



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.  
Perpustakaan IPB University

UJI TEKNIK	
NO. UJI :	1991/0134
BARANDOPAKPAHAN :	030
KALIMATI :	101
WABANDU :	TANJUNGPINRANG

F (MP/1991/0134)

**DISAIN DAN UJI TEKNIS**  
**ALAT PENERING TIPE RAK TANPA BLOWER**  
**UNTUK UBI KAYU (*Manihot esculenta* CRANTZ.)**



Oleh  
**BARANDO PAKPAHAN**  
F 23 0190



1991  
**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN**  
**INSTITUT PERTANIAN BOGOR**  
**BOGOR**

BARANDO PAKPAHAN. F 23.0190. Disain dan Uji Teknis Alat Pengering Tipe Rak Tanpa Blower untuk Ubi kayu (*Manihot esculenta* CRANTZ.). Di bawah bimbingan Ir. John Kumendong, MS dan Ir. Kusen Morgan, MS.

### RINGKASAN

Ubi kayu merupakan tanaman yang sudah memasyarakat dan penanganannya relatif mudah. Ubi kayu biasanya dikeringkan dengan cara penjemuran. Penjemuran menimbulkan beberapa kerugian seperti pelarutan sebagian pati pada waktu hujan karena galek tidak pernah dibawa masuk ke dalam rumah. Banyak tempat tinggal petani yang belum terjangkau listrik dan bahan bakar motor bensin atau diesel sehingga menghambat penerapan alat-alat pengering mekanis ataupun semi mekanis. Oleh sebab itu, perlu penelitian suatu alat pengering sederhana dengan bahan bakar yang mudah didapat oleh petani seperti minyak tanah.

Tujuan penelitian ini adalah: (1) merancang dan membuat alat pengering ubi kayu tipe rak tanpa blower dengan pemanas kompor minyak tanah, dan (2) mempelajari pengaruh posisi rak-rak pengering terhadap sebaran suhu dan laju pengeringan ubi kayu irisan tipis.

Menurut Brooker *et al.* (1974), dasar pengeringan adalah penguapan air karena adanya perbedaan kandungan uap air antara udara pengering dengan bahan yang dikeringkan. Pada awal pengeringan terjadi penyesuaian suhu pada sistem pengeringan. Panas menyebabkan turunnya tekanan parsial uap di dalam



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DISAIN DAN UJI TEKNIS  
ALAT PENGERING TIPE RAK TANPA BLOWER  
UNTUK UBI KAYU (*Manihot esculenta* CRANTZ.)

SKRIPSI

sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN  
JURUSAN MEKANISASI PERTANIAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR

OLEH  
BARANDO PAKPAHAN  
F23 0190

1991  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR

INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

DISAIN DAN UJI TEKNIS  
ALAT PENDINGER TIPE RAK TANPA BLOWER  
UNTUK UBI KAYU (*Manihot esculenta* CRANTZ.)

SKRIPSI

sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN  
JURUSAN MEKANISASI PERTANIAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR

OLEH

BARANDO PAKPAHAN

F23.0190

lahir di Tapanuli Utara, 21 Februari 1968  
lulus ujian sarjana tanggal: 17 Desember 1991

Disetujui

Bogor,

Mei

1992

  
Ir. John Kumendong, MS  
DOSEN PEMBIMBING I



Disetujui

Bogor,

Mei

1992

  
Ir. Kusen Morgan, MS  
DOSEN PEMBIMBING II



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Pengasih, karena dengan rahmat dan petunjuk-Nya-lah tulisan ini dapat diselesaikan.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pertanian, pada Jurusan Mekanisasi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah memberikan bantuan, baik moril maupun materil.

Terimakasih kepada :

1. Ir. John Kumedong, MS atas bimbingan dan bantuannya.
2. Ir. Kusen Morgan, MS atas bimbingan dan bantuannya.
3. Ir. M. Yamin atas kesediaannya untuk menguji.
4. Tim Bengkel Mekanisasi Pertanian Fateta-IPB.
5. Ompung Aloisius Mannen Sihotang atas bantuannya.
6. Yayasan Beasiswa Supersemar atas bantuan dan pengarahan-pengarahan yang diberikan.

Bogor, September 1991

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
I. PENDAHULUAN	1
A. LATAR BELAKANG	1
B. TUJUAN PENELITIAN	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	3
A. UBI KAYU	3
1. Produksi Ubi Kayu di Indonesia	3
2. Sifat Fisik, Komposisi Kimia, dan Mutu	4
3. Pengolahan Ubi Kayu	5
B. TEORI PENGERINGAN	6
C. ALAT PENGERING	10
D. EFISIENSI TEKNIS	14
III. METODOLOGI PENELITIAN	15
A. TEMPAT DAN WAKTU PENELITIAN	15
B. BAHAN DAN ALAT	15
C. DISAIN ALAT PENGERING	16
1. Disain Fungsional	22
2. Disain Struktural	24
D. PROSEDUR UJI TEKNIS	31
1. Persiapan	31

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penerbitan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

	<b>Halaman</b>
2. Perlakuan	31
3. Pengukuran-pengukuran	36
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	41
A. SEBARAN SUHU DAN LAJU UDARA	41
B. PROSES PENGERINGAN	48
C. LAJU PENGERINGAN	54
D. DERAJAT PUTIH DAN EFISIENSI TEKNIS	55
V. KESIMPILAN DAN SARAN	58
A. KESIMPULAN	58
B. SARAN	59
DAFTAR PUSTAKA	67

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Luas lahan dan produksi ubi kayu di Indonesia tahun 1984 - 1989	3
Tabel 2. Komposisi ubi kayu pada saat panen	4
Tabel 3. Komposisi tepung gaplek	5
Tabel 4. Standar mutu tepung gaplek	5
Tabel 5. Panas laten penguapan air	8
Tabel 6. Jenis produk yang dikeringkan dan tipe pengering yang digunakan	13
Tabel 7. Sebaran suhu dan laju udara dalam 'posisi rak aliran udara bebas'	42
Tabel 8. Sebaran suhu dan laju udara dalam 'posisi rak aliran udara zig-zag'	42
Tabel 9. Penurunan kadar air sampel rata-rata untuk tiap rak dalam 'posisi rak aliran udara bebas sejajar'	49
Tabel 10. Penurunan kadar air sampel rata-rata untuk tiap rak dalam 'posisi rak aliran udara zig-zag'	49
Tabel 11. Penurunan massa dan kadar air rata-rata seluruh sampel dalam 'posisi rak aliran udara bebas' dan 'posisi rak aliran udara zig-zag'	52
Tabel 12. Derajat putih	55
Tabel 13. Hasil uji teknis	57

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penerbitan kritik atau tinjauan suatu masalah  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Laju pengeringan tetap dan menurun untuk bahan pertanian	7
Gambar 2. Beberapa alat pengering tipe bak	11
Gambar 3. Prototipe alat pengering model sumur	12
Gambar 4. Perspektif pengering tipe rak tanpa blower	16
Gambar 5. Badan pengering	17
Gambar 6. Pengering tipe rak tanpa blower	18
Gambar 7. Tampak depan badan pengering	19
Gambar 8. Tampak samping badan pengering	20
Gambar 9. Tampak atas badan pengering	21
Gambar 10. Jalur asap dan udara pengering	23
Gambar 11. Potongan kerangka dari kaki pengering sampai rongga bawah	24
Gambar 12. Beberapa pembatas rongga bawah	27
Gambar 13. Kantong asap, belahan rusuk samping, dan pipa-pipa segiempat pemanas	30
Gambar 14. Posisi rak aliran udara bebas	32
Gambar 15. Posisi rak aliran udara zig-zag	33
Gambar 16. Posisi kotak sampel	35
Gambar 17. Titik-titik pengukuran suhu di dalam ruang pengering	39
Gambar 18. Diagram alir prosedur penelitian	40
Gambar 19. Beberapa kondisi suhu dalam 'posisi rak aliran udara bebas'	43

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, pertuisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

	Halaman
Gambar 20. Suhu ruang pengering dalam 'posisi rak aliran udara bebas'	44
Gambar 21. Beberapa kondisi suhu dalam 'posisi rak aliran udara zig-zag'	45
Gambar 22. Suhu ruang pengering dalam 'posisi rak aliran udara zig-zag'	46
Gambar 23. Laju udara di cerobong dengan pembebanan ubi kayu rajangan pada rak-rak pengering	47
Gambar 24. Penurunan kadar air dalam 'posisi rak aliran udara bebas'	50
Gambar 25. Penurunan kadar air dalam 'posisi rak aliran udara zig-zag'	51
Gambar 26. Penurunan kadar air rata-rata dalam 'posisi rak aliran udara bebas dan 'posisi rak aliran udara zig-zag'	53

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Penurunan massa bahan	61
Lampiran 2. Penurunan kadar air bahan di dalam dua kotak sampel tiap rak	62
Lampiran 3. Derajat putih produk	63
Lampiran 4. Perhitungan efisiensi teknis	64
Lampiran 5. Perhitungan laju pengeringan (dM/dT) dalam 'posisi rak aliran udara bebas' dan 'posisi rak aliran udara zig-zag', yang dibuat berdasarkan penurunan massa sampel	66

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penerbitan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



## I. PENDAHULUAN

### A. LATAR BELAKANG PENELITIAN

Produk pertanian yang dipanen diharapkan mampu bertahan dalam jangka yang lama sesuai kebutuhan, sehingga dapat diperoleh sewaktu-waktu dengan mudah. Untuk itu perlu diadakan proses pengawetan. Pengeringan adalah salah satu cara mengawetkan bahan yang dipanen tersebut, dan merupakan cara tertua yang dikenal dalam pengawetan produk pertanian.

Dalam proses pembuatan tepung gaplek, pengeringan merupakan salah satu tahap proses, dan salah satu kegiatan kritis. Petani biasanya menjemur gaplek irisan tipis (0.5-1.0 cm) di atas tikar selama 3-5 hari. Irisan gaplek setebal 4-5 cm atau gaplek ubi kayu utuh dijemur di atas tanah selama 7-10 hari (Purwadaria, 1989).

Penjemuran ini akan menimbulkan beberapa kerugian, antara lain: pelarutan sebagian pati pada waktu hujan karena gaplek tidak pernah dibawa masuk ke dalam rumah, dan pencemaran kotoran. Petani yang tinggal di pedalaman masih mempertahankan cara penjemuran ini. Banyak tempat tinggal petani yang belum terjangkau listrik dan bahan bakar motor bensin atau diesel sehingga menghambat penerapan alat-alat pengering mekanis ataupun yang semi mekanis. Oleh sebab itu,

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, pertuisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.  
Perpustakaan IPB University

perlu penelitian suatu pengering sederhana dengan bahan bakar yang mudah didapat oleh petani seperti minyak tanah.

Pada umumnya, dengan pengering tipe rak, produk pertanian dikeringkan dengan rak-rak pengering yang disusun sejajar dari bawah ke atas. Hal ini akan memungkinkan banyaknya udara pengering yang keluar dari ruang pengering tanpa terlebih dahulu kontak dengan bahan yang dikeringkan, sehingga kehilangan panas yang terjadi relatif lebih besar.

## B. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan penelitian ini adalah:

- (1) merancang dan membuat alat pengering ubi kayu tipe rak tanpa blower dengan pemanas kompor minyak tanah.
- (2) mempelajari pengaruh posisi rak-rak pengering terhadap sebaran suhu dan laju pengeringan ubi kayu irisan tipis.



## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. UBI KAYU

#### 1. Produksi Ubi Kayu di Indonesia

Ubi kayu merupakan tanaman yang sudah memasyarakat, mudah didapat, murah, penanganan yang relatif murah, dan produksi per hektar tinggi, di atas 10 ton/ha (Tabel 1).

Seluruh daerah Indonesia sudah mengenal dan menanam ubi kayu. Sebagian besar ubi kayu digunakan untuk konsumsi langsung rumah tangga; untuk bahan baku industri dalam bentuk tepung gaplek, tapioka, tepung ubi kayu; dan untuk pakan ternak.

Tabel 1. Luas lahan dan produksi ubi kayu di Indonesia tahun 1984 - 1989 (BPS, 1984 - 1989)

Tahun	Luas lahan (10 <sup>3</sup> ha)	Produksi (10 <sup>4</sup> ton)	Produksi rata-rata (ton/ha)
1984	1 350.4	1 416.71	10.5
1985	1 291.8	1 405.70	10.9
1986	1 169.9	1 331.21	11.4
1987	1 222.2	1 435.63	11.7
1988	1 402.2	1 709.17	12.1

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

## 2. Sifat Fisik, Komposisi Kimia, dan Mutu

Umbi ubi kayu terdiri atas kulit luar, kulit dalam, daging umbi, dan sumbu. Jumlah yang dapat dimakan dari ubi kayu sekitar 75%. Selain untuk tepung, ubi kayu dapat diolah menjadi dekstrin, lem, kerupuk, alkohol, tape, dan minuman sari tape dengan mengekstraksi tape (Wijandi, 1980).

Kulit umbi dibuang terlebih dahulu sebelum pengolahan selanjutnya, kecuali untuk pembuatan gaplek berkulit. Pada pembuatan gaplek berkulit, ubi kayu dirajang beserta kulitnya dan dikeringkan. Hal ini menyebabkan gaplek kering yang akan dihasilkan kotor, berwarna keruh, kadar patinya menurun, serta mudah terserang jamur (Purwadaria, 1989).

Komposisi kimia ubi kayu yang cukup matang disajikan pada Tabel 2, komposisi tepung gaplek pada Tabel 3, dan standar mutu tepung gaplek pada Tabel 4.

Tabel 2. Komposisi ubi kayu pada saat panen (Grace, 1977)

Kandungan	Jumlah, %
Air	71.24
Pati	21.45
Gula	5.13
Protein	1.12
Lemak	0.41
Serat	0.11
Abu	0.54



Tabel 3. Komposisi tepung gaplek tiap 100 g bahan (Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI, 1979)

Komposisi	Jumlah
Kalori (Kal)	36
Protein (gram)	1.1
Lemak (gram)	0.5
Karbohidrat (gram)	88.2
Air (gram)	9.2

Tabel 4. Standar mutu tepung gaplek dan tepung ubi kayu (SII)<sup>\*)</sup>

Persyaratan	Tepung gaplek	Tepung ubi kayu
Kadar air, % maks	15	7.5
Kadar pati, % min	68	88.8
Serat kasar, % maks	3	1.8
Kotoran, % maks	1	-
Abu, % maks	2	1.2
HCN, ppm maks	50	9
Kehalusan, % lolos 60 mesh	95	95
Logam berbahaya	tidak nyata	-

<sup>\*)</sup>Purwadaria (1989)

### 3. Pengolahan Ubi Kayu

Gaplek kering merupakan salah satu bentuk olahan dari ubi kayu yang siap untuk ditepungkan. Proses pembuatan tepung gaplek (Cassava chip flour) lebih sederhana dibanding pembuatan tepung ubi kayu (cassava flour) dan tepung tapioka (tapioca starch). Dari ketiga tepung ini, tepung ubi kayu mempunyai sifat-sifat yang lebih mendekati tepung terigu dan dimanfaatkan sebagai pengganti tepung terigu dalam pembuatan roti dan



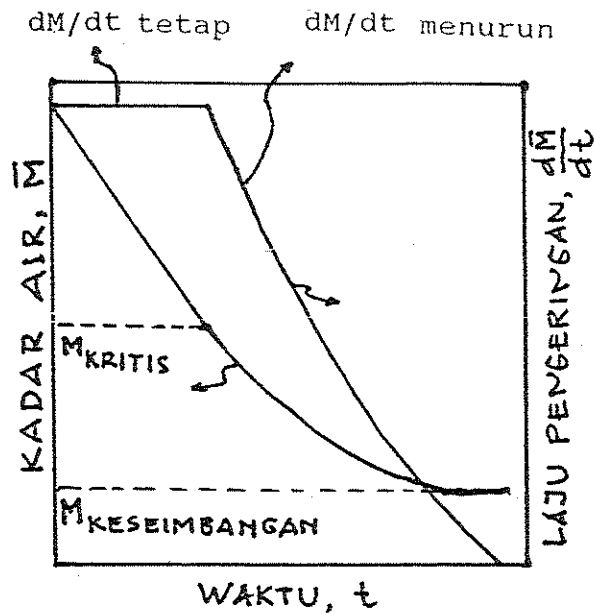
kae. Ditinjau dari segi produksi, produksi tepung galek lebih kecil dibanding dengan produksi tapioka (Purwadaria, 1989).

Selanjutnya, menurut Purwadaria (1989), tepung galek mempunyai kekurangan dibandingkan dengan tepung ubi kayu. Tepung galek mempunyai kadar HCN lebih tinggi, dan lebih mudah diserang serangga kumbang selama penyimpanan. Akan tetapi, jumlah air yang dibutuhkan dalam pengolahan tepung galek lebih kecil, dan limbahnya juga relatif kecil.

## B. TEORI PENGERINGAN

Menurut Brooker et al. (1974), proses pengeringan secara umum dibagi menjadi dua tahap, yaitu pengeringan dengan laju pengeringan tetap dan laju pengeringan menurun. Untuk produk pertanian dengan kadar air 75% bb, pada awal tahap pengeringan, laju pengeringan adalah fungsi dari tiga parameter: (1) kecepatan udara, (2) suhu udara, (3) kelembaban udara. Pada awal pengeringan tersebut, laju pengeringan adalah konstan, dan setelah mencapai kadar air tertentu akan diperoleh laju pengeringan menurun yang dipengaruhi oleh kemampuan bahan untuk mengalirkan kandungan air dari dalam ke permukaannya (Gambar 1).





Gambar 1. Laju pengeringan tetap dan menurun untuk bahan pertanian (Brooker *et al.*, 1974)

Menurut Brooker *et al.* (1974), dasar pengeringan adalah penguapan air karena adanya perbedaan kandungan uap air antara udara pengering dengan bahan yang dikeringkan. Pada awal proses, terjadi penyesuaian suhu pada sistem pengeringan. Panas menyebabkan turunnya tekanan parsial uap di dalam udara. Tekanan parsial uap pada permukaan bahan lebih tinggi daripada tekanan parsial uap di dalam udara pengering sehingga penguapan air dari bahan ke udara pengering dapat terjadi.

