

**TUGAS AKHIR
(SKRIPSI)**

**PENGARUH SUHU DAN WAKTU PENDINGINAN MASAKAN
D TERHADAP PENURUNAN HK TETES AKHIR DAN
PENINGKATAN KADAR KRISTAL YANG DIPEROLEH**



**Disusun Oleh :
YUDI SUYADI
Nim: 0016004**

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
PROGRAM STUDI TEKNIK GULA DAN PANGAN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2004**

1950

PROTON NUMBER 100
LEADEN 208
LEADEN 208
LEADEN 208

1950
LEADEN 208
LEADEN 208

LEADEN 208
LEADEN 208
LEADEN 208

(1950)

LEADEN 208

LEMBAR PERSETUJUAN

PENGARUH SUHU DAN WAKTU PENDINGINAN MASAKAN D TERHADAP PENURUNAN HK TETES AKHIR DAN PENINGKATAN KADAR KRISTAL YANG DIPEROLEH

Disusun Dan Diajukan Guna Melengkapi Tugas Akhir Dan Memenuhi
Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Strata Satu (S1)

Disusun Oleh :

YUDI SUYADI

Nim : 0016004

Menyetujui,

Dosen Pembimbing



(Ir. Istadi, S. Sos, MM)

Nip.P : 103.9600.290

Menyetujui,

Dosen Pembimbing II



(Dwi Ana Aggorowati, ST)

Nip.P : 103.0000.346

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Kimia
Prodi Teknologi Gula Dan Pangan



(Dwi Ana Aggorowati, ST)

Nip.P : 103.0000.346

KATA PENGANTAR

Puji syukur Kehadirat Alloh SWT yang telah melimpahkan Rahmat-Nya kepada penulis sehingga kami dapat menyelesaikan penyusunan laporan Tugas Akhir (Skripsi) sebagai syarat untuk meraih gelar sarjana Strata 1 (S1). Adapun Judul dari Tugas Akhir (Skripsi) tersebut adalah :

**“ PENGARUH SUHU DAN WAKTU PENDINGINAN MASAKAN D TERHADAP
PENURUNAN HK TETES AKHIR DAN PENINGKATAN KADAR KRISTAL
YANG DIPEROLEH”**

Kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang sangat membantu dalam penyelesaian penyusunan laporan skripsi ini, antara lain sebagai berikut :

1. Bapak Ir. Istadi, S. Sos, MM, selaku dosen pembimbing I yang banyak meluangkan waktunya buat saya di tengah aktivitas beliau yang sangat sibuk.
2. Ibu Dwi Ana Anggorowati, ST, selaku Kepala Jurusan Teknik Kimia Prodi Teknologi Gula dan Pangan dan sekaligus juga dosen pembimbing II.
3. Ibu Rini Kartika Dewi, ST, sebagai dosen penguji dan sebagai staf pengajar Jurusan Teknik Kimia Prodi Teknologi Gula dan Pangan.
4. Ibu Nanik A. Rahman, ST, sebagai dosen penguji dan sebagai staf pengajar Jurusan Teknik Kimia Prodi Teknologi Gula dan Pangan.
5. Ibu Harimbi Setyawati, ST, MM, sebagai dosen penguji dan sebagai staf pengajar Jurusan Teknik Kimia Prodi Teknologi Gula dan Pangan.
6. Ibu Askiyah, Apt, sebagai dosen penguji dan sebagai staf pengajar Jurusan Teknik Kimia Prodi Teknologi Gula dan Pangan.

7. Ir. Wiwid Wiluyo, Manager PG Kebon Agung yang telah memberi ijin saya untuk melakukan penelitian di Lab. PG Kebon Agung.
8. Drs. Eko Hari Purnomo, selaku Kepala Lab. PG Kebon Agung.
9. Ir. Hari Subianto, Chemiker/ Ahli Gula PG Kebon Agung yang banyak memberi masukan dan literatur kepada saya.
10. Terima kasih juga buat seluruh Dosen yang telah pernah mengajar saya dan rekan-rekan mahasiswa Teknik Gula dan Pangan ITN Malang.

Saya yakin penelitian ini masih jauh sekali dari sempurna, karena itu saran dan kritik yang membangun akan saya terima dengan lapang dada sebagai masukan dan koreksi untuk penulisan-penulisan karya ilmiah berikutnya di masa mendatang, Insya Allah.

Semoga karya ini dapat memberi manfaat bagi saya sendiri pada khususnya dan mahasiswa serta praktisi yang berkecimpung dalam industri gula pada umumnya, amiin.

Malang, Oktober 2004

Penyusun

DAFTAR ISI

Lembar Persetujuan.....	i
Kata Pengantar.....	ii
Daftar Isi.....	iv
Daftar Tabel.....	vi
Daftar Grafik.....	ix
Abstraksi.....	x

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Batasan Masalah.....	4
1.4. Tujuan Percobaan.....	5
1.5. Manfaat Penelitian.....	5
1.6. Hipotesa.....	6
1.7. Tempat Penelitian.....	7

BAB II TIJAUAN PUSTAKA

2.1. Kristalisasi.....	9
2.2. Molases.....	15
2.3. Besaran Kristal.....	17

2.4. Neraca Polarisasi.....	18
2.5. Pol Dan Brix.....	19
2.6. Hasil Bagi Kemurnian.....	20

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Variabel Percobaan.....	21
3.2. Alat dan Bahan.....	22
3.3. Prosedur Percobaan.....	24
3.4. Teknik Analisa Data.....	26
3.5. Bagan Alir Penelitian.....	28
3.6. Prosedur Penelitian.....	29

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengamatan Dan Perhitungan.....	30
4.2. Grafik.....	35
4.3. Perhitungan Regresi.....	37
4.4. Pembahasan.....	52

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan.....	60
5.2. Saran.....	61

DAFTAR PUSTAKA

APPENDIX

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1.1. Data pengamatan Perhitungan Analisa % Brix, % Pol, HK Tetes Akhir Dan Gula D Pada Suhu Pemanasan Masakan D Sebelum Diputar 50 ⁰ C.....	33
Tabel 4.1.2. Data pengamatan Perhitungan Analisa % Brix, % Pol, HK Tetes Akhir Dan Gula D Pada Suhu Pemanasan Masakan D Sebelum Diputar 55 ⁰ C.....	34
Tabel 4.1.3. Data Hasil Perhitungan HK Tetes Akhir Pada Suhu Pemanasan Masakan D Sebelum Diputar 50 ⁰ C.....	35
Tabel 4.1.4. Data Hasil Perhitungan HK Tetes Akhir Pada Suhu Pemanasan Masakan D Sebelum Diputar 55 ⁰ C.....	35
Tabel 4.1.5. Data Hasil Perhitungan Kadar Kristal Pada Suhu Pemanasan Masakan D Sebelum Diputar 50 ⁰ C.....	36

Tabel 4.1.6. Data Hasil Perhitungan Kadar Kristal Pada Suhu Pemanasan Masakan D Sebelum Diputar 55⁰C.....36

Tabel 4.3.1.1. Data Hasil Perhitungan Regresi dengan variabel terikat adalah HK Tetes Akhir Pada Suhu Pemanasan Masakan D Sebelum Diputar 50⁰C.....39

Tabel 4.3.1.2. Data Hasil Perhitungan Persamaan Garis Regresi.....40

Tabel 4.3.2.1. Data Hasil Perhitungan Regresi dengan variabel terikat adalah HK Tetes Akhir Pada Suhu Pemanasan Masakan D Sebelum Diputar 55⁰C.....43

Tabel 4.3.2.2. Data Hasil Perhitungan Persamaan Garis Regresi.....44

Tabel 4.3.3.1. Data Hasil Perhitungan Regresi dengan variabel terikat adalah Kadar Kristal Pada Suhu Pemanasan Masakan D Sebelum Diputar 50⁰C.....47

Tabel 4.3.3.2. Data Hasil Perhitungan Persamaan Garis Regresi.....48

Tabel 4.3.4.1. Data Hasil Perhitungan Regresi dengan variabel terikat adalah

Kadar Kristal Pada Suhu Pemanasan Masakan D Sebelum Diputar

55⁰C.....50

Tabel 4.3.4.2. Data Hasil Perhitungan Persamaan Garis Regresi.....51

DAFTAR GRAFIK

- Grafik 4.2.1. Hubungan Antara Suhu Pendinginan Masakan D terhadap Penurunan Hk Tetes Akhir (Pada Suhu Pemanasan Masakan D sebelum diputar 50°C dan 55°C), diambil dari data Tabel 4.1.3 dan 4.1.4.....37
- Grafik 4.2.2. Hubungan Antara Waktu Pendinginan Masakan D terhadap Penurunan Hk Tetes Akhir (Pada Suhu Pemanasan Masakan D sebelum diputar 50°C dan 55°C), diambil dari data Tabel 4.1.3 dan Tabel 4.1.4.....37
- Grafik 4.2.3. Hubungan Antara Suhu Pendinginan Masakan D terhadap Peningkatan Kadar Kristal (Pada Suhu Pemanasan Masakan D sebelum diputar 50°C dan 55°C), diambil dari data Tabel 4.1.5. dan 4.1.6.....38
- Grafik 4.2.4. Hubungan Antara Waktu Pendinginan Masakan D terhadap Peningkatan Kadar Kristal (Pada Suhu Pemanasan Masakan D sebelum diputar 50°C dan 55°C), diambil dari data Tabel 4.1.5. dan 4.1.6.....38

ABSTRAKSI

Masakan tingkat akhir dari suatu pabrik gula kristal di Jawa khususnya dan di Indonesia pada umumnya adalah masakan D atau Dmassecuite (Dmc). Namun demikian masakan D bukan merupakan tahapan akhir dari serangkaian proses produksi pada pabrik gula, karena tahap berikutnya masakan D tersebut masih harus diproses pada sentrifuge (stasiun putaran), untuk dipisahkan antara kristal gula D dan larutan induknya (*motherliquor*) yaitu yang dinamakan tetes akhir atau melase.

Tetes yang merupakan hasil samping (*by product*) dari pabrik gula, harus selalu diusahakan agar kandungan gula atau pol yang terikat seminimal mungkin, karena produk utama dari pabrik gula adalah gula kristal.

Maksud proses kristalisasi dalam palung terutama untuk menekan kelarutan sukrosa dalam cairan. Penurunan kelarutan gula dalam palung pendingin disebabkan karena kelarutan yang lebih rendah pada suhu lebih rendah.

Untuk masakan akhir, penggunaan palung pendingin mempunyai pengaruh langsung pada 'recovery' dan pemerahan tetes akhir, penggunaan pada masakan high grade adalah penting untuk mendapatkan kandungan kristal maksimum.

Usaha untuk menekan kehilangan gula dalam tetes selain harus menerapkan sistem masak yang tepat dan mekanisme masak yang benar antara lain adalah dengan mendinginkan terlebih dahulu masakan D tersebut sebelum mengalami pemutaran di sentrifuge pada suhu tertentu. Tujuannya agar masakan D tersebut mengalami kristalisasi lanjutan (*nakristalisasi*), yaitu suatu proses menempelnya sukrosa pada kristal gula yang sudah terbentuk

Menurut A. Landheer:

Pendinginan yang lambat akan menyebabkan terjadinya pengkristalan lebih lanjut. hal ini terutama untuk melase kooksel (masakan D) adalah sangat penting, agar tidak terjadi kerugian gula karena terikat dalam tetes.

Menurut E. Hugot:

Dianjurkan untuk mendinginkan masakan D sampai suhu minimum 41⁰C.

Menurut Jenkins :

Dianjurkan agar didinginkan sampai suhu 38⁰C dan massecuites dipanasi kembali sebelum diputar.

Masakan D yang didinginkan pada suhu 40⁰C, selama 3,5 jam dan suhu reheating 50⁰C mengalami penurunan HK tetes akhir yaitu 25,7% dan mengalami peningkatan kadar kristal yaitu 92,43% dan sedangkan pada suhu reheating 55⁰C HK tetes akhirnya yaitu 25,7% dan kadar kristalnya yaitu 92,39%.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Produksi gula dari tebu berlangsung dalam beberapa unit operasi. Unit operasi pemerahan dan ekstraksi dalam baterai gilingan menghasilkan nira mentah. Unit klarifikasi dalam defekator, sulfiteur dan bejana karbonatasi, memisahkan sebanyak mungkin zat bukan gula dari nira mentah menjadi nira encer. Unit operasi penguapan dan pengentalan dalam pan penguap yang menerapkan sistem efek tripel, kuadrupel dan kuintupel, membuat nira encer menjadi nira kental dari kira-kira 60 briks sampai 63 briks. akhirnya unit operasi kristalisasi, mengeluarkan kandungan gula sebanyak mungkin yang terdapat dalam nira kental secara cepat dan ekonomis dan mendapatkan melase atau tetes akhir sebagai hasil samping (*by product*) dalam pan vakum atau pan masakan.

Untuk mendapatkan hasil sukrosa yang maksimal, pengeluaran gula dari nira kental (*kristalisasi*) itu dilakukan secara bertahap. Tergantung dari tahapannya, skema masakan dinamakan: skema 4-masakan, skema 3,5-masakan, skema 3-masakan.

Masakan tingkat akhir dari suatu pabrik gula kristal di Jawa khususnya dan di Indonesia pada umumnya adalah masakan D atau Dmassecuite (Dmc). Namun demikian masakan D bukan merupakan

tahapan akhir dari serangkaian proses produksi pada pabrik gula, karena tahap berikutnya masakan D tersebut masih harus diproses pada sentrifuge (stasiun putaran), untuk dipisahkan antara kristal gula D dan larutan induknya (*motherliquor*) yaitu yang dinamakan tetes akhir atau melase.

Tetes yang merupakan hasil samping (*by product*) dari pabrik gula, harus selalu diusahakan agar kandungan gula atau pol yang terikut seminimal mungkin, karena produk utama dari pabrik gula adalah gula kristal.

Dalam rangka pengawasan proses pembuatan gula, apabila neraca polarisasi diperhatikan, maka terlepas dari kehilangan pol dalam ampas dan blotong, hasil maksimal yang diperoleh dalam kristalisasi nira kental adalah efisiensi serta kemampuan unit operasi menekan kandungan gula dalam melase atau tetes serendah mungkin. Dalam kenyataannya masalah yang tampaknya mudah itu dapat menjadi masalah yang amat kompleks yang saling berkaitan.

Usaha untuk menekan kehilangan gula dalam tetes selain harus menerapkan sistem masak yang tepat dan mekanisme masak yang benar antara lain adalah dengan mendinginkan terlebih dahulu masakan D tersebut sebelum mengalami pemutaran di sentrifuge pada suhu tertentu. Tujuannya agar masakan D tersebut mengalami kristalisasi lanjutan (*nakristalisasi*), yaitu suatu proses menempelnya sukrosa pada kristal gula yang sudah terbentuk. Usaha untuk menekan kehilangan gula pada

tetes akhir, pada umumnya industri atau pabrik gula adalah berdasarkan aksioma sebagai berikut:

Menurut A. Landheer: ¹⁾

Pendinginan yang lambat akan menyebabkan terjadinya pengkristalan lebih lanjut. hal ini terutama untuk melase kooksel (masakan D) adalah sangat penting, agar tidak terjadi kerugian gula karena terikut dalam tetes.

Menurut E. Hugot: ²⁾

Dianjurkan untuk mendinginkan masakan D sampai suhu minimum 41⁰C.

Menurut Jenkins : ³⁾

Dianjurkan agar didinginkan sampai suhu 38⁰C dan masseccutes dipanasi kembali sebelum diputar.

1.2. Rumusan Masalah

Masakan D adalah suatu massa kristal gula D yang masih bercampur dengan larutan induknya. Masakan D yang dikeluarkan dari pan vakum atau pan masak ke palung pendingin mempunyai suhu kira-kira 65⁰C. Sebelum diputar masakan D ini terlebih dahulu ditampung di dalam palung pendingin agar suhunya turun. Penurunan suhu masakan D ini dilakukan dalam jangka waktu yang tertentu. Dan berikutnya masakan D

- 1) Lanheer, A. Pesawat Industri Gula. LPP Yogyakarta. 1979, diterjemahkan dan disusun kembali oleh Madukoro dan soejardi
- 2) Hugot, E, 1986, Handbook of Sugar Cane Engineering
- 3) Jenkins, G.H, Int. Sugar Journal, 44 (1942)

yang telah didinginkan, waktu akan diputar dinaikkan suhunya dengan cepat pada suhu tertentu. Diharapkan dengan perlakuan demikian dapat menurunkan HK tetes akhir dan meningkatkan kadar kristal, dari latar belakang tersebut dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh besarnya suhu dan waktu pendinginan masakan D terhadap kadar kristal yang diperoleh.
2. Bagaimana pengaruh besarnya suhu dan waktu pendinginan masakan D terhadap penurunan HK tetes akhir.

1.3. Batasan Masalah

HK tetes akhir dan kadar kristal yang diperoleh dari pemutaran masakan D, dipengaruhi beberapa faktor antara lain :

- Suhu pendinginan masakan D
- Waktu pendinginan masakan D
- Suhu reheating atau pemanasan kembali masakan D
- % Brik masakan D dan HK masakan D
- Grain size atau besaran kristal masakan D, dan lain-lain.

