

PENGARUH MACAM DAN KONSENTRASI
ZAT PENGGUMPAL (FLOCCULANT) TERHADAP
KUALITAS NIRA PADA PROSES SULFITASI
DI P.G WRINGIN ANOM SITUBONDO (PTPN XXIV-XXV)

**KARYA ILMIAH TERTULIS
(SKRIPSI)**



Milik UPT Perpustakaan
UNIVERSITAS JEMBER

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Untuk Menyelesaikan Pendidikan Program Strata Satu
Pada Jurusan Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Oleh :

Andriyas Eko

NIM : 991710101113

Abstrak : Hadiah
~~Pendekatan~~
Terima : Tgl. 12 APR 2003
No. 1 SRS

Klass
664.13
EKO
P
0.1

JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2003

HALAMAN PENGESAHAN

Diterima Oleh :

Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Sebagai Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi)

Dipertahankan pada :

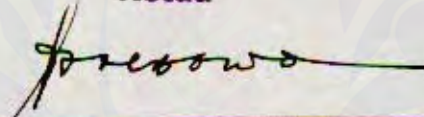
Hari : Rabu

Tanggal : 23 Januari 2003

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Tim Penguji :

Ketua



Ir. Soebowo Kasim

NIP. 130 516 237

Anggota I



Nita Kuswardhani, STp., M. Eng

NIP. 132 158 433

Anggota II



Ir. Djumarti

NIP. 130 875 932

Mengesahkan,

Dekan FTP UNEJ



Ir. Hj. Siti Hartanti, MS

NIP. 130 350 763

***Karya Tertulis Ilmiah ini sengaja aku
persembahkan buat orang-orang yang
sangat berarti dalam hidup-ku,
diantaranya :***

Allah SWT yang telah menciptakan aku di bumi ini
Bapak dan Ibu-ku tersayang : Ach. Hakiki dan Siti
Fatimah

Adikku tersayang : Irmaya Kiki Riskiyana

Mbah Putri-ku tersayang dirumah (sehat selalu)

Kekasihku tersayang : Wahyu Utamie

Sahabat-sahabatku di Komunitas "OMAH KIDUL" :

Eko Susilo, Yoyok RBS, Nur Asy' Ari, Ahmad

Ubaidillah, Ismaul Haqqi, Mas Karimba,

Mas Narto, dll

Saudara-saudaraku se-perjuangan "HMI Cabang
Jember Komisariat Teknologi Pertanian".

Dan saudara-saudaraku yang selalu ingat dan
mendo'akan aku.

THE MOTTO IN MY LIVE IS :

**"MENYANYILAH, MENARILAH,
BELAJARLAH, BEKERJALAH DAN
BERJUANGLAH DEMI MASA DEPAN-
MU, KARENA MASA DEPAN
ADALAH SESUATU YANG PALING
BERHARGA DALAM HIDUP-MU"**

YAKIN USAHA SAMPAI

DOSEN PEMBIMBING :

Ir. Soebowo Kasim (DPU)

**Nita Kuswardhani, STp., M. Eng
(DPA 1)**

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat, hidayah, dan berkah-Nyalah, sehingga penulis dapat menyelesaikan Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi) yang berjudul **"PENGARUH MACAM DAN KONSENTRASI ZAT PENGGUMPAL (*FLOCCULANT*) TERHADAP KUALITAS NIRA PADA PROSES SULFITASI" Di P.G Wringin Anom, Situbondo (PTPN XXIV-XXV)** dengan baik dan tanpa rintangan yang berat.

Penyusunan Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi) ini banyak mendapat bimbingan, bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Ir. Hj. Siti Hartanti, MS selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.
2. Bapak Ir. Susijahadi, MS selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Jember.
3. Bapak Ir. Soebowo Kasim selaku Dosen Pembimbing Utama dan sekaligus Dosen Pembimbing.
4. Nita Kuswardhani, STp., M. Eng selaku Dosen Pembimbing Anggota I.
5. Ir. Djumarti selaku sekretaris penguji / Dosen Pembimbing Anggota II.
6. Bapak Hari selaku kepala Pabrikasi di PG. Wringin Anom, Situbondo yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan penelitian.
7. Bapak, Ibu dan adikku tersayang yang selalu mendo'akan aku sehingga Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi) ini dapat terselesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya.
8. Kekasihku tersayang "Wahyu Utamie" yang selalu memberiku motivasi dan menemaniku disaat susah maupun senang.
9. Kakanda "Yuli Witono" yang telah banyak memberikan saran dan motivasi.

10. Sahabat – sahabatku di komunitas “**Omah Kidul**” (Eko S, Yoyok RBS, Nur Asy’ari, Ahmad Ubaidillah dan Ismaul Haqqi, yang selalu memberi semangat dalam menyelesaikan Karya Ilmiah Tertulis ini.
11. Kawan–kawanku seperjuangan HMI Cabang Jember Komisariat Teknologi Pertanian atas dukungan dan dorongannya.
12. Kawan-kawan lamaku di Kalimantan IV : Sunanto, Mas Itok, Febriko, Rahmat Riyadi dan Suhermanto.
13. Sahabat-sahabat lamaku : Suhermanto, Nur Asy’ Ari, Ita Marantika, Sunanto.
14. Kawan-kawan pengurus Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) yang telah banyak membantuku selama satu periode kepengurusan.
15. Dan semua pihak yang telah membantu terselesaikannya Karya Ilmiah Tertulis ini.

Dalam penulisan laporan ini masih banyak kekurangan, kami sangat mengharap saran dan kritik yang membangun, dan semoga laporan ini bermanfaat bagi pembaca.

Jember, Januari 2002

Penulis

“Pengaruh Macam dan Konsentrasi Zat Penggumpal (Flocculant) terhadap Kualitas Nira Pada Proses Sulfitasi, di Pabrik Gula Wringin Anom, Situbondo”, Oleh Andriyas Eko (991710101113), Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember. Dosen Pembimbing : Ir. Soebowo Kasim (DPU), Nita Kuswardhani, STP, M.Eng (DPA).

Ringkasan

Tanaman tebu (*Saccharum officinarum*) merupakan salah satu jenis tumbuh-tumbuhan yang dapat menghasilkan gula. Tanaman tebu inilah yang paling banyak diusahakan oleh pabrik sebagai bahan dasar pembuatan gula pasir di Indonesia. Proses pemurnian nira memegang peranan yang sangat penting dalam proses pembuatan gula secara keseluruhan, sehingga perlu mendapatkan perhatian yang cukup besar

Flocculant adalah bahan kimia sintesis yang mempunyai sifat dapat menggumpalkan partikel yang tidak larut maupun koloid-koloid, terutama kotoran dalam nira. Penggunaan flocculant ini merupakan salah satu usaha untuk memperoleh nira bersih yang lebih baik dan endapan kotoran yang lebih banyak, kompak dan padat, sehingga akan memudahkan penyaringan dan pengolahan selanjutnya. Keberhasilan proses pemurnian antara lain dapat dilihat dari harkat kemurnian nira encer, kejernihan nira encer, kadar kapur (CaO) dan kecepatan pengendapan zat bukan gula selama proses pemurnian, sehingga dalam penelitian ini, analisis difokuskan pada besaran-besaran tersebut di atas.

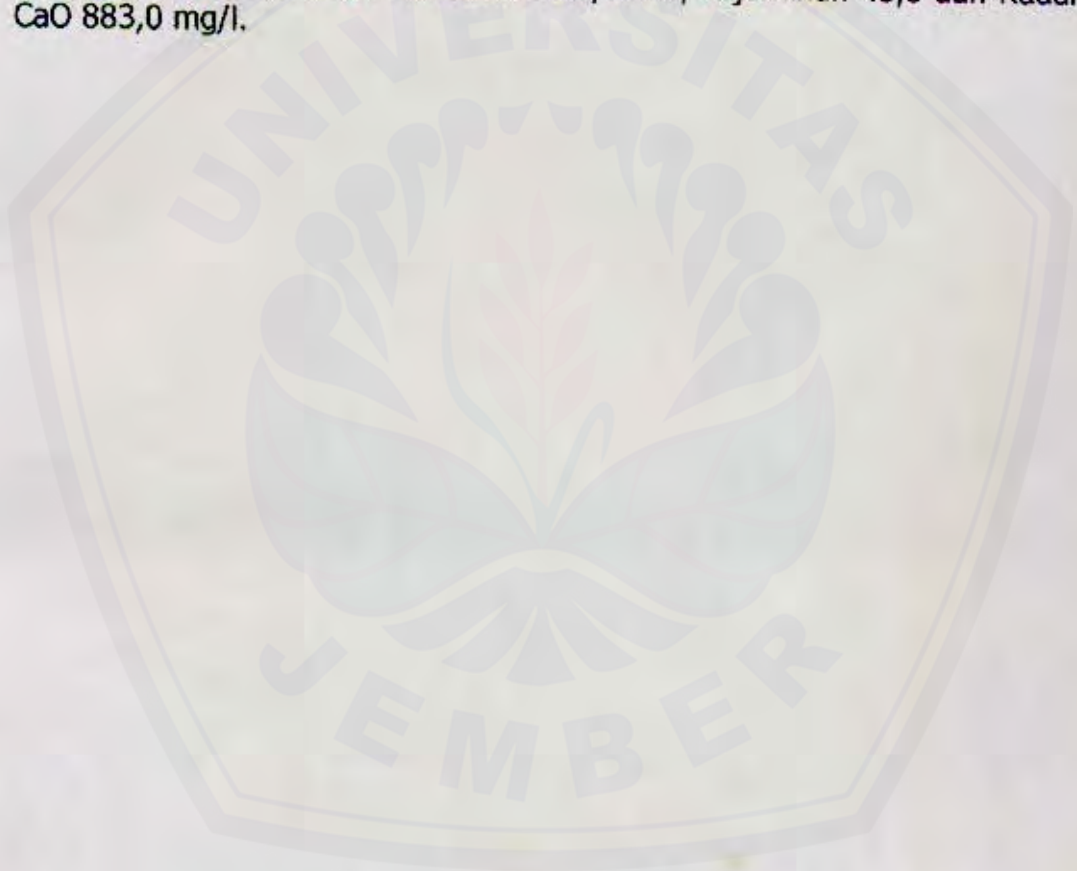
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh macam flocculant terhadap kualitas nira encer hasil pemurnian, mengetahui pengaruh konsentrasi flocculant terhadap kualitas nira encer hasil pemurnian dan mengetahui kombinasi perlakuan yang optimal antara macam dan konsentrasi flocculant pada pemurnian nira secara sulfitasi sehingga didapatkan nira encer yang berkualitas tinggi.

Rancangan yang dipakai dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan percobaan faktorial dan ulangan tiga kali. Perlakuan dalam penelitian ini terdiri dari dua faktor, masing-masing macam flocculant dengan dua taraf, yaitu Kuriflock PA-331SP dan Superflock A-110 dan konsentrasi flocculant dengan empat taraf, yaitu 0, 1, 2 dan 3 ppm (part per million). Pengamatan dilakukan terhadap kadar CaO, polarisasi, brix dan kejernihan nira encer.

Dari hasil penelitian diperoleh bahwa : pengaruh macam flocculant berbeda tidak nyata terhadap volume endapan, berbeda tidak nyata terhadap harkat kemurnian, berbeda sangat nyata terhadap kejernihan dan berbeda tidak nyata terhadap kadar CaO nira encer.

Pengaruh Konsentrasi flocculant berbeda sangat nyata terhadap volume endapan, berbeda tidak nyata terhadap harkat kemurnian, berbeda sangat nyata terhadap kejernihan dan berbeda tidak nyata terhadap kadar CaO nira encer.

Berdasarkan parameter yang digunakan dalam penelitian ini, perlakuan terbaik didapat pada penggunaan flocculant kuriflock PA-331SP dengan konsentrasi 3 ppm (B1A4), yaitu menghasilkan nira encer dengan volume endapan 22,67%, Harkat Kemurnian 88,58 %, kejernihan 45,8 dan Kadar CaO 883,0 mg/l.



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN DOSEN PEMBIMBING	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
RINGKASAN	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Kegunaan Penelitian	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tanaman Tebu Sebagai Penghasil Gula	6
2.2 Komposisi Kimia Nira Tebu	6
2.3 Deskripsi Pengolahan Gula	10
2.4 Pemurnian Nira	13
2.5 Sistem Sulfitasi Dalam Proses Pabrikasi Gula	16
2.6 Mekanisme Pengendapan Pada Pemurnian Nira	17
2.7 Reaksi Kimia Pemurnian Nira Cara Sulfitasi	20
2.8 Peranan <i>Flocculant</i> Dalam Pemurnian Nira	23
3.8 Hipotesis	24

III. BAHAN DAN METODE PENELITIAN

3.1 Bahan Penelitian	25
3.2 Alat Penelitian	25
3.3 Tempat dan Waktu Penelitian	25
3.4 Metode Penelitian	26
3.5 Pelaksanaan Penelitian	27
3.6 Pengamatan	29
3.7 Prosedur Analisa	29
3.7.1 Volum Endapan	29
3.7.2 Polarisasi Nira Encer	29
3.7.3 Brix Nira Encer	30
3.7.4 Perhitungan Harkat Kemurnian	30
3.7.5 Kejernihan Nira Encer	30
3.7.6 Kadar CaO	31

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Volume Endapan	32
4.2 Harkat Kemurnian	35
4.3 Kejernihan Nira	37
4.4 Kadar CaO	40

V. KESIMPULAN DAN SARAN

1.1 Kesimpulan	43
1.2 Saran	43

DAFTAR PUSTAKA	45
-----------------------------	----

LAMPIRAN	48
-----------------------	----

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Komposisi Kimia Nira Tebu	7
Tabel 2. Nilai Keputihan Gula Hasil Sulfitasi, Karbonatasi dan Gula Murni	16
Tabel 3. Pengaruh pH, Waktu Reaksi dan Suhu Terhadap Gula Reduksi dan Sakarosa	19
Tabel 4. Hasil Analisis Varian Perlakuan Macam dan Konsentrasi Flocculant Terhadap Volume Endapan	33
Tabel 5. Hasil Uji Duncan Konsentrasi Flocculant Terhadap Volume Endapan	35
Tabel 6. Hasil Analisis Varian Perlakuan Macam dan Konsentrasi flocculant Terhadap Harkat Kemurnian (HK) Nira	36
Tabel 7. Hasil Analisis Varian Perlakuan macam dan Konsentrasi Flocculant Terhadap Kejernihan Nira	38
Tabel 8. Uji Perbandingan Rata-rata Kejernihan Nira dengan Metode Duncan	39
Tabel 9. Hasil Uji Duncan Macam Flocculant Terhadap Kejernihan Nira	40
Tabel 10. Hasil Uji Duncan Konsentrasi Flocculant Terhadap Kejernihan Nira	40
Tabel 11. Hasil Analisis Varian Perlakuan Macam dan Konsentrasi Flocculant Terhadap Kadar CaO Nira	41

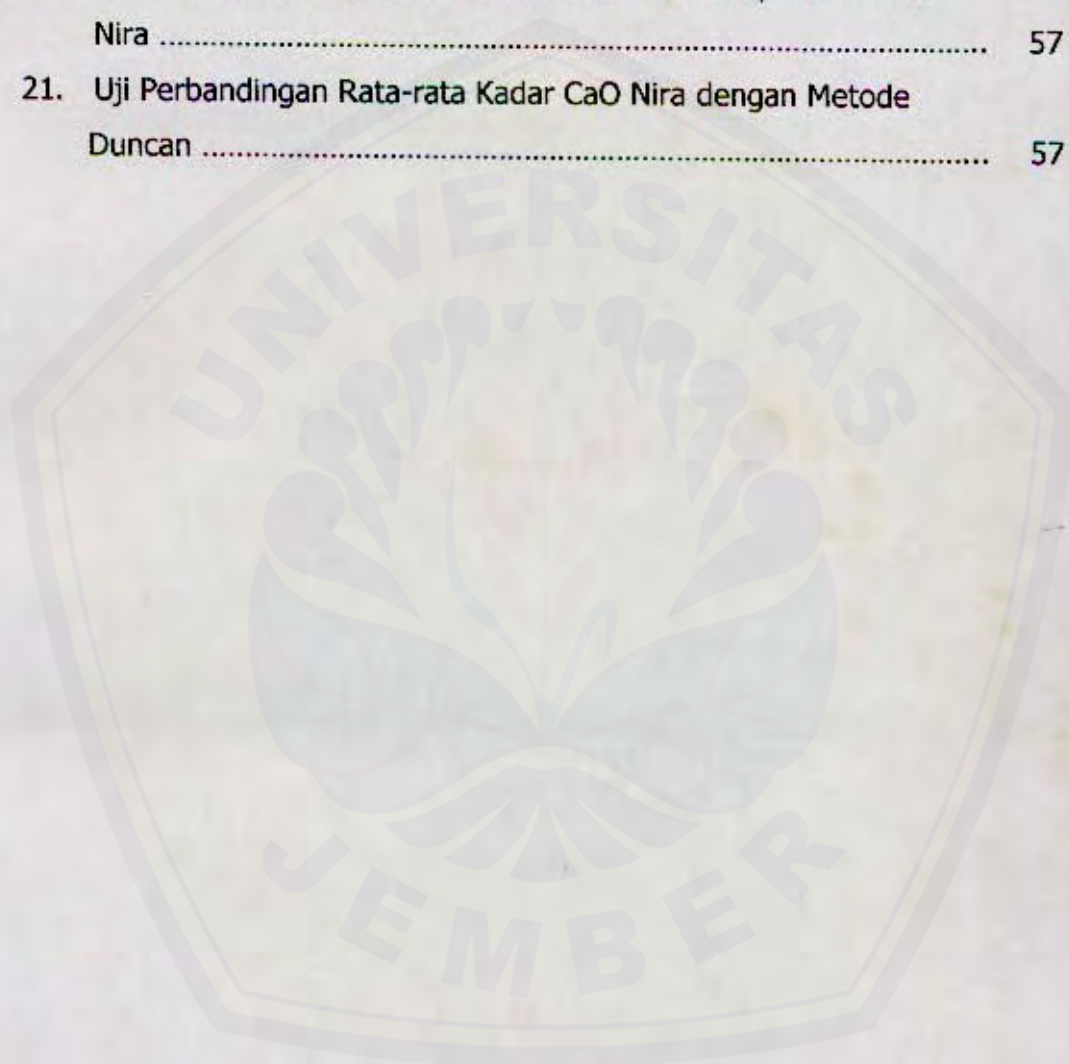
DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Diagram Alir Proses Pabrikasi Gula	15
Gambar 2. Pengaruh pH Terhadap Disosiasi Asam Sulfit	21
Gambar 3. Diagram Alir Pemurnian Nira	28
Gambar 4. Diagram Batang Pengaruh Penggunaan Flocculant Terhadap Volume Endapan	34
Gambar 5. Diagram Batang Pengaruh Penggunaan Flocculant Terhadap Harkat Kemurnian Nira	37
Gambar 6. Diagram Batang Pengaruh Penggunaan Flocculant Terhadap Kejernihan Nira	39
Gambar 7. Diagram Batang Pengaruh Penggunaan Flocculant Terhadap Kadar CaO Nira	42

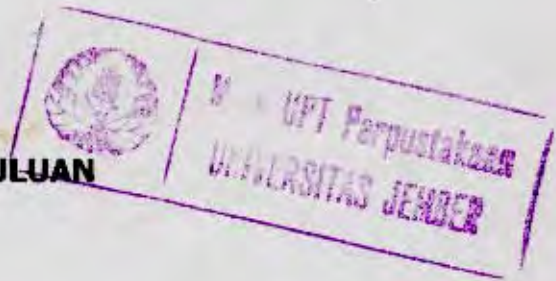
DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Rata-rata Pengaruh Penambahan Flocculant Terhadap Volume Endapan	48
2. Tabel Dua Arah AB Pada Volume Endapan	48
3. Hasil Uji Duncan Macam Flocculant Terhadap Volume Endapan ...	48
4. Hasil Uji Duncan Konsentrasi Flocculant Terhadap Volume Endapan	49
5. Uji Perbandingan Rata-rata Volume Endapan dengan Metode Duncan	49
6. Rata-rata Pengaruh Penambahan Flocculant Terhadap Polarisasi ..	50
7. Rata-rata Pengaruh Penambahan Flocculant Terhadap Brix (%) ...	51
8. Rata-rata Pengaruh Penambahan Flocculant Terhadap Harkat Kemurnian (HK) Nira	52
9. Tabel Dua Arah AB Pada Harkat Kemurnian (HK) Nira	52
10. Hasil Uji Duncan Macam Flocculant Terhadap Harkat Kemurnian (HK) Nira	52
11. Hasil Uji Duncan Konsentrasi Flocculant Terhadap Harkat Kemurnian (HK) Nira	53
12. Uji Perbandingan Rata-rata Harkat Kemurnian (HK) Nira dengan Metode Duncan	53
13. Rata-rata Pengaruh Penambahan Flocculant Terhadap Kejernihan Nira	54
14. Tabel Dua Arah AB Pada Kejernihan Nira	54
15. Hasil Uji Duncan Macam Flocculant Terhadap Kejernihan Nira	54
16. Hasil Uji Duncan Konsentrasi Flocculant Terhadap Kejernihan Nira	55
18. Uji Perbandingan Rata-rata Kejernihan Nira dengan Metode Duncan	55

17. Rata-rata Pengaruh Penambahan Flocculant Terhadap Kadar CaO Nira	56
18. Tabel Dua Arah AB Pada Kadar CaO Nira	56
19. Hasil Uji Duncan Macam Flocculant Terhadap Kadar CaO Nira	56
20. Hasil Uji Duncan Konsentrasi Flocculant Terhadap Kadar CaO Nira	57
21. Uji Perbandingan Rata-rata Kadar CaO Nira dengan Metode Duncan	57



I. PENDAHULUAN



1.1 Latar Belakang Penelitian

Tanaman tebu (*Saccharum officinarum*) merupakan salah satu jenis tumbuh-tumbuhan yang dapat menghasilkan gula. Tanaman tebu inilah yang paling banyak diusahakan oleh pabrik sebagai bahan dasar pembuatan gula pasir di Indonesia.

Menurut Goutara dan Wijandi (1975), gula pasir merupakan senyawa kimia yang termasuk karbohidrat, yang mempunyai rasa manis, mudah larut dalam air dan mempunyai sifat optis aktif yang dapat dijadikan ciri khas untuk mengenal setiap jenis gula. Gula pasir yang banyak diperdagangkan adalah gula sukrosa. Sukrosa dapat digunakan sebagai bahan pemanis dalam industri bahan makanan dan juga dapat digunakan sebagai bahan pengawet bahan pangan dan minuman.

Indonesia, khususnya Jawa, pernah mempunyai perkebunan yang "Gemilang". Pada tahun 1800-an sampai 1990-an, ekspor gula merupakan salah satu sumber devisa, bahkan pernah menjadi negara pengekspor gula nomor 2 di dunia. Dalam perkembangannya, industri gula mengalami pasang surut. Kenaikan konsumsi yang lebih cepat daripada meningkatnya produksi gula mengakibatkan banyak gula impor. Dengan meningkatnya impor gula menjadikan kita bergantung pada luar negeri dan terus menguras devisa.

Konsumsi gula pasir di Indonesia pada tahun 1980 10kg/kapita/tahun, pada tahun 1990 naik menjadi 13 kg/kapita/tahun, dan pada saat ini diperkirakan mencapai 17,5 kg/kapita/tahun. Sesuai dengan pertambahan penduduk, kenaikan pendapatan dan taraf hidup di tahun-tahun mendatang, maka jumlah konsumsi gula akan terus meningkat (Wariyanto, 2002).

Produksi gula pada tahun 2001 mencapai 1,7 juta ton/tahun dari 60 Pabrik Gula (PG) yang beroperasi. Jawa Timur dalam hal ini mencapai 54% (918.000 ton/tahun) dari 33 Pabrik Gula yang ada. Wilayah Jawa Tengah produk gula mencapai 144.798 ton/tahun. Padahal kebutuhan gula di Jawa Tengah dengan jumlah penduduk sekitar 30 juta, diperlukan 360.000 ton/tahun. Hal ini berarti terjadi kekurangan gula sekitar 185.202 ton/tahun (Hariyanto, 2001).

Dalam rangka memenuhi kebutuhan akan gula tersebut, pemerintah telah menggalakkan usaha-usaha menuju swasembada gula, antara lain :

- Rehabilitasi dari pabrik-pabrik gula yang telah ada dan peningkatan kapasitas dari pabrik-pabrik tersebut.
- Mendirikan pabrik-pabrik gula baru serta perluasan areal tanaman tebu di luar pulau jawa.
- Peningkatan produktivitas tebu rakyat.
- Peningkatan perbaikan dan efisiensi di bidang pengolahan gula

(Anonim, 1984)

Perbaikan dibidang pengolahan untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas gula, salah satunya sangat ditentukan oleh mutu nira encer yang akan diproses selanjutnya. Nira encer ini merupakan hasil dari proses pemurnian nira mentah yang didapat dari hasil ekstraksi batang tebu.

Proses pemurnian nira memegang peranan yang sangat penting dalam proses pembuatan gula secara keseluruhan, sehingga perlu mendapatkan perhatian yang cukup besar. Tujuan utama dari proses pemurnian ini untuk menghilangkan kotoran-kotoran (zat bukan gula) yang terdapat di dalam nira sebanyak-banyaknya.

Pada proses pemurnian cara sulfitasi, setelah pemberian gas SO_2 pada nira yang telah dikapuri menghasilkan endapan CaSO_3 . Selain endapan ini juga terdapat senyawa koloid maupun endapan yang

mempunyai ukuran partikel lebih kecil dari endapan kalsium sulfit. Senyawa koloid dan partikel ini dapat mempersulit pengendapan dalam alat pengendap maupun pada penyaringan dengan filter press (Martoharsono, 1978)

Flocculant adalah bahan kimia sintesis yang mempunyai sifat dapat menggumpalkan partikel yang tidak larut, koloid-koloid dan kotoran yang terdapat dalam nira. Penggunaan flocculant ini merupakan salah satu usaha untuk memperoleh nira bersih yang lebih baik dan endapan kotoran yang lebih banyak, kompak dan padat, sehingga akan memudahkan penyaringan dan pengolahan selanjutnya (Mochtar, 1970a).

Keberhasilan proses pemurnian antara lain dapat dilihat dari harkat kemurnian nira encer, kejernihan nira encer, kadar kapur (CaO) dan kecepatan pengendapan zat bukan gula selama proses pemurnian, sehingga dalam penelitian ini, analisis difokuskan pada besaran-besaran tersebut di atas.

1.2 Perumusan Masalah

Kebutuhan gula di Indonesia cukup besar, sedangkan produksi gula dalam negeri belum mencukupi permintaan pasar dan kualitas gula yang dihasilkan masih sangat rendah. Pabrik-Pabrik gula yang ada di Indonesia berusaha untuk memenuhi kebutuhan gula dalam negeri dengan berbagai cara, antara lain dengan cara perbaikan di bidang penanaman tebu dan proses pengolahan. Usaha pabrik gula dibidang pengolahan diharapkan supaya tebu yang diproses menghasilkan jumlah gula yang tinggi dan kualitas yang baik. Dalam rangka mencapai dua hal tersebut, salah satu cara yang menunjang dengan perbaikan dalam proses pemurnian. Hal ini disebabkan nira encer sangat menentukan kualitas dan kuantitas gula yang akan dihasilkan.

Flocculant adalah bahan pembantu dalam proses pemurnian nira untuk menggumpalkan endapan kotoran. Penggunaan flocculant merupakan salah satu usaha untuk memperoleh nira encer yang lebih baik dan endapan kotoran yang lebih banyak, kompak dan padat, sehingga memudahkan pengolahan selanjutnya.

Mengingat begitu pentingnya peranan flocculant dalam membantu proses pemurnian nira dan jumlah atau jenisnya semakin banyak dipasaran, maka perlu adanya penelitian mengenai penggunaan flocculant yang cocok dengan dosis yang tepat pada proses pengolahan gula di tiap-tiap pabrik. Hal ini untuk menghindari adanya kualitas nira encer yang jelek, yang akan mempengaruhi kualitas gula yang dihasilkan akibat penggunaan flocculant yang kurang efektif.

1.3 Batasan Masalah

Proses pengolahan gula mempunyai ruang lingkup yang cukup luas/kompleks, yang secara garis besarnya dibagi menjadi beberapa tahap, yaitu : penggilingan, pemurnian, penguapan, pengkristalan dan pemutaran atau penyelesaian.

Agar pembahasan dapat mendekati sasaran yang akan dicapai, maka perlu adanya batasan-batasan sebagai berikut :

- Macam flocculant pada proses pemurnian nira: kuriflock PA-331SP dan superflock A-110.
- Konsentrasi flocculant pada proses pemurnian nira: 0, 1, 2, 3 dan 4 ppm.

1.4 Tujuan Penelitian

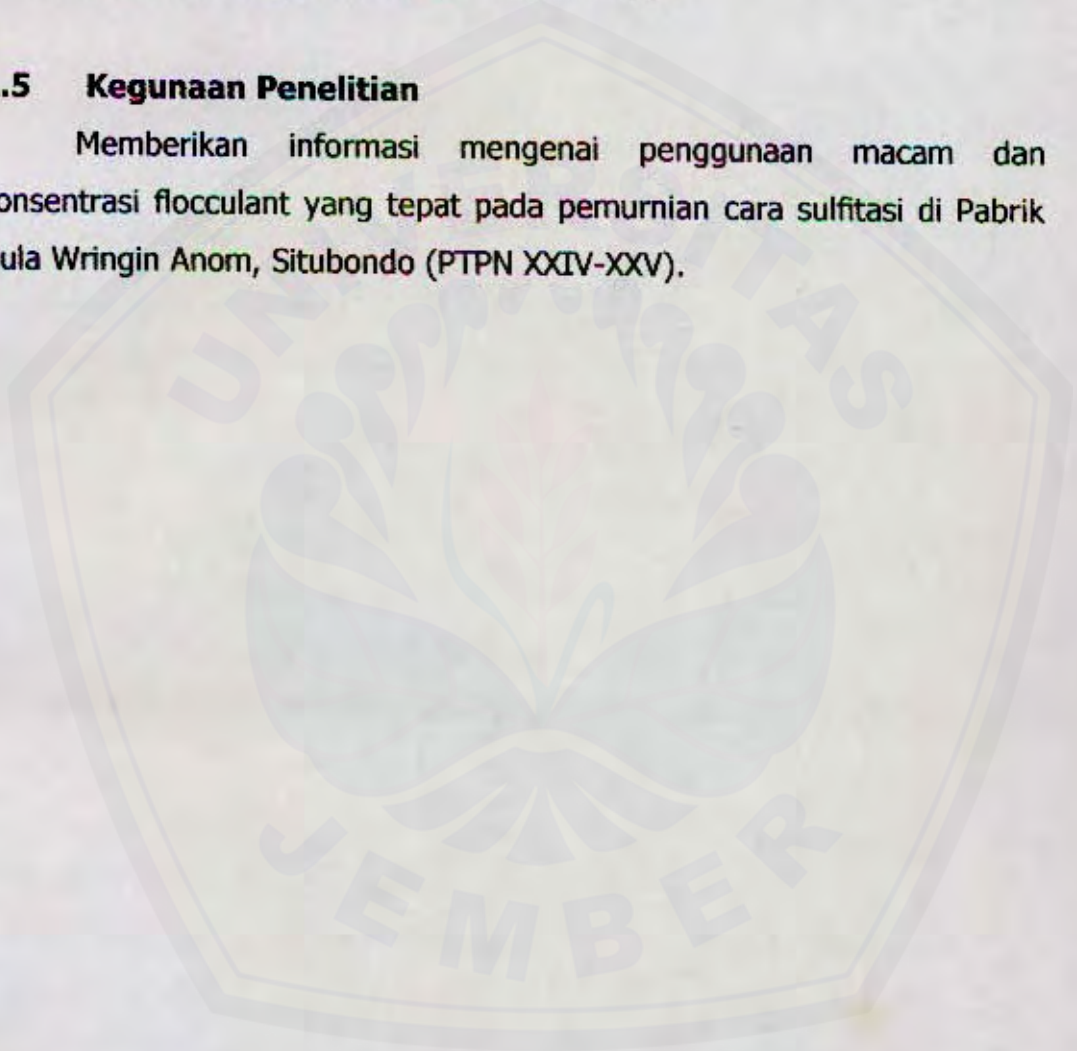
Tujuan dari dilaksanakannya penelitian ini, antara lain :

- Mengetahui pengaruh macam flocculant terhadap kualitas nira encer hasil pemurnian.

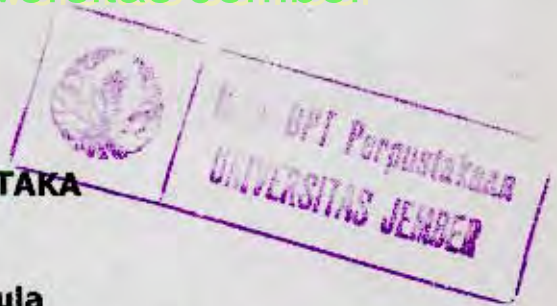
- Mengetahui pengaruh konsentrasi flocculant terhadap kualitas nira encer hasil pemurnian.
- Mengetahui kombinasi perlakuan yang optimal antara macam dan konsentrasi flocculant pada pemurnian nira secara sulfitasi sehingga didapatkan nira encer yang berkualitas tinggi.

1.5 Kegunaan Penelitian

Memberikan informasi mengenai penggunaan macam dan konsentrasi flocculant yang tepat pada pemurnian cara sulfitasi di Pabrik Gula Wringin Anom, Situbondo (PTPN XXIV-XXV).



II. TINJAUAN PUSTAKA



2.1 Tanaman Tebu Sebagai Penghasil Gula

Tanaman tebu (*Saccharum officinarum*) termasuk famili Graminase, kelas Andropoganae. Tanaman ini dapat tumbuh baik di daerah tropis sampai batas garis isotherm 20°C, yaitu antara 30°L.U dan 35°L.S, terutama di daerah dataran rendah (Notojuwono, 1960).

Pada masa pertumbuhannya tanaman ini membutuhkan banyak air, sedangkan pada masa pematangannya menghendaki keadaan kering. Apabila pada waktu pematangan banyak hujan maka akan terjadi pertumbuhan tunas dan akar sehingga akan menurunkan rendemen sukrosa dan menaikkan kadar gula invert (Ochse, 1961).

Tanaman tebu yang dibutuhkan dalam pembuatan gula adalah batangnya. Batang tersebut banyak mengandung cairan yang mengandung gula, sehingga cara pemanenan dan cara menebangnya harus diusahakan agar seluruh batang tebu termasuk yang ada dibawah tanah ikut terbawa, karena justru yang berada di bagian bawah yang mengandung gula terbanyak. Setelah ditebang, kotoran-kotoran yang menempel seperti tanah, daun dan lainnya harus dibersihkan dahulu.

Macam gula yang terdapat didalam batang tebu antara lain sukrosa, glukosa dan fruktosa. Dalam pengolahan tebu yang diambil adalah gula sukrosanya (Martoharsono, 1978).

2.2 Komposisi Kimia Nira Tebu

Nira hasil ekstraksi batang tebu merupakan cairan kelabu kecoklatan, berbuih dan keruh. Nira tersebut mengandung bahan gula dan bukan gula dalam bentuk suspensi, koloid, bagian terlarut dan sejumlah udara pada permukaannya yang membentuk buih. Nira yang baru

diekstrak mempunyai pH 5 – 6 (Soejardi,1968). Komposisi nira tebu dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Komposisi Kimia Nira Tebu

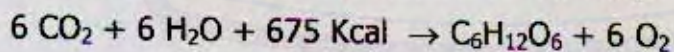
Komponen	(%)
Air	77 – 88
Sukrosa	8 – 21
Gula Reduksi	0,3 – 3,0
Zat Organik	0,5 – 1,0
Zat Anorganik	0,2 – 0,6

Sumber : Honig (1953)

Suspensi dalam nira tebu terdiri dari partikel tanah, pasir, debu dan serat halus. Sedangkan koloid dalam nira tebu berasal dari kotoran-kotoran yang melekat pada batang tebu seperti tanah, lilin, gum, zat warna, pectin dan tannin. Bagian yang larut selain sukrosa adalah gula reduksi dan logam-logam K, Ca, Mg, Fe, Al yang berikatan dengan asam-asam organik dan anorganik (Notojuwono, 1960).

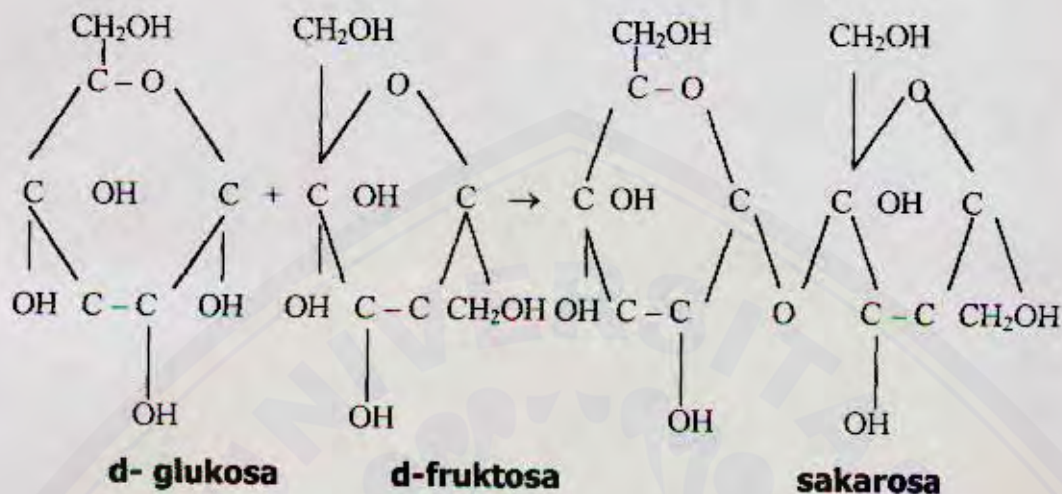
2.2.1 Sakarosa

Sakarosa yang terdapat dalam tanaman tebu dibentuk melalui proses fotosintesa yang dilakukan oleh chlorophyl (hijau daun) dengan bantuan foton (sinar matahari). Reaksi terbentuknya sebagai berikut :



Kalori sebesar 675 Kcal merupakan panas yang didapat dari sinar matahari. Karbondioksida yang diperoleh dari udara equivalent dengan oksigen yang diberikan ke udara. Sebagian glukosa mengalami isomeri

menjadi fruktosa dan selanjutnya kedua senyawa berkondensasi membentuk sakarosa dengan reaksi sebagai berikut.



Reaksi pembentukan sakarosa tersebut sebenarnya sangat kompleks dan melalui reaksi antara. Sebagian sakarosa digunakan untuk keperluan hidupnya dan sisanya ditimbun dalam sel.

Sakarosa mempunyai rumus molekul $C_{12}H_{22}O_{11}$, berat molekulnya 342, mudah larut dalam air dan suhu yang semakin tinggi kelarutannya akan semakin tinggi. Jika dalam keadaan kering sakarosa dipanaskan pada suhu 160°C akan lebur tanpa penguraian, bila dalam keadaan alkali pada suhu tersebut akan terjadi karamelisasi. Apabila larutannya dipanaskan dengan sedikit asam, sakarosa akan terhidrolisis menjadi glukosa dan fruktosa.

2.2.2 Glukosa dan Fruktosa

Glukosa dan fruktosa sering disebut sebagai gula reduksi. Kedua senyawa ini tidak terurai oleh asam encer, tetapi oleh asam kuat yang pekat akan mengalami dehidrasi menjadi furfural atau turunannya. Dengan basa kuat zat tersebut akan diubah menjadi asam organik yang segera berubah menjadi garam.

2.2.3 Senyawa Anorganik

Golongan senyawa ini dapat diketahui setelah batang tebu dibakar sehingga menjadi abu berwarna putih yang kemudian dianalisa, zat anorganik diubah menjadi bentuk oksidanya, yang antara lain :

- SiO_2 (Silikat)
- Oksida Besi dan Aluminium (FeO dan Al^{3+})
- CaO , MgO , dan oksida-oksida lainnya (Oksida K, S, P)

2.2.4 Asam-Asam Organik

Asam-asam ini banyak sekali terdapat dalam nira tebu yang penting dan terbanyak diantaranya adalah asam malat, asam sitrat, asam oksalat, asam glikolat, asam suksinat. Asam-asam tersebut pada umumnya terikat oleh senyawa lain yang terdapat sebagai garamnya.

2.2.5 Senyawa Mengandung N

Warna yang terdapat dalam batang tebu sebagian besar adalah klorofil, antosianin dan karotenoid. Senyawa mengandung N yang dimaksud terutama adalah protein dan senyawa penyusunnya.

2.2.6 Senyawa Phospat

Dari sekian banyak persenyawaan yang ada dalam nira, senyawa phospat-lah yang banyak diperhatikan para ahli. Hal ini karena senyawa tersebut diduga sangat berpengaruh terhadap mudah tidaknya proses pengendapan nira kotor. Menurut Jenkins (1966) kadar phospat dalam nira sekurang-kurangnya ada 300-350 ppm (sebagai P_2O_5). Bilamana kadarnya kurang maka ke dalam nira mentah dapat ditambahkan garam-garam phospat seperti TSP (Triple Super Phospat).

2.3 Deskripsi Pengolahan Gula

Pabrikasi gula merupakan proses pengolahan tebu menjadi gula pasir. Pengolahan ini bertujuan untuk menghasilkan gula pasir yang sebanyak-banyaknya dari gula yang terkandung dalam batang tebu. Proses pengolahan tebu dikerjakan di pabrik gula banyak di gunakan peralatan berukuran kecil hingga besar. Sebagian peralatan itu ada yang digerakkan dengan uap, dimana banyak ampas yang digunakan sebagai bahan bakar utama dan ada pula yang digerakkan dengan pusat tenaga listrik (Mulyoto, 1984).

Tebu termasuk tanaman yang cepat rusak setelah ditebang, maka dari itu waktu saat antara tebang dan saat giling harus diusahakan secepat-cepatnya. Kualitas tebu yang baik adalah tebu yang sudah masak, segar (tidak kering, tidak terbakar), bersih dari kotoran.

Menurut Risdarto (1987), kemasakan tebu dipengaruhi antara lain oleh jenis tebu, umur tanaman, waktu tanam, kesuburan tanah, irigasi dan curah hujan. Pada perusahaan atau pabrik gula yang sudah maju, maka untuk menentukan waktu kemasakan tebu biasanya dilakukan analisis pendahuluan terhadap kadar gula dan Harkat Kemurnian (HK) gula. Analisa pendahuluan dilakukan pada waktu tanaman tebu dianggap sudah hampir masak, biasanya pada umur 1 bulan sebelum masak dengan analisa, sehingga pada waktu tebang diketahui dengan tepat kadar sukrosa maksimum.

Proses pembuatan gula dari tebu hingga di dapat gula kristal yang dikehendaki secara garis besarnya melalui beberapa tahap, yaitu :

1. Tahap Pertama (Ekstraksi Nira)

Ekstraksi tebu atau penggilingan tebu bertujuan untuk mendapatkan nira sebanyak-banyaknya yang terkandung dalam batang tebu, sehingga akan diperoleh gula sebanyak mungkin (Soejardi, 1973).

Tebu yang sudah ditebang, diikat dalam suatu gerobak atau lori dan diletakkan dalam emplasmen yang ada di pabrik gula untuk digiling sesuai dengan urutannya. Pada saat akan mulai di proses, maka tebu tersebut ditimbang dahulu, kemudian tebu diangkat oleh elevator ke atas meja tebu dan selanjutnya oleh konveyer tebu diangkat kedalam chrusher atau shreder untuk dipotong menjadi potongan kecil-kecil. Kemudian tebu diperas lagi melalui 5-6 three roller mill sehingga nira keluar semua.

Effisiensi pemerahan tebu dinyatakan dengan angka yang menunjukkan prosentase gula yang diperoleh dalam nira mentah terhadap gula dari tebunya. Secara teoritis effisiensi pemerahan bisa mencapai 100%, tetapi hal ini tidak mungkin dicapai karena sebagian gula terikut pada ampas dan molase. Pada umumnya effisiensi mencapai 95-97% dan hal ini tergantung antara lain susunan gilingan, keadaan alat perahan dan mutu dari tebu itu sendiri (Christiana, 1989).

2. Tahap Kedua (Klarifikasi Nira)

Klarifikasi nira atau pemurnian nira bertujuan untuk menghilangkan atau membuang bahan organik dan anorganik bukan gula yang terdapat dalam nira mentah dengan cara kimia dan fisika sehingga akan diperoleh kadar sukrosa yang maksimum. Pada proses pemurnian nira diusahakan kerusakan sukrosa sekecil mungkin, sebab mutu gula yang baik dan tahan lama dalam penyimpanan mempunyai kadar sukrosa yang tinggi (Purnama, 1985).

Pada proses pemurnian nira dibutuhkan bahan pemurni yang murah tetapi efektif. Pada umumnya di Indonesia di gunakan bahan pemurni kapur, gas belerang, karbon dioksida (Soejardi, 1973).

3. Tahap Ketiga (Evaporasi)

Pada proses evaporasi atau penguapan nira ini bertujuan untuk mengkentalkan nira jernih secepat mungkin tanpa merusak gula dan tidak sampai mengkristal. Martoharsono (1978), menjelaskan bahwa pada

tahap evaporasi, air yang terdapat dalam nira bersih perlu dipisahkan dengan jalan penguapan yang dilakukan secara bertahap. Tahap pertama, air diuapkan sehingga kadar sukrosa mencapai tingkat jenuh. Tahap berikutnya adalah memisahkan kristal dari larutan induk dengan jalan penguapan perlahan-lahan sehingga dihasilkan larutan berkristal kental yang dinamakan *massecuite*.

4. Tahap Keempat (Kristalisasi)

Proses kristalisasi pada dasarnya merupakan kelanjutan dari proses penguapan dimana gula yang semula merupakan larutan *massecuite* berubah bentuk menjadi kristal yang teratur dan rata. Pada tahap ini *massecuite* di sentrifusi sehingga kristal gula terpisah dari larutan induknya atau molase. Dalam larutan molase masih terdapat sukrosa sekitar 33%. Zat ini tidak dapat diambil karena adanya zat bukan gula yang menghambat proses kristalisasi sukrosa (Bustan, 1959).

5. Tahap Kelima (Pemisahan Kristal)

Pemisahan kristal gula dari molase dilakukan dengan alat sentrifusi yang terdiri dari 2 buah tabung besi/tembaga. Tabung sebelah dalam berlubang-lubang kecil sehingga kristal gula tidak dapat masuk, sedangkan bagian dalam tidak berlubang yang berguna untuk menahan sirup hasil sentrifusi. Kecepatan berputar dari alat ini antara 900-1300 putaran permenit. Kristal gula yang dihasilkan masih dalam keadaan basah yang selanjutnya dikeringkan melalui alat pengering, sehingga dihasilkan kristal kasar (Goutara dan Wijandi, 1975)).

Dalam keseluruhan proses di atas dihasilkan gula, tetes dan ampas. Untuk menghasilkan gula yang maksimum dan berkualitas tinggi diperlukan tebu yang baik, pengolahan yang tepat serta pemberian bahan pembantu yang seimbang, terutama pada proses pemurnian.

2.4 Pemurnian nira

Seperti telah dikatakan dimuka bahwa nira dari stasiun gilingan atau nira mentah masih banyak mengandung komponen bukan gula yang harus dihilangkan untuk mendapatkan hasil gula yang diinginkan. Maksud dari pemurnian adalah untuk menghilangkan kotoran-kotoran atau bahan bukan gula dalam nira sebanyak-banyaknya dengan mengusahakan kerusakan sukrosa dan gula reduksi sekecil-kecilnya, dengan cara mengatur pH, temperatur dan konsentrasi zat-zat yang bereaksi (Spencer dan Meade, 1964).

Mulyoto, (1984), ditinjau dari sifat golongan senyawa yang larut dalam nira tebu, maka dapat di bedakan menjadi dua macam : larutan sempurna dan larutan koloid. Larutan sempurna adalah larutan yang didalamnya terlarut ion-ion, baik kation (K, Ca, Mg, Fe, Al) maupun anion (asam organik dan asam anorganik). Selanjutnya Martoharsono (1978), mengemukakan bahwa disamping ion-ion tersebut diatas, dalam larutan sempurna juga terdapat senyawa yang larut molekuler, antara lain sukrosa dan monosakarida. Larutan koloidal adalah larutan yang mengandung senyawa yang tidak larut di dalamnya, antara lain : biokoloid, protein, karbohidrat polimer tinggi, lilin, getah dan zat warna.

Benda-benda yang tergolong dalam dispersi kasar termasuk didalamnya golongan yang kedua. Semua senyawaan dalam larutan yang membentuk larutan sempurna maupun koloidal dapat dihilangkan melalui proses klarifikasi atau pemurnian (Martoyo, 1982)

Menurut Mochtar (1974), proses pemurnian mempunyai dua tujuan:

1. Pemisahan kotoran

Proses pemurnian bertujuan untuk mengendapkan bahan anorganik bukan gula yang terlarut dalam bentuk koloid, sehingga dapat meningkatkan prosentase gula tersedia atau gula yang dapat dikristalkan.

Selain itu juga untuk memisahkan bahan padat tidak larut yang tersuspensi dalam nira yang berbentuk koloid yang dapat menyebabkan nira menjadi kental dan berwarna gelap.

2. Efek Pemutihan (bleaching effect)

Sesudah kotoran-kotoran dipisahkan dengan perlakuan kimia, maka selanjutnya dilakukan pemutihan agar nira menjadi jernih dan cerah warnanya. Ditinjau dari segi kualitas nira sebelum dan sesudah pembersihan, maka jelas bahwa nira bersih kualitasnya lebih baik. Hal ini dapat dilihat dari kenaikan Harkat Kemurnian (HK) dari nira tersebut. Dengan cara pemberian kapur sebagai bahan pemurni, jumlah kotoran yang dapat dipisahkan mencapai 35-40% dari jumlah kotoran yang ada (Mochtar, 1968).

Ada tiga macam cara pemurnian yang banyak dilakukan di Indonesia, yaitu :

1. Pemurnian nira cara defekasi

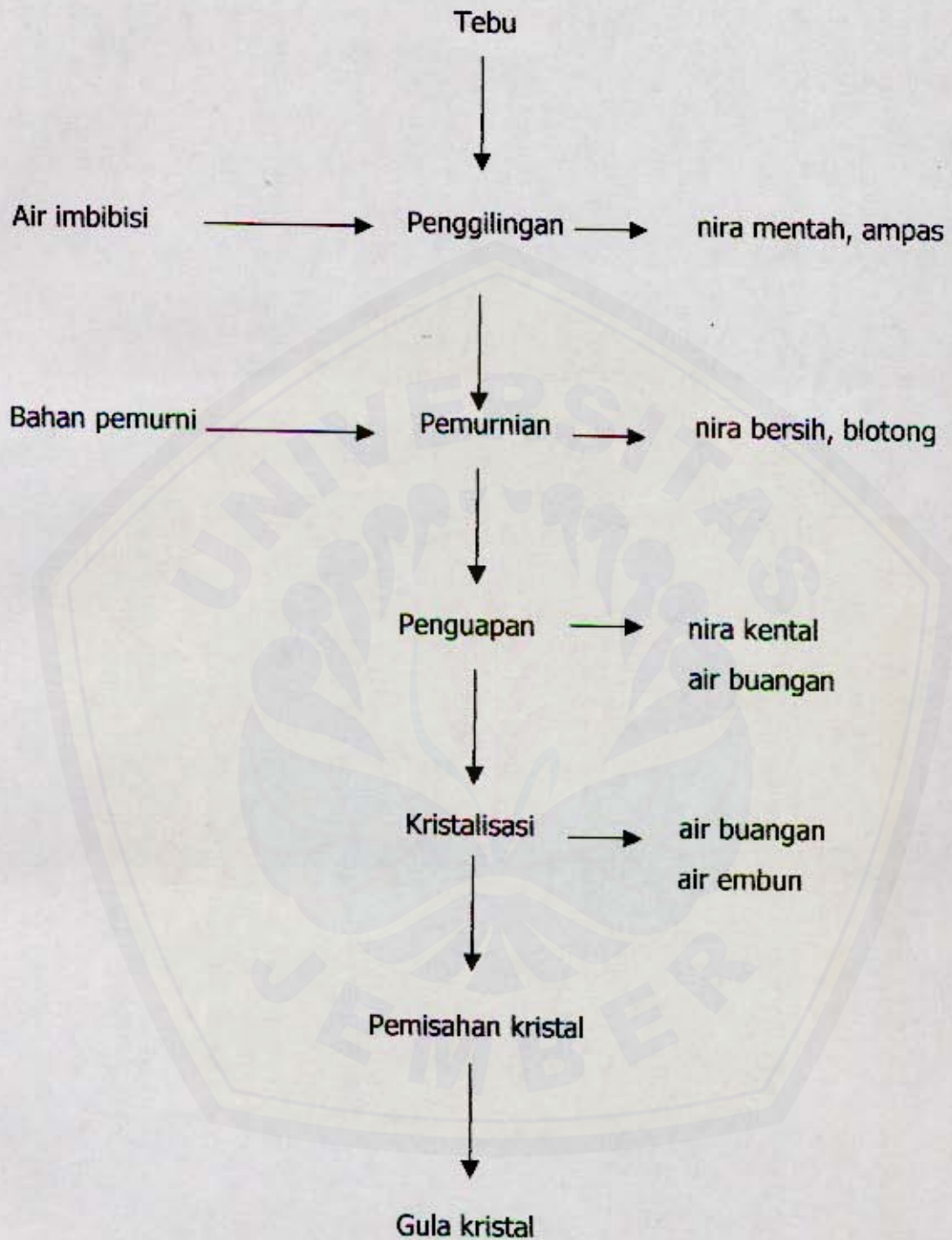
Pemurnian cara ini menggunakan bahan pembantu susu kapur / Ca(OH)_2 .

2. Pemurnian nira cara sulfitasi

Pemurnian cara ini menggunakan bahan pembantu susu kapur yang berlebihan yang kemudian dinetralkan dengan gas sulfit (SO_2). Cara ini lebih baik dibandingkan cara defekasi.

3. Pemurnian nira cara karbonatasi

Pemurnian cara ini menggunakan susu kapur dan gas CO_2 . Cara ini akan menghasilkan gula dengan kualitas tinggi, namun biaya yang diperlukan cukup mahal.



Gambar 1. Diagram Alir Proses Pabrikasi Gula

2.5 Sistem Sulfitasi Dalam Proses Pabrikasi Gula

Jika dibandingkan dengan cara karbonatasi, maka cara sulfitasi dapat lebih banyak membuang bahan bukan gula dan nira yang dihasilkan lebih putih. Nilai keputihan dari gula hasil sulfitasi, karbonatasi dan gula murni dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Nilai Keputihan Gula Hasil Sulfitasi, Karbonatasi dan Gula Murni

Analisa	Sulfitasi	Karbonatasi	Gula Murni
Brightness (%)	71,4	72,0	75,6
Dominant Wave Length	575,1	574,4	571,4
Reflection Value	66,1	69,0	72,3
Reduction Reflection Value	64,6	68,1	71,5
Specific Grain Size	1,01	1,05	0,93

Sumber : Honig (1953)

Nira hasil gilingan yang telah ditimbang, dilakukan pemanasan terlebih dahulu sampai suhu sekitar 75°C. Suhu ini merupakan suhu yang optimal bagi proses sulfitasi. Jika suhu kurang dari 75°C, maka akan menyebabkan banyak bahan yang seharusnya sudah mengendap di peti sulfitasi, baru akan mengendap di alat-alat pemanas, yang nantinya akan mengganggu jalanya proses (Soejardi, 1973). Sebaliknya, jika suhu lebih dari 75°C akan menyebabkan semakin banyak kandungan gula yang rusak.

Nira dengan suhu 75°C selanjutnya dimasukkan kedalam peti sulfitasi yang kemudian akan ditambahkan susu kapur dan gas sulfit. Agar tidak terjadi kerusakan, maka waktu pencampuran harus pendek (kurang dari 1 menit). Penambahan susu kapur dan SO₂ sedemikian rupa sehingga pH-nya sedikit alkalis dan pada akhir sulfitasi hanya diberikan gas SO₂ saja sehingga mencapai pH 7,4. Pada cara ini, nira sulfitasi dididihkan pada

suhu 100°C , kemudian dialirkan ke rak pengendap untuk memisahkan nira bersih dengan endapan bukan gula yang terbentuk (Martoharsono, 1978).

Pemanasan sampai mendidih dilakukan terhadap nira yang telah disulfitasi selain bertujuan untuk membuang gas yang ada, juga untuk memudahkan kristalisasi CaSO_3 . Sebagaimana telah diketahui bahwa CaSO_3 sulit mengkristal walaupun dalam keadaan jenuh, sehingga dengan peningkatan suhu larutan, maka garam tersebut akan mengkristal. Nira yang dihasilkan dari pemanasan 100°C , selanjutnya dimasukkan ke dalam tangki pengendapan (flash tank) dan kapurnya diendapkan. Selanjