

i-Nuklear Bil 3 2019 ; eISSN 2710-5628

Percuma

i-NUKLEAR

ILMU . IDEA . INFORMASI



Persoalan Tentang
**SINARAN & TEKNOLOGI
NUKLEAR**

Sejarah

Sejarah agensi bermula pada 11 November 1971 apabila satu jawatankuasa yang dikenali sebagai Pusat Penyelidikan dan Aplikasi Tenaga Nuklear (CRANE) ditubuhkan, bagi mengkaji kemungkinan Malaysia menceburi bidang teknologi nuklear. Usul ini telah diterima dan diluluskan dalam mesyuarat Jemaah Menteri pada 19 September 1972 yang menyokong cadangan terhadap keperluan Malaysia menubuhkan pusat penggunaan dan penyelidikan teknologi nuklear. Pada Ogos 1973, Jawatankuasa Perancangan Pembangunan Negara mencadangkan untuk menamakan pusat ini sebagai Pusat Penyelidikan Atom Tun Ismail (PUSPATI) dan telah diiktiraf sebagai pusat kebangsaan.

PUSPATI telah diletakkan di bawah Kementerian Sains, Teknologi dan Alam Sekitar (MOSTE). Tahun 1983 merupakan detik penting bagi agensi apabila diberikan identiti baru iaitu Unit Tenaga Nuklear (UTN). Serentak dengan itu, UTN telah dipindahkan dari MOSTE ke Jabatan Perdana Menteri (JPM). Ini memberi impak yang besar kepada peranan agensi kerana buat pertama kalinya aktiviti nuklear yang melibatkan perancangan polisi negara dan kegiatan operasi nuklear disatukan di bawah naungan JPM. Namun pada 27 Oktober 1990, UTN telah dipindahkan semula ke MOSTE. Jemaah Menteri

dalam mesyuaratnya pada 10 Ogos 1994, telah meluluskan pertukaran nama UTN kepada Institut Penyelidikan Teknologi Nuklear Malaysia (MINT).

Logo baru juga telah diperkenalkan pada 22 Oktober 2009 ketika Hari Pelanggan MINT, yang juga julung kali diadakan. Bagi memberi arah hala yang lebih jelas, isi MINT diperkemas kepada mempertingkatkan pembangunan dan daya saing ekonomi negara melalui kecemerlangan dalam teknologi nuklear. Pada 13 April 2005 sekali lagi agensi mengalami perubahan entiti apabila digazet dengan nama baru iaitu Agensi Nuklear Malaysia (Nuklear Malaysia). Kini Nuklear Malaysia terus melebarkan sayap dalam mengembangkan R, D & C bagi menyokong aspirasi negara.

Peranan

Nuklear Malaysia adalah sebuah agensi di bawah Kementerian Tenaga, Sains, Teknologi, Alam Sekitar & Perubahan Iklim (MESTECC). Nuklear Malaysia juga adalah agensi peneraju penyelidikan dan pembangunan (R&D) sains dan teknologi nuklear bagi pembangunan sosioekonomi negara. Semenjak penubuhannya, Nuklear Malaysia telah diamanahkan dengan tanggungjawab untuk memperkenalkan dan mempromosi sains dan teknologi nuklear kepada masyarakat, sekaligus menyemai minat dan menyedarkan orang awam akan kepentingan teknologi nuklear dalam kehidupan. Hingga ke hari ini, Nuklear Malaysia kekal penting sebagai sebuah organisasi yang mantap dalam bidang saintifik, teknologi dan inovasi.

Pencapaian cemerlang Nuklear Malaysia adalah bersandarkan pengalaman 47 tahun dalam pelbagai pembangunan S&T nuklear, serta 37 tahun dalam pengendalian reaktor penyelidikan yang bebas kemalangan radiologi dan bersih alam sekitar. Selain itu, hasil R&D yang berpotensi turut diketengahkan ke pasaran sebagai usaha memanfaatkan penemuan inovasi saintifik kepada rakyat dan ekonomi Malaysia. Nuklear Malaysia juga sentiasa memastikan perkhidmatan yang diberikan adalah berkualiti dan bertaraf antarabangsa dalam kelasnya. Kemampuan ini adalah berdasarkan latihan dan disiplin tenaga kerja profesional, infrastruktur, kejuruteraan serta makmal penyelidikan yang lengkap.

Posisi Nuklear Malaysia sebagai pusat penyelidikan unggul telah diiktiraf dan dicontohi oleh agensi-agensi nuklear dari negara-negara jiran, malahan dijadikan model dalam merangka pelan pelaksanaan pembangunan S&T nuklear masing-masing, terutamanya aspek pemindahan dan pengkomersilan teknologi.

PENAUNG

Dr. Mohd. Abd. Wahab bin Yusof

EDITOR KANAN

Habibah binti Adnan

EDITOR

Normazlin binti Ismail

PENYELARAS

Nor Azlina Binti Nordin

PENULIS

Nor Azlina Binti Nordin

Dr. Zalina Laili

Dr. Kamaruddin Samudung

PEREKA GRAFIK

Norhidayah binti Jait

JURUFOTO

Nor Hasimah binti Hashim

DITERBITKAN OLEH:

Unit Penerbitan

Bahagian Pengurusan Maklumat

Agensi Nuklear Malaysia

Bangi, 43000 Kajang,

Selangor Darul Ehsan.

editorial

isi kandungan i-NUKLEAR

2 Tinta Ketua Pengarah & Dari Meja Editor

3-5 Apakah yang perlu saya tahu mengenai sinaran dan bahan radioaktif?

6-11 Apakah Peranan Teknologi Nuklear dalam Pengurusan Alam Sekitar yang Mampan?

12-13 Dari Lensa Nuklear Malaysia NMR151 & NMR152

14-16 Soal Jawab Tenaga Nuklear

hak cipta terpelihara

Mana-mana bahagian penerbitan ini tidak boleh dikeluarkan ulang, disimpan dalam sistem dapat kembali, atau disiarkan dalam apa-apa jua cara, sama ada secara elektronik, fotokopi, mekanik, rakaman atau lain-lain, sebelum mendapat izin bertulis daripada Penerbit. Sidang Editor berhak melakukan penyuntingan ke atas tulisan yang diterima selagi tidak mengubah isinya. Karya yang disiarkan tidak semestinya mencerminkan pendapat dan pendirian Agensi Nuklear Malaysia.

t i n t a

ketua pengarah

Agensi Nuklear Malaysia (Nuklear Malaysia) sebagai sebuah agensi yang berkait rapat dengan sinaran, adalah menjadi tanggungjawab agensi untuk memberi maklumat dan pengetahuan kepada masyarakat mengenai sinaran. Acap kali dizahirkan kekusaran rakyat perihal sinaran. Pendidikan awam perlu disampaikan dengan sewajarnya agar maklumat yang diberikan tepat. Diharap edisi i-Nuklear ini dapat memberi gambaran yang jelas kepada para pembaca berkaitan sinaran.

Dr. Mohd. Abd. Wahab bin Yusof
Ketua Pengarah
Agensi Nuklear Malaysia



Apakah yang perlu saya tahu mengenai sinaran dan bahan radioaktif?