Agar penelitian ini terarah sesuai tujuan, maka perlu adanya batasan masalah yang jelas, yaitu :

1. Bagaimana pengaruh suhu pendinginan masakan D terhadap HK tetes dan kadar kristal.
2. Bagaimana pengaruh waktu pendinginan masakan D terhadap HK tetes dan kadar kristal.

1.4. Tujuan Percobaan

Dalam penelitian ini akan dilakukan analisis secara deskriptif dan analisis korelasi serta regresi yang mempunyai tujuan umum dan khusus sebagai berikut :

1. Tujuan Umum :

Melakukan penelitian tentang pengaruh suhu dan waktu pendinginan masakan D sebelum diputar dalam mini sentrifuge terhadap penurunan HK tetes akhir dan peningkatan kadar kristal.

2. Tujuan Khusus :

- Untuk mengetahui berapa besar suhu dan waktu pendinginan optimal sehingga diperoleh kadar kristal yang maksimal.
- Untuk mengetahui berapa besar suhu dan waktu pendinginan optimal sehingga diperoleh penurunan HK tetes akhir sampai serendah mungkin.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan bermanfaat bagi dunia penelitian dan berbagai pihak (praktisi), antara lain :

1. Manfaat Teoritis :

- menambah wawasan bagi peneliti pada khususnya dan mahasiswa pada umumnya tentang pengaruh suhu dan waktu

pendinginan masakan D terhadap penurunan HK tetes akhir dan peningkatan kadar kristal.

- Membandingkan hal yang lebih dominan antara faktor suhu dan faktor waktu dalam upaya memperlakukan masakan D guna menekan kehilangan gula (pol) dalam tetes dan meningkatkan kadar kristal.

3. Manfaat Praktis

- Menambah wawasan bagi praktisi industri gula dalam memilih dan merencanakan jenis dan type alat palung pendingin
- Menambah wawasan untuk memperlakukan masakan D sehingga dicapai suhu pendinginan yang optimal yang dikehendaki dengan waktu yang dikehendaki pula, disesuaikan dengan perencanaan proses dan kapasitas dari pabrik , agar didapat penurunan HK tetes dan peningkatan kadar kristal yang maksimal tanpa mengganggu atau mengubah kapasitas pabrik yang sudah ada.

1.6. Hipotesis

Dari kajian teori dan studi kepustakaan serta hasil penelitian para ahli gula (E. Hugot dan A. Landheer), didapatkan asumsi sebagai berikut:

1. Semakin rendah suhu pendinginan masakan D dan semakin lama waktu pendinginan masakan D, maka kadar kristal gula yang terbentuk semakin besar. Semakin tinggi suhu pendinginan masakan

D dan semakin cepat waktu pendinginan masakan D, maka kadar kristal yang terbentuk semakin kecil.

2. Semakin rendah suhu pendinginan masakan D dan semakin lama waktu pendinginan masakan D, maka HK tetes akhir yang diperoleh semakin rendah. Semakin tinggi suhu pendinginan masakan D dan semakin cepat waktu pendinginan masakan D, maka HK tetes akhir yang diperoleh semakin tinggi.

1.7. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium PG. Kebon Agung, Malang pada bulan April sampai dengan September 2004.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Masakan D atau Dmassecuite (Dmc) merupakan masakan tingkat akhir dari suatu pabrik gula kristal, khususnya di Indonesia. Sebelum dipisahkan antara gula D dengan media pelarutnya yaitu tetes, maka masakan D tersebut yang keluar dari pan vakum atau pan masak ini terlebih dahulu dimasukkan ke dalam palung pendingin, untuk menurunkan suhu masakan tersebut.

Palung pendingin adalah suatu palung yang berbentuk huruf U dengan bagian atas terbuka dan bagian dalamnya dilengkapi pengaduk berbentuk spiral. Tujuan menahan sementara waktu masakan D di dalam palung pendingin adalah untuk memberikan kesempatan lebih proses kristalisasi lanjutan (nakristalisasi) yaitu suatu peristiwa menempelnya sakarosa pada butir-butir kristal yang ada sehingga kandungan sakarosa yang masih berada dalam larutan menjadi sangat berkurang, sedangkan kristal-kristal gulanya tumbuh lebih besar dan gula atau pol yang terikut dalam tetes akhir menjadi serendah mungkin. Oleh karena itu palung pendingin, di dalam bahasa Inggrisnya disebut Crystallizer.

Peranan palung pendingin ini sangat penting terutama untuk masakan D, guna mengurangi kehilangan gula dalam tetes akhir. Karena tetes akhir merupakan pos terakhir dari kehilangan gula, tingginya kadar gula dalam tetes akhir merupakan kerugian langsung bagi pabrik gula.

Seperti diketahui bahwa dengan menaikkan koefisien lewat jenuh (OVC) pada daerah tertentu, maka kristal dapat tumbuh lebih besar, karena menempelnya

sakarosa (zat gula) pada kristal tersebut. Sedangkan untuk menaikkan OVC tersebut, dapat ditempuh dengan dua cara, yaitu dengan menguapkan airnya dan dengan cara mendinginkan. Cara yang terakhir inilah yang dipakai sebagai asar kerja palung pendingin. Sedangkan OVC itu sendiri adalah merupakan angka perbandingan antara kadar sakarosa pada suhu tertentu, dengan kadar sakarosa dalam larutan yang jenuh yang sama. Untuk lebih jelasnya dapat dituliskan sebagai berikut;

$$OVC = \frac{\text{sakarosa\%airlarutan padat}^{\circ C}}{\text{sakarosa\%airlarutan jenuh padat}^{\circ C}}$$

Pada nilai $OVC > 1$, larutan dalam keadaan lewat jenuh dan di sini sakarosa mulai dapat mengkristal.

2.1. Kristalisasi

Kristal adalah bahan padat dengan susunan atom atau molekul yang teratur (kisi kristal).

Kristalisasi adalah pemisahan bahan berbentuk kristal dari suatu larutan atau suatu lelehan atau dengan kata lain proses pembentukan inti kristal dari suatu larutan atau lelehan karena kondisi larutan tersebut lewat jenuh. Berlawanan misalnya dengan destilasi atau rektifikasi, kristalisasi tidak menghasilkan produk akhir yang langsung dapat digunakan, kristal-kristal yang terbentuk umumnya masih harus dipisahkan dari sebagian besar larutan induknya dengan penyaringan atau penjernihan.

1), (Teknologi Kimia 2)

Untuk mencapai sasaran kualitas dalam produksi gula (SHS, HS, NA, dll), gula dalam nira kental tidak cukup dikristalkan dalam satu kali proses kristalisasi. Pabrik gula perlu menerapkan sejumlah skema masakan yang disesuaikan dengan sasaran kualitas gula yang dituju.

Untuk mengetahui sifat sukrosa, baik dalam larutan air murni maupun larutan tidak murni seperti gula dalam nira kental yang banyak mengandung bukan gula, digunakan beberapa istilah seperti : daya larut sukrosa, larutan sukrosa jenuh, dan larutan sukrosa dalam keadaan lewat jenuh.

Larutan sukrosa disebut lewat jenuh apabila sukrosa tidak lagi dapat larut dalam larutan pada suhu tertentu. Dalam keadaan demikian, larutan memperlihatkan keseimbangan konsentrasi atau kandungan gula tertentu pada suhu tertentu pula.

Karena daya larut sukrosa amat tinggi, ada suatu kondisi larutan yang masih memungkinkan gula lebih banyak lagi larut dalam larutan jenuh tersebut pada suhu yang sama. Larutan gula demikian dinamakan larutan gula dalam keadaan lewat jenuh. Sifat larutan dikian tidak stabil, karena sukrosa yang terdapat dalam kandungan berlebih itu cenderung memisahkan diri dalam bentuk kristal gula.

Beberapa peneliti berhasil menentukan kandungan gula dalam larutan jenuh dalam bentuk rumus empiris :

$$\text{Kandungan Sukrosa \% air} = \frac{26420}{151 - t}, \text{ di mana } t = \text{suhu}$$

- Pada suhu 60⁰C, 347,6 g sukrosa larut dalam 100 g air (sukrosa % air = 347,6)

$$\text{OVC larutan} = \frac{347,6}{290,3} = 1,19$$

sifat larutan lewat jenuh.

- Pada peningkatan suhu sampai 75⁰C, maka:

$$\text{OVC larutan} = \frac{347,6}{347,6} = 1,0$$

Sifat larutan : jenuh, karena kristal gula terdapat dalam kesetimbangan.

- Pada peningkatan suhu sampai 80⁰C, maka:

$$\text{OVC larutan} = \frac{347,6}{372,1} = 0,934$$

Sifat larutan : tidak jenuh

- Pada peningkatan suhu sampai 50⁰C, maka:

$$\text{OVC larutan} = \frac{347,6}{261,6} = 1,31$$

Sifat larutan : keadaan larutan meningkat.

Dengan mengubah-ubah suhu masakan, proses kristalisasi nira kental dapat sangat dipengaruhi. Di samping itu zat bg berpengaruh menurunkan HK dan OVC. VC dan OVC diukur dengan menggunakan *saturaskoop*. Istilah lain yang banyak dipakai dalam penafsiran proses kristalisasi adalah kecepatan kristalisasi dengan satuan mg/m²/menit, yaitu jumlah mg kristal yang terbentuk per luas penampang 1 m² per menit. Kecepatan kristalisasi bertambah pada suhu yang tinggi dan OVC yang besar. ⁶⁾

6) Moerdokusumo. A. Pengawasan Kualitas Dan Teknologi Pembuatan Gula Di Indonesia. 1993

Dalam penanganan proses masakan nira kental lebih banyak dipakai istilah yang dijabarkan, seperti koefisien kejenuhan (VC), Koefisien lewat jenuh (OVC), yang diefinisikan sebagai berikut :

$$OVC = \frac{\text{sakarosa\%airlarutan padat}^{\circ C}}{\text{sakarosa\%airlarutan jenuhpadat}^{\circ C}}$$

Pada dasarnya , OVC merupakan angka petunjuk yang menunjukkan apakah ada gula yang dapat dikristalkan atau dilarutkan, seperti contoh berikut :

Angka d'Orazi untuk menghitung VC dan OVC dari rumus :

$$\text{sukrosa \% air} = \frac{26420}{151-t}, \text{ di mana } t = \text{suhu}^{\dots 5)}$$

Suhu ⁰ C	% sukrosa	Sukrosa %	% air
15	66,02	194,3	33,98
20	66,85	201,7	-
30	68,59	218,3	-
35	69,49	227,8	30,51
40	70,42	238,0	-
45	71,37	249,2	-
50	72,34	261,6	-
55	73,35	275,2	-
60	74,38	290,3	25,62
65	75,44	307,2	-
70	76,54	326,2	-
75	77,66	347,6	-
80	78,82	372,1	-
85	80,01	400,3	-
90	81,24	433,1	-
95	82,51	471,8	17,49
100	83,82	518,0	16,18

5) d'Orazi, 1947, Tabel Gula, Chemish Weekblad, 6-38

Menurut Kucharenko, kecepatan kristalisasi pada :

OVC = 1,010 dan suhu 60⁰C adalah : 720 mg/m²/menit

1,010 dan suhu 70⁰C adalah : 1700 mg/m²/menit

OVC = 1,025 dan suhu 60⁰C adalah : 3100 mg/m²/menit

1,025 dan suhu 70⁰C adalah : 4000 mg/m²/menit

Berdasarkan pandangan ilmiah yang sekarang berlaku, pada kristalisasi nira kental atau larutan gula kental (sirup) sampai menghasikan melase, harus dibedakan dua peristiwa yang pada dasarnya berlainan, tetapi berlangsung serentak, yaitu:

1. terbentuknya butiran kristal bibit.
2. pengembangan kristal yang semula terjadi

metode menimbulkan butiran kristal inti tersebut dapat sedikit berbeda dengan jenis masakan, tetapi pada pokoknya tidak berbeda dalam nilai angka OVC yang dipakai sebagai panduan. Misalnya, untuk masakan D (melase kooksel), OVC yang memberikan kondisi terbaik untuk greinen kira-kira 1,50-1,75. Angka OVC untuk setiap pabrik dapat diketahui secara empiris atau dengan alat *saturascope* dari smith.⁷⁾

Dalam operasi kristalisasi gula, proses timbulnya kristal inti yang pertama dari larutan gula adalah proses yang sukar sekali dikuasai. Apalagi jika sebelumnya telah ditentukan kualitas kristal gula yang dikehendaki untuk memenuhi spesifikasi gula tertentu, misalnya gula berbutir kasar atau gula berbutir halus.

7) Smith, 1936, *Saturascope*, Int. Sugar Journal, 1941

Kristalisasi Karena Pendinginan Dalam Palung

Maksud proses kristalisasi dalam palung terutama untuk menekan kelarutan sukrosa dalam cairan. Penurunan kelarutan gula dalam palung pendingin disebabkan karena kelarutan yang lebih rendah pada suhu lebih rendah. Yang penting dari bekerjanya palung pendingin:

- Menghasilkan bahan dengan kadar kristal yang cukup.
- Mendinginkan masakan serendah mungkin yaitu sampai suhu di mana viskositas mencapai maksimum untuk masih dapat diolah oleh peralatan-peralatan yang ada. Masakan lalu dimasukkan dalam sentrifuge, di mana stroop/tetes dipisahkan.
- Untuk memudahkan pemisahan dalam sentrifuge, viskositas dari masakan D tersebut dapat diturunkan dengan pemanasan kembali dengan hati-hati sampai suhu saturasi tanpa melarutkan kristal (masakan akhir).

Untuk masakan akhir, penggunaan palung pendingin mempunyai pengaruh langsung pada “recovery” dan pemerahan tetes akhir,⁸⁾ penggunaannya pada masakan A(B) adalah penting untuk mendapatkan kandungan kristal maksimum. Dalam keadaan di mana pan masakan memungkinkan, adalah baik juga diberikan waktu ekstra untuk memasak sampai kadar kristal maksimum, kalau kapasitas pan tidak cukup, pekerjaan pan ini dapat diteruskan/dibantu dengan pendinginan yang lebih lama dalam palung sehingga didapatkan kadar kristal yang dikehendaki. Dengan masakan A/B (high grade) dan viskositas lebih rendah dan cairan yang kemurniannya lebih tinggi,

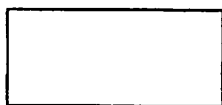
8) Hugot. E. 1986, Handbook of Cane Sugar Engineering, 3rd. Elsevier Science Publishing Company, Inc. Rotterdam

kecepatan pendinginan dan kecepatan kristalisasi lebih tinggi dari pada untuk masakan akhir (low grade), maka untuk ini waktu pendinginan lebih pendek.

Penentuan titik saturasi masakan akhir yang akan diputar

Masakan akhir biasanya didinginkan sampai suhu 40°C atau lebih rendah lagi (unsaturated), selama pendinginan tersebut terjadi kristalisasi lanjutan. Hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan kristal sebanyak mungkin dengan HK tetes serendah mungkin. Karena setelah pendinginan ini, masakan menjadi lebih “viscous”, maka masakan tersebut perlu dipanaskan pada peti pemanas di atas sentrifuge (aanwarningtrog) sebelum diputar, agar pemisahan tetes dari kristal lebih sempurna, tanpa melarutkan kristal yang sudah terbentuk. Suhu pemanasan yang tepat, di atas sentrifuge untuk tiap masakan akhir ditentukan dengan “saturascope”. Sedikit contoh masakan dari pendingin diambil dan di taruh pada “dekglas” saturascope. Setelah bentuk kristal dapat dilihat pada mikroskop, lalu dilakukan pemanasan sedikit demi sedikit. Titik saturasi dari masakan, ialah suhu pada saat sebelum sudut kristal tepat melarut.⁹⁾

(lihat gambat):



sudut kristal utuh (lancip)



sudut kristal setelah melarut (menjadi tumpul)

Titik saturasi biasanya terletak antara $53^{\circ}\text{C} - 56^{\circ}\text{C}$.

⁹⁾M. Moctar, S. Kimia, TEKNOLOGI GULA, Experimental Plant BP3G Pasuruan, 1978

2.2. Molases

Molases atau tetes akhir adalah larutan akhir dari sisa sirup di mana sukrosa tidak dapat lagi dikristalkan dengan cara sederhana. Tetes sebagai hasil pemutaran pertama dari massecuite D adalah larutan yang sangat viscous. Viscositas ini dipengaruhi oleh suhu dan brix, yaitu :

- Makin besar suhu, maka viskositasnya semakin menurun.

$\text{Log } N = \text{Log } A + B/T$, di mana :

- A dan B : konstanta
- T : suhu mutlak ($^{\circ}\text{C} + 273$) $^{\circ}\text{K}$
- Log N : viskositas
- Kadar brix semakin tinggi, viskositasnya juga semakin tinggi.

