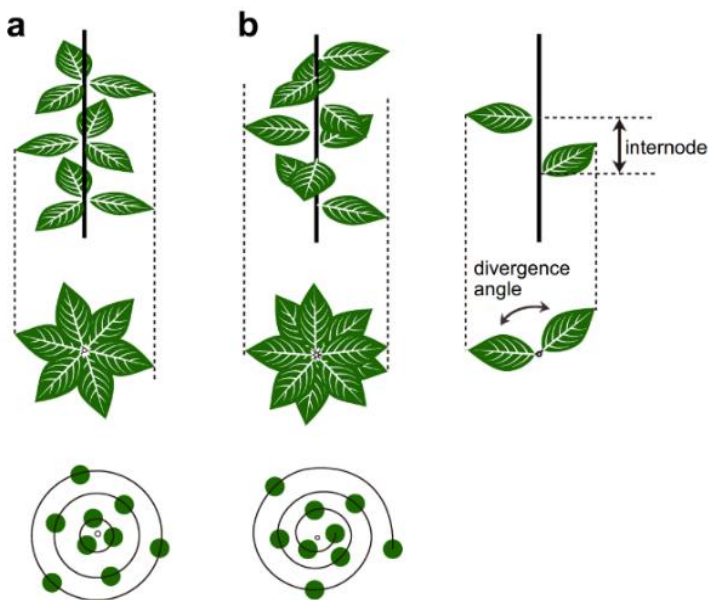
- Rasio emas, asring dilambangaké nganggo aksara Yunani ϕ ($= (a+b)/a = a/b$), iku angka irasional kira-kira padha karo 1,618. Iki kedadeyan nalika rasio rong jumlah padha karo rasio jumlah sing luwih gedhe saka rong jumlah kasebut.
- Sudut emas yaiku sudut sing dipisahake karo rong jari-jari sing mbagi bunder dadi rong dawa busur kanthi rasio emas. Iku luwih cilik saka rong sudut ($\sim 137,5$ derajat) sing digawe nalika mbagi keliling bunder miturut rasio emas.
- Urutan Fibonacci minangka seri nomer sing saben nomer minangka jumlah saka rong nomer sadurunge, wiwit saka 0 utawa 1 (contone, 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, ...).
- Spiral logaritma minangka kurva spiral sing mirip dhewe sing kerep katon ing alam. Punika ditondoi dening sifat sing amba antarane garis tangent lan radial ing sembarang titik punika pancet.
- Fraktal minangka pola kompleks sing padha karo skala sing beda. Padha asring digawe dening mbaleni proses prasaja liwat lan liwat ing loop umpan balik aktif.



Gambar 3.2 6 . Rasio golden, sudut emas, spiral logaritmik , lan fraktal

Ayo goleki ing ngendi prinsip matematika kasebut ditemokake ing alam.

Phyllotaxis yaiku susunan godhong, kembang, utawa struktur botani liyane ing batang tanduran. Iki minangka konsep kunci ing botani lan nggambarake cara tanduran maksimalake cahya srengenge lan sumber daya lingkungan liyane. Susunan godhong ngetutake urutan Fibonacci, ing ngendi jumlah godhong ing spiral berturut-turut minangka nomer Fibonacci. Pola phyllotaxis sing bisa yaiku $1/2$, $1/3$, $2/5$, $3/8$, $5/13$, $8/21$, lan liya-liyane, ing ngendi numerator lan denominator mbentuk urutan Fibonacci.



Gambar 3.2 7 . $2/5$ phyllotaxis (a) lan $3/8$ phyllotaxis (b)

Phyllotaxis $3/8$ nuduhake pola susunan rwaning ing ngendi saben rwaning dipisahake saka sabanjure kanthi rotasi 360 derajat kanthi rotasi 360 derajat. Iki tegese saben godhong berturut-turut dipanggonke kanthi sudut $3/8 \times 360 = 135$ derajat. (disebut sudut divergensi) saka sing sadurunge. Sudut divergensi konvergen menyang sudut emas 137,5 derajat ing tanduran kanthi godhong akeh . Divergensi pecahan iki mbantu nyebarake godhong kanthi cara kasebut

maximizes cahya kanggo suryo srengenge lan minimalake tumpang tindih lan iyub-iyub , mesthekake yen saben rwaning nampa cahya lan hawa nyukupi . Jarak sing tepat ngidini distribusi banyu lan nutrisi sing optimal ing saindhenging tanduran.

