

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: MENCIPIKAN KEMATANGAN BUAH KELAPA PANDAN CAPOMATC
GREEN DWARF) & DENGAN MENGGUNAKAN MRI

Ijazah: SARJANA MUDA DGN KEPUSIAH FIZIK DGN ELEKTRONIK

SESI PENGAJIAN: 2004/2007

Saya DIANA FARHANA BT MOHD RADZI

(HURUF BESAR)

mengaku membenarkan tesis (LPS/Sarjana/Doktor Falsafah)* ini disimpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:

1. Tesis adalah hakmilik Universiti Malaysia Sabah.
2. Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.
4. **Sila tandakan (/)

☐

SULIT

(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972)

☒

TERHAD

(Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan)

☐

TIDAK TERHAD

Diana
 (TANDATANGAN PENULIS)

Disahkan oleh
Fauziah
 (TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: BUNGALOW D3, SBPI PEKAN,
26600 PULAU SEKA, PEKAN
PAHANG,

PROF. MADYA DR. FAUZHIAH ABD A212
 Nama Penyelia

Tarikh: 20/4/2007

Tarikh: 20/4/07

CATATAN: * Potong yang tidak berkenaan.

** Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa/organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT dan TERHAD.

@ Tesis dimaklumkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan, atau disertasi bagi pengajian secara kerja kursus dan penyelidikan, atau Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).



MENCIRIKAN KEMATANGAN BUAH KELAPA PANDAN
(*AROMATIC GREEN DWARF*) DENGAN
MENGUNAKAN MRI

DIANA FARHANA BT MOHD RADZI

DISERTASI INI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI
SEBAHAGIAN DARIPADA SYARAT MEMPEROLEHI
IJAZAH SARJANA MUDA SAINS
DENGAN KEPUJIAN

PROGRAM FIZIK DENGAN ELEKTRONIK
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

Mac 2007

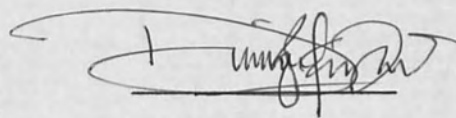


UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGAKUAN

Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah dijelaskan sumbernya.

12 Mac 2007



DIANA FARHANA BT MOHD RADZI

HS2004-1222



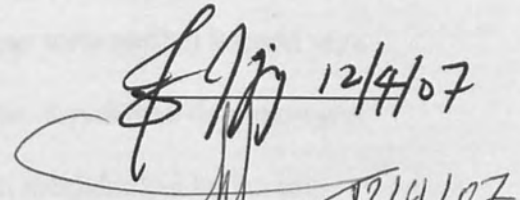
PENGESAHAN

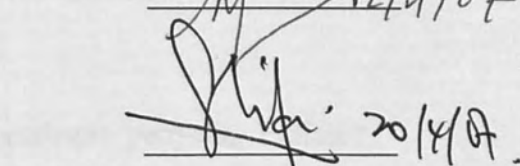
PENGESAHAN

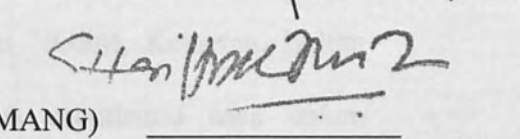
DIPERAKUKAN OLEH

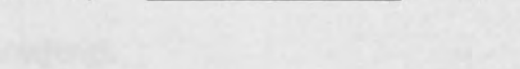
TANDATANGAN

1. **PENYELIA**
(PROF. MADYA DR. FAUZIAH ABD. AZIZ)
2. **PEMERIKSA 1**
(DR. HAIDER F. ABDUL AMIR)
3. **PEMERIKSA 2**
(EN. SAAFIE SALLEH)
4. **DEKAN**
(PROF. MADYA DR. SHARIFF A. KADIR S. OMANG)


12/4/07


12/4/07


20/4/07


20/4/07

PENGHARGAAN

Setinggi-tinggi penghargaan diberikan kepada Sekolah Sains dan Teknologi, Universiti Malaysia Sabah kerana telah memberi peluang kepada saya untuk menuntut sebagai mahasiswa selama tiga tahun dan membuka peluang untuk saya membuat kajian ini.

Jutaan terima kasih kepada penyelia saya, Profesor Madya Doktor Fauziah Bt Abdul Aziz yang telah banyak memberi tunjuk ajar, bimbingan serta nasihat kepada saya sehinggalah saya berjaya menamatkan kajian ini dengan lancar. Keyakinan dan sokongan moral yang diberikan oleh beliau telah mendorong saya dalam menjalankan kajian ini.