$\text{Log } N = \text{Log } C + D(b/100-b)$, di mana :

- C dan D : konstanta
- B : brix
- Log N : viskositas

Komposisi tetes adalah sebagai berikut :⁷⁾

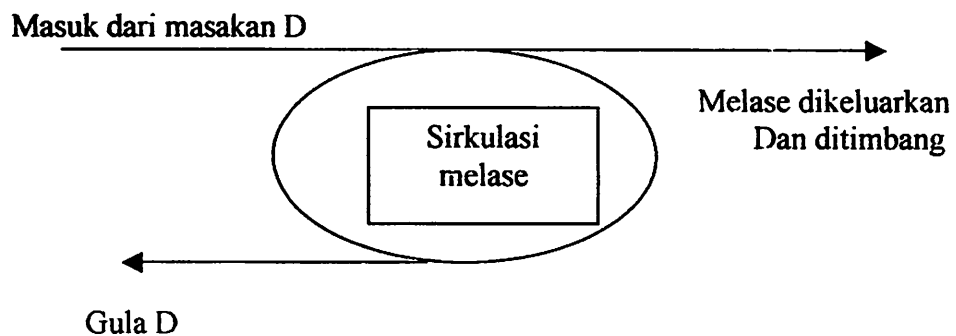
- Bahan kering (dry substance) : 80%
- Polarisasi : 27
- Sukrosa (sucrose) : 36%
- Non sukrosa (Non sucrose) : 44%
- Brix : 90
- True purity : 45
- Gravity purity : 40

- Apparent purity : 30

Banyaknya molasses yang dihasilkan dari pabrik gula per ton tebu yang digiling adalah sangat besar, karena itu HK dari tetes akhir harus diusahakan sedemikian rupa sehingga gula yang terikut dalam tetes akhir seminimal mungkin.

Untuk dapat mempertahankan kapasitas yang tinggi, sirkulasi melase harus ditekan serendah mungkin. Artinya, sebanyak mungkin melase harus dikeluarkan.

Perhatikan skema sebagai berikut ;



Jumlah sirkulasi melase dapat dihitung sebagai berikut:

Kandungan kristal masakan melase = K

Kandungan kristal gula-melase (D) = k

Jumlah melase yang masuk kembali ke proses pembuatan gula, yang melekat pada gula D adalah Y% dari produksi total melase.

Sejumlah 100 bagian berat kristal masakan melase (K) mengandung (100-K) bagian melase. Andaikata produksi melase sebenarnya adalah M dari setiap 100 bagian masakan melase, maka : $M(1 + Y/100) = 100 - K$

Untuk menyelesaikan persamaan dengan dua variabel yang tidak diketahui, dibutuhkan satu persamaan tambahan :

10) Hugot. E, Handbook of Sugar Engineering

$$K \times (100 - k)/k = Y/100 \times M$$

Sirkulasi melase dapat ditekan lewat HKnm yang tinggi, klarifikasi yang memadai dan penggunaan sistem pemanasan dalam sistem sentrifus modern (BMA, Roberts) sehingga dapat meningkatkan kandungan kristal gula melase menjadi, misalnya 95,0.

2.3. Besaran Kristal (Grain Size)

Butiran kristal yang berukuran rata-rata tertentu, misalnya SHS halus, normal, atau kasar, dapat dicapai dengan memilih intrekrein (bibit kristal yang dimasukkan dalam pan vakum sebagai pemancing) dalam jumlah dan ukuran tertentu. Teknologi kristalisasi dewasa ini telah demikian maju, yang memungkinkan pendekatan praktis untuk secara statistik mengukur ukuran butir kristal inti yang pertama-tama dimasukkan ke dalam pan vakum guna mendapatkan hasil kristalisasi maksimal berupa ukuran kristal tertentu. Dalam hal ini pun BP3GI memprakarsai metode masakan Sijlmans dari BP3GI menggunakan rumus delta-L dari teori kristalisasi, yang menunjukkan bahwa bertambah beratnya kristal pada proses kristalisasi merupakan fungsi tiga tingkat dari pertumbuhan liniernya :

$$G_2 = [L_2/L_1]^3 = G_1$$

G_1 = berat butir kristal semula

G_2 = berat butir kristal pada akhir kristalisasi

L_1 = dimensi panjang menurut salah satu sisinya atau sumbu semula

L_2 = dimensi panjang pada akhir kristalisasi

Jika sebelumnya terdapat p% intregrein atau diperkirakan sejumlah p butiran kristal inti untuk tiap 100 butir kristal dengan ukuran yang diharapkan, maka:

$$L1 = L2 : [100/p]^{1/3}$$

Dengan menggunakan kedua rumus tersebut, akan lebih dapat diperkirakan susunan kristal akhirnya seperti ditunjukkan oleh sijlmans secara statistik, yaitu dalam larutan sukrosa dengan HK 90. Kecepatan kristalisasi yang ditemukan oleh de Vries adalah 0,5 mm/menit. Menurutnya, kecepatan kristalisasi sebagaimana yang diperoleh dalam pengalaman industri gula di Indonesia hanya tergantung pada HK larutan. Hubungan HK dan kecepatan kristalisasi adalah linier dan bertambah besar apabila HK meningkat.

Dengan rumus DL, lebih lanjut Sijlmans memprakirakan lamanya waktu masakan dengan memakai angka kecepatan pertumbuhan kristal dari larutan dengan berbagai nilai HK. Dari lama masakan bruto, yaitu waktu untuk mencuci pan vakum. menarik pied de cuite, membuka valve uap, membuka vakum dapat di nilai efisiensi masakan pada umumnya.

2.4. Neraca Polarisasi

Mengingat pentingnya tujuan pengawasan pengendalian proses sebagaimana dijabarkan di atas, pengawasan pengendalian proses pembuatan gula menempati posisi sentral. Ini karena selain mencatat data informasi teknis deskriptif dan inferensial (data sebab-akibat), pengawasan juga harus memberikan pertanggungjawaban tentang jumlah produksi yang diperoleh dari jumlah kristal yang terdapat dalam tebu yang digiling.

Untuk itu neraca polarisasi merupakan kumpulan angka yang sangat berguna. Dalam bentuknya yang sederhana, neraca polarisasi didasarkan pada persamaan pokok sebagai berikut:

Pol. Diperoleh = pol. masuk – pol. Hilang.

Pol. Diperoleh = jumlah kristal yang dihasilkan.

Pol. Masuk = jumlah kristal gula dalam nm hasil perahan tebu dalam gilingan.

Pol. Hilang = jumlah kristal gula dalam melase.

Dalam jumlah gula yang hilang diperhitungkan semua kesalahan dalam analisa, penimbangan dan pencurian. Tidaklah mudah melacak pol. Yang hilang tak tentu, karena antara penimbangan nm, penimbangan melase dan penimbangan gula, tidak diadakan penimbangan lain.

2.5. Pol dan Brix

% Pol adalah banyaknya gula per 100 bagian zat semula, didapat dengan cara polarisasi.

% Brix adalah persentase berat zat kering semu (zat yang terlarut), yang didapat dari pengamatan alat penimbang brix, sebagai catatan bahwa zat gula adalah juga termasuk dalam brix.

Cara menentukan nilai pol dan brix ini sangat mudah, ada suatu alat yang bisa menera nilai pol dan brix, yang disebut Polarimeter dan Brix Weger.

Cara pelaksanaan dalam menentukan pol adalah sebagai berikut:

Mengambil sejumlah sampel, kemudian dijernihkan dengan menambah zat kimia tertentu dan menapisnya. Nira yang sudah jernih itu diukur dengan pesawat

polarimeter dalam ruangan yang gelap agar diperoleh tingkat ketelitian peneraan yang tinggi.

Sedangkan cara mengukur nilai Brix adalah sebagai berikut ;

Mengambil suatu tabung mohl dan sampel. Memasukkan sampel ke dalam tabung secukupnya, kemudian alat Brix Weger atau timbangan Brix dimasukkan ke dalam tabung yang berisi nira tersebut. Nilai Brix akan dapat dilihat secara langsung pada angka tertentu dan koreksi suhunya.

2.6. Hasil Bagi Kemurnian (HK)

Hasil Bagi Kemurnian atau yang biasa disingkat HK adalah angka yang menunjukkan suatu prosentase pol di dalam 100 brix. Kualitas nira tebu lazim diukur sebagai perbandingan kandungan sukrosa dengan kandungan bahan kering yang larut dalam nira tebu, yang disebut hasilbagi kemurnian (HK) dan didefinisikan sebagai berikut:

$$HK = \frac{\text{kandungan sukrosa}}{\text{Kandungan zat kering}} \times 100$$

HK juga dikenal sebagai HK-murni untuk membedakan dengan HK-semu, yang didefinisikan sebagai perbandingan pol. Brix atau :

$$HK\text{-semu} = (\text{pol/brix}) \times 100$$

Dalam larutan gula murni, pol dan brix adalah sama, sehingga HK-nya adalah 100.

BAB III

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen. Dalam pengumpulan data dari penelitian eksperimen ini dilakukan dengan pengamatan dan mencatat data kuantitatifnya. Obyek penelitian dalam setiap kelompok atau setiap titik pengamatan adalah terdiri dari 8 (delapan) sampel.

Unit eksperimen dari penelitian ini adalah Masakan D (Low Grade Masecutes), tempat penelitian dilaksanakan di PG Kebon Agung Malang. Sumber data penelitian adalah data primer yang di dapat dari eksperimen dan dilakukan pengamatan dari setiap variabel serta mencatat datanya secara kuantitatif.

Metode yang digunakan dalam analisa data penelitian ini adalah analisis deskriptif, kemudian dilanjutkan dengan analisis korelasi bivariat dan analisis regresi untuk mencari Standart Error Estimate, Koefisien Korelasi, dan melakukan pengujian hipotesa berdasarkan data-data hasil perhitungan, yang selanjutnya dibuat kesimpulan berdasarlan pembahasan dari beberapa metode analisa data yang diterapkan.⁸⁾

3.1. Variabel Percobaan

A. Variabel tetap

- berat masakan D : 5 kg
- suhu pemutaran masakan D : 55⁰C dan 50⁰C

8)Agung. I.G.N, 2004, Manajemen Penulisan Skripsi, Tesis dan Desertasi, Ed-1, Cet. 1

- kecepatan putaran = 1300 rpm

B. Variabel berubah

- suhu pendinginan masakan D 55⁰C, 50⁰C, 45⁰C, 44⁰C, 43⁰C, 42⁰C, 41⁰C, dan 40⁰C
- waktu pendinginan : 0, 0,5, 1, 1,5, 2, 2,5, 3 dan 3,5 jam

3.2. Alat dan Bahan

A. Alat-alat yang digunakan :

- Mini sentrifuge
- Sacharomat
- Neraca Electric
- Kaleng berparuh
- Kaleng timba besi
- Corong
- Gelas ukur
- Tabung Brix
- Labu ukur
- Erlenmeyer
- Thermometer Hg
- Timbangan Brix (Brix Weger)
- Tabung pol

- Standart Quartz
- Pipet gondok

C. Bahan-bahan yang digunakan:

- Masakan D
- Aquades
- Timbal asetat

Persiapan Peralatan dan Bahan

1. Persiapan Peralatan

- Semua peralatan yang terbuat dari gelas, dicuci dengan air sabun hangat, kemudian dibilas dengan aquades dan dibilas dengan air hangat.
- Peralatan sacharomat di set ketepatannya dengan standart quartz.
- Mini sentrifuge dibersihkan dengan jalan menjalankan/meutar saringan dengan diguyur dengan air panas, kemudian dikeringkan.

2. Persiapan Bahan:

- Menyiapkan aquades.
- Menyiapkan larutan timbal asetat basa.
- Botol-botol yang mempunyai kran di bagian bawah sebagai tempat aquades maupun timbal asetat basa di tempatkan sedemikian rupa untuk memperlancar pengerjaan.

3.3. Prosedur Percobaan

A. Analisa awal

- Mencatat suhu pendinginan masakan D.
- Mencatat suhu masakan D sebelum diputar

B. Percobaan

- Mengambil sampel masakan D, sebanyak 5 kg.
- Mengamati suhu masakan D tersebut, kemudian mendinginkan sampel masakan D pada suhu (55⁰C, 50⁰C, 45⁰C, 44⁰C, 43⁰C, 42⁰C,41⁰C dan 40⁰C) dalam waktu masing-masing (0 jam, 0,5 jam, 1 jam, 1,5 jam, 2 jam, 2,5 jam, 3 jam dan 3,5 jam)
- Setelah dilakukan pendinginan, kemudian masakan D tersebut sebelum diputar dilakukan pemanasan pada suhu (55⁰C dan 50⁰C).
- Menjalankan mini sentrifuge, tunggu sampai mencapai rpm optimal.
- Masukkan/tuangkan masakan D dengan perlahan-lahan ke tengah-tengah saringan yang berputar.
- Tetes yang terpisahkan ditampung dalam kaleng berparuh
- Gula D yang terpisah dari tetes juga ditampung dalam kaleng
- Mengambil sampel tetes dan gula D hasil dari pemisahan masakan D tersebut untuk dianalisa.

D. Analisa Sampel

1. Analisa Brix

- Menimbang 500 g sampel tetes dalam kaleng berparuh.
- Kemudian diencerkan dengan air sampai 1 kg.
- Campuran tetes dengan air tersebut diaduk sampai larutan betul-betul homogen/merata.
- Menuangkan larutan tetes tersebut ke dalam tabung Brix hingga meluber, dan diusahakan jangan sampai ada buih dipermukaannya.
- Memasukkan alat timbangan Brix atau Brix Weger ke dalam tabung Brix dan biarkan sebentar sampai terapung tenang.
- Mengamati pembacaan skala Brix.
- Mengamati suhu larutan/koreksi suhu, dan apabila: suhu = $27,5^{\circ}\text{C}$, maka angka koreksinya nol, suhu $> 27,5^{\circ}\text{C}$, maka angka koreksinya positif, dan apabila suhu $< 27,5^{\circ}\text{C}$, maka angka koreksinya negatif. (Koreksi Brix dapat dilihat pada Daftar hubungan antara koreksi Brix dan suhu, Daftar III, Buletin 11).
- Brix yang sudah dikoreksi dengan faktor suhu, dinamakan brix terkoreksi.

2. Analisa Pol

- Mengambil larutan tetes, memasukkan ke dalam labu ukur 100-110 mL, sampai garis 100 saja.
- Menambahkan 6 - 8 mL larutan timbal asetat.
- Menambahkan aquades sampai garis tanda 110 mL.
- Mengocok sampai tercampur dengan rata.

- Menapis dengan kertas saring keringan kering yang ditempatkan dalam corong dan menampung filtratnya dalam Erlenmeyer.
- Memasukkan filtrat yang jernih tadi dalam tabung polarisasi 200 mL sampai penuh, usahakan tidak terdapat gelembung udara di dalamnya.
- Meletakkan tabung polarisasi tersebut pada sacharomat, untuk diamati pembacaan polnya.
- Hasil angka Brix terkoreksi (%) dan angka pembacaan Pol (⁰S), dicari korelasi dalam daftar Schmitz (Daftar VI Buletin 11), maka akan didapatkan angka polarisasi sesungguhnya.

3. Cara Menghitung HK

- Untuk mendapatkan Harga Kemurnian (HK), maka angka-angka yang diperoleh dari analisa, yaitu : % Brix dan % Pol, dimasukkan ke dalam rumus Harga Kemurnian, sebagai berikut:

$$HK = \frac{\%Pol}{\%Brix} \times 100$$

4. Analisa Kadar Kristal

- Analisa %Brix, %Pol dan HK.