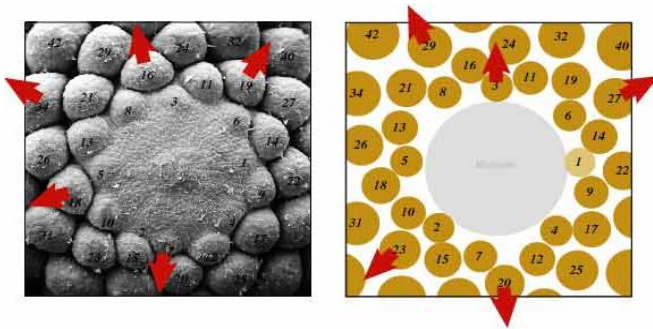
Pola sing padha uga bisa ditemokake ing pirang-pirang kembang. Contone, jumlah godhong , cabang , lan kelopak ing sneezewort mbentuk nomer Fibonacci sing berturut-turut . 1, 1, 2, 3, 5, 8 kanggo godhong, 1, 2, 3, 5, 8, 13 kanggo cabang, lan 5, 8 utawa 8, 13 kanggo kelopak.



Gambar 3.2 8 . Godhong lan cabang sneezewort

Ora mung godhong, nanging uga tunas, woh-wohan, lan wiji tanduran diatur dening urutan Fibonacci lan sudut emas .

Pola sprouting saka cemara Norwegia ngetutake prinsip urutan Fibonacci lan sudut emas. Saben pucuk anyar muncul kanthi sudut kira-kira 137,5 derajat (sudut emas) saka sing sadurunge. Akibaté, cabang mbentuk pola spiral ing sakubengé batang, nyelarasake karo angka Fibonacci ing distribusi. Pola alami iki nambah kemampuan wit kanggo nglumpukake srengenge, banyu, lan nutrisi kanthi efisien, ndhukung wutah lan kesehatane.



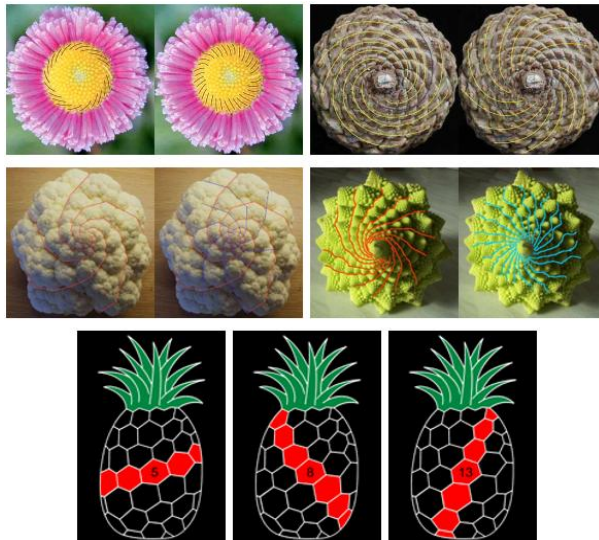
Gambar 3.2 9 . Pola sprouting saka Norw ay spruce

uga nampilake pola Fibonacci lan sudut emas ing susunan kembang . Kelopak lan wiji kembang kasebut sejajar ing spiral sing ngetutake urutan Fibonacci, ing ngendi jumlah spiral ing saben arah biasane cocog karo nomer Fibonacci berturut-turut, kayata 21 lan 34. Kajaba iku, sudut divergensi antarane kelopak utawa wiji sing berturut-turut kira-kira sudut emas. Yen spiral tatu ing sudut emas, mbentuk spiral logaritmik. Yen kembang daisy mbentuk spiral logaritma, mula tetep wujud nalika tuwuh. Spiral logaritma mirip, tegese wangun spiral tetep konsisten sanajan ngembang. Sifat inheren saka spiral logaritma ngidini daisy kanggo njaga struktur geometris sakabèhé ing saindhenging wutah.

Pola sing padha ditemokake ing pinecones, kembang kol, lan brokoli Romanesco. Sisik pinecone disusun kanthi rumit ing spiral sing ngetutake angka Fibonacci, umume nampilake 8 spiral ing siji arah lan 13 ing arah ngelawan, kanthi saben skala kasebut kanthi teliti dipanggonke ing kira-kira sudut emas. Kajaba iku, kembang kembang kol ditabuh ing 5 spiral ing siji arah lan 8 ing arah liyane, nggambarake urutan numerik sing padha. Ing brokoli Romanesco, kembang kasebut disusun kanthi 13 spiral ing siji arah lan 21 ing arah liyane.

Angka Fibonacci ing nanas bisa ditemokake ing susunan mripate . Mata iki disusun dadi spiral sing ngetutake angka Fibonacci, biasane mbentuk telung set spiral sing béda. Biasane, sampeyan bisa nemokake 8 spiral munggah ing siji arah, 13 ing arah ngelawan, lan kadhangkala

21 ing liyane, saben set aligning karo nomer Fibonacci consecutive. Pola iki njamin pengepakan sing efisien lan ngoptimalake integritas struktural woh. Pangaturan kasebut ngidini nanas tuwuh kanthi seragam lan nyebarake nutrisi kanthi merata, nuduhake aplikasi alami urutan Fibonacci ing wutah lan pangembangan tanduran.

