

LAPORAN ANUGERAH INOVASI NEGERI SELANGOR TAHUN 2025

Tajuk Inovasi:

GRH-silica Xerogel^{GR}

Nama Jabatan/Agensi/Institusi:

Jabatan Kejuruteraan Biologi dan Pertanian, Fakulti Kejuruteraan, Universiti Putra Malaysia

1. Pengenalan

Inovasi ini memperkenalkan GRH-silica Xerogel^{GR} yang dihasilkan daripada sekam padi pulut, sumber yang boleh diperbaharui dan berkos rendah. Penggunaan sekam padi pulut sebagai bahan asas dalam penghasilan xerogel silika mesopori merupakan satu langkah inovatif yang memanfaatkan sisa pertanian yang biasanya dibuang atau digunakan dengan nilai ekonomi yang rendah. Dalam konteks Malaysia dan negara-negara ASEAN lain, padi pulut adalah salah satu makanan ruji yang menghasilkan sejumlah besar sekam sebagai sisa. Dengan memanfaatkan sekam ini, inovasi ini bukan sahaja membantu mengurangkan masalah sisa pertanian tetapi juga menyumbang kepada kelestarian alam sekitar.

Xerogel silika yang dihasilkan mempunyai struktur mesopori yang menawarkan pelbagai kelebihan berbanding dengan bahan silika konvensional. Mesopori merujuk kepada struktur berliang dengan saiz liang antara 2 hingga 50 nanometer, yang memberikan bahan ini luas permukaan yang tinggi dan kapasiti penyerapan yang baik. Luas permukaan yang tinggi adalah penting dalam aplikasi seperti penyerapan, pemangkin, dan penyampaian drug, di mana interaksi permukaan memainkan peranan utama dalam keberkesanan fungsi bahan tersebut.

Penggunaan kaedah sol-gel dalam penghasilan silika ini adalah satu lagi aspek inovatif. Kaedah ini membolehkan penghasilan xerogel silika pada suhu bilik tanpa memerlukan proses kalsinasi atau pengeringan superkritikal yang biasanya memerlukan tenaga yang tinggi dan peralatan yang berkos tinggi. Dengan menggunakan kaedah sol-gel ini, kos pengeluaran dapat dikurangkan dengan ketara, menjadikan produk ini lebih ekonomik dan sesuai untuk pengeluaran besar-besaran.

Tambahan pula, penggunaan beras pulut sebagai bio-aditif dalam proses ini yang mempunyai kandungan amilopektin yang tinggi, telah memberikan sifat mekanikal dan kimia yang unik kepada xerogel silika yang dihasilkan. Amilopektin membantu dalam pembentukan struktur berliang yang stabil dan meningkatkan sifat biokompatibiliti bahan tersebut. Ini menjadikannya sesuai untuk aplikasi dalam bidang bioperubatan seperti penyampaian drug dan pembungkusan makanan, di mana keselamatan dan kesesuaian dengan bahan biologi adalah kritikal.

Inovasi ini juga selaras dengan agenda kelestarian nasional dan global, yang menekankan penggunaan sumber yang boleh diperbaharui dan pengurangan sisa. Dengan memanfaatkan sekam padi pulut, inovasi ini menyokong usaha untuk mengurangkan jejak karbon dan mempromosikan penggunaan bahan yang mesra alam. Selain itu, ia menawarkan penyelesaian kepada masalah pembuangan sisa pertanian, yang merupakan isu penting dalam pengurusan alam sekitar.

Secara keseluruhan, GRH-silica Xerogel^{GR} ini bukan sahaja menawarkan manfaat ekonomi dan alam sekitar tetapi juga membuka peluang baru dalam pelbagai sektor industri. Dengan sifatnya yang mesra pengguna dan kos efektif, ia berpotensi untuk digunakan secara meluas

dalam aplikasi seperti pemangkin, penyerapan, penyampaian drug, penghasilan baja dan banyak lagi. Inovasi ini menunjukkan bagaimana sisa pertanian boleh diubah menjadi produk bernilai tinggi yang menyokong pembangunan lestari dan inovasi teknologi.