3.4. Teknik Analisa Data

Metode yang digunakan dalam analisa data penelitian ini adalah analisis deskriptif, dilanjutkan analisis korelasi bivariat dan regresi., kemudian dilakukan perhitungan untuk mencari standart error estimate, koefisien korelasi dan melakukan pengujian hipotesa (h_0) dengan hasil analisa atau perhitungan yang diperoleh,

selanjutnya dilakukan pembahasan dan dibuat kesimpulan berdasarkan dari hasil beberapa metode analisis yang diterapkan.

a. Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif mempunyai tujuan untuk menyajikan rangkuman statistik dalam bentuk tabel dan grafik. Dengan memperhatikan variabel laten sebagai variabel tak bebas rangkuman statistik akan menunjukkan kecenderungan dari faktor-faktor penyebab suatu permasalahan. Analisis deskriptif juga bertujuan menyajikan data secara ringkas dan jelas.

b. Analisa Korelasi Bivariat

Analisa ini dilakukan untuk mengetahui korelasi antara masing-masing variabel laten dengan variabel dari atribut yang teramati

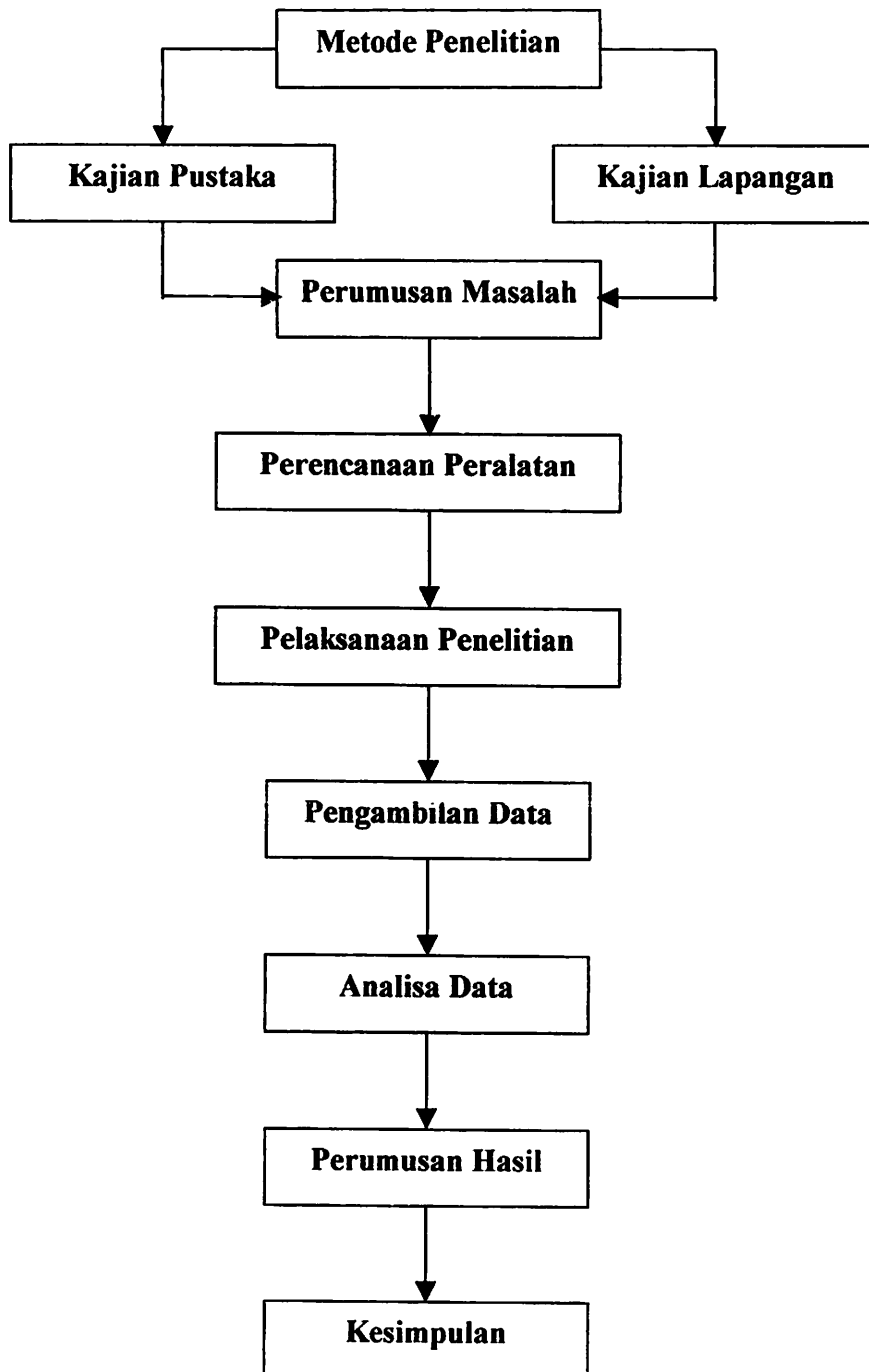
c. Analisis Regresi Linier

Untuk mencapai tujuan khusus yaitu mengetahui Pengaruh Suhu Dan Waktu Pendinginan Masakan D Terhadap Penurunan HK Tetes Akhir dan Peningkatan Kadar Kristal, maka diterapkan metode analisis parametrik regresi linier.

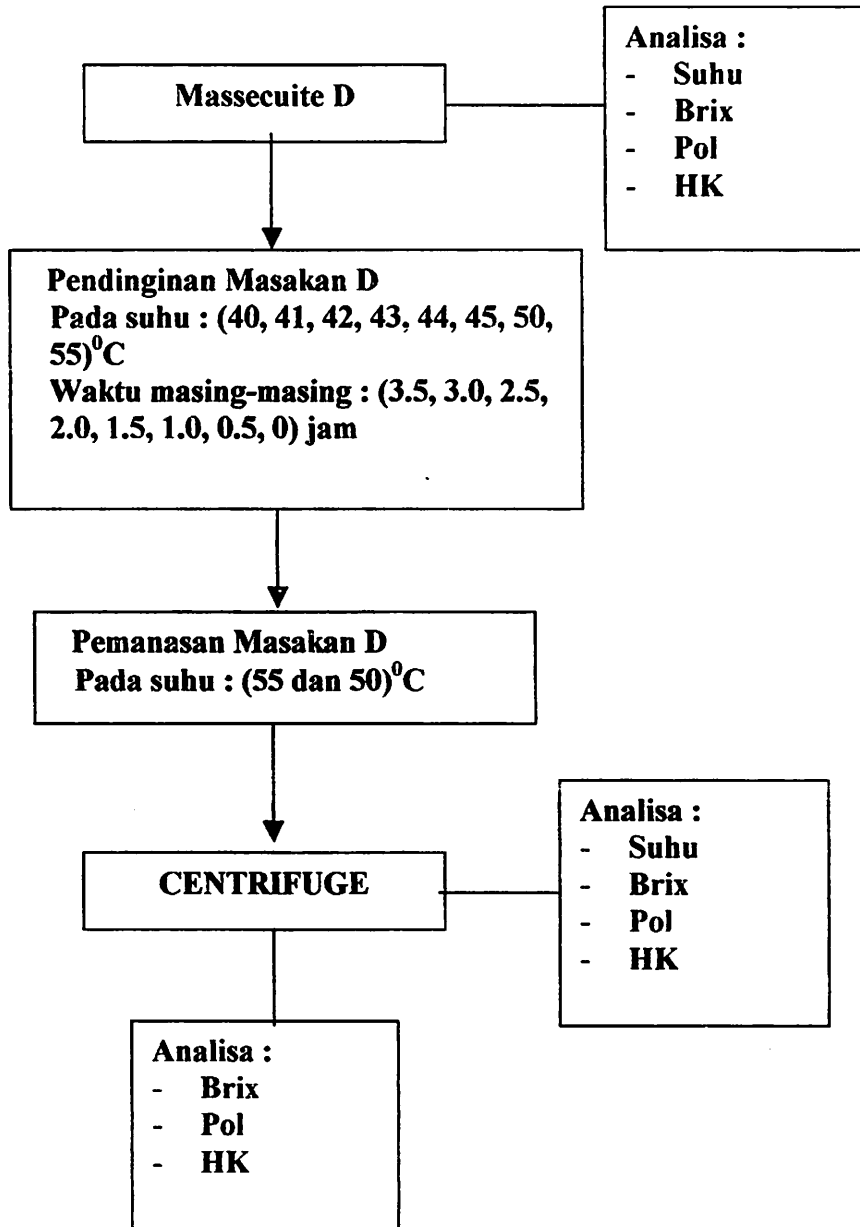
Adapun bentuk persamaan regresi yang paling sederhana adalah:

$$Y = b + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots$$

3.5. Bagan Alir Proses Penelitian Masakan D



3.6. Prosedur Penelitian



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengamatan Dan Perhitungan

Untuk keperluan penelitian ini diambil satu sampel, yaitu :

- Palung No. 9, dari Pan Masakan No. 5
- Turun pukul 16.00, tanggal 09 Agustus 2004
- Volume masakan : 350 HL
- Suhu masakan D : 55 °C
- Analisa : % Brix : 98,30
 % Pol : 55,80
 HK : 56,8
- Analisa tetes akhir (rerata) :
 % Brix : 93,35
 % Pol : 30,21
 HK : 32,30

Analisa gula D.II (rerata) :

- % Brix : 97,07
- % Pol : 92,04
- HK : 94,8

**Tabel 4.1.1. Data Hasil Pengamatan Dan Perhitungan Analisa % Brix, % Pol dan HK Tetes Akhir dan gula D
Pada Suhu Pemanasan Masakan D Sebelum Diputar 50 °C**

No	Berat masakan (kg)	Waktu pendinginan (jam)	Suhu pendinginan masakan D (°C)	Analisa masakan D			Analisa Tetes Akhir			Analisa Gula D		
				% Brix	% Pol	HK	% Brix	% Pol	HK	% Brix	% Pol	HK
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	3	0	55	98,45	55,85	56,75	97,31	28,5	29,3	97,10	92,08	94,83
2	3	0,5	50	98,80	55,98	56,66	98,06	27,7	28,3	96,97	92,12	95,00
3	3	1,0	45	98,85	55,98	56,63	98,27	27,0	27,5	96,84	92,14	95,15
4	3	1,5	44	98,87	55,98	56,62	98,08	26,3	26,8	96,79	92,14	95,20
5	3	2,0	43	98,87	55,99	56,62	98,00	26,1	26,6	96,43	92,21	95,62
6	3	2,5	42	98,90	55,99	56,61	99,36	25,9	26,1	96,44	92,29	95,70
7	3	3,0	41	98,92	56,00	56,60	99,81	25,9	25,9	96,54	92,40	95,71
8	3	3,5	40	98,97	56,00	56,58	99,92	25,7	25,7	96,14	92,43	96,15

Tabel 4.1.2. Data Hasil Pengamatan Dan Perhitungan Analisa % Brix, % Pol dan HK Tetes Akhir dan gula D Pada Suhu Pemanasan Masakan D Sebelum Diputar 55 °C

No	Berat masakan (kg)	Waktu pendinginan (jam)	Suhu pendinginan masakan D (°C)	Analisa masakan D			Analisa Tetes Akhir			Analisa Gula D		
				% Brix	% Pol	HK	% Brix	% Pol	HK	% Brix	% Pol	HK
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	3	0	55	98,45	55,85	56,73	97,33	28,8	29,6	97,09	92,05	94,82
2	3	0,5	50	98,80	55,98	56,66	98,00	27,7	28,3	96,98	92,11	94,98
3	3	1,0	45	98,85	55,98	56,63	98,03	26,7	27,2	96,83	92,15	95,17
4	3	1,5	44	98,87	55,98	56,62	98,02	26,4	26,9	96,83	92,16	95,18
5	3	2,0	43	98,87	55,98	56,62	98,23	26,2	26,7	96,44	92,20	95,60
6	3	2,5	42	98,90	55,99	56,61	99,52	26,1	26,2	96,42	92,27	95,70
7	3	3,0	41	98,92	55,99	56,60	99,92	25,8	25,8	96,50	92,35	95,70
8	3	3,5	40	98,97	56,00	56,58	99,80	25,6	25,7	96,32	92,39	95,92

Tabel 4.1.3. Data Hasil Perhitungan HK Tetes Akhir Pada Suhu Pemanasan

Masakan D Sebelum Diputar 50⁰C (Diambil dari tabel 4.1.1),

Variabel Terikat adalah HK Tetes akhir (Y), variabel Bebas 1 adalah

Waktu (X₁) dan Variabel Bebas 2 adalah Suhu (X₂)

No	Waktu Pendinginan Masakan D (Jam)	Suhu Pendinginan Masakan D (°C)	HK Tetes Akhir (%)
	X ₁	X ₂	Y
1	0	55	29,3
2	0,5	50	28,3
3	1,0	45	27,5
4	1,5	44	26,8
5	2,0	43	26,6
6	2,5	42	26,1
7	3,0	41	25,9
8	3,5	40	25,7

Tabel 4.1.4. Data Hasil Perhitungan HK Tetes Akhir Pada Suhu Pemanasan

Masakan D Sebelum Diputar 55⁰C (Diambil dari tabel 4.1.2),

Variabel Terikat adalah HK Tetes akhir (Y), variabel Bebas 1 adalah

Waktu (X₁) dan Variabel Bebas 2 adalah Suhu (X₂)

No	Waktu Pendinginan Masakan D (Jam)	Suhu Pendinginan Masakan D (°C)	HK Tetes Akhir (%)
	X ₁	X ₂	Y
1	0	55	29,6
2	0,5	50	28,3
3	1,0	45	27,2
4	1,5	44	26,9
5	2,0	43	26,7
6	2,5	42	26,2
7	3,0	41	25,8
8	3,5	40	25,7

Tabel 4.1.5. Data Hasil Perhitungan Kadar Kristal Pada Suhu Pemanasan

Masakan D Sebelum Diputar 50°C (Diambil dari tabel 4.1.1),

Variabel Terikat adalah Kadar Kristal (Y), variabel Bebas 1 adalah

Waktu (X_1) dan Variabel Bebas 2 adalah Suhu (X_2)

No	Waktu Pendinginan Masakan D (Jam)	Suhu Pendinginan Masakan D (°C)	Kadar Kristal (%)
	X_1	X_2	Y
1	0	55	92,00
2	0,5	50	92,12
3	1,0	45	92,14
4	1,5	44	92,14
5	2,0	43	92,21
6	2,5	42	92,29
7	3,0	41	92,40
8	3,5	40	92,43

Tabel 4.1.6. Data Hasil Perhitungan Kadar Kristal Pada Suhu Pemanasan

Masakan D Sebelum Diputar 55°C (Diambil dari tabel 4.1.2),

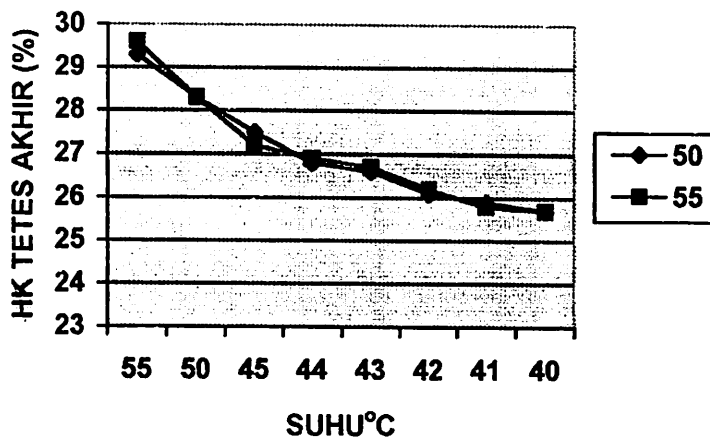
Variabel Terikat adalah Kadar Kristal (Y), variabel Bebas 1 adalah

Waktu (X_1) dan Variabel Bebas 2 adalah Suhu (X_2)

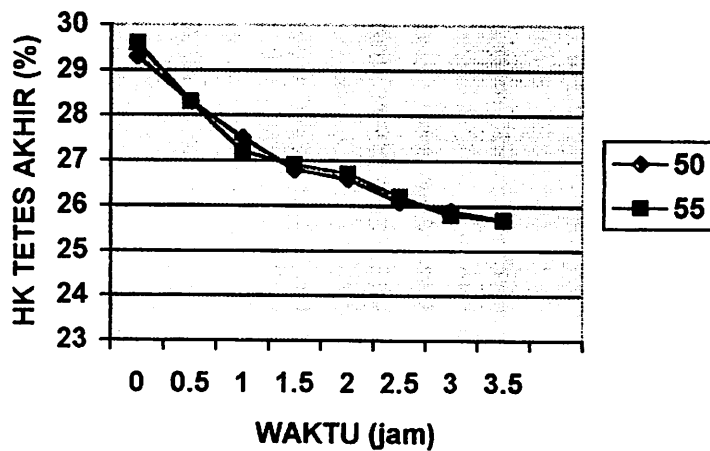
No	Waktu Pendinginan Masakan D (Jam)	Suhu Pendinginan Masakan D (°C)	Kadar Kristal (%)
	X_1	X_2	Y
1	0	55	92,05
2	0,5	50	92,11
3	1,0	45	92,15
4	1,5	44	92,16
5	2,0	43	92,20
6	2,5	42	92,27
7	3,0	41	92,35
8	3,5	40	92,39

4.2. Grafik

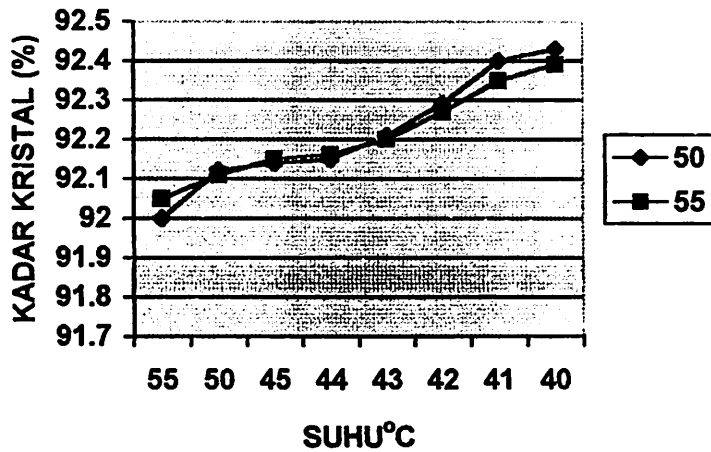
Grafik 4.2.1. Hubungan Antara Suhu Pendinginan Masakan D terhadap Penurunan Hk Tetes Akhir (Pada Suhu Pemanasan Masakan D sebelum diputar 50°C dan 55°C), diambil dari data Tabel 4.1.3. dan 4.1.4.



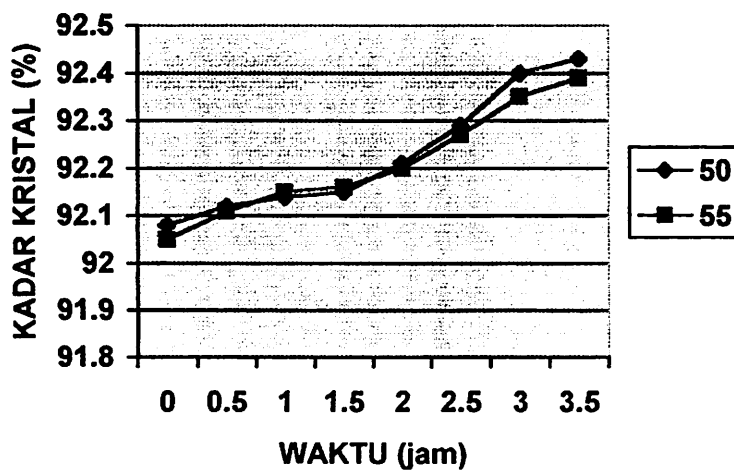
Grafik 4.2.2. Hubungan Antara Waktu Pendinginan Masakan D terhadap Penurunan Hk Tetes Akhir (Pada Suhu Pemanasan Masakan D sebelum diputar 50°C dan 55°C), diambil dari data Tabel 4.1.3.



Grafik 4.2.3. Hubungan Antara Suhu Pendinginan Masakan D terhadap Peningkatan Kadar Kristal (Pada Suhu Pemanasan Masakan D sebelum diputar 50⁰C dan 55⁰C), diambil dari data Tabel 4.1.5. dan 4.1.6.



Grafik 4.2.4. Hubungan Antara Waktu Pendinginan Masakan D terhadap Peningkatan Kadar Kristal (Pada Suhu Pemanasan Masakan D sebelum diputar 50⁰C dan 55⁰C), diambil dari data Tabel 4.1.5. dan 4.1.6.



4.3. Perhitungan Regresi

Persamaan garis regresi dalam bentuk yang paling sederhana adalah:

$$Y_c = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2$$

4.3.1. Perhitungan regresi dengan variabel terikat adalah HK tetes akhir (Y), variabel bebas 1 adalah waktu (X₁) dan variabel bebas 2 adalah suhu (X₂) pada suhu pemanasan masakan D sebelum diputar 50⁰C

Tabel 4.3.1.1. Data hasil untuk perhitungan regresi dengan variabel terikat adalah HK tetes akhir (Y), variabel bebas 1 adalah waktu (X₁) dan variabel bebas 2 adalah suhu (X₂) pada suhu pemanasan masakan D sebelum diputar 50⁰C

No	Y	X ₁	X ₂	X ₁ Y	X ₂ Y	X ₁ ²	X ₂ ²	X ₁ X ₂	Y ²
1	29,3	0	55	0	1511,5	0	3025	0	858,49
2	28,3	0,5	50	14,15	1415	0,25	2500	25	800,89
3	27,5	1,0	45	27,5	1237,5	1	2025	45	756,25
4	26,8	1,5	44	40,2	1179,2	2,25	1936	66	718,24
5	26,6	2,0	43	53,2	1143,8	4	1849	86	707,56
6	26,1	2,5	42	65,25	1096,2	6,25	1764	105	681,21
7	25,9	3,0	41	77,7	1061,9	9	1681	123	670,81
8	25,7	3,5	40	89,95	1028	12,25	1600	156	660,49
Total	216	14	360	368	9773,1	35	16380	606	5854

Persamaan Garis Regresi :

$$Y_c = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2$$

Dari hasil perhitungan di appendix didapatkan :

$$b_0 = 14,951$$

$$b_1 = -0,1556$$

$$b_2 = 0,2789$$

Sehingga persamaan garis regresinya adalah :

$$Y_c = 14,951 - 0,1556X_1 + 0,2738X_2$$

Tabel 4.3.1.2. Data Hasil Perhitungan Persamaan Garis regresi (Y_c), di mana, $Y_c = 14,951 - 0,1556X_1 + 0,2738X_2$

Nc	Y	Yc	Y - Yc	(Y - Yc) ²
1	29,5	29,9	-0,4	0,16
2	28,3	28,57	-0,27	0,073
3	27,5	27,13	0,37	0,137
4	26,8	26,77	0,03	0,0009
5	26,6	26,42	0,18	0,032
6	26,1	26,07	0,03	0,0009
7	25,9	25,72	0,18	0,032
8	25,7	25,37	0,33	0,109
				$\Sigma = 0,5448$

Dari data hasil perhitungan tabel 4.3.1.2 dapat ditentukan Standart Error Estimate dan selanjutnya dicari koefisien korelasinya sebagai berikut :

Standar Error Estimate :

$$\begin{aligned} SY. X_1. X_2 &= \sqrt{\frac{\sum(Y - Y_c)^2}{n - m}} \\ &= \sqrt{\frac{0,5448}{8 - 2}} = 0,09 \end{aligned}$$

Koefisien Korelasi :

$$\begin{aligned} SY^2 &= \frac{A\Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2}{n(n-1)} \\ &= \frac{8(5854) - (216)^2}{8(8-1)} \\ &= 3,143 \\ r &= 1 - \frac{SY. X_1. X_2}{SY.^2} \\ &= 1 - \frac{0,09}{3,143} = 0,971 \end{aligned}$$

Product moment dengan $n = 8$, maka didapatkan : (lihat tabel r, Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik)

- Taraf signifikansi 5 % = 0,707
- Taraf signifikansi 1 % = 0,874

Koefisien korelasi = 0,971 lebih besar dari huruf signifikansi 5 % maupun 1 %, berarti telah terbukti adanya korelasi antara variabel waktu dan suhu dengan harga kemurnian tetes.

Dari persamaan garis regresi sebagai berikut :

$$Y_c = 14,951 - 0,1556 X_1 + 0,2738 X_2, \text{ di mana ;}$$

Y_c = nilai ramalan penurunan harga kemurnian

14,951 = bilangan konstan

-0,1556 X_1 = nilai dari waktu

0,2738 X_2 = nilai dari suhu

Dari persamaan garis regresi tersebut, dapat dilihat bahwa :

$$0,2738 X_2 > -0,1556 X_1$$

Yang berarti bahwa :

Faktor suhu lebih besar pengaruhnya dari faktor waktu.

Menguji Hipotesa Koefisien Korelasi :

- Hipotesa nol ; $p = 0$
- Hipotesa alternatif ; $p \neq 0$
- Untuk tingkat signifikansi $\alpha = 0,01$ (1 %)

Maka kriteria ;

$$\text{Ho diterima bila } \frac{-2,58}{\sqrt{n-1}} \leq r \leq \frac{2,58}{\sqrt{n-1}}$$

$$\text{Ho ditolak bila } \frac{2,58}{\sqrt{n-1}} \leq r \leq \frac{-2,58}{\sqrt{n-1}}$$

Adapun data dari perhitungan ;

$$r = 0,971 \quad , \quad n = 8$$

$$\text{maka nilai } \frac{\pm 2,58}{\sqrt{n-1}} = \pm 0,975$$

Jadi, $-0,975 \leq r \leq 0,975$, maka Ho dapat diterima.

Disimpulkan bahwa :

Ada korelasi antara variabel X dan variabel Y.

4.3.2. Perhitungan regresi dengan variabel terikat adalah HK tetes akhir (Y), variabel bebas 1 adalah waktu (X₁) dan variabel bebas 2 adalah suhu (X₂) pada suhu pemanasan masakan D sebelum diputar 50⁰C

Tabel 4.3.2.1. Data hasil untuk perhitungan regresi dengan variabel terikat adalah HK tetes akhir (Y), variabel bebas 1 adalah waktu (X₁) dan variabel bebas 2 adalah suhu (X₂) pada suhu pemanasan masakan D sebelum diputar 55⁰C

No	Y	X ₁	X ₂	X ₁ Y	X ₂ Y	X ₁ ²	X ₂ ²	X ₁ X ₂	Y ²
1	29,7	0	55	0	1628	0	3025	0	876,16
2	28,5	0,5	50	14,15	1415	0,25	2500	25	800,89
3	27,2	1,0	45	27,5	1224	1	2025	45	739,84
4	26,9	1,5	44	40,35	1183,6	2,25	1936	66	723,61
5	26,7	2,0	43	53,4	1148,1	4	1849	86	712,89
6	26,2	2,5	42	65,5	1100,4	6,25	1764	105	686,44
7	25,8	3,0	41	77,7	1057,8	9	1681	123	665,64
8	25,6	3,5	40	89,95	1028	12,25	1600	156	660,49
Total	216	14	360	368	9785	35	16380	606	5856

Persamaan Garis Regresi :

$$Y_c = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2$$

Dari hasil perhitungan di appendix didapatkan :

$$b_0 = 11,331$$

$$b_1 = -0,072$$

$$b_2 = 0,351$$

Sehingga persamaan garis regresinya adalah

$$Y_c = 11,331 - 0,072X_1 + 0,351X_2$$

Tabel 4.3.2.2. Data Hasil Perhitungan Persamaan Garis regresi (Y_c), di mana,

$$Y_c = 11,331 - 0,072X_1 + 0,351X_2$$

No	Y	Y_c	$Y - Y_c$	$(Y - Y_c)^2$
1	29,7	29,9	0,2	0,04
2	28,3	28,8	- 0,3	0,05
3	27,2	27,1	0,1	0,01
4	26,9	26,7	0,2	0,04
5	26,7	26,3	0,4	0,16
6	26,2	25,9	0,3	0,09
7	25,8	25,5	0,3	0,09
8	25,6	25,4	0,3	0,04
				$\Sigma = 0,520$

Dari data hasil perhitungan tabel 4 3.2.2 dapat ditentukan Standart Error Estimate

dan selanjutntnya dicari koefisien korelasinya sebagai berikut :

Standar Error Estimate :

$$\begin{aligned}
 SY_{X_1, X_2} &= \sqrt{\frac{\sum (Y - Y_c)^2}{n - m}} \\
 &= \sqrt{\frac{0,520}{8 - 2}} \\
 &= 0,093
 \end{aligned}$$

Koefisien Korelasi :

$$SY^2 = \frac{n \sum Y^2 - (\sum Y)^2}{n(n-1)}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{8(5856) - (216)^2}{8(8-1)} \\
&= 3,429 \\
r &= 1 - \frac{SY \cdot X_1 \cdot X_2}{SY^2} \\
&= 1 - \frac{0,093}{3,429} = 0,972
\end{aligned}$$

Product moment dengan $n = 8$, maka (lihat tabel r , Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik), didapatkan :

- Taraf signifikansi 5 % = 0,707
- Taraf signifikansi 1 % = 0,874

Koefisien korelasi = 0,972 lebih besar dari huruf signifikansi 5 % maupun 1 %, berarti telah terbukti adanya korelasi antara variabel waktu dan suhu terhadap penurunan HK tetes akhir.

Dari persamaan garis Regresi sebagai berikut :

$$Y_c = 11,331 - 0,072 X_1 + 0,351 X_2$$

di mana,

Y_c = nilai ramalan penurunan harga kemurnian

11,331 = bilangan konstan

$-0,072 X_1$ = nilai dari waktu

$0,351 X_2$ = nilai dari suhu

Dari persamaan garis regresi tersebut, dapat dilihat :

$$0,351 X_2 > -0,072 X_1$$

Yang berarti bahwa :

Faktor suhu lebih besar pengaruhnya dari faktor waktu.

Menguji Hipotesa Koefisien Korelasi :

- Hipotesa nol ; $p = 0$
- Hipotesa alternatif ; $p \neq 0$
- Untuk tingkat signifikansi $\alpha = 0,01$ (1 %)

Maka kriteria ;

$$\text{Ho diterima bila } \frac{-2,58}{\sqrt{n-1}} \leq r \leq \frac{2,58}{\sqrt{n-1}}$$

$$\text{Ho ditolak bila } \frac{2,58}{\sqrt{n-1}} \leq r \leq \frac{-2,58}{\sqrt{n-1}}$$

Adapun data dari perhitungan ;

$$r = 9,72$$

$$n = 8$$

$$\text{maka nilai } \frac{\pm 2,58}{\sqrt{n-1}} = \pm 9,75$$

$$\text{Jadi, } -9,75 \leq r \leq 9,75$$

maka Ho dapat diterima.

Disimpulkan bahwa :

Ada korelasi antara variabel X dan variabel Y.

4.3.3. Perhitungan regresi dengan variabel terikat adalah kadar kristal (Y), variabel bebas 1 adalah waktu (X₁) dan variabel bebas 2 adalah suhu (X₂) pada suhu pemanasan masakan D sebelum diputar 50⁰C

Tabel 4.3.3.1. Data hasil untuk perhitungan regresi dengan variabel terikat adalah kadar kristal(Y), variabel bebas 1 adalah waktu (X₁) dan variabel bebas 2 adalah suhu (X₂) pada suhu pemanasan masakan D sebelum diputar 50⁰C

No	Y	X ₁	X ₂	X ₁ Y	X ₂ Y	X ₁ ²	X ₂ ²	X ₁ X ₂	Y ²
1	92,08	0	55	0	5064,4	0	3025	0	8478,73
2	92,12	0,5	50	46,06	4606	0,25	2500	25	8486,09
3	92,14	1,0	45	92,14	4146,3	1	2025	45	8489,78
4	92,15	1,5	44	138,23	4054,6	2,25	1936	66	9491,62
5	92,21	2,0	43	184,23	3965,03	4	1849	86	8502,68
6	92,29	2,5	42	230,73	3876,18	6,25	1764	105	8517,44
7	92,40	3,0	41	277,20	3788,4	9	1681	123	8537,76
8	92,43	3,5	40	323,51	3697,2	12,25	1600	156	8543,31
Total	738	14	360	1292	33198	35	16380	606	68047

Persamaan Garis Regresi :

$$Y_c = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2$$

Dari hasil perhitungan di appendix didapatkan :

$$b_0 = 89,933$$

$$b_1 = 0,167$$

$$b_2 = 0,045$$

Sehingga persamaan garis regresinya adalah

$$Y_c = 89,933 + 0,167X_1 + 0,045X_2$$

Tabel 4.3.3.2. Data Hasil Perhitungan Persamaan Garis regresi (Y_c), di mana,

$$Y_c = 89,933 + 0,167X_1 + 0,045X_2$$

No	Y	Y_c	$Y - Y_c$	$(Y - Y_c)^2$
1	29,08	92,4	-0,33	0,109
2	92,12	92,27	-0,15	0,023
3	92,14	92,13	0,1	0,01
4	92,15	92,16	-0,1	0,01
5	92,21	92,207	0,003	0,000009
6	92,29	92,25	0,04	0,0016
7	92,40	92,28	0,12	0,014
8	92,43	92,32	0,11	0,012
				$\Sigma = 0,1796$

Dari data hasil perhitungan tabel 4.3.3.2 dapat ditentukan Standart Error Estimate

dan selanjutnya dicari koefisien korelasinya sebagai berikut :

Standar Error Estimate :

$$\begin{aligned}
 SY. X_1. X_2 &= \sqrt{\frac{\sum (Y - Y_c)^2}{n - m}} \\
 &= \sqrt{\frac{0,1796}{8 - 2}} \\
 &= 0,173
 \end{aligned}$$

Koefisien Korelasi :

$$SY^2 = \frac{n \Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2}{n(n-1)}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{8(68047) - (738)^2}{8(8-1)} \\
&= \frac{544.376 - 544644}{8(8-1)} \\
&= 4,786 \\
r &= 1 - \frac{SY \cdot X_1 \cdot X_2}{SY^2} \\
&= 1 - \frac{0,173}{4,786} = 0,964
\end{aligned}$$

Product moment dengan $n = 8$, maka (lihat tabel r , Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik), didapatkan :

- Taraf signifikansi 5 % = 0,707
- Taraf signifikansi 1 % = 0,874

Koefisien korelasi = 0,964 lebih besar dari huruf signifikansi 5 % maupun 1 %, berarti telah terbukti adanya korelasi antara variabel waktu dan suhu kadar gula / kadar kristal.

Menguji Hipotesa Koefisien Korelasi :

- Hipotesa nol ; $p = 0$
- Hipotesa alternatif ; $p \neq 0$
- Untuk tingkat signifikansi $\alpha = 0,01$ (1 %)

Maka kriteria ;

$$\text{Ho diterima bila } \frac{-2,58}{\sqrt{n-1}} \leq r \leq \frac{2,58}{\sqrt{n-1}}$$

$$\text{Ho ditolak bila } \frac{2,58}{\sqrt{n-1}} \leq r \leq \frac{-2,58}{\sqrt{n-1}}$$

Adapun data dari perhitungan ;

$$r = 0,964 \quad n = 8$$

maka nilai $\frac{\pm 2,58}{\sqrt{n-1}} = \pm 0,97$

Jadi, $-0,97 \leq r \leq 0,97$ maka H_0 dapat diterima.

Disimpulkan bahwa :

Ada korelasi antara variabel X dan variabel Y.

