

Optimasi Pengolahan Limbah Cair Textile Menggunakan Metode Sono-Fenton

Riza Rizkiah, Luciana

1–10

**Pemilihan Alternatif Strategi Bisnis Pada Line Bisnis Merhandise
di PT. Caladi Lima Sembilan (C-59) Bandung – Jawa Barat**

Dini Yulianti

11–24

Analisis Stabilitas Tanggul Penahan Tanah Pedestrian Zona II Situ Bagendit

Tiara Nurhuda

25–32

**Pengujian Konsentrasi Uji Aktivitas Anti Bakteri Terhadap Eschericia Coli
dan Staphyloous Aureus dari Ekstraki Etanol Daun Talas Bogor**

Rini Siskayanti, Muhamad Engkos Kosim, Muhammad Nitis Jiwana Ksatria

33–37

**Pengoptimalisasian Persediaan Dengan Menggunakan
Sistem Distribution Requirement Planning (DRP) di PT XYZ**

Anggit Suryopratomo, R. Kiki Abdul Muluk

38–44

**Perancangan Enterprise Architecture E-Procurement Framework
Architecture Development Method (ADM) Pada Krakatau Steel Cilegon**

Roy Amrullah Ritonga, Anita Megayanti, Boy Muhammad Ridwan

45–59

**Pemodelan Pengeringan Menggunakan Microwave dengan Model Relative
Energy Activation (REA) Untuk Pengeringan Kacang Hijau Berbentuk Sphere**

Johannes Martua Hutagalung

60–68

**Re-Layout of STNK Annual Tax Payment at The XXX Samsat Office
by Promodel Simulation**

Tombak Gapura Bhagya

69–79

Pemodelan Pengeringan Menggunakan *Microwave* Dengan Model *Relative Energy Activation* (REA) untuk Pengeringan Kacang Hijau Berbentuk *Sphere*

Johannes Martua Hutagalung¹⁾

¹⁾Prodi Teknik Kimia Universitas Insan Cendekia Mandiri,

Jalan Banten No. 11 Bandung, 40272

Email: johannesmartua52@gmail.com

Abstract : *One of the advantages of the REA model is that the relative activation energy equation obtained from the experimental data can be used for other drying conditions with the same initial material and moisture content. Through convective data, an equation of activation energy is obtained which will be used for drying the data using a microwave. The simulation carried out is to compare the model data with experimental data of a microwave with a power of 0.25 W/g and a drying air temperature of 50 °C, then a power of 0.7 W/g and a drying temperature of 70 °C. increasing with microwave, the higher the value of the heat transfer coefficient (h) the simulation results are getting closer to the experimental data for the initial period of development, even making experimental data with increasing time.*

Keywords : *Dry Processing, microwave, reaction engineering approach*

Abstrak : Salah satu kelebihan model REA adalah persamaan energi aktivasi relatif yang diperoleh dari data percobaan dapat digunakan untuk kondisi pengeringan lain dengan kandungan material dan uap air mula-mula yang sama. Melalui data pengeringan secara konvektif, diperoleh persamaan energi aktivasi relatif yang akan digunakan untuk data pengeringan menggunakan *microwave*. Simulasi yang dilakukan yaitu membandingkan data model dengan data percobaan pengeringan *microwave* berdaya 0,25 W/g dan temperatur udara pengering 50 °C, kemudian berdaya 0,7 W/g dan temperatur udara pengering 70 °C. pengeringan dengan *microwave*, semakin tinggi harga koefisien perpindahan panas (h) hasil simulasi semakin mendekati data percobaan untuk periode awal pengeringan tetapi semakin menjauhi data percobaan seiring dengan bertambahnya waktu.

