

**SKRIPSI**

**PENGEMBANGAN BAHAN *GEL BIO-PHASE CHANGE*  
MATERIAL UNTUK APLIKASI TEMPERATUR RENDAH**



**POLITEKNIK NEGERI BALI**

Oleh

**PANDE PUTU LEO MURTHA**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN  
TEKNOLOGI REKAYASA UTILITAS**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI BALI**

**2024**

**SKRIPSI**

**PENGEMBANGAN BAHAN *GEL BIO-PHASE CHANGE*  
MATERIAL UNTUK APLIKASI TEMPERATUR RENDAH**



**POLITEKNIK NEGERI BALI**

Oleh

**PANDE PUTU LEO MURTHA  
NIM. 2015234005**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN  
TEKNOLOGI REKAYASA UTILITAS**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI BALI**

**2024**

## LEMBAR PENGESAHAN

### **PENGEMBANGAN BAHAN *GEL BIO-PHASE CHANGE* MATERIAL UNTUK APLIKASI TEMPERATUR RENDAH**


Oleh

**PANDE PUTU LEO MURTHA**  
NIM. 2015234005

Diajukan sebagai persyaratan untuk menyelesaikan Skripsi  
Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa utilitas  
Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali


Disetujui Oleh

Pembimbing I



**Prof. Dr. Ir. I Made Rasta, M.Si**  
NIP. 19650617192031001

Pembimbing II



**Ir. I Nyoman Gede Baliarta, MT**  
NIP. 196509301992031002

Disahkan oleh :  
Ketua Jurusan Teknik Mesin



**Dr.Ir. I Gede Santosa, M.Erg.**  
NIP. 196609241993031003

## LEMBAR PERSETUJUAN

### **PENGEMBANGAN BAHAN *GEL BIO-PHASE CHANGE* MATERIAL UNTUK APLIKASI TEMPERATUR RENDAH**

Oleh

**PANDE PUTU LEO MURTHA**

NIM. 2015234005

Skripsi ini telah dipertahankan di depan Tim Penguji dan diterima untuk dapat dilanjutkan sebagai Buku Skripsi pada hari/tanggal:

Rabu, 28 Agustus 2024

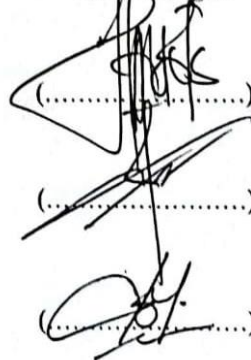
#### **Tim Penguji**

Penguji I : I Kadek Ervan Hadi Wiryanta, ST, MT.  
NIP : 198207102014041001

Penguji II : Nyoman Sugiarta, S.T.,M.Eng., M.Si.  
NIP : 197010261997021001

Penguji III : I Wayan Suastawa ST.,MT  
NIP : 197809042002121001

#### **Tanda Tangan**



(.....)  
(.....)  
(.....)

## SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Pande Putu Leo Murtha

NIM : 2015234005

Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Utilitas

Judul Skripsi : Pengembangan Bahan Gel *Bio-PCM* Untuk Aplikasi Temperatur Rendah

Dengan ini menyatakan bahwa karya ilmiah Buku Skripsi ini bebas plagiat. Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam Buku Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai Peraturan Mendiknas RI No. 17 Tahun 2010 dan Perundang – undangan yang berlaku.

Badung, 28 Agustus, 2024

Mengembangkan



Pande Putu Leo Murtha

NIM. 2015234021

## UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena bisa menyelesaikan Skripsi ini dengan baik. Skripsi ini disusun untuk memenuhi tugas sebagai mahasiswa di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

Sejak dimulainya pembuatan Skripsi hingga penyusunan Skripsi ini, kami mendapatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, melalui kesempatan ini kami ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar besarnya kepada:

