

KARBON TERAKTIF DARIPADA UBI KAYU

MOHD. ZOBIR HUSSEIN, ZULKARNAIN ZAINAL,
MUHAMMAD BASAR, BADRI MUHAMMAD*

Jabatan Kimia
Fakulti Sains dan Pengajian Alam Sekitar
Universiti Pertanian Malaysia
43400 Serdang
Selangor.

Abstrak

Karbon teraktif daripada ubi kayu (*Manihot esculanta*) telah disediakan dengan kaedah pernyulingan merosak keadaan vakum. Kemajuan pengaktifan pada pelbagai suhu dan tempoh masa diikuti dengan menentukan nombor iodinnya. Dengan kaedah ini didapati bahawa keadaan optimum penyediaan bagi ubi kayu jenis luhut ialah pada pembakaran selama 3 jam dan suhu 550°C, sementara bagi ubi kayu jenis francis ialah pada pembakaran 3 jam dan suhu 500 °C. Nilai nombor iodin bagi karbon teraktif dari ubi kayu jenis luhut ialah 572 mg/g dan 525 mg/g bagi ubi kayu jenis francis. Analisis pengaktifan neutron menunjukkan kehadiran unsur bukan organik di sekitar 2 peratus.

Abstract

Activated carbon was prepared from tapioca (*Manihot esculanta*) by destructive vacuum distillation. The extent of activation at various temperature and time was determined by iodine number value. It was found that optimum condition for preparation of activated carbon from tapioca is 3 hours and 550 °C for luhut and 3 hours and 500 °C for francis, resulted in iodine number value of the prepared activated carbon of 572 mg/g and 525 mg/g respectively. Neutron activation analysis showed that inorganic content is around 2 percent.

1. Pendahuluan

Pengetahuan bahawa karbon teraktif yang dihasilkan daripada penguraian kayu atau bahan lain yang kaya dengan karbon, serta kebolehnya menjerap bahan pewarna dari larutan telah bermula sejak kurun kelima belas. Namun begitu penggunaan sifat ini secara komersial tidak dilakukan sehingga tahun 1794, apabila karbon mula digunakan dalam industri pembersihan gula British. Pada tahun 1812, karbon tulang telah ditemukan oleh Figuer dan dari sini bermulalah era penyediaan dan penggunaan karbon teraktif [1].

Pelbagai bahan mentah telah digunakan untuk menyediakan karbon teraktif seperti habuk kayu, arang batu, kayu, tempurung kelapa dan sekam padi. Sifat karbon teraktif yang dihasilkan bukan sahaja dikawal oleh bahan mentah tetapi cara pengaktifan juga memainkan peranan yang sangat penting terhadap ciri-ciri fizik dan kimia karbon teraktif yang dihasilkan.

* Institut Penyelidikan Kelapa Sawit Malaysia (PORIM) No 6, Persiaran Institusi, Bangi, Selangor .

Tujuan proses pengaktifan dijalankan ialah untuk memperkaya dan menambahkan struktur liang dan meluaskan permukaan karbon misalnya dengan menggunakan gas seperti stim, karbon dioksida, udara dan sebagainya. Cara pengaktifan sedemikian dinamai pengaktifan fizik. Bahan-bahan kimia, misalnya garam kalium [2], zink klorida [3], dan sebagainya boleh juga digunakan, dan proses ini dinamai pengaktifan kimia. Penggabungan kedua-dua proses ini telah berjaya menghasilkan luas permukaan karbon teraktif yang tinggi, sehingga melebihi 3000 m²/g [3].

Satu lagi pendekatan yang digunakan bagi menyediakan karbon teraktif ialah secara pengaktifan pasif. Dengan kaedah ini, bahan mentah dimasukkan ke dalam kebuk pada tekanan yang sangat rendah dan pembakaran dilakukan. Bahan meruap akan dikeluarkan dan pada masa yang sama pengkarbonan dan pengaktifan berlaku. Pengaktifan berlaku disebabkan oleh kehadiran oksigen pada kuantiti yang kecil. Kaedah ini, iaitu kaedah penyulingan vakum memusnah ini telah pun dipatenkan [5].

Salah satu jenis karbon teraktif yang penting ialah karbon teraktif gred makanan dan farmasi. Karbon teraktif ini boleh digunakan secara tak langsung, misalnya bagi pemprosesan makanan atau secara langsung, misalnya menjadi juzuk dalam pil. Oleh yang demikian kandungan unsur toksik, misalnya besi, arsenik dan plumbum mestilah rendah iaitu 0.1%, 5 mg/kg dan 10 mg/kg masing-masing, setelah proses pembasuhan dilakukan [6].

