



**CADANGAN RINGKAS KERTAS KONSEP MAKMAL PENYELESAIAN
TERBUKA (OEL) SEMESTER 1 2021/2022**

TEMA

**TANAMAN KOMODITI: INOVASI KE ARAH KELESTARIAN DAN EKONOMI
KITARAN**

TAJUK

PENGHASILAN BIOETANOL DARIPADA JERAMI PADI

PENYELARAS MAKMAL

PROF. MADYA TS. DR. ROSIAH BINTI ROHANI

DR. ABDULLAH AMRU BIN INDERA LUTHFI

PENYELIA AMALI

THIVYAH A/P BALAKRISHNAN

KUMPULAN

KK17

KETUA KUMPULAN

MUHAMMAD FAUZAN BIN AMINUDDIN

AHLI KUMPULAN

MUHAMMAD FAUZAN BIN AMINUDDIN (A174994)

AZRUL ZULHILMI BIN AHMAD ROSLI (A173752)

SITI UMAIRAH BINTI NORISHAM (A173449)

ABBITHRA DEVI A/P SHANMUGAM PILLAI (A174973)

KATA KUNCI: jerami padi, hidrolisis berenzim, proses penapaian, *Mucor hiemalis* menghasilkan produktiviti etanol yang tinggi, bioetanol.

RINGKASAN EKSEKUTIF

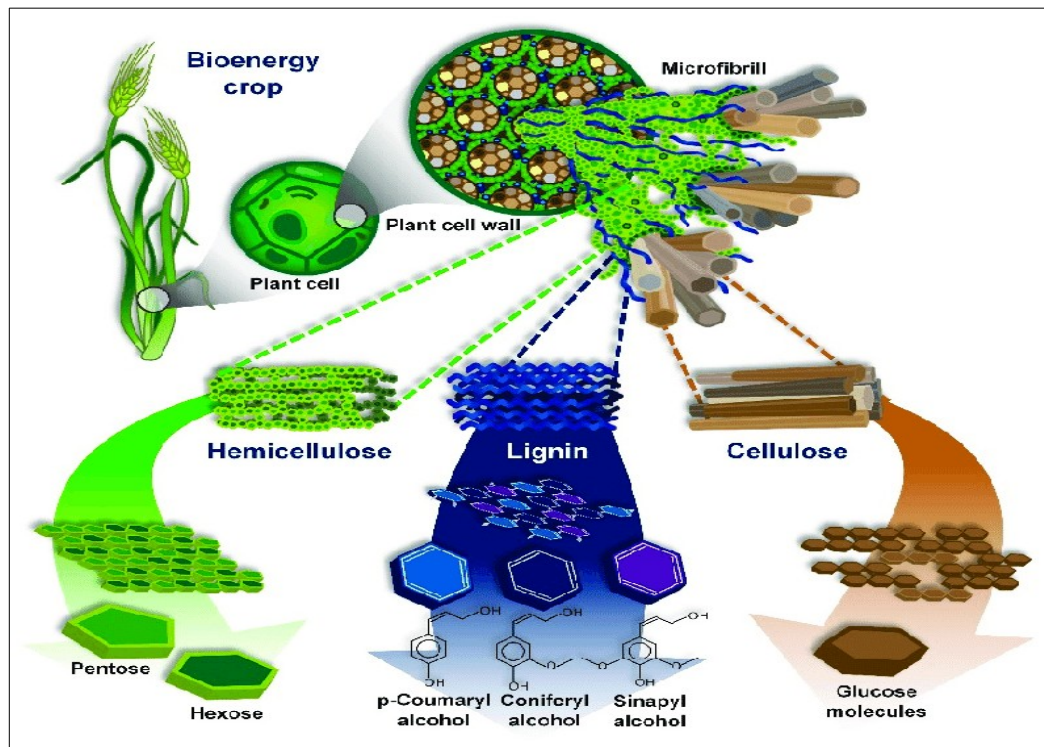
Padi telah menjadi tanaman komoditi sejak berabad lamanya dan tidak asing lagi terutama di rantau asia. Di wilayah Asia Tenggara, Thailand menjadi pengekspor terbesar iaitu 24.5% daripada jumlah eksport dunia iaitu 16 juta MT diikuti Vietnam 12.9% dan Kemboja 1.3%. Hasil daripada penuaian padi, telah terhasil banyak sisa beras iaitu jerami padi. Penghasilan jerami padi di Asia dan Afrika dianggarkan sebanyak 800 juta tan pada setiap tahun. Sisa tersebut pula kebanyakannya diurus dengan menggunakan kaedah tradisional iaitu secara pembakaran. Pembakaran sisa beras secara terbuka telah menyebabkan kerugian kepada ekonomi dan menyebabkan pencemaran alam sekitar seperti membebaskan gas beracun seperti karbon, nitrogen, dan sulfur berkecepatan tinggi dalam bentuk gas rumah hijau ke atmosfera. Kesuburan tanah dan kesihatan manusia juga boleh terancam akibat pembakaran sisa tersebut. Oleh itu, kajian ini diperkenalkan dengan tajuk penghasilan bioetanol daripada jerami padi bagi mengatasi masalah pencemaran sekitar serta membantu pertumbuhan ekonomi. Proses penghasilan bioetanol terbahagi kepada empat proses dimulai dengan proses penyediaan bahan mentah iaitu jerami padi. Jerami padi boleh didapati di kawasan peladang tempatan seperti di Muda Agricultural Development Authority (MADA). Proses kedua ialah prarawatan biojisim lignoselulosa dimana natrium karbonat, Na_2CO_3 digunakan sebagai prarawatan alkali. Proses ketiga ialah hidrolisis berenzim menggunakan enzim selulase dan β -glukosidase. Proses ini akan menukarkan polimer glukosa kepada monomer glukosa. Proses keempat ialah proses penapaian oleh kulat *Mucor hiemalis* untuk melakukan proses biopenukaran monomer glukosa kepada etanol. Kajian ini adalah bertujuan untuk membuktikan bahawa jerami padi sebagai sumber bahan hijau adalah bahan lignoselulosa yang sesuai untuk pengeluaran bioetanol dan mengesahkan dan membuat perbandingan antara kualiti bioetanol tersintesis dengan etanol yang dikomersialkan.

1.0 LATAR BELAKANG

Padi merupakan tanaman komoditi utama sebahagian besar penduduk di Asia. Sejak abad yang lalu, wilayah Asia Tenggara telah menjadi pusat ekonomi beras dunia (Abdul Rahim 2016). Pada tahun 2016, wilayah ini menyumbangkan 16 juta MT (39.9%) eksport beras dunia dengan Thailand menyumbang sebanyak 24.5% daripada jumlah eksport dunia beras, sementara Vietnam dan Kemboja masing-masing menyumbang 12.9% dan 1.3% (Abdul Rahim 2016). Oleh itu, ia dianggap sebagai tanaman strategik yang memastikan kestabilan politik dan pertumbuhan ekonomi bagi banyak negara di Asia. Padi juga dijadikan fokus utama bagi kemandirian Malaysia. Kerajaan Malaysia mengakui bahawa keselamatan makanan adalah hampir sama dengan keamanan beras, menjadikan swasambada pengeluaran beras sebagai sebahagian daripada matlamat dasar nasional (Omar et al. 2019). Walau bagaimanapun, semasa penuaian padi pasca panen, sejumlah besar sisa padi akan dihasilkan. Asia mendahului barisan dengan pengeluaran sisa beras maksimum, diikuti oleh Amerika Syarikat di Utara Amerika (Cherubin et al. 2018). Pembakaran sisa beras secara terbuka adalah perkara biasa di Asia (Shafie 2016). Pembakaran sisa bukan sahaja memberikan kerugian ekonomi yang besar malah mengganggu homeostasis alam sekitar serta mencemarkan alam sekitar. Kaedah pembuangan yang salah iaitu kaedah konvensional membawa kepada pelbagai komplikasi persekitaran dan kesihatan. Oleh itu, alternatif untuk membakar sisa tanaman padi mesti diberi keutamaan di senario sekarang. Oleh itu, biojisim lignoselulosa seperti jerami padi yang merupakan produk sampingan daripada pengeluaran beras berpotensi menjadi Bahan mentah boleh diperbaharui ini mampu menggantikan bahan mentah hidrokarbon fosil yang tidak mesra alam dan mencipta produk "hijau". Berbeza dengan bahan api tradisional, bioetanol tidak menyumbang kepada kesan rumah hijau tetapi menjadi sebagai sumber neutral CO₂. Jerami padi berpotensi menghasilkan 205 bilion liter bioetanol per tahun di dunia, iaitu sekitar 5% daripada jumlah penggunaan (Chandel 2018).