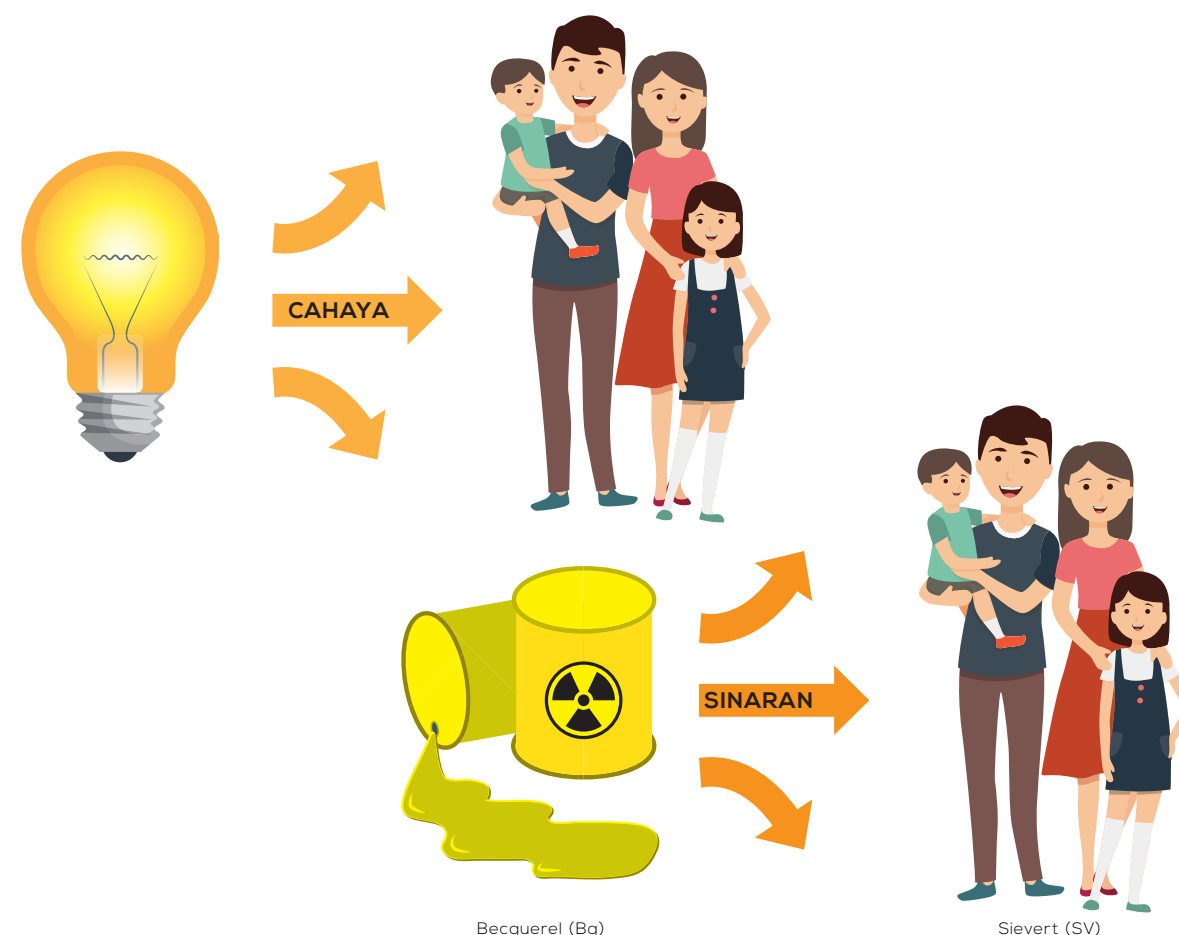
Apakah yang dimaksudkan dengan sinaran? Penjelasan sinaran dapat diertikan berdasarkan konsep lampu mentol. Mentol mempunyai keupayaan untuk memancarkan cahaya begitu juga bahan radioaktif yang mampu untuk menghasilkan sinaran. Becquerel (Bq) adalah unit bagi radioaktif manakala unit dedahan sinaran yang diterima oleh individu pula dinamakan Sievert (Sv).

d a r i

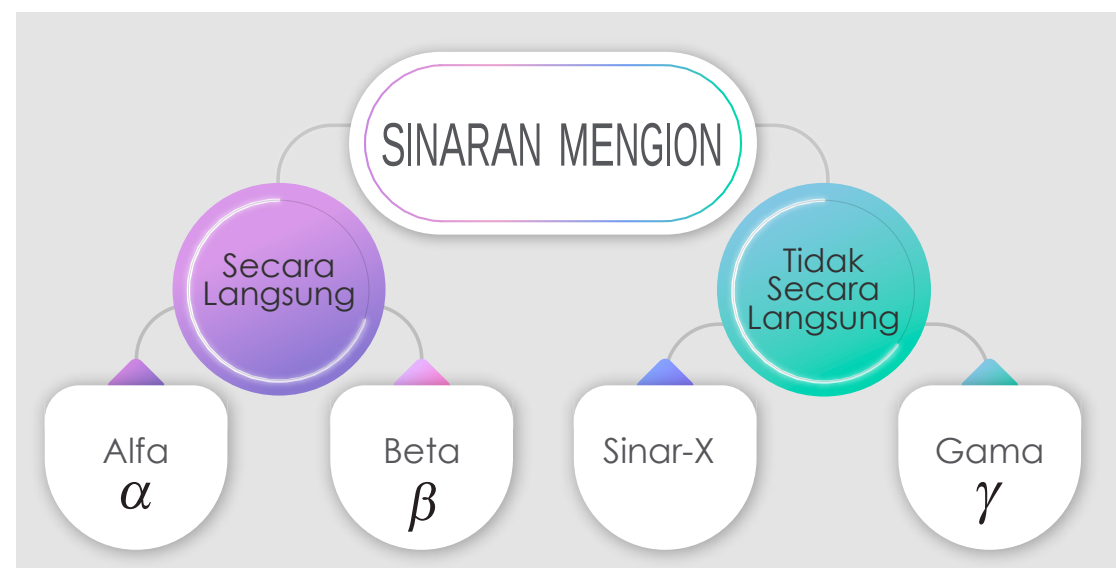
meja editor

Pelbagai persoalan kerap diutarakan oleh masyarakat berkaitan sinaran. Apa itu sinaran? Apa kepentingan sinaran? Berbahayakah sinaran? Oleh itu, edisi i-Nuklear Bil 3/2019 akan mengupas persoalan tentang sinaran dan teknologi nuklear. Para pembaca akan didedahkan dengan sinaran, sumber sinaran, kepentingan teknologi nuklear dalam beberapa bidang antaranya perubatan, pertanian, perindustrian dan peranan teknologi dalam pengurusan alam sekitar. Semoga maklumat yang dibekalkan ini mampu meningkatkan kefahaman para pembaca mengenai sinaran. Selamat membaca!

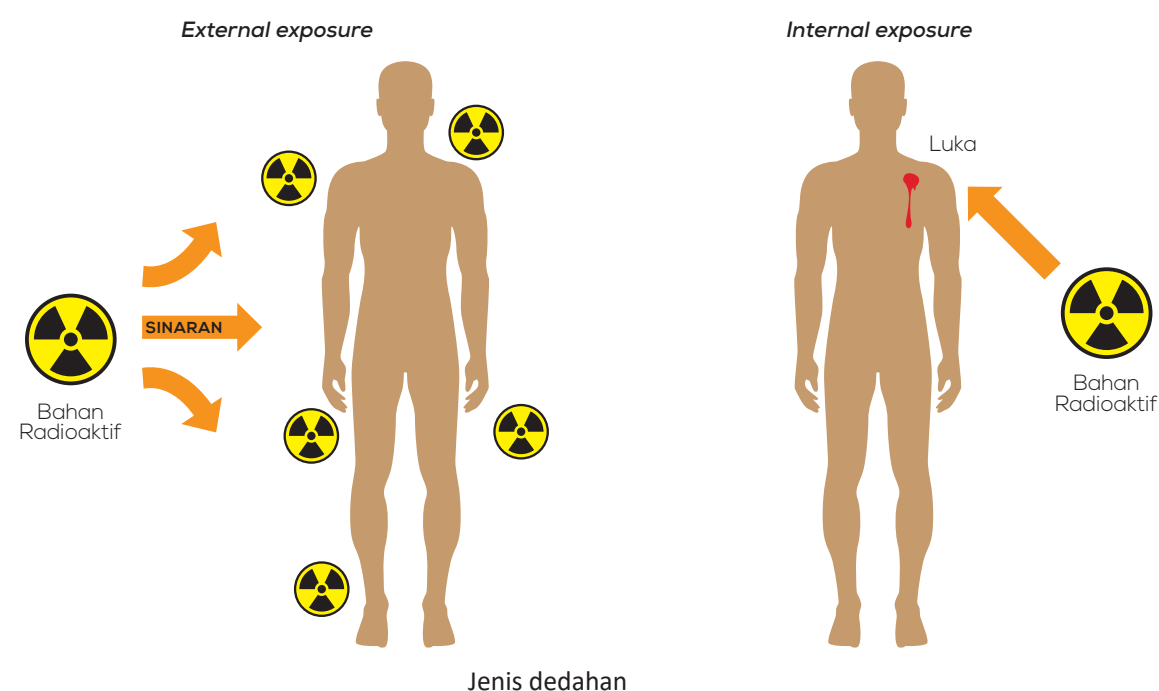
Habibah binti Adnan
Pengarah
Bahagian Pengurusan Maklumat



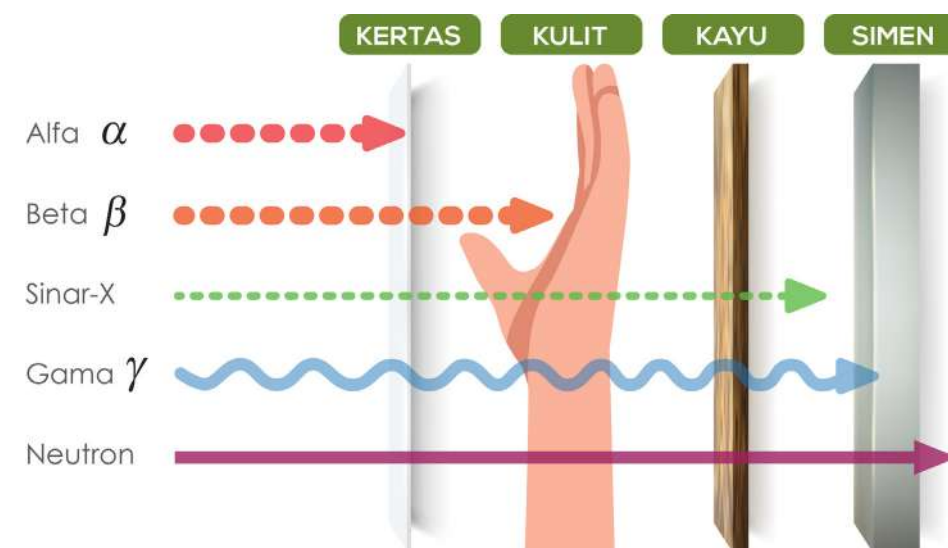
Manusia tidak dapat merasai sinaran menggunakan lima pancaindera disebabkan sinaran tidak dapat dilihat dan tidak berbau. Walau bagaimanapun, sinaran mampu diukur menggunakan alat meter tinjau (surveymeter). Sinaran dapat dikategorikan kepada sinaran mengion dan sinaran tidak mengion. Sinaran mengion terdiri daripada sinar alfa dan beta merupakan sinaran mengion secara terus. Manakala sinar-X dan gama melalui gelombang elektromagnetik adalah sinaran mengion secara tidak langsung.



Dedahan sinaran bermaksud sinaran yang diterima daripada pancaran bahan radioaktif. Terdapat dua jenis dedahan iaitu dedahan luaran (external exposure) dan dedahan dalaman (internal exposure). Dedahan luaran melibatkan anggota fizikal secara luaran seperti kulit, rambut, kuku, tangan, kaki dan sebagainya. Manakala dedahan dalaman pula terjadi apabila sinaran memasuki badan melalui luka terdedah, hidung dan mulut (makanan dan minuman yang terdedah dengan bahan radioaktif).



Sinaran dalam dos yang rendah tidak berbahaya kepada manusia. Setiap bahan radioaktif mempunyai jangka hayat yang berbeza mengikut unsur. Separuh hayat bahan radioaktif akan terus berkurangan sehingga hampir tiada sinaran berkadar dengan tempoh masa. Selain itu, sinaran dapat dihentikan melalui pelbagai jenis bahan seperti rajah di bawah.



Sinaran dalam alam semula jadi telah wujud sejak bertahun lamanya. Pelbagai sumber sinaran daripada tanah dan batu-batuan. Antara sedar atau tidak, kita dikelilingi sumber-sumber radioaktif ini tetapi dalam kadar dos yang selamat dan tempoh separuh hayatnya yang tidak kekal lama. Kesimpulannya, anda tidak perlu takut dengan sinaran dan bahan radioaktif sekiranya kita menguruskan bahan radioaktif dengan cermat dan mengikut kaedah yang betul.

TAHUKAH ANDA?

Otot, tulang dan tisu kita mengandungi unsur-unsur radioaktif kerana ini hadir dalam persekitaran kita secara semula jadi. Ia berada di kerak bumi, di lantai dan di dinding rumah kita, di sekolah, di udara yang kita bernafas dan di dalam makanan & minuman kita!

RADIOAKTIF adalah sebahagian daripada alam semulajadi - manusia sentiasa terdedah kepada sinaran secara semulajadi.