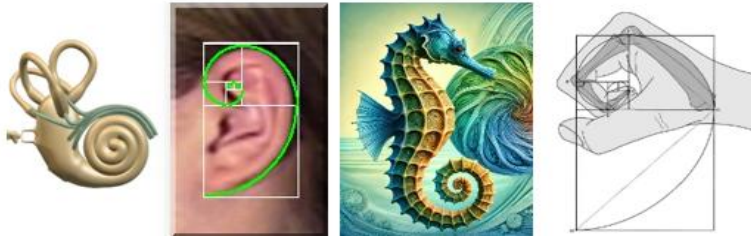


Gambar 3. 30 . Urutan Fibonacci lan spiral logaritma ditemokake ing tetanduran

Kurva pertumbuhan sing ngetutake spiral logaritma bisa ditemokake ora mung ing tetanduran nanging uga ing manungsa lan kewan liyane. Tuladhane kalebu pinna manungsa, koklea ing kuping, driji manungsa, buntut jaran laut, sungu wedhus gunung, lan cangkang macem-macam bekicot, kalebu nautilus. Yen pola-pola wutah iki ora ngetutake spiral logaritma, dheweke ora bakal bisa njaga wangun karakteristik nalika terus berkembang, pungkasan ilang fungsi sing beda lan integritas struktur sing unik.

Contone, yen pola pertumbuhan koklea ora ngetutake spiral logaritma, bakal mengaruhi kemampuane kanggo ngolah swara kanthi efisien. Spiral logaritma ngidini gradien frekuensi bisa dideteksi ing dawane, kanthi frekuensi dhuwur ing dhasar lan frekuensi rendah ing

puncak. Penyimpangan saka pola iki bisa nyebabake jarak area deteksi frekuensi sing ora rata, nyebabake gangguan pangrungu utawa angel mbedakake antarane frekuensi swara sing beda. Pengaturan sing tepat iki penting kanggo peran koklea ing ngowahi gelombang swara dadi sinyal saraf, sing ngidini persepsi pendengaran sing akurat.



Gambar 3.3 1 . Koklea, kuping, jaran laut, lan balung tangan

Akeh pola fraktal sing bisa ditemokake ing alam, kalebu pola percabangan pakis lan wit-witan, struktur godhong pakis, susunan kembang kembang kol, brokoli, lan brokoli Romanesco, sistem oyod saka akeh tetanduran, lan pinecones.



Gambar 3.3 2 . Fracta ditemokake ing pakis lan broc coli Romawi

Pola fraktal uga ana ing sistem biologi. Percabangan pembuluh getih, saka arteri utama nganti kapiler sing paling cilik, ngetutake pola fraktal. Struktur fraktal nggedhekake area lumahing kanggo pertukaran nutrisi lan gas nalika nyilikake energi sing dibutuhake kanggo ngompa getih ing awak. Cabang fraktal mesthekake yen saben sel diwenehake kanthi

cukup oksigen lan nutrisi. Salajengipun, sifat fraktal pembuluh getih nyumbang kanggo kaku lan adaptasi. Pola sing diulang bisa gampang adaptasi kanggo tuwuh lan ndandani, njaga sirkulasi sing efisien sanajan ana owah-owahan utawa karusakan.

Sistem pernapasan manungsa uga duwe pola fraktal. Struktur paru-paru kasebut kalebu trakea sing bercabang dadi bronkus, sing luwih dipérang dadi bronkiolus cilik, sing puncaké ing alveoli ing ngendi pertukaran gas dumadi. Saben divisi njaga pola fraktal. Arsitèktur fraktal iki nggedhekake area lumahing, sing ukurane kaya lapangan tenis, kanggo ijol-ijolan gas nalika ngurangi volume sing dikuwasani paru-paru. Kanthi ngetutake pola fraktal, paru-paru bisa ngirim oksigen menyang aliran getih kanthi efisien lan ngusir karbon dioksida, ngoptimalake fungsi pernapasan.

Anane pola matematika kaya sudut emas, urutan Fibonacci, lan fraktal ing alam lan sistem biologi nantang gagasan mutasi acak lan seleksi alam. Jarak optimal sudut emas kanggo godhong lan efisiensi urutan Fibonacci ing susunan wiji, umpamane, nyaranake desain kanthi tujuan kanggo ngoptimalake panggunaan sumber daya. Kompleksitas sing padha karo fractals ing struktur kaya pembuluh getih lan akar tanduran nuduhake tingkat organisasi sing canggih sing ora bisa digayuh kanthi proses acak. Kerumitan, presisi, lan anane universal saka struktur kasebut nuduhake desain cerdas sing wis ditemtokake tinimbang proses evolusi sing ora diarahake.

4. Undangan kanggo Injil

“ Manawa Ingsun mirsani langitmu, pakaryaning drijimu, rembulan lan lintang-lintang kang wus padha sira pasang, punapa dene sira eling-eling marang dheweke, manungsa kang sira eling-eling?