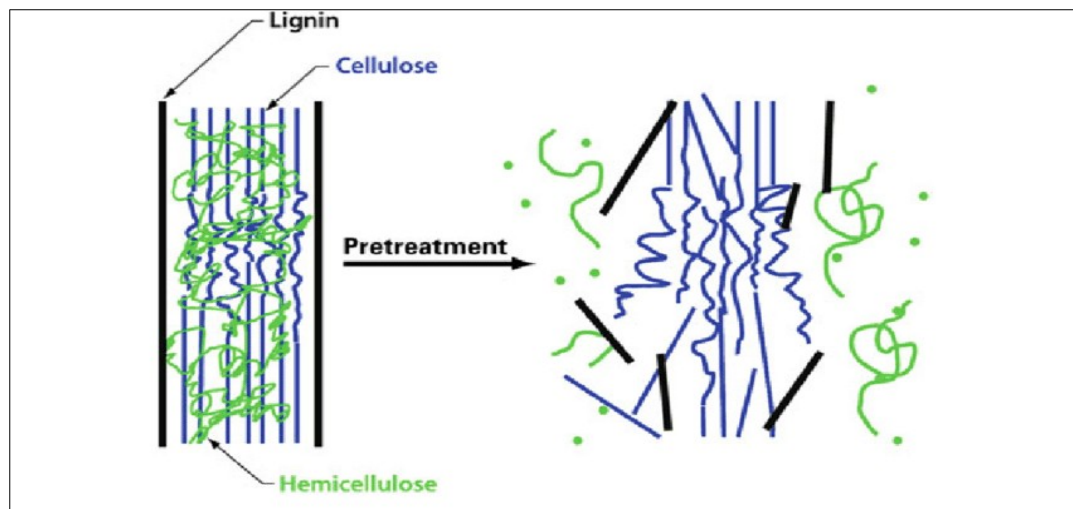
Kajian ini akan memfokuskan penghasilan bioetanol daripada jerami padi iaitu biojisim lignoselulosa. Secara ringkas, pembuatan bioetanol dihasilkan melalui proses penyediaan bahan mentah, prarawatan, hidrolisis berenzim, dan proses penapaian.

Bahan utama biojisim lignoselulosa bagi jerami padi terdiri daripada selulosa (36.20%), hemiselulosa (19%) dan lignin (9.9%) (Das et al. 2020). Gula penurun yang akan digunakan ialah glukosa yang didapati daripada selulosa. Prosedur pertama ialah penyediaan bahan mentah yang mampu diperolehi daripada peladang tempatan dan antaranya ialah di di Muda Agricultural Development Authority (MADA) yang merupakan antara penyumbang beras terbesar di Malaysia (Rosmiza et. Al 2019). prarawatan biojisim lignoselulosa. Tujuan prarawatan adalah untuk menangani rekalsitran iaitu memisahkan lignin dan hemiselulosa bagi meningkatkan kecekapan hidrolisis berenzim (Das et al. 2020). Terdapat pelbagai proses prarawatan seperti prarawatan fizikal, prarawatan kimia, prarawatan fizikokimia dan kombinasi prosedur (Yang et al. 2014). Prarawatan kimia akan digunakan dalam kajian ini kerana prarawatan fizikal memerlukan tenaga yang lebih tinggi daripada tenaga teori yang boleh didapati daripada biojisim dan tidak boleh dijalankan dalam skala besar (Yang et al. 2014). Prarawatan kimia yang akan digunakan ialah prarawatan alkali kerana ia mengurangkan penguraian selulosa dan membuatkan rantaian antara lignin dan karbohidrat musnah bagi memudahkan selulosa dicapai (Yang et al., 2014). Prarawatan alkali yang akan digunakan ialah natrium karbonat berkepekatan 0.5M dan di aduk selama 3 jam (Khaleghian et al. 2015). Berdasarkan kajian daripada Khaleghian et al. (2015), jerami padi di dalam larutan natrium karbonat berkepekatan 0.5M diaduk selama 3 jam mempunyai prarawatan yang cekap untuk meningkatkan hidrolisis berenzim dalam bentuk peningkatan gula penurun dan kecekapan penukaran (Khaleghian, Karimi & Behzad 2015). Rajah 1.1 menunjukkan struktur biojisim lingnoselulosa manakala Rajah 1.2 menunjukkan struktur biojisim lignoselulosa selepas prarawatan.



Rajah 1.1 Struktur biojisim lingnoselulosa

Sumber: Ji et al. 2012



Rajah 1.2 Struktur biojisim lingnoselulosa selepas prarawatan

Sumber: Beltran et al. 2019

Prosedur kedua adalah hidrolisis berenzim. Hidrolisis berenzim diperlukan untuk menukarkan polimer kepada monomer iaitu selulosa kepada glukosa (Das et al. 2020). Lignoselulosa dapat ditukar kepada monomer seperti gula penurunan. Kecekapan hidrolisis biojisim lignoselulosa dapat ditingkatkan dengan kombinasi antara enzim selulase dan β -glukosidase (Khaleghian, Karimi & Behzad 2015). Prosedur terakhir ialah proses penapaian. Penapaian dilakukan bagi membolehkan biopenukaran monomer iaitu gula penurunan kepada etanol (Das et al. 2020). Penghasilan bioetanol memerlukan kondisi optimum kerana ia melibatkan kulat. Kulat yang akan digunakan ialah *Mucor hiemalis* kerana jangkaan keputusan menunjukkan *M. hiemalis* mempunyai prestasi yang lebih baik untuk pengeluaran etanol oleh SSF berbanding *Saccharomyces cerevisiae* (Khaleghian, Karimi & Behzad 2015).