KITA & RADIOAKTIF: HIDROGEN-3

UNSUR	DARI MANA ASALNYA?	BAGAIMANA IA MENJADI SEBAHAGIAN DARIPADA KITA?	FAKTA
^3H HIDROGEN-3	Hidrogen-3 beradioaktif juga dikenali sebagai "tritium", ia terdapat di dalam air & persekitaran secara semulajadi. Hidrogen-3 terhasil daripada sinaran kosmik yang bertindakbalas dengan gas di dalam atmosfera bumi.	Kita mengambil sejumlah kecil hidrogen-3 melalui air yang kita minum & menyingkirkannya seperti biasa selepas beberapa hari.	Hidrogen-3 juga terhasil di dalam loji reaktor nuklear. Untuk melindungi alam sekitar, loji reaktor nuklear mempunyai peraturan yang ketat terhadap kaedah untuk pelupusan hidrogen-3.



Apakah Peranan Teknologi Nuklear dalam Pengurusan Alam Sekitar yang Mampan?

Dr. Zalina Laili & Dr. Kamaruddin Samuding

Pengenalan

Pengurusan alam sekitar yang mampan menitikberatkan pengekalan sumber asas yang stabil dan mengelakkan eksploitasi alam sekitar secara berlebihan. Sekiranya pengurusan alam sekitar yang mampan tidak diambil perhatian yang sewajarnya, ia akan mengakibatkan masalah alam sekitar yang serius hingga boleh mengancam dan menjejaskan keseluruhan ekosistem di bumi. Justeru, isu utama alam sekitar yang menarik perhatian dunia kini adalah isu berkaitan perubahan iklim dan pencemaran alam sekitar.

Dalam menangani isu perubahan iklim dan pencemaran alam sekitar ini pelbagai teknik dapat diaplikasikan bagi proses pembaikan, pemuliharaan dan pemantauan terhadap alam sekitar. Teknologi nuklear contohnya dapat memainkan peranan penting dalam proses pemantauan, pengurangan dan adaptasi terhadap perubahan iklim. Selain itu, teknologi nuklear juga boleh menyumbang kepada pengurusan sumber air, sumber asli dan pemuliharaan alam sekitar. Ini termasuklah pengurusan sumber air dan pengairan, pengurangan sedimentasi, dan penentuan pencemar udara dan persekitaran marin.

Teknologi Nuklear dalam Penilaian Perubahan Iklim

Teknik pengukuran isotop sekitaran merupakan teknik yang berkesan dalam mengkaji perubahan iklim dan tindak balas alam sekitar terhadap perubahan tersebut. Penjejakan isotop membantu penyelidik untuk mengesan punca pencemaran, perejahan air masin dan mengenal pasti kesan perubahan iklim. Pengukuran isotop juga boleh membantu dari segi penilaian pemanasan global yang dipercayai disebabkan oleh peningkatan secara mendadak kepekatan karbon dioksida dalam atmosfera. Peningkatan kepekatan karbon dioksida (CO_2) dalam atmosfera ini disebabkan pembakaran arang batu dan bahan fosil. Karbon dioksida memerangkap haba di atmosfera seterusnya menyebabkan kesan rumah hijau. Selain daripada CO_2 , peningkatan gas nitrogen dioksida (N_2O) dan metana (CH_4) juga turut mendapat perhatian dunia. Gas CO_2 , N_2O dan CH_4 mempunyai tanda pengenalan isotop (isotopic signature) yang dapat memberikan maklumat berguna berkaitan punca gas-gas tersebut. Keupayaan untuk mengukur tanda pengenalan isotop ini menjadi teknik yang berguna bagi mengkaji sifat semuladi dan penyebaran punca, dan kawasan tadahan gas-gas tersebut.

Secara umumnya, isotop dalam bentuk stabil dan radioaktif adalah terpelihara dalam struktur semulajadi alam sekitar seperti di dalam sedimen tasik dan lautan, glasier ais atau litupan ais batu kutub, air dalam hujan dan lautan, dan pokok. Sebarang perubahan kepada kepekatan atau jenis isotop boleh diukur dengan tepat dan dibandingkan bagi membina semula sejarah perubahan iklim dengan tepat. Data ini juga boleh digunakan untuk kajian kompleks interaksi di antara matahari dengan atmosfera, lautan dan biosfera yang bersama-sama mempengaruhi iklim.

Salah satu isotop utama yang sering digunakan dalam teknik pengukuran isotop adalah karbon-14 (^{14}C). Dalam teknik ini, umur dapat ditentukan dengan mengukur produk pereputan ^{14}C dan berdasarkan kadar pereputan ^{14}C yang diketahui. Teknik ini dikenali sebagai pentarikhan radio karbon yang digunakan secara meluas untuk pentarikhan fosil dan sedimen. Ia juga boleh digunakan dalam kajian alam sekitar, memandangkan karbon dioksida wujud dalam kuantiti yang banyak di atmosfera. Dengan menjejaki ^{14}C dan isotop stabil seperti karbon-13 (^{13}C) dan oksigen-18 (^{18}O) dalam karbon dioksida di atmosfera, ia boleh digunakan untuk kajian interaksi di antara lautan, atmosfera dan tadahan karbon daratan. Selain itu, dengan membandingkan nisbah isotop oksigen dalam cengkerang yang dijumpai dalam sedimen marin yang terenap di dasar lautan, ia dapat menentukan suhu air yang melampaui masa. Ini kerana nisbah isotop oksigen adalah dipengaruhi oleh suhu. Jadual 1 menunjukkan ringkasan jenis isotop yang digunakan kajian klimatologi.

Jadual 1 Jenis Isotop yang Digunakan dalam Kajian Klimatologi

Isotop	Bahan Kajian	Jenis Informasi yang Dihasilkan
Isotop Stabil:		
Deuterium (Hidrogen-2)	- Sedimen marin - Sedimen lakustrin	Suhu lautan, peredaran laut, isipadu litupan ais, suhu udara, kelembapan bandingan,
Oksigen-18	- Teras ais - Endapan gua	Dinamik kitaran air dalam konteks serantau dan global
Karbon-13	- Air bawah tanah - Kerpasan	
Isotop Antropegenik:	- Air laut - Karbonat laut - Sedimen lakustrin - Air bawah tanah - Kerpasan - Atmosfera	Perubahan Lautan, Perubahan atmosfera, Kadar sedimentasi
Tritium (Hidrogen-3)		
Krypton-85		
Sesium-137		
Karbon-14		

Isotop	Bahan Kajian	Jenis Informasi yang Dihasilkan
Radionuklid Tabii: Radon-222, Plumbum-210, Argon-39,Karbon-14, Torium-230, Proaktinium-231, Uranium-234, Kalium-40	- Sedimen marin - Sedimen lakustrin - Endapan gua - Air laut - Air bawah tanah	Pentarikhan sedimen dasar laut, Pentarikhan sedimen lakustrin Pentarikhan endapan gua Pentarikhan air laut Pentarikhan air bawah tanah Perubahan atmosfera

Teknologi Nuklear dalam Pemantauan Pencemaran Udara

Punca pencemaran udara datangnya daripada pelbagai sumber, termasuklah pelepasan asap kotor daripada industri, kenderaan bermotor di jalan raya, pembakaran arang batu dan kayu. Pencemaran udara boleh memberi kesan terhadap kesihatan manusia. Partikel udara yang bersaiz kurang daripada 10 mikron dapat menembusi paru-paru dan boleh mengakibatkan penyakit respiratori atau penyakit jantung ataupun boleh menyebabkan kematian.