Selain itu, ribuan terima kasih diucapkan kepada pembantu penyelia, Profesor Madya Doktor Wan Ahmad Kamil B. Wan Abdullah dari HUSM, Kelantan. Beliau merupakan pakar dalam bidang MRI dan telah banyak membantu saya dalam mendapatkan data. Tunjuk ajar dan keikhlasan beliau amat disanjung.

Saya juga mengambil kesempatan ini untuk mengucapkan terima kasih yang tidak terhingga kepada kedua ibu bapa dan keluarga yang tidak jemu memberi sokongan dan galakan kepada saya. Akhir kata, tidak lupa juga kepada semua pihak yang telah menghulurkan bantuan sepanjang saya melaksanakan kajian ini.

Ikhlas daripada,

Diana Farhana Bt Mohd Radzi



ABSTRAK

Kajian ini menggunakan Pengimejan Resonans Magnetik (MRI) dan penggunaan modaliti MRI di dalam mencirikan morfologi isi buah kelapa Pandan (*Aromatic Green Dwarf*) iaitu komponen isi, air, tempurung dan sabut berdasarkan kepada imej MRI. Teknik '*Fast Spin Echo*' (FSE) telah dipilih untuk memperolehi '*T1-Weighted*', '*T2-Weighted*' dan '*Proton Density*' di dalam mencirikan morfologi kontras isi kelapa. Selain itu, teknik STIR (*Short T1 Inversion Recovery*) dan FLAIR (*Fluid Attenuation Inversion Recovery*) juga telah digunakan untuk menganalisis komponen kelapa apabila isyarat pemagnetan lemak atau cecair dinyahkan daripada imej. Perbandingan juga telah dilakukan dengan satu kajian yang lepas. Buah-buah kelapa dikelaskan kepada tiga kategori iaitu sangat muda, muda dan tua. Hipotesis yang dijangka di dalam kajian ini iaitu terdapat perbezaan bagi setiap imej mengikut tahap kematangan masing-masing dan telah berjaya ditunjukkan. Imej MRI telah diperolehi dari daripada Jabatan Radiologi Hospital Universiti Sains Malaysia. Kajian ini ialah yang pertama kali dijalankan di Asia Tenggara.



ABSTRACT

This study used Magnetic Resonance Imaging (MRI) and MRI modality uses in characterize morphology maturity of coconut's pulp of component such pulp, water, coconut shell and coconut husk based on MRI image. Fast Spin Echo (FSE) has chosen to get T1-Weighted, T2-Weighted and Proton Density to characterize the morphology contrast coconut pulp. Besides that, STIR (Short T1 Inversion Recovery) and FLAIR (Fluid Attenuation Inversion Recovery) also used to analyses the coconut component whenever the magnetic signal of fat or liquid will remove from the image. The contrasts were compared with the pass research. The coconuts were divided to the three categories very young, young and old. The prediction hypothesis of this research is they will have contrast images base on their maturity. The hypothesis was completely proved. The images of the MRI got from the Radiology Department of Hospital Universiti Sains Malaysia. This research is the first project in the South-east Asia.



KANDUNGAN

	Halaman
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	ix
SENARAI RAJAH	x
SENARAI SIMBOL	xi
 BAB 1 PENDAHULUAN	 1
1.1 PENGENALAN	1
1.2 TUJUAN KAJIAN	4
1.3 OBJEKTIF KAJIAN	4
1.4 SKOP KAJIAN	5
 BAB 2 LATAR BELAKANG KAJIAN DAN ULASAN	
PERPUSTAKAAN	6
2.1 PENGENALAN	6
2.2 SISTEM MRI	7
2.2.1 Medan Magnet	7
2.2.2 Gegelung Gradien	9
2.2.3 Pemancar dan Penerima Radio Frekuensi	11
2.2.4 Sistem Komputer dan Pengumpulan Data	12
2.3 PRINSIP MRI	13
2.3.1 Spin dan Kepadatan Spin	13
2.3.2 ‘ <i>Precession</i> ’	16
2.3.3 Denyutan Radio Frekuensi	18