Bahan-bahan makanan yang murah boleh dijadikan sumber karbon teraktif gred makanan dan farmasi. Ini disebabkan bahan sedemikian mengandungi kandungan bahan toksik tersebut yang rendah, dan memungkinkan proses pembasuhan tidak perlu dijalankan. Di sini penyediaan karbon teraktif daripada ubi kayu (*Manihot esculanta*) jenis luhut dan francis akan dibincangkan dan beberapa sifat fizik dan kimia karbon teraktif yang dihasilkan juga dikaji.

2. Ujikaji

Karbon teraktif daripada ubi kayu jenis luhut dan francis telah disediakan dengan kaedah penyulingan vakum memusnah mengikut kaedah yang telah dipatenkan [5].

Ubi kayu matang yang berumur sekitar 3 bulan, yang telah sedia untuk dituai diperolehi dari Ladang Universiti Pertanian Malaysia, dibuang kulitnya dan dibersihkan. Isi ubi ini dipotong kepada kepingan kecil dan dikeringkan di dalam ketuhar pada suhu 80 °C, sehingga berat tetap diperolehi.

Beberapa kepingan kecil ubi kayu kering dimasukkan ke dalam kebuk pembakaran dan suhu kebuk pembakaran dinaikkan secara beransur-ansur sebelum ditetapkan pada suhu yang dipilih. Pembakaran dilakukan pada beberapa suhu di antara 300 dengan 600 °C. Untuk setiap suhu, tempoh pembakaran selama di antara 1 hingga 4 jam juga dipilih.

Sejauh mana pengaktifan telah berlaku bagi setiap tempoh masa dan suhu yang dipilih itu ditentukan dengan penentuan nilai nombor iodin [6]. Mikroskop elektron imbasan telah digunakan untuk melihat morfologi karbon teraktif yang telah disediakan, sementara kaedah analisis pengaktifan neutron digunakan untuk menentukan unsur-unsur bukan organik utama dan surih.

3. Keputusan dan Perbincangan

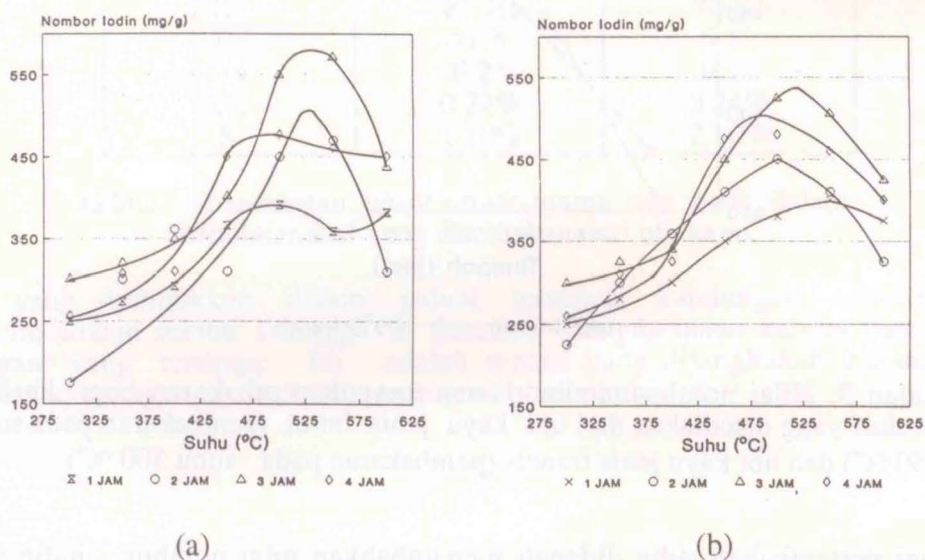
3.1 Keadaan optimum penyediaan

Bagi mengikuti perkembangan pengaktifan pada pelbagai suhu, untuk suatu tempoh pembakaran, graf nilai nombor iodin lawan suhu dilukiskan. Ini disebabkan nilai

nombor iodin dapat memberikan gambaran mengenai jerapan, yang mana sifat ini berkait rapat dengan sejauh mana pengaktifan telah berlaku serta nilai luas permukaan. Seterusnya, graf yang sama pada pelbagai tempoh pembakaran akan memberikan keadaan optimum bagi penyediaan karbon teraktif ini secara keseluruhannya.