4.3.4. Perhitungan regresi dengan variabel terikat adalah kadar kristal (Y), variabel bebas 1 adalah waktu (X₁) dan variabel bebas 2 adalah suhu (X₂) pada suhu pemanasan masakan D sebelum diputar 55⁰C

Tabel 4.3.4.1. Data hasil untuk perhitungan regresi dengan variabel terikat adalah kadar kristal(Y), variabel bebas 1 adalah waktu (X₁) dan variabel bebas 2 adalah suhu (X₂) pada suhu pemanasan masakan D sebelum diputar 55⁰C

No	Y	X ₁	X ₂	X ₁ Y	X ₂ Y	X ₁ ²	X ₂ ²	X ₁ X ₂	Y ²
1	92,05	0	55	0	5062,75	0	3025	0	8473,20
2	92,11	0,5	50	46,06	4605,5	0,25	2500	25	8484,25
3	92,15	1,0	45	92,15	4146,75	1	2025	45	8491,62
4	92,16	1,5	44	138,24	4055,04	2,25	1936	66	8493,47
5	92,20	2,0	43	184,40	3964,6	4	1849	86	8500,84
6	92,27	2,5	42	230,68	3875,34	6,25	1764	105	8513,75
7	92,35	3,0	41	277,05	3786,35	9	1681	123	8528,52
8	92,39	3,5	40	323,37	3695,6	12,25	1600	156	8535,91
Total	738	14	360	1292	33192	35	16380	606	68022

Persamaan Garis Regresi :

$$Y_c = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2$$

Dari hasil perhitungan di appendix didapatkan :

$$b_0 = 98,499$$

$$b_1 = 0,288$$

$$b_2 = 0,130$$

Sehingga persamaan garis regresinya adalah sebagai berikut :

$$Y_c = 98,499 - 0,228X_1 + 0,130X_2$$

Tabel 4.3.4.2. Data Hasil Perhitungan Persamaan Garis regresi (Y_c), di mana,

$$Y_c = 98,499 - 0,228X_1 + 0,130X_2$$

No	Y	Yc	Y - Yc	(Y - Yc) ²
1	92,05	91,34	0,71	0,504
2	92,11	91,89	0,22	0,048
3	92,15	92,42	-0,27	0,072
4	92,16	92,44	-0,28	0,078
5	92,20	92,45	-0,25	0,063
6	92,27	92,47	-,02	0,04
7	92,35	92,49	-0,14	0,019
8	92,39	92,51	-0,12	0,014
				$\Sigma = 0,838$

Dari data hasil perhitungan tabel 4.3.4.2 dapat ditentukan Standart Error Estimate

dan selanjutntnya dicari koefisien korelasinya sebagai berikut :

Standar Error Estimate :

$$\begin{aligned}SY. X_1. X_2 &= \sqrt{\frac{\sum(Y - Y_c)^2}{n - m}} \\ &= \sqrt{\frac{0,838}{8 - 2}} \\ &= 0,374\end{aligned}$$

Koefisien Korelasi :

$$\begin{aligned}SY^2 &= \frac{n\Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2}{n(n-1)} \\ &= \frac{8(68022) - (738)^2}{8(8-1)} \\ &= \frac{543376 - 544644}{8(8-1)} \\ &= 8,367 \\ r &= 1 - \frac{SY. X_1. X_2}{SY.^2} \\ &= 1 - \frac{0,374}{8,357} = 0,955\end{aligned}$$

Product moment dengan $n = 8$, maka (lihat tabel r, Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik), didapatkan :

- Taraf signifikansi 5 % = 0,707
- Taraf signifikansi 1 % = 0,874

Koefisien korelasi = 0,955 lebih besar dari huruf signifikansi 5 % maupun 1 %, berarti telah terbukti adanya korelasi antara variabel waktu dan suhu kadar gula / kadar kristal.

Menguji Hipotesa Koefisien Korelasi :

- Hipotesa nol ; $p = 0$
- Hipotesa alternatif ; $p \neq 0$
- Untuk tingkat signifikansi $\alpha = 0,01$ (1 %)

Maka kriteria ;

$$\text{Ho diterima bila } \frac{-2,58}{\sqrt{n-1}} \leq r \leq \frac{2,58}{\sqrt{n-1}}$$

$$\text{Ho ditolak bila } \frac{2,58}{\sqrt{n-1}} \leq r \leq \frac{-2,58}{\sqrt{n-1}}$$

Adapun data dari perhitungan ;

$$r = 0,955$$

$$n = 8$$

$$\text{maka nilai } \frac{\pm 2,58}{\sqrt{n-1}} = \pm 0,97$$

$$\text{Jadi, } -0,97 \leq r \leq 0,97$$

maka Ho dapat diterima.

Disimpulkan bahwa :

Ada korelasi antara variabel X dan variabel Y.

4.4. Pembahasan

4.4.1. Pembahasan Berdasarkan Analisis Deskriptif

Berdasarkan tabel dan grafik yang tersebut di atas (4.1 dan 4.2), dapat disimpulkan bahwa :

1. Variabel waktu dan suhu pendinginan masakan D mempengaruhi terhadap variabel HK tetes akhir, penurunan suhu dan penambahan waktu pendinginan masakan D berbanding lurus dengan penurunan HK tetes akhir. Hal ini dapat dijelaskan bahwa saat terjadi pendinginan pada suhu 40°C - 45°C viskositas tetes meningkat, sehingga terjadi kristalisasi lanjutan, di mana sukrosa yang masih terdapat dalam larutan tetes menempel pada kristal yang ada, sehingga sukrosa yang terlarut dalam tetes akhir menjadi berkurang/sedikit.
2. Variabel waktu dan suhu pendinginan masakan D mempunyai pengaruh terhadap kadar kristal yang diperoleh. Penurunan suhu dan penambahan waktu pendinginan masakan D berbanding lurus dengan kenaikan kadar kristal yang diperoleh. Saat terjadi kristalisasi lanjutan karena pendinginan, kristal-kristal yang telah ada mengikat sukrosa yang masih terdapat dalam tetes, sehingga kadar kristal meningkat. Dan reheating atau pemanasan kembali masakan D sebelum diputar pengaruhnya relatif kecil sekali, hanya untuk menurunkan viskositas sehingga memudahkan untuk pemisahannya yaitu dilakukan hanya sampai batas titik atau suhu saturasi (50°C - 55°C) dan dilakukan dengan sangat cepat, sehingga tidak sampai melarutkan kristal akhir yang sudah terbentuk.

Suhu pendinginan optimal 40°C , waktu 3,5 jam dan suhu reheating 50°C .

4.4.2. Pembahasan Berdasarkan Analisis Korelasi Bivariat Dan Analisis Regresi Linier

4.4.2.1. Pengaruh Waktu dan Suhu Pendinginan Masakan D Terhadap Penurunan HK Tetes Akhir Pada Suhu Pemanasan Masakan D Sebelum Diputar 50°C

Product moment dengan $n = 8$, maka didapatkan : (lihat tabel r, Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik)

- Taraf signifikansi 5 % = 0,707

- Taraf signifikansi 1 % = 0,874

Koefisien korelasi = 0,971 lebih besar dari huruf signifikansi 5 % maupun 1 %, berarti telah terbukti adanya korelasi antara variabel waktu dan suhu dengan harga kemurnian tetes.

Dari persamaan garis regresi sebagai berikut :

$$Y_c = 14,951 - 0,1556 X_1 + 0,2738 X_2$$

di mana,

Y_c = nilai ramalan penurunan harga kemurnian

14,951 = bilangan konstan

-0,1556 X_1 = nilai dari waktu

0,2738 X_2 = nilai dari suhu

Dari persamaan garis regresi tersebut, dapat dilihat bahwa :

$$0,2738 X_2 > -0,1556 X_1$$

Yang berarti bahwa :

Faktor suhu lebih besar pengaruhnya dari faktor waktu.

Menguji Hipotesa Koefisien Korelasi :

- Hipotesa nol ; $p = 0$
- Hipotesa alternatif ; $p \neq 0$
- Untuk tingkat signifikansi $\alpha = 0,01$ (1 %)

Maka kriteria ;

$$\text{Ho diterima bila } \frac{-2,58}{\sqrt{n-1}} \leq r \leq \frac{2,58}{\sqrt{n-1}}$$

$$\text{Ho ditolak bila } \frac{2,58}{\sqrt{n-1}} \leq r \leq \frac{-2,58}{\sqrt{n-1}}$$

Adapun data dari perhitungan ;

$$r = 0,971$$

$$n = 8$$

$$\text{maka nilai } \frac{\pm 2,58}{\sqrt{n-1}} = \pm 0,975$$

$$\text{Jadi, } -0,975 \leq r \leq 0,975$$

maka Ho dapat diterima.

Disimpulkan bahwa :

Ada korelasi antara variabel X dan variabel Y.

4.4.2.2. Pengaruh Waktu dan Suhu Pendinginan Masakan D Terhadap Penurunan

HK Tetes Akhir Pada Suhu Pemanasan Masakan D Sebelum Diputar 55°C

Product moment dengan $n = 8$, maka (lihat tabel r, Prosedur Penelitian Suatu

Pendekatan Praktik), didapatkan :

- Taraf signifikansi 5 % = 0,707
- Taraf signifikansi 1 % = 0,874

Koefisien korelasi = 0,972 lebih besar dari huruf signifikansi 5 % maupun 1 %, berarti telah terbukti adanya korelasi antara variabel waktu dan suhu terhadap penurunan HK tetes akhir.

Dari persamaan garis Regresi sebagai berikut :

$$Y_c = 11,331 - 0,072 X_1 + 0,351 X_2$$

di mana,

Y_c = nilai ramalan penurunan harga kemurnian

11,331 = bilangan konstan

$-0,072 X_1$ = nilai dari waktu

$0,351 X_2$ = nilai dari suhu

Dari persamaan garis regresi tersebut, dapat dilihat :

$$0,351 X_2 > -0,072 X_1$$

Yang berarti bahwa :

Faktor suhu lebih besar pengaruhnya dari faktor waktu.

Menguji Hipotesa Koefisien Korelasi :

- Hipotesa nol ; $p = 0$
- Hipotesa alternatif ; $p \neq 0$
- Untuk tingkat signifikansi $\alpha = 0,01$ (1 %)

Maka kriteria ;

$$\text{Ho diterima bila } \frac{-2,58}{\sqrt{n-1}} \leq r \leq \frac{2,58}{\sqrt{n-1}}$$

$$\text{Ho ditolak bila } \frac{2,58}{\sqrt{n-1}} \leq r \leq \frac{-2,58}{\sqrt{n-1}}$$

Adapun data dari perhitungan ;

$$r = 9,72$$

$$n = 8$$

$$\text{maka nilai } \frac{\pm 2,58}{\sqrt{n-1}} = \pm 9,75$$

$$\text{Jadi, } -9,75 \leq r \leq 9,75$$

maka Ho dapat diterima.

Disimpulkan bahwa :

Ada korelasi antara variabel X dan variabel Y.

4.4.2.3. Pengaruh Waktu dan Suhu Pendinginan Masakan D Terhadap Kadar Kristal Yang Diperoleh Pada Suhu Pemanasan Masakan D Sebelum Diputar 50°C

Product moment dengan $n = 8$, maka (lihat tabel r, Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik), didapatkan :

- Taraf signifikansi 5 % = 0,707
- Taraf signifikansi 1 % = 0,874

Koefisien korelasi = 0,964 lebih besar dari huruf signifikansi 5 % maupun 1 %, berarti telah terbukti adanya korelasi antara variabel waktu dan suhu kadar gula / kadar kristal.

Menguji Hipotesa Koefisien Korelasi :

- Hipotesa nol ; $p = 0$
- Hipotesa alternatif ; $p \neq 0$
- Untuk tingkat signifikansi $\alpha = 0,01$ (1 %)

Maka kriteria ;

$$\text{Ho diterima bila } \frac{-2,58}{\sqrt{n-1}} \leq r \leq \frac{2,58}{\sqrt{n-1}}$$

$$\text{Ho ditolak bila } \frac{2,58}{\sqrt{n-1}} \leq r \leq \frac{-2,58}{\sqrt{n-1}}$$

Adapun data dari perhitungan ;

$$r = 0,964$$

$$n = 8$$

$$\text{maka nilai } \frac{\pm 2,58}{\sqrt{n-1}} = \pm 0,97$$

$$\text{Jadi, } -0,97 \leq r \leq 0,97$$

maka Ho dapat diterima.

Disimpulkan bahwa :

Ada korelasi antara variabel X dan variabel Y.

4.4.2.4. Pengaruh Waktu dan Suhu Pendinginan Masakan D Terhadap Kadar Kristal Yang Diperoleh Pada Suhu Pemanasan Masakan D Sebelum Diputar 55°C

Product moment dengan $n = 8$, maka (lihat tabel r, Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik), didapatkan :

- Taraf signifikansi 5 % = 0,707
- Taraf signifikansi 1 % = 0,874

Koefisien korelasi = 0,955 lebih besar dari huruf signifikansi 5 % maupun 1 %, berarti telah terbukti adanya korelasi antara variabel waktu dan suhu kadar gula / kadar kristal.

Menguji Hipotesa Koefisien Korelasi :

- Hipotesa nol ; $p = 0$
- Hipotesa alternatif ; $p \neq 0$
- Untuk tingkat signifikansi $\alpha = 0,01$ (1 %)

Maka kriteria ;

$$\text{Ho diterima bila } \frac{-2,58}{\sqrt{n-1}} \leq r \leq \frac{2,58}{\sqrt{n-1}}$$

$$\text{Ho ditolak bila } \frac{2,58}{\sqrt{n-1}} \leq r \leq \frac{-2,58}{\sqrt{n-1}}$$

Adapun data dari perhitungan ;

$$r = 0,955$$

$$n = 8$$

maka nilai $\frac{\pm 2,58}{\sqrt{n-1}} = \pm 0,97$

Jadi, $-0,97 \leq r \leq 0,97$

maka H_0 dapat diterima.

Disimpulkan bahwa :

Ada korelasi antara variabel X dan variabel Y.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian (eksperimen), di mana data yang diperoleh dianalisa dengan pendekatan secara statistik, maka didapatkan kesimpulan bahwa :

1. Ada korelasi atau pengaruh antara variabel bebas X yaitu waktu dan suhu pendinginan, terhadap variabel terikat Y, yaitu Harga Kemurnian tetes akhir dan kadar kristal.
2. Variabel suhu mempunyai pengaruh yang lebih besar dari pada variabel waktu, untuk menurunkan Harga Kemurnian tetes akhir dan meningkatkan kadar kristal yang diperoleh.
3. Semakin rendah suhu pendinginan masakan D, maka penurunan Harga Kemurnian tetes akhir juga semakin besar dan kadar kristal yang diperoleh meningkat.
4. Suhu pemanasan kembali masakan D sebelum diputar juga mempengaruhi Harga Kemurnian tetes akhir dan kadar kristal yang diperoleh, semakin tinggi suhu pemanasan kembali masakan D sebelum diputar, maka Harga Kemurnian tetes akhir meningkat dan kadar kristal turun.

5.2. Saran

Dalam eksperimen ini banyak sekali faktor yang mempengaruhi Harga Kemurnian tetes akhir antara lain : keseragaman besaran kristal masakan D, besaran kristal itu sendiri (di mana kristal yang terlalu besar cenderung meningkatkan HK tetes akhir karena masakan D adalah masakan Low Grade (Harga Kemurniannya rendah) dan kristal yang terlalu besar memiliki luas permukaan yang dapat menyerap sukrosa lebih sedikit dibanding dengan kristal yang halus sehingga sukrosa yang terikut dalam larutan menjadi lebih banyak.

DAFTAR PUSTAKA

1. A. Moerdokusumo, 1993, "Pengawasan Kualitas dan Teknologi Pembuatan Gula di Indonesia, ITB Bandung.
2. Altman, G.J. 1940, Controle op het Contrifuge Process en de Verwerking der Kooksel in de troggen, Control of the Melasse Uitputting, POJ Sulker Seminaar Controles, 19 Maret
3. Agung, I.G.N, 2004, Manajemen penulisan Skripsi, Tesis dan Desertasi, Ed-1, Cet. 1
4. Bicket L.S. 1935. Saturation Quotient and Purity, Int. Sugar Journal. 37-95.
5. Cf. Killian et.al.1936, Bereiding van melase kooksel voor het centrifugeren. Bepaling van OVC, Verb. v.d. Laden v.h. POJ, no.26, hal. 1168.
6. Cf. Kern, 1952. Process Heat Transfer, Mc. Grow-Hill, New York.
7. Cf. Mc. Adams, 1954. Heat Transmission, Mc. Grow-Hill, 3rd New York.
8. Douwes Dekker. K., 1919, De Grondslagen, van het kristaliie process, Archief Java Sulker Industrie, D.II.
9. d'Orazi, 1947. Tabel Gula, Chemisch Weekblad. 6 – 83.
10. Douwes Dekker. K, 1936, De Verharding van Melasse Suiker, Verh. v.d. Laden. v.h. POJ, no.16.
11. DELAVIER, H.J. Zucker Technologisches Praktikum in der Versuchsfabrik des Instituts fur Zuckerindustrie, Berlin.
12. Hugot.E, 1986, "Handbook of Cane Sugar Engineering, 3rd, Elsevier Science Publishing Company. Inc. Rotterdam.
13. HONIG, P. Principles of Sugar Technology, Vol. I (1953), II (1959), III (1963)
14. Huese JPF, 1936, Een en ander net verloop van het kristallitie process in verband met greinen en koken, POJ Sulker Seminaar, Pasuruan.
15. Hugot E, 1950, Allore du coefficient de saturation. Manuel de l'ingenieur, h.436.

16. JENKINS, G.H. 1966, Introduction to Cane Sugar Technology.
17. Landheer. A, Pesawat Industri Gula, Lembaga Pendidikan Perkebunan Yogyakarta, 1979, diterjemahkan dan disusun kembali oleh Madukoro dan Soejardi.
18. M. MOCHTAR, S.Kimia, 1978, "Teknologi Gula", Experimental Plant BP3G, Pasuruan.
19. Soepardi Sakar, Controle Fabrikasi Gula, Lembaga Pendidikan Perkebunan Yogyakarta.
20. Sarsini Arikunto, Ny, DR, Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktis, penerbit PT. Bina Aksara, Jakarta, 1986.
21. Stork-Weakspoor Sugar, B.V, Equipment Specification, PT. PG. Kebon Agung, Malang
22. S.G. Gandana, Ir. Timbul Ananta, Jr. "Penuntun Pengawasan Gilingan" (d/h. Bulletin No.4), BP3G, 1974.
23. S.G. Gandana, Ir. Timbul Ananta, Jr. "Buku Penuntun Pengawasan Pabrikasi" (d/h. Bulletin No.11), BP3G, 1974.
24. Smith, 1936. Saturascope. Int. Supar Journal, 1941.