2.3.4	Resonans	20
2.3.5	Masa Pengenduran ' <i>Relaxation Time</i> ' (T1 dan T2)	22
2.4	TEKNIK DALAM MRI	26
2.4.1	Teknik FLASH	26
2.4.2	Teknik STIR	28
2.4.3	Teknik FLAIR	29
2.5	BUAH KELAPA PANDAN	30
2.6	KAJIAN LEPAS	32
BAB 3	BAHAN DAN KAEDAH	33
3.1	Pengenalan	33
3.2	BAHAN DAN RADAS	33
3.3	KAEDAH KAJIAN	34
3.3.1	Kaedah Analisis	38
BAB 4	HASIL DAN PERBINCANGAN	39
4.1	HASIL IMEJ DAN ANALISIS DATA	39
4.2	PERBINCANGAN	52
BAB 5	KESIMPULAN	59
5.1	KESIMPULAN	59
5.2	CADANGAN MASA DEPAN	60
	RUJUKAN	61
	LAMPIRAN	64
LAMPIRAN A	FOTO KAJIAN	64
LAMPIRAN B	BORANG PERMOHONAN PENYELIDIKAN	71
LAMPIRAN C	BORANG SENARAI SEMAK KESELAMATAN MRI	72

SENARAI JADUAL

No. Jadual		Halaman
2.1	Keadaan dan sifat bagi T1-Weighted	24
2.2	Keadaan dan sifat bagi T2-Weighted	25
2.3	Ciri-ciri varieti buah kelapa di Malaysia	31
3.1	Nilai yang diperlukan dalam kajian pengimejan	34
4.1	Analisis imej kelapa sangat muda sampel 1	41
4.2	Analisis imej kelapa sangat muda sampel 2	43
4.3	Analisis imej kelapa muda sampel 1	45
4.4	Analisis imej kelapa muda sampel 2	47
4.5	Analisis imej kelapa tua sampel 1	49
4.6	Analisis imej kelapa tua sampel 2	51
4.7	Teori imej T1-Weighted dan T2-Weighted bagi air, lemak dan pepejal	54



SENARAI RAJAH

No. Rajah	Halaman	
2.1	Kedudukan plat yang betul di dalam bor magnet	11
2.2	Proton yang ganjil menghasilkan medan magnet	15
2.3	Sepasang proton tidak menghasilkan medan magnet	16
2.4	Proton Hidrogen	16
2.5	Kedudukan proton pada paras tenaga rendah dan paras tenaga tinggi	18
2.6	Kedudukan spin-spin sebelum RF dipancarkan	21
2.7	Kedudukan spin-spin selepas RF dipancarkan	22
2.8	Lengkung T1 membina	24
2.9	Lengkung T2 memusnah	26
2.10	Urutan nadi masa	27
2.11	180° RF	29
3.1	Orientasi enam buah kelapa di dalam ‘gantry’	35
3.2	Sistem MRI bagi ujian dijalankan	36
3.3	Carta aliran kaedah ujian yang akan dijalankan	37
4.1	Graf T1-Weighted (fasa membina) T2-Weighted (fasa memusnah)	53
4.2	Detik persediaan 180° dan 90°	55
4.3	Perbezaan imej T1-Weighted	56
4.4	Perbezaan Imej T2-Weighted	57
4.5	Perbezaan Imej Proton Density	57
A1	Pengkaji bersama juru x-tray En Khew di bilik pemeriksaan MRI, HUSM	64
A2	Mesin MRI 1.0 Tesla yang terdapat di HUSM	65
A3	Komputer menterjemah isyarat signal dan mengumpul data	66
A4	Gegelung penerima isyarat kepala	67
A5	Pintu masuk bilik pemeriksaan MRI	68
A6	Poster amaran keselamatan	69
A7	Buah kelapa pandan	70

SENARAI SIMBOL

S	Nombor kuantum spin
ω	Sudut frekuensi ' <i>precessional</i> '
γ	Nisbah ' <i>gyromagnetic</i> '
e	Nilai eksponen
t	Masa
B ₀	Kekuatan medan magnet luar
B ₁	Kekuatan medan magnet baru
ω_1	Sudut frekuensi medan magnet baru
M ₀	Medan magnet luar
T ₁	Masa pengenduran
T ₂	Masa pengenduran
TE	<i>Time echo</i>
TR	Masa pengenduran
Hz	Unit frekuensi, Hertz
N(H)	Jumlah kepadatan proton
M _z	Komponen magnet membujur
MHz	Unit frekuensi, Megahertz
M _{xy}	Komponen magnet melintang

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 PENGENALAN

Pengimejan resonans magnetik (MRI) merupakan salah satu perkembangan teknologi yang menggunakan magnet dan gelombang radio untuk menunjukkan dan merakamkan sesuatu struktur anatomi dengan lebih jelas. MRI mencerminkan satu teknik pengimejan yang berdasarkan kepada sifat nukleus atom yang ditempatkan di dalam kawasan magnetik dan bertindak melalui gelombang frekuensi radio yang bersesuaian dan mengalami perubahan peringkat tenaga yang diukur (Hashemi & Bradley, 1997).