Kata kunci : Proses pengeringan, microwave , reaction engineering approach

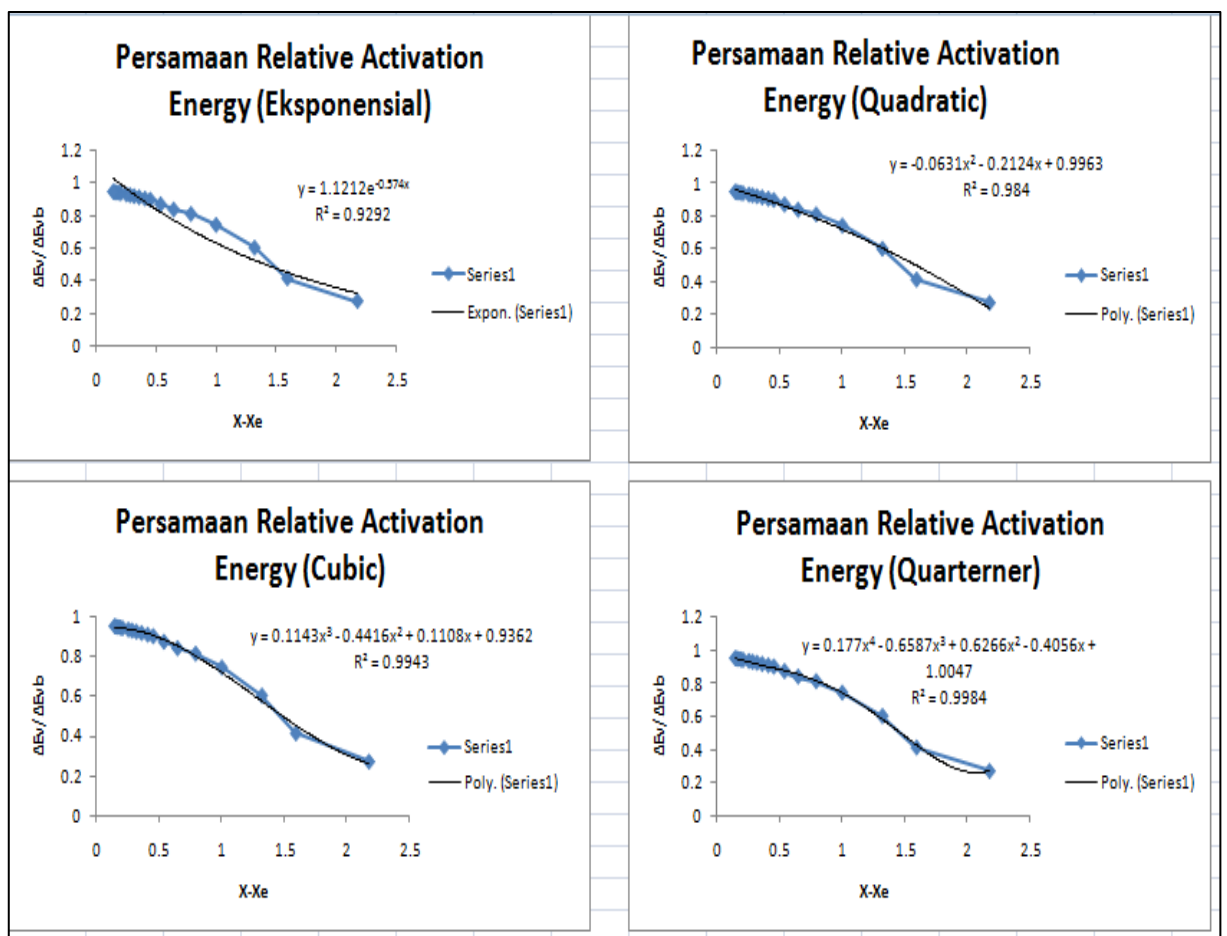
DOI: <https://doi.org/10.37577/sainteks.v3i1.386>

Received: 02, 2022. Accepted: 03, 2022

Published: 03, 2022

PENDAHULUAN

Persamaan energi aktivasi relatif diperoleh dengan mengalurkan $\frac{\Delta E_v}{\Delta E_{vb}}$ terhadap (X-Xe), di mana ΔE_v merupakan energi aktivasi untuk model REA, ΔE_{vb} merupakan energi aktivasi maksimum, X merupakan kandungan uap air (basis kering), dan Xe merupakan kandungan uap air pada saat kesetimbangan (basis kering). Temperatur udara kering yang digunakan adalah 50 °C dengan kelembaban 0,013 kg H₂O/kg udara kering. Beberapa kurva hasil regresi untuk persamaan energi aktivasi relatif dapat dilihat Gambar 1.



Gambar 1 Persamaan energi aktivasi rata-rata untuk data pengeringan secara konvektif

Persamaan energi aktivasi yang diperoleh dari regresi tersebut adalah sebagai berikut:

$$\frac{\Delta E_v}{\Delta E_{vb}} = 1,1212 e^{-0,574(X-Xe)} \dots\dots\dots (1)$$

$$\frac{\Delta E_{vb}}{\Delta E_v} = -0,0631(X - X_e)^2 - 0,2124(X - X_e) + 0,9963 \dots\dots\dots (2)$$

$$\frac{\Delta E_{vb}}{\Delta E_v} = 0,1143(X - X_e)^3 - 0,4416(X - X_e)^2 + 0,1108(X - X_e) + 0,9362 \dots\dots\dots (3)$$

$$\frac{\Delta E_v}{\Delta E_{vb}} = 0,177(X - X_e)^4 - 0,6587(X - X_e)^3 + 0,6266(X - X_e)^2 - 0,4056(X - X_e) + 1,0047 \dots\dots\dots (4)$$