Paduka sampun damel tiyang-tiyang wau langkung asor sathithik tinimbang para malaékat, saha Paduka makuthani kalayan kamulyan lan kamulyan.

Paduka sampun ndadosaken tiyang-tiyang wau dados panguwasa tumrap pakaryaning asta Paduka; Sampeyan sijine kabeh ing sangisore sikile:

kabeh wedhus lan sapi, lan kewan ing ara-ara, manuk ing langit, lan iwak ing segara, kabeh sing nglangi ing dalan ing segara.

Dhuh Yehuwah, Gusti kawula, asma Paduka ingkang agung ing salumahing bumi!” (Jabur 8:3-9)

Ayat-ayat Kitab Suci ing ndhuwur kanthi apik nggambarake rasa gumun lan nggumunake ciptaan, ngakoni keagungan langit lan rancangan alam semesta sing rumit minangka bukti saka Sang Pencipta. Ing ayat-ayat kasebut, juru Mazmur gumun marang rembulan, lintang-lintang, lan langit-langit sing jembar, sing wis ditemtokake dening Gusti Allah, ngerteni tumindak tumitah sing disengaja lan dituju. Creationism ndudohke rasa gumun iki, negesake yen kerumitan lan tatanan sing katon ing alam dudu produk kebetulan nanging dirancang kanthi sengaja dening Sang Pencipta. Panemuan Juru Mazmur babagan cilikane manungsa yen dibandhingake karo keagungan kosmos kasebut nyorot kapercayan manawa, sanajan jagad iki jembar, Gusti Allah wis milih makutha kita kanthi kamulyan lan kamulyan, menehi panguwasa marang pakaryaning tangane. Hubungan sing jero antarane Gusti Allah lan manungsa iki nuduhake katresnan sing jero marang kita lan kekarepane supaya kita bisa urip sesambungan karo Panjenengane.

Ing bab iki, aku arep ngenalake Injil, sing nyritakake kepiye katresnan lan kekarepan Gusti Allah kanggo tetunggalan karo kita kawujud liwat Gusti Yesus Kristus, menehi kita kesempatan kanggo rukun karo Panjenengane lan urip ing kasampurnan sih-rahmat. Kanggo sing isih berjuang kanggo percaya marang anané Gusti Allah sing dicethakaké liwat alam semesta lan kabeh titah, aku uga arep ngatur Pascal's Wager.

Blaise Pascal minangka filsuf, matématikawan, fisikawan, lan panulis Prancis abad kaping-17 sing misuwur amarga refleksi filosofis babagan sifat lan iman manungsa, utamane ing karyane 'Pensées.' Dheweke nampilake argumentasi filosofis babagan eksistensi Gusti Allah sing diarani Pascal 's Wager. Pascal mratelakake yen iku keputusan sing rasional kanggo urip kaya-kaya Gusti Allah ana amarga yen Gusti Allah ana, wong sing percaya bakal entuk kabegjan sing langgeng, dene yen Gusti Allah ora ana, kerugian kasebut ora bisa diremehake. Kosok baline, yen wong urip kaya-kaya Gusti Allah ora ana lan salah, potensial mundhut gedhe banget, kalebu kasangsaran sing langgeng, dene keuntungan yen bener minimal. Mula, Pascal nyimpulake yen percaya marang Gusti Allah minangka 'taruhan' sing luwih aman lan luwih migunani.

	Gusti Allah ana	Gusti Allah ora ana
Percaya marang Gusti Allah	Kabungahan langgeng (swarga)	Ora ana sing kedadeyan
Aja percaya e marang Gusti Allah	Kasangsaran langgeng (neraka)	Ora ana sing kedadeyan

Tabel 4.1. Wager Pascal

Nganti saiki, kita wis diskusi ekstensif babagan tumitah lan évolusi, ngakoni anané Gusti Allah. Yen sampeyan ngerteni bebener iki, banjur Pascal's Wager menehi rong pilihan sing jelas : kabungahan sing langgeng (swarga) utawa penderitaan sing langgeng (neraka). Saben uwong kepengin milih pilihan sing sepisanan, lan ora ana sing pengin milih sing kapindho. Ing tahap iki, sampeyan bisa mangu-mangu anane

swarga, nanging swarga pancen ana . Ing 2 Korintus, Rasul Paulus nuduhake pengalaman sing jero lan misterius sing menehi gambaran babagan anane swarga. Dheweke nulis:

"Aku ngerti wong ana ing Sang Kristus, sing patbelas taun kepungkur, kajiret munggah ing swarga katelu. Apa ana ing badan utawa metu saka badan aku ora ngerti - Gusti Allah sing ngerti. Lan aku ngerti yen wong iki - apa ana ing badan utawa ora ing badan aku ora ngerti, nanging Gusti Allah mirsa - kajiret munggah menyang swarga lan krungu prekara-prekara sing ora bisa dicritakake, sing ora kena dicritakake dening sapa wae. (2 Korinta 12:2-4).

