

REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan : EC002022110696, 21 Desember 2022

Pencipta

Nama : **Dr. Ir. Raden Faridz, MP., R. Arlef Firmansyah, STP., M.Si. dkk**

Alamat : **Jln KH. Hasyim Asyari I/28 RT 02 RW 05, Demangan, Bangkalan ,
Bangkalan, JAWA TIMUR, 69115**

Kewarganegaraan : **Indonesia**

Pemegang Hak Cipta

Nama : **UNIVERSITAS TRUNOJOYO MADURA**

Alamat : **Jalan Raya Telang, Kamal, Bangkalan, JAWA TIMUR, 69162**

Kewarganegaraan : **Indonesia**

Jenis Ciptaan : **Modul**

Judul Ciptaan : **Menentukan Model Kinetika Pengeringan Untuk Pengeringan
Intermitten Produk Pertanian Dan Pangan**

Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia : **12 Desember 2022, di Bangkalan**

Jangka waktu perlindungan : **Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia, terhitung mulai tanggal 1 Januari tahun berikutnya.**

Nomor pencatatan : **000426440**

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.
Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.



a.n Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia
Direktur Jenderal Kekayaan Intelektual
u.b.
Direktur Hak Cipta dan Desain Industri

Anggoro Dasananto
NIP.196412081991031002

Disclaimer:
Dalam hal pemohon memberikan keterangan tidak sesuai dengan surat pernyataan, Menteri berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.

LAMPIRAN PENCIPTA

No	Nama	Alamat
1	Dr. Ir. Raden Faridz, MP.	Jln KH. Hasyim Asyari I/28 RT 02 RW 05, Demangan, Bangkalan
2	R. Arief Firmansyah, STP., M.Si.	Jln Letnan M Yahdi Adikara 10 RT 05 RW 08, Barurambat Kota, Pamekasan
3	Antin Sumarni	Dsn. Karang Dalem RT 004, RW 004 Dsa. Pademawu Barat Kec. Pademawu
4	Dwi Setiya Rini	Jl. Pemuda No 31, RT 05 RW 02, Kec. Brondong





Modul

Menentukan model kinetika pengeringan untuk pengeringan intermitten produk pertanian dan pangan

disusun oleh

Dr. Raden Faridz

R. Arief Firmansyah

Antin Sumarni

Dwi Setiya Rini

Bahasan

Tujuan pembelajaran

Modul ini disusun untuk memberikan pemahaman kepada mahasiswa tentang,

1. Prosedur pengeringan intermitten untuk produk pertanian dan turunannya
2. Prosedur membangun model kinetika pengeringan berdasarkan thin layer model menggunakan perangkat lunak excel solver

Materi ajar

Pengeringan merupakan tehnik pengawetan yang umum digunakan. Terdapat dua jenis tehnik pengeringan, yaitu pengeringan kontinu dan pengeringan intermitten. Pengeringan kontinu didefinisikan sebagai tehnik pengeringan dimana sampel secara kontinu dipaparkan dengan sumber panas pengeringan. Tehnik pengeringan kontinu membutuhkan sumber energi besar karena sumber panas disuplai secara kontinu ke dalam ruang pengering. Kebutuhan energi yang besar tersebut tidak feasible, khususnya bagi usaha mikro, kecil dan menengah. Solusi yang dapat ditawarkan melalui pemanfaatan tehnik pengeringan intermitten. Produk dipaparkan panas dalam periode waktu tertentu karena panas hanya dibutuhkan dalam periode tertentu berakibat pada sumber energi yang dihasilkan untuk sumber panas menjadi lebih kecil. Peralatan yang tersedia di laboratorium umumnya ditujukan untuk tehnik pengeringan kontinu sehingga bila diperlukan penelitian yang menggunakan tehnik pengeringan intermitten perlu dilakukan penyesuaian. Pada pengeringan intermitten terdapat istilah resting time. Istilah tersebut merujuk pada waktu dimana sampel lepas dari paparan sumber panas pengering. Dari beberapa penelitian periode resting time yang lebih panjang pada suhu yang lebih rendah secara signifikan menghindari pengaruh perubahan warna secara non-enzimatis.

Peralataan (alat yang dibutuhkan)

Peralatan yang dibutuhkan untuk melakukan pengeringan intermitten antara lain,

1. Oven pengering (Suhu pemanas dapat diatur)
2. Cawan, berfungsi untuk menyimpan sampel selama pengeringan. Jenis cawan dapat disesuaikan dengan bentuk dan sifat sampel
3. Timbangan analitik
4. Desikator
5. Wadah tray dan penjepit
6. Lembar pengamatan berat sampel
7. Alat tulis
8. PC/Laptop yang telah terinstal office: Ms. Excel

Prosedur pengeringan intermitten

Prosedur untuk melakukan pengeringan terdiri atas dua tahap, prosedur pengeringan intermitten dan prosedur pengukuran bobot

Prosedur untuk melakukan pengeringan intermitten sebagai berikut,

1. Jumlah minimal sampel yang dibutuhkan adalah 3 sampel.

Menentukan model kinetika pengeringan untuk pengeringan intermitten produk pertanian dan pangan