1. Bapak I Nyoman Abdi, S.E., M.eCom. selaku Direktur Politeknik Negeri Bali
2. Bapak Dr.Ir. I Gede Santosa, M.Erg. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin
3. Bapak I Kadek Eryan Hadi Wiryanta, S.T., M.T. selaku Sekertaris Jurusan
4. Bapak Dr. Made Ery Arsana, ST, MT. selaku Ketua Program Studi D4 Teknologi Rekayasa Utilitas
5. Bapak Prof. Dr. Ir. I Made Rasta, M.Si selaku Dosen Pembimbing 1 yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan, dan semangat kepada penulis, sehingga Skripsi ini dapat diselesaikan.
6. Bapak Ir. I Nyoman Gede Baliarta, MT selaku dosen pembimbing 2 yang selalu memberikan dukungan, perhatian, semangat dari awal sampai menjadi mahasiswa hingga saat ini.
7. Segenap dosen dan seluruh staf administrasi serta PLP yang selalu membantu dalam memberikan fasilitas, ilmu, serta pendidikan pada penulis hingga dapat menunjang dalam penyelesaian Skripsi ini.
8. Kedua orang tua tercinta yang selama ini telah membantu penulis dalam bentuk perhatian, kasih sayang, semangat, serta doa demi kelancaran dan kesuksesan dalam menyelesaikan Skripsi ini.
9. Kemudian terima kasih banyak untuk teman-teman, Hindia, Lomba sihir, Feast, NonaRia, Feel Koplo, NIKKI, dll dalam menyelesaikan Skripsi yang telah memberikan banyak masukan serta dukungan tanpa mengenal lelah kepada penulis
10. Serta masih banyak banyak lagi pihak-pihak yang sangat berpengaruh dalam proses penyelesaian Skripsi yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu. Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa membalas semua kebaikan yang telah diberikan,

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca umumnya. Peneliti atau penulis, dan khususnya kepada civitas akademika Politeknik Negeri Bali.

Badung, 28 Agustus 2024  
Pande Putu Leo Murtha

## ABSTRAK

Penelitian ini berfokus pada pengembangan *gel bio-phase change material (PCM)* berbasis pati sagu dan air, yang ditujukan untuk aplikasi dalam sistem refrigerasi dan penyimpanan *energi termal (TES)*. Pati sagu dipilih karena sifatnya yang ramah lingkungan dan kandungan karbohidratnya yang tinggi, menjadikannya bahan potensial untuk solusi energi alternatif yang lebih berkelanjutan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengeksplorasi pengaruh pati sagu dan air terhadap titik beku, serta perubahan titik beku dan titik leleh, guna meningkatkan efisiensi sistem refrigerasi.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *T-History*, yang melibatkan pengukuran temperatur pada berbagai titik selama 19 jam menggunakan data logger untuk menganalisis kinerja campuran gel dalam kondisi operasional. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi campuran *gel* mempengaruhi kinerja temperatur, dengan beberapa campuran menunjukkan penurunan temperatur yang signifikan dan ketahanan yang baik setelah mesin dimatikan.

Penelitian ini menyimpulkan bahwa gel berbasis *Bio-PCM* dapat menjadi material ramah lingkungan yang efektif untuk penyimpanan energi termal, meskipun diperlukan pengujian lebih lanjut untuk mencapai hasil yang optimal.

**Kata kunci:** *Gel Bio-PCM*, penyimpanan energi

# ***DEVELOPMENT OF BIO-PHASE CHANGE GEL MATERIALS FOR LOW TEMPERATURE APPLICATIONS***

## **ABSTRAK**

*This research focuses on the development of a bio-phase change material (PCM) gel based on sago starch and water, which is intended for application in refrigeration and thermal energy storage (TES) systems. Sago starch was chosen because of its environmentally friendly nature and high carbohydrate content, making it a potential ingredient for more sustainable alternative energy solutions.*

*The aim of this research is to explore the effect of a mixture of sago starch and water on the freezing point, as well as changes in the freezing point and melting point, in order to increase the efficiency of the refrigeration system. The method used in this research is T-History, which involves temperature measurements at various points for 19 hours using a data logger to analyze the performance of the gel mixture under operational conditions.*

*The results showed that varying gel mixtures affected temperature performance, with some mixtures showing significant temperature reduction and good durability after the engine was turned off. This research concludes that Bio-PCM based gel can be an effective environmentally friendly material for thermal energy storage, although further testing is needed to achieve optimal results.*

*Keywords: Gel Bio-PCM, energy storage.*



## **KATA PENGANTAR**

Puji Syukur penulis panjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Esa karena atas Rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini yang berjudul “Redesain Display Cabinet dengan Motor DC Menggunakan Panel Surya” tepat pada waktunya. Penyusunan Sripsi ini merupakan salah satu syarat untuk kelulusan program Pendidikan pada jenjang Sarjana Terapan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

Penulis menyadari Skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karna itu penulis sangat mengharapkan krikitik dan saran sebagai pembelajaran demi penyembutan karya-karya ilmiah penulis di masa yang akan datang.

Badung, 28 Agustus 2024

Pande Putu Leo Murtha

## DAFTAR ISI

Skripsi .....	i
Skripsi .....	ii
Lembar Pengesahan .....	iii
Lembar Persetujuan.....	iv
Surat Pernyataan Bebas Plagiat .....	v
Ucapatan Terima Kasih .....	vi
Abstrak .....	vii
Abstrak .....	viii
Kata Pengantar.....	ix
Daftar Isi.....	x
Daftar Tabel.....	xii
Daftar Gambar .....	xiii
Daftar Lampiran.....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	2
1.4.1 Tujuan umum.....	2
1.4.2 Tujuan khusus.....	2
1.5 Manfaat penelitian.....	3
1.5.1 Manfaat bagi penulis .....	3
1.5.2 Manfaat bagi mahasiswa .....	3
1.5.3 Manfaat bagi Politeknik Negeri Bali.....	3
1.5.4 Manfaat bagi masyarakat.....	3
<b>BAB II LANDASAN TEORI .....</b>	<b>4</b>
2.1 Pengertian pati sagu .....	4
2.2 Minyak Jagung .....	5
2.3 Air.....	5
2.4 Panas.....	7
2.5 <i>Thermal Energy Storage</i> .....	8
2.5.1 <i>Laten head storage systems</i> .....	9

2.5.2 <i>Chemical heat storage systems</i> .....	9
2.6 <i>Phase change material</i> .....	10
2.6.1 <i>Klasifikasi phase change material</i> .....	11
2.6.2 <i>Sifat-sifat phase change material</i> .....	12
2.7 <i>Syarat-Syarat Bio-PCM (Phase Change Material)</i> .....	14
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	15
3.1 <i>Jenis Penelitian</i> .....	15
3.1.1 <i>Gambar Proses Penggambaran Data</i> .....	15
3.2 <i>Alur penelitian</i> .....	16
3.3 <i>Lokasi dan Waktu penelitian</i> .....	18
3.4 <i>Penentuan Sumber Data</i> .....	18
3.5 <i>Sumber daya penelitian</i> .....	19
3.6 <i>Instrumen penelitian</i> .....	19
3.7 <i>Langkah Pengambilan Data</i> .....	24
3.8 <i>Prosedur penelitian</i> .....	25
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	26
4.1 <i>Hasil Penelitian</i> .....	26
4.1.1 <i>Proses Pembuatan Gel Bio-PCM (Phase Change Material)</i> .....	26
4.1.2 <i>Sempel Campuran Gel Bio-PCM</i> .....	31
4.2 <i>Kinerja Temperatur Gel Bio-PCM Berdasarkan Grafik</i> .....	32
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	44
5.1 <i>Kesimpulan</i> .....	44
5.2 <i>Saran</i> .....	44
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	45
<b>LAMPIRAN</b> .....	46

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan <i>PCM</i> Organik dengan <i>PCM</i> Anorganik.....	12
Tabel 3. 1 Pembuatan persiapan ujian skripsi.....	18
Tabel 3. 2 Tabel Pengujian .....	19
Tabel 4. 1 Air (85%) + Minyak (15%) = (100%) .....	32
Tabel 4. 2 Sampel Larutan minyak dan Air (85%) + Tepung (15%) = (100%) .....	32
Tabel 4. 3 <i>TF</i> Dan <i>TM Bio-PCM</i> .....	42

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Pohon Sagu .....	4
Gambar 2. 2 Minyak Jagung.....	5
Gambar 2. 3 Air .....	7
Gambar 2. 4 Klasifikasi <i>Thermal Energi Storage</i> .....	9
Gambar 2. 5 Klasifikasi <i>PCM</i> .....	11
Gambar 3. 1 Proses Pengambilan Data .....	15
Gambar 3. 2 Alur Penelitian .....	17
Gambar 3. 3 Gelas Beaker .....	20
Gambar 3. 4 Gelas Tabung Reaksi.....	20
Gambar 3. 5 Botol Plastik 60 Gram.....	21
Gambar 3. 6 Timbangan.....	21
Gambar 3. 7 Kompor.....	22
Gambar 3. 8 gelas besi dan panci.....	22
Gambar 3. 9 <i>Mini Mixer Elektrik</i> .....	23
Gambar 3. 10 <i>Freezer</i> .....	23
Gambar 3. 11 Spatula Kaca .....	24
Gambar 3. 12 Rak Tabung Reaksi .....	24
Gambar 4. 1 Tahap Pembuatan <i>gel bio-pcm</i> metode pertama .....	27
Gambar 4. 2 Hasil pembuatan <i>Gel Bio-PCM</i> Metode Pertama .....	28
Gambar 4. 3 hasil Pembuatan <i>gel bio-pcm</i> metode kedua.....	29
Gambar 4. 4 hasil Pembuatan <i>gel bio-pcm</i> metode kedua.....	29
Gambar 4. 5 hasil Pembuatan <i>gel bio-pcm</i> metode ketiga.....	31
Gambar 4. 6 hasil Pembuatan <i>gel bio-pcm</i> metode ketiga.....	31
Gambar 4. 7 Grafis <i>Gel Bio-PCM</i> T1 .....	34
Gambar 4. 8 Grafis <i>Gel Bio-PCM</i> T2 .....	35
Gambar 4. 9 Grafis <i>Gel Bio-PCM</i> T3 .....	36
Gambar 4. 10 Grafis <i>Gel Bio-PCM</i> T4.....	37
Gambar 4. 11 Grafis <i>Gel Bio-PCM</i> T5.....	38
Gambar 4. 12 Grafis <i>Gel Bio-PCM</i> T6.....	39
Gambar 4. 13 Grafis <i>Gel Bio-PCM</i> T7.....	40
Gambar 4. 14 Grafis <i>Gel Bio-PCM</i> T8.....	41

Gambar 4. 15 Grafik Gel Bio-PCM .....	42
Gambar 4. 16 Grafik TF (Temperatur Freezing) .....	43
Gambar 4. 17 Grafis TM (Temperatur Melting).....	43

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran Proses Pembuatan 1.....	46
Lampiran Proses Pengujian 1 .....	48
Lampiran Hasil Campuran 1.....	50
Lampiran Hasil Data Uji 1 .....	51

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Perkembangan ekonomi yang pesat dalam beberapa tahun terakhir, isu kekurangan energi dan lingkungan menjadi semakin serius. Oleh karena itu, merupakan topik yang penting untuk meningkatkan efisiensi pemanfaatan energi dan melindungi lingkungan. Efisiensi penggunaan energi semakin penting dan mengembangkan solusi hemat energi yang sangat efektif adalah hal yang terpenting dalam konteks permintaan energi. Teknologi hemat energi adalah masalah yang sangat vital. Salah satu arah mengembangkan teknologi ini adalah *thermal energy storage*

Teknologi *thermal energy storage (TES)* menggunakan *latent heat thermal energy storage systems (LHTESS)* dalam beberapa tahun terakhir telah menjadi topik yang sangat penting dalam banyak aplikasi teknik dan telah menjadi subyek dari banyak kegiatan penelitian. Teknologi ini tidak hanya meningkatkan kinerja dan keandalan sistem energi tetapi berguna untuk meningkatkan efisiensi dan penghematan energi serta mengurangi ketidaksesuaian antara persediaan dan permintaan energi.

*PCM* organik telah menarik banyak perhatian untuk berbagai aplikasi karena mempunyai beberapa keunggulan seperti; titik leleh akurat, panas laten tinggi, suhu mencair dan pembekuan, tingkat *supercooling* kecil, tekanan uap rendah, tidak beracun, tidak korosif terhadap logam, secara termal dan kimia stabil, murah, perubahan volume kecil selama proses perubahan fase dan biaya murah. *Parafin* adalah *PCM* organik yang paling populer karena telah meniadakan *supercooling* dan kisaran suhu perubahan fase lebar dan stabil secara kimiawi namun, *lilinparafin* juga memiliki kelemahan dalam konduktivitas termal dan panas laten rendah, mudah terbakar dan perubahan volume tinggi selama perubahan fasa sebagai *PCM* organik. (Rasta, 2016)



## 1.2 Rumusan Masalah

Dalam penelitian ini terdapat beberapa rumusan masalah yang perlu diselesaikan yaitu sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh campuran antara pati sagu ditambah air pada titik beku?
2. Pada temperatur berapa perubahan titik beku dan titik leleh pada campuran pati sagu dan air terjadi ?

## 1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan pada waktu yang terbatas maka pelaksanaan penelitian ini dilakukan dengan batasan-batasan masalah diantaranya

1. Pengukuran hanya dilakukan pada titik leleh dan pengambilan data dari campuran pati sagu di tambah air pada titik beku.
2. Fokus dalam pengembangan gel *bio-PCM* untuk aplikasi temperatur suhu rendah.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Dalam melaksanakan penelitian ini, penulis memiliki tujuan yang diharapkan dapat tercapainya kedepannya. Adapun tujuan yang diharapkan yaitu berupa tujuan umum dan tujuan khusus

### 1.4.1 Tujuan umum

Tujuan umum yang diharapkan oleh penulis dalam melaksanakan penelitian ini diantaranya sebagai berikut: Untuk memenuhi salah satu persyaratan akademi dalam menyelesaikan pendidikan pada jenjang Sarjana Terapan pada Program Studi Teknik Rekayasa Utilitas di Politeknik Negeri Bali.

1. Untuk mengaplikasikan ilmu-ilmu yang selama ini diperoleh dari mengikuti perkuliahan baik secara teori maupun praktek di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali
2. Mengembangkan ilmu pengetahuan yang di peroleh pada masa perkuliahan menerapkan dan menuangkan ke dalam bentuk tugas akhir

### 1.4.2 Tujuan khusus

1. Dapat mengetahui perubahan pada titik beku dan titik leleh pada campuran pati sagu

2. Dapat mengetahui perubahan yang terjadi pada campuran antara pati sagu ditambah air pada titik beku

### **1.5 Manfaat penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan tentu dengan harapan memiliki manfaat kedepannya. Adapun manfaat yang diharapkan bagi penulis sendiri, mahasiswa, Politeknik Negeri Bali, dan juga tentunya masyarakat.

#### **1.5.1 Manfaat bagi penulis**

Bagi penulis, dengan dilaksanakannya penelitian ini bermanfaat untuk mengaplikasikan ilmu dan pengetahuan yang selama ini di peroleh pada masa perkuliahan dan dengan terlaksananya penelitian ini, maka secara tidak langsung menambah wawasan penulis mengenai topi permasalahan yang di bahas dalam penelitian ini

#### **1.5.2 Manfaat bagi mahasiswa**

Mahasiswa secara umum dan khususnya di lingkungan Politeknik Negeri Bali dapat memanfaatkan penelitian ini sebagai refrensi dan juga media pembelajaran dalam melakukan penyusunan proyek akhir ini kedepannya terkait dengan pengembangan bahan gel *bio-PCM* untuk temperatur rendah

#### **1.5.3 Manfaat bagi Politeknik Negeri Bali**

Penelitian ini juga diharapkan dapat bermanfaat bagi instansi yang memberikan kesempatan untuk melaksanakan penelitian ini. Politeknik Negeri Bali dapat memanfaatkan penelitian ini sebagai bahan pendidikan di bidang refrigrasi di kemudian hari sehingga menjadi suatu pertimbangan untuk dapat di kembangkan lebih lanjut.

#### **1.5.4 Manfaat bagi masyarakat**

Dengan terselesaikannya penelitian ini nantinya, masyarakat dapat memanfaatkan dan mengetahui apakah penggunaan dari gel *bio-PCM* meilikin keuntungan yang lebih baik ketimbang tanpa gel *bio-PCM* untuk kehidupan sehari-hari.

## **BAB V PENUTUP**

### **5.1 Kesimpulan**

Kesimpulan yang dapat disampaikan oleh penulis selama proses pembuatan dan pengujian skripsi mencakup beberapa poin penting, antara lain:

- 1 Persentase campuran bahan gel *bio-PCM (Phase Change Material)* dengan campuran yang bervariasi dan pada titik beku membuat terjadinya perubahan fase pada campuran yang sebelumnya berupa gel menjadi padat atau membeku pada temperatur  $-5^{\circ}\text{C}$  sampai  $-7^{\circ}\text{C}$ .
- 2 Pada pengujian yang sudah dilakukan didapat bahwa campuran yang dibuat yaitu *gel bio-pcm* terjadinya perubahan fase dari *gel* menjadi padat atau pembekuan pada temperatur yang berbeda dan dapat dilihat pada tabel di atas terjadinya pembekuan antaran temperatur  $-5^{\circ}\text{C}$  sampai  $-7^{\circ}\text{C}$  yang dapat disimpulkan bahwa *gel bio-pcm* ini cocok digunakan untuk menyimpan makanan dari sayuran, daging, dan ikan dan ada beberapa obat yang dapat disimpan.

### **5.2 Saran**

Adapun saran yang penulis ingin sampaikan berkenaan dengan proses pembuatan dan beberapa kendala yang dihadapi khususnya dalam proses pengembangan bahan gel Bio-PCM, dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Pada pencampuran *gel Bio-PCM (phase change material)* harus sesuai dengan metode yang sudah disediakan jika tidak mengikuti metode yang disediakan campuran akan gagal yang mengakibatkan terjadinya perpisahan fase.
2. Saat pembuatan harus memperhatikan api yang harus stabil untuk membuat adonan tercampur rata dan memperhatikan air yang digunakan jika air yang digunakan tidak bagus akan mengakibatkan adonan atau campuran mengalami kegagalan dalam proses pencampuran.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alapján-, Vizsgálatok. 2016. “No Title No Title No Title.” Pp. 1–23 in.
- Aziz, Azridjal. 2009. “Studi Eksperimental Mesin Refrigerasi Siklus Kompresi Uap Menggunakan Refrigeran Hidrokarbon Substitusi R22 Pada Kondisi Transient.” *Teknik Mesin* 6(1):75–78.
- Faozan, Imam. 2017. “Analisis Perbandingan Evaporator Kulkas (Lemari Es) Dengan Menggunakan Refrigerant R-22 Dan R-134a.” *Jurnal Teknik Mesin* 4(3):33. doi: 10.22441/jtm.v4i3.1272.
- Henry, D., M. Ackerman, E. Sancelme, A. Finon, E. Esteve, Lawrence Chukwudi Nwabudike, L. Brancato, S. Itescu, M. L. Skovron, G. Solomon, R. Winchester,
- Machine Learning, R. Cookbook, Zain Husain, Bobby Y. Reddy, Robert A. Schwartz, Jennifer Brier,
- Donald E. Neal, Elea M. Feit, Jeremy R. Etzkorn, A. Tammaro, G. A. R. Adebajo, F. R. Parisella, A. Pezzuto, and J. Rello. 2020.
- Huwae, Barney, and Pamela Papilaya. 2014. “Analisis Kadar Karbohidrat Tepung Beberapa Jenis Sagu Yang Dikonsumsi Masyarakat Maluku.” *BIOPENDIX: Jurnal Biologi, Pendidikan Dan Terapan* 1(1):61–66. doi: 10.30598/biopendixvoll1issue1page61-66.
- Lesilawang, Faisal. 2020. “Pola Penyebaran Dan Morfologi Jenis Sagu Tuni (*Metroxylon Rumphii Martius*) Dan Jenis Sagu Molat (*Metroxylon Sagu Rottbol*) Di Desa Negeri Wailua Kecamatan Ambalau Kabupaten Buru Selatan.” *Institut Agama Islam Negeri* 70.
- Yaghoubi, Sina, Aziz Babapoor, and Adrian Seyfaee. 2023. “Thermal Energy Optimization Using Salt-Based Phase Change Materials Obtained from the Desalination of Saline Water.” *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 183(June):113463.
- Yana, I., I. N. Suamir, and L. P. I. Midiani. 2022. “Analisa Komparasi Kinerja Mesin Es Balok Kristal Dengan Dan Tanpa Bantalan Bio-PCM.” *Repositori Politeknik Negeri ...* 1–8.
- Nandy Putra A, , Adi Winarta, b dan MA. Uji Eksperimental Kinerja PCM Beeswax Sebagai Thermal Storage pada Aplikasi Pemanas Air Domestik. Proceeding Semin Nas Tah Tek Mesin. 2015;XIV (SNTTM).
- Putra, I Gede Wahyu Aditya and Rasta, I Made and Suamir IN. Pembuatan Paket Enkapsulasi Bio-PCM Pada Evaporator Chest Freezer. Politek Negeri Bali. 2022;