Faktor utama dalam pengeringan ada dua, yaitu kecepatan pindah panas di dalam bahan, dan kecepatan pindah air pada permukaan. Kecepatan pindah panas

dipengaruhi oleh luas permukaan komoditi yang dikeringkan. Semakin besar perbandingan luas permukaan dengan massa, maka laju pindah panas akan semakin besar. Di samping itu, suhu juga berpengaruh: perbedaan suhu yang tinggi membuat perpindahan semakin cepat (Brooker et al., 1974).

Panas laten penguapan air dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$Q = m \times HL,$$

di mana Q adalah jumlah panas untuk menguapkan air bahan (kJ), m adalah massa air yang diuapkan, HL adalah panas laten penguapan air bahan. Panas laten penguapan air dapat dilihat pada Tabel 5. Panas laten penguapan air bahan pertanian, untuk praktisnya adalah dengan menambahkan 290 kJ/kg pada harga-harga yang dibaca dari Tabel 5 (Brennan et al., 1981).

Tabel 5. Panas laten penguapan air  
(Brennan et al., 1981)

SUHU, °C	PANAS LATEN, kJ/kg
15.6	2465.8
26.7	2439.0
37.8	2399.5
48.9	2386.0
60.0	2358.9
71.1	2331.3
93.3	2274.6
100.0	2256.9
104.4	2245.3
115.6	2214.8



Energi yang dibutuhkan tersebut diperoleh dari udara yang dipanaskan. Pada umumnya medium yang dipakai untuk pengeringan adalah udara sebab jumlahnya cukup banyak, mudah digunakan, dan pengendalian terhadap pemanasan yang berlebihan tidak rumit. Udara memberikan panas ke pada bahan menyebabkan air menguap, dan mengangkut air yang dibebaskan dari bahan. Selain di dalam udara, bahan pangan dapat dikeringkan di dalam uap lewat panas, di dalam hampa, dan dengan aplikasi panas langsung (Desrosier, 1988).

Keuntungan-keuntungan yang didapat dari pengeringan adalah: (1) susut di lapangan kecil sebab panen dapat dilakukan lebih awal, (2) masa simpan lebih lama, (3) viabilitas benih terjamin, (4) pengolahan selanjutnya lebih mudah, (5) nilai ekonomi bahan lebih tinggi, (6) limbah dapat dikonversi menjadi bahan yang berguna (Henderson dan Perry, 1976). Kerugian yang mungkin timbul adalah perubahan tekstur dan warna, kerusakan vitamin dan kandungan lain, untuk beberapa komoditi seperti buah-buahan dan sayuran memerlukan perendaman atau rehidrasi sebelum dikonsumsi.

Pengeringan buatan memberikan proses yang lebih cepat di banding penjemuran. Waktu yang dibutuhkan tergantung pada: (1) kecepatan udara pengering, (2) suhu, (3) kelembaban, (4) kadar air awal, dan (5)



kadar air akhir (Hall, 1957). Sedangkan untuk penjemuran, waktu pengeringan sangat tergantung pada cuaca. Untuk hal-hal tertentu, pengeringan buatan dan penjemuran dikombinasikan untuk memberikan hasil yang lebih baik.

### C. ALAT PENGERING

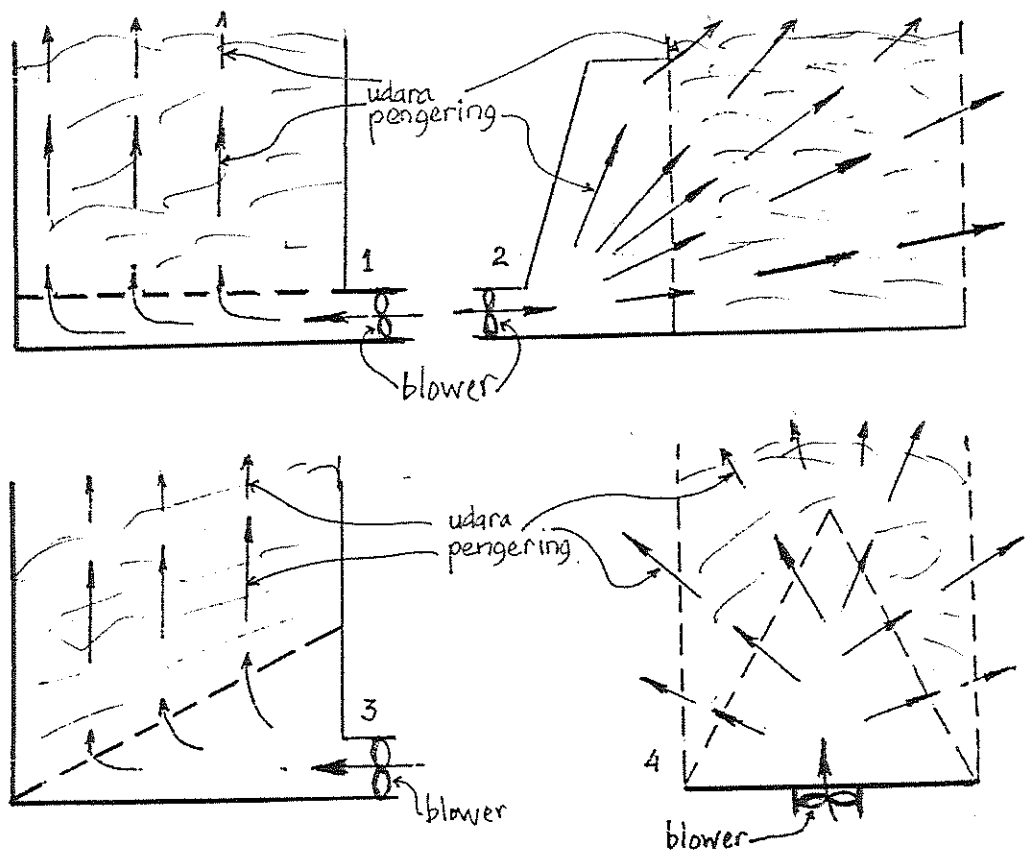
Ditinjau dari segi pengumpanan bahan, pengeringan dibagi dua metoda yaitu pengeringan kontinu dan pengeringan tumpukan. Pada metoda pengeringan kontinu, bahan bergerak dan kontak langsung dengan medium pengering. Beberapa tipe alat yang dikenal untuk metoda ini antara lain pengering terowongan, pengering drum, dan pengering semprot (Desrosier, 1988).

Tipe pengering tumpukan antara lain pengering tipe bak dan pengering tipe rak. Pengering tipe bak ada yang memakai blower (Gambar 2), dan ada juga tanpa blower, contohnya adalah pengering tungku (Gambar 3).

Pemanas yang dipakai untuk alat ini adalah kompor masak. Kompor masak ditaruh di bagian bawah alat yang sudah disediakan. Api dari kompor masak akan memanasi lantai pemanas, dan panas akan mengalir ke dinding dalam alat yang terbuat dari plat eseser. Asap hasil pembakaran lewat ke atas melalui rongga samping kiri dan kanan alat. Di bagian belakang alat, pada ketiing

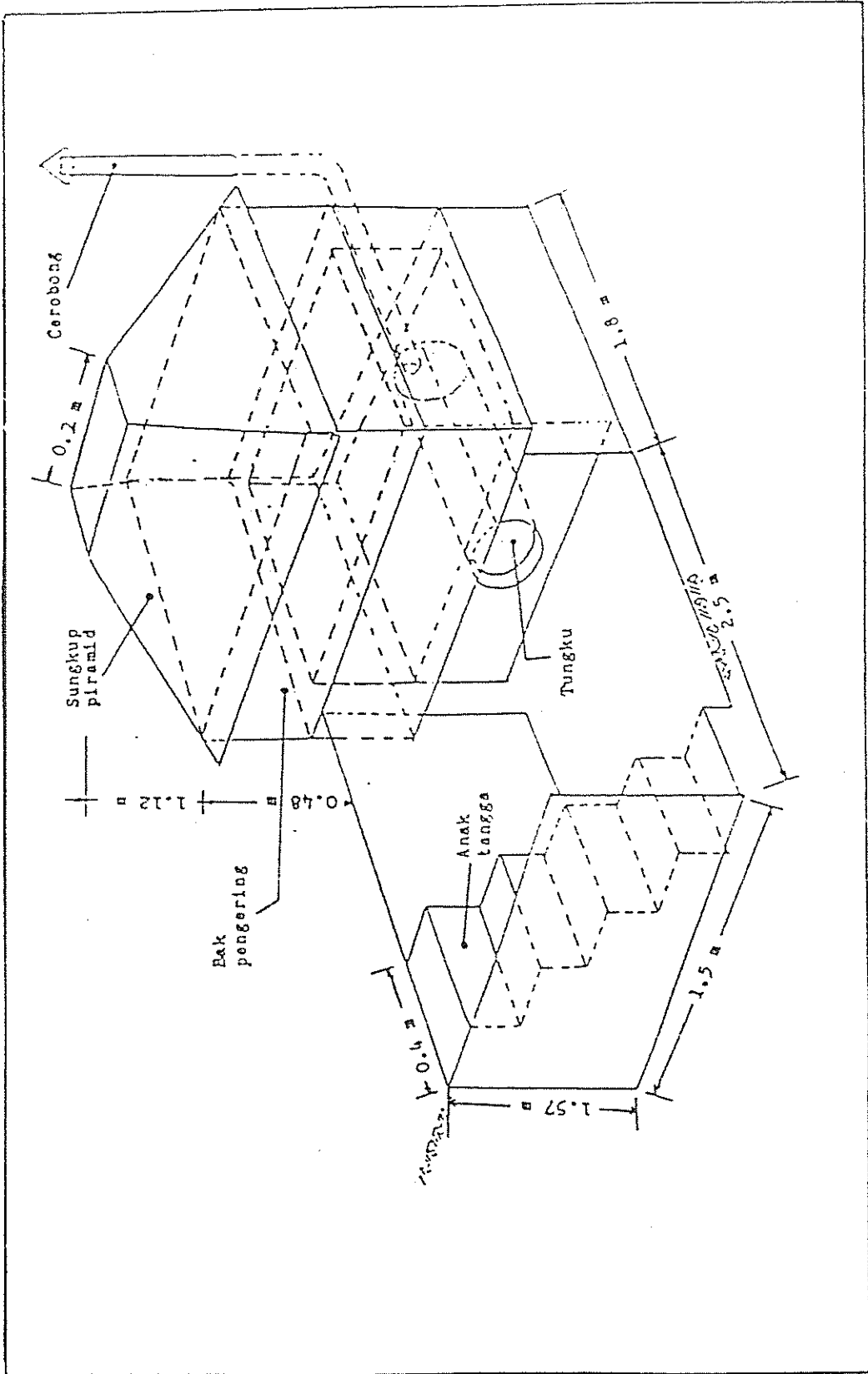


gian 550 mm, terdapat empat buah lubang udara, masing-masing berdiameter 5 mm dan jarak antar lubang 150 cm. Udara masuk melalui lubang udara, dan setelah dipanasi udara tersebut mengalir ke atas untuk mengeringkan bahan pada rak-rak pengering yang disusun sejajar .



Gambar 2. Beberapa pengering tipe bak (Henderson dan Perry, 1976)

Besar suhu yang diinginkan dibuat dengan menentukan besar nyala api kompor dan banyak pasir yang ditaruh pada lantai pemanas. Sebelum bahan dimasukkan, udara di dalam ruang pengering dipanaskan sampai



Gambar 3. Prototipe alat pengering model sumur (Subekti, 1986)

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penerbitan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

suhu tertentu yang diinginkan. Apabila suhu melewati batas yang ditentukan, nyala api diperkecil atau pasir ditambahkan pada lantai pemanas, atau kombinasi dari keduanya. Penyebaran suhu di dalam ruang pengering tergantung pada kombinasi besar nyala api dan tebal lapisan pasir pada lantai pemanas.

Apabila dikehendaki, alat ini dapat dipindahkan oleh tiga orang dewasa. Alat dapat dipakai di dalam maupun di luar rumah. Komoditi yang dapat dikeringkan dengan alat ini antara lain pisang selai, cabe, benih biji-bijian, dan jahe irisan.

Untuk pengeringan bahan pangan, berbagai tipe pengering dapat digunakan. Pada umumnya pemilihan tipe pengering disesuaikan dengan komoditi yang akan dikeringkan, bentuk produk akhir yang dikehendakai, faktor ekonomi dan kondisi operasinya (Desrosier, 1988).

Tabel 6. Jenis produk yang dikeringkan dan tipe pengering yang di gunakan (Desrosier, 1988)

Pengering	Produk
Pengering terowongan	Buah-buahan, sayuran
Pengering drum	Bubur pisang, sari sayuran
Pengering semprot	Telur, albumin darah, susu
Pengering rak	Buah-buahan, sayuran
Pengering tungku	Apel, sebagian sayuran





#### D. EFISIENSI TEKNIS

Efisiensi yang dimaksud adalah perbandingan energi yang dibutuhkan untuk menguapkan air bahan dengan energi bahan bakar yang dikonsumsi selama proses. Menurut Brennan *et al.* (1981), efisiensi teknis dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\eta = \frac{M \times HL}{E_{bb}} \times 100 \%$$

$$E_{bb} = NK_{bb} \times V_{bb}$$

dimana:

$\eta$  : efisiensi teknis, %

$M$  : massa air yang diuapkan dari bahan, kg

$HL$ : panas laten penguapan air, kJ/kg

$E_{bb}$ : energi panas yang dipakai, kJ.

$NK_{bb}$ : nilai kalor bahan bakar, kJ/liter

$V_{bb}$ : volume bahan bakar, liter



### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### A. TEMPAT DAN WAKTU PENELITIAN

Penelitian dilakukan dari tanggal 20 April 1991 sampai 20 Juni 1991. Tempat penelitian adalah Laboratorium Teknik Pengolahan Pangan dan Hasil Pertanian di Kampus IPB Darmaga, Bogor.

#### B. BAHAN DAN ALAT

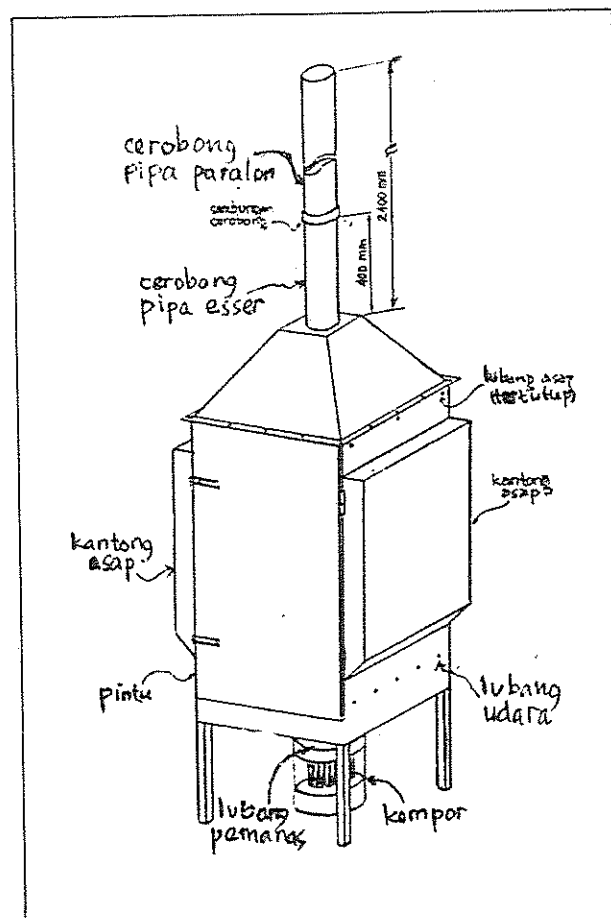
Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah ubi kayu mentega berumur 10 bulan. Ubi kayu diperoleh dari salah satu kebun rakyat di Kecamatan Ciomas, Kabupaten Bogor. Minyak tanah dipakai sebagai bahan bakar untuk kompor.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

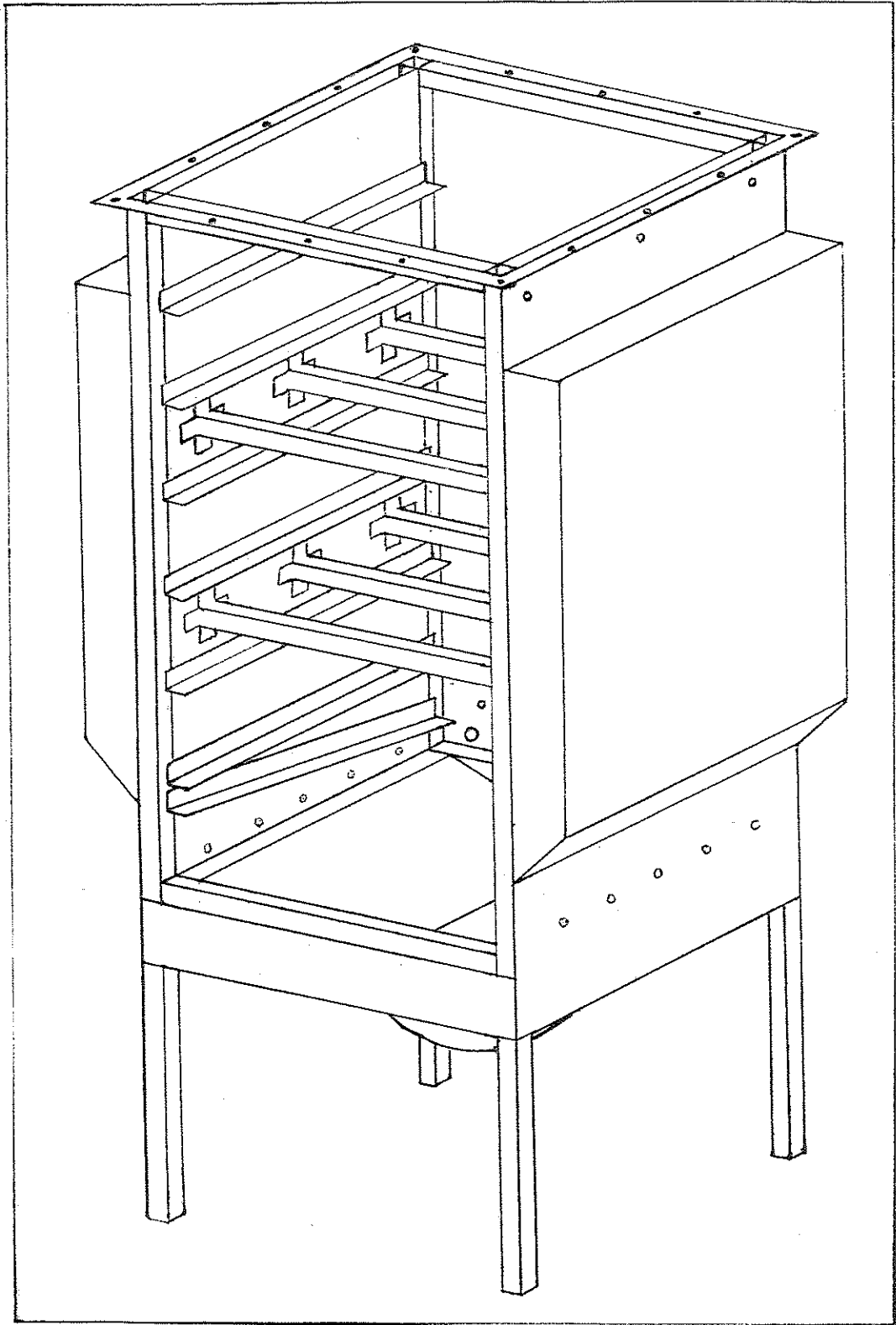
- a. pengering tipe rak tanpa blower
- b. timbangan 'triple beam' 1 buah
- c. termometer gelas 12 buah
- d. anemometer digital 1 buah
- e. whitenessmeter
- f. oven listrik
- g. hammermill
- h. perajang ubi kayu tipe manual
- i. pisau stainlesssteel
- j. perlengkapan seperti gergaji dan bor listrik

### C. DISAIN ALAT PENGERING

Kerangka alat pengering yang dipakai dalam penelitian ini dibuat oleh Bengkel MP FATETA IPB. Gambar perspektif alat yang didisain dapat dilihat pada Gambar 4. Badan pengering dapat dilihat pada Gambar 5. Nama-nama bagian alat dibuat pada Gambar 6. Tampak depan, tampak samping, dan tampak atas badan pengering tersebut dapat dilihat pada Gambar 7, Gambar 8, dan Gambar 9.