MRI berlandaskan kepada prinsip *Nuclear Magnetic Resonance* (NMR), adalah kaedah yang unggul untuk diagnosis dan penaksiran secara klinikal dan bermulanya pengenalan kepada sistem pengimejan dalam perubatan secara meluas sekitar tahun 1980an. (Clark *et al.*, 1997) Revolusi ini telah memperkenalkan MRI kepada bidang perubatan yang lebih canggih dengan memberikan keratan imej tomografi. Oleh itu, kewujudan kanser, tumor, tahap kepatahan tulang dan bahagian organ lain dalam badan dapat dikesan.



Kemampuan MRI ialah mempunyai tugas yang sempurna iaitu merupakan cara tanpa bersifat ceroboh untuk mengekod berkenaan dinamik molekul-molekul melalui perbandingan perbezaan mekanisme. (Wilson *et al.*, 2002). Ia merupakan dorongan alternatif kepada perkembangan aplikasi di luar bidang perubatan. (Hall *et al.*, 1998; Thebaudin *et al.*, 1998). Sebagai contoh aplikasi MRI digunakan di dalam Sains Tumbuhan termasuk kajian mengenai kematangan buah-buahan (Martens *et al.*, 2000), pencerobohan patogen, sejarah kimia, pengangkutan air dan pengaliran air. (Clark *et al.*, 1997)

Di Eropah, aplikasi MRI telah digunakan di luar bidang perubatan. MRI yang mempunyai sifat tanpa mencerooboh dan merosakkan tisu merupakan satu teknik yang bersesuaian dalam pengimejan struktur tisu seperti tisu buah-buahan. Berdasarkan prinsipnya yang bertindakbalas dengan medan magnet yang dihasilkan oleh atom Hidrogen membuatnya dapat mengesan kehadiran air di dalam ruang kosong. (Clark *et al.*, 1997). Buah-buahan di mana mengandungi kandungan air yang banyak dan mempunyai kebolehan yang mudah dipengaruhi untuk dikesan, telah membuktikan bahawa MRI merupakan subjek yang tepat untuk penyiasatan struktur dan keadaan tisu buah-buahan dalam pengimejan.

Kajian ini merupakan kajian sulung di Asia Tenggara yang bakal memperlihatkan kegunaan MRI di luar bidang perubatan. Ia bertujuan untuk mempelajari prinsip asas Pengimejan Resonans Magnetik (MRI) dan penggunaan modaliti MRI di dalam mencirikan morfologi isi buah kelapa Pandan (*Aromatic Green Dwarf*) iaitu komponen

isi, air, tempurung dan sabut berdasarkan kepada imej MRI. Teknik '*Fast Spin Echo*' (FSE) telah dipilih untuk memperolehi '*T₁-Weighted*', '*T₂-Weighted*' dan '*Proton Density*' di dalam mencirikan morfologi kontras isi kelapa. Selain itu, teknik STIR (*Short T₁ Inversion Recovery*) dan FLAIR (*Fluid Attenuation Inversion Recovery*) juga telah digunakan untuk menganalisis komponen kelapa apabila isyarat pemagnetan lemak atau cecair dinyahkan daripada imej. Perbandingan juga telah dilakukan dengan satu kajian yang lepas. Kelapa tersebut dibahagikan kepada tiga kategori iaitu sangat muda, muda dan tua. Setiap kategori memerlukan dua sampel buah kelapa Pandan dan diimejkan dengan menggunakan protokol yang sama. Memandangkan ini ialah kajian '*pilot preliminary*' iaitu kajian sulung yang merupakan pembuka jalan kepada kajian seterusnya.