Foto 1 Teknik analisis pengaktifan neutron digunakan dalam kajian pencemaran udara bagi mengenalpasti bahan pencemar udara dan puncanya

Komponen utama debu udara dalam atmosfera adalah sulfur dioksida, jirim zarah, karbon monoksida, ozon dan plumbum. Setiap punca pencemaran menghasilkan cap jari (fingerprint) debu udara yang tersendiri. Dengan menggunakan teknologi nuklear, kepekatan bahan pencemar ini diukur dan penyelidikan dapat mengesan dan mengenalpasti punca pencemaran berdasarkan cap jari yang telah dikenalpasti. Data-data yang perolehi ini dapat membantu pihak berkuasa untuk merangka strategi mitagasi yang berkaitan. Teknik analisis pengaktifan neutron digunakan dalam kajian pencemaran udara. Teknik analisis pengaktifan neutron merupakan teknik yang paling sensitif, tepat dan berkesan bagi penentuan bahan pencemar logam dalam aerosol dan debu udara. Jadual 2 menunjukkan unsur yang dapat dikenalpasti dalam debu udara menggunakan teknik analisis pengaktifan neutron dan teknik lain yang berkaitan.

Jadual 2 Unsur yang dapat dikenalpasti dalam debu udara menggunakan teknik analisis pengaktifan neutron dan teknik lain yang berkaitan.

Teknik Analisis		Unsur
Analisis Pengaktifan Neutron		Aluminium (Al), Arsenik (As), Aurum (Au), Barium (Ba), Bromida (Br), Kalsium(Ca), Kadmium (Cd), Klorin (Cl), Kobalt (Co), Kromium (Cr), Sesium (Cs), Europium (Eu), Ferum (Fe), Galium (Ga), Iodin (I), Indium (In), Kalium (K), Lantanum (La), Lutetium (Lu), Magnesium (Mg), Mangan (Mn, Natrium (Na), Nikel (Ni), Rubidium (Rb), Antimoni (Sb), Skandium (Sc), Samarium (Sa), Torium (Th), Titanium (Ti), Vanadium (V), Tungsten (W), Zink (Zn)
Particle-Induced Emission (PIXE)	X-ray	Al, Br, Ca, Cl, Kuprum (Cu), Fe, Ga, K, Mg, Mn, Mo, Na, Niobium (Nb), Ni, Fosforus (P), Plumbum (Pb), Rb, Sulfur,Selenium (Se), Silikon (Si), Ti, Zn, Zirkonium (Zr)
Analisis Pendarflour sinar-x		Br, Ca, Cu, Fe, K, Mn, Ni, Pb, Rb, S, Se, Ti, Zn

Terdapat tumbuhan yang sesuai untuk dijadikan biomonitor dalam menjalankan pemantaun terhadap debu udara di kawasan bandar. Pengukuran unsur logam ini dapat dilakukan dengan menggunakan teknik analisis pengaktifan neutron. Sehubungan itu, perbandingan kepekatan unsur-unsur logam boleh dilakukan antara daun pokok yang hidup di kawasan industri yang pesat dengan daun pokok yang hidup di hutan yang tidak tercemar.

Teknologi Nuklear Dalam Pengurusan Sumber Air

Air merupakan nadi kehidupan manusia, haiwan dan tumbuhan, dan juga sebagai sumber yang diperlukan untuk ekonomi. Sejak beberapa dekad yang lalu, sumber air permukaan dan air tanah semakin membimbangkan disebabkan oleh beberapa faktor seperti penggunaan air secara berleluasa tanpa kawalan, pertambahan penduduk yang semakin rancak, peningkatan perbandaran dan perindustrian, peningkatan permintaan air dalam berbagai aktiviti pertanian dan ancaman pencemaran persekitaran. Risiko-risiko ini sering diburukkan lagi oleh kekurangan pemahaman tentang keadaan tempatan yang mengawal sesuatu kejadian, penyebaran dan pengurusan sumber air permukaan dan sumber air tanah secara menyeluruh. Adalah

amat penting untuk mengkaji bagaimana untuk menguruskan sumber ini dengan lebih baik untuk memastikan eksplorasinya tidak terjejas. Oleh itu, masalah hidrologi seperti dalam pembangunan dan pengurusan sumber air yang mapan ini boleh disiasat dan kebiasaannya dapat diselesaikan dengan menggunakan teknik isotop dan nuklear.

Secara umumnya, maklumat yang diperolehi daripada penggunaan teknik isotop dan nuklear dianggap sebagai pelengkap dan tambahan kepada pendekatan lazim yang kebiasaannya digabungkan dengan maklumat hidrologi atau geofizik daripada teknik bukan nuklear (teknik lazim seperti penggunaan kaedah keberintangan elektrik tanah). Gabungan teknik nuklear dan bukan nuklear ini menghasilkan pemahaman yang komprehensif tentang sistem air bawah tanah berskala besar (rantau) atau sistem air permukaan, serta menyediakan asas yang kukuh secara saintifik untuk pihak pengurusan membuat keputusan yang terbaik. Dalam kes-kes tertentu, teknik nuklear dianggap sebagai salah satu alat yang penting kepada ahli hidrologi dan jurutera sumber air bagi membantu mereka membongkar dan menyelesaikan masalah yang wujud dalam sistem sumber air kita.

KITA & RADIOAKTIF RADON-222

UNSUR	DARI MANA ASALNYA?	BAGAIMANA IA MENJADI SEBAHAGIAN DARIPADA KITA?	FAKTA
222Rn RADON-222	Radon adalah gas radioaktif semulajadi yang terdapat di persekitaran kita. Gas ini terbentuk oleh pereputan uranium dalam tanah, batu & air. Boleh dikesan menggunakan peralatan khas pengesanan sinaran.	Kita menghirup sejumlah kecil gas radon setiap hari. Radon yang terbebas dari tanah ke persekitaran, tidak menimbulkan risiko kesihatan kepada kita.	Jika rumah dibina di atas tanah yang mengandungi kuantiti uranium yang tinggi, gas radon boleh terbebas melalui retakan dinding rumah. Kita boleh menguji tahap radon di dalam rumah samada berada ditahap selamat/tidak.



Foto 2 Kajian isotop hidrologi tanah bagi menilai sumber air dalam sistem air tanah dan air permukaan

Air mengandungi kepekatan isotop tabii yang berbeza-beza dan boleh diukur dengan menggunakan teknik nuklear. Komposisi isotop dalam air bertindak sebagai cap jari (fingerprint) yang membolehkan penyelidik mengenal pasti ke mana air bergerak dari puncanya, apakah yang berlaku semasa pergerakannya dan berapa cepat pertambahannya. Selain itu, isotop dalam suatu sumber air boleh jadi tabii atau buatan dan juga boleh jadi ia stabil atau tidak stabil. Radioisotop digunakan untuk mengukur umur air, manakala isotop stabil boleh digunakan untuk menentukan sejarah sumber air tersebut, keadaan hujan, sifat percampuran/interaksi badan air, proses pencemaran dan proses penyejatan. Penyurih isotop sekitaran juga mempunyai sumber cap jari yang unik dan sering kekal dalam sub-permukaan manakala isotop radioaktif tabii memberikan skala masa aliran sub-permukaan. Kehadiran isotop tabii ini dalam persekitaran memberikan maklumat hidrologi dan ekologi yang unik dan teknik yang berkaitan adalah sangat kos efektif.