Gambar 4. Perspektif pengering tipe rak tanpa blower



Gambar 5. Badan pengering

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



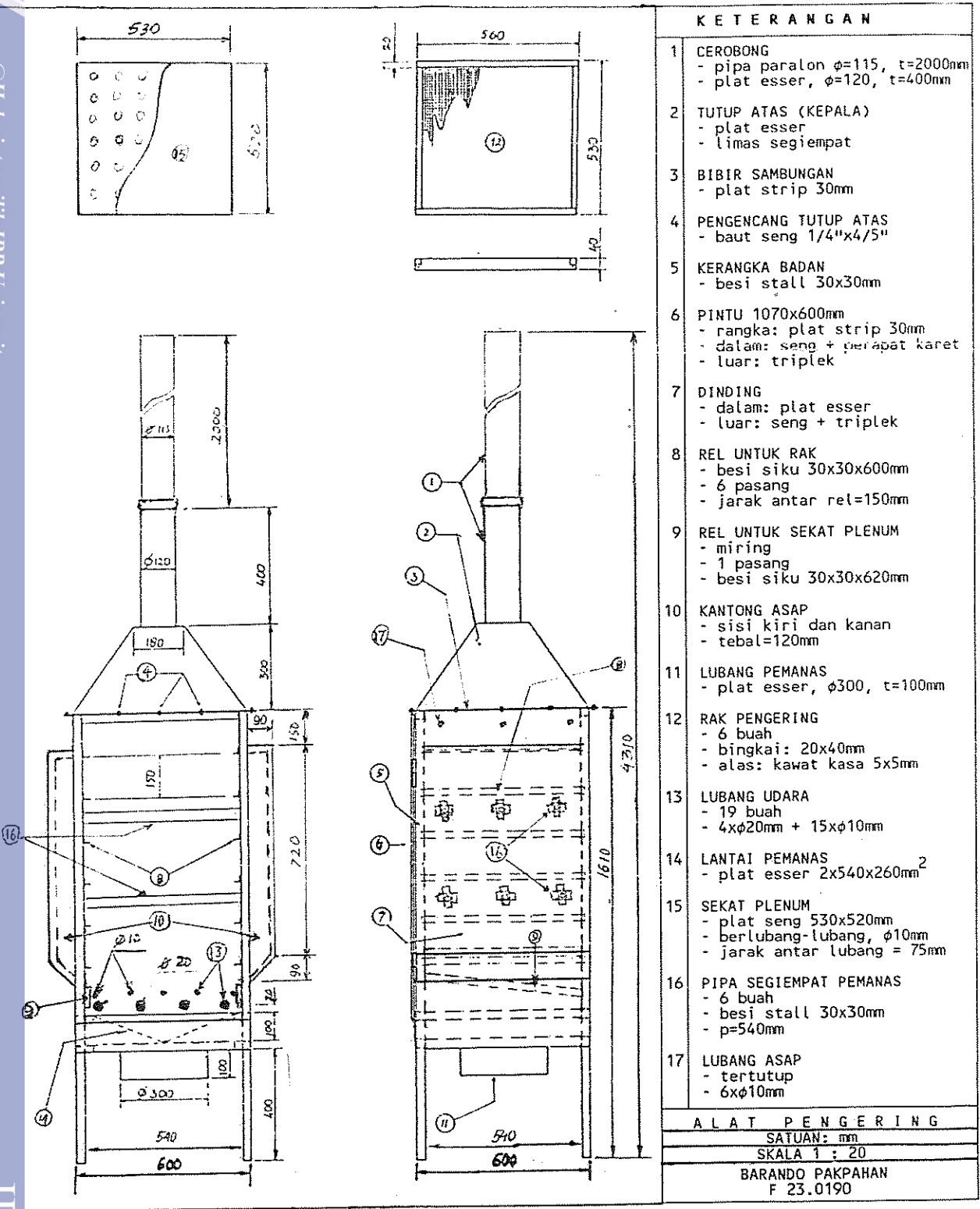
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Rengutpian hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penyusunan laporan, pertuisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

IPB University

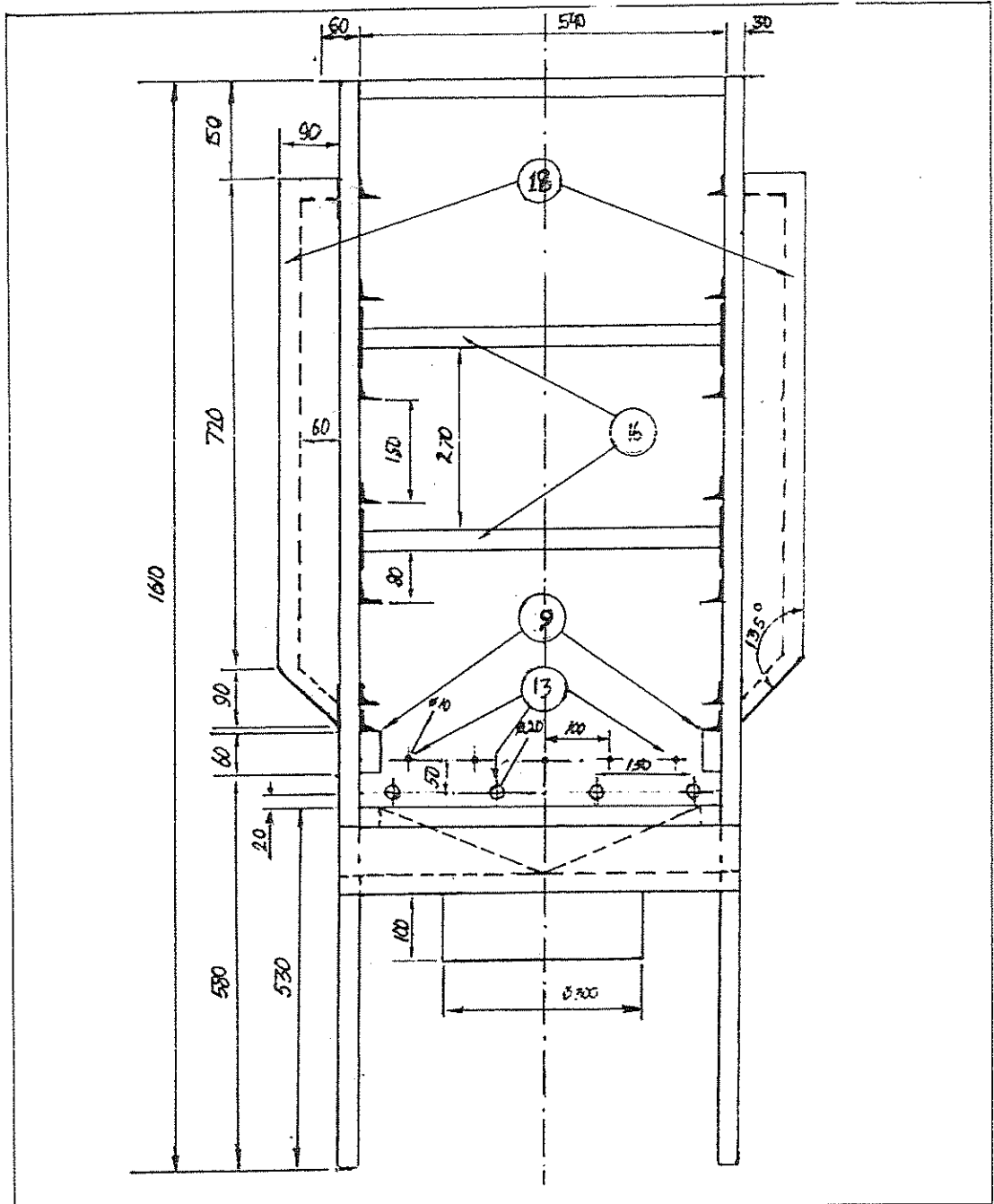


Gambar 6. Pengering tipe rak tanpa blower



@Hak cipta milik IPB University

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



NO	KOMPONEN	BAHAN / UKURAN
9	REL SEKAT PLENUM	BESI SIKU 30x30mm
13	LUBANG UDARA (belakang)	5xφ10mm + 4xφ20mm
16	PIPA SEGIEMPAT PEMANAS	BESI STALL 30x30mm
18	RANGKA KANTONG ASAP	BESI SIKU 30x30mm

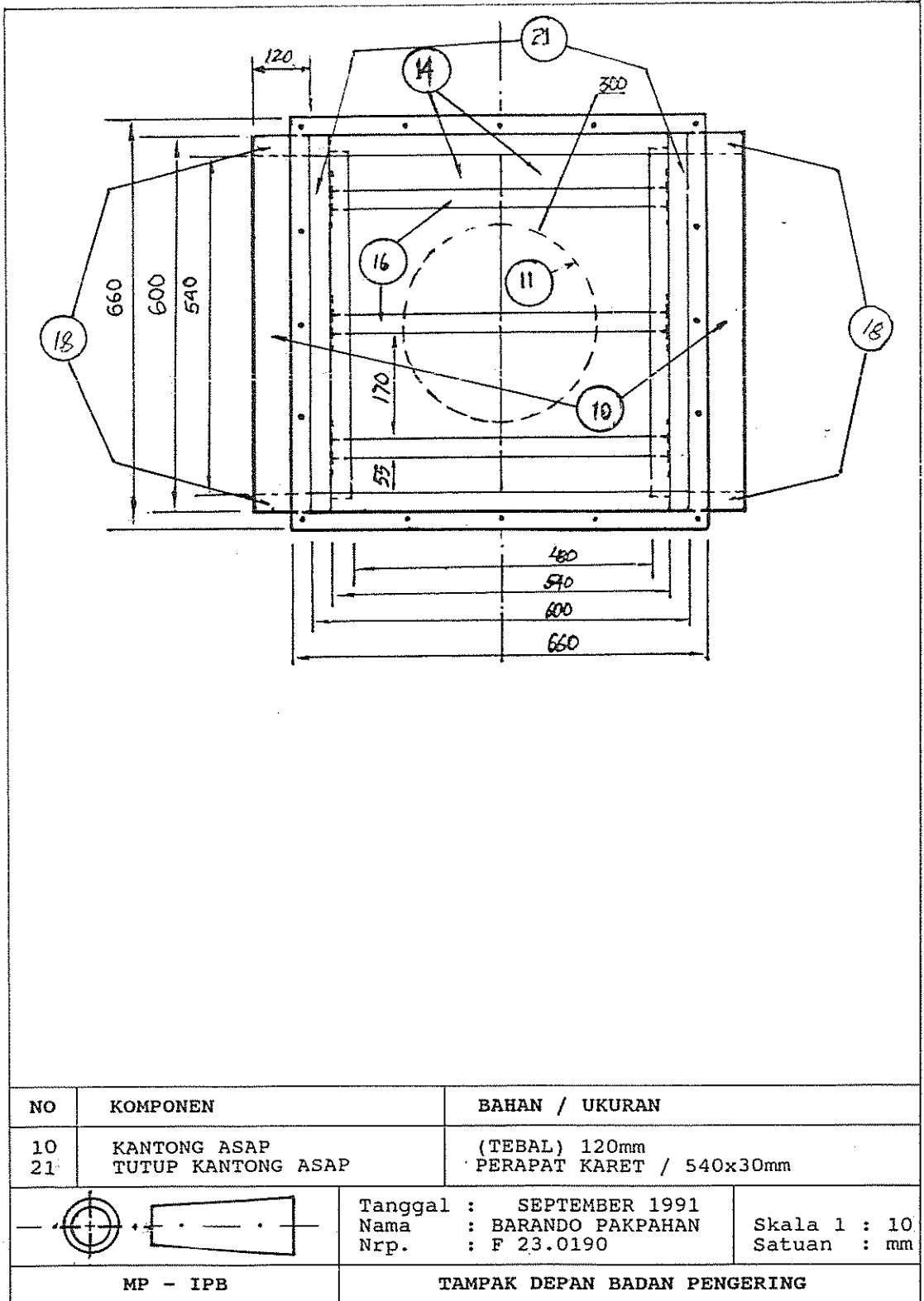
	Tanggal : SEPTEMBER 1991	Skala 1 : 10 Satuan : mm
	Nama : BARANDO PAKPAHAN	
	Nrp. : F 23.0190	

Gambar 7. Tampak depan badan pengering (tanpa pintu)





Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Gambar 9. Tampak atas badan pengering (tanpa pintu)



## 1. Disain Fungsional

### Rongga Bawah

Bagian atas dari rongga bawah adalah lantai pemanas alat pengering sebagai titik awal pemanasan. Panas menjalar dari lantai pemanas ke dinding dalam. Asap bergerak ke atas dan berkumpul di dalam kedua kantong udara.

### Kantong Asap

Kantong ini dibatasi dinding dalam, sisi atas, dinding luar, dan sisi miring. Dinding dalam berfungsi untuk membantu pemanasan udara di dalam ruang pengering. Asap panas yang berkumpul di dalam kantong ini dimanfaatkan untuk membantu pemanasan di dalam ruang pengering.

### Pipa Segiempat Pemanas

Di dalam ruang pengering terdapat pipa-pipa segiempat pemanas. Pipa-pipa ini menghubungkan kedua dinding dalam, dan berfungsi untuk membantu pemanasan di dalam ruang pengering. Sumber panas untuk pipa-pipa ini adalah panas dari dinding dalam, yang mengalir secara konduksi dan asap dari kantong asap, yang masuk melalui lubang dinding dalam ke dalam rongga pipa-pipa segiempat pemanas.



### Ruang Pengering

Kontak udara pengering dengan bahan yang dikeringkan berlangsung di dalam ruangan ini. Di dalam ruang pengering terdapat rel-rel rak. Sebaran suhu ruang pengering dapat dibuat sebagai indikator baik atau tidaknya alat yang dipakai.

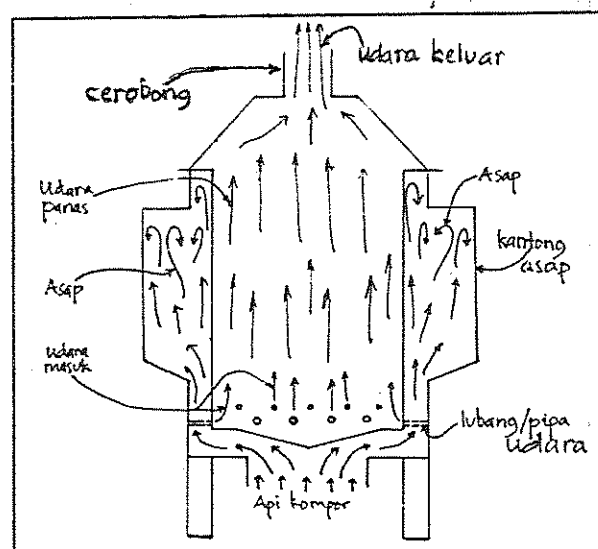
### Lubang Udara

Lubang udara berfungsi sebagai pemasukan udara ke dalam ruang pengering.

### Cerobong

Cerobong berfungsi sebagai pengeluaran asap dan uap air dari bahan yang dikeringkan.

Jalur asap dan udara pengering dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Jalur asap dan udara pengering

### Sekat Plenum dan Kerikil Peredam Panas

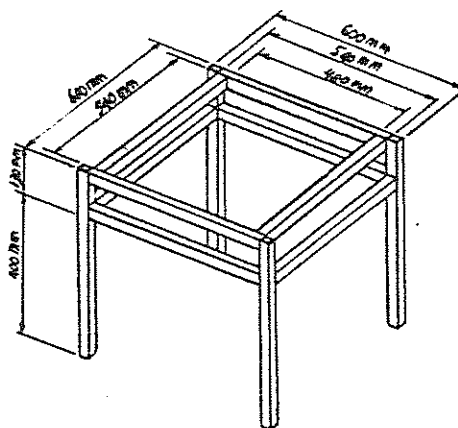
Sekat plenum berfungsi untuk membantu penyebaran panas; terbuat dari plat seng yang berlubang-lubang ( $\phi 10$  mm) dengan jarak antar lubang 75 mm. Berada di antara lantai pemanas dan rak-1. Terbentuk celah (40 mm) antara sekat dengan dinding belakang dan juga dengan pintu.