Berdasarkan keluk nilai nombor iodin lawan suhu bagi tempoh 1, 2, 3 dan 4 jam pembakaran, didapati bahawa keadaan penyediaan optimum ialah 3 jam pembakaran pada suhu 550 °C bagi ubi jenis luhut dan 3 jam pembakaran pada suhu 500 °C bagi ubi jenis francis. Ini ditunjukkan dalam Rajah 1(a) dan Rajah 1(b), masing-masing. Nilai nombor iodin karbon teraktif yang disediakan dengan kaedah ini pada keadaan optimum ialah 572 mg/g bagi ubi dari jenis luhut dan 525 mg/g bagi ubi dari jenis francis.

Seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1(a) dan Rajah 1(b), bagi sesuatu tempoh pembakaran, didapati nilai nombor iodin meningkat dengan penambahan suhu pembakaran sehingga ke suatu peringkat dimana apabila suhu pembakaran sehingga kesuatu peringkat di mana nilai maksimum tercapai.



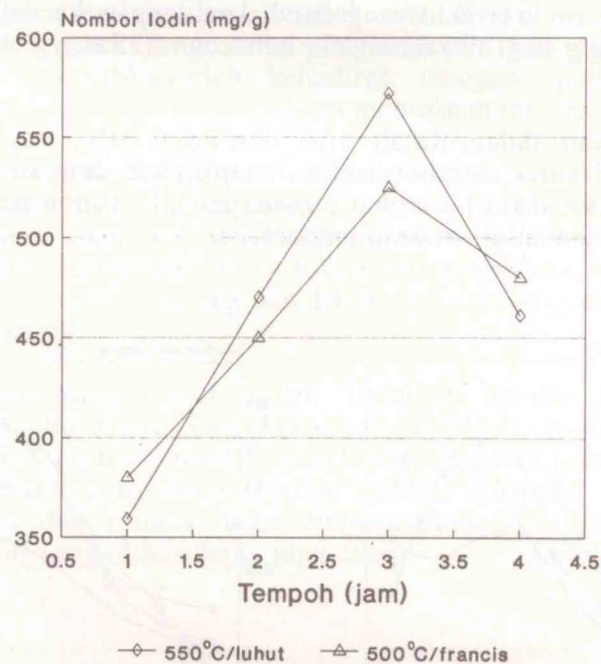
Rajah 1: Keluk nilai nombor iodin lawan suhu bagi karbon teraktif yang disediakan dari ubi kayu jenis (a) luhut (b) francis

Dengan mengandaikan bahawa penambahan suhu akan menyebabkan bahan-bahan terwap akan dikeluarkan dan pada masa yang sama, pengkarbonan berlaku. Oleh kerana penyulingan memusnah dilakukan pada keadaan vakum maka bolehlah dikatakan kehadiran sedikit oksigen bersama-sama bahan terwap ini akan menyebabkan pengaktifan pasif berlaku. Ini menyebabkan penambahan suhu akan menambahkan nilai nombor iodin.

Sebaliknya penambahan suhu seterusnya akan menurunkan nilai nombor iodin setelah suatu nilai optimum tercapai. Ini mungkin disebabkan apabila pengaktifan maksimum diperolehi, kenaikan suhu seterusnya akan menyebabkan proses lain berlaku demikian sehingga luas permukaan karbon teraktif yang dihasilkan menurun. Seperti yang telah disyorkan, selepas proses pengkarbonan berlaku, atom-atom karbon akan berkumpul membentuk lapisan-lapisan yang terdiri daripada sistem gelang aromatik [3] untuk membentuk "mikro hablur karbon". Seterusnya unit-unit ini bercantum

untuk membentuk "mikro hablur" yang lebih besar dan mengakibatkan penurunan luas permukaan dan nilai nombor iodin.

Bagi sesuatu suhu yang dipilih, didapati juga tempoh pembakaran memainkan peranan yang penting juga terhadap pengaktifan bahan-bahan berkarbon bagi menghasilkan karbon teraktif. Ini ditunjukkan dalam Rajah 3, dengan plot tempoh pembakaran lawan nilai nombor iodin bagi karbon teraktif yang disediakan dari ubi kayu jenis luhut dan francis pada masing-masing suhu 550 °C dan 500 °C.



Rajah 3: Nilai nombor iodin lawan tempoh pembakaran bagi karbon teraktif yang disediakan dari ubi kayu jenis luhut (pembakaran pada suhu 550 °C) dan ubi kayu jenis francis (pembakaran pada suhu 500 °C).