Penggunaan teknologi nuklear juga telah dapat membantu pengurusan sumber air yang lebih berkesan bagi kebanyakan negara di dunia. Penggunaan teknik penyurih sekitaran dan hidrologi isotop membantu mencirikan sumber air bawah tanah dan air permukaan. Penyurih beradiaktif (penyurih sinar) merupakan salah satu daripada penyurih alam sekitar yang boleh digunakan dalam mengesan dan menganalisis bahan pencemar. Ahli hidrologi telah menggunakan penyurih sinar untuk menentukan laluan dan kelajuan bahan pencemar yang bergerak melalui air bawah tanah. Misalnya, isotop hidrogen dan oksigen boleh digunakan untuk mengkaji pergerakan air memandangkan air terdiri daripada dua unsur tersebut. Isotop stabil yang sering

digunakan adalah isotop oksigen berat dan hidrogen berat seperti hidrogen-2 dan oksigen-18 yang dapat mengesan perubahan dalam kitaran hidrologi.

Bagi air permukaan pula, data-data yang diperolehi dapat memberikan maklumat berkaitan kebocoran empangan dan saliran pengairan, perubahan tasik dan reservoir, kadar aliran sungai dan kadar sedimentasi. Selain dapat membantu mencegah kehilangan air, ia juga menyumbang dalam konteks tahap keselamatan dan lain-lain struktur di empangan. Misalnya, aurum-198 dilepaskan ke dalam reservoir, seterusnya ia akan tertarik kepada lokasi kebocoran dan terserap ke dalam bahan pepejal di kawasan terbabit. Dengan menjejaki sinaran yang dipancarkan, ahli hidrologi dapat mengesan dengan tepat lokasi kebocoran dan input dapat diberikan kepada jurutera yang terlibat bagi proses pembaikan kebocoran.

Tritium dan karbon-14 juga sering digunakan dalam kajian hidrologi dan ia dihasilkan oleh sinaran kosmik sekunder. Sejumlah tritium dilepaskan ke atmosfera semasa ujian senjata nuklear di antara tahun 1952 dan 1963. Ahli hidrologi dapat mengira kadar imbuh (recharge rate) dengan mengukur aras tritium dalam tanah pada kedalaman berbeza. Maklumat ini dapat dijadikan sebagai alat bagi menilai risiko potensi pencemaran pada air bawah tanah. Teknik pengelogan nuklear pula boleh membantu kadar perkolasi air di kawasan zon tepu. Teknik ini telah digunakan di kawasan Chernorbyl, Russia bagi menilai jangka masa bahan pencemar sampai kepada air bawah tanah daripada punca daratan dengan gabungan data alam sekitar dan data isotop buatan.

Terdapat air permukaan dan air bawah tanah yang boleh dicemari dengan sisa kumbahan, air larian dari kawasan pertanian dan efluen industri. Dengan menggunakan teknik isotop ia dapat mengesan asal-usul pencemaran air bawah tanah dan ia juga dapat menghalang pencemaran merebak. Ahli hidrologi menggunakan penyurih sinar bagi mengira jangka masa pergerakan air bawah tanah dan dapat menilai tahap pencemaran tersebut. Jadual 3 Penggunaan teknik isotop sekitaran dalam kajian sumber air

Jadual 3 Penggunaan Teknik Isotop Sekitaran dalam Kajian Sumber air

Kajian	Jenis Isotop
Mekanisma imbuhan air bawah tanah - Mengenalpasti sumber imbuhan air bawah tanah - Menentukan kawasan imbuhan - Percampuran sumber air yang berbeza	Deuterium (² H), Oksigen-18 (¹⁸ O) Tritium (³ H), Karbon-13 (¹³ C)
Pentarikan air bawah tanah - Pengenalpastian imbuhan air yang moden - Pergerakan aliran air bawah tanah - Kadar infiltrasi air dalam zone tak tepu - Pengenalpastian sumber air kuno	Tritium (³ H), Karbon-14 (¹⁴ C)
Pencemaran air bawah tanah - Pengenalpastian sumber pencemaran - Punca kandungan nitrat - Punca kemasinan air bawah tanah - Proses denitrifikasi mikroba - Penyusupan air laut ke sistem air bawah tanah	Deuterium (² H), Oksigen-18 (¹⁸ O) Tritium (³ H), Karbon-13 (¹³ C) Sulfur-34 (³⁴ S), Nitrat-15 (¹⁵ N)
Interaksi air permukaan/ air bawah tanah dan hubungannya antara sistem akuifer	Deuterium (² H), Oksigen-18 (¹⁸ O) Tritium (³ H), Karbon-13 (¹³ C) Karbon-14 (¹⁴ C)
Keselamatan dan kemampunan empangan - Masalah resapan dan kebocoran empangan - Kesan takungan empangan di kawasan sekitarnya - Pemendakan sedimen di dalam takungan	Deuterium (² H), Oksigen-18 (¹⁸ O) Tritium (³ H), Radon-222 (²²² Rn) Iodin-131 (¹³¹ I), Bromin-82 (⁸² Br), Cesium-137 (¹³⁷ Cs) Plumbum-210 (²¹⁰ Pb)

Teknologi Nuklear dalam Pengurangan Pelepasan Bahan Toksik

Teknologi sinaran boleh menukarkan gas merbahaya kepada produk yang berguna. Pelepasan gas mengandungi kepekatan sulfur dioksida dan nitrogen dioksida yang tinggi boleh menyebabkan hujan asid yang boleh merosakan hutan dan tasik. Penggunaan sinaran alur elektron boleh digunakan untuk menukarkan gas tersebut kepada baja dengan mencampurkan bersama-sama ammonia.

Penggunaan teknologi nuklear dapat membantu pengurusan alam sekitar yang mampan. Teknologi nuklear dilihat memainkan peranan penting dalam konteks menangani isu perubahan iklim dan pengurusan sumber air, sumber asli dan pemuliharaan alam sekitar. Justeru, tidak hairanlah teknik nuklear, teknik sinaran dan teknik isotop telah menjadi teknik pilihan yang efektif dalam menangani masalah alam sekitar secara global.

KITA & RADIOAKTIF URANIUM-238

UNSUR	DARI MANA ASALNYA?	BAGAIMANA IA MENJADI SEBAHAGIAN DARIPADA KITA?	FAKTA
²³⁸U URANIUM-238	Uranium adalah logam radioaktif keras keperakan yang ditemui secara semulajadi di dalam kerak bumi. Ia sangat padat, berat dan dilombong daripada tanah.	Oleh kerana uranium hadir dalam tanah & batuan, sebahagiannya juga diserap oleh tumbuhan yang dimakan oleh manusia & haiwan. Jadi, kita semua mempunyai sejumlah kecil uranium di dalam badan, tetapi ia tidak mendatangkan risiko.	Penggunaan utama uranium adalah sebagai bahan api reaktor nuklear. Namun, ia perlu diproses dan diperkaya sebelum digunakan di dalam reaktor nuklear bagi penghasilan tenaga elektrik.