2.0 PERNYATAAN MASALAH

Jerami padi merupakan hasil sisa buangan selepas menuai. Penghasilan jerami padi di Asia dan Afrika setiap tahun dianggarkan sebanyak 8×10^{11} kg atau bersamaan dengan 800 juta tan (Goodman 2020). Sisa tanaman padi mempunyai nilai ekonomi yang tinggi, namun kaedah konvensional yang digunakan bagi mengendalikan sisa tanaman padi (jerami) yang salah telah membawa kepada pelbagai masalah pencemaran seperti mengganggu homeostasis persekitaran (Das et al. 2019). Pembakaran terbuka jerami di ladang akan memancarkan karbon, nitrogen, dan sulfur berkecepatan tinggi dalam bentuk gas rumah hijau seperti karbon dioksida, karbon monoksida, metana, nitrik oksida, dan nitrat oksida ke atmosfera (Das et al. 2019). Bahan pencemar yang berbahaya akibat pembakaran jerami padi juga akan memberi kesan negatif kepada kesihatan manusia dan kesuburan tanah. Selain itu, terdapat peningkatan permintaan bioetanol di seluruh dunia dan penyusutan bekalan petroleum, jadi pencarian alternatif yang mesra alam dan berdaya maju menjadi penting (Arora et al. 2016). Major komponen bagi lignoselulosa jerami padi ialah 32-38.6% selulosa, 19.7-35.7% hemiselulosa, 13.5-22.3% lignin, 10-17% ash (Mirmohamadsadeghi and Karimi 2020). Lignoselulosa adalah salah satu bentuk biomas yang paling banyak di planet ini (Wang et al. 2019) dan juga tersedia dengan kos rendah. Oleh itu, bioetanol berasaskan lignoselulosa berpotensi menjadi pengganti petrol dalam masa terdekat (Pérez-Uresti et al. 2019; Sadhukhan et al. 2019). Jerami padi juga mengandungi karbohidrat dalam bentuk glukosa (41-43.4%), xylosa (14.8-20.2%), arabinosa (2.7-4.5%), mannososa (1.8%), dan galaktosa (0.4%) (Yoswathana et al. 2010). Komponen-komponen jerami padi yang ideal ini dapat digunakan untuk mengkaji penghasilan bioetanol melalui proses penapaian menggunakan kulat *Mucor hiemalis* (Khaleghian et al., 2015). Kajian ini akan membuktikan bahawa penghasilan bioetanol daripada jerami padi adalah mesra alam, ekonomi dan selamat digunakan.

3.0 OBJEKTIF KAJIAN

- Untuk mensintesis bioetanol daripada jerami padi sebagai sumber bahan hijau.
- Untuk membuktikan bahawa jerami padi sebagai sumber bahan hijau adalah bahan lignoselulosa yang sesuai untuk pengeluaran bioetanol.
- Untuk mengkaji penghasilan bioetanol melalui proses penapaian (fermentation process) dengan menggunakan kulat *Mucor hiemalis* yang boleh membawa kepada produktiviti bioetanol yang lebih tinggi.
- Untuk mengesahkan kualiti bioetanol tersintesis dengan etanol yang dikomersialkan.

4.0 KETERANGAN PROJEK

Projek ini akan menjelaskan proses penghasilan bioetanol yang lebih menekankan sumber bahan hijau berbanding dengan etanol yang dijual di pasaran. Proses bagi menghasilkan bioetanol daripada jerami padi, ia terbahagi kepada empat proses iaitu penyediaan jerami padi, prarawatan, hidrolisis berenzim dan proses penapaian. Berikut ialah alat radas, bahan dan kaedah penghasilan bioetanol daripada jerami padi.

ALAT RADAS DAN BAHAN

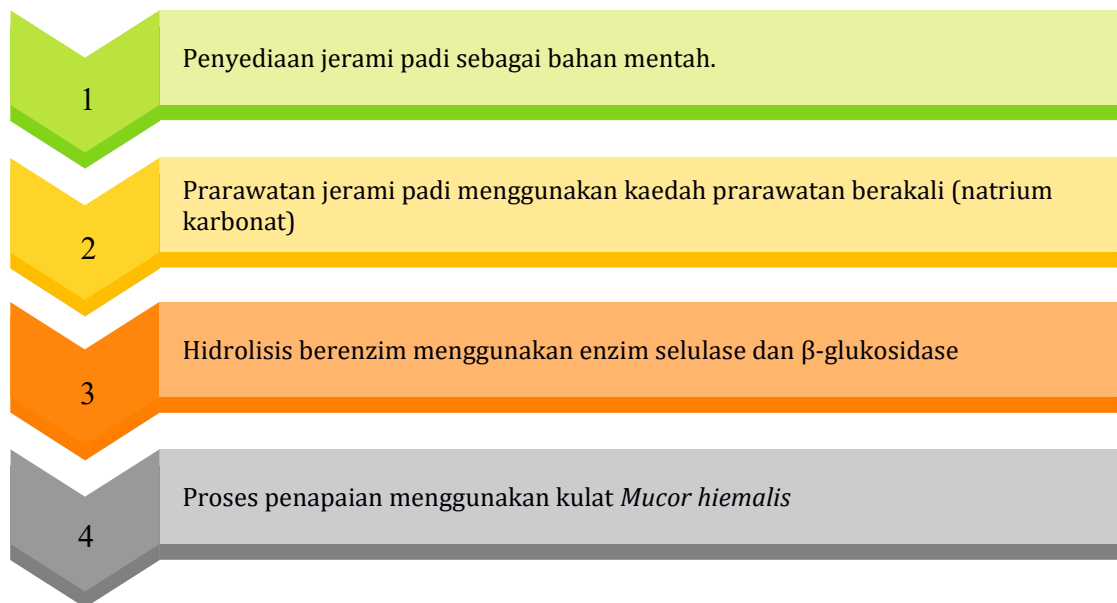
Bahan

- 0.5M Natrium Karbonat
- 3g substrat
- 60 mL 0.05M penimbal natrium sitrat
- 0.5 g/L natrium azide
- 50 g/L Ekstrak yis
- 5 g/L $(\text{NH}_4)\text{SO}_4$
- 0.75 g/L $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
- 3.5 g/L K_2HPO_4
- 1 g/L $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
- 25 g/L Tween 20
- 1M natrium hidroksida
- 25 mL *Mucor hiemalis*

Alat Radas

- Kelalang kon 500mL
- Alat pengukur pH
- Penggoncang pengeraman
- Kelalang kon 250mL
- Penyumbat kapas.
- Mesin autoklaf
- Pengembar

KAEDAH PENGHASILAN BIOETANOL DARIPADA JERAMI PADI



4.1 PENYEDIAAN BAHAN MENTAH, JERAMI PADI.

Jerami padi ialah hasil buangan daripada hasil penuaian padi. Oleh itu, jerami padi boleh didapati daripada sawah padi penduduk tempatan. Antara sawah padi terbesar dan boleh didapatkan jerami padi di Malaysia ialah di kawasan Muda Agricultural Development Authority (MADA) yang terdapat di Alor Setar, Kedah. Kawasan ini telah menyumbang sebanyak 40% hasil padi kepada negara Malaysia (Rosmiza et. Al 2019).

4.2 PRARAWATAN JERAMI PADI MENGGUNAKAN NATRIUM KARBONAT

Natrium Karbonat berkepakatan 0.5 M akan dipanaskan sehingga 100°C. Selepas itu, 200mL campuran jerami padi dan larutan Natrium Karbonat pada nisbah 1:20 g/g disediakan di dalam kelalang kon berisipadu 500mL. Campuran jerami padi dan Natrium Karbonat itu akan diaduk setiap 10 min sehingga 1 jam, 3 jam dan 7 jam. Seterusnya, larutan ini akan ditapis dalam keadaan vakum dan dibilas dengan air suling bagi mencapai nilai pH neutral (Khaleghian, Karimi & Behzad 2015).