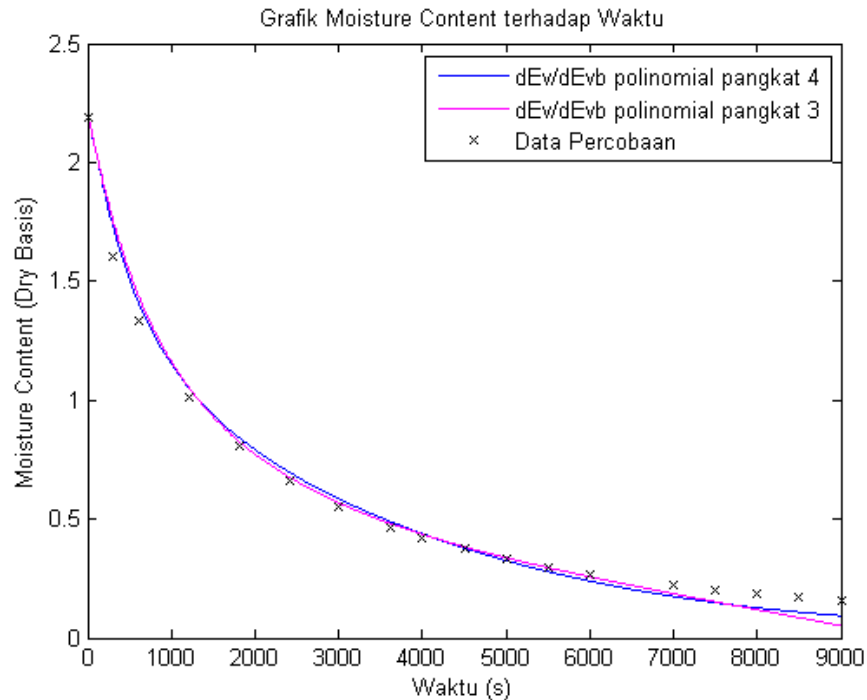
Dari Gambar 1, dapat dilihat bahwa persamaan polinomial pangkat 4 memiliki ketepatan yang lebih tinggi (R^2 paling besar). Selain menggunakan model eksponensial dan persamaan polinomial, persamaan energi aktivasi relatif juga dicari dengan menggunakan model pangkat dan eksponensial sebagai berikut:

$$\frac{\Delta E_v}{\Delta E_{vb}} = [1 + 1,701891821(X - X_e)^{1,501245571}] [e^{-1,313681679(X-Xe)^{1,166368476}}] \dots\dots\dots (5)$$

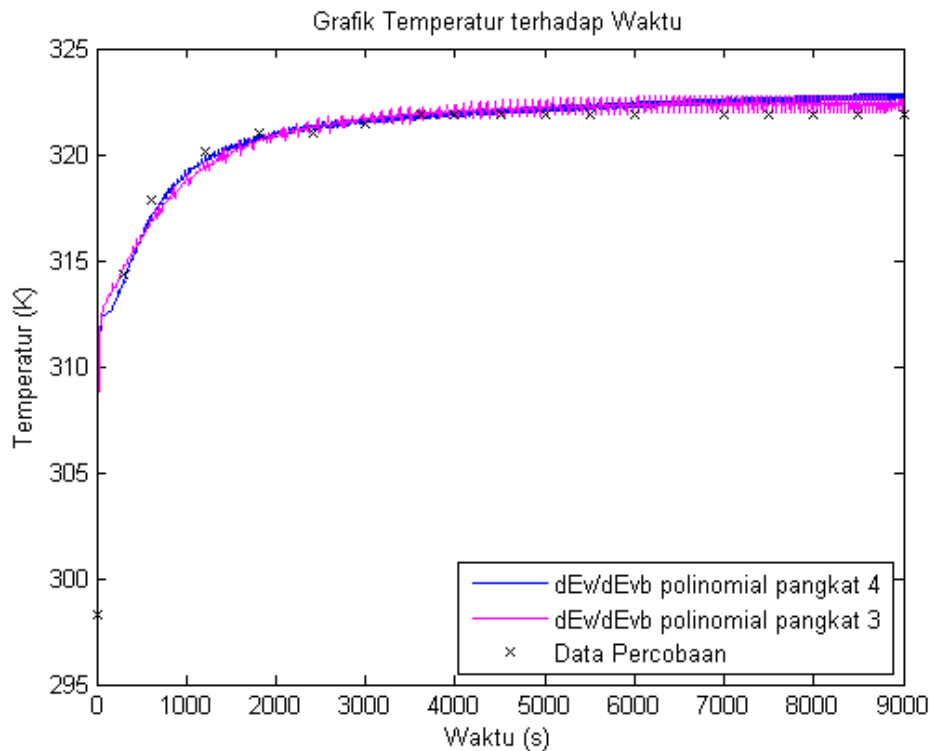
METODOLOGI

Pengeringan yang dilakukan terhadap kacang hijau bentuk sphere yaitu memperoleh persamaan energi aktivasi relative di atas (1 sampai 5), kemudian lakukan simulasi dengan program Matlab untuk membandingkan data percobaan yang ada dengan hasil model REA, pertama simulasi pengeringan menggunakan *microwave* dengan daya 0,25 W/g dan temperatur udara pengering 50 °C, kemudian percobaan kedua yaitu simulasi pengeringan *microwave*

berdaya 0,7 W/g dan temperatur udara pengering 70 °C. Persamaan energi aktivasi yang digunakan adalah persamaan (3) dan (4), Hasil simulasi untuk kandungan uap air dan temperatur produk dapat dilihat dalam Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2 Perbandingan kandungan uap air data percobaan dengan simulasi model REA