Dari Lensa Nuklear Malaysia NMR151 & NMR152

Penyelidikan yang dilaksana melibatkan penghasilan varieti padi yang mampu menghadapi perubahan iklim serta penjimatan penggunaan air dan pengurusan nutrien dan perosak tanaman dengan kaedah yang berkesan. Antara projek kerjasama penyelidik dari institusi seperti MARDI, Jabatan Pertanian dan universiti tempatan adalah program biakbaka tanaman padi melalui mutasi aruhan sinaran. Dua jenis benih padi yang telah didaftarkan dengan Jabatan Pertanian sebagai varieti baharu yang rintang cuaca ialah NMR151 dan NMR152. Benih NMR151 telah memperoleh pensijilan sebagai varieti sah daripada Jawatankuasa Pengesahan Varieti Kebangsaan untuk digunakan petani.



Secara menyeluruh, bukan semua orang mengetahui penyelidikan teknologi nuklear dalam bidang pertanian. Agensi Nuklear Malaysia melalui Bahagian Agroteknologi dan Biosains (BAB) berperanan untuk menjalankan penyelidikan dan pembangunan (R&D) teknologi nuklear dalam bidang pertanian dengan sasaran kepada pembangunan lestari. Antara aktiviti R&D utama adalah aplikasi nuklear untuk peningkatan produktiviti tanaman dengan sasaran kepada keselamatan dan kecukupan bahan makanan.

Soal Jawab Tenaga Nuklear

SOALAN: Apakah kelebihan sumber tenaga nuklear?

JAWAPAN: Secara umum, loji kuasa nuklear mempunyai rekod keselamatan yang sangat cemerlang sejak hampir 60 tahun yang lalu apabila loji kuasa nuklear mula dibina pada tahun 1950-an. Sumber tenaga nuklear mampu:

1. Menjamin keselamatan perbekalan tenaga negara semua jenis bahan api nuklear. Iaitu uranium, torium atau plutonium, mengandungi tenaga spesifik yang tinggi.
2. Keselamatan perbekalan tenaga negara tentunya akan lebih terjamin, terutama dalam keadaan pengurangan sumber tenaga yang lain di dalam negara, terutama simpanan atau rizab minyak mentah dan gas asli negara.
3. Dari segi perlindungan alam sekitar, kadar penghasilan gas rumah hijau atau karbon yang jauh lebih rendah bagi setiap unit kuasa elektrik yang dijana, dan berjaya mengurangkan kira-kira 8% daripada jumlah penghasilan karbon dioksida dunia berbanding dengan sumber tenaga lain. Keseluruhan rantaian bagi penjanaan kuasa nuklear daripada perlombongan uranium sehingga kepada pelupusan sisa nuklear hanya menghasilkan di antara 1 hingga 6 g karbon bagi setiap kilowatt-jam elektrik.

SOALAN: Berapakah jumlah bahan api nuklear berbanding dengan bahan api lain yang diperlukan untuk mengendalikan sesebuah loji jana kuasa elektrik berkeupayaan 1000 MWe tanpa henti selama setahun?

JAWAPAN: Berikut adalah jadual perbandingan penggunaan bahan api yang diperlukan bagi penjanaan sesebuah loji jana kuasa elektrik berkeupayaan 1000MWe tanpa henti selama setahun:

Jenis loji jana kuasa	Jumlah bahan api diperlukan untuk penjanaan 1,000MWe selama setahun
Loji janakuasa arang batu	2,000,000 tan metrik arang batu
Loji janakuasa minyak	1,960,000,000 gellen minyak
Loji janakuasa kitar padu menggunakan gas asli	87,600.000,000 kaki padu standard (scf) gas asli
Loji janakuasa nuklear berasaskan pembelahan nuklear	30 tan metrik uranium. Bagaimanapun, 100 tan metrik uranium diperlukan untuk mencapai jisim genting dan beroperasi.
Loji janakuasa suria	100 kilometer persegi kawasan panel <i>photovoltaic</i> yang berkecekapan 10%
Loji janakuasa angin	3,000 turbin angin berkeupayaan 1MWe setiap satu
Loji janakuasa biojisim berasaskan kayu-kayan	30,000 kilometer persegi kawasan tanaman pokok untuk menghasilkan biojisim
Loji janakuasa bioalkohol berasaskan tanaman jagung	16,000 kilometer persegi kawasan tanaman jagung untuk menghasilkan bioalkohol
Loji janakuasa biogas berasaskan najis ayam	800,000,000 ekor ayam bagi menghasilkan biogas

SOALAN: Berapa banyakkah sisa nuklear yang dihasilkan oleh loji-loji nuklear di dunia?

JAWAPAN: Sisa-sisa nuklear yang dihasilkan pada masa kini, 97% daripadanya dikategorikan sebagai sisa peringkat rendah dan sederhana. Sisa ini biasanya dibuang di tempat pembuangan sisa nuklear yang ditetapkan dan tidak akan mendatangkan risiko atau kemungkinan cemar.

Bagi sisa-sisa peringkat tinggi yang dianggarkan sebanyak 12,000 tan dihasilkan di seluruh dunia, kaedah pengurusan sisa ini adalah berbeza dengan mengambil kira kesan dan risiko yang mungkin dihadapi pada masa hadapan.

SOALAN: Mengapa sesetengah orang membantah penggunaan teknologi nuklear ini untuk penjanaan tenaga elektrik?

JAWAPAN: Isu berkaitan bantahan ini adalah rumit dan biasanya ia dipengaruhi oleh faktor persepsi berbanding fakta sebenar. Namun kebanyakan bantahan adalah berpunca daripada keraguan terhadap teknologi itu sendiri seperti soal-soal keselamatan, pengurusan sisa nuklear dan kemungkinan digunakan untuk tujuan persenjataan.

SOALAN: Bagaimana dengan jaminan bekalan bahan api nuklear secara berterusan?

JAWAPAN: Oleh kerana bahan api nuklear mengandungi tenaga yang banyak berbanding dengan bahan api lain, penggunaan tenaga nuklear mampu mempertingkatkan keselamatan perbekalan tenaga negara untuk tempoh jangka panjang. Risiko terputusnya bekalan bahan api nuklear akan mudah ditangani dengan menyimpan stok bahan api nuklear untuk beberapa tahun, kerana sesebuah loji janakuasa nuklear berkeupayaan

1,000MWe hanya memerlukan 100 tan metrik uranium untuk mula beroperasi, dan daripada jumlah ini, Cuma 30 tan metrik uranium yang digunakan untuk menjana tenaga elektrik sepanjang sesuatu tahun.

SOALAN: Adakah penggunaan kuasa nuklear selamat?