4.3 HIDROLISIS BERENZIM MENGGUNAKAN ENZIM SELULASE DAN β -GLUKOSIDASE

Hasil daripada prarawatan jerami padi tersebut, 3g substrat dan 60mL 0.05 M penimbal natrium sitrat pada pH 4.8 akan dicampurkan. 0.5 g/L natrium azide, sebagai agen anti-bakteria dan enzim hidrolitik dicampurkan. Enzim itu mempunyai 30 FPU selulase dan 60 IU β -glukosidase per gram substrat kering. Seterusnya kelalang itu akan ditutup dengan getah butil dan penutup aluminium. Kelalang ini akan dieram selama 72 jam pada suhu 45°C dan goncangan 120 rpm menggunakan alat penggoncang penggeraman. Selepas proses hidrolisis tamat, pengiraan hasil penukaran glukosa daripada glukon menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Hasil Glukosa}(\%) = \frac{\text{Glukosater hasil (g/L)}}{\text{Glukan (g/L)} \times 1.111}$$

Sumber: Khaleghian, Karimi & Behzad 2015

di mana faktor bagi hidrasi glukon kepada glukosa ialah 1.111.

4.4 PROSES PENAPAIAAN MENGGUNAKAN KULAT *Mucor hiemalis*

Bagi proses penapaian, ia terbahagi kepada dua peringkat iaitu penyediaan inokulum dan pensakaridaan dan penapaian serentak.

4.4.1 Penyediaan Inokulum

Penyediaan medium bagi pertumbuhan mikrob mempunyai komponen seperti berikut.

Jadual 4.4.1 Komponen bagi medium pertumbuhan mikrob

Components	Unit (g/L)
Glukosa	50
Ekstrak yis	5
(NH ₄)SO ₄	7.5
MgSO ₄ . 7H ₂ O	0.75
K ₂ HPO ₄	3.5
*CaCl ₂ . 2H ₂ O	1

*CaCl₂ . 2H₂O pada pH 5.5

Sumber: Khaleghian, Karimi & Behzad 2015

100mL medium ini akan ditambah pada 250 mL kelalang kon dan ditutup dengan penyumbat kapas dan autoklaf pada suhu 121°C selama 20 min. Selepas proses pemanasan, medium tersebut akan disejukkan kepada suhu bilik, 25°C dan ditambah 25 mL daripada 6×10^6 kulat *M. Hiemalis*. Seterusnya, kelalang akan dieram pada suhu 32°C dan digoncang pada 130 rpm dalam tempoh 24 jam. Hasil biojisim akan diasingkan menggunakan penggemparan pada goncangan 4000 rpm selama 20 min pada keadaan steril dan akan digunakan pada langkah seterusnya (Khaleghian, Karimi & Behzad 2015).

4.4.2 Pensakaridaan dan penapaian serentak

Untuk menghasilkan bioetanol, proses pensakaridaan dan penapaian serentak akan dijalankan pada suhu 36°C dan digoncang pada 130 rpm dibawah pertumbuhan anaerobik selama 72 jam. Medium pertumbuhan mikrob dan prarawatan jerami padi (50 g/L) yang telah disediakan di dalam 0.05M penimbal natrium sitrat akan dilaras pada pH 5.5 menggunakan 1M natrium hidroksida. Seterusnya, ia akan autoklaf pada suhu 121°C selama 20 min. Setelah diautoklaf, medium akan disejukkan pada suhu bilik, 25°C. Setelah proses penyejukan, 1 g/L mikroorganisma yang dihasilkan akan dicampur bersama 30 FPU selulosa, 60 IU β -glukosidase per gram substrat dan 25 g/L Tween 20 (Polysorbate 20) (Khaleghian, Karimi & Behzad 2015). Persamaan penghasilan ethanol adalah seperti berikut.

$$PenghasilanEtanol(\%) = \frac{Etanolterhasil(g/L)}{Kandunganselulosa(g/l) \times 1.111 \times 0.51}$$

Sumber: Molaverdi, Karimi & Mirmohamadsadeghi 2018

1.111 ialah faktor hidrasi selulosa dan 0.51 ialah nilai teori penghasilan bioetanol.

5.0 JANGKAAN KEPUTUSAN

Hasil keputusan daripada ujikaji tersebut adalah seperti berikut

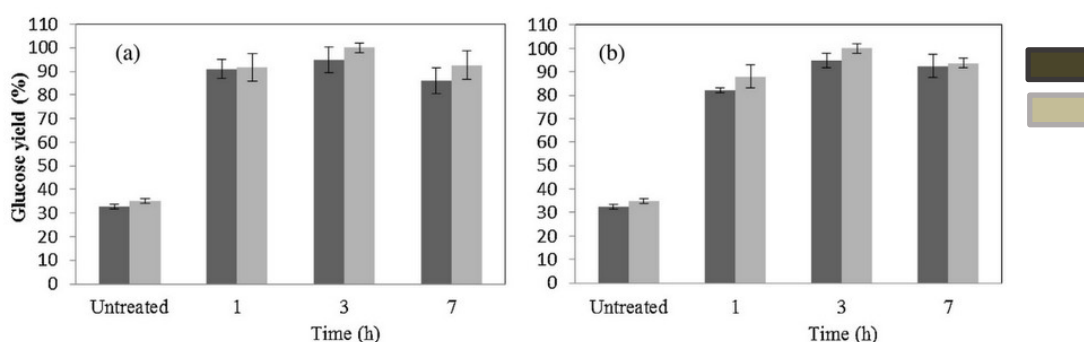
5.1 PRARAWATAN BERALKALI JERAMI PADI

Jerami padi yang tidak dirawat terdiri daripada 43% selulosa, 32% hemiselulosa dan 25% lignin, manakala prarawatan natrium karbonat menghasilkan delignifikasi berkesan jerami padi yang mengurangkan lignin daripada 25.0 hingga 20.6% (Anu et al., 2020). Prarawatan alkali menggunakan natrium karbonat ialah proses delignifikasi yang berkesan yang bertanggungjawab untuk mengubah dan mengganggu struktur lignin akibat penyahesteran ikatan ester antara molekul. Delignifikasi biasanya berlaku kerana pembubaran komponen lignin yang larut dalam natrium karbonat. Prarawatan alkali mengganggu ikatan alkil aril lignin, menghasilkan delignifikasi yang berkesan, yang meningkatkan hidrolisis enzimatik (Shen et al., 2018). Indeks kehabluran juga meningkat dalam prarawatan beralkali kerana penyingkiran lignin dan hemiselulosa. Oleh itu, prarawatan natrium karbonat meningkatkan kebolehcapaian dan penghadaman selulosa hasil daripada pelarutan lignin yang cekap dan pelarutan selulosa dan hemiselulosa yang lebih rendah (Sattlewal et al., 2018).

5.2 HIDROLISIS BERENZIM

Hasil glukosa yang diperoleh melalui hidrolisis jerami yang telah dirawat dengan 1 M Na_2CO_3 pada 100 °C selama 1, 3, dan 7 jam masing-masing ialah 91.7, 100, dan 92.5%, manakala nilai ini untuk 0.5 M Na_2CO_3 pada suhu dan masa yang sama

didapati masing-masing 87.9, 100, dan 93.6% (Khaleghian et al., 2015). Walau bagaimanapun, hasil glukosa hanya 35% untuk jerami yang tidak dirawat. Oleh itu, prarawatan dengan natrium karbonat menyebabkan peningkatan ketara dalam hidrolisis enzimatik, dengan itu rawatan dengan 0.5 M Na_2CO_3 pada 100 °C selama 3 jam membawa kepada penukaran lengkap glucan kepada glukosa (Khaleghian et al., 2015).