Peredam panas yang dipakai adalah batu kerikil berwarna gelap yang ditumpuk pada lantai pemanas.

## 2. Disain Struktural

### Kerangka

Potongan kerangka sampai ketinggian 530 mm dapat dilihat pada Gambar 11. Kerangka terdiri atas empat rusuk tegak dan sepuluh rusuk penghubung dengan bahan besi pipa segiempat 30 x 30 mm. Tinggi rusuk tegak adalah 1610 mm.



Gambar 11. Potongan kerangka dari kaki pengering sampai rongga bawah



Keempat rusuk tegak masing-masing dinamai rusuk kiri-depan, rusuk kanan-depan, rusuk kiri-belakang, dan rusuk kanan belakang. Rusuk kiri-depandan rusuk kanan-depan dihubungkan oleh: rusuk depan-atas pada ketinggian 1580 mm, rusuk depan-tengah pada ketinggian 500 mm, rusuk depan-bawah pada ketinggian 400 mm diukur dari titik terbawah alat sampai sisi terbawah rusuk penghubung. Panjang rusuk penghubung ini masing-masing 540 mm. Pasangan rusuk tegak belakang juga dihubungkan seperti pasangan rusuk depan, dan dinamai sesuai dengan posisinya.

Kemudian, rusuk kiri-depan dan rusuk kiri belakang, rusuk kanan depan dan rusuk kanan belakang, dihubungkan oleh rusuk samping-bawah-kiri dan rusuk samping-bawah-kanan. Kedua rusuk samping-bawah terbuat dari besi pipa segiempat 30 x 30 mm. Rusuk depan-tengah dan rusuk depan-belakang dihubungkan oleh rusuk samping-tengah pada ujung-ujungnya. Panjang rusuk samping-tengah adalah 540 mm. Kedua rusuk samping tengah tidak menempel pada rusuk tegak, dan jarak terdekat antar kedua rusuk samping-tengah tersebut adalah 480 mm.

Pada bagian atas kerangka dibuat bibir sambungan bawah. Bibir sambungan ini terbuat dari



plat strip 30 x 30 mm; berbentuk bujursangkar dengan ukuran sisi terluar 660 x 660 mm, sisi dalam 600 x 600 mm.

### Rongga Bawah

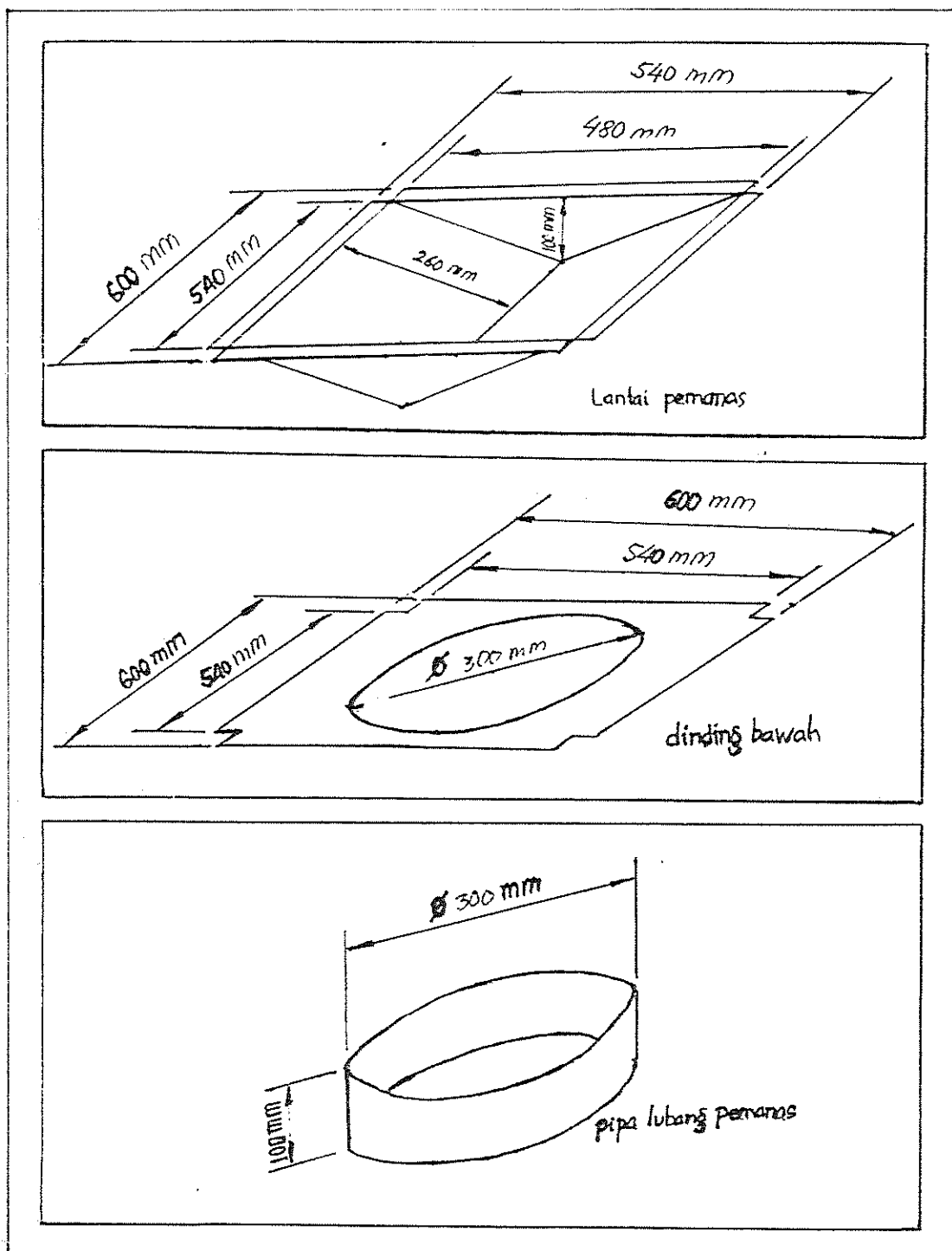
Bagian-bagian pembatas rongga bawah dapat dilihat pada Gambar 12. Rongga bawah terbentuk dari dinding bawah dan lantai pemanas. Lantai pemanas terbuat dari plat esser berbentuk wadah dengan dua sisi bawah miring, yang pada bagian tengahnya terbentuk kedalaman 100 mm sepanjang 540 mm. Luas lantai pemanas adalah  $2 \times 540 \times 260 \text{ mm}^2$ , dan volume 13 liter.

Di bagian tengah dinding bawah terdapat lubang, dan pipa sepanjang 100 mm, berdiameter 300 mm, terbuat dari plat esser.

### Ruang Pengering

Ruang pengering dibatasi oleh lantai pemanas di bagian bawah, dinding dalam di samping, dinding belakang, pintu, kepala di bagian atas. Dinding dalam menempel pada salah satu sisi dalam rangka tegak. Pada sisi lain dari rangka tegak dinding dalam tersebut ditempelkan enam pasang rel untuk rak pengering, rapat dengan dinding dalam.





Gambar 12. Beberapa pembatas rongga bawah

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Rel pertama pada ketinggian 680 mm, dan seterusnya ke atas dengan jarak antar rel 150 mm. Rel terbuat dari besi siku 30 x 30 mm dan panjang 560mm. Rak pengering berjumlah enam buah. Kerangka rak adalah kayu 20 x 40 mm. Alas rak kasa kawat 5 x 5 mm. Ukuran luar rak yang terbentuk adalah 530 x 520 x 40 mm.

Antara rak-2 dengan rak-3 dan antara rak-4 dengan rak-5 terdapat masing-masing tiga pipa segiempat pemanas 30x30 mm. Sumbu-sumbu pipa ini berada pada ketinggian 925 mm dan 1225 mm. Jarak horizontal antara dua sumbu pipa segiempat pemanas yang berdekatan adalah 200 mm. Setiap sumbu pipa segiempat pemanas mempunyai dua lubang berdiameter 20 mm, yang dibuat pada kedua dinding dalam, dan dinamakan sebagai lubang dinding dalam.

Dinding belakang, yang berfungsi sebagai dinding luar bersama kedua dinding samping, terbuat dari seng sebagai lapisan dalam dan triplek sebagai lapisan luar. Seng dan triplek ditempelkan pada rusuk tegak maupun rusuk penghubung dengan pengencang sekrup. Di bagian bawah dinding belakang, pada ketinggian 550 mm, terdapat empat buah lubang berdiameter 5 mm, jarak antar lubang 150 mm.



Pintu berukuran 1080 x 600 mm dengan rangka plat strip 30 mm. Lapisan dalam pintu adalah sil karet dan seng, dan lapisan luar triplek. Pengencang yang dipakai adalah paku rivet.

#### Kepala (tutup atas)

Kepala berbentuk limas segiempat terpancung. Pancungan berbentuk segiempat 180 x 180 mm yang ditutup dengan plat esser yang berlubang pada bagian tengahnya sebesar  $\phi$  120 mm sebagai titik sambungan cerobong. Limas terbuat dari plat esser; ukuran alas 600 x 600 mm. Sekeliling alas terdapat bibir sambungan atas yang terbuat dari plat strip 30 x 30 mm. Kepala dan badan dihubungkan oleh bibir sambungan atas dan bibir sambungan bawah. Bibir sambungan atas, demikian juga bibir sambungan bawah, mempunyai lubang untuk baut 1/4" x 4/5". Jumlah baut yang dibutuhkan untuk sambungan ini adalah 16 buah.

#### Kantong Asap

Kantong asap terbentuk oleh dinding dalam, sisi atas, dinding samping, dan sisi miring. Bentuk dan ukuran kantong ini dapat dilihat pada Gambar 12, yang dilengkapi dengan pipa-pipa segiempat pemanas.







### Cerobong

Cerobong berada di atas kepala. Cerobong terbuat dari plat esser dan pipa paralon. Plat esser berbentuk pipa  $\phi$  120 mm, tinggi 400 mm. Pipa paralon berdiameter 119 mm, tinggi 2000 mm. Cerobong-esser dan cerobong-paralon disambung dan dikencangkan dengan perapat karet. Hal ini dimaksudkan pemindahan alat tidak sulit karena cerobong paralon bisa dilepas; misalnya alat akan dimasukkan ke dalam rumah.

#### D. PROSEDUR UJI TEKNIS

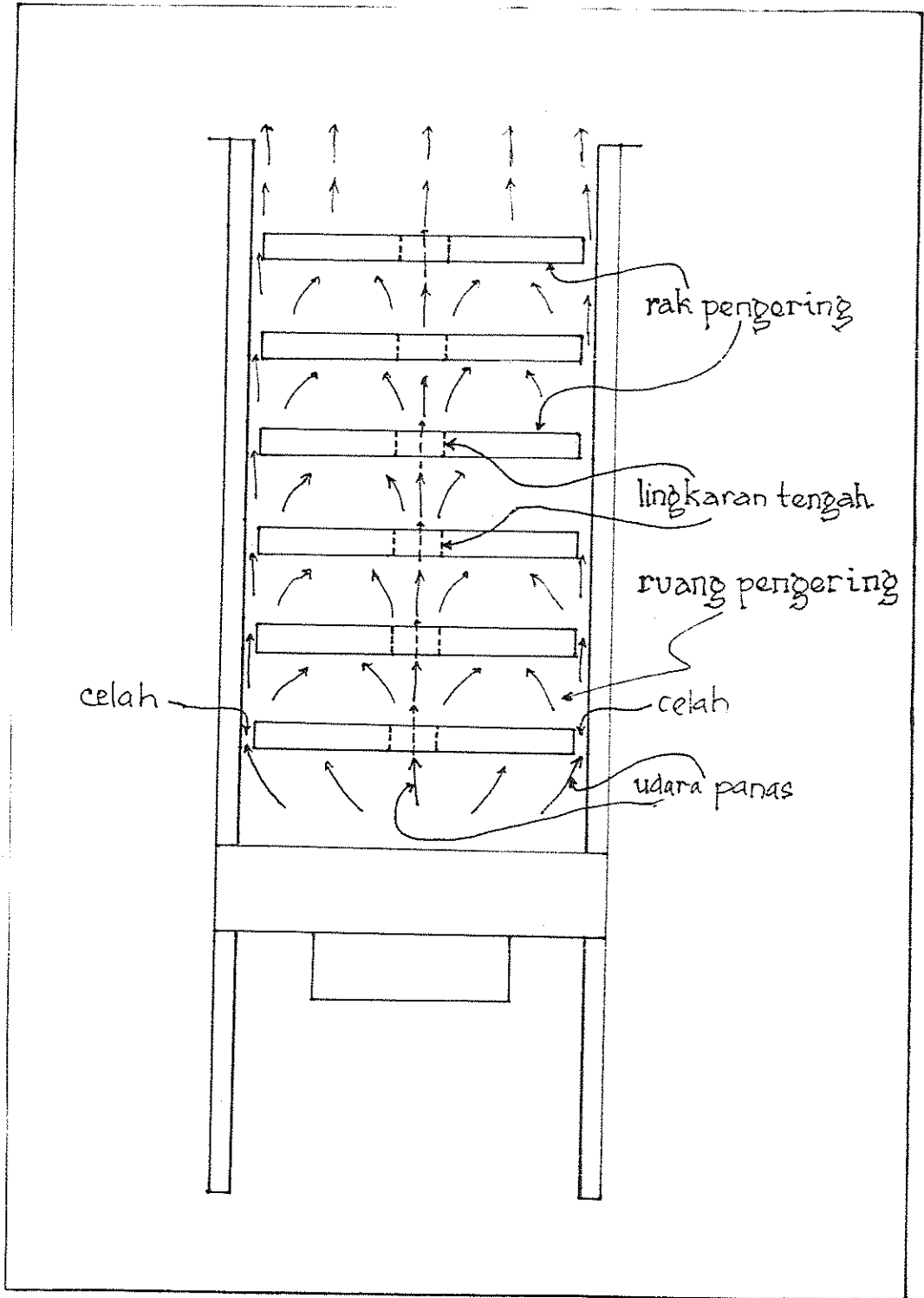
##### 1. Persiapan

Dalam penelitian ini, mula-mula ubi kayu dikupas dan dicuci. Umbi bersih dirajang setebal 5 mm dengan perajang ubi kayu tipe manual dan ditampung dengan tampi, kemudian ditumpuk pada rak-rak pengering setebal 20 mm. Sementara itu, ruang pengering dipanaskan dengan kompor sampai  $70^{\circ}\text{C}$ .

##### 2. Perlakuan

Perlakuan dalam uji teknis pada penelitian ini dititikberatkan pada posisi rak-rak pengering di dalam ruang pengering. Posisi rak yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 14 dan Gambar 15.





Gambar 14. Posisi rak aliran udara bebas



@Hak cipta milik IPB University

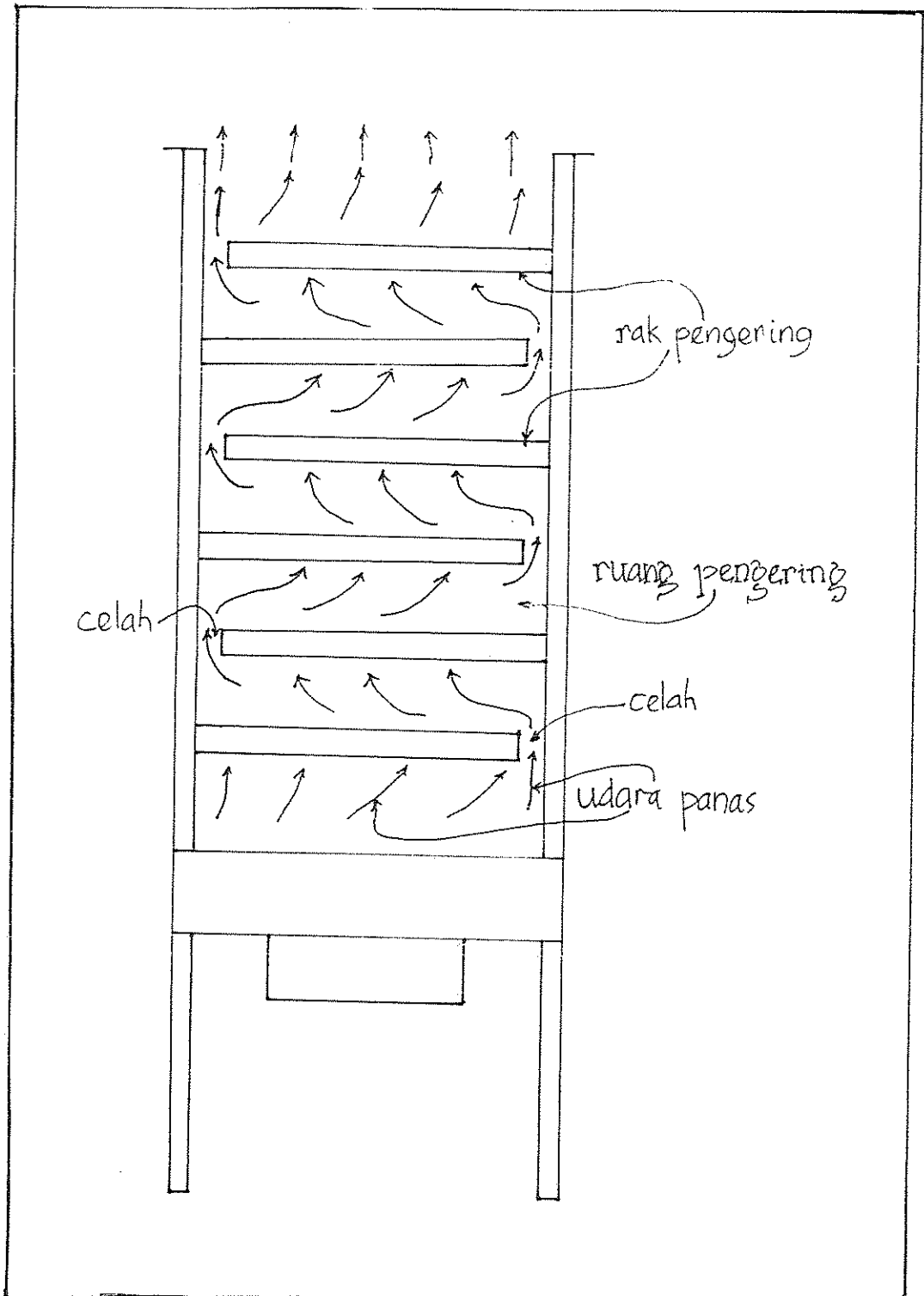
IPB University



IPB University  
Bogor Indonesia

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Gambar 15. Posisi rak aliran udara zig-zag