2. Penerangan Hasil Inovasi

2.1 Ringkasan Hasil Inovasi:

Inovasi ini menghasilkan *Biogenic Nanosilica Xerogel* yang menggunakan sekam padi pulut sebagai bahan asas. Melalui pendekatan yang inovatif dan mesra alam, sekam padi pulut, yang biasanya dianggap sebagai sisa pertanian, telah diubah menjadi bahan bernilai tinggi. Proses ini melibatkan penggunaan kaedah sol-gel yang lembut dan berkesan, yang membolehkan penghasilan xerogel silika mesopori dengan struktur berliang yang unik.

Xerogel yang dihasilkan mempunyai beberapa ciri utama yang menjadikannya istimewa. Pertama, ia mempunyai luas permukaan yang tinggi, sekitar $376.54 \text{ m}^2/\text{g}$, yang meningkatkan keupayaannya dalam aplikasi penyerapan dan pemangkinan. Struktur mesopori dengan saiz liang sekitar 4.14 nm juga membolehkan bahan ini menyerap molekul dengan lebih berkesan, menjadikannya sesuai untuk aplikasi seperti penyampaian drug dan penyerapan bahan pencemar.

Selain itu, penggunaan beras pulut sebagai bio-aditif memberikan kelebihan tambahan. Kandungan amilopektin yang tinggi dalam padi pulut membantu dalam pembentukan struktur berliang yang stabil dan meningkatkan sifat biokompatibiliti xerogel. Ini menjadikan produk ini selamat untuk digunakan dalam aplikasi bioperubatan dan pembungkusan makanan, di mana keserasian dengan bahan biologi adalah penting.

Proses pengeluaran xerogel silika ini tidak memerlukan kalsinasi atau pengeringan superkritikal, yang biasanya memerlukan tenaga yang tinggi dan peralatan mahal. Ini bukan

sahaja mengurangkan kos pengeluaran tetapi juga menjadikan proses ini lebih mesra alam dan sesuai untuk pengeluaran besar-besaran.

Secara keseluruhannya, GRH-silica Xerogel^{GR} ini menawarkan penyelesaian yang inovatif dan lestari untuk memanfaatkan sisa pertanian, sambil menyediakan bahan yang berprestasi tinggi dan serba boleh untuk pelbagai aplikasi industri. Inovasi ini menunjukkan potensi besar dalam menyokong usaha kelestarian dan menggalakkan penggunaan sumber boleh diperbaharui.

2.2 Tarikh Inovasi Dihasilkan:

Telah dipatenkan pada 11 Ogos 2023.

2.3 Tujuan Projek Inovasi:

Untuk membangunkan kaedah penghasilan xerogel silika yang kos efektif dan lestari, mengurangkan impak alam sekitar dan memanfaatkan sisa pertanian.

2.4 Proses Pelaksanaan Inovasi:

Proses pelaksanaan inovasi ini melibatkan beberapa langkah utama yang dijalankan menggunakan kaedah sol-gel. Pertama, sekam padi pulut dirawat dengan asid hidroklorik (HCl) untuk menghilangkan kekotoran. Kemudian, silika diekstrak menggunakan larutan natrium hidroksida (NaOH). Beras pulut yang telah direbus ditambah sebagai bio-aditif untuk mempercepatkan pembentukan gel. Proses gelasi dipercepatkan dengan penambahan HCl, diikuti dengan pemisahan melalui sentrifugasi. Akhirnya, xerogel dikeringkan pada suhu bilik, menghasilkan produk mesra alam dan kos efektif tanpa memerlukan proses kalsinasi. Inovasi ini dilaksanakan secara dalaman menggunakan kaedah sol-gel pada keadaan ambien.

2.5 Proses Sebelum dan Selepas:

Penghasilan silika konvensional sering melibatkan proses yang intensif dari segi tenaga dan penggunaan bahan kimia yang toksik. Proses tradisional biasanya memerlukan suhu tinggi untuk kalsinasi dan penggunaan peralatan pengeringan superkritikal, yang bukan sahaja meningkatkan kos pengeluaran tetapi juga menjejaskan alam sekitar. Sumber silika yang digunakan juga tidak lestari, sering bergantung kepada bahan mentah yang mahal dan tidak boleh diperbaharui.