2. Oven telah dinyalakan selama ± 10 menit pada suhu target agar tercapai kestabilan suhu target.
3. Sampel disimpan dalam oven secara bergantian selama resting time yang telah ditentukan. Sampel 1 disimpan pertama kali di oven. Sampel 2 dan 3 di luar oven.
4. Setelah resting time tercapai, sampel 1 pindah ke desikator 1. Sampel 2 masuk ke oven dan sampel 3 masih di luar oven.
5. Setelah resting time tercapai, sampel 1 pindah ke desikator 2. Sampel 2 pindah ke desikator 1 dan sampel 3 masuk ke oven.
6. Setelah resting time tercapai, sampel 1 kembali masuk ke oven. Sampel 2 pindah ke desikator 2 dan sampel 3 masuk ke desikator 1.
7. Ulangi siklus tersebut hingga berat ketiga sampel tersebut konstan atau tidak terjadi lagi perubahan bobot.

Selama proses pengeringan intermitten, setiap sampel diukur penurunan beratnya. Berikut adalah prosedur untuk mengukur berat sampel selama pengeringan intermitten.

1. Pengukuran berat sampel dilakukan secara berkala setiap 10 menit, 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit dan seterusnya. Periode waktu pengukuran dapat disesuaikan dengan kebutuhan dengan berprinsip bahwa proses pengeringan awal, pengukuran berat harus dilakukan dalam rentang periode yang singkat. Saat fase pengeringan akhir, pengukuran berat dapat dilakukan dalam rentang periode yang cukup panjang. Pada fase awal pengeringan, air yang terikat dalam sampel adalah air bebas sehingga mudah sekali lepas. Sedangkan pada fase pengeringan akhir, air yang ada adalah air terikat yang sulit untuk menguap.
2. *Template* lembar pengamatan berat sampel disajikan dalam Tabel 1. Baris 1 (resting time) menunjukkan informasi tentang resting time yang digunakan. Baris 2 (suhu pengeringan) diisi dengan informasi suhu pengeringan perlakuan yang sedang diamati. Bagian “pengamatan ke-” dituliskan saat 1 siklus sampel telah lengkap (oven-desikator 1-desikator 2). Jika informasi “pengamatan ke” adalah 4 menunjukkan bahwa sampel telah melalui 4 siklus. Bagian “waktu” dituliskan tentang informasi waktu pengukuran berat secara berkala yang dituliskan secara kumulatif, misalkan 10, 20, 30, 60, 120, dst.

Tabel 1 Template lembar pengamatan berat sampel selama pengeringan

Resting time					
Suhu pengeringan					
Pengamatan ke-	Waktu (menit)	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	dst
0	0	[berat awal]	[berat awal]	[berat awal]	
1	10				

Prosedur pembangunan model kinetika pengeringan

Setelah seluruh pengamatan selesai, data pengukuran berat sampel selama pengeringan intermitten dianalisis. Berikut ini adalah prosedur untuk menganalisa data hingga didapatkan model kinetika pengeringan intermitten.

1. Data pengukuran berat adalah total berat antara berat cawan dan berat sampel. Oleh karena itu, $berat\ sampel = berat\ tercatat - berat\ cawan$
2. Seluruh data berat sampel dikonversi dalam istilah kadar air yang dapat dihitung berdasarkan formula berikut, $\%kadarair = \frac{beratsampel - beratkering}{beratsampel}$

Menentukan model kinetika pengeringan untuk pengeringan intermitten produk pertanian dan pangan

3. Data kadar air yang didapat kemudian dihitung moisture ratio-nya dengan menggunakan formula berikut, $Moistureratio = \frac{M - M_e}{M_o - M_e}$
dimana
 M : %kadar air saat waktu t
 M_e : %kadar air kesetimbangan
 M_o : %kadar air awal
4. Setelah seluruh data dikonversi dalam nilai MR, dibuat scatter plot antara data waktu t (sumbu-x) dan data MR (sumbu-y). Visualisasi hubungan antara waktu dan MR menunjukkan penurunan kadar air terhadap total waktu pengeringan.
5. Untuk menyusun model kinetika pengeringan, data waktu perlu dikonversi dari lama waktu pengeringan ke waktu efektif pengeringan. Waktu efektif pengeringan adalah waktu ketika sampel terpapar sumber panas. Scatter plot dibuat antara data waktu efektif pengeringan dan data MR.
6. Model kinetika pengeringan yang dibangun didasarkan atas model empiris yang telah dikembangkan dan umum digunakan di jurnal ilmiah internasional, antara lain
 1. Model Henderson dan Pabis $MR = ae^{-bt}$
 2. Model Lewis $MR = e^{-bt}$
 3. Model Page $MR = \frac{e^{-at^b}}{1-t}$
 4. Model Peleg $MR = \frac{a}{a+bt}$
 5. Model Silva et alii $MR = e^{-at-b\sqrt{t}}$
 6. Model Wang dan Singh $MR = 1 + at + bt^2$