### Posisi Rak Sejajar

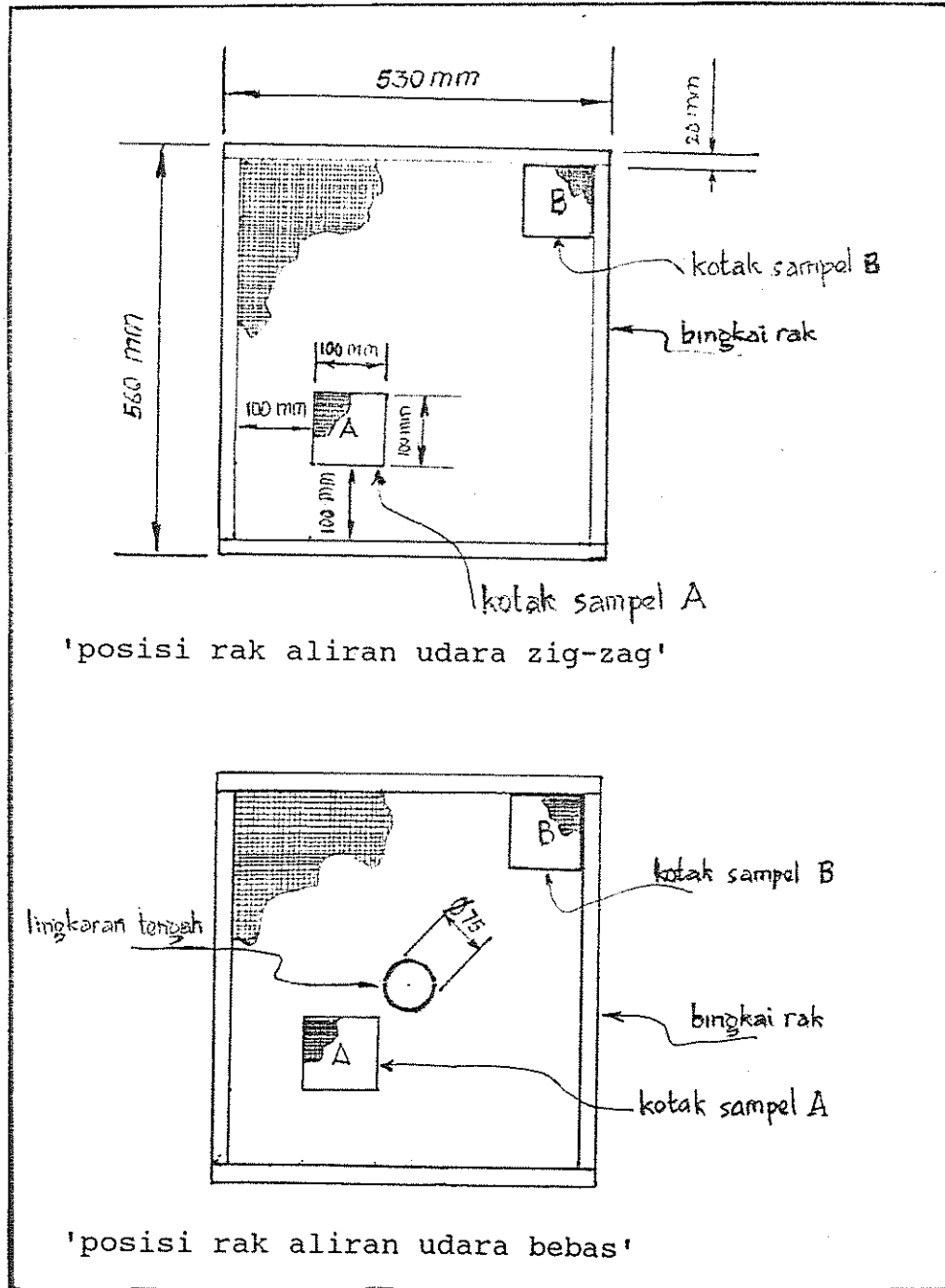
Dalam perlakuan posisi rak sejajar, di bagian tengah rak-rak pengering dibuat lingkaran tengah  $\phi 75$  mm, yang terbuat dari pipa seng setinggi 40 mm. Lingkaran tengah tidak diisi bahan dan berfungsi memperlan-car aliran udara dari bawah ke atas. Posisi kotak sampel dan lingkaran tengah dalam perlakuan posisi rak sejajar dapat dilihat pada Gambar 16.

Dari posisi rak yang dibuat terbentuk celah 20 mm antara rak dengan dinding belakang dan antara rak dengan pintu. Celah-celah tersusun dari bawah ke atas sehingga udara akan mengalir ke atas melalui celah tersebut dan lingkaran tengah.

### Posisi Rak Zig-zag

Dalam perlakuan posisi rak zig-zag tumpukan bahan dibuat sama dengan perlakuan posisi rak sejajar, tetapi tidak mempunyai lingkaran tengah (Gambar 16). Rak-1 (rak terbawah) merapat ke dinding belakang, sehingga terbentuk celah 40 mm di bagian depan. Rak-2 merapat ke pintu, dan celah yang ukurannya sama berada di belakang. Rak-3 merapat ke dinding belakang, dan seterusnya. Posisi rak demikian dimaksudkan agar kontak udara panas dengan bahan terjadi sebanyak mungkin.





Gambar 16. Posisi kotak sampel



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Dalam perlakuan posisi rak sejajar aliran udara dipermudah agar pengangkutan uap air dari bahan oleh udara berlangsung lancar. Dalam perlakuan posisi rak zig-zag aliran udara dipersulit dan lintasan udara diperpanjang.

### 3. Pengukuran-pengukuran

#### Pengukuran Kadar Air

Kadar air awal bahan ditentukan dengan metoda oven. Sampel dikeringkan di dalam oven listrik pada suhu 100°C selama 8 jam.

Besar kadar air awal bahan dalam basis basah adalah:

$$kA_{\text{O}} = \frac{M_{\text{O}} - M_1}{M_{\text{O}}} \times 100 \%$$

$M_{\text{O}} - M_1$  : massa air di dalam bahan, g

$kA_{\text{O}}$  : kadar air awal bahan, % bb

$M_{\text{O}}$  : massa awal bahan, g

$M_1$  : massa akhir bahan, g

Waktu pemasukan sampel ke dalam oven dibuat sama dengan waktu pemasukan bahan ke dalam ruang pengering. Sampel dicacah untuk mempermudah pengeringan.



### Pengukuran Massa Bahan

Sebelum bahan dimasukkan ke dalam ruang penge-ring, bahan ditimbang dengan timbangan 'triple beam'. Penurunan massa bahan diukur setiap 2 jam; penimbangan dilakukan terhadap sampel yang diambil dari setiap rak.

Penimbangan sampel dilakukan beserta kotak sampel. Kotak sampel ada 12 buah, masing-masing berukuran 100 x 100 x 40 mm. Tebal tumpukan bahan di dalam kotak sampel juga 20 mm. Massa bahan di dalam kotak sampel dibuat sebanding dengan luas alas kotak sampel tersebut. Percobaan akan berhenti setelah kadar air rata-rata semua sampel di bawah 15 %. Hal ini dapat diketahui setelah memperoleh besar kadar air awal. Misalnya kadar air awal bahan 70 % bb, massa sampel 100 g; dengan demikian massa padatan sampel adalah 30 g. Untuk kadar air akhir 15 %, maka:

$$0.15 = \frac{\text{massa air}}{\text{massa air} + 30},$$

diperoleh massa air = 5.3 g.

Massa sampel adalah 35.3 g setelah mencapai kadar air 15 %.





### Pengukuran Suhu Udara

Suhu udara yang diamati adalah suhu udara luar dan suhu udara di dalam ruang pengering. Titik-titik pengukuran suhu udara di dalam ruang pengering: di bawah rak-1 sebagai suhu plenum, di atas masing-masing rak, di pangkal cerobong sebagai suhu udara keluar. Untuk pengukuran suhu di dalam alat pengering dibuat duabelas lubang pada dinding belakang untuk pengamatan termometer (panjang 32 mm). Posisi titik-titik pengukuran suhu dapat dilihat pada Gambar 17.

Suhu udara di dalam ruang pengering diukur sebelum bahan dimasukkan. Kemudian pencatatan suhu dilakukan setiap 2 jam, sama dengan perioda penimbangan sampel; pencatatan suhu dilakukan sebelum penimbangan sampel.

### Konsumsi Bahan Bakar dan Derajat Putih Produk

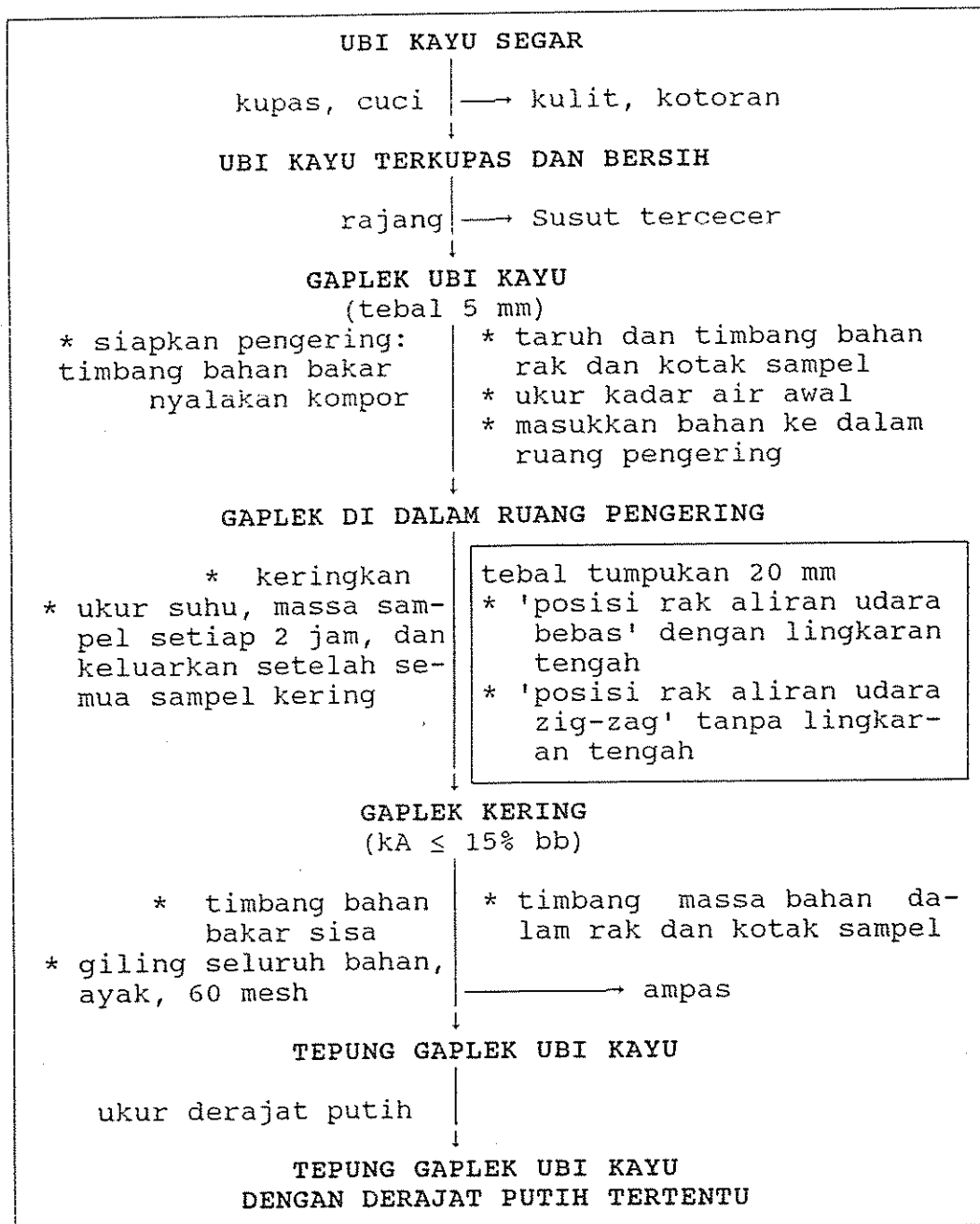
Konsumsi bahan bakar ditentukan dengan mengurangi jumlah yang masih tersisa terhadap jumlah yang disediakan semula.

Semua produk kering digiling dengan hammer-mill. Sampel tepung diambil dan derajat putihnya diukur dengan whitenessmeter. Pembanding di dalam alat ini adalah  $\text{BaSO}_4$  dengan derajat putih 100.





Secara keseluruhan, prosedur uji teknis dapat dilihat pada Gambar 18 di bawah ini.



Gambar 18. Diagram alir prosedur uji teknis

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

## A. SEBARAN SUHU DAN LAJU UDARA

Rata-rata suhu udara plenum pada percobaan 'posisi rak aliran udara bebas' mencapai  $69^{\circ}\text{C}$  dengan selang  $62^{\circ}\text{C}$  sampai  $74^{\circ}\text{C}$ , seperti terlihat pada Tabel 7. Pada percobaan 'posisi rak aliran udara zig-zag' suhu rata-rata adalah  $70^{\circ}\text{C}$  dengan selang  $65^{\circ}\text{C}$  sampai  $73^{\circ}\text{C}$ , seperti terlihat pada Tabel 8.

Suhu asap di dalam kantong asap lebih tinggi dibanding suhu di dalam ruang pengering. Suhu asap minimum adalah  $80^{\circ}\text{C}$  (Gambar 19 dan 21). Hal ini dapat membantu pemanasan di dalam ruang pengering. Panas yang hilang ke lingkungan bersumber dari ruang pengering melalui pintu dan dinding belakang; dan dari kantong asap melalui kedua dinding samping.

Laju udara untuk 'posisi rak aliran udara bebas' lebih tinggi dibanding 'posisi rak aliran udara zig-zag' (Gambar 23). Hal ini akan mempengaruhi penyebaran panas ke bagian atas. Dalam 'posisi rak aliran udara bebas' dapat dilihat bahwa panas lebih merata dibanding dalam 'posisi rak aliran udara zig-zag'; dalam 'posisi rak aliran udara zig-zag', nilai rata-rata suhu plenum ( $T_a$ ) dan suhu rak-1 ( $T_1$ ), jauh lebih besar dibanding rak lainnya. Hal ini menyebabkan panas lebih banyak dikonsumsi oleh bahan

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Rengut/pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, pemertanian karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



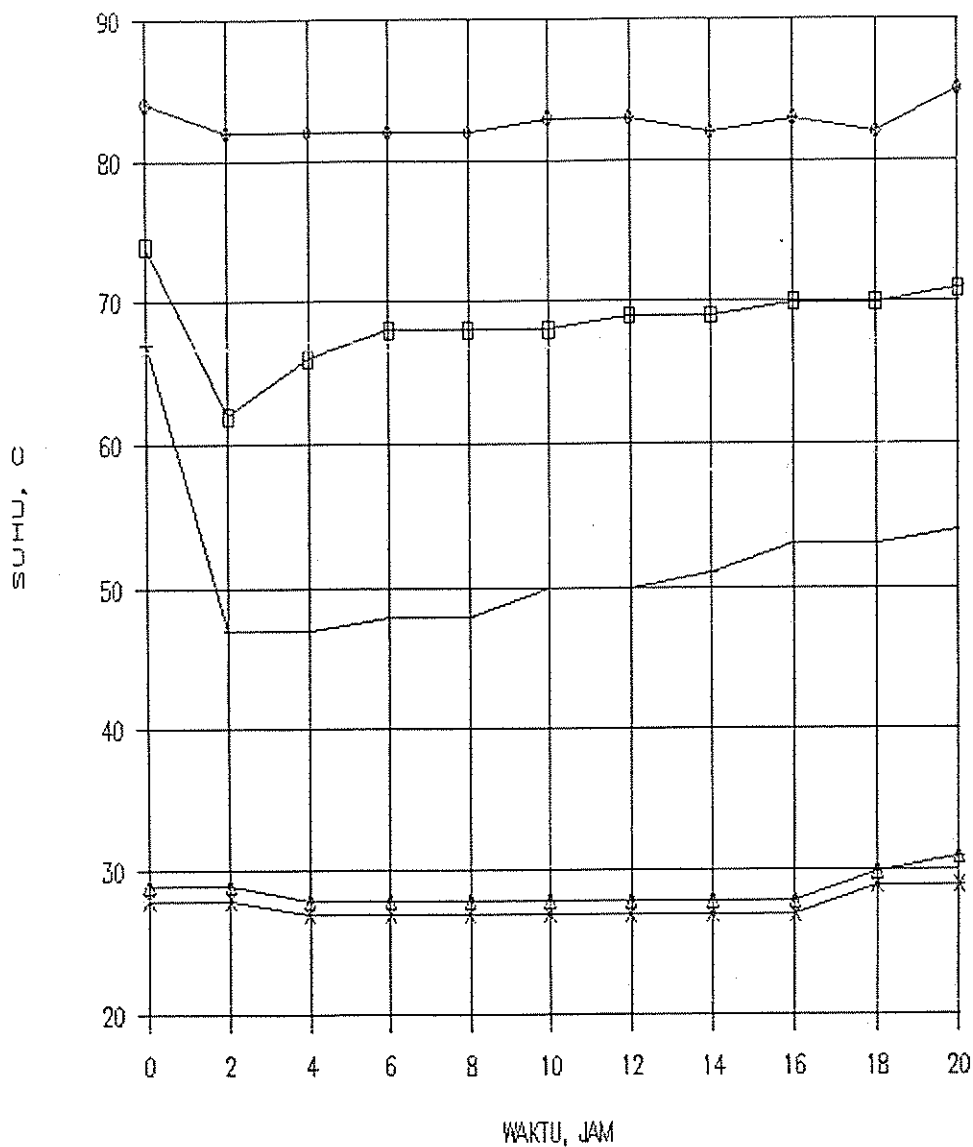
@Hak cipta milik IPB University

Tabel 7. Sebaran suhu dan laju udara dalam 'posisi rak aliran udara babas'

WAKTU PUKUL JAM KE	PLENUM (Ta)	D I A T A S R A K						KELUAR (Tout)	KANTONG (Tp)	LINGKUNGAN		LAJU UDARA (V, m/det)
		T1	T2	T3	T4	T5	T6			(Td)	(Tt)	
17.15	74	72	72	73	70	69	68	67	84	29	28	1.6
19.15	62	57	55	53	53	54	44	47	82	29	28	1.2
21.15	66	58	54	54	53	54	44	47	82	28	27	1.2
23.15	68	60	56	55	54	56	44	48	82	28	27	1.3
1.15	68	63	63	55	55	55	44	48	82	28	27	1.3
3.15	68	62	61	56	56	52	45	50	83	28	27	1.3
5.15	69	63	62	57	53	53	46	50	83	28	27	1.4
7.15	70	64	64	58	55	55	49	51	82	28	27	1.4
9.15	70	67	65	60	58	53	48	53	83	28	27	1.4
11.15	70	68	67	61	62	55	46	53	82	30	29	1.4
13.15	71	71	67	63	64	56	50	54	85	31	29	1.4
RATA-RATA	69	64	62	58	58	56	48	52	83	29	28	1.37

Tabel 8. Sebaran suhu dan laju udara dalam 'posisi rak aliran udara zig-zag'

WAKTU PUKUL JAM KE	PLENUM (Ta)	D I A T A S R A K						KELUAR (Tout)	KANTONG (Tp)	LINGKUNGAN		LAJU UDARA (V, m/det)
		T1	T2	T3	T4	T5	T6			(Td)	(Tt)	
19.15	73	72	71	71	70	69	69	67	82	29	27	1.6
21.15	65	64	47	51	47	46	38	42	82	29	27	1.1
23.15	65	64	50	51	46	46	37	42	82	29	27	1.1
1.15	69	66	47	53	46	48	35	43	81	28	27	1.2
3.15	70	67	47	54	48	49	40	43	80	28	26	1.2
5.15	71	69	49	56	47	48	36	41	80	27	26	1.3
7.15	72	71	50	57	50	51	45	43	81	27	25	1.3
9.15	73	72	53	59	52	53	44	45	83	31	27	1.3
11.15	71	71	54	60	52	53	47	49	82	31	28	1.3
RATA-RATA	70	69	52	52	51	52	45	46	82	29	27	1.28

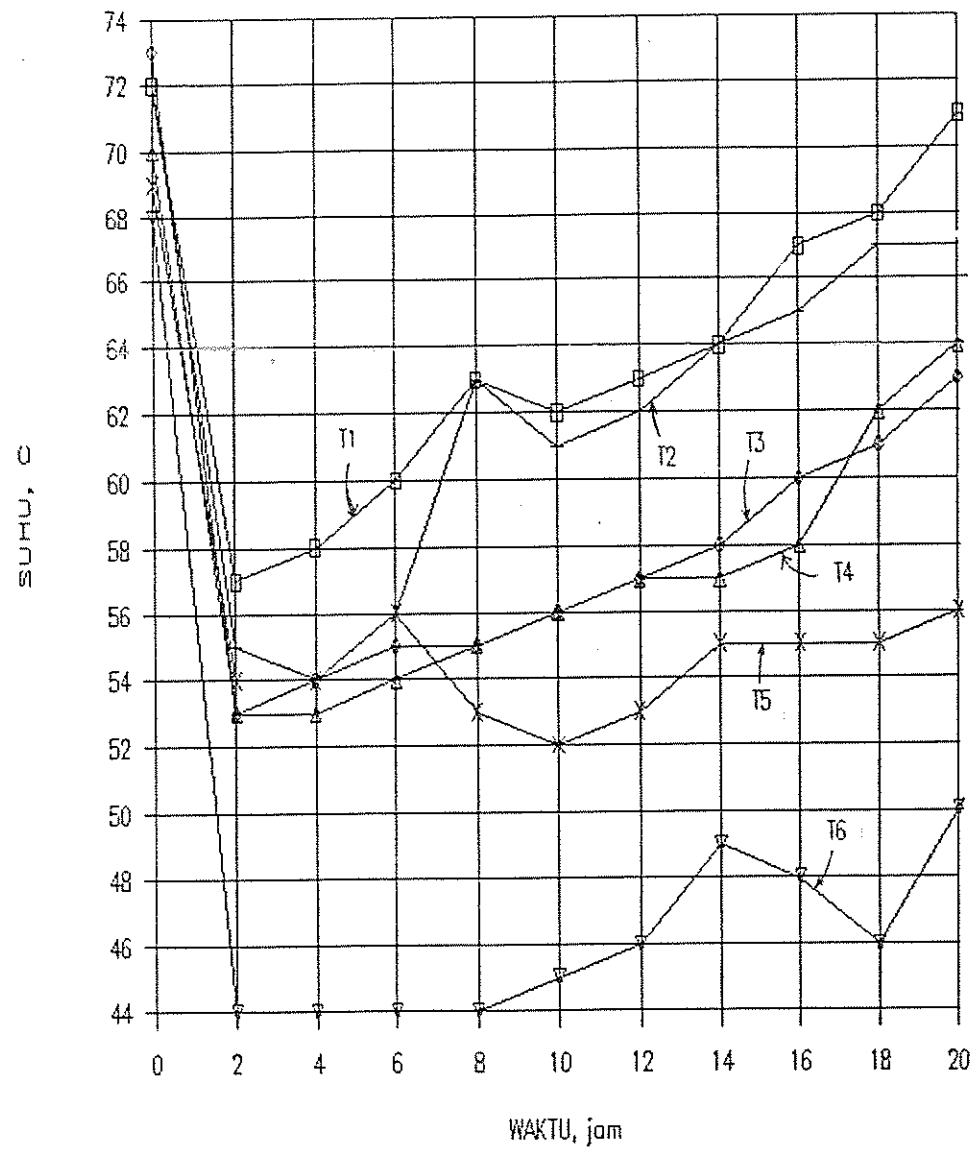


- ◇ suhu di dalam kantong asap ( $T_p$ )
- suhu plenum ( $T_a$ )
- + suhu udara keluar ( $T_{out}$ )
- △ suhu bola kering lingkungan ( $T_D$ )
- × suhu bola basah lingkungan ( $T_W$ )

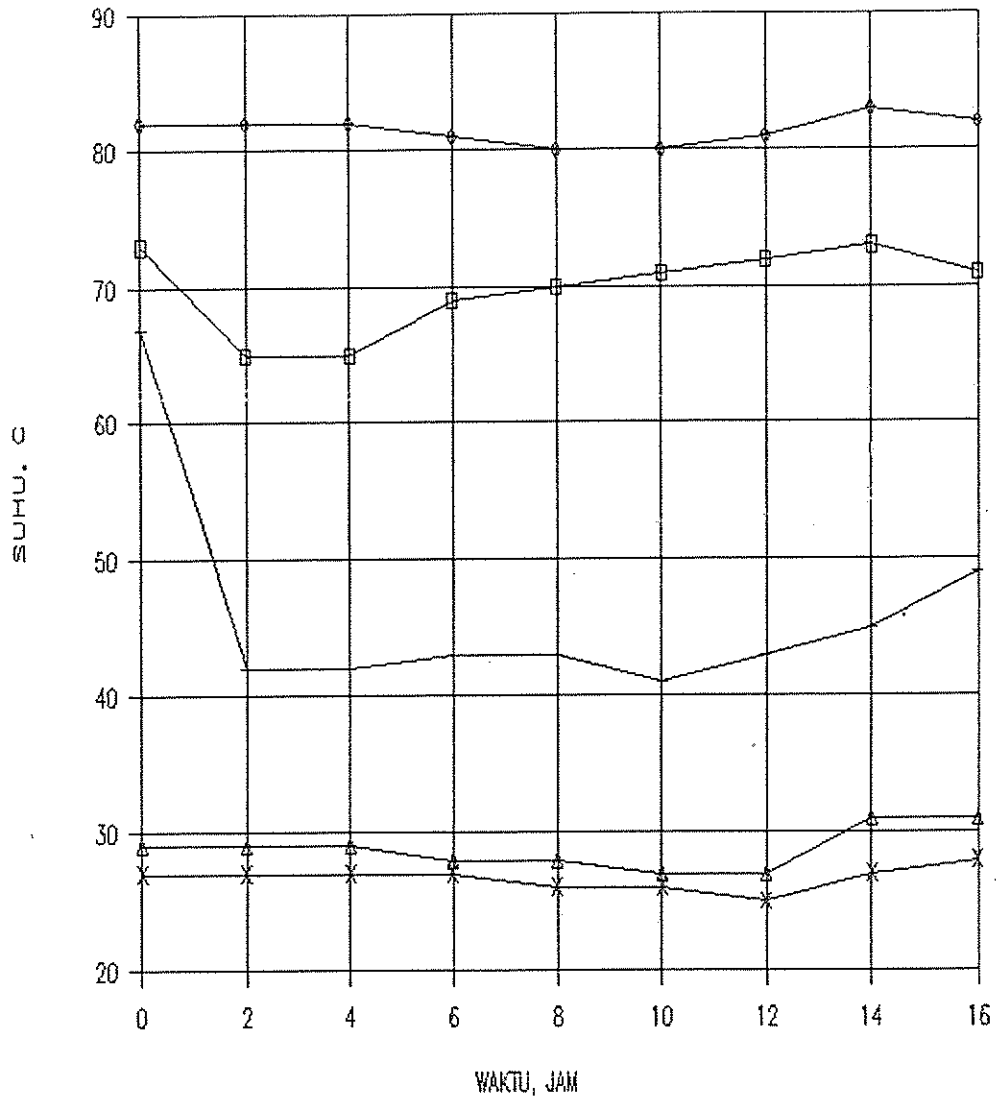
Gambar 19. Beberapa kondisi suhu dalam 'posisi rak aliran udara bebas'

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penyusunan laporan, pengujian kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Gambar 20. Suhu ruang pengering dalam 'posisi rak aliran udara bebas'



- ◊ suhu di dalam kantong asap ( $T_p$ )
- ◻ suhu plenum ( $T_a$ )
- + suhu udara keluar ( $T_{out}$ )
- Δ suhu bola kering lingkungan ( $T_D$ )
- x suhu bola basah lingkungan ( $T_W$ )

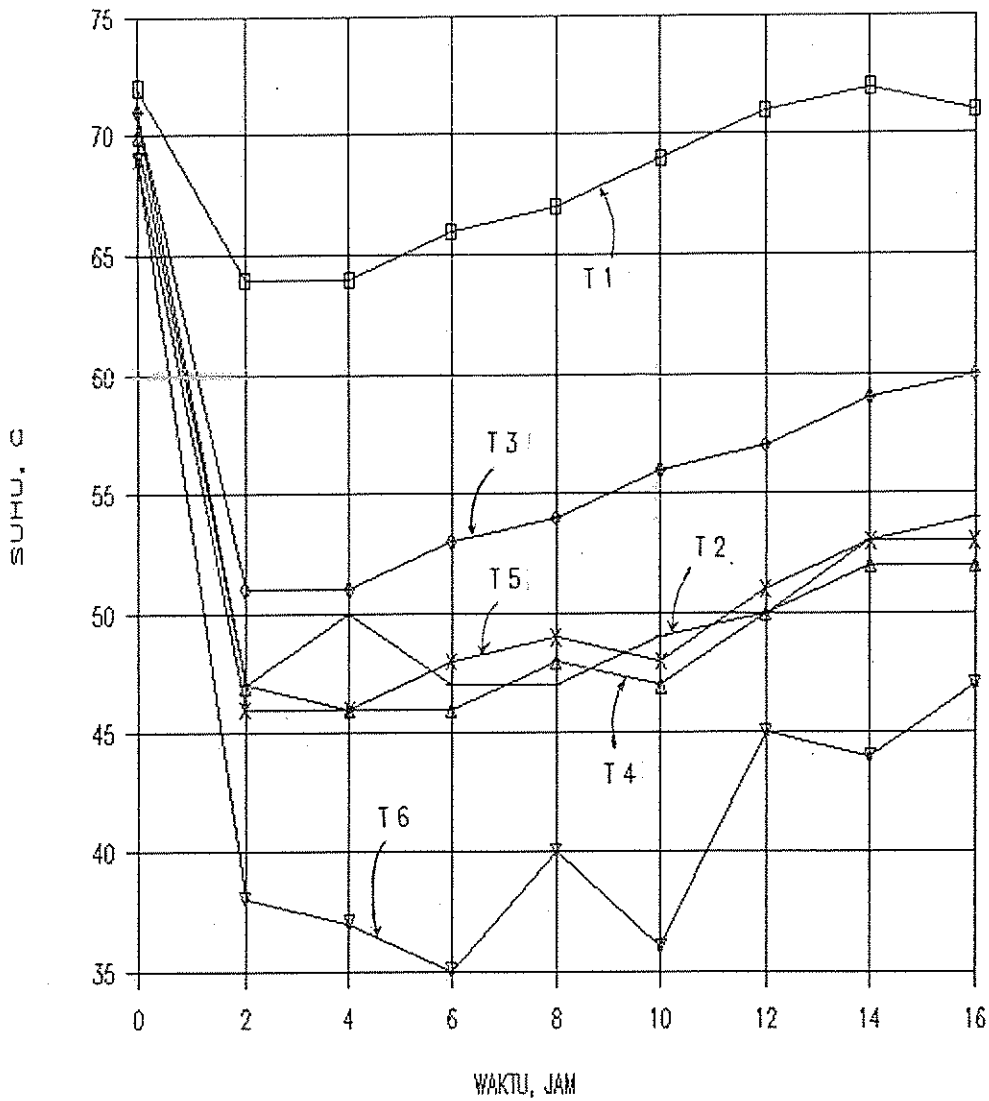
Gambar 21. Beberapa kondisi suhu dalam 'posisi rak aliran udara bebas'



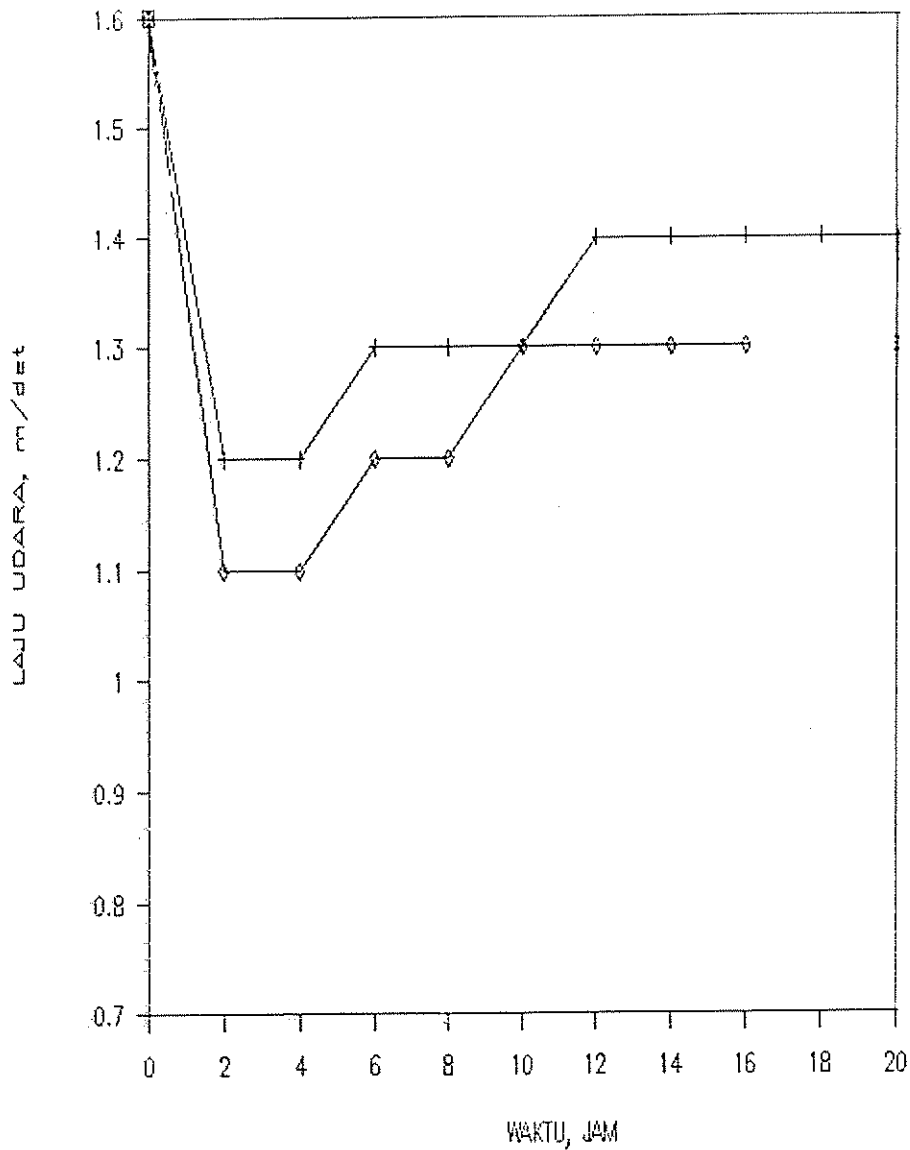
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.





Gambar 22. Suhu ruang pengering dalam 'posisi rak aliran udara zig-zag'



+ 'posisi rak aliran udara bebas'

◇ 'posisi rak aliran udara zig-zag'

Gambar 23. Laju aliran udara di cerobong setelah pembebanan ubi kayu rajangan pada rak-rak pengering



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penerbitan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

pada rak bagian bawah untuk menguapkan air maupun menaikkan suhunya.

