

SKRIPSI

**PENGARUH WAKTU AKTIVASI BATU ZEOLIT TERHADAP
TINGKAT KEKERINGAN KUNYIT PADA PROSES
PENGERINGAN KUNYIT DENGAN MESIN *HEAT PUMP***



Oleh

KADEK PANDE BAYU SUTHA

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI
REKAYASA UTILITAS**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2025**

SKRIPSI

PENGARUH WAKTU AKTIVASI BATU ZEOLIT TERHADAP TINGKAT KEKERINGAN KUNYIT PADA PROSES PENGERINGAN KUNYIT DENGAN MESIN *HEAT PUMP*



Oleh

KADEK PANDE BAYU SUTHA
NIM. 2115234029

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI
REKAYASA UTILITAS**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2025**

ABSTRAK

Kunyit (*Curcuma domestica* Val.) merupakan tanaman rimpang yang banyak dimanfaatkan sebagai bumbu dan obat herbal. Proses pengeringan diperlukan untuk memperpanjang masa simpan dan mempertahankan kualitasnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu aktivasi batu zeolit terhadap tingkat kekeringan kunyit menggunakan mesin heat pump. Aktivasi batu zeolit dilakukan secara fisis pada suhu 300°C dengan variasi waktu 1, 3, dan 5 jam. Proses pengeringan dilakukan selama 5 jam pada suhu 46–48°C dengan berat awal kunyit 2.100 gram yang dibagi rata ke 6 rak dengan massa awal dari setiap rak yaitu 350 g. Parameter yang diamati meliputi perubahan massa, kadar air akhir, dan kelembapan relatif ruang pengering. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aktivasi 3 jam menghasilkan kinerja terbaik, dengan massa akhir rata-rata 468,8 gram dan kadar air <10%. Aktivasi yang lama justru menurunkan efektivitas pengeringan akibat kemungkinan kerusakan struktur kristal zeolit. Kesimpulannya, waktu aktivasi zeolit yang optimal adalah 3 jam, yang mampu menjaga kelembapan rendah dan mempercepat laju pengeringan.

Kata kunci : kunyit, batu zeolit, durasi waktu aktivasi, penurunan massa kunyit, sistem refrigerasi, kadar air kunyit

*THE INFLUENCE OF ZEOLIT ACTIVATION TIME ON THE DRYNESS LEVEL
OF TURMERIC IN THE TURMERIC DRYING PROCESS USING A HEAT
PUMP MACHINE*

ABSTRACT

Turmeric (Curcuma domestica Val.) is a rhizome plant widely utilized as a spice and herbal medicine. The drying process is necessary to extend shelf life and maintain its quality. This study aims to determine the effect of zeolite activation time on the drying rate of turmeric using a heat pump machine. The zeolite activation was conducted physically at a temperature of 300°C with variations of 1, 3, and 5 hours. The drying process was carried out for 5 hours at a temperature of 46–48°C with an initial weight of turmeric at 2,100 grams, evenly divided across 6 racks, each with an initial mass of 350 g. Observed parameters included changes in mass, final moisture content, and relative humidity of the drying space. The results showed that 3 hours of activation produced the best performance, with an average final mass of 468.8 grams and moisture content <10%. Longer activation time reduced drying effectiveness due to potential damage to the zeolite's crystal structure. In conclusion, the optimal activation time for zeolite is 3 hours, which is capable of maintaining low moisture and accelerating the drying rate.

Keywords: *turmeric, zeolite stone, activation time duration, mass loss of turmeric, refrigeration system, water content of turmeric.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I	16
PENDAHULUAN	16
1.1 Latar Belakang	16
1.2 Rumusan Masalah	18
1.3 Batasan Masalah	18
1.4 Tujuan Penelitian	19
1.4.1 Tujuan umum	19
1.4.2 Tujuan khusus	19
1.5 Manfaat Penelitian	19
1.5.1 Manfaat Bagi Penulis	20
1.5.2 Manfaat Bagi Politeknik Negeri Bali	20
1.5.3 Manfaat Bagi Masyarakat	20
BAB II	21
LANDASAN TEORI	21
2.1 Pengertian Kunyit	21
2.1.1 Kadar Air	22
2.1.2 Standarisasi Pengeringan Kunyit	22
2.1.3 Kelembapan Relatif Pada Ruang Pengering Kunyit	23
2.1.4 Manfaat Kunyit Bagi Tubuh Manusia	24