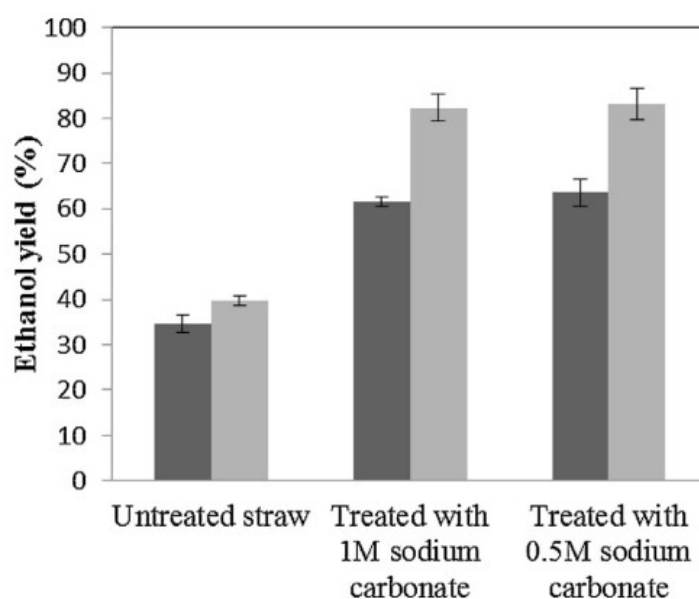
Rajah 5.2.1 Hasil hidrolisis enzimatik jerami padi yang tidak dirawat dan dirawat pada 100 °C selama 1,3 dan 7 jam dengan (a) 1 M Na_2CO_3 dan (b) 0.5 M Na_2CO_3 selepas 24 (kelabu) dan 72 jam (hitam)

Sumber: Khaleghian et al. 2015

5.3 PROSES PENAPAIAAN

Keputusan menunjukkan bahawa etanol berjaya dihasilkan daripada jerami padi menggunakan hidrolisis dan prarawatan sangat berkesan untuk meningkatkan pengeluaran etanol. Kepekatan etanol telah dipertingkatkan daripada 5.1 g/l untuk jerami yang tidak dirawat kepada 9.5–12.9 g/l untuk jerami yang telah dirawat. Oleh kerana hasil etanol yang tinggi adalah sasaran kajian semasa, substrat yang agak rendah dan biojisim kulat telah digunakan. Hasil pengeluaran etanol hanya 39.8% untuk jerami yang tidak dirawat telah meningkat kepada 83.2% dengan merawat pada keadaan optimum (0.5 M, 3 jam, dan 1:20 pemuatan pepejal). Keputusan sakarifikasi dan penapaian serentak (simultaneous saccharification and fermentation) mempunyai kesesuaian dengan hasil hidrolisis enzimatik. Meningkatkan masa prarawatan daripada 1 hingga 3 jam dapat meningkatkan pengeluaran etanol, manakala memanjangkan masa rawatan lebih daripada 3 jam tidak menunjukkan kesan yang ketara.

M. hiemalis mempunyai prestasi yang lebih baik untuk pengeluaran etanol oleh SSF berbanding *S. cerevisiae*. *M. hiemalis* mampu menggunakan pentosa seperti xylan kepada etanol, manakala *S. cerevisiae* mampu mengasimilasikan hanya heksosa. Selain itu, kulat ini mampu tumbuh pada suhu yang lebih tinggi berbanding *S. cerevisiae* dalam proses SSF (Khaleghian et al., 2015). Oleh itu hal demikian, hasil etanol yang lebih tinggi boleh diperolehi menggunakan *M. hiemalis* berbanding *S. cerevisiae*. Hal ini dapat dikaitkan dengan keupayaan kulat untuk tumbuh dan menghasilkan etanol pada suhu yang lebih tinggi.



Rajah 5.3.1 :Peratusan penghasilan bioetanol

Sumber: Khaleghian et al. 2015

6.0 IMPAK KEPADA ALAM SEKITAR, EKONOMI DAN SOSIAL

Penghasilan bioetanol daripada jerami padi memberi impak kepada alam sekitar, ekonomi dan sosial. Daripada segi alam sekitar bioetanol boleh mengurangkan beberapa pelepasan bahan pencemar dimana ia memastikan pembakaran berlaku secara lengkap, mengurangkan pelepasan karbon monoksida. Walaupun pengeluaran bioetanol menghasilkan pelepasan gas rumah hijau pada beberapa peringkat proses, Renewable Fuel Standard (RFS) menyatakan bahawa bioetanol boleh menghasilkan pelepasan gas rumah hijau dengan kitaran hayat yang lebih rendah daripada petrol dalam tempoh 30 tahun. Selain itu, karbon dioksida yang dikeluarkan oleh kenderaan

apabila bioetanol dibakar akan diimbangi oleh karbon dioksida yang diserap ketika fotosintesis oleh tanaman padi. Ini berbeza daripada petrol dan diesel, hasil daripada petroleum yang diekstrak dari bumi. Tiada pelepasan diimbangi apabila petroleum ini dibakar.

Seterusnya impak dari segi ekonomi. Bioetanol generasi pertama diperbuat daripada tanaman makanan seperti tanaman tebu, tanaman kanji, tanaman biji minyak atau lemak haiwan. Bioetanol generasi kedua, atau bioetanol selulosa, diperbuat daripada selulosa, yang boleh didapati daripada tanaman bukan makanan dan sisa biojisim seperti jerami padi. Penghasilan bioetanol daripada bahan pertanian yang tidak boleh dimakan (jerami padi), boleh mengurangkan kompetitif dengan bekalan makanan sekali gus mengelakkan daripada berlakunya peningkatan harga makanan dan harga bahan api fosil.

Daripada segi sosial pula penggunaan jerami padi sebagai bahan mentah bioetanol adalah satu cara untuk memperbaiki taraf ekonomi petani. Penghasilan bioetanol daripada jerami padi dapat membantu petani untuk menambahkan pendapatan dengan memberikan bonus hasil daripada untung penghasilan bioetanol (Das et al., 2019). Penghasilan bioetanol juga akan mewujudkan peluang pekerjaan di kawasan luar bandar bagi mereka yang memerlukan pekerjaan. Selain itu, pengurangan pembakaran jerami padi secara terbuka juga akan memberikan kesan positif kepada kesihatan manusia. Hal ini kerana pembakaran terbuka bertanggungjawab terhadap penyakit kronik jantung dan paru-paru (Das et al., 2019).

7.0 CADANGAN PENERBITAN

Terdapat pelbagai jurnal yang boleh digunakan untuk menerbitkan artikel ini. Antaranya ialah *Journal Biofuels*, *International Journal of Sustainable Energy (IJSE)*, *Journal of Sustainable Bioenergy System (JSBS)*, dan *Journal of Circular Economy and Sustainability*. Semua jurnal yang disebutkan berikut mempunyai pencapaian yang baik dalam balam bidang akademik dan memberi manfaat kepada masyarakat dunia. Artikel yang akan diterbitkan adalah berkaitan ekonomi kitaran dan kelestarian daripada tumbuhan komoditi. Oleh itu, tumbuhan komoditi yang digunakan adalah sisa padi iaitu jerami padi. Jerami padi akan digunakan untuk menghasil biotenaga iaitu bioetanol atau bahan api biologi. Kesemua jurnal atau penerbit yang dibentangkan pada Jadual 1.1 mempunyai kaitan dan sesuai dengan artikel yang ditulis.