Buah kelapa merupakan salah satu hasil tanaman yang dapat menyumbang kepada ekonomi negara. Buah kelapa terdiri daripada pelbagai jenis, namun begitu hanya terdapat beberapa jenis kultivar yang disyorkan ditanam di Malaysia seperti MAWA, MATANG dan Pandan. Dalam kajian ini, sampel yang digunakan adalah jenis kelapa Pandan wangi. Kelapa Pandan (*Aromatic Green Dwarf*) atau ARD adalah sejenis kelapa rendah berasal dari Thailand. Memandangkan kajian ini bakal dilakukan di HUSM, maka sampel buah kelapa pandan akan diperolehi di sekitar kawasan Kubang Kerian. Dalam kajian ini, beberapa pengetahuan tentang prinsip, sistem dan teknik dalam MRI perlu ditekankan. Selain itu, pengetahuan tentang komposisi dan asal kelapa Pandan juga perlu dititik-beratkan. Metodologi kajian ini dilakukan berpanduan kepada metodologi kajian lepas.

1.2 TUJUAN KAJIAN

Tujuan tesis ini adalah menggunakan Pengimejan Resonans Magnetik (MRI) dan penggunaan modalitinya di dalam mencirikan kematangan morfologi isi buah kelapa Pandan (*Aromatic Green Dwarf*) iaitu komponen isi, air, tempurung dan sabut berdasarkan kepada imej MRI menggunakan teknik FSE (*Fast Spin Echo*), STIR (*Short T1 Inversion Recovery*) dan FLAIR (*Fluid Attenuation Inversion Recovery*).

1.3 OBJEKTIF KAJIAN

1. Mendapatkan imej MRI menggunakan teknik FSE (*T1-Weighted, T2-Weighted, Proton Density*), STIR dan FLAIR bagi;
 - a) Kelapa sangat muda
 - b) Kelapa muda
 - c) Kelapa tua
2. Mendapatkan maklumat mengenai ketiga-tiga keadaan kematangan buah kelapa jenis di atas berdasarkan kepada morfologi kontras isi kelapa.
3. Merumuskan tahap kematangan struktur isi kelapa.

1.4 SKOP KAJIAN

Skop kajian ini adalah mencirikan kematangan morfologi isi buah kelapa Pandan (*Aromatic Green Dwarf*) yang terdiri dari kategori sangat muda, muda dan tua dengan menggunakan teknik '*Fast Spin Echo*' (FSE), STIR (*Short T₁ Inversion Recovery*) dan FLAIR (*Fluid Attenuation Inversion Recovery*) dalam MRI. Buah kelapa pandan didapati di sekitar kawasan Kubang Kerian, Kelantan.

BAB 2

LATAR BELAKANG KAJIAN DAN ULASAN PERPUSTAKAAN

2.1 PENGENALAN

Pengimejan Resonans Magnetik (MRI) merupakan satu fenomena yang ditemui oleh Purcell dan Bloch pada tahun 1946 dalam tahun 1952, mereka telah dianugerahkan '*Nobel Prize For Physics*' kerana penemuan tersebut yang seterusnya mereka telah berjaya memperkembangkan penggunaan '*spectroscopic*' (alat yang digunakan untuk memecahkan cahaya atau radiasi lain kepada komponen dengan jarak gelombang yang berlainan) berdasarkan penemuan fenomena itu. Sejak dari itu, peralatan MRI telah ditingkatkan menjadi lebih sofistikated dan dibuktikan sebagai peralatan penting dalam bidang kimia fizik dan biokimia.

Kajian ini merupakan satu kaedah pengimejan menurut teknik rangkaian FLASH (*fast low angled shot*) yang dipilih untuk mendapatkan morfologi kontras isi kelapa yang terbaik berdasarkan kepada satu kajian yang lepas.



Dalam kajian ini, pengetahuan asas tentang konsep MRI adalah sangat penting. Bab ini akan membincangkan tentang sistem dan prinsip MRI, teknik yang digunakan serta rujukan kajian lalu yang pernah dilakukan sebagai garis panduan.