Model kinetika pengeringan lainnya dapat juga ditambahkan sesuai target yang ingin dicapai

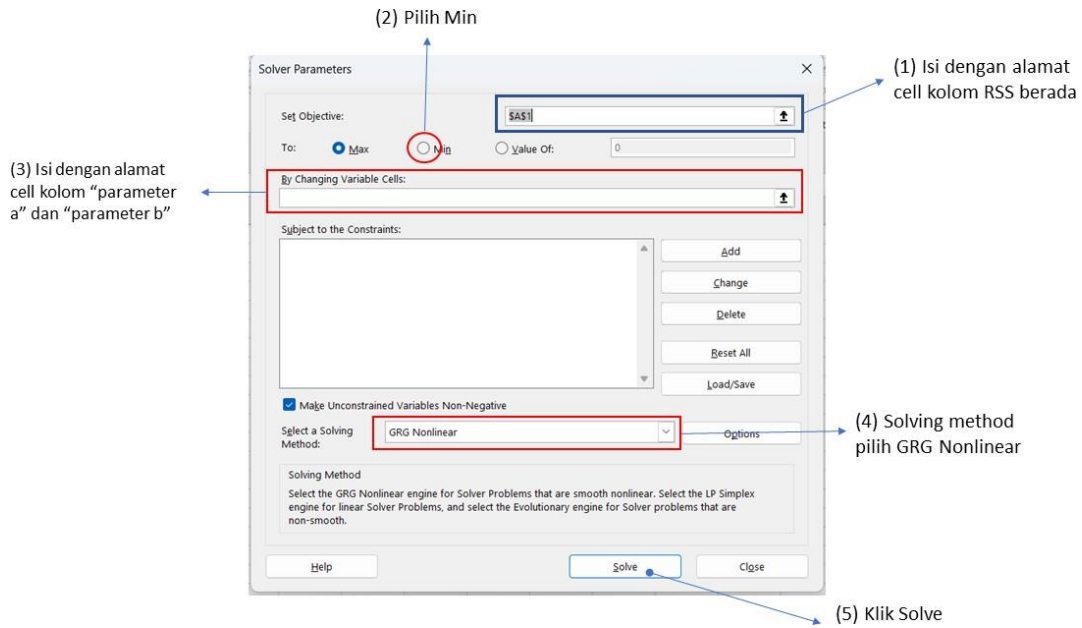
7. Perhitungan hasil parameter a dan b pada model empiris didapatkan dari pencarian nilai optimal menggunakan solver excel. Langkah mengaktifkan fungsi solver sebagai berikut,
 1. Buka MS. Excel → pilih options → pilih tab add-ins → pada kolom Manage pilih excel add-ins kemudian klik GO dan pilih Solver add-in dan OK
 2. Susun data MR, waktu t sesuai *template* tabel berikut ini. Kolom waktu diisi dengan data waktu efektif pengeringan, Kolom MR pengamatan adalah data MR hasil konversi dari data berat sampel selama pengeringan. Kolom MR prediksi diisi dengan salah satu model kinetika pengeringan pada prosedur 6 yang hendak didapatkan parameter a dan b . Kolom residual adalah selisih antara MR pengamatan dan MR prediksi. Kolom residual square adalah kuadrat dari kolom residual. Kolom parameter a dan b adalah nilai parameter yang didapatkan dari hasil optimasi data MR pengamatan dan MR prediksi. Kolom RSS merupakan total penjumlahan kolom residual square untuk seluruh data MR.

Tabel 2 template perhitungan model empiris

Waktu	MR pengamatan	MR prediksi	Residual	Residual Square	Parameter a	Parameter b	RSS
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)

3. Setelah data pada tabel diatas terisi. Proses optimasi untuk mendapatkan parameter a dan b dilakukan sesuai tahapan berikut,
 - a. Pilih tab data → klik solver
 - b. Kemudian isi setiap bagian pada jendela solver yang muncul sesuai pada Gambar 1 berikut

Menentukan model kinetika pengeringan untuk pengeringan intermitten produk pertanian dan pangan



Gambar 1 prosedur penggunaan solver untuk curve fitting

4. Untuk menilai model empiris yang dihasilkan evaluasi dilakukan dengan menghitung nilai R^2 dan χ^2 dengan menyusun template tabel X.

$$R^2 = \frac{\text{sumkolom13}}{\text{sumkolom14}} * \frac{\text{sumkolom13}}{\text{sumkolom15}}$$

$$\chi^2 = \text{sumkolom16}$$

Tabel 3 template evaluasi hasil perhitungan model empiris

Rataan MR pengamatan	Rataan MR prediksi	Kolom (2) – kolom (9)	Kolom (3) – kolom (10)	Kolom (11) * kolom (12)	Kolom (11)^2	Kolom (12)^2	((3) – (2))^2/(2)
(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)

5. Model kinetika pengeringan terbaik dipilih berdasarkan nilai $R^2 > 0.997$ dan $\chi^2 < 0.005$.