Jadual 1.1 Nama Penerbitan atau Jurnal

No.	Nama Jurnal	Tujuan Pemilihan Jurnal/Skop Penulisan
1	Journal Biofuels	<p>Jurnal ini ditubuhkan untuk memenuhi permintaan abad ke-21 bagi mengurangkan kesan alam sekitar, daya maju ekonomi dan kecekapan kerana sistem tenaga pada masa kini memerlukan transformasi yang besar. Jadi jurnal ini akan membincangkan mengenai revolusi tenaga iaitu biotenaga. Oleh itu, jurnal ini membincangkan mengenai strategi dan masalah berkaitan biotenaga seperti masalah yang dihadapi bahan api biologi generasi pertama. Pihak penerbit ada menyediakan forum untuk semua pihak yang berkepentingan di sektor biotenaga bagi menampilkan artikel tinjauan, penyelidikan asli, ulasan dan sorotan pengembangan. Tujuannya adalah untuk mewujudkan komuniti biotenaga antarabangsa. Fokus utama jurnal ini ialah untuk membangunkan stok suapan dan menambah baik proses pengeluaran biotenaga dengan transformasi biojisim menjadi sumber tenaga global. Artikel yang diterbitkan dalam jurnal ini meliputi bidang utama dalam pengembangan biotenaga seperti:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Penciptaan stok suapan baru di makmal. • Teknik penukaran biokimia. • Fermentasi, pencernaan anaerobik dan pengembangan enzim. • Penukaran biojisim menjadi haba, elektrik dan biohidrogen. • Penyimpanan dan pengangkutan biojisim semasa pembuatan. • Pelaksanaan, peningkatan kecekapan dan pengurangan kesan persekitaran bahan api biologi generasi pertama. • Loji pengembangan pemangkin biologi, pengegasan dan pirolisis. <p>Oleh itu, jurnal ini merangkumi bidang yang sangat mendalam berkaitan biotenaga terutama dalam bahan api biologi. Selain itu, jurnal ini memberi fungsi sebagai platform yang komprehensif</p>

		bagi menyelesaikan masalah pencemaran alam sekitar akibat bahan api fosil dan kekurangan bahan api fosil.
2	International Journal of Sustainable Energy (IJSE)	<p>IJSE bertujuan untuk memberi para jurutera dari pelbagai latar belakang akses kepada sumber maklumat lintas disiplin yang berharga untuk mempromosikan amalan lestari. IJSE ini menerbitkan penyelidikan terkini mengenai sains dan kejuruteraan sistem tenaga lestari. Salah satu objektif utama jurnal ini adalah untuk mendorong inovasi dan pengembangan produk lestari dan teknologi pengeluaran, serta perkhidmatan baru dan model perniagaan. IJSE terdiri daripada tiga bahagian utama iaitu:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Metodologi, Pemodelan dan Pengurusan • Teknologi, Proses dan Sumber • Perundangan, Pendidikan dan Faktor Sosial Korporat <p>IJSE juga menerbitkan topik berkaitan penjanaan tenaga lestari dan teknologi tenaga boleh diperbaharui seperti bahan api biologi. Oleh itu, IJSE mempunyai platform yang sangat luas dalam bidang tenaga lestari bagi membantu kepada pengurangan pencemaran alam sekitar dan mendidik masyarakat.</p>
3	Journal of Sustainable Bioenergy Systems (JSBS)	<p>Jurnal antarabangsa yang didedikasikan untuk kemajuan terkini Sistem Biotenaga Lestari. Matlamat JSBS ini adalah untuk menyediakan platform untuk para saintis dan ahli akademik di seluruh dunia untuk mempromosikan, berkongsi, dan membincangkan pelbagai isu dan perkembangan baru dalam pelbagai bidang Sistem Biotenaga Lestari. JSBS menerbitkan kertas penyelidikan asli seperti:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ketersediaan dan bekalan logistik sisa organik yang lestari • Teknologi pemprosesan biotenaga yang mampan • Pengeluaran biojisim dan logistik bekalan tanaman tenaga • Sistem penapisan biologi yang lestari
4	Journal of Circular Economy and Sustainability	<p>Jurnal ini bertujuan untuk membawa pendekatan baru mengenai konsep ekonomi kitaran dan kelestarian, dengan menggabungkan disiplin ilmiah ekonomi, pengurusan, kejuruteraan, teknologi, persekitaran, dan masyarakat. Jurnal ini terbahagi kepada 3 bahagian utama iaitu:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tahap mikro • Tahap meso • Tahap makro

8.0 KEASLIAN PENYELIDIKAN

Kajian-kajian sebelum ini yang mengkaji tentang penghasilan bioetanol adalah kebanyakannya bertujuan untuk menghasilkan bahan api bio yang mampan secara ekologi. Bioetanol sepenuhnya terdiri daripada produk biologi dan oleh itu pembakaran bioetanol menghasilkan pelepasan yang lebih bersih seperti karbon dioksida, wap dan haba. Karbon dioksida diserap oleh tumbuhan dan diproses melalui fotosintesis untuk membantu dalam tumbesaran tumbuh-tumbuhan. Kitaran penciptaan tenaga dan pembakaran tenaga ini menunjukkan bahawa bioetanol berpotensi menjadi sumber bahan api neutral karbon (Cornelius. 2017).

Jerami padi adalah salah satu biojisim lignoselulosa yang banyak berpotensi sebagai bahan mentah untuk pengeluaran bioetanol. Terdapat banyak penyelidikan yang berkaitan dengan keupayaan jerami padi dalam menghasilkan bioetanol. Contohnya, penyelidikan Jorgensen pada tahun 2018 mengkaji keupayaan jerami padi sebagai sumber yang ideal untuk pengeluaran biofuel iaitu bioetanol kerana tahap pengeluaran jerami padi yang tinggi tidak mempunyai sebarang kesan negatif terhadap persekitaran. Selain itu, terdapat juga penyelidikan yang menyatakan jerami padi sebagai bahan mentah boleh diperbaharui ini mampu menggantikan bahan mentah hidrokarbon fosil yang tidak mesra alam dan mencipta produk "hijau"(Chandel 2018).

Secara ringkas, pembuatan bioetanol dihasilkan melalui proses penyediaan bahan mentah, prarawatan, hidrolisis berenzim dan proses penapaian. Dalam penyelidikan ini, terdapat beberapa ciri-ciri yang menarik. Sebagai contohnya, prarawatan kimia iaitu prarawatan alkali digunakan dalam kajian ini kerana ia mengurangkan penguraian selulosa dan membuatkan rantai antara lignin dan karbohidrat musnah bagi memudahkan selulosa dicapai (Yang et al., 2014). Prarawatan alkali yang akan digunakan dalam kajian ini ialah larutan natrium karbonat kerana membantu dalam mengganggu struktur lignin dan meningkatkan kebolehcapaian enzim kepada selulosa dan hemiselulosa. Natrium karbonat telah dipilih kerana ia yang kurang mengakis, lebih murah dan boleh didapati secara semula jadi dalam persekitaran dan boleh digunakan sebagai alternatif yang mampan kepada bahan alkali yang lain seperti natrium silikat dan natrium hidroksida(Salehi et.al

2016). Prarawatan dengan natrium karbonat adalah kaedah yang cekap untuk meningkatkan hidrolisis enzimatik dan pengeluaran etanol daripada jerami padi.

Dalam proses penapaian pula, mikroorganisma yang akan digunakan ialah *Mucor hiemalis* kerana dapat menghasilkan etanol yang tinggi dan mempunyai toleransi terhadap etanol. Terdapat beberapa kajian yang berbanding *Mucor hiemalis* dengan mikroorganisma yang lain untuk membuktikan *Mucor hiemalis* ialah mikroorganisma yang paling sesuai dalam kajian ini. Sebagai contohnya, terdapat satu kajian yang menyatakan *Mucor hiemalis* mampu menghasilkan etanol dengan hasil keseluruhan yang lebih tinggi menggunakan proses sakarifikasi dan penapaian serentak berbanding dengan *Saccharomyces cerevisiae*. Tambahan pula, *Mucor hiemalis* dapat menggunakan pentosa seperti xylan kepada etanol, manakala *Saccharomyces cerevisiae* mampu mengasimilasikan heksosa sahaja. Mikroorganisma ini mampu tumbuh pada suhu yang lebih tinggi daripada *Saccharomyces cerevisiae* (Goshadarau et.al 2017).