Suhu rak-6 jauh lebih rendah (Gambar 20 dan 22), sehingga bahan pada rak tersebut kering lebih lama. Dan ini merupakan penentu akhir proses dengan metoda yang digunakan, terutama dalam 'posisi rak aliran udara zig-zag'.

Baik dalam 'posisi rak aliran udara bebas' maupun 'posisi rak aliran udara zig-zag', suhu di atas rak-1, 2, 3, 4, dan 5 tidak jauh berbeda satu sama lain. Hal ini dapat terjadi dengan adanya pipa-pipa segiempat pemanas di sekitar rak-rak tersebut.

## B. PROSES PENGERINGAN

Proses pengeringan ubi kayu dalam 'posisi rak aliran udara bebas' membutuhkan waktu 20 jam (Tabel 9), sedangkan dalam 'posisi rak aliran udara zig-zag' membutuhkan waktu 16 jam (Tabel 10), dengan jumlah sampel yang sama. Total massa sampel yang diukur adalah 1200 g untuk sekali proses, yang dibagi-bagi di dalam 12 kotak sampel (tiap rak ada dua kotak sampel); total massa bahan sekali proses adalah 16.5 kg.

Tabel 11 atau Gambar 26 menunjukkan bahwa bahan sudah kering pada jam ke-20 untuk 'posisi rak aliran udara bebas', dan pada jam ke-16 untuk 'posisi rak aliran udara zig-zag'; dan proses pengeringan dianggap

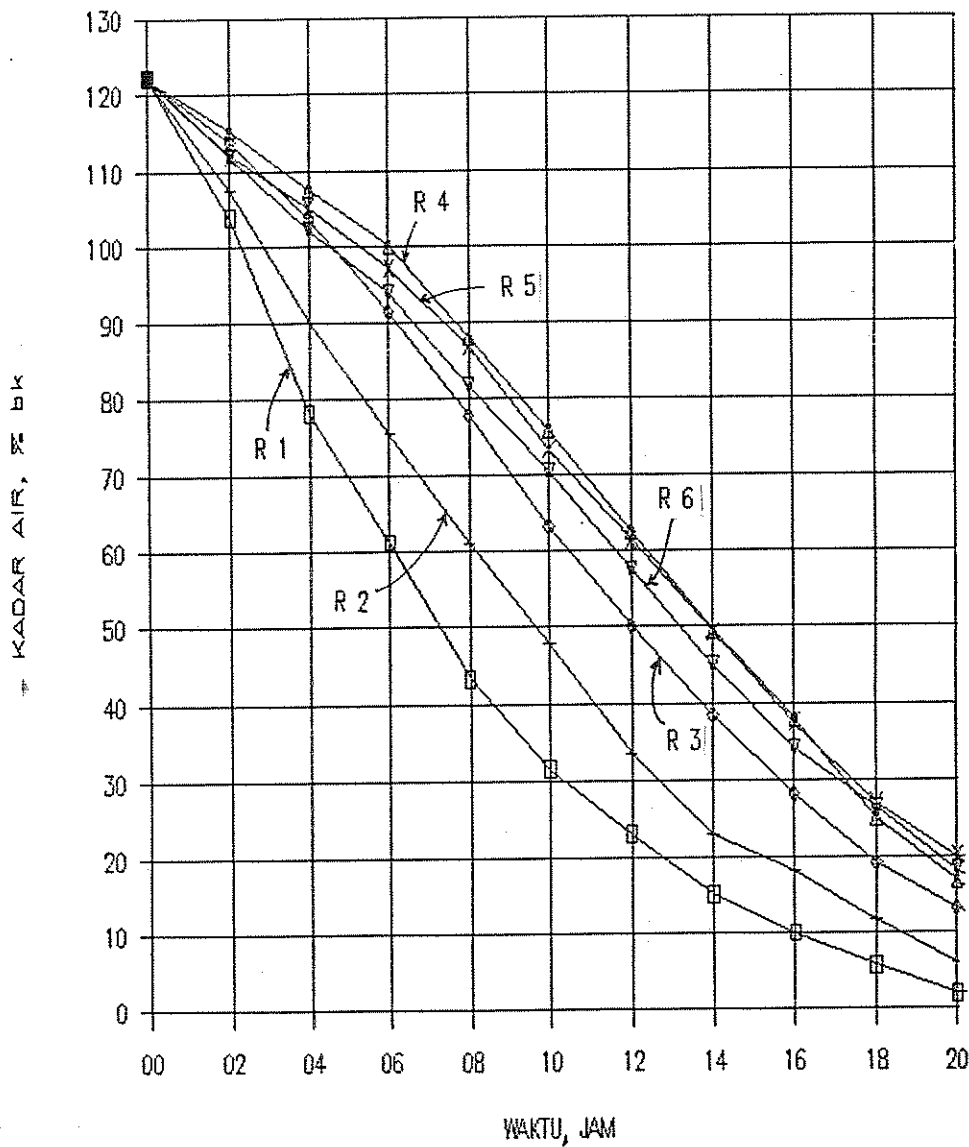


Tabel 9. Penurunan kadar air sampel rata-rata tiap rak dalam 'posisi rak aliran udara bebas'

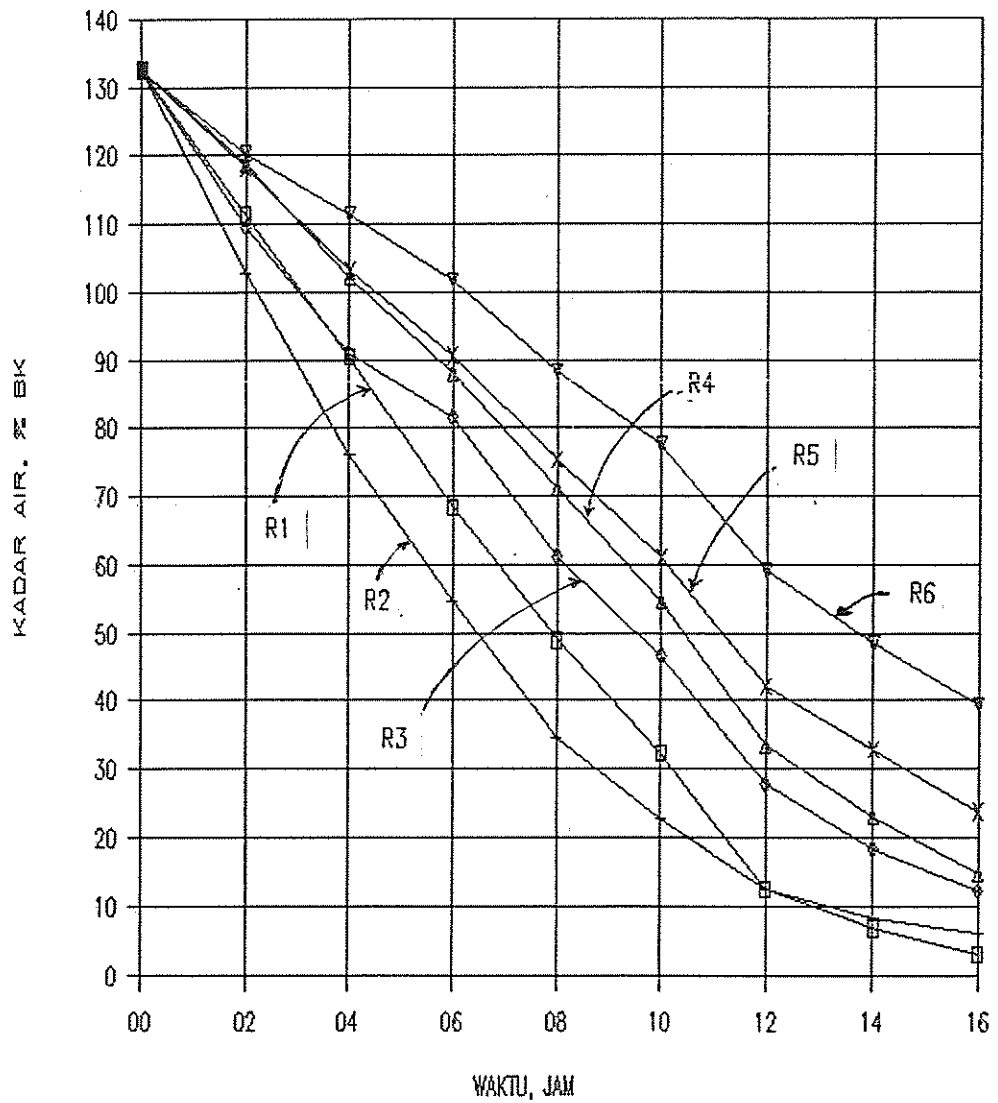
W A K T U		KADAR AIR RATA-RATA SAMPEL TIAP RAK, % bk						
PUKUL	JAM KE	R-1	R-2	R-3	R-4	R-5	R-6	RATA-RATA
17.15	00	122.2	122.2	122.2	122.2	122.2	122.2	122.2
19.15	02	103.8	107.6	113.9	115.4	112.1	111.9	110.7
21.15	04	78.1	90.0	103.6	107.6	105.1	102.1	97.8
23.15	06	61.3	75.6	91.4	100.1	97.1	93.9	86.5
1.15	08	43.3	61.2	77.8	88.0	86.8	81.7	73.1
3.15	10	31.6	47.9	63.3	75.9	73.3	70.4	60.4
5.15	12	23.1	33.6	50.0	62.7	61.6	57.6	48.1
7.15	14	15.2	23.1	38.4	49.6	49.3	45.0	36.7
9.15	16	10.0	18.2	28.1	38.1	37.4	34.1	27.6
11.15	18	5.7	11.7	19.2	25.0	27.0	26.3	19.3
13.15	20	1.9	6.0	13.2	16.9	20.1	18.2	12.8

Tabel 10. Penurunan kadar air sampel rata-rata tiap rak dalam 'posisi rak aliran udara zig-zag'

W A K T U		KADAR AIR RATA-RATA SAMPEL TIAP RAK, % bk						
PUKUL	JAM KE	R-1	R-2	R-3	R-4	R-5	R-6	RATA-RATA
19.15	00	132.6	132.6	132.6	132.6	132.6	132.6	132.6
21.15	02	111.3	102.8	109.5	118.8	118.1	120.2	113.5
23.15	04	90.5	76.2	90.9	102.1	103.3	111.6	95.8
1.15	06	68.5	54.8	81.6	88.1	90.6	101.6	80.9
3.15	08	49.0	34.5	61.2	71.2	75.4	88.3	63.3
5.15	10	32.3	22.7	46.8	54.8	61.1	77.6	49.2
7.15	12	12.4	12.3	27.8	33.4	42.1	59.1	31.2
9.15	14	6.8	8.4	18.4	23.0	32.9	48.4	23.0
11.15	16	2.9	6.0	12.3	14.8	23.8	39.3	16.5



Gambar 24. Penurunan kadar air dalam 'posisi rak aliran udara bebas'



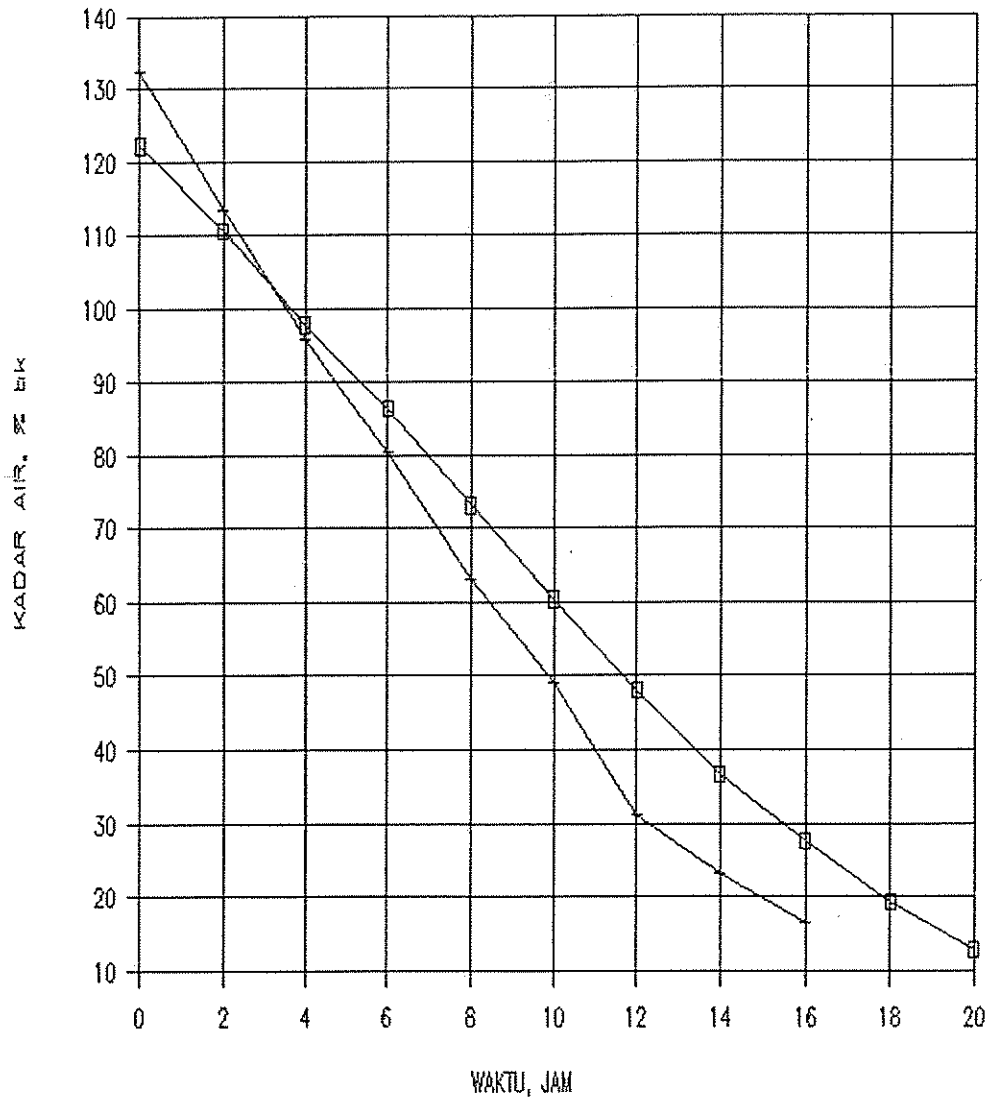
Gambar 25. Penurunan kadar air dalam 'posisi rak aliran udara zig-zag'



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan data menyebutkan sumber :
    - a. Berguna hanya untuk kepentingan penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tabel 11. Penurunan massa dan kadar air rata-rata seluruh sampel dalam 'posisi rak aliran udara bebas' dan 'posisi rak aliran udara zig-zag'.

JAM KE	'posisi rak aliran udara bebas'			'posisi rak aliran udara zig-zag'		
	MASSA,g	KA,%bb	KA,%bk	MASSA,g	KA,%bb	KA,%bk
0	1200	55.0	122.2	1200	57.0	132.6
2	1138	52.5	110.7	1102	53.2	113.6
4	1068	49.4	97.8	1010	48.9	95.7
6	1007	46.4	86.5	931	44.6	80.4
8	935	42.2	73.1	842	38.7	63.2
10	866	37.6	60.4	770	33.0	49.2
12	800	32.5	48.1	677	23.8	31.2
14	738	26.8	36.7	635	18.7	23.1
16	689	21.6	27.6	601	14.1	16.5
18	644	16.1	19.3			
20	609	11.3	12.8			



† 'posisi rak aliran udara zig-zag'  
 □ 'posisi rak aliran udara bebas'

Gambar 26. Penurunan kadar air rata-rata dalam 'posisi rak aliran udara bebas' dan 'posisi rak aliran udara zig-zag'





selesai. Akan tetapi kadar air tersebut hanyalah kadar air rata-rata; pada batas waktu tersebut, bahan pada rak-5 dan rak-6 belum kering baik dalam 'posisi rak aliran udara bebas' (Tabel 9 atau Gambar 24) maupun dalam 'posisi rak aliran udara zig-zag' (Tabel 10 atau Gambar 25). Dan apabila diperhatikan lagi Lampiran 2, sampel B pada rak-4 (S4B) belum mencapai kadar air  $\leq 15\%$  bb pada jam ke-20.

Lampiran 2 menunjukkan bahwa dalam percobaan ini, baik dalam 'posisi rak aliran udara bebas' maupun dalam 'posisi rak aliran udara zig-zag', sampel A lebih cepat kering dibanding sampel B, kecuali untuk rak-1 (penurunan massa bahan selama proses berlangsung dapat dilihat pada Lampiran 1). Posisi kotak sampel B (Gambar 15) dan adanya sekat plenum (miring) memungkinkan S1B dalam 'posisi rak aliran udara bebas' akan lebih dahulu kering.

### C. LAJU PENGERINGAN

Perhitungan laju pengeringan dibuat berdasarkan penurunan massa sampel. Untuk 'posisi rak aliran udara bebas' diperoleh laju pengeringan 0.406 kg H<sub>2</sub>O/jam, dan 0.515 kg H<sub>2</sub>O/jam untuk 'posisi rak aliran udara zig-zag'.



#### D. DERAJAT PUTIH DAN EFISIENSI TEKNIS

Derajat putih produk dalam percobaan ini ('posisi rak aliran udara bebas' dan 'posisi rak aliran udara bebas') dapat dilihat pada Tabel 12, yang merupakan rata-rata dari dua kali ulangan pengukuran (Lampiran 3). Derajat putih ini dapat dibuat sebagai indikator mutu produk. Nilai yang paling rendah diperoleh pada bahan dari rak-6 (85.0 untuk 'posisi rak aliran udara bebas' dan 84.5 untuk 'posisi rak aliran udara zig-zag'. Secara keseluruhan nilai-nilai derajat putih yang diperoleh tidak jauh berbeda satu sama lain.