Dalam konteks ini, inovasi menggunakan sekam padi pulut sebagai sumber silika menawarkan perubahan yang ketara. Sekam padi pulut, yang merupakan sisa pertanian, biasanya dibuang atau digunakan dengan nilai ekonomi yang rendah. Dengan inovasi ini, sekam tersebut diolah menjadi bahan bernilai tinggi, mengurangkan sisa dan menyumbang kepada kelestarian alam sekitar. Penggunaan padi pulut sebagai bio-aditif juga memberikan manfaat tambahan dengan meningkatkan sifat mekanikal dan biokompatibiliti xerogel yang dihasilkan.

Selepas inovasi ini dilaksanakan, proses penghasilan silika menjadi lebih mudah dan mesra alam. Kaedah sol-gel yang digunakan tidak memerlukan kalsinasi atau pengeringan superkritikal, menjadikan proses ini lebih ekonomik dan sesuai untuk pengeluaran besar-besaran. Proses ini dijalankan pada suhu bilik, mengurangkan penggunaan tenaga dan kos operasi. Selain itu, penggunaan bahan kimia toksik diminimumkan, menjadikan produk akhir lebih selamat untuk aplikasi bioperubatan dan pembungkusan makanan.

Secara keseluruhan, inovasi ini membawa perubahan positif dalam cara silika dihasilkan, menjadikannya lebih lestari dan kos efektif. Ia bukan sahaja mengurangkan impak alam sekitar tetapi juga membuka peluang baru untuk aplikasi industri yang memerlukan bahan berprestasi tinggi dan mesra pengguna. Dengan memanfaatkan sumber yang boleh diperbaharui dan

mengurangkan penggunaan tenaga, inovasi ini menyokong usaha kelestarian dan menggalakkan penggunaan teknologi hijau dalam industri.

2.6 Elemen Penurunan Kuasa:

Tiada.

2.7 Kumpulan Sasaran dan Skop Liputan:

Kumpulan Sasaran dan Skop Liputan

Inovasi GRH-silica Xerogel^{GR} yang dihasilkan ini mempunyai potensi aplikasi yang luas merentasi pelbagai industri, menjadikannya relevan kepada pelbagai kumpulan sasaran.

Kumpulan Sasaran:

- i. **Industri Pertanian:** Penggunaan dalam baja tanaman dan rawatan benih menjadikan inovasi ini menarik bagi petani dan syarikat agrikultur yang mencari penyelesaian untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman dan produktiviti hasil. Nanosilika dapat meningkatkan penyerapan nutrien oleh tanaman, seterusnya meningkatkan hasil pertanian.
- ii. **Industri Air Sisa:** Syarikat pengurusan air sisa dapat memanfaatkan sifat penyerapan tinggi xerogel untuk menapis bahan pencemar dari air, menjadikannya lebih bersih dan selamat untuk dilepaskan ke alam sekitar.
- iii. **Industri Getah:** Dalam industri getah, nanosilika boleh digunakan sebagai bahan tambahan untuk meningkatkan sifat mekanikal dan ketahanan produk getah, menjadikannya lebih tahan lama dan berkualiti tinggi.
- iv. **Industri Bioperubatan:** Dalam bidang bioperubatan, nanosilika menawarkan potensi besar dalam aplikasi pencitraan bio dan penderiaan bio. Selain itu, ia sangat sesuai untuk penyampaian drug, di mana sifat biokompatibiliti dan struktur

berliangnya membolehkan penghantaran drug yang terkawal dan berkesan ke sasaran tertentu dalam tubuh.

- v. **Industri Salutan dan Seramik:** Nanosilika boleh digunakan dalam formulasi salutan untuk meningkatkan ketahanan terhadap cuaca dan lelasan. Dalam industri seramik, ia boleh meningkatkan kekuatan dan ketahanan produk seramik.

Skop Liputan:

Inovasi ini boleh diterapkan di peringkat nasional dan antarabangsa, memandangkan permintaan global yang semakin meningkat untuk bahan yang lebih lestari dan mesra alam. Di samping itu, dengan kos pengeluaran yang lebih rendah dan penggunaan sumber boleh diperbaharui, produk ini berpotensi untuk diterima secara meluas dalam pasaran yang menekankan kelestarian dan inovasi hijau.