Sekali lagi pertambahan suhu didapati menambahkan nilai nombor iodin sehingga mencapai nilai optimum, dan kemudian nilai ini menurun. Rajah 3 jelas menunjukkan bahawa 3 jam adalah masa pembakaran yang optimum, dengan nilai nombor iodin adalah maksimum bagi kedua-dua jenis ubi. Sifat ini bersamaan dengan sifat perubahan nilai nombor iodin terhadap suhu seperti yang telah dibincang di atas, dan fenomena dan alasan yang sama mungkin berlaku.

3.2 Mikrograf elektron imbasan

Rajah 4 menunjukkan mikrograf elektron imbalasan bagi karbon teraktif yang disediakan daripada ubi jenis luhut dan francis. Pada keseluruhannya karbon yang terhasil daripada ubi kayu jenis luhut menunjukkan sifat yang sangat rapuh dan berstruktur seperti "sponge", mempunyai rongga pelbagai saiz. Pada pembesaran yang lebih tinggi, dapat juga diperhatikan bahawa rongga semula jadi ini mempunyai saiz terkecil sekitar 1 μ m.

Bagi karbon teraktif yang disediakan daripada ubi kayu jenis francis, mikrograf pengimbasan elektronnya menunjukkan struktur yang kompleks dan berlapis-lapis serta lebih banyak ruang-ruang kosong. Terdapat juga struktur berupa bintil bersaiz

lebih kurang 10fm. Struktur kompleks berlapis ini lebih jelas pada pembesaran yang lebih tinggi.

Jika dibandingkan dengan karbon teraktif yang disediakan daripada sumber lain nyatakan sumber lain dengan lebih spesifik, didapati karbon teraktif yang disediakan daripada ubi kayu ini adalah lebih rapuh dan lembut, dan mempunyai struktur yang hampir seragam.

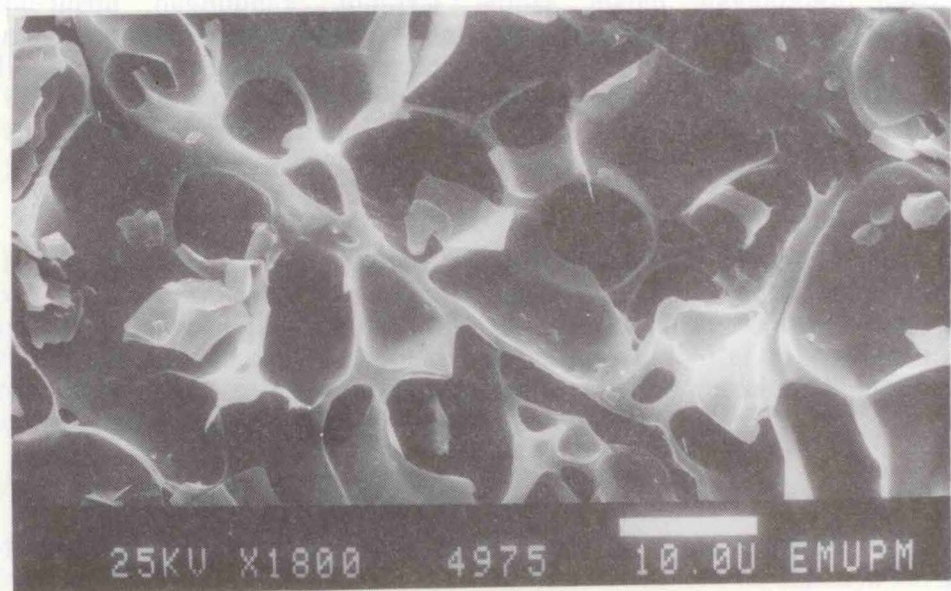
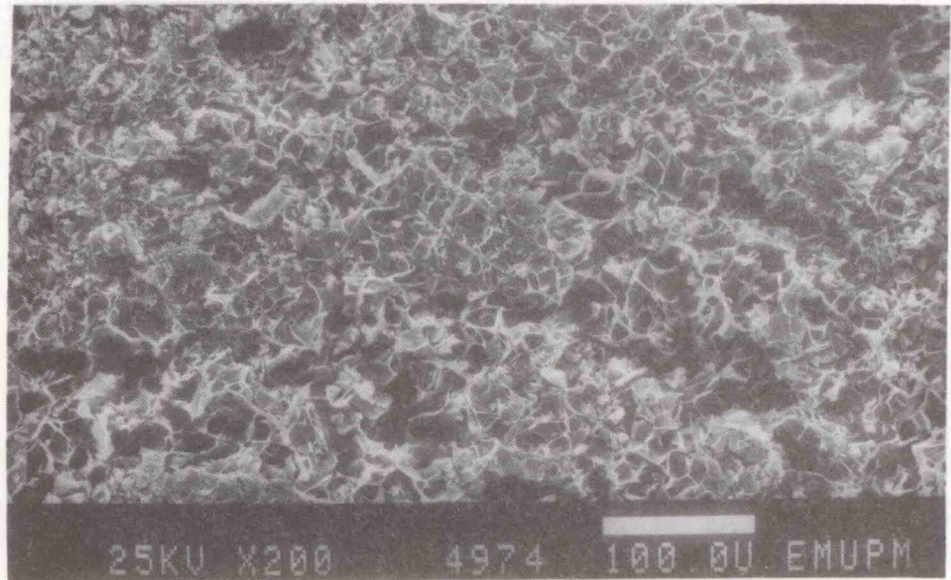
3.3 Analisis kandungan unsur-unsur utama dan surih