Tabel 12. Derajat putih

RAK	DERAJAT PUTIH	
	'posisi rak aliran udara bebas'	'posisi rak aliran udara zig-zag'
1	88.5	88.5
2	86.5	88.5
3	86.0	88.5
4	86.0	88.0
5	86.0	87.5
6	85.0	84.5
<b>RATA-RATA</b>	<b>86.3</b>	<b>87.6</b>



Nilai efisiensi teknis yang diperoleh untuk 'posisi rak aliran udara bebas' adalah 11 % sedangkan dalam 'posisi rak aliran udara zig-zag' adalah 14 % (Lampiran 4). Hal ini menunjukkan bahwa pemanfaatan energi lebih efisien dalam 'posisi rak aliran udara zig-zag'. Penurunan suhu lebih besar dalam 'posisi rak aliran udara zig-zag' ( $73^{\circ}\text{C} - 46^{\circ}\text{C}$ ) dibanding dalam 'posisi rak aliran udara bebas' ( $74^{\circ}\text{C} - 52^{\circ}\text{C}$ ). Hal ini dapat dibuat sebagai indikator perbedaan besar efisiensi teknis yang dihitung.

Secara keseluruhan, hasil percobaan dapat dilihat pada Tabel 13 berikut ini.



Tabel 13. Hasil uji teknis: 'posisi rak aliran udara bebas' dan 'posisi rak aliran udara zig-zag'

No.	HASIL UJI TEKNIS		
	Pengukuran/Perhitungan	'aliran udara bebas'	'aliran udara zig-zag'
1.	Massa awal sampel, g	1200	1200
	(Massa awal ubi kayu, kg	16.5	16.5)
2.	Kadar air awal sampel, % bb	55.0	57.0
3.	Massa akhir sampel, g	609	601
4.	Kadar air akhir sampel, % bb	11.3	14.1
5.	Massa air dari sampel diuapkan, g	591	599
6.	Lama pengeringan, jam	20	16
7.	Laju pengeringan, kg H <sub>2</sub> O/jam	0.406	0.515
8.	Suhu pengeringan (T <sub>a</sub> rata-rata), °C	69	70
9.	Laju udara		
	a. linier, m/det	1.37	1.28
	b. volumetrik, m <sup>3</sup> /jam	55.6	52.0
10.	Suhu udara keluar		
	a. db, °C	52	46
	b. wb, °C	36.45	33.80
11.	Konsumsi minyak tanah total		
	a. liter	5.0	4.0
	b. 10 <sup>3</sup> kJ	207.400	165.720
12.	Laju konsumsi minyak tanah		
	a. liter/jam	0.25	0.25
	b. 10 <sup>3</sup> kJ/jam	10.460	10.460
13.	Efisiensi teknis, %	11	14
14.	Derajat putih	86.3	87.6





## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. KESIMPULAN

1. Dalam 'posisi rak aliran udara bebas', sebaran suhu lebih merata dibanding dalam 'posisi rak aliran udara zig-zag'. Untuk 'posisi rak aliran udara zig-zag', suhu di bagian rak-6 adalah paling rendah, sehingga bahan pada rak tersebut paling lama kering. Laju pengeringan dalam 'posisi rak aliran udara zig-zag' selama proses pengeringan berlangsung lebih tinggi dibanding dalam 'posisi rak aliran udara bebas'. Laju udara yang diperoleh adalah 1.6 m/det (linier) atau 65.5 m<sup>3</sup>/jam (volumetrik) sebelum bahan dimasukkan ke dalam ruang pengering; sedangkan setelah bahan dimasukkan ke dalam ruang pengering, laju udara adalah 1.37 m/det (linier) atau 56.1 m<sup>3</sup>/jam untuk 'posisi rak aliran udara bebas' dan 1.28 m/det (linier) atau 52.4 m<sup>3</sup>/jam.
2. Laju pengeringan selama proses berlangsung dalam 'posisi rak aliran udara bebas' (0.406 kg H<sub>2</sub>O/jam) lebih rendah dibanding dalam 'posisi rak aliran udara zig-zag' (0.515 kg H<sub>2</sub>O/jam). Derajat putih produk dalam 'posisi rak aliran udara bebas' (86.3) tidak jauh berbeda dengan 'posisi rak

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

aliran udara zig-zag' (87.6). Efisiensi teknis untuk 'posisi rak aliran udara bebas' adalah 11 % dan 14 % untuk 'posisi rak aliran udara zig-zag'.

3. Dalam 'posisi rak aliran udara bebas', sebanyak 16.5 kg ubi kayu rajangan 5 mm, yang ditumpuk pada 6 rak pengering dengan tebal tumpukan 20 mm, dikeringkan dari KA 55 % bb menjadi 11.3 % bb selama 20 jam.
4. Dalam 'posisi rak aliran udara zig-zag', sebanyak 16.5 kg ubi kayu rajangan 5 mm, yang ditumpuk pada 6 rak pengering dengan tebal tumpukan 20 mm, dikeringkan dari KA 57 % bb menjadi 14.1 % bb selama 16 jam.

## B. SARAN

1. Untuk meningkatkan efisiensi dan memperluas aplikasi alat pengering ini, perlu diadakan penelitian lanjut dengan bahan selain ubi kayu. Satu hal yang perlu diteliti adalah kombinasi dari 'posisi rak aliran udara bebas' dan 'dan posisi rak aliran udara zig-zag' serta pergeseran posisi rak, misalnya 'posisi rak aliran udara zig-zag' di bagian atas dan 'posisi rak aliran udara bebas' di bagian bawah. Dapat juga dilakukan pembalikan tumpukan, pergantian posisi rak, dan pengumpanan semi kontinu yaitu mengambil bahan yang sudah



kering lebih dahulu, dan memasukkan bahan segar pada rak paling atas setelah rak-rak diturunkan ke rel di bawahnya.

2. Untuk meningkatkan kapasitas alat, yang ditambah adalah luas bukan tingginya. Tinggi alat pengering sebaiknya dikurangi. Salah satu cara adalah dengan meniadakan rak-6 dan rak-5, di mana bahan pada rak tersebut lebih lama kering dan juga derajat putih produk yang dihasilkan rendah, yang dapat menurunkan mutu.
3. Perlu diadakan penelitian lanjut untuk mengetahui luas optimum lubang pemasukan udara; tinggi dan luas optimum cerobong; bentuk dan posisi sekat plenum; dan mengoreksi disain pipa-pipa segiempat pemanas. Luas lubang udara yang dibuat kurang dari  $800 \pi \text{ mm}^2$  sedangkan luas cerobong  $3600 \pi \text{ mm}^2$ . Untuk menghindari kemungkinan hambatan aliran udara oleh lubang udara yang sempit, maka perlu disamakan luas lubang udara (pemasukan udara) dengan luas cerobong (pengeluaran udara).





Lampiran 1. Penurunan massa bahan

Penurunan massa bahan di dalam dua kotak sampel tiap rak dalam 'posisi rak aliran udara babas'

W A K T U	M A S S A S A M P E L , g												
	S1A	S1B	S2A	S2B	S3A	S3B	S4A	S4B	S5A	S5B	S6A	S6B	
17.15	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
19.15	92.3	91.1	93.4	93.4	96.9	95.6	96.5	97.4	96.0	94.9	96.7	94.0	94.0
21.15	80.8	79.5	86.6	84.4	92.6	90.6	92.3	94.5	93.0	91.6	93.2	88.7	88.7
23.15	6	73.5	71.7	79.6	86.8	85.5	87.8	92.3	89.7	87.7	90.1	84.4	84.4
1.15	8	65.4	63.6	72.4	78.2	81.8	81.9	87.3	85.0	83.1	84.3	79.2	79.2
3.15	10	59.9	58.5	65.1	68.0	70.2	75.1	83.2	76.9	79.1	79.4	74.0	74.0
5.15	12	56.1	54.7	57.1	63.1	68.2	68.2	78.2	70.3	75.1	72.5	69.3	69.3
7.15	14	52.6	51.2	52.9	57.9	58.0	61.7	72.9	64.0	70.4	66.0	64.5	64.5
9.15	16	49.4	49.6	50.6	55.8	53.9	56.4	67.9	58.3	65.4	60.3	60.4	60.4
11.15	18	47.3	47.8	48.7	51.8	51.2	50.7	61.8	52.9	61.4	55.4	58.3	58.3
13.15	20	45.1	46.6	47.0	48.4	50.0	49.0	56.2	51.1	57.0	51.8	54.6	54.6

Penurunan massa bahan di dalam dua kotak sampel tiap rak dalam 'posisi rak aliran udara zig-zag'

W A K T U	M A S S A S A M P E L , g												
	S1A	S1B	S2A	S2B	S3A	S3B	S4A	S4B	S5A	S5B	S6A	S6B	
19.15	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
21.15	92.7	89.0	84.4	90.1	95.5	84.8	95.9	92.3	94.9	92.7	95.5	93.9	93.9
23.15	4	85.1	78.7	77.0	90.3	73.9	89.6	84.2	89.8	85.0	91.9	90.0	90.0
1.15	6	75.9	69.0	63.2	70.0	85.8	83.1	78.7	85.2	78.7	87.1	86.3	86.3
3.15	8	66.7	61.4	52.2	63.5	78.2	75.8	71.4	78.7	72.1	80.5	81.5	81.5
5.15	10	57.7	56.1	47.6	57.9	70.7	67.7	65.4	72.6	65.9	74.9	77.9	77.9
7.15	12	48.3	48.4	45.2	51.4	60.1	57.8	57.0	62.9	59.3	66.0	70.9	70.9
9.15	14	46.2	45.6	45.1	48.1	54.0	52.9	52.9	58.4	55.9	60.6	67.1	67.1
11.15	16	44.4	44.1	44.9	46.2	49.8	49.2	49.5	53.3	53.1	56.2	63.6	63.6





- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penyusunan laporan, atau tinjauan suatu masalah
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lampiran 2. Penurunan kadar air bahan di dalam dua kotak sampel tiap rak

Dalam 'posisi rak aliran udara bebas'

WAKTU		K A D A R A I R S A M P E L , % b b													
PUKUL	JAM KE	S1A	S1B	S2A	S2B	S3A	S3B	S4A	S4B	S5A	S5B	S6A	S6B		
17.15	0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0		
19.15	2	51.2	50.6	51.8	51.8	53.6	52.9	53.4	53.8	53.1	52.6	53.5	52.1		
21.15	4	44.3	43.4	48.0	46.7	51.4	50.3	51.2	52.4	51.6	50.9	51.7	49.3		
23.15	6	38.8	37.2	43.5	42.6	48.2	47.4	48.7	51.2	49.8	48.7	50.1	46.7		
1.15	8	31.2	29.2	37.8	38.1	42.5	45.0	45.1	48.5	47.1	45.8	46.6	43.2		
3.15	10	24.9	23.1	30.9	33.8	35.9	41.4	40.1	45.9	41.5	43.1	43.3	39.2		
5.15	12	19.8	17.7	21.2	28.7	28.8	37.3	34.0	42.5	36.0	40.1	37.9	35.1		
7.15	14	14.4	12.1	14.9	22.3	22.4	32.4	27.1	38.3	29.7	36.1	31.8	30.2		
9.15	16	8.9	9.3	11.1	19.4	16.5	26.7	20.2	33.7	22.8	31.2	25.4	25.5		
11.15	18	4.9	5.9	7.6	13.1	12.1	19.8	11.2	27.2	14.9	26.7	18.8	22.8		
13.15	20	0.2	3.4	4.3	7.0	10.0	13.3	8.2	19.9	11.9	21.1	13.1	17.6		

Dalam 'posisi rak aliran udara zig-zag'

WAKTU		K A D A R A I R S A M P E L , % b b													
PUKUL	JAM KE	S1A	S1B	S2A	S2B	S3A	S3B	S4A	S4B	S5A	S5B	S6A	S6B		
19.15	0	57.0	57.0	57.0	57.0	57.0	57.0	57.0	57.0	57.0	57.0	57.0	57.0		
21.15	2	53.6	51.7	49.1	52.3	55.0	49.3	55.2	53.4	54.7	53.6	55.0	54.2		
23.15	4	49.5	45.4	42.4	44.2	52.4	41.8	52.0	48.9	52.1	49.4	53.2	52.2		
1.15	6	43.3	37.7	32.0	38.6	49.9	39.0	48.3	45.4	49.5	45.4	50.6	50.2		
3.15	8	35.5	30.0	17.6	32.3	45.0	28.9	43.3	39.8	45.4	40.4	46.6	47.2		
5.15	10	25.5	23.4	9.7	25.7	39.2	22.5	36.5	34.3	40.8	34.7	42.6	44.8		
7.15	12	11.0	11.2	4.9	16.3	28.5	13.7	25.6	24.6	31.6	27.5	34.8	39.4		
9.15	14	6.9	5.7	4.7	10.6	20.4	10.0	18.7	18.7	26.4	23.1	29.0	35.9		
11.15	16	3.2	2.5	4.2	6.9	13.7	8.1	12.6	13.1	19.3	19.0	23.5	32.4		

Lampiran 3. Derajat putih produk

RAK	DERAJAT PUTIH			
	'posisi rak aliran udara bebas		'posisi rak aliran udara zig-zag'	
	ulangan 1	ulangan 2	ulangan 1	ulangan 2
1.	88.0	89.0	88.5	88.5
2.	86.0	87.0	88.5	88.5
3.	85.5	86.5	88.5	88.5
4.	85.5	86.5	88.0	88.0
5.	85.5	86.5	87.5	87.5
6.	84.5	85.5	84.5	84.5



## Lampiran 4. Perhitungan efisiensi teknis

## 1. Dalam 'posisi rak aliran udara bebas'

$$\text{Massa air diuapkan (M)} = 591 \text{ g} = 0.591 \text{ kg}$$

$$\text{HL} = 2745 \text{ kJ/kg}$$

$$\text{Total konsumsi minyak tanah} = 5.0 \text{ liter}$$

$$\text{Konsumsi minyak tanah untuk 1200 g sampel}$$

$$= \frac{1200}{16500} \times 5.0 \text{ liter} = 0.364 \text{ liter}$$

$$\text{Nilai kalor minyak tanah} = 41480 \text{ kJ/liter}$$

$$\begin{aligned} E_{bb} &= 0.364 \text{ liter} \times 41480 \text{ kJ/liter} \\ &= 15098.72 \text{ kJ} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{M \times \text{HL}}{E_{bb}} \times 100 \% \\ &= \frac{0.591 \text{ kg} \times 2745 \text{ kJ/kg}}{15098.72 \text{ kJ}} \times 100 \% \end{aligned}$$

$$\eta = 11 \%$$

## 2. Dalam 'posisi rak aliran udara zig-zag'

$$\text{Massa air diuapkan (M)} = 599 \text{ g} = 0.599 \text{ kg}$$

$$\text{HL} = 2745 \text{ kJ/kg}$$

$$\text{Total konsumsi minyak tanah} = 4.0 \text{ liter}$$

$$\text{Konsumsi minyak tanah untuk 1200 g sampel}$$

$$= \frac{1200}{16500} \times 4.0 \text{ liter} = 0.291 \text{ liter}$$

$$\text{Nilai kalor minyak tanah} = 41480 \text{ kJ/l}$$



$$E_{bb} = 0.291 \text{ liter} \times 41480 \text{ kJ/liter}$$

$$= 12066.91 \text{ kJ}$$

$$\eta = \frac{M \times HL}{E_{bb}} \times 100 \%$$

$$= \frac{0.599 \text{ kg} \times 2745 \text{ kJ/kg}}{12066.91 \text{ kJ}} \times 100 \%$$

$$\eta = 14 \%$$

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penyusunan laporan, penerbitan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lampiran 5: Perhitungan laju pengeringan ( $dM/dT$ ) dalam 'posisi rak aliran udara bebas' dan 'posisi rak aliran udara zig-zag', yang dibuat berdasarkan penurunan massa sampel

1. Dalam 'posisi rak aliran udara bebas'

massa awal bahan = 16.5 kg

(massa awal sampel = 1200 g)

kadar air awal sampel = 122.2 % bk

kadar air akhir sampel = 12.8 % bk

lama pengeringan = 20 jam

$$dM/dT = \frac{\frac{122.2-12.8}{122.2} \times \frac{122.2}{122.2+100} \times 16.5 \text{ kg}}{20 \text{ jam}}$$

$$= 0.406 \text{ kg H}_2\text{O/jam}$$

2. Dalam 'posisi rak aliran udara zig-zag'

massa awal bahan = 16.5 kg

(massa awal sampel = 1200 g)

kadar air awal sampel = 126.7 % bk

kadar air akhir sampel = 15.7 % bk

lama pengeringan = 16 jam

$$dM/dT = \frac{\frac{126.7-15.7}{126.7} \times \frac{126.7}{126.7+100} \times 16.5 \text{ kg}}{16 \text{ jam}}$$

$$= 0.515 \text{ kg H}_2\text{O/jam}$$



DAFTAR PUSTAKA

- Brennan, J.G., N.D. Cowell and A.E.V. Lilly. 1981. Food Engineering Operation, 2nd Edition. Elviesier Pub. Co. Limited, London, UK.
- Brooker, D.B., F.W. Bakker-Arkema and C.W. Hall. 1974. Drying Cereal Grain. The AVI Pub. Co., Westport, USA.
- Desrosier, N.W. 1988. Teknologi Pengawetan Pangan, Edisi Ketiga. UI Press, Jakarta, Indonesia.
- Hall, C.W. 1957. Drying Farm Agricultural. Consulting Ascociation Inc., Reynoldsburg, USA.
- Heldman, D.R. and R.P. Singh. 1981. Food Process Engineering, 2nd Edition. The AVI Pub. Co., Westport, USA.
- Henderson, R.M. and R.L. Perry. 1976. Agricultural Process Engineering, 3rd Edition. The AVI Pub. Co., Westport, USA.
- Purwadaria, H.K. 1989. Teknologi Penanganan Pasca Panen Ubi Kayu. Deptan-FAO, UNDP.
- Subekti, D. 1986. Pengembangan Alat Pengering Jagung Model Sumur untuk Tingkat Pedesaan. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor, Indonesia.
- Wijandi, S. 1980. Ilmu Pengetahuan Bahan Umbi-umbian. Departemen THP, IPB, Bogor, Indonesia.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.