APPENDIX A

PENGOLAHAN DATA PENGAMATAN PEMBACAAN SKALA TIMBANGAN BRIX DAN PEMBACAAN SKALA PEMUTARAN POLARIMETER DAN PERHITUNGAN HASIL BAGI KEMURNIAN

A.1. Analisa % Brix, % Pol dan HK

A.1.1. Penentuan % Brix Masakan D

Hasil pembacaan sebagai berikut :

- Skala Brix. : 9,825
 - Koreksi alat. : 0
 - Skala Brix yang terkoreksi alat. : 9,825
 - Suhu larutan 28 dan koreksi menurut suhu : 0,02
- (Daftar III, Buku Penuntun Pengawasan Pabrikasi)
(d/h Bulletin No. 11)
- Brix yang sudah terkoreksi buku : $9,845 \times 10 =$
98,45

A.1.2. Penentuan % Pol Masakan D

Hasil pembacaan sebagai berikut :

- Brix nira belum dikoreksi suhu : 9,8
- Berat jenis menurut tabel (Daftar II, Buku : 1,03526
- Penuntun Pengawas Pabrikasi (d/h Buletin No. 11).
- Pemutaran polarisasi : 2,0216

$$- \text{ Jadi \% Pol} = \text{Pemutaran} \times \frac{26}{100 \times \rho} \times \frac{110}{100}$$

$$- \% \text{ Pol} = 5,585 \times 10 = 55,85$$

A.1.3. Penentuan HK

$$\text{HK} = \frac{\% \text{ Pol}}{\% \text{ Brix}} \times 100$$

$$= \frac{55,85}{98,45} \times 100$$

$$= 56,75$$

A.1.4. Penentuan % Brix Tetes Akhir.

- Nilai air piknometer pada 27,5 °C : 49,9915
- Berat Piknometer Kosong : 72,9296
- Berat Piknometer + tetes encer : 124, 6638
- Berat Piknometer kosong : 72,9296
- Berat tetes encer : 51,6998

$$\text{Berat jenis} = \frac{51,6998}{49,9915} = 1,03486$$

- Dalam daftar II didapatkan Brix tak dikoreksi pada suhu 27,2°C. adalah 9,7.

$$- \text{ Jadi Brix tetes adalah } (9,7 + 0,033) \times 10 = 97,33$$

A.1.5. Penentuan % Pol tetes akhir

- Pembacaan Pol larutan tetes : 10,45
- Brix tak dikoreksi : 9,7
- Polarisasi larutan tetes : 2,88

Daftar SCHMITS)

faktor pengeceran	: <u>10</u>
Pol tetes	28,8

A.1.6. Penentuan HK tetes akhir

$$\begin{aligned} \text{HK} &= \frac{\%Pol}{\%Brix} \times 100 \\ &= \frac{28,8}{97,33} \times 100 \\ &= 29,6\% \end{aligned}$$

A.1.7. Penentuan % Brix Gula D

Hasil pembacaan sebagai berikut :

- Skala Brix	:	19,39
- Koreksi alat	:	0
- Skala Brix dan Koreksi alat	:	19,50
- Koreksi suhu 26,7 °C	:	- 0,08

(Daftar III, Bulletin No. II)

- Brix yang sudah terkoreksi suhu	:	19,42 × 5 = 97,0
(kali pengeceran 5×)		

A.1.8. Penentuan % Pol Gula D

Hasil pembacaan sebagai berikut :

- Pembacaan Pol larutan Gula D	:	17,0 × 2 = 34
--------------------------------	---	---------------

- Brix tak dikoreksi	:	19,5
- Polarisasi Larutan Gula D (daftar SCHMITS)	:	9,205
- Faktor Pengeceran	:	<u>10</u>
		92,05

A.1.9. Penentuan % HK

$$\begin{aligned}
 \text{HK} &= \frac{\%Pol}{\%Brix} \times 100 \\
 &= \frac{92,05}{97,09} \times 100 \\
 &= 94,82
 \end{aligned}$$

Tabel A.1. Data Pengamatan Analisa Masakan D Turun Tanggal 09 Agustus 2004

No	Jam	% Brix	% Pol	HK	Suhu Pemutaran	Waktu Pendinginan
1	14	97,50	55,50	56,9	53	4 ³ / ₄
2	15	97,90	56,20	57,4	54	2 ¹ / ₂
3	16	98,30	55,80	56,8	53	2 ³ / ₄
4	17	98,60	59,30	60,1	54	2 ³ / ₄
5	18	99,20	59,10	59,6	54	3 ³ / ₄
6	19	97,50	58,3	58,3	52	2 ¹ / ₂
7	20	98,20	57,8	57,8	52	2 ³ / ₄

Tabel A.2. Data Pengamatan Analisa Tetes Tanggal 09 Agustus 2004

No	Jam	% Brix	% Pol	HK	HK Nutch
1	14	91,90	30,10	32,8	
2	15	94,20	30,40	32,3	
3	16	98,30	55,80	31,6	
4	17	98,60	59,30	31,9	
5	18	99,20	59,10	31,7	28,1
6	19	97,50	58,3	32,8	
7	20	98,20	57,8	33,2	
8	21	91,50	30,10	32,9	
Rata-rata		93,35	30,21	32,30	

Untuk keperluan penelitian ini diambil satu sampel, yaitu :

- Palung No. 9
- Dari Pan Masak No. 5
- Turun pukul 17.00, tanggal 09 Agustus 2004
- Volum masakan 350 HL.

- Suhu 53 °C masakan D :

- Analisa : < % Brix : 98,30
 % Pol : 55,80
 HK : 56,8

- Analisa tetes akhir (rerata) :

- < % Brix : 93,35
- % Pol : 30,21
- HK : 32,30
- HK Natch : 28,1

- Analisa gula D.II (rerata) :

- < % Brix : 97,07
- % Pol : 92,04
- HK : 94,8

Tabel A3 Data Pengamatan Dan Perhitungan Analisa % Brix, % Pol dan HK Tetes Akhir Dan Gula D Pada Suhu

Pemanasan Masakan D Sebelum Diputar 50 ° C

No	Berat masakan (kg)	Waktu pendinginan (jam)	Suhu pendinginan masakan D (°C)	Analisa masakan D			Analisa Tetes Akhir			Analisa Gula D		
				% Brix	% Pol	HK	% Brix	% Pol	HK	% Brix	% Pol	HK
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	3	0	55	98,45	55,85	56,75	97,31	28,50 28,22 28,80	29,3 29,0 29,6	97,10	92,08 92,07 92,09	94,83 94,82 94,84
2	3	0,5	50	98,80	55,98	56,66	98,06	27,55 27,70 27,95	28,1 28,3 28,5	96,97	92,10 92,12 92,14	94,98 95,00 95,02
3	3	1,0	45	98,85	55,98	56,63	98,27	26,92 27,0 27,12	27,4 27,5 27,6	96,84	92,15 92,14 92,13	95,17 95,15 95,13

4	3	1,5	44	98,87	55,98	56,62	98,08	26,09	26,6	96,79	92,15	95,21
								26,28	26,8		92,14	95,20
								26,58	27,10		92,13	95,19
5	3	2,0	43	98,87	55,99	56,62	98,00	25,68	26,2	96,43	92,19	95,60
								26,10	26,6		92,21	95,62
								26,56	27,10		92,23	95,65
6	3	2,5	42	98,90	55,99	56,61	99,36	25,63	25,8	96,44	92,30	95,71
								25,90	26,1		92,29	95,70
								26,13	26,3		92,28	95,69
7	3	3,0	41	98,92	56,00	56,60	99,81	25,65	25,7	96,54	92,41	95,72
								25,90	25,9		92,40	95,71
								26,06	26,1		92,38	95,69
8	3	3,5	40	98,97	56,00	56,58	99,92	25,58	25,6	96,14	92,40	96,12
								25,70	25,7		92,43	96,15
								25,79	25,8		92,46	96,18

Tabel A.4. Data Pengamatan Dan Perhitungan Analisa % Brix, % Pol dan HK Tetes Akhir Dan Gula D Pada Suhu

Pemanasan Masakan D Sebelum Diputar 55 ° C

No	Berat masakan (kg)	Waktu pendinginan (jam)	Suhu pendinginan masakan D (°C)	Analisa masakan D			Analisa Tetes Akhir			Analisa Gula D		
				% Brix	% Pol	HK	% Brix	% Pol	HK	% Brix	% Pol	HK
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	3	0	55	98,45	55,85	56,73	97,33	28,71 28,81 28,91	29,5 29,6 29,7	97,09	92,09 92,05 92,05	94,86 94,82 94,78
2	3	0,5	50	98,80	55,98	56,66	98,00	27,9 27,7 27,5	28,5 28,3 28,1	96,98	92,10 92,11 92,12	94,92 94,98 94,99
3	3	1,0	45	98,85	55,98	56,63	98,03	26,5 26,7 26,9	27,0 27,2 27,4	96,83	92,17 92,15 92,13	95,19 95,17 95,15

4	3	1,5	44	98,87	55,98	56,62	98,02	26,3 26,4 26,5	26,8 26,9 27,0	96,83	92,15 92,16 92,17	95,57 95,18 95,63
5	3	2,0	43	98,87	55,98	56,62	98,23	26,0 26,2 26,4	26,5 26,7 26,9	96,44	92,17 92,20 92,22	95,69 95,60 95,71
6	3	2,5	42	98,90	55,99	56,61	99,52	26,0 26,1 26,2	26,1 26,2 26,3	96,42	92,26 92,27 92,28	95,72 95,70 95,68
7	3	3,0	41	98,92	55,99	56,60	99,92	25,9 25,8 25,7	25,9 25,8 25,7	96,50	92,37 92,35 92,33	95,72 95,70 95,68
8	3	3,5	40	98,97	56,00	56,58	99,80	25,5 25,6 25,7	25,6 25,7 25,8	96,32	92,37 92,39 92,41	95,90 95,92 95,94

Tabel 5

No	Y	X ₁	X ₂	X ₁ Y	X ₂ Y	X ₁ ²	X ₂ ²	X ₁ X ₂	Y ²
1	29,3	0	55	0	1611,5	0	3025	0	858,49
2	28,3	0,5	50	14,15	1415	0,25	2500	25	800,89
3	27,5	1,0	45	27,5	1237,5	1	2025	45	756,25
4	26,8	1,5	44	40,2	1179,2	2,25	1936	66	718,24
5	26,6	2,0	43	53,2	1143,8	4	1849	86	707,56
6	26,1	2,5	42	65,25	1096,2	6,25	1764	105	681,21
7	25,9	3,0	41	77,7	1061,9	9	1681	123	670,81
8	25,7	3,5	40	89,95	1028	12,25	1600	156	660,49
Total	216	14	360	368	9773,1	35	16380	606	5854

Mencari Persamaan Garis Regresi :

$$Y - nb_0 - b_1X_1 - b_2X_2 = 0 \dots\dots\dots (I)$$

$$X_1Y - b_0X_1 - b_1X_1^2 - b_2X_1 X_2 = 0 \dots\dots\dots (II)$$

$$X_2Y - b_0X_2 - b_1X_1X_2 - b_2X_2^2 = 0 \dots\dots\dots (III)$$

$$(I) \quad 216 - 8 b_0 - 14 b_1 - 360 b_2 = 0 \quad \times 14$$

$$(II) \quad 368 - 14 b_0 - 35 b_1 - 606 b_2 = 0 \quad \times 8$$

$$(III) \quad 9773 - 360 b_0 - 606 b_1 - 16380 b_2 = 0$$

$$(I) \quad 3024 - 112 b_0 - 196 b_1 - 5040 b_2 = 0$$

$$(II) \quad \underline{2944 - 112 b_0 - 490 b_1 - 4848 b_2 = 0} \quad -$$

$$(IV) \quad 80 \quad + 294 b_1 \quad - 192b_2 = 0$$

$$\begin{aligned}
 \text{(I)} \quad & 216 - 8 b_0 - 14 b_1 - 360 b_2 = 0 \\
 \text{(II)} \quad & \underline{217,178 - 8 b_0 - 13,467 - 364 b_2} = 0 \quad - \\
 \text{(V)} \quad & -1,178 - 0,533 b_1 + 4 b_2 = 0 \\
 \\
 \text{(IV)} \quad & 1,667 + 3,675 b_1 - 4 b_2 = 0 \\
 \text{(V)} \quad & \underline{-1,178 - 0,533 b_1 + 4 b_2} = 0 \quad + \\
 & 0,489 + 3,142 b_1 = 0 \\
 & \qquad \qquad \qquad 3,142 b_1 = -0,489 \\
 & \qquad \qquad \qquad b_1 = -0,1556
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{(IV)} \quad & 1,667 + 3,675 b_1 - 4 b_2 = 0 \\
 & 1,667 + 3,675(-0,1556) - 4 b_2 = 0 \\
 & \qquad \qquad \qquad 4 b_2 = -1,0952 \\
 & \qquad \qquad \qquad b_2 = 0,2789
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{(I)} \quad & 216 - 8 b_0 - 14 b_1 - 360 b_2 = 0 \\
 & 216 - 8 b_0 - 14(-0,1556) - 360(0,2738) = 0 \\
 & 216 - 8 b_0 + 2,178 - 98,68 = 0 \\
 & \qquad \qquad \qquad -8 b_0 = -119,61 \\
 & \qquad \qquad \qquad b_0 = 14,951
 \end{aligned}$$

Persamaan Garis Regresi :

$$Y_c = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2$$

$$Y_c = 14,951 - 0,1556X_1 + 0,2738X_2$$

Tabel 6

No	Y	Yc	Y - Yc	(Y - Yc) ²
1	29,5	29,9 D ₂	- 0,4	0,16
2	28,3	28,57	- 0,27	0,073
3	27,5	27,13	0,37	0,137
4	26,8	26,77	0,03	0,0009
5	26,6	26,42	0,18	0,032
6	26,1	26,07	0,03	0,0009
7	25,9	25,72	0,18	0,032
8	25,7	25,37	0,33	0,109
				Σ = 0,5448

Standar Error Estimate :

$$\begin{aligned}
 SY. X_1. X_2 &= \sqrt{\frac{\sum (Y - Y_c)^2}{n - m}} \\
 &= \sqrt{\frac{0,5448}{8 - 2}} \\
 &= 0,09
 \end{aligned}$$

Koefisien Korelasi :

$$SY^2 = \frac{A\Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2}{n(n-1)}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{8(5854) - (216)^2}{8(8-1)} \\
&= 3,143 \\
r &= 1 - \frac{SY \cdot X_1 \cdot X_2}{SY^2} \\
&= 1 - \frac{0,09}{3,143} = 0,971
\end{aligned}$$

Product moment dengan $n = 8$, maka didapatkan : (lihat tabel r , Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik)

- Taraf signifikansi 5 % = 0,707
- Taraf signifikansi 1 % = 0,874

Koefisien korelasi = 0,971 lebih besar dari huruf signifikansi 5 % maupun 1 %, berarti telah terbukti adanya korelasi antara variabel waktu dan suhu dengan harga kemurnian tetes.

Dari persamaan garis regresi sebagai berikut :

$$Y_c = 14,951 - 0,1556 X_1 + 0,2738 X_2$$

di mana,

Y_c = nilai ramalan penurunan harga kemurnian

14,951 = bilangan konstan

-0,1556 X_1 = nilai dari waktu

0,2738 X_2 = nilai dari suhu

Dari persamaan garis regresi tersebut, dapat dilihat bahwa :

$$0,2738 X_2 > -0,1556 X_1$$

Yang berarti bahwa :

Faktor suhu lebih besar pengaruhnya dari faktor waktu.

Menguji Hipotesa Koefisien Korelasi :

- Hipotesa nol ; $p = 0$
- Hipotesa alternatif ; $p \neq 0$
- Untuk tingkat signifikansi $\alpha = 0,01$ (1 %)

Maka kriteria ;

$$\text{Ho diterima bila } \frac{-2,58}{\sqrt{n-1}} \leq r \leq \frac{2,58}{\sqrt{n-1}}$$

$$\text{Ho ditolak bila } \frac{2,58}{\sqrt{n-1}} \leq r \leq \frac{-2,58}{\sqrt{n-1}}$$

Adapun data dari perhitungan ;

$$r = 0,971$$

$$n = 8$$

$$\text{maka nilai } \frac{\pm 2,58}{\sqrt{n-1}} = \pm 0,975$$

$$\text{Jadi, } -0,975 \leq r \leq 0,975$$

maka Ho dapat diterima.

Disimpulkan bahwa :

Ada korelasi antara variabel X dan variabel Y.