Gambar 3 Perbandingan temperatur data percobaan dengan simulasi model REA

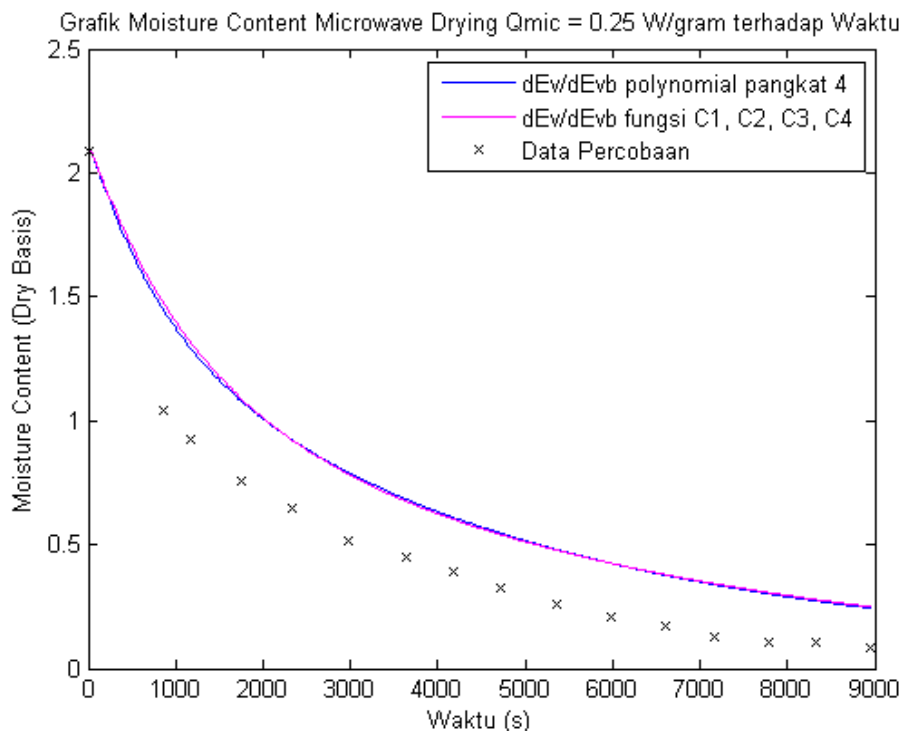
Dari Gambar 2, dapat dilihat bahwa hasil simulasi kandungan uap air produk yang menggunakan persamaan energi aktivasi relatif polinomial pangkat 4 (persamaan (4)), lebih mendekati data percobaan dibandingkan dengan persamaan polinomial pangkat 3 (persamaan (3)). Untuk temperatur produk (Gambar 3), hasil simulasi persamaan energi aktivasi relatif polinomial pangkat 4 menunjukkan lebih mendekati data percobaan di periode awal pengeringan, sedangkan persamaan polinomial pangkat 3 lebih mendekati data percobaan di periode terakhir pengeringan. Dengan demikian, hasil simulasi yang menggunakan persamaan energi aktivasi relatif polinomial pangkat 4 lebih baik dari pada persamaan polinomial pangkat 3. Berdasarkan hasil tersebut, persamaan energi aktivasi relatif yang akan digunakan untuk simulasi pengeringan menggunakan *microwave* adalah polinomial pangkat 4.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

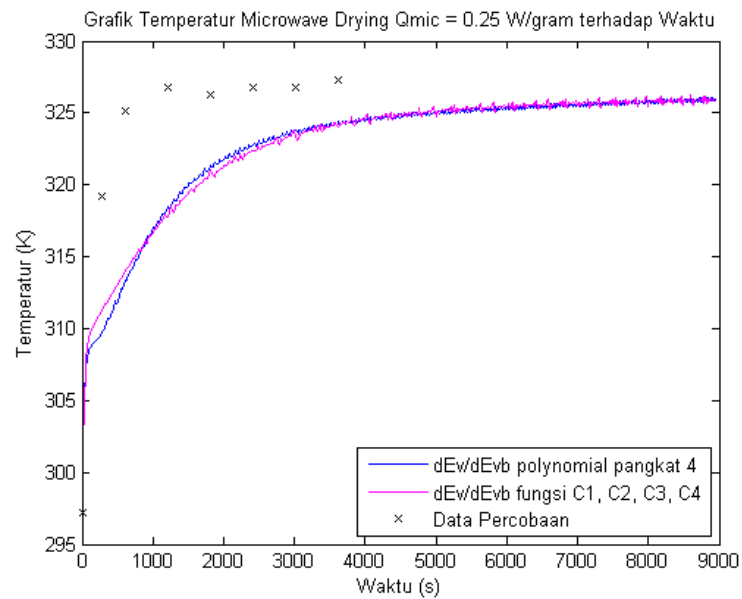
1. Perbandingan data percobaan pengeringan *microwave* dengan daya 0,25 W/g

Pada data percobaan pengeringan menggunakan *microwave* dengan daya 0,25 W/g dan temperatur udara pengering 50 °C, diperoleh data temperatur akhir produk pada saat kesetimbangan (T_f) adalah 327,3010753 K (54,3010753 °C). Berdasarkan data tersebut, dapat diperoleh kandungan uap air pada kesetimbangan (X_e), energi aktivasi maksimum (ΔE_{vb}), dan koefisien perpindahan panas untuk *microwave* (h) berturut-turut adalah 0,0108; 5431,72678 J/mol; dan 32,44190504 W/m²K.