Cathetan Paulus nyaranake manawa swarga, utawa ' swarga katelu,' minangka alam kaendahan sing ora bisa diterangake lan ngarsane Gusti Allah, beda karo pengalaman Kadonyan kita. 'Swarga katelu' iki dianggep minangka bagéan paling dhuwur saka swarga, panggonan kasunyatan spiritual lan sesambungan karo Gusti Allah. 'Prekara-prekara sing ora bisa dicritakake' sing dirungokake Paulus ing kana nuduhake manawa pengalaman lan bebener ing swarga ora bisa dingerteni lan basa manungsa.

Wacana iki reassures pracaya kasunyatan swarga lan jero, alam transenden, menehi pangarep-arep lan janji saka misteri gaib sing nunggu ngluwihi eksistensi Bumi kita. Sesanti Paulus dadi bukti kuat kanggo ana swarga swarga, panggonan sing diiapake dening Gusti Allah kanggo wong-wong sing tresna marang Panjenengane.

Swarga mbukak kanggo sapa waé sing pretyaya marang Gusti Yésus Kristus. Gusti Yesus Kristus rawuh ing bumi kanggo nylametake manungsa saka dosa . Yesus minangka tokoh sajarah. Sajarah kita dipérang déning SM (Sadurungé Kristus) lan AD (Anno Domini, sing Latin kanggo 'ing taun Gusti kita'). Kaya sing ditulis ing papat buku Injil, Gusti Yesus nindakake pirang-pirang mukjijat sajrone pelayanan, nuduhake kekuwatan lan welas asih. Dhèwèké nambani wong lara, kaya nambani wong lara kusta (Matius 8:1-4) lan nguwatké wong wuta (Yokanan 9:1-7). Dhèwèké uga nindakaké mukjijat-mukjijat alam,

kalebu ngentèkaké prahara (Markus 4:35-41) lan lumaku ing banyu (Matius 14:22-33). Kajaba iku, Gusti Yesus wungu wong mati, utamané Lazarus (Yokanan 11:1-44), lan ping panganan roti lan iwak kanggo feed ewu (Matius 14:13-21). Mujijat-mujijat iki negesake identitas minangka Putraning Allah lan nggawa pangarep-arep lan iman kanggo akeh wong.

Yen sampeyan pengin pracaya marang Gusti Yesus lan njaluk kepastian arep menyang swarga, sampeyan bisa tindakake langkah iki adhedhasar prinsip inti saka iman Kristen:

Ngerti manawa sampeyan wong dosa sing mbutuhake pangapurane Gusti. Dosa kalebu pitenah , bangga, srakah, hawa nepsu, bebendu, nyembah brahala, jina, nyolong, goroh, cidra, gething, judi, mendem, lan penyalahgunaan narkoba, lan liya-liyane - ora ana sing dibebasake. Dosa iki wis ngrusak sesambetan kita karo Gusti Allah, nggawe pamisah antarane kita lan Panjenengane. Kitab Suci ngandika,

"Amarga kabeh wong wis gawe dosa lan ora bisa nggayuh kamulyane Gusti Allah , " (Rum 3:23).

Duwe iman nèk Yésus Kristus kuwi Anaké Gusti Allah sing wis séda kanggo dosa-dosamu lan wungu menèh.

"Amarga Gusti Allah tresna banget marang jagad iki nganti masrahake Kang Putra ontang-anting , supaya saben wong sing pracaya marang Panjenengane aja nganti nemu karusakan, nanging duwe urip langgeng . " (Yohanes 3:16)

Ngakoni dosamu marang Gusti Allah lan nyingkiri.

"Yen kita ngakoni dosa kita, Panjenengane iku setya lan adil, lan bakal ngapura dosa kita lan ngresiki kita saka kabeh piala . " (1 Yokanan 1:9)

Ngundang Yesus menyang urip sampeyan dadi Juruwilujeng lan Gusti. Iki tegese pracaya marang Panjenengane kanggo kawilujengan

lan tundhuk marang Panjenengane.

"Nanging kanggo kabeh sing nampa dheweke, wong sing pracaya marang asmane, dheweke menehi hak dadi putrane Gusti Allah . " (Yohanes 1:12)

Mangkene pandonga prasaja sing bisa sampeyan ucapake kanggo nyebutake iman lan komitmen sampeyan marang Gusti Yesus:

"Kawula sowan ing ngarsa Paduka, ngakeni dosa-dosa kawula lan mbetahaken sih-rahmat Paduka. Kawula pitados bilih Gusti Yesus seda kangge dosa kawula lan wungu malih supados maringi gesang enggal. Kawula nampi Panjenenganipun minangka Gusti lan Juruwilujeng kawula, masrahaken manah lan gesang kawula dhumateng Paduka. Nyuwun pangapunten, ngresiki kawula, lan nuntun kawula kanthi Roh Paduka. Tulung kawula gesang kanthi setya, lumampah ing katresnan lan karsa Paduka.

Sawise nampa Gusti Yesus, penting kanggo tuwuh ing iman anyar. Maca Kitab Suci kanthi rutin, ndedonga, lan golek gereja lokal ing ngendi sampeyan bisa dadi bagian saka komunitas wong percaya sing bakal ndhukung lan nyengkuyung sampeyan.

Tuduhna imanmu liwat tumindakmu kanthi nresnani wong liya, nuduhake imanmu, lan urip miturut piwulange Gusti Yesus.

"Mulane kabeh wong bakal ngerti yen sampeyan dadi muridku, yen sampeyan padha tresna-tinresnan . " (Yohanes 13:35)

Percaya marang Gusti Yesus lan pasrahake urip marang Panjenengane minangka dhasar iman Kristen lan dalan kanggo urip langgeng ing swarga.

" Pancayaa marang Gusti Yésus , temahan kowé bakal slamet, kowé lan brayatmu!" (Para Rasul 16:31)

Matur nuwun

Aku arep ngucapake matur nuwun sing tulus marang Pdt. Hwan-Chull Park saka Gréja Bridge, sing kanthi teliti maca kabeh rancangan lan nggawe revisi tliti lan tambahan sing perlu.

Aku uga matur nuwun banget marang Pdt. Yong-Cheol Kim, Pdt. Jong-K ug Kim, Misionaris Kyoung Kim, lan Nyonya Hyun-Ah Kim amarga wis menehi inspirasi kanggo publikasi buku iki liwat akeh obrolan babagan Kitab Suci lan astronomi.

Kajaba iku, aku ngaturake matur nuwun banget marang Dr. lan Pdt. Ju nS ub Im saka Gréja Korea BLOO-gene ing Charlottesville , Dr. Kyoung-Joo Choi saka Arcturus Therapeutics , lan Dr. Chi-Hoon Park Institut Riset Teknologi Kimia Korea kanggo maca naskah lan menehi umpan balik sing migunani.

Matur nuwun khusus kanggo putra-putraku, Samuel lan Daniel, kanggo pitulungan ing karya gambar.

Ing pungkasan abad kaping 19 lan awal abad kaping 20, kira-kira 150 nganti 200 misionaris Amerika teka ing Korea, nggawe dhasar kanggo penginjilan Kristen, pendidikan, lan misi medis . Upaya dheweke nduwe peran penting kanggo nyebarake Injil ing saindenging negara lan pungkasane mengaruhi uripku uga . Kanthi sih-rahmat Gusti Yesus, aku nampa kawilujengan lan dadi anggota kulawarga iman. Kawulo ngaturaken agunging panuwun awit saking pengabdian lan jasanipun.

Kabeh kamulyaning Allah!

Image Credit

1. The Creation of the Universe

Fig. 1.1: NASA/JPL, Fig. 1.2: Hubble Heritage Team, Fig. 1.3: R. Hurt/JPL-Caltech/NASA, Fig. 1.4: Hubble/NASA/ESA, Fig. 1.5: Wikipedia/R. Powell, Fig. 1.6: Wikimedia/D. Leinweber, Fig. 1.7: NASA/CXC/M. Weiss(left), NASA/D. Berry (right), Fig. 1.8: Stellarium, Fig. 1.9: Physics Forums, Fig. 1.10: NASA/JPL-Caltech (left), A. Sarangi, 2018, SSR, 214, 63 (right), Fig. 1.11: Wikimedia/ALMA (ESO/NAOJ/NRAO) (left), T. Müller (HdA/MPIA)/G. Perotti (The MINDS collaboration)/M. Benisty (right), Fig. 1.12: TASA Graphic Arts, Inc., Fig. 1.14: Jon Therkildsen, Fig. 1.15: www.neot-kedumim.org.il

2. God's Masterpiece, the Earth

Fig. 2.1: R. Narasimha, Fig. 2.3: NASA, Fig. 2.4: NASA/Goddard/Aaron Kaase, Fig. 2.6: Wikimedia, Fig. 2.7: Linda Martel, Fig. 2.8: Wikimedia, Fig. 2.9: NASA/ESA/H. Weaver & E. Smith (left), NASA/HST Comet Team (right), Fig. 2.10: Wikimedia/M. Bitton, Fig. 2.11: Wikimedia/John Garrett, Fig. 2.12: UK Foreign and Commonwealth Office, Fig. 2.13: Wikipedia, Fig. 2.16: Wikipedia/G. Taylor, Fig. 2.17: NASA/Caltech

3. Creation or Evolution?

Fig. 3.1: Wikipedia/Yassine Mrabet, Fig. 3.2: OpenEd/Christine Miller , Fig. 3.3: Wikipedia/LadyofHats, Fig. 3.4: Wikipedia/Messer Woland & Szczepan (left), Wikipedia/LadyofHats (right), Fig. 3.5: J.E. Duncan & S.B. Goldstein, Fig. 3.6: Wikipedia/Fiona 126, Fig. 3.7: NASA, Fig. 3.8: R. Cui, Fig. 3.9: Wikipedia/Ansgar Walk, Fig. 3.10: The Whisker Chronicles, Fig. 3.11: Encyclopedia Britanica Inc., Fig. 3.12: Wikipedia, Fig. 3.13: Wikipedia/LadyofHats, Fig. 3.14: Wikipedia/J.J. Corneveaux, Fig. 3.15: Smithsonian Institution, Fig. 3.17: NRAO/AUI/NSF (left), Wikipedia/Colby Gutierrez-Kraybill (right), Fig. 3.18: Wikipedia/MikeRun, Fig. 3.20 - Fig. 3.23: Shueisha, Inc./Obara Takuya, Fig. 3.24: Wikipedia/Pinakpani, Fig. 3.25: Wikipedia/Dicklyon, Fig. 3.26: Wikipedia/Stannered (1st img), Dicklyon (2nd img), Morn the Gom (3rd img), Eequor (4th img), Fig. 3.27: M. Kitazawa/J. Plant Res., Fig. 3.28: S.R. Rahaman, Fig. 3.30: Jill Britton

(pineapple), Fig. 3.32: Wikipedia/Farry (left), Wikimedia/Ivar Leidus (right).

References

1. The Creation of the Universe

- 제자원 (2002), Oxford Bible Encyclopedia, *Bible Textbook Co.*, Genesis Chap. 1-11.
- Another universe existed before Big Bang? 우주먼지의
현자타임즈, 2/24/2024,
<https://www.youtube.com/watch?v=RckLkaVzFe0>
- A Big Ring on The Sky: AAS 243rd Press conference. Alexia M. Lopez, 1/11/2024, <https://www.youtube.com/watch?v=fwRJGalcX6A>
- Bogdan, A., et al. (2024), 'Evidence for heavy-seed origin of early supermassive black holes from a $z \approx 10$ X-ray quasar', *Nature Astronomy*, 8, 126.
- Bonanno, A., & Fröhlich, H.-E. (2015), 'A Bayesian estimation of the helioseismic solar age', *Astronomy & Astrophysics*, 580, A130.
- Karim, M. T., & Mamajek, E. E. (2017), 'Revised geometric estimates of the North Galactic Pole and the sun's height above the Galactic mid-plane', *MNRAS*, 465, 472.
- Lopez, A. M., et al. (2022), 'Giant Arc on the sky', *MNRAS*, 516, 1557.
- Lopez, A. M., Clowes, R. G., & Williger, G. M. (2024), 'A Big Ring on the Sky', *JCAP*, 07, 55.
- Lyra, W., et al. (2023), 'An Analytical Theory for the Growth from Planetesimals to Planets by Polydisperse Pebble Accretion', *The Astrophysical Journal*, 946, 60.
- Penrose, R. (2016), *The Emperor's New Mind*, Oxford University Press, Oxford, United Kingdom.
- Perotti, G., et al. (2023), 'Water in the terrestrial planet-forming zone of the PDS 70 disk', *Nature*, 620, 516.
- Sandor, Zs., et al. (2024), 'Planetesimal and planet formation in transient dust traps', *Astronomy & Astrophysics*, in press.
- Schiller, M., et al. (2020), 'Iron isotope evidence for very rapid accretion and differentiation of the proto-earth', *Science Advances*, 6, 7.

- Tonelli, G. (2019), *Genesis: The story of how everything began*, Farrah, Straus and Giroux, New York, pp 19-44
- Tryon, E. P. (1973), 'Is the Universe a vacuum fluctuation', *Nature*, 246, 396.
- Vorobyov, E. I., et al. (2024), 'Dust growth and pebble formation in the initial stages of protoplanetary disk evolution', *Astronomy & Astrophysics*, 683, A202.
- Yi, S., et al. (2001), 'Toward Better Age Estimates for Stellar Populations: The Y2 Isochrones for Solar Mixture', *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 136, 417.

2. God's Masterpiece, the Earth

- Comins, N. F. (1993), *What If the Moon Didn't Exist?* HarperCollins Publishers Inc., New York, NY.
- Gonzalez, G. & Richards, J. W. (2004), *The privileged planet: How Our Place in the Cosmos Is Designed for Discovery*, Regnery Publishing, Inc.
- Lineweaver, C. H., et al. (2004), 'The Galactic Habitable Zone and the Age Distribution of Complex Life in the Milky Way', *Science*, 303 (5654), 59.
- Lüthi, D. et al. (2008), 'High-resolution carbon dioxide concentration record 650,000 - 800,000 years before present', *Nature*, 453, 379.
- Narasimha, R., et al. (2023), 'Making Habitable Worlds: Planets Versus Megastructures', *arXiv:2309.06562*.
- OpenAI. (2024), *ChatGPT* (4o) [Large language model], <https://chatgpt.com>
- Ward, Peter D. & Brownlee, Donald (2000), *Rare Earth: Why Complex Life is Uncommon in the Universe*, Copernicus Books (Springer Verlag).