2.2 SISTEM MRI

MRI terdiri daripada empat bahagian yang sangat penting iaitu medan magnet, gegelung gradien, pemancar dan penerima radio frekuensi serta komputer. Perbincangan lebih lanjut akan ditekankan di bawah. (Faulkner, 2002)

2.2.1 Medan Magnet

Semua benda akan dimagnetkan apabila diletakkan di dalam medan magnet. Medan magnet yang kuat akan menyebabkan orientasi momen magnet selari dengan medan magnet. (Giancoli, 1998). Bagi menghasilkan medan magnet statik yang utama, terdapat beberapa sistem yang terdiri daripada tiga kategori magnet berdasarkan kepada rekabentuk seperti resistif iaitu perintang, superkonduktif dan magnet kekal.

i) Resistif (perintang)

Magnet jenis ini mempunyai gegelung yang dilihat oleh jalur aluminium. Bekalan elektrik yang dibekalkan akan menghasilkan medan magnet yang bersudut kepada aksis magnet. Gegelung ini menggunakan 40KW hingga 50KW elektrik untuk menjanakan medan

magnet. Penggunaan kuasa bergantung kepada kekuatan medan magnet. Gegeleung tersebut perlu disejukkan untuk menyingkirkan haba atau tenaga yang dihasilkan. Magnet ini memerlukan 2 hingga 3 jam untuk mencapai kestabilan suhu kerja dari keadaan sejuk tetapi boleh dikekalkan dalam posisi bersedia di mana ia membenarkan suhu yang diperlukan dalam 20 hingga 40 minit tetapi pada penggunaan kuasa tinggi.

ii) Superkonduktif

Magnet jenis ini mempunyai gegelung yang dililit oleh beban superkonduktif, biasanya aloi titanium niobium di mana rintangan elektrik adalah sifar pada suhu yang sangat rendah. Magnet ini disejukkan ke suatu tahap di mana rintangan elektrik jatuh ke sifar dan arus elektrik adalah dirangsang. Pengurangan suhu ini adalah dicapai dengan cecair helium (-296°C) di mana ianya dipisahkan dengan cecair nitrogen dan kesemuanya berada dalam jaket vakum. Cecair helium dan nitrogen ini perlu ditambah sebulan sekali untuk helium dan setiap minggu untuk nitrogen sama ada melalui perolakan atau dalam bentuk kitaran semula gas. Arus elektrik disalurkan kepada gegelung superkonduktif sebanyak ~ 400 ampere. Superkonduktif bermakna apabila arus dialirkan bekalan kuasa tidak boleh dipadam, ini bermakna ia sentiasa dihidupkan 24 jam tanpa henti.

iii) Magnet Kekal

Magnet kekal merupakan magnet yang mempunyai kos yang paling murah, tidak memerlukan kuasa luar dan medan luarannya yang kecil. Namun begitu terdapat

kekurangan pada magnet jenis ini iaitu kekuatan medannya adalah terhad iaitu 0.3 Tesla. Kekuatan medan ini tetap dan ini menyebabkan ia sukar untuk menyinar. Oleh itu, kajian untuk isotop-isotop lain tidak praktikal kerana kekuatan medan yang terhad.

Di dalam MRI terdapat lima jenis magnet yang boleh dikategorikan mengikut kekuatan medan iaitu: (Hashemi & Bradley, 1997)

- Medan ultratinggi (3.0-4.0 Tesla)
- Medan tinggi (1.0-2.0 Tesla)
- Medan sederhana tinggi (0.3-1.0 Tesla)
- Medan rendah (kurang dari 0.1-0.2 Tesla)
- Medan ultrarendah (kurang dari 0.1 Tesla)

2.2.2 Gelung Gradien

Gelung gradien mempunyai dua keperluan utama. Pertama ia diperlukan untuk menghasilkan variasi linear di dalam medan melalui satu arah. Kedua, untuk mendapatkan kecekapan yang tinggi serta jumlah aruhan arus elektrik dan rintangan yang rendah. Ini kerana untuk meminimumkan keperluan arus dan keperluan haba.

Gelung Maxwell akan menghasilkan variasi linear di dalam medan sepanjang arah medan paksi z. Terdapat tiga set gelung gradien di dalam sistem resonans magnetik;

- Gegelung gradien z

Digunakan untuk mengubah intensiti medan magnet dari arah kepala ke kaki. Ia merupakan barisan cahaya secara membujur di mana cahaya bergerak selari dengan bor atau gegelung dan ini akan memberikan keratan melintang.