Untuk simulasi pengeringan dengan *microwave* 0,25 W/g digunakan persamaan energi aktivasi relatif polinomial pangkat 4 (persamaan (4)) dan persamaan pangkat dan eksponensial (persamaan (5)). Perbandingan hasil simulasi untuk kandungan uap air dan temperatur produk dapat dilihat dalam Gambar 4 dan Gambar 5.

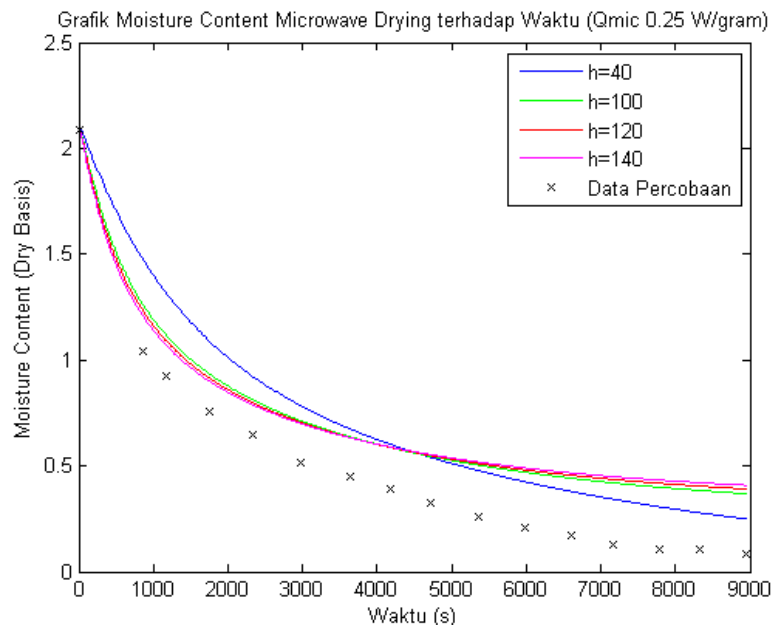


Gambar 4 Perbandingan kandungan uap air data percobaan dengan simulasi model REA untuk pengeringan dengan *microwave* 0,25 W/g

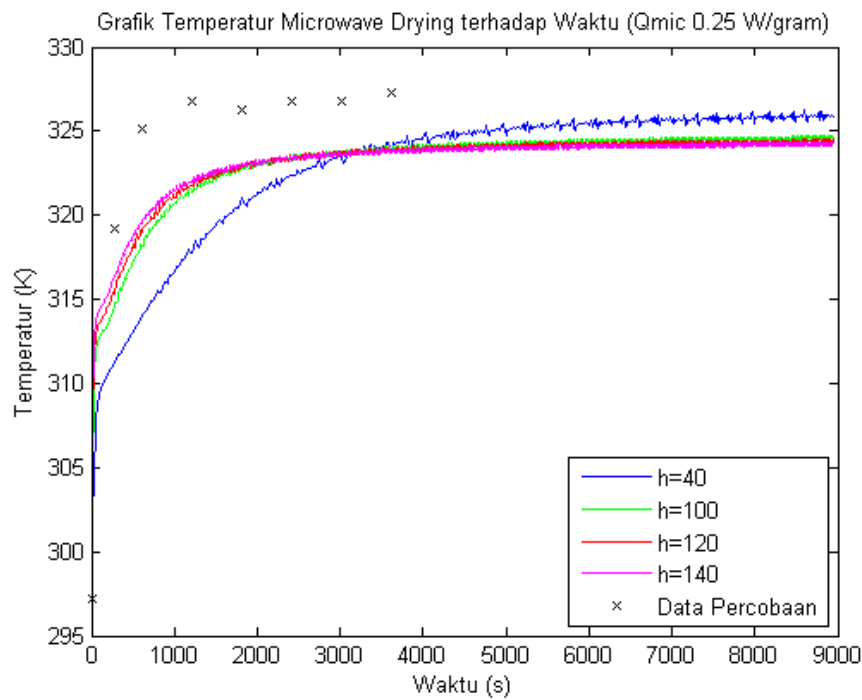


Gambar 5. Perbandingan temperatur data percobaan dengan simulasi model REA untuk pengeringan dengan *microwave* 0,25 W/g