3. Creation or Evolution?

- Abelson, P. H. (1966), 'Chemical Events on the Primitive Earth', *Proc*

- Nat Acad Sci*, 55, 1365.
- Behe, M. J. (2006). *Darwin's black box: The biochemical challenge to evolution*. Free Press.
- Behe, M. J. (2020). *Darwin devolves: The new science about DNA that challenges evolution*. HarperOne.
- Bernhardt, H. S. (2012), 'The RNA world hypothesis: the worst theory of the early evolution of life (except for all the others)', *Biology Direct*, 7, Article number: 23.
- Chyba, C. F., & Sagan, C. (1992), 'Endogenous production, exogenous delivery and impact-shock synthesis of organic molecules: An inventory for the origins of life'. *Nature*, 355, 125.
- Cui, R., 'The transcription network in skin tanning: from p53 to microphthalmia',
<https://www.abcam.com/index.html?pageconfig=resource&rid=11180&pid=10026>
- Dembski, W. A., & Ewert, W. (2023). *The design inference: Eliminating chance through small probabilities*. Discovery Institute.
- Danielson, M. (2020), 'Simultaneous Determination of L- and D- Amino Acids in Proteins', *Foods*, 9 (3), 309.
- Fabre, J.-H. (2015), *The Mason -Bees (Perfect Library)*, CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Higgins, M. (2014), 'Bear evolution 101', *The Whisker Chronicles*,
<https://thewhiskerchronicles.com/2014/01/03/bear-evolution-101/>
- Kasting, J. F. (1993). 'Earth's Early Atmosphere.' *Science*, 259(5097), 920.
- Maslin, M. (2016), 'Forty years of linking orbits to ice ages', *Nature*, 540 (7632), 208.
- Miller, S. L. (1953), 'A Production of Amino Acids under Possible Primitive Earth Conditions', *Science*, 117, 528
- Mumma, M. M., et al. (1996), 'Detection of Abundant Ethane and Methane, Along with Carbon Monoxide and Water, in Comet

- C/1996 B2 Hyakutake: Evidence for Interstellar Origin', *Science*, 272 (5266), 1310.
- OpenAI. (2024), *ChatGPT* (4o) [Large language model], <https://chatgpt.com>
- Park, Chi Hoon (2024), 'Stop codon points to GOD', Proceedings of the 20th Anniversary KRAID Symposium
- Pinto, J. P., Gladstone, G. R., & Yung, Y. L. (1980), 'Photochemical Production of Formaldehyde in Earth's Primitive Atmosphere', *Science*, 210, 183.
- Pinto, O. H., et al. (2022), 'A Survey of CO, CO₂, and H₂O in Comets and Centaurs', *Planet. Sci. J.*, 3, 247.
- Russo, D., et al. (2016), 'Emerging trends and a comet taxonomy based on the volatile chemistry measured in thirty comets with high resolution infrared spectroscopy between 1997 and 2013', *Icarus*, 278, 301.
- Sanjuán, R., Moya, A., & Elena, S. F. (2004), 'The distribution of fitness effects caused by single-nucleotide substitutions in an RNA virus', *Proc Natl Acad Sci*, 101(22), 8396.
- Trail, D., et al. (2011), 'The oxidation state of Hadean magmas and implications for early Earth's atmosphere', *Nature*, 480, 79.
- Urey, H. C. (1952). 'On the Early Chemical History of the Earth and the Origin of Life.' *Proc Natl Acad Sci*, 38(4), 351.
- Wikipedia, Mutation (Distribution of fitness effects).
- Wikipedia, Visual phototransduction.
- Yang, P.-K. (2016), 'How does Planck's constant influence the macroscopic world?', *Eur. J. Phys.*, 37, 055406.
- Zahnle, K. J. (1986), 'Photochemistry of methane and the formation of hydrocyanic acid (HCN) in the Earth's early atmosphere', *J. Geophys Res*, 91, 2819.

About the Author

Dr. Dongchan Kim earned his B.S. in Astronomy from Yonsei University in Seoul, Korea, and his Ph.D. in Astronomy from the University of Hawaii. After completing his doctoral studies, he pursued astronomical research at several institutions, including NASA's Jet Propulsion Laboratory/Caltech, Seoul National University, and the University of Virginia.

Dr. Kim's research focuses on luminous infrared galaxies (LIRGs), ultraluminous infrared galaxies (ULIRGs), quasars, and recoiling supermassive black holes.

He is affiliated with the National Radio Astronomy Observatory in Charlottesville, Virginia, USA.

The English version of this book was published under the title '**DIVINE GENESIS: Exploring Creation through Astronomy and Biology**' on Amazon USA. The PDF version of this book, along with translations in multiple languages, can be downloaded from divine-genesis.org.