JAWAPAN: Secara umum, jika dirujuk kepada bilangan loji kuasa nuklear di seluruh dunia, penggunaan teknologi nuklear adalah yang paling selamat. Ini dapat dibuktikan dengan pengalaman pengoperasi yang melebihi 12,600 tahun reaktor di seluruh dunia. Reka bentuk loji kuasa nuklear ini juga sentiasa ditambah baik dari semasa supaya masalah besar atau kemalangan dapat dibendung di dalam struktur loji itu sendiri.

SOALAN: Bagaimanakah sisa nuklear diuruskan?

JAWAPAN: Semua sisa diproses terlebih dahulu supaya tidak lagi aktif seterusnya ditempatkan dalam bekas-bekas tertentu dan diuruskan mengikut prosedur yang ditetapkan, tidak seperti sisa daripada bahan bakar lain yang kebanyakan dilepaskan ke persekitaran. Sesetengah sisa adalah tinggi radioaktifnya, tetap lazimnya ia dalam kuantiti kecil yang mudah diuruskan. Bagi pelupusan sisa-sisa radioaktif dengan kepekatan tinggi, ia akan disimpan jauh di perut bumi bagi suatu tempoh masa panjang.

SOALAN: Di manakah sumber uranium boleh diperolehi?

JAWAPAN: Sumber uranium boleh didapati dengan di seluruh dunia. Dalam tahun 2005, tujuh belas buah negara mengeluarkan uranium, diantaranya

ialah Kanada (27.9%), Australia (2208%), Kazakhstan (10.5%), Rusia (8.0%), Nambia (7.5%), Nigeria (7.4%), Uzbekistan (5.5%), Amerika (2.5%), Ukaraïne (1.9%). Walau bagaimanapun di seluruh dunia usaha pencarian lombong-lombong baru uranium giat dijalankan bagi memenuhi jaminan yang dijangka bertambahpada masa hadapan. Selain itu, uranium yang telah digunakan boleh dikitar dan digunakan semula .

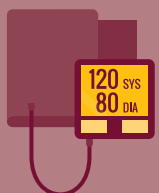
SOALAN: Adakah aktiviti perlombongan uranium boleh menjejaskan alam sekitar ?

JAWAPAN: Benar, semua aktiviti perlombongan yang tidak dipantau akan menjejaskan alam sekitar. Perhatian dan tindakan daripada pihak berkuasa bagi memantau aktiviti perlombongan sumber bahan mineral termasuk uranium, arang batu dan bahan –bahan lain adalah amat diperlokkan dalam perkara ini.

SOALAN: Adakah keselamatan penggunaan tenaga nuklear terjamin?

JAWAPAN: Tidak. Semua loji janakuasa elektrik tidak sepenuhnya selamat. Namun kajian oleh pelbagai pihak telah membuktikan bahawa operasi loji-loji jana kuasa nuklear pada amnya adalah jauh lebih selamat daripada pendedahan manusia kepada sumber sinaran dan keradioaktifan semula jadi dan buatan manusia yang lain. Contohnya, dedahan yang diterima semasa proses sinar-X perubatan adalah 2000 kali lebih tinggi daripada dedahan yang diterima oleh seseorang yang tinggal berhampiran dengan loji kuasa nuklear.

KITA & KALIUM-40 RADIOAKTIF

UNSUR	DARI MANA ASALNYA?	BAGAIMANA IA MENJADI SEBAHAGIAN DARIPADA KITA?	FAKTA
^{40}K KALIUM-40 	Radioaktif kalium-40 hanya pecahan kecil daripada unsur kalium yang hadir secara semulajadi. Oleh kerana kalium adalah salah satu daripada 10 unsur yang paling banyak terdapat di bumi, maka ia merupakan sumber radioaktif semulajadi terbesar bagi manusia & haiwan.	Kita kerap makan makanan yang kaya dengan kalium sebagai sebahagian daripada keperluan diet seharian. Sebagai contoh, pisang, avocado, kacang, kentang, coklat & parsli. 	Kalium memainkan peranan penting kepada fungsi badan kita seharian seperti mengawal tekanan darah, fungsi otot & degupan jantung. 



Agensi Nuklear Malaysia (Nuklear Malaysia)

PRODUK

1. Lateks Getah Tervulkan Dengan Sinaran
2. Kit Diagnostik Perubatan dan Radioisotop Perubatan
3. Sebatian Polimer untuk Industri Automotif
4. Varieti Baru Tanaman Hiasan dan Pokok Buah-Buahan

RUNDING CARA

1. Keselamatan & Kesihatan Sinaran
2. Penilaian & Pencemaran Alam Sekitar
3. Jaminan Kualiti Mikrob
4. Pengurusan Sisa Radioaktif
5. Reka Bentuk Loji & Kawalan Proses
6. Reka Bentuk Kejuruteraan dan Pembangunan
7. Penasihat Teknologi Nuklear & Perancangan Dasar

Untuk maklumat lanjut sila hubungi:

Ketua Pengarah
Agensi Nuklear Malaysia (Nuklear Malaysia)
Bangi, 43000 KAJANG, Selangor Darul Ehsan

U/P: Dr Ishak Bin Mansor
Pengarah
Bahagian Pengkomersilan Teknologi

Tel: 03-8911 2000 / 03-8925 1069 (DL)

Faks: 03-8925 2588

E-mail: ishak_mansor@nuclearmalaysia.gov.my

Website: www.nuclearmalaysia.gov.my

KHIDMAT

Penyelesaian Kejuruteraan Untuk R&D

1. Reka Bentuk dan Sistem Automasi
2. Fabrikasi Komponen Kejuruteraan

Pemantauan Alam Sekitar

1. NORM/TENORM
2. Pemantauan Sinaran Tidak Mengion (NIR)
3. Penilaian Impak Bahan Radiologi
4. Pengurusan Sumber Air
5. Pengurusan Sisa Pertanian, Industri dan Domestik

Khidmat Kejuruteraan Teknikal

1. Pemeriksaan dan Ujian Bahan, Struktur dan Loji Industri
2. Pemeriksaan Industri dan Kawalan Proses
3. Teknologi Pertanian
4. Teknologi Perubatan
5. Analisa dan Pernilaian Bahan

Jaminan Kualiti

1. Dosimetri Personel
2. Jaminan Kualiti Perubatan
3. Jaminan Kualiti Industri

Sterilisasi Bukan Kimia

1. Penyinaran Gamma
2. Penyinaran Elektron

Latihan

1. Keselamatan & Kesihatan Sinaran
2. Sinar X- Perubatan
3. Penilaian Tanpa Musnah (NDT)
4. Instrumentasi dan Kejuruteraan
5. Keselamatan Persekitaran dan Kesihatan
6. Pengurusan Teknologi



i-NUKLEAR

ILMU . IDEA . INFORMASI



AGENSI NUKLEAR MALAYSIA
Bangi, 43000 Kajang, Selangor Darul Ehsan



<https://www.nuclearmalaysia.gov.my>



Nuklear Malaysia



nuklearmalaysia



Agensi Nuklear Malaysia



Agensi Nuklear Malaysia