Walau bagaimanapun, kebanyakan penyelidik tidak membandingkan kualiti bioetanol tersintesis dengan etanol yang dikomersialkan. Dari segi kimia, bioetanol dan etanol adalah sebatian yang sama dengan formula kimia yang serupa. Perbezaan antara keduanya ialah bioetanol dianggap dibuat melalui proses yang lebih mesra alam menggunakan penapaian bahan kontemporari seperti bit gula, jagung, jerami, dan kayu manakala etanol, atau etanol sintetik, diperbuat daripada stok suapan petrokimia (sama dengan bahan api fosil), terutamanya oleh penghidratan pemangkin asid bagi etilena. Jadi dalam kajian ini, kami akan membuktikan bahawa bioetanol adalah lebih baik daripada etanol yang dikomersialkan. Dengan adanya kajian ini, bahan api yang mesra alam dapat ditingkatkan terutamanya kepada negara-negara membangun. Kajian ini turut menunjukkan bahan api mesra alam boleh digunakan sebagai alternatif kepada bahan api fosil tradisional yang dapat membantu mengurangkan jejak karbon pengangkutan dan industri lain dengan memanfaatkan sepenuhnya kitaran karbon planet kita.

9.0 KANVAS MODEL PERNIAGAAN

Kolaborasi	Aktiviti Utama	Kelebihan Impak/Produk	Servis kepada Pelanggan	Pelanggan Sasaran
<ul style="list-style-type: none"> Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM) Padiberas Nasional Berhad (Bernas) Malay-Sino Chemical Industries Sdn Bhd Kementerian Alam Sekitar dan Air Malaysia 	<ul style="list-style-type: none"> Menghasilkan Bioetanol melalui proses prarawatan, hidrolisis berenzim, penapaian dan pemisahan. Penapaian dilakukan bagi membolehkan biopenukaran gula penurunan kepada etanol. Bioetanol menggantikan bahan mentah hidrokarbon fosil yang tidak mesra alam dan mencipta produk “hijau”. 	<ul style="list-style-type: none"> Berkualiti tinggi dan mesra alam kerana dapat mengurangkan pencemaran alam sekitar Penghasilan Bioetanol menjadi sumber tenaga yang boleh diperbaharui Bioetanol dianggap dibuat melalui proses yang lebih mesra alam menggunakan penapaian bahan kontemporari seperti jerami 	<ul style="list-style-type: none"> Bantuan secara peribadi semasa proses urus niaga dan selepas pembelian. Konsultasi percuma Produk yang berkualiti 	<ul style="list-style-type: none"> KLK Bioenergy Sdn Bhd (Industri Pembekal biofuel) Free the Seed Sdn Bhd (Industri Pembekal Jerami Padi)
	Sumber utama		Kaedah Perhubungan Pelanggan	

	<ul style="list-style-type: none"> • Natrium karbonat • Jerami padi • Mikroorganisma <i>Mucor hiemalis</i> • Bantuan kewangan daripada kerajaan 	<ul style="list-style-type: none"> • Kualiti bioetanol tersintesis lebih baik berbanding dengan etanol yang dikomersialkan kerana bioetanol adalah bahan yang mesra alam. • Mengurangkan pencemaran hasil daripada sisa buangan padi. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pemasaran digital melalui media sosial, pengikalan video atau brosur. • Pembelian dengan ejen • Lawatan Industri untuk mempromisikan produk 	
Struktur kos		Keuntungan dan Kerugian		
<p>Kos bahan mentah</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bayaran untuk jerami padi dari Padiberas Nasional Berhad (Bernas) • Bayaran untuk bahan kimia dari Malay-Sino Chemical Industries Sdn Bhd <p>Perbelanjaan modal</p> <ul style="list-style-type: none"> • Penyelidikan dan pembangunan projek • Teknologi dan mesin yang digunakan • Penyelenggaraan komponen <p>Perbelanjaan pengurusan</p> <ul style="list-style-type: none"> • Belanjawan pemasaran • Gaji pekerja • Logistik 		<p>Keuntungan</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hasil jualan produk • Merawat jerami padi dengan efektif • Produk mesra alam • Bahan mentah mudah diperolehi • Tidak memerlukan penyelenggaraan berterusan <p>Kerugian</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bentuk tenaga yang lebih mahal daripada bahan api fosil • Penyelenggaraan kilang yang tinggi 		

10.0 JEJAK KUNCI

Jejak Kunci	Tarikh
Menjumpai kaedah untuk menghasilkan biotenaga iaitu bioetanol daripada jerami padi	15 Oktober 2021
Pengumpulan bahan mentah dan pemeriksaan ketersediaan peralatan	13 Disember 2021
Prawatan dan pengkulturan inokulum	30 Februari 2022
Pengeluaran bioetanol melalui penapaian	25 Mei 2021
Pengesahan bioetanol yang disintesis	18 Julai 2021
Kerjasama industri dan perancangan pengkomersialan bioetanol	28 Oktober 2022

[illegible]

12.0 PERBELANJAAN

Perbelanjaan bagi penghasilan proses penulenan air berperingkat telah dianggarkan dan ditunjukkan di Jadual 1.1

Jadual 1.1 Perbelanjaan penghasilan bioetanol daripada jerami padi

satu		
Kategori Perbelanjaan dan barang	1 Tahun	Jumlah
Bahan kajian & bekalan (V 27000)		
0.5M Natrium Karbonat, Na ₂ CO ₃ untuk 1L	RM 225.00	RM 1702.00
0.05M Natrium Sitrat, Na ₃ C ₆ H ₅ O ₇ untuk 500g	RM 280.00	
Natrium Azide, NaN ₃ untuk 25g	RM 197.00	
Ekstrak yis untuk 1kg	RM 25.00	
(NH ₄)SO ₄ untuk 100g	RM 118.00	
MgSO ₄ . 7H ₂ O untuk 25g	RM 250.00	
K ₂ HPO ₄ untuk 100g	RM 294.00	
CaCl ₂ . 2H ₂ O untuk 100g	RM 141.00	
Jerami Padi untuk 1tan	RM 80.00	
Kulat <i>Mucor hiemalis</i> untuk 10 tiub	RM 92.00	
Pengubahsuaian & pembaikan kecil (V 28000)		
-	-	-
Aksesori & peralatan khas (V 35000)		
-	-	-
Lain-lain jika ada		
-	-	-
Jumlah perbelanjaan langsung	RM 1702.00	RM 1702.00