Oleh sebab karbon teraktif ini disediakan daripada bahan tumbuhan, adalah dijangkakan ia juga mengandungi bahan tak organik yang masih tinggal setelah bahan meruap dibebaskan. Jadual 1 menunjukkan kandungan sebahagian daripada unsur-unsur utama dan surih yang diperolehi dengan kaedah pengaktifan neutron.

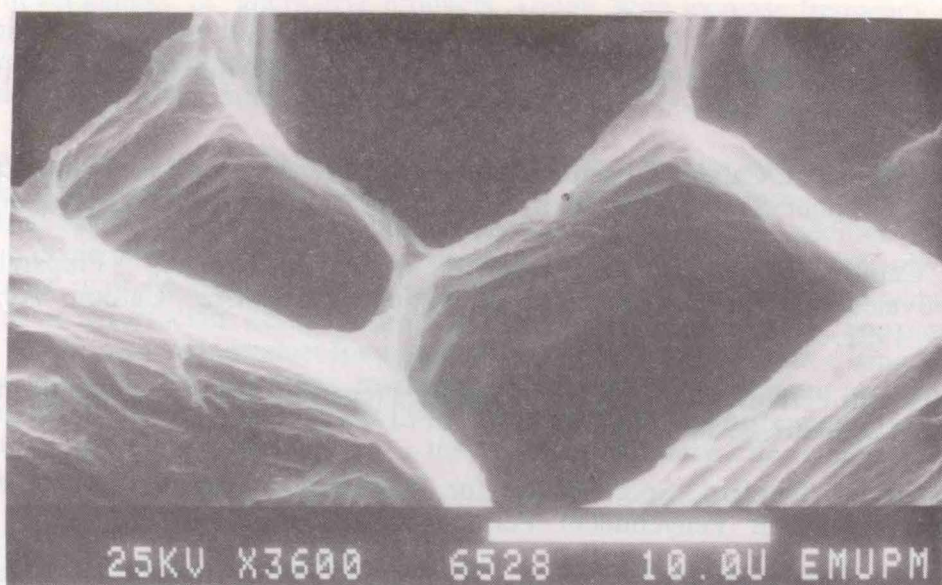
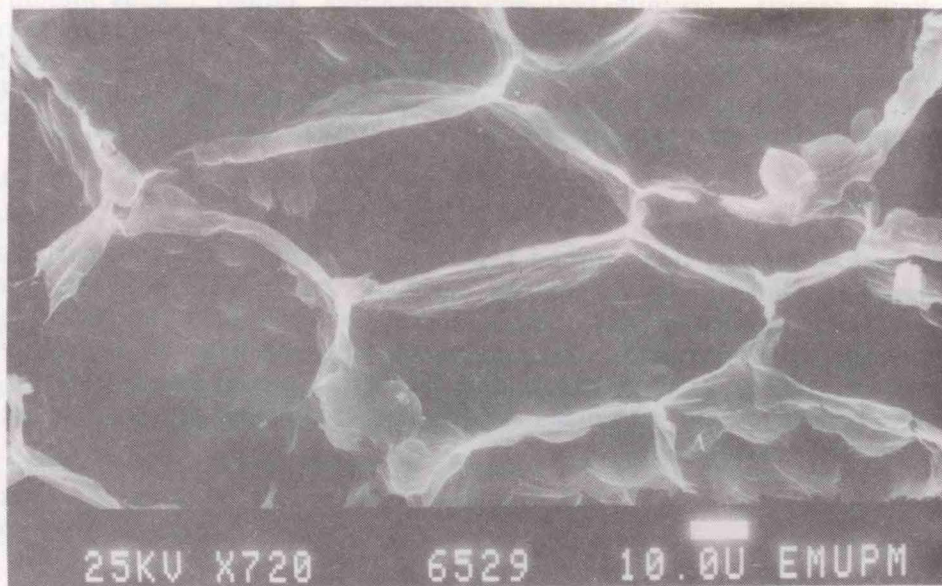
Unsur	Ubi Luhut	Ubi Francis
Na	178.00	98.00
Cl	124.61	128.00
Mg	141.16	184.00
Zn	87.70	70.83
Fe	40.90	0.17
As	0.25	0.17
Ca	0.22%	0.24%
K	1.10%	2.10%