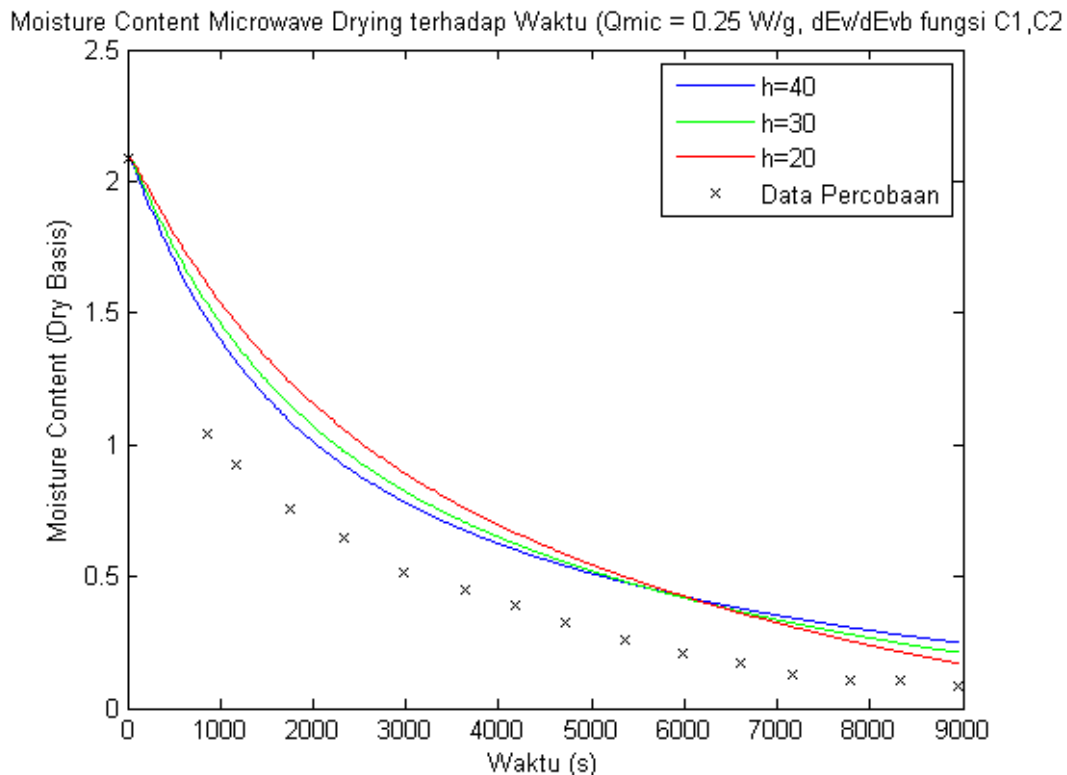
Berdasarkan Gambar 4 dan Gambar 5, dapat dilihat bahwa hasil simulasi menggunakan persamaan (4) dan (5) hampir sama, tetapi masih belum mendekati data percobaan. Oleh karena itu, dilakukan beberapa simulasi dengan variasi harga koefisien perpindahan panas *microwave*. Hasil simulasi kandungan uap air dan temperatur produk untuk persamaan (4) dapat dilihat dalam Gambar 6 dan Gambar 7. Sedangkan hasil simulasi untuk persamaan (5) dapat dilihat dalam Gambar 8 dan Gambar 9.



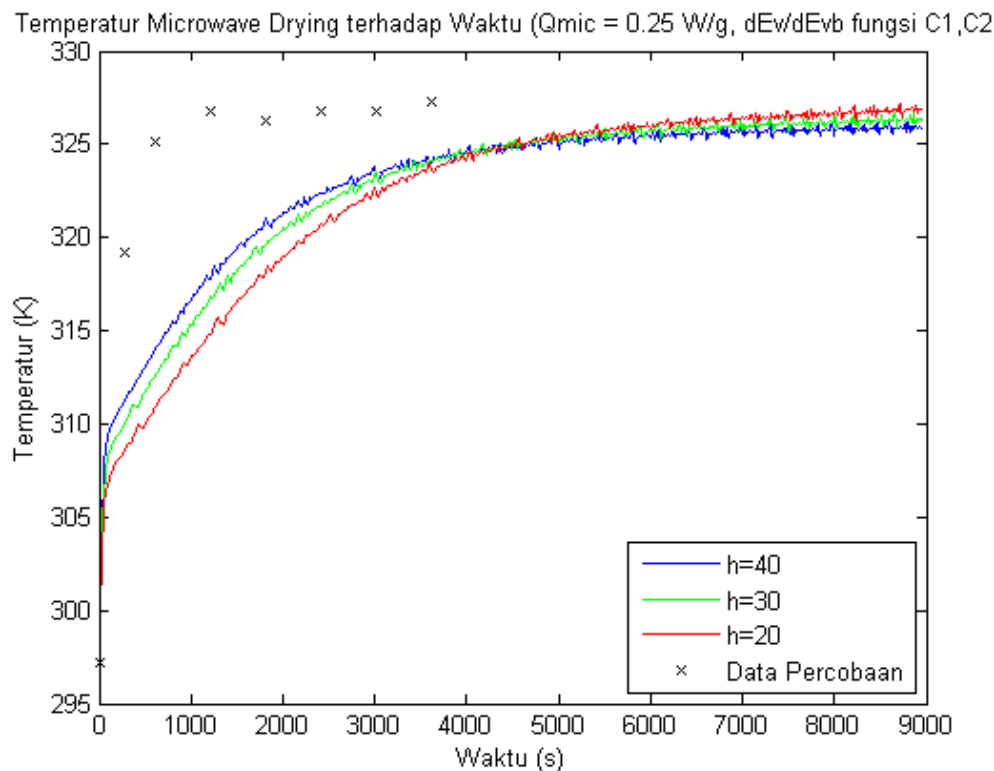
Gambar 6. Hasil simulasi kandungan uap air model REA (polinomial pangkat 4) dengan berbagai harga h untuk pengeringan dengan *microwave* 0,25 W/g



Gambar 7. Hasil simulasi temperatur model REA (polinomial pangkat 4) dengan berbagai harga h untuk pengeringan dengan *microwave* 0,25 W/g



Gambar 8. Hasil simulasi kandungan uap air model REA (pangkat dan eskponensial) dengan berbagai harga h untuk pengeringan dengan *microwave* 0,25 W/g



Gambar 9. Hasil simulasi temperatur model REA (pangkat dan eskponensial) dengan berbagai harga h untuk pengeringan dengan *microwave* 0,25 W/g

Untuk persamaan energi aktifasi relatif polinomial pangkat 4 (persamaan (4)), variasi harga h harus di atas 40 W/m²K. Jika digunakan harga h di bawah 40 W/m²K, hasil simulasi yang diperoleh mengandung bagian kompleks imajiner. Berdasarkan Gambar 6 dan Gambar 7, dapat dilihat bahwa dengan memperbesar nilai koefisien perpindahan panas (h), hasil simulasi kandungan uap air produk dan temperatur akan semakin mendekati data percobaan di tahap awal pengeringan, tetapi seiring dengan bertambahnya waktu malah semakin menjauhi data percobaan.

Untuk persamaan energi aktifasi relatif pangkat dan eksponensial (persamaan (5)), variasi harga h harus di bawah 40 W/m²K. Jika digunakan harga h di atas 40 W/m²K, hasil simulasi yang diperoleh mengandung bagian kompleks imajiner. Berdasarkan Gambar 8 dan Gambar 9, dapat dilihat bahwa dengan memperkecil nilai koefisien perpindahan panas (h), hasil simulasi kandungan uap air produk dan temperatur akan semakin menjauhi data percobaan di tahap awal pengeringan, tetapi seiring dengan bertambahnya waktu malah semakin mendekati data percobaan.

Berdasarkan hal tersebut di atas, baik persamaan energi aktifasi relatif polinomial pangkat 4 maupun persamaan pangkat dan eksponensial, menunjukkan kecenderungan yang sama, yaitu dengan semakin besar harga koefisien perpindahan panas, hasil simulasi semakin mendekati data percobaan di tahap awal pengeringan tetapi akan semakin menjauhi data percobaanseiring dengan bertambahnya waktu.

2. Perbandingan data percobaan pengeringan *microwave* dengan daya 0,7 W/g

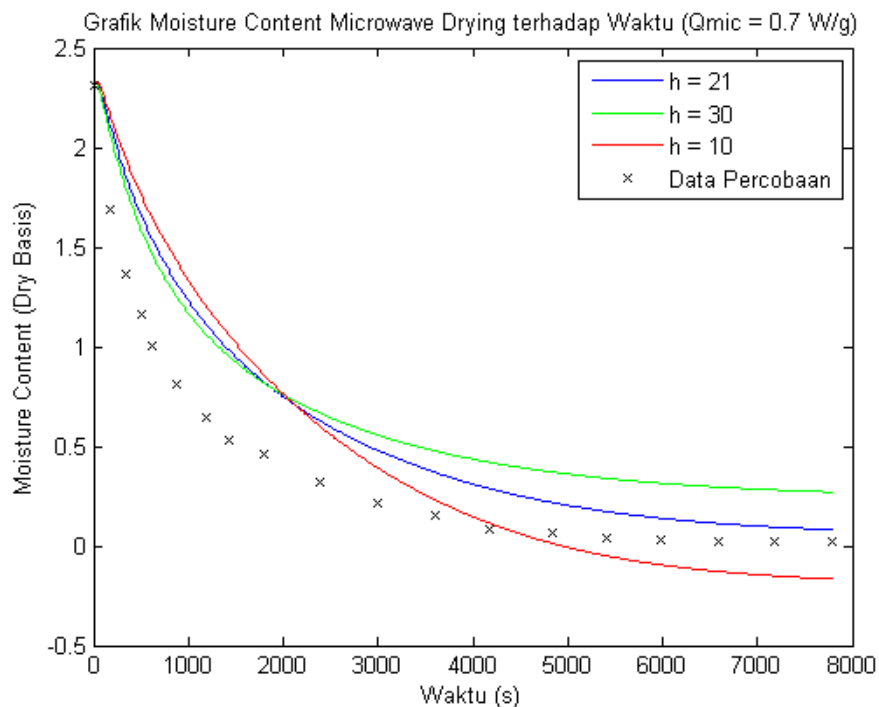
Simulasi selanjutnya dilakukan untuk membandingkan data model dengan data percobaan pengeringan *microwave* berdaya 0,7 W/g dan temperatur udara pengering 70 °C. Pada data percobaan ini, data yang tersedia hanya kandungan uap airnya, sehingga untuk menghitung koefisien perpindahan panas *microwave* dengan daya 0,7 W/g menggunakan