Secara keseluruhannya, GRH-silica Xerogel^{GR} menawarkan penyelesaian yang serba boleh dan berkesan untuk pelbagai industri, menyokong usaha untuk mengurangkan jejak karbon dan mempromosikan penggunaan bahan yang lebih selamat dan mesra pengguna.

2.8 Impak Inovasi Terhadap Kumpulan Sasaran:

Inovasi GRH-silica Xerogel^{GR} memberikan impak yang signifikan kepada kumpulan sasaran dengan menawarkan penyelesaian yang lebih lestari dan mesra alam. Dalam industri pertanian, ia meningkatkan penyerapan nutrien oleh tanaman, membawa kepada peningkatan hasil dan produktiviti. Dalam industri air sisa, sifat penyerapan tinggi membantu dalam penapisan bahan pencemar, menjadikan air lebih bersih. Dalam bioperubatan, penyampaian ubat yang lebih

berkesan dan terkawal meningkatkan kesihatan pesakit. Industri getah dan seramik mendapat manfaat daripada peningkatan sifat mekanikal dan ketahanan produk.

a) Elemen Inovatif / Kreatif

- **Penciptaan nilai/ elemen baru/ tambah baik:** Penggunaan sekam padi pulut sebagai sumber silika adalah satu elemen baru yang memperbaiki proses penghasilan silika dengan cara yang lebih lestari dan ekonomi.
- **Elemen mempermudah/ penyelesaian masalah:** Kaedah sol-gel yang digunakan mempermudah proses pengeluaran, menghapuskan keperluan untuk kalsinasi dan pengeringan yang kompleks, sekaligus mengurangkan kos dan penggunaan tenaga.

b) Elemen Keberkesanan

- **Faedah yang nyata diperolehi:** Peningkatan luas permukaan xerogel meningkatkan keupayaan penyerapan dan pemangkinan, memberikan faedah nyata dalam aplikasi industri.
- **Peningkatan produktiviti/ kepuasan:** Pengurangan kos dan peningkatan prestasi produk meningkatkan kepuasan pengguna dan produktiviti industri.
- **Penjanaan pendapat:** Potensi penjanaan pendapatan melalui pengkomersialan dalam pelbagai sektor yang memerlukan bahan lestari dan berprestasi tinggi.

c) Elemen Signifikan

- **Bagaimana perkhidmatan boleh mesra pelanggan:** Produk yang dihasilkan adalah biokompatibel dan tidak toksik, menjadikannya selamat untuk aplikasi pengguna seperti pembungkusan makanan dan bioperubatan.

- **Penjimatan masa/ kos/ sumber manusia:** Proses pengeluaran yang lebih mudah dan cepat mengurangkan penggunaan tenaga dan kos operasi, serta memerlukan sumber manusia yang lebih sedikit.
- **Sejauh mana ianya memenuhi objektif inisiatif ini diambil:** Inovasi ini sepenuhnya memenuhi objektif kelestarian dan kos efektif, menyokong usaha untuk mengurangkan jejak karbon dan mempromosikan penggunaan sumber boleh diperbaharui.