Tabel 7

No	Y	X ₁	X ₂	X ₁ Y	X ₂ Y	X ₁ ²	X ₂ ²	X ₁ X ₂	Y ²
1	29,7	0	55	0	1628	0	3025	0	876,16
2	28,5	0,5	50	14,15	1415	0,25	2500	25	800,89
3	27,2	1,0	45	27,5	1224	1	2025	45	739,84
4	26,9	1,5	44	40,35	1183,6	2,25	1936	66	723,61
5	26,7	2,0	43	53,4	1148,1	4	1849	86	712,89
6	26,2	2,5	42	65,5	1100,4	6,25	1764	105	686,44
7	25,8	3,0	41	77,7	1057,8	9	1681	123	665,64
8	25,6	3,5	40	89,95	1028	12,25	1600	156	660,49
Total	216	14	360	368	9785	35	16380	606	5856

Mencari Persamaan Garis Regresi :

$$Y - nb_0 - b_1X_1 - b_2X_2 = 0 \dots\dots\dots (I)$$

$$X_1Y - b_0X_1 - b_1X_1^2 - b_2X_1 X_2 = 0 \dots\dots\dots (II)$$

$$X_2Y - b_0X_2 - b_1X_1X_2 - b_2X_2^2 = 0 \dots\dots\dots (III)$$

$$(I) \quad 216 - 8 b_0 - 14 b_1 - 368 b_2 = 0 \quad \times 14$$

$$(II) \quad 368 - 14 b_0 - 35 b_1 - 606 b_2 = 0 \quad \times 8$$

$$(III) \quad 9785 - 360 b_0 - 606 b_1 - 16380 b_2 = 0$$

$$(I) \quad 3024 - 112 b_0 - 196 b_1 - 5040 b_2 = 0$$

$$(II) \quad \underline{2944 - 112 b_0 - 490 b_1 - 4848 b_2 = 0} \quad -$$

$$(IV) \quad 80 \quad + 294 b_1 \quad - 192 b_2 = 0$$

$$(I) \quad 216 - 8b_0 - 14b_1 - 360b_2 = 0$$

$$(II) \quad \frac{217,44 - 8b_0 - 13,467 - 364b_2}{1,44} = 0 \quad -$$

$$1,44 - 0,533b_1 + 4b_2 = 0$$

$$(IV) \quad 1,667 + 3,675b_1 - 4b_2 = 0$$

$$(V) \quad \frac{-1,44 - 0,533b_1 + 4b_2}{0,227 + 3,142b_1} = 0 \quad +$$

$$0,227 + 3,142b_1 = 0$$

$$3,142b_1 = -0,227$$

$$b_1 = -0,0722$$

$$(IV) \quad 1,667 + 3,675b_1 - 4b_2 = 0$$

$$1,667 + 3,675(-0,072) - 4b_2 = 0$$

$$4b_2 = 1,4024$$

$$b_2 = 0,3506$$

$$(I) \quad 216 - 8b_0 - 14b_1 - 360b_2 = 0$$

$$216 - 8b_0 - 14(-0,072) - 360(0,3506) = 0$$

$$216 - 8b_0 + 1,008 - 126,216 = 0$$

$$-8b_0 = -90,772$$

$$b_0 = 11,331$$

Persamaan Garis Regresi :

$$Y_c = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2$$

$$Y_c = 11,331 - 0,072X_1 + 0,351X_2$$

Tabel 8

No	Y	Yc	Y - Yc	(Y - Yc) ²
1	29,7	29,9	0,2	0,04
2	28,3	28,8	-0,3	0,05
3	27,2	27,1	0,1	0,01
4	26,9	26,7	0,2	0,04
5	26,7	26,3	0,4	0,16
6	26,2	25,9	0,3	0,09
7	25,8	25,5	0,3	0,09
8	25,6	25,4	0,3	0,04
				$\Sigma = 0,520$

Standar Error Estimate :

$$\begin{aligned}
 SY_{X_1, X_2} &= \sqrt{\frac{\sum (Y - Y_c)^2}{n - m}} \\
 &= \sqrt{\frac{0,520}{8 - 2}} \\
 &= 0,093
 \end{aligned}$$

Koefisien Korelasi :

$$SY^2 = \frac{n \sum Y^2 - (\sum Y)^2}{n(n-1)}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{8(5856) - (216)^2}{8(8-1)} \\
&= 3,429 \\
r &= 1 - \frac{SY \cdot X_1 \cdot X_2}{SY^2} \\
&= 1 - \frac{0,093}{3,429} = 0,972
\end{aligned}$$

Product moment dengan $n = 8$, maka (lihat tabel r , Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik), didapatkan :

- Taraf signifikansi 5 % = 0,707
- Taraf signifikansi 1 % = 0,874

Koefisien korelasi = 0,972 lebih besar dari huruf signifikansi 5 % maupun 1 %, berarti telah terbukti adanya korelasi antara variabel waktu dan suhu terhadap penurunan HK tetes akhir.

Dari persamaan garis Regresi sebagai berikut :

$$Y_c = 11,331 - 0,072 X_1 + 0,351 X_2$$

di mana,

Y_c = nilai ramalan penurunan harga kemurnian

11,331 = bilangan konstan

-0,072 X_1 = nilai dari waktu

0,351 X_2 = nilai dari suhu

Dari persamaan garis regresi tersebut, dapat dilihat :

$$0,351 X_2 > -0,072 X_1$$

Yang berarti bahwa :

Faktor suhu lebih besar pengaruhnya dari faktor waktu.

Menguji Hipotesa Koefisien Korelasi :

- Hipotesa nol ; $p = 0$
- Hipotesa alternatif ; $p \neq 0$
- Untuk tingkat signifikansi $\alpha = 0,01$ (1 %)

Maka kriteria ;

$$\text{Ho diterima bila } \frac{-2,58}{\sqrt{n-1}} \leq r \leq \frac{2,58}{\sqrt{n-1}}$$

$$\text{Ho ditolak bila } \frac{2,58}{\sqrt{n-1}} \leq r \leq \frac{-2,58}{\sqrt{n-1}}$$

Adapun data dari perhitungan ;

$$r = 9,72$$

$$n = 8$$

$$\text{maka nilai } \frac{\pm 2,58}{\sqrt{n-1}} = \pm 9,75$$

$$\text{Jadi, } -9,75 \leq r \leq 9,75$$

maka Ho dapat diterima.

Disimpulkan bahwa :

Ada korelasi antara variabel X dan variabel Y.

Tabel 9

No	Y	X ₁	X ₂	X ₁ Y	X ₂ Y	X ₁ ²	X ₂ ²	X ₁ X ₂	Y ²
1	92,08	0	55	0	5064,4	0	3025	0	8478,73
2	92,12	0,5	50	46,06	4606	0,25	2500	25	8486,09
3	92,14	1,0	45	92,14	4146,3	1	2025	45	8489,78
4	92,15	1,5	44	138,23	4054,6	2,25	1936	66	9491,62
5	92,21	2,0	43	184,23	3965,03	4	1849	86	8502,68
6	92,29	2,5	42	230,73	3876,18	6,25	1764	105	8517,44
7	92,40	3,0	41	277,20	3788,4	9	1681	123	8537,76
8	92,43	3,5	40	323,51	3697,2	12,25	1600	156	8543,31
Total	738	14	360	1292	33198	35	16380	606	68047

Mencari Persamaan Garis Regresi :

$$Y - nb_0 - b_1X_1 - b_2X_2 = 0 \dots\dots\dots (I)$$

$$X_1Y - b_0X_1 - b_1X_1^2 - b_2X_1 X_2 = 0 \dots\dots\dots (II)$$

$$X_2Y - b_0X_2 - b_1X_1X_2 - b_2X_2^2 = 0 \dots\dots\dots (III)$$

$$(I) \quad 738 - 8 b_0 - 14 b_1 - 360 b_2 = 0 \quad : 4$$

$$(II) \quad 1292 - 14 b_0 - 35 b_1 - 606 b_2 = 0 \quad : 7$$

$$(III) \quad 33198 - 360 b_0 - 606 b_1 - 16380 b_2 = 0$$

$$(I) \quad 184,5 - 2 b_0 - 3,5 b_1 - 90 b_2 = 0$$

$$(II) \quad \underline{184,6 - 2 b_0 - 5 b_1 - 86,6 b_2} = 0 \quad -$$

$$(IV) \quad -0,1 \quad + 1,5 b_1 \quad - 3,4 b_2 = 0$$

$$(I) \quad 738 - 8 b_0 - 14 b_1 - 360 b_2 = 0$$

$$(II) \quad \underline{737,73 - 8 b_0 - 13,47 b_1 - 364 b_2 = 0} \quad -$$

$$(V) \quad 0,27 - 0,53 b_1 + 4 b_2 = 0$$

$$(IV) \quad -0,053 + 0,795 b_1 - 1,802 b_2 = 0$$

$$(V) \quad \underline{0,405 - 0,795 b_1 + 6 b_2 = 0} \quad +$$

$$0,352 - 7,802 b_2 = 0$$

$$-7,802 b_2 = -0,352$$

$$b_2 = -0,045$$

$$(IV) \quad -0,1 + 1,5 b_1 - 3,4 (0,045) = 0$$

$$-0,1 + 1,5 b_1 - 0,153 = 0$$

$$1,5 b_1 = 0,253$$

$$b_1 = 0,167$$

$$(I) \quad 738 - 8 b_0 - 14 (0,167) - 360 (0,045) = 0$$

$$738 - 8 b_0 - 2,338 - 16,2 = 0$$

$$-8 b_0 = -719,462$$

$$b_0 = 89,933$$

Persamaan Garis Regresi :

$$Y_c = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2$$

$$Y_c = 89,933 + 0,167 X_1 + 0,045 X_2$$

Tabel 10

No	Y	Yc	Y - Yc	(Y - Yc) ²
1	29,08	92,4	-0,33	0,109
2	92,12	92,27	- 0,15	0,023
3	92,14	92,13	0,1	0,01
4	92,15	92,16	-0,1	0,01
5	92,21	92,207	0,003	0,000009
6	92,29	92,25	0,04	0,0016
7	92,40	92,28	0,12	0,014
8	92,43	92,32	0,11	0,012
				$\Sigma = 0,1796$

Standar Error Estimate :

$$\begin{aligned} SY. X_1. X_2 &= \sqrt{\frac{\sum (Y - Yc)^2}{n - m}} \\ &= \sqrt{\frac{0,1796}{8 - 2}} \\ &= 0,173 \end{aligned}$$

Koefisien Korelasi :

$$\begin{aligned} SY^2 &= \frac{n \sum Y^2 - (\sum Y)^2}{n(n-1)} \\ &= \frac{8(68047) - (738)^2}{8(8-1)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{544.376 - 544644}{8(8-1)} \\
&= 4,786 \\
r &= 1 - \frac{SY \cdot X_1 \cdot X_2}{SY^2} \\
&= 1 - \frac{0,173}{4,786} = 0,964
\end{aligned}$$

Product moment dengan $n = 8$, maka (lihat tabel r , Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik), didapatkan :

- Taraf signifikansi 5 % = 0,707
- Taraf signifikansi 1 % = 0,874

Koefisien korelasi = 0,964 lebih besar dari huruf signifikansi 5 % maupun 1 %, berarti telah terbukti adanya korelasi antara variabel waktu dan suhu kadar gula / kadar kristal.

Menguji Hipotesa Koefisien Korelasi :

- Hipotesa nol ; $p = 0$
- Hipotesa alternatif ; $p \neq 0$
- Untuk tingkat signifikansi $\alpha = 0,01$ (1 %)

Maka kriteria ;

$$\text{Ho diterima bila } \frac{-2,58}{\sqrt{n-1}} \leq r \leq \frac{2,58}{\sqrt{n-1}}$$

$$\text{Ho ditolak bila } \frac{2,58}{\sqrt{n-1}} \leq r \leq \frac{-2,58}{\sqrt{n-1}}$$

Adapun data dari perhitungan ;

$$r = 0,964$$

$$n = 8$$

maka nilai $\frac{\pm 2,58}{\sqrt{n-1}} = \pm 0,97$

Jadi, $-0,97 \leq r \leq 0,97$

maka Ho dapat diterima.

Disimpulkan bahwa :

Ada korelasi antara variabel X dan variabel Y.

Tabel 11

No	Y	X ₁	X ₂	X ₁ Y	X ₂ Y	X ₁ ²	X ₂ ²	X ₁ X ₂	Y ²
1	92,05	0	55	0	5062,75	0	3025	0	8473,20
2	92,11	0,5	50	46,06	4605,5	0,25	2500	25	8484,25
3	92,15	1,0	45	92,15	4146,75	1	2025	45	8491,62
4	92,16	1,5	44	138,24	4055,04	2,25	1936	66	8493,47
5	92,20	2,0	43	184,40	3964,6	4	1849	86	8500,84
6	92,27	2,5	42	230,68	3875,34	6,25	1764	105	8513,75
7	92,35	3,0	41	277,05	3786,35	9	1681	123	8528,52
8	92,39	3,5	40	323,37	3695,6	12,25	1600	156	8535,91
Total	738	14	360	1292	33192	35	16380	606	68022

Mencari Persamaan Garis Regresi :

$$Y - nb_0 - b_1X_1 - b_2X_2 = 0 \dots\dots\dots (I)$$

$$X_1 Y - b_0 X_1 - b_1 X_1^2 - b_2 X_1 X_2 = 0 \dots\dots\dots (II)$$

$$X_2 Y - b_0 X_2 - b_1 X_1 X_2 - b_2 X_2^2 = 0 \dots\dots\dots (III)$$

$$(I) \quad 738 - 8 b_0 - 14 b_1 - 360 b_2 = 0$$

$$(II) \quad 1292 - 14 b_0 - 35 b_1 - 606 b_2 = 0$$

$$(III) \quad 33192 - 360 b_0 - 606 b_1 - 16380 b_2 = 0$$

$$(I) \quad 184,5 - 2 b_0 - 3,5 b_1 - 90 b_2 = 0$$

$$(II) \quad \underline{184,6 - 2 b_0 - 5 b_1 - 86,6 b_2} = 0 \quad -$$

$$(IV) \quad -0,1 + 1,5 b_1 - 3,4 b_2 = 0$$

$$(I) \quad 738 - 8 b_0 - 14 b_1 - 360 b_2 = 0$$

$$(II) \quad \underline{737,6 - 8 b_0 - 13,47 b_1 - 364 b_2} = 0 \quad -$$

$$(V) \quad 0,4 - 0,53 b_1 + 4 b_2 = 0$$

$$(IV) \quad -0,053 + 0,795 b_1 - 1,802 b_2 = 0$$

$$(V) \quad \underline{0,6 - 0,795 b_1 + 6 b_2} = 0 \quad +$$

$$0,547 + 4,198 b_2 = 0$$

$$4,198 b_2 = -0,547$$

$$b_2 = -0,130$$

$$(IV) \quad -0,1 + 1,5 b_1 - 3,4 (-0,13) = 0$$

$$-0,1 + 1,5 b_1 - 0,442 = 0$$

$$1,5 b_1 = 0,342$$

$$b_1 = 0,228$$

$$(I) \quad 738 - 8 b_0 - 14 (-0,228) - 360 (-0,130) = 0$$

$$738 - 8 b_0 + 3,192 + 46,8 = 0$$

$$-8 b_0 = -787,992$$

$$b_0 = 98,499$$

Persamaan Garis Regresi :

$$Y_c = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2$$

$$Y_c = 98,499 - 0,228 X_1 + 0,130 X_2$$

Tabel 12

No	Y	Yc	Y - Yc	(Y - Yc) ²
1	92,05	91,34	0,71	0,504
2	92,11	91,89	0,22	0,048
3	92,15	92,42	-0,27	0,072
4	92,16	92,44	-0,28	0,078
5	92,20	92,45	-0,25	0,063
6	92,27	92,47	-,02	0,04
7	92,35	92,49	-0,14	0,019
8	92,39	92,51	-0,12	0,014
				$\Sigma = 0,838$

Standar Error Estimate :

$$\begin{aligned}
SY. X_1. X_2 &= \sqrt{\frac{\sum (Y - Y_c)^2}{n - m}} \\
&= \sqrt{\frac{0,838}{8 - 2}} \\
&= 0,374
\end{aligned}$$

Koefisien Korelasi :

$$\begin{aligned}
SY^2 &= \frac{n \sum Y^2 - (\sum Y)^2}{n(n-1)} \\
&= \frac{8(68022) - (738)^2}{8(8-1)} \\
&= \frac{543376 - 544644}{8(8-1)} \\
&= 8,367 \\
r &= 1 - \frac{SY. X_1. X_2}{SY.^2} \\
&= 1 - \frac{0,374}{8,357} = 0,955
\end{aligned}$$

Product moment dengan $n = 8$, maka (lihat tabel r, Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik), didapatkan :

- Taraf signifikansi 5 % = 0,707
- Taraf signifikansi 1 % = 0,874

Koefisien korelasi = 0,955 lebih besar dari huruf signifikansi 5 % maupun 1 %, berarti telah terbukti adanya korelasi antara variabel waktu dan suhu kadar gula / kadar kristal.

Menguji Hipotesa Koefisien Korelasi :

- Hipotesa nol ; $p = 0$
- Hipotesa alternatif ; $p \neq 0$
- Untuk tingkat signifikansi $\alpha = 0,01$ (1 %)

Maka kriteria ;

$$\text{Ho diterima bila } \frac{-2,58}{\sqrt{n-1}} \leq r \leq \frac{2,58}{\sqrt{n-1}}$$

$$\text{Ho ditolak bila } \frac{2,58}{\sqrt{n-1}} \leq r \leq \frac{-2,58}{\sqrt{n-1}}$$

Adapun data dari perhitungan ;

$$r = 0,955$$

$$n = 8$$

$$\text{maka nilai } \frac{\pm 2,58}{\sqrt{n-1}} = \pm 0,97$$

$$\text{Jadi, } -0,97 \leq r \leq 0,97$$

maka Ho dapat diterima.

Disimpulkan bahwa :

Ada korelasi antara variabel X dan variabel Y.