Jadual 1: Kandungan unsur-unsur utama dan surih dalam karbon teraktif yang disediakan dari ubi kayu.

Seperti yang ditunjukkan dalam jadual tersebut, kandungan unsur-unsur tak organik ini adalah sekitar 1 hingga 2 peratus, dengan unsur kalium menunjukkan kandungan yang tertinggi. Ini adalah seperti yang dijangkakan, kerana kalium merupakan kandungan unsur utama bagi tumbuhan-tumbuhan.



Rajah 4(a): Mikrograf pengimbasan elektron menunjukkan liang- liang makro pada karbon teraktif yang disediakan dari ubi kayu jenis Luhut.



Rajah 4(b): Mikrograf pengimbasan elektron menunjukkan liang- liang makro pada karbon teraktif yang disediakan dari ubi kayu jenis Francis.

Salah satu tujuan menyediakan karbon teraktif daripada bahan makan yang murah ialah untuk mendapatkan karbon teraktif yang sedia digunakan untuk gred makanan dan farmasi, tanpa melalui proses penulenan yang intensif bagi pembersihan bahan toksik seperti arsenik, besi dan sebagainya. Jadual 1 jelas menunjukkan bahawa kandungan arsenik bagi kedua-dua karbon teraktif adalah sangat rendah, kurang daripada 0.25 mg/kg sementara kandungan besi pula adalah sekitar 40 mg/kg, berbanding dengan nilai yang dibenarkan sebanyak 5 mg/kg dan 0.2 % bagi kandungan arsenik dan besi yang diberikan di dalam piawaian Malaysia [5].

4. Kesimpulan

Penyediaan karbon teraktif tidak terhad kepada bahan hasil buangan pertanian dan industri, tetapi ianya boleh juga disediakan daripada bahan makanan yang murah. Ini bermakna bahawa penulenan dan pembersihan bahan toksik seperti arsenik dan sebagainya tidak perlu dilakukan. Ini juga sangat berguna bagi tujuan penyediaan karbon teraktif p73 c gred makanan dan farmasi. Dengan kaedah yang telah dibincangkan karbon teraktif gred makanan dengan nilai nombor iodin di antara 572-525 mg/g telah dapat disediakan.

5. Penghargaan

Ucapan terima kasih kepada MPKSN kerana membiayai projek ini di bawah gran IRPA 2-07-05-009-J01, Bahagian Ladang UPM kerana memberikan sampel ubi kayu dan kaki tangan Fakulti Veterinar dan Sains Perternakan yang membantu di dalam penggunaan elektron imbalasan.

Rujukan

- [1] Austin G. T. Shreve's Chemical Process Industries, 5th Edn Mc Graw-Hill Book Company, 1984
- [2] J. Laine and A. Calafat, " Factors Affecting the Preparation of Activated Carbons from Coconut Shell Catalized by Potassium", Carbon, Vol. 29, p 949, 1991.
- [3] F. Caturla, M. Molina-Sabio and F. Rodriguez-Reinosò, " Preparation of Activated Carbon by Chemical Activation with ZnCl₂", Carbon, Vol. 29, p 999, 1991.
- [4] Universiti Pertanian Malaysia "Process for Preparing Activated Carbon" British Patent 2086867, 1984.
- [5] Malaysian Standard, Specification for Powdered Activated Carbon, Institiut Pemiawaian dan Penyelidikan Perindustrian Malaysia, 1984.
- [6] B. S. Puri and R. C. Bansal, "Iodine Adsorption Method for Measuring Surface Area of Carbon Blacks", Carbon, Vol. 3, p 227, 1965.