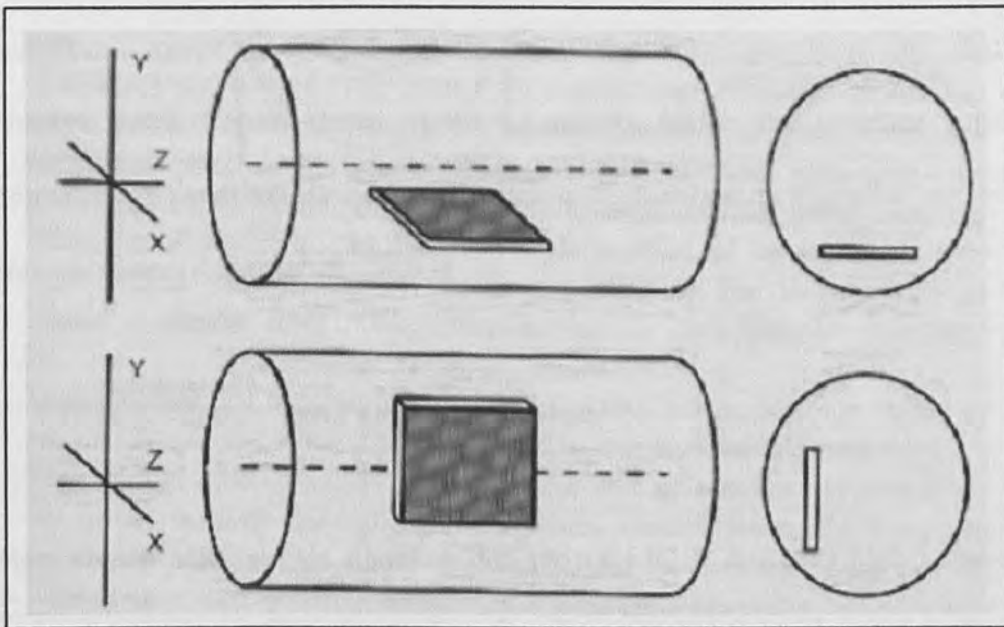
- Gegelung gradien x

Digunakan untuk mengubah intensiti medan magnet dari arah kanan ke kiri, ia merupakan barisan cahaya secara melintang dan menghasilkan keratan sagital.

- Gegelung gradien y

Gegelung untuk mengubah intensiti medan magnet. Barisan cahaya yang merambat secara menegak ditunjukkan oleh cahaya yang merambat dari atas ke bawah dalam medan pada paksi y yang akan memberikan keratan koronal. Keadaan ini adalah seperti rajah 2.1. (Hashemi & Bradley, 1997; Westbrook, 1999)

Sistem gradien magnet berfungsi untuk membuat pemilihan lapisan dan mentafsir keratan yang diperoleh. (Roth, 2002). Gradien dikenakan ke atas medan magnet utama untuk menghasilkan keratan, pemilihan dan mentafsir signal-signal. Ia dihasilkan oleh gegelung elektrik yang berpaut pada terowong kemasukan pesakit yang terletak di dalam ruang tengah magnet. Arus elektrik di dalam gegelung ini akan menghasilkan gradien medan magnet kecil secara relatif.



Rajah 2.1 Kedudukan plat yang betul di dalam bor magnet (Faulkner, 2002)

2.2.3 Pemancar dan Penerima Radio Frekuensi

Gegelung RF (radio frekuensi) merupakan komponen ketiga paling penting di dalam sistem MRI. Komponen ini mengandungi gegelung kuprum yang diasingkan untuk gegelung yang digunakan bagi menghantar dan menerima signal. Signal frekuensi yang diterima menggalakkan perubahan arus di dalam gegelung penerima dan membentuk signal. MR (magnetik resonans).

Gegelung penerima dan pemancar untuk mengimej digabungkan bersama di dalam satu perumah. Ianya lebih kecil, biasanya garis luar permukaan gegelung penerima digunakan di dalam perumah gegelung. Ianya berada serapat mungkin dengan bahagian

badan yang diperiksa. Keadaan ini mengubah nisbah signal kepada 'noise' untuk menghasilkan kualiti imej yang optimum. Permukaan gegelung ini digunakan terutamanya untuk kepala, turus vertebra, anggota badan dan struktur superfisial. Spektrometer dan penerima RF berfungsi untuk mengesan dan menganalisa respon signal magnetik resonans. (Runge *et al.*, 2005)

2.2.4 Sistem Komputer dan Pengumpulan Data

Di dalam sistem MRI, segala tindakan dan proses adalah di kawal oleh komputer. Ia merangkumi tugas-tugas seperti pengumpulan data, amplikasi untuk pembahagian imej, mengawal turutan gelombang gradien dan berfungsi untuk penyimpanan atau penyeteran imej serta manipulasi imej.