2.2	Kandungan yang Terdapat pada Kunyit	25
2.3	Persentase Kadar Air Kunyit.....	26
2.4	Adsorpsi atau Adsorben.....	26
2.5	Media Adsorben (Batu Zeolit)	27
2.5.1	Zeolit Alami.....	28
2.5.2	Zeolit Sintetis	29
2.6	Proses Aktivasi Zeolit.....	30
2.6.1	Aktivasi secara fisis dengan pemanasan	30
2.6.2	Aktivasi secara kimia dengan asam atau basa.....	31
2.6.3	Penempatan Adsorben atau Batu Zeolit	33
2.7	Sistem Refrigerasi	33
2.8	Metode Pengeringan.....	34
2.9	Pompa Kalor	35
BAB III		37
METODE PENELITIAN.....		37
3.1	Jenis Penelitian.....	37
3.2	Alur Penelitian	41
3.3	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	43
3.4	Penentuan Sumber Data.....	44
3.5	Sumber Daya Penelitian	46
3.6	Instrumen Penelitian.....	46
3.7	Prosedur Penelitian.....	52
BAB IV		55
PEMBAHASAN		55
4.1	Hasil penelitian	55
4.1.1	Hasil aktivasi batu zeolit.....	55
4.1.2	Hasil data massa awal dan massa akhir kunyit	57
4.1.3	Hasil kadar air kunyit	70
4.1.4	Perhitungan kadar air kunyit.....	72
4.1.5	Data RH kelembaban.....	74
4.2	Pembahasan	75

4.2.1 Grafik data massa kunyit	75
4.2.2 Kelembapan total pengujian 5 jam.....	88
BAB V	89
PENUTUP.....	89
5.1 KESIMPULAN.....	89
5.2 SARAN	89
DAFTAR PUSTAKA	91
LAMPIRAN.....	93

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Standar mutu simplisia kunyit	23
Tabel 2.2 Kandungan Pada Kunyit	26
Tabel 2.3 Pengaplikasian system refrigerasi	34
Tabel 3.1 Keterangan gambar 3.2, 3.3, 3.4	39
Tabel 3.2 Jadwal kegiatan penelitian skripsi	43
Tabel 3.3 Format pengambilan data massa kunyit.....	45
Tabel 3.4 Format pengambilan data kelembaban (RH)	45
Tabel 4.1 Rak 1 pengujian 5 jam	58
Tabel 4.2 Rak 2 pengujian 5 jam	59
Tabel 4.3 Rak 3 pengujian 5 jam	60
Tabel 4.4 Rak 4 pengujian 5 jam	61
Tabel 4.5 Rak 5 pengujian 5 jam	62
Tabel 4.6 Rak 6 pengujian 5 jam	63
Tabel 4.7 Pengujian tanpa zeolit	64
Tabel 4.8 Pengujian batu zeolit aktivasi 1 jam	65
Tabel 4.9 Pengujian batu zeolit aktivasi 2 jam	66
Tabel 4.10 Pengujian batu zeolit aktivasi 3 jam	67
Tabel 4.11 Pengujian batu zeolit aktivasi 4 jam	68
Tabel 4.12 Pengujian batu zeolit aktivasi 5 jam	69
Tabel 4.13 Kadar air akhir kunyit rak 1	70
Tabel 4.14 Kadar air akhir kunyit rak 2	70
Tabel 4.15 Kadar air akhir kunyit rak 3	70
Tabel 4.16 Kadar air akhir kunyit rak 4	71
Tabel 4.17 Kadar air akhir kunyit rak 5	71
Tabel 4.18 Kadar air akhir kunyit rak 6	71
Tabel 4.19 kadar air akhir kunyit keseluruhan	72
Tabel 4.20 Data RH kelembapan	74

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kunyit	22
Gambar 2.2 Zeolit alam.....	28
Gambar 2.3 <i>Zeolit sintethyc structure</i>	29
Gambar 2.4 Pengaruh waktu pemanasan terhadap daya adsorpsi zeolit pada proses aktivasi fisis.....	30
Gambar 2.5 Pengaruh suhu terhadap daya adsorpsi zeolit pada proses aktivasi fisis	30
Gambar 2.6 Pengaruh normalitas terhadap daya adsorpsi zeolit pada proses aktivasi dengan NaOH	31
Gambar 2.7 Pengaruh suhu terhadap daya adsorpsi zeolit pada proses aktivasi dengan NaOH	32
Gambar 2.8 Skema aliran udara mesin pompa kalor	35
Gambar 3.1 Visualisasi 3D alat pengering kunyit.....	38
Gambar 3.2 Visualisasi 3D dampak depan dan belakang alat pengering kunyit...	38
Gambar 3.3 Penempatan komponen pada alat pengering kunyit.....	39
Gambar 3.4 Aliran udara mesin pompa kalor dan penempatan alat ukur	40
Gambar 3.5 Flowchart alur penelitian.....	42
Gambar 3.6 <i>Loadcell</i>	47
Gambar 3.7 Modul HX711	47
Gambar 3.8 Arduino nano	48
Gambar 3.9 Skema diagram <i>loadcell</i>	49
Gambar 3.10 <i>Thermostat</i>	49
Gambar 3.11 <i>Moisture meter</i>	50
Gambar 3.12 <i>Stopwatch</i>	51
Gambar 3.13 Timbangan	51
Gambar 3.14 <i>Hygrostat</i>	52
Gambar 4.1 Proses pengeringan kunyit	55
Gambar 4.2 Batu zeolit sebelum diaktivasi.....	56
Gambar 4.3 Batu zeolit aktivasi 1 jam.....	56

Gambar 4.4 Batu zeolit aktivasi 2 jam.....	56
Gambar 4.5 Batu zeolit aktivasi 3 jam.....	56
Gambar 4.6 Batu zeolit aktivasi 4 jam.....	56
Gambar 4.7 Batu zeolit aktivasi 5 jam.....	56
Gambar 4.8 Grafik massa kunyit rak 1 pengujian 5 jam	75
Gambar 4.9 Grafik massa kunyit rak 2 pengujian 5 jam	76
Gambar 4.10 Grafik massa kunyit rak 3 pengujian 5 jam.....	77
Gambar 4.11 Grafik massa kunyit rak 4 pengujian 5 jam.....	78
Gambar 4.12 Grafik massa kunyit rak 5 pengujian 5 jam.....	79
Gambar 4.13 Grafik massa kunyit rak 6 pengujian 5 jam.....	80
Gambar 4.14 Grafik massa kunyit tanpa zeolit	81
Gambar 4.15 Grafik massa kunyit zeolit aktivasi 1 jam	82
Gambar 4.16 Grafik massa kunyit zeolit aktivasi 2 jam	83
Gambar 4.17 Grafik massa kunyit zeolit aktivasi 3 jam	84
Gambar 4.18 Grafik massa kunyit zeolit aktivasi 4 jam	85
Gambar 4.19 Grafik massa kunyit zeolit aktivasi 5 jam	86
Gambar 4.20 Grafik massa akhir kunyit keseluruhan.....	87
Gambar 4.21 Grafik kelembapan RH total.....	88

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi proses aktivasi batu zeolit	93
Lampiran 2 Dokumentasi pemasangan alat ukur <i>loadcell</i>	94
Lampiran 3 Dokumentasi persiapan kunyit yang akan dikeringkan	95
Lampiran 4 Dokumentasi hasil kunyit yang telah dikeringkan.....	96
Lampiran 5 Proses pengambilan data massa kunyit dan kelembapan	98
Lampiran 6 Dokumentasi mesin pengering kunyit <i>heat pump</i>	105

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kunyit (*Curcuma domestica* VAL), adalah tanaman rimpang yang sangat populer sebagai rempah-rempah dan bahan obat. Pemanfaatan kunyit dapat berupa kunyit segar, kunyit kering, dan bubuk kunyit, dimasyarakat banyak menggunakan kunyit segar langsung sebagai bahan tambahan dimasakan, bahan baku jamu dan di konsumsi langsung, sedangkan pemanfaatan kunyit kering dan bubuk kunyit banyak digunakan pada industri. Kunyit kering dapat memperpanjang masa simpan dan mempermudah pengemasan (Hadi dkk., 2020). Kunyit memiliki kadar air berkisar pada 80% hingga 82,5% dan kunyit merupakan tanaman obat yang tidak boleh dikeringkan dengan temperatur yang tinggi karena dapat merusak struktur kimianya (K. Pradeep, 2016). kadar air kunyit yang memberikan khasiat yang maksimal, keamanannya serta telah di buktikan secara ilmiah melalui pra-klinik mempunyai kadar air tidak boleh lebih dari 10% (Kemenkes 2017).

Pengeringan merupakan metode untuk mengurangi atau menghilangkan sebagian besar kandungan air dari suatu bahan dengan memanfaatkan energi panas. Proses ini dilakukan hingga kadar air dalam bahan mencapai keseimbangan dengan lingkungan tertentu, sehingga aktivitas jamur, enzim, mikroorganisme, dan serangga perusak dapat dihentikan (Rahayoe.S.,2017). Kelemahan-kelemahan ini mendorong pengembangan teknik pengeringan baru, termasuk pengeringan dengan pompa panas yang mengintegrasikan sistem pendingin (Wijaya Sunu dkk 2023). Untuk meningkatkan umur simpan dan menghindari pembusukan makanan akibat proses kimia dan degradasi biologis yang disebabkan oleh pertumbuhan mikroorganisme, sangat penting untuk menghilangkan sebagian air dari matriks produk pertanian atau industri selama proses pengeringan. Pengeringan dengan pompa panas semakin populer di industri karena

konsumsi energi yang rendah dan efisiensi pengeringan yang tinggi(Wijaya Sunu dkk., 2023) .

Penggunaan system refrigerasi pada proses pengeringan terkadang tidak cukup untuk mencapai efisiensi optimal. Oleh karena itu, diperlukan penambahan media desikan untuk dapat meningkatkan efisiensi pengeringan kunyit secara signifikan. Penggunaan desikan membantu menjaga keseimbangan temperature dan kelembapan dalam kabin pengering sehingga meningkatkan kualitas produk akhir hal ini diperkuat oleh (Setiawan 2024).

Penambahan adsorben pada mesin pengering kunyit ini sangat membantu proses pengeringan kunyit. Salah satu adsorben adalah batu zeolit. Batu zeolit dipilih sebagai material pengurangan uap air, karena menurut (Kurniasari dkk., 2011) zeolit merupakan material yang memiliki bentuk kristal yang sangat teratur dengan rongga yang saling berhubungan ke segala arah yang menjadikan luas permukaan zeolit sangat besar sehingga sangat baik digunakan sebagai adsorben. Zeolit baik sintetis maupun alami, dapat menyerap dalam jumlah yang cukup besar meskipun pada konsentrasi rendah. Kelebihan batu zeolit dibandingkan adsorben lainnya, batu zeolit memiliki kapasitas penyerapan tinggi, memiliki struktur pori-pori yang luas memungkinkan efisiensi penyerapan air lebih baik. Meskipun biaya yang dikeluarkan lebih tinggi batu zeolit mengeluarkan kinerja yang lebih baik dalam proses pengeringan karena kemampuan adsorpsinya yang lebih tinggi.

Sebelum digunakan batu zeolit harus diaktivasi terlebih dahulu mengingat struktur zeolit alam yang bervariasi serta besarnya kemungkinan impuritas yang ada. Secara umum ada 3 proses aktivasi yang dapat dilakukan terhadap batu zeolit alam yaitu, aktivasi secara fisis dengan pemanasan, aktivasi secara kimia dengan asam dan aktivasi secara kimia dengan basa. Proses aktivasi batu zeolit ini bertujuan agar batu zeolit mempunyai kemampuan menyerap uap air yang tinggi menurut (Kurniasari., dkk 2011).

Pada penelitian kali ini penulis ingin melakukan eksperimen tingkat kekeringan kunyit pada mesin pengering heat pump menggunakan media batu zeolit yang telah diaktivasi secara fisis dengan waktu 1 jam hingga 5 jam

dengan judul “Pengaruh Waktu Aktivasi Batu Zeolit Terhadap Tingkat Kekeringan Kunyit Pada Proses Pengeringan Kunyit Dengan Mesin *Heat Pump*”. Pemilihan judul ini didasarkan pada signifikansi pengolahan kunyit kering, yang dapat berfungsi sebagai bahan obat, rempah-rempah kering dan bumbu masakan. Dengan harapan pada penelitian ini penggunaan media Batu Zeolit pada proses pengeringan kunyit lebih efektif dibandingkan tanpa penggunaan batu zeolit.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan di atas, maka dari itu rumusan masalah adalah :

1. Seberapa besar pengaruh durasi waktu aktivasi fisis batu zeolit terhadap tingkat kekeringan kunyit pada mesin pengering kunyit *heat pump* ?
2. Bagaimana perbedaan kadar air kunyit pada proses pengeringan kunyit jika menggunakan media batu zeolit dan tanpa menggunakan media batu zeolit ?
3. Bagaimana perbedaan massa akhir kunyit tanpa menggunakan batu zeolit dan menggunakan batu zeolit yang telah diaktivasi selama 1jam hingga 5jam ?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang akan dilakukan sebagai berikut :

1. Pengujian ini mengukur massa dan kadar air akhir kunyit pada rak 1, rak 2, rak 3, rak 4, rak 5, dan rak 6 .
2. Penelitian ini membahas pengaruh waktu aktivasi batu zeolit terhadap tingkat kekeringan kunyit pada proses pengeringan kunyit dengan mesin *heat pump*.
3. Total massa kunyit sebelum dikeringkan yaitu 2.100 gram, yang kemudian dibagi menjadi 6 rak yang berisi kunyit seberat 350 gram dan ketebalan kunyit 2 mm dengan *temperature* 46°C- 48°C dan batas waktu pengujian 5 jam.

4. Proses aktivasi fisis pemanasan batu zeolit sebelum digunakan untuk proses pengeringan.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1.4.1 Tujuan umum

Penelitian ini bertujuan secara umum untuk mencapai beberapa tujuan sebagai berikut:

1. Menyalurkan pengetahuan yang diperoleh selama menjalani perkuliahan di bidang Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali ke dalam implementasi nyata.
2. Mengembangkan pemahaman ilmu pengetahuan yang diperoleh selama masa perkuliahan dan menerapkannya dalam penyusunan proposal penelitian skripsi.
3. Memenuhi persyaratan akademik yang diperlukan untuk menyelesaikan pendidikan jenjang Sarjana Terapan pada program studi Teknologi Rekayasa Utilitas di Politeknik Negeri Bali.

1.4.2 Tujuan khusus

Tujuan khusus penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui pengaruh durasi waktu aktivasi batu zeolit terhadap penurunan massa kunyit yang dikeringkan menggunakan mesin *heat pump*.
2. Untuk mengetahui kadar air kunyit pada proses pengeringan jika menggunakan batu zeolit yang telah diaktivasi dan tanpa zeolit.
3. Untuk mengetahui perbedaan massa akhir kunyit tanpa menggunakan zeolit dan dengan menggunakan batu zeolit yang telah diaktivasi.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian “Pengaruh Waktu Aktivasi Batu Zeolit Terhadap Tingkat Kekeringan Kunyit Pada Proses Pengeringan Kunyit Dengan Mesin *Heat Pump*” sebagai referensi dan sumber belajar untuk mengimplementasikan ilmu pengetahuan yang diperoleh selama masa perkuliahan. Dengan terlaksananya penelitian ini, secara tidak langsung

meningkatkan pemahaman penulis terhadap topik permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini.

1.5.1 Manfaat Bagi Penulis

Bagi penulis, dengan dilaksanakannya penelitian ini bermanfaat untuk mengaplikasikan ilmu dan pengetahuan yang selama ini diperoleh pada masa perkuliahan dan dengan terlaksananya penelitian ini, maka secara tidak langsung menambah wawasan penulis mengenai topik permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini.

1.5.2 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 hasil penelitian ini sebagai sumber referensi untuk pendidikan di bidang Teknik Mesin di masa depan, sehingga dapat menjadi pertimbangan untuk pengembangan lebih lanjut.

1.5.3 Manfaat Bagi Masyarakat

Penambahan batu zeolit pada ruang pengering kunyit dapat memberikan manfaat signifikan bagi masyarakat dan dapat mengoptimalkan penggunaan ruang pengering kunyit untuk mendapatkan hasil pengeringan kunyit yang baik dan meningkatkan efisiensi proses pengeringan. Hal ini berpotensi menghasilkan produk kunyit dengan kadar air yang lebih rendah dalam jangka waktu yang lebih singkat. Selain itu, penerapan media batu zeolit dalam ruang pengering kunyit dapat memberikan solusi yang lebih berkelanjutan dan ekonomis, mengurangi ketergantungan pada teknologi konvensional yang mungkin lebih mahal atau sulit diakses oleh masyarakat.

BAB V PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada bab sebelumnya dapat disimpulkan pengaruh waktu aktivasi batu zeolit terhadap tingkat kekeringan kunyit pada proses pengeringan dengan *heat pump* sebagai berikut :

1. Penambahan batu zeolit yang telah diaktivasi pada pengeringan kunyit yang menggunakan mesin *heat pump* terbukti dapat meningkatkan efisiensi pengeringan kunyit. Hal ini ditunjukkan dengan penurunan massa yang lebih cepat pada pengujian menggunakan batu zeolit yang telah diaktivasi dibandingkan pengujian tanpa menggunakan batu zeolit. Batu zeolit yang telah diaktivasi secara termal mampu menyerap uap air selama proses pengeringan.
2. Pengujian tanpa menggunakan batu zeolit dan zeolit aktivasi 1 jam menghasilkan kadar air akhir kunyit keseluruhan yang lebih tinggi yaitu 1,04 % dan 1,17 %. Pengujian menggunakan batu zeolit yang telah diaktivasi 2 jam 3 jam 4 jam 5 jam yaitu 0,22 %, 0 %, 0,63 % dan, 0,96 %. Hal ini membuktikan bahwa penggunaan batu zeolit yang telah diaktivasi pada proses pengeringan kunyit menggunakan mesin *heat pump* ini sangat efektif.
3. Secara keseluruhan pengeringan tanpa zeolit masih mampu menurunkan massa kunyit dengan massa akhir keseluruhan yaitu 504,2 g. Batu zeolit aktivasi 2 jam 4 jam dan, 5 jam secara umum menghasilkan penurunan massa yang signifikan dengan massa akhir 491,4 g, 498,1 g dan, 488,9 g dibandingkan aktivasi 1 jam dengan massa 506,08 g. massa kunyit paling rendah didapatkan oleh zeolit aktivasi 3 jam yaitu 468,8 g.

5.2 SARAN

Dalam pengujian ini penulis memiliki beberapa saran yang diharapkan dapat dijadikan masukan untuk penelitian selanjutnya yaitu :

1. Penggunaan batu zeolit aktivasi 3 jam hingga 4 jam dapat disarankan untuk penggunaan pengeringan dengan mesin *heat pump* karena memberikan hasil yang cukup konsisten dalam mempercepat proses penyerapan uap air.
2. Penggunaan batu zeolit aktivasi 5 jam tidak disarankan dalam proses pengeringan kunyit dengan mesin *heat pump* dikarenakan struktur pori-pori batu zeolit menjadi tidak optimal untuk penyerapan uap air.
3. Untuk penelitian selanjutnya disarankan agar melakukan aktivasi batu zeolit dengan cara pemanasan menggunakan temperatur suhu 300°C sampai 400°C.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriawan. 2024. *Pengaruh Pemasangan Sabut Kelapa Sebagai Desikan Alamiah Terhadap Kelembapan Relatif Ruang Pengering Kunyit*. Skripsi. Politeknik Negeri Bali, Badung-Bali.
- Atmaja, K. A. N. (2020). Pengaruh Temperatur Pemanasan Produk Kunyit Terhadap Kandungan Air. *Proyek Akhir*. Chan, Y., Darius, A., Diterima, N., & Direvisi, N. (2018). *Analisis Pengeringan Sohun Dengan Mesin Pengering Hybrid Tipe Konveyor Otomatis Informasi Artikel Abstrak: Vol. IV* (Issue 2).
- Atmaja. 2022. *Pengaruh Temperatur Pemanasan Produk Kunyit Terhadap Kandungan Air*. Proyek Akhir. Politeknik Negeri Bali, Badung-Bali.
- Biofarma, 2024. *10 Manfaat Kunyit Untuk Kesehatan*. Terdapat pada: https://www.biofarma.co.id/id/announcement/detail/10-manfaat-kunyit-untuk-kesehatan?t&utm_source=perplexity. Diakses pada tanggal 10 Januari 2025.
- Depkes. (2022, July 31). *Si Kuning Kunyit Kaya Manfaat*. Terdapat pada: https://yankes.kemkes.go.id/view_artikel/776/si-kuning-kunyit-kaya-manfaat. Diakses pada tanggal 5 Januari 2025
- Djaeni, M., & van Boxtel, A. J. B. (2009). PhD thesis summary: Energy efficient multistage zeolit drying for heat-sensitive products. *Drying Technology*, 27(5), 721–722.
- Dr. Sri Rahayoe, S. TP. , M. P. (2017, October 28). Teknik Pengeringan. *Teknik-Pengeringan.Tp.Ugm.Ac.Id*. Terdapat pada : <https://teknik-pengeringan.tp.ugm.ac.id/2017/10/28/teknik-pengeringan/>. Diakses pada tanggal 5 Januari 2025
- Era, L., Zaharah, A, T,. Syahbanu, I,. 2016. Zeolit Sintetis Dari Sekam Padi Dan Aplikasinya Dalam Menurunkan Kadar ION Fe (II) Pada Air Gambut. 5. (4). 35-39.
- Hadi, D. S., Mustaqimah, M., & Agustina, R. (2020). Karakteristik Pengeringan Lapisan Tipis Kunyit (*Curcuma domestica* VAL) Menggunakan Pengering Tipe Tray Dryer. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 4(4), 432–441.
- Handayani.D, Halimatushadyah. E. K. (2023). *Standarisasi Mutu Simplisia Rimpang Kunyit Dan Ekstrak Etanol Rimpang Kunyit (Curcuma longa Linn)*. 02, 46.
- K. Pradeep, R. R. J. M. N. (2016). *Influence Of Blanching and Drying Methods on the Quality Characteristics of Fresh Turmeric (Curcuma longa) Rhizomes*.

- Kemenkes. 2017. *Farmakope Herbal Indonesia*. Edisi II. Kementerian Kesehatan RI. Jakarta-Indonesia.
- Kurniasari, L., Djaeni, M., & Purbasari, A. (2011). *Aktivasi Zeolit Alam Sebagai Adsorben Pada Alat Pengering Bersuhu Rendah* (Vol. 13, Issue 3).
- Kurniasari, L., 2010. Potensi Zeolit Alam Sebagai Adsorben Air Pada Alat Pengering. *Jurnal Sains*. 6. (1).
- Kusbiantoro, D. Y. Purwaningrum. 2018. Pemanfaatan kandungan metabolit sekunder pada tanaman kunyit dalam mendukung peningkatan pendapatan Masyarakat. *Jurnal kultivasi*. 17. (1).
- M. A. Graciafernandy, R. L., 2012. Pengaruh Suhu Udara Pengering dan Komposisi Zeolit 3a Terhadap Lama Waktu Pengeringan Gabah.8. (2).
- Nurchayati, S. L. K. H. A., 2016. Pengaruh Penambahan Zeolit Alam Terhadap Waktu Pengeringan Biji Jagung Pada Alat Pengering Tipe Fluidized Bed. *Jurnal Lalu Khairul Hamdani*.
- Rizki Romadhon. (2020). *Pengaruh Putaran Rotary Dryer Dan Waktu Proses Terhadap Laju Pengeringan Daun Teh Hijau*. Skripsi. Universitas Jember.
- Saraswati, I. (2015). Zeolit-A Synthesis from Glass. *Jurnal Sains Dan Matematika*, 23(4), 112–115.
- SDI, 2024. *Apa Itu Batu Zeolit? Lalu Apa Manfaatnya Untuk Aquarium Kamu?*. Terdapat pada : <https://suryadutainternasional.com/manfaat-batu-zeolit/>. Diakses pada tanggal 10 Januari 2025.
- Setiawan. 2024. *Pengaruh Letak Pemasangan Desikan Alamiah Terhadap Hasil Pengurangan Kandungan Air Pada Alat Pengering Kunyit Menggunakan Dua Sistem Refrigerasi*. Skripsi. Politeknik Negeri Bali, Badung-Bali.
- Wibowo, A., 2019. Analisis Pemakaian Sensor Loadcell Dalam Perhitungan Berat Benda Padat Dan Cair Berbasis Microcontroller. *Jurnal Elkom*. Vol 12, No.1.
- Wijaya Sunu, P., Simon Anakottapry, D., Susila, I. D. M., Kamal, D. M., Asrori, & Andoko,. (2023). *Heat Pump Drying for Turmeric: A Preview*. 342–345. <https://doi.org/10.5220/0011770400003575>