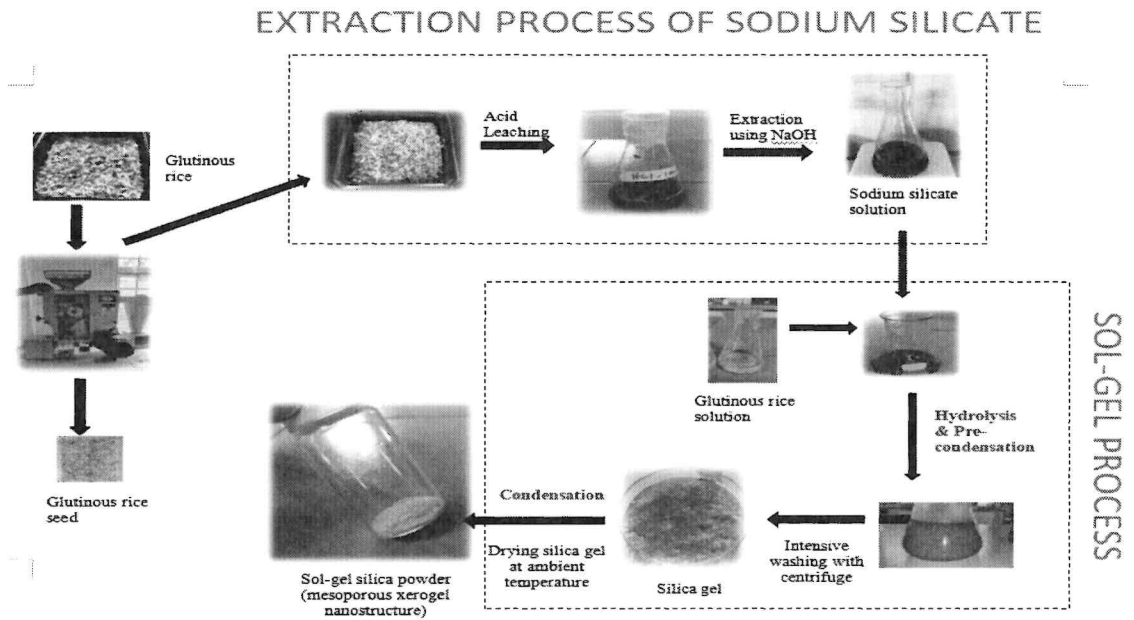
d) Elemen Relevan

- **Sumbangan kepada agenda organisasi/ nasional:** Menyokong matlamat kelestarian nasional dengan mempromosikan penggunaan sumber boleh diperbaharui dan mengurangkan sisa, sejajar dengan agenda alam sekitar global dan nasional.

e) Pengiktirafan Diterima:

- Paten: PI2023004871
- Pingat Emas, Hari Inovasi @ KPT 2024, Kementerian Pengajian Tinggi, Malaysia

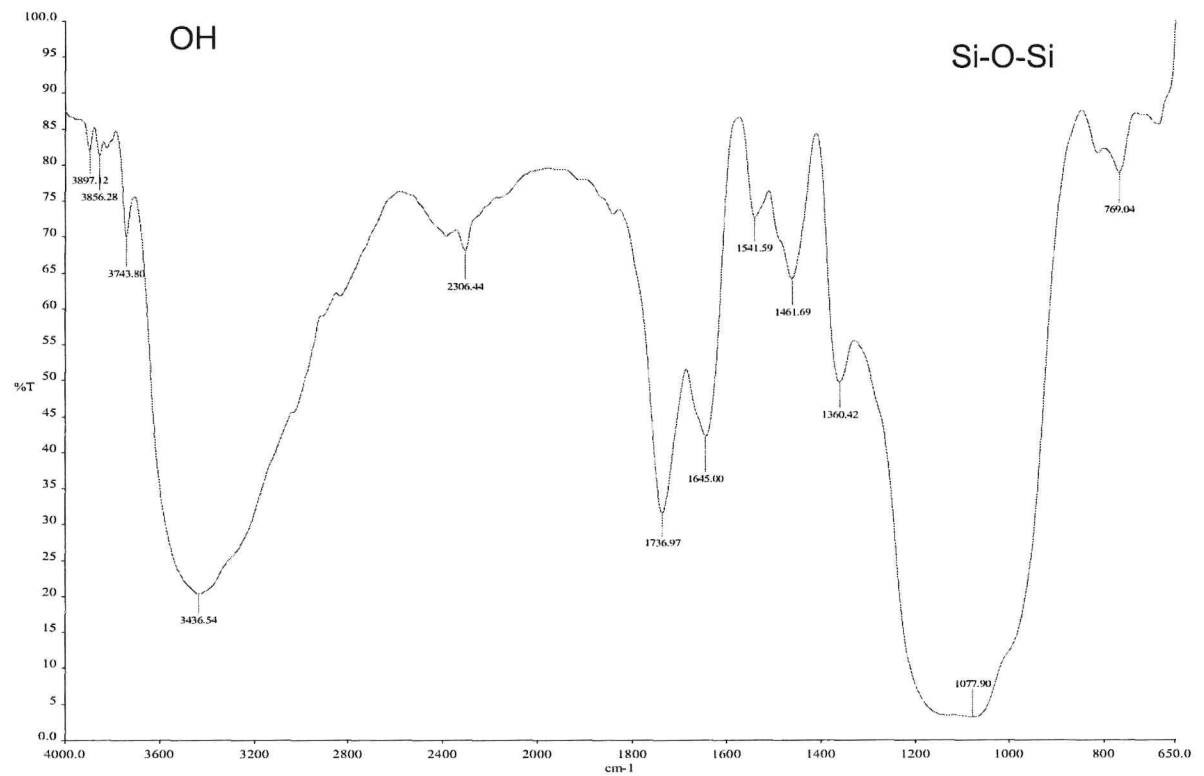
f) Gambar-gambar Berkaitan:



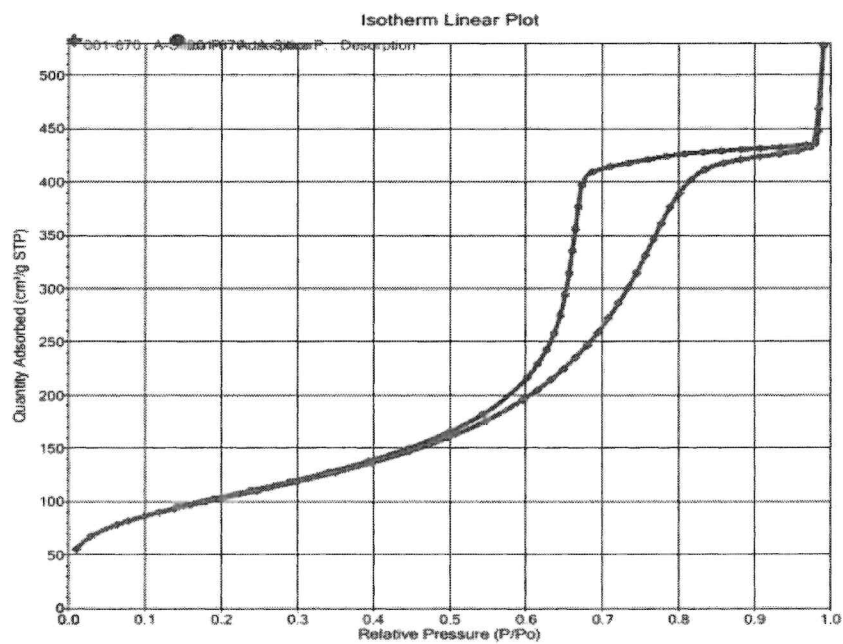
Rajah 1: Proses sintesis mesopori GRH-silica Xerogel^{GR} daripada sekam padi pulut



Rajah 2: Imej xerogel silika melalui Mikroskop Elektron Imbasan



Rajah 3: Spektrum FT-IR GRH-silica Xerogel^{GR}



Rajah 4: Isoterma penyerapan Jenis IV

2.9 Implikasi Kewangan:

Inovasi ini menawarkan implikasi kewangan yang positif dengan mengurangkan kos dan meningkatkan potensi penjana pendapatan. Penggunaan sekam padi pulut sebagai bahan asas mengurangkan kos bahan mentah, sementara kaedah sol-gel yang tidak memerlukan kalsinasi atau pengeringan superkritikal mengurangkan kos operasi dan peralatan. Ini menghasilkan margin keuntungan yang lebih tinggi dan meningkatkan daya saing di pasaran.

3. Penutup

GRH-silica Xerogel^{GR} adalah inovasi yang mengubah sisa pertanian daripada sekam padi, menjadi bahan bernilai tinggi. Proses pengeluaran yang mesra alam dan efisien menjadikan produk ini sesuai untuk pelbagai industri seperti pertanian, bioperubatan, pengurusan air sisa dan sebagainya. Dengan mengurangkan kos dan meningkatkan prestasi, inovasi ini menawarkan manfaat ekonomi dan menyokong agenda kelestarian global. Selain itu, ia membantu mengurangkan jejak karbon dan mempromosikan teknologi hijau, menjadikannya solusi pilihan bagi menangani isu kemamapanan global. Secara keseluruhan, ianya menggabungkan kelestarian dengan kemajuan teknologi, menawarkan penyelesaian inovatif dan berkesan.

Disediakan oleh:

Nama: Prof. Madya Ir. Dr. Norhashila Hashim

Tel: 012-9720008

E-mel: norhashila@upm.edu.my