data dengan temperatur udara pengering 50 °C. Berdasarkan data ini, diperoleh bahwa temperatur akhir produk adalah 341,8172043 K (68,8172 °C), sehingga kandungan uap air pada kesetimbangan (X_e), energi aktivasi maksimum (ΔE_{vb}), dan koefisien perpindahan panas untuk *microwave* (h) berturut-turut adalah 0,00531; 7557,290556 J/mol; dan 20,42167249 W/m²K.

Harga h tersebut kemudian digunakan untuk menghitung temperatur akhir pengeringan dengan temperatur udara pengering 70 °C. Berdasarkan harga h tersebut, diperoleh temperatur akhir pengeringan untuk temperatur udara pengering 70 °C adalah 362,7002801 K (89,70028 °C). Berdasarkan data tersebut, diperoleh bahwa kandungan uap air pada kesetimbangan (X_e) dan energi aktivasi maksimum (ΔE_{vb}) berturut-turut adalah 0,00222 dan 10.577,55509 J/mol.

Persamaan energi aktivasi relatif yang digunakan untuk simulasi pengeringan *microwave* dengan daya 0,7 W/g adalah persamaan polinomial pangkat 4. Persamaan energi aktivasi relatif pangkat dan eksponensial menghasilkan data simulasi yang mengandung bagian kompleks imajiner.

Hasil perbandingan data percobaan dengan simulasi model REA untuk pengeringan *microwave* dengan daya 0,7 W/g dan temperatur udara pengering 70 °C dapat dilihat dalam Gambar 10.



Gambar 10 Perbandingan data percobaan kandungan uap air dengan simulasi model REA untuk pengeringan dengan *microwave* 0,7 W/g dan temperatur udara pengering 70 °C

Berdasarkan Gambar 10, hasil simulasi yang menggunakan harga h yang diperoleh dari hasil perhitungan (20,42167249 W/m²K) mendekati data percobaan di periode akhir pengeringan. Sedangkan di periode awal pengeringan, hasil simulasinya tidak mendekati data percobaan. Dengan memperbesar harga h , hasil simulasi semakin mendekati data percobaan di awal periode pengeringan tetapi semakin menjauhi data percobaan seiring dengan bertambahnya waktu.

KESIMPULAN

- Pengeringan secara konvektif, simulasi model REA menggunakan persamaan energi aktivasi polinomial pangkat 3 dan pangkat 4. Hasil simulasi model REA menggunakan persamaan energi aktivasi relatif polinomial pangkat 4 lebih mendekati data percobaan.
- Pengeringan dengan *microwave* berdaya 0,25 W/g dan temperatur udara pengering 50 °C, simulasi model REA menggunakan persamaan polinomial pangkat 4 dan persamaan pangkat dan eksponensial. Hasil simulasi model REA kurang mendekati data percobaan walaupun bentuk kurvanya sudah mendekati.
- Pengeringan dengan *microwave* berdaya 0,70 W/g dan temperatur udara pengering 70 °C, simulasi model REA menggunakan persamaan polinomial pangkat 4. Hasil simulasi model REA kurang mendekati data percobaan walaupun bentuk kurvanya sudah mendekati.
- Pengeringan dengan *microwave*, semakin tinggi harga koefisien perpindahan panas (h) hasil simulasi semakin mendekati data percobaan untuk periode awal pengeringan tetapi semakin menjauhi data percobaan seiring dengan bertambahnya waktu.

DAFTAR PUSTAKA

- Diza, Helmi Yulia. "Penentuan Waktu dan Suhu Pengeringan Optimal Terhadap Sifat Fisik Bahan Pengisi Bubur Kampiun Instan Menggunakan Pengering Vakum"(online), Balai Riset dan Standardisasi Industri Padang, diakses 3 Juli 2021.
- Jannah Miftahul. "Pengeringan Osmotik Pada Irisan Buah Mangga Arumanis Dengan Pelapisan Kitosan" (online) (<http://repository.ipb.ac.id/jspui/bitstream/123456789/53691/8/F11mja.pdf>), diakses 4 Agustus 2021)
- Rozana, R. (2016). "Response of Drying Temperature on Drying Rate and Quality of Dried Candied Mango" (Online), Research Gate Publication Journal, diakses 3 July 2021)