Penal kawalan digunakan untuk memprogram imej yang diperolehi untuk diulang-tayang. Perisai magnet berfungsi untuk mengurangkan medan magnet songsang. Manakala perisai RF bertujuan untuk melindungi signal respon yang rendah dari gangguan luaran dan persekitaran dari gelombang RF yang kuat yang dihasilkan dari dalam.

Sebenarnya operasi pengimbas imej dikawal sepenuhnya dan berpusat pada komputer. Ia dapat menentukan bentuk gradien dan gegelung RF, masa yang diperlukan dan menghantar maklumat ini kepada generator gelombang iaitu signal output dan menghantar maklumat tadi untuk di 'amplify' dan akhirnya dihantar kepada gegelung.

RUJUKAN

Rujukan Buku

- Faulkner, W., 2002. *Rad Tech's Guide to MRI: Basic Physics, Instrumentation and Quality Control*. Seeram, E. (pnyt.). Rad Tech Series. Blackwell Science, Canada.
- Giancoli, D., 1998. *Physics Principle With Application*. Ed. 5. Prentice Hall Inc (UK). Upper Saddle River, London.
- Hashemi, R. H. dan Bradley, W. G., 1997. *MRI The Basics*. Lippincott Williams and Willkins. Maryland, USA.
- Orton, J. W., 1968. *Resonans Paramagnet Elektron*. Khalijah Salleh dan Koon, K. A., (ptrj.), 1995. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.
- Resnick, R. dan Halliday, D., 1978. *Fizik 2*. Asiah Salleh (ptrj.), 1992. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.
- Roth, C. K., 2002. *Rad Tech's Guide to MRI: Imaging Procedures, Patient Care and Safety*. Seeram, E. (pnyt.). Rad Tech Series. Blackwell Science, Canada.



Runge, V. M., Nitz, W. R., Schmeets, S. H., Faulkner, W. H., Desai, N. K., 2005. *The Physics of Clinical MR Taught Through Images*. Thieme, New York.

Ulaby, F. T., 2005. *Electromagnetics for Engineers*. Ed. Pearson International. Pearson Education, New Jersey.

Westbrook, C., 1999. *Handbook of MRI Technique*. Ed. ke-2. Blackwell Science, Inc. Commerce Place, USA.

Rujukan Jurnal

Clark, C. J., Hockings, P. D., Joyce, D. C. dan Mazucco, R. A., 1997. Postharvest Biology and Technology. *Application of Magnetic Resonance Imaging to Pre-And Post-harvest Studies of Fruit and Vegetables* **11**, 1-21.

Hall, L. D., Evans, S. D., dan Nott, K. P., 1998. Measurement of Textural Changes of Food by MRI Relaxometry. *Magnetic Resonance Imaging* **16**, 485-492.

Martens, H. J. dan Thybo, A. K., 2000. An Integrated Microstructural, Sensory and Instrumentation Approach to Describe Potato Structure. *Libensmittel-Wissenschaft Und-Technologie-Food Science and Technology* **33**, 471-482.

Nestle, N., Wunderlich, A. dan Meusinger, R., 2001. Magnetic Resonance in Food



Science: The Multivariate Challenge. *MRI and NMR Spectroscopy Study of Post-harvest Maturing Coconut* **21**, 72-79.

Thebaudin, J. Y., Lefebvre, A. C. dan Davenel, A., 1998. Determination of The Cooking Rate of Sturch in Industrial Sauces: Comparison of Nuclear Magnetic Resonance Relaxometry and Rheological Methods. *Sciences des Aliments* **18**, 283-291.

Wilson, W. D., Mackinnon, I. M. dan Jarvis, M. C., 2002. Transfer of Heat and Moisture During Over Baking of Potatoes. *Journal of The Science of Food and Agriculture* **82**, 1074-1079.

Rujukan Internet

Meat Science, 2005. *Herchel Smith Laboratory for Medical Chemistry, University of Cambridge*. <http://www.elsevier.com/located/meatsci>

Pejabat Tanah dan Jajahan Pasir Mas, 2005. *Laporan Projek di Raja Kelapa Wangi, Kelantan*. <http://agrolink. Moa.my/doa/bdc/industri/kelapawangi.html>

Sprawls Educational Foundation, 2006. *Partnership with Institution and Faculties*. <http://www.cis.rit.edu/htbooks/mri/educational.html>