RUJUKAN

- Abdul Rahim, A. A. 2016. "Exploring the Need for a Mechanisation Act." Halatuju Industri Padi.
- Arora, A., Priya, S., Sharma, P., Sharma, S., & Nain, L. 2016. Evaluating biological pretreatment as a feasible methodology for ethanol production from paddy straw. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 8, 66–72. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2016.08.006>.
- Avantor 2019. *Mucor hiemalis* (+). <https://us.vwr.com/store/product/8881591/mucor-hiimalis> [14 November 2021].
- Bayu, A., & Nandiyanto, D. (2018). Cost Analysis And Economic Evaluation For The Fabrication Of Activated Carbon And Silica Particles From Rice Straw Wast. *Journal of Engineering Science and Technology*, 13(6), 1523–1539. http://jestec.taylors.edu.my/Vol%2013%20issue%206%20June%202018/13_6_10.pdf
- Chandel, A.K., Garlapati, V.K., Singh, A.K., Antunes, F.A.F., & da Silva, S.S. 2018. The Path Forward for Lignocellulose Biorefineries: Bottlenecks, Solutions, and Perspective on Commercialization. *Bioresour. Technol.* 264, 370–381.
- Cherubin, M.R., Oliveira, D.MdaS., Fiegl, B.J., Pimentel, L.G., Lisboa, I.P., Gmach, M.R., et al., 2018. Crop residue harvest for bioenergy production and its implications on soil functioning and plant growth: a review. *Sci. Agric.* 75 (3), 255-272.
- Clostridium saccharoperbutylacetonicum N1-4. *Applied Energy*, 236, 551–559. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.12.011>.
- Das, P. K., Das, B. P., & Dash, P. 2019. Potentials of postharvest rice crop residues as a source of biofuel. *Refining Biomass Residues for Sustainable Energy and Bioproducts: Technology, Advances, Life Cycle Assessment, and Economics* (pp. 275–301). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818996-2.00013-2>.
- Goodman, B. A. 2020. Utilization of waste straw and husks from rice production: A review. In *Journal of Bioresources and Bioproducts* (Vol. 5, Issue 3, pp. 143–162). KeAi Communications Co. <https://doi.org/10.1016/j.jobab.2020.07.001>.
- Goshadrou, A., Karimi, K., Taherzadeh, M.J. 2017. Bioethanol production from sweet sorghum bagasse by *Mucor hiemalis*. *Ind. Crop. Prod.* 34, 1219–1225.

- Hernández B., Javier, Hernandez D. L., Inty, Cruz S., et al. 2019. Insight into Pretreatment Methods of Lignocellulosic Biomass to Increase Biogas Yield: Current State, Challenges, and Opportunities. *Applied Sciences*. 9. 3721. 10.3390/app9183721.
- Ji, Xiao-Jun, Huang, He, Nie, Zhi-Kui, Qu, Liang, Xu, Qing, Tsao & George. 2012. Fuels and Chemicals from Hemicellulose Sugars. *Advances in biochemical engineering/biotechnology*. 128. 199-224. 10.1007/10_2011_124.
- Khaleghian, H., Karimi, K., & Behzad, T. (2015). Ethanol production from rice straw by sodium carbonate pretreatment and *Mucor hiemalis* fermentation. *Industrial Crops and Products*, 76, 1079–1085. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.08.008>
- Mateo, W., Taylan, V., Florendo, P., Rafael, R., & V. Sicat, E. 2017. Alkali Pretreatment of Rice Straw to Enhance Enzymatic Hydrolysis for Bioethanol Production. *CLSU International Journal of Science & Technology*, 2(1).
- Made-In-China 2021. *Best Price Food Additive Aromatic Yeast Extract CAS 8013-01-2*. <https://zhangyuan8173.en.made-in-china.com/product/dZuArORjrUpv/China-Best-Price-Food-Additive-Aromatic-Yeast-Extract-CAS-8013-01-2.html> [14 November 2021].
- Merck. 2021. Magnesium sulfate heptahydrate https://www.sigmaaldrich.com/MY/en/search/mgso4-%C2%B7-7h2o?focus=products&page=1&perPage=30&sort=relevance&term=MgSO4%20%C2%B7%207H2O&type=product_name [14 November 2021].
- Merck. 2021. Sodium azide. <https://www.sigmaaldrich.com/MY/en/substance/sodiumazide650126628228>
- Merck. 2021. Ammonium sulfate. [https://www.sigmaaldrich.com/MY/en/search/\(\(nh4\)2so4?focus=products&page=1&perPage=30&sort=relevance&term=\(\(NH4\)2SO4&type=product_name](https://www.sigmaaldrich.com/MY/en/search/((nh4)2so4?focus=products&page=1&perPage=30&sort=relevance&term=((NH4)2SO4&type=product_name)
- Merck 2021. Potassium phosphate dibasic. <https://www.sigmaaldrich.com/MY/en/product/sigald/p3786> [14 November 2021].
- Merck 2021. Calcium chloride dihydrate. <https://www.sigmaaldrich.com/MY/en/search/cacl2.2h2o?>

- focus=products&page=1&perPage=30&sort=relevance&term=CaCl₂.2h₂O&type=product_name [14 November 2021].
- Merck. 2021. Sodium citrate dihydrate. <https://www.sigmaaldrich.com/MY/en/product/aldrich/w302600> [14 November 2021].
- Merck. 2021. Sodium carbonate. [https://www.sigmaaldrich.com/MY/en/search/na2co3?focus=products&page=1&perPage=30&sort=relevance&term=Na₂CO₃&type=product_name](https://www.sigmaaldrich.com/MY/en/search/na2co3?focus=products&page=1&perPage=30&sort=relevance&term=Na2CO3&type=product_name) [14 November 2021].
- Omar, S. C., Shaharudin, A., & Tumin, S. A. 2019. The status of the paddy and rice. Industry in Malaysia. Khazanah Research Institute.
- Pérez-Uresti, S. I., Martín, M., & Jiménez-Gutiérrez, A. 2019. Estimation of renewable-based steam costs. *Applied Energy*, 250, 1120–1131. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.04.189>.
- Rosmiza, M.Z., Rosniza A. C. R., Jabil M., & Mazdi M. 2019. Methods. *The Potential Of Rice Straw In Agricultural Activities In The Mada Region Of Kedah, Malaysia*. DOI: 10.18488/journal.1.2019.94.295.303 [13 November 2021]
- Sadhukhan, J., Martinez-Hernandez, E., Amezcua-Allieri, M. A., Aburto, J., & Honorato S, J. A. 2019. Economic and environmental impact evaluation of various biomass feedstock for bioethanol production and correlations to lignocellulosic composition. *Bioresource Technology Reports*, 7. <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2019.100230>.
- Salehi, S.M.A., Karimi, K., Behzad, T., Poornejad, N., 2012. Efficient conversion of rice straw to bioethanol using sodium carbonate pretreatment. *Energy Fuels* 26, 7354-7361.
- Scirp 2021. Aim & Scope JSBS Scientific Research Publishing. <https://www.scirp.org/journal/aimscope.aspx?journalid=990> 9 [14 November 2021]
- Shafie, S.M. 2016. A review on paddy residue based power generation: energy, environment and economic perspective. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 59, 1089-1100.

- Springer 2021. *Circular Economy and Sustainability*.
<https://www.springer.com/journal/43615/aims-and-scope> [14 November 2021].
- Taylor & Francis. 2021. Aims & Scope. *Biofuels*.
<https://www.tandfonline.com/action/journalInformation?show=aimsScope&journalCode=tbfu20> [14 November 2021]
- Taylor & Francis. 2021. Aims & Scope. *International Journal of Sustainable Engineering*.
<https://www.tandfonline.com/action/journalInformation?show=aimsScope&journalCode=tsue20> [14 November 2021].
- Wang, P., Chen, Y. M., Wang, Y., Lee, Y. Y., et al. 2019. Towards comprehensive lignocellulosic biomass utilization for bioenergy production: Efficient biobutanol production from acetic acid pretreated switchgrass with
- Wirawan, F., Cheng, C. L., Lo, Y. C., Chen, C. Y., et al. 2020. Continuous cellulosic bioethanol co-fermentation by immobilized *Zymomonas mobilis* and suspended *Pichia stipitis* in a two-stage process. *Applied Energy*, 266.
<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.114871>.
- Yang, T. C., Kumaran, J., Amartey, S., Maki, M., Li, X., Lu, F., & Qin, W. 2014. .Biofuels and Bioproducts Produced through Microbial Conversion of Biomass. *Bioenergy Research: Advances and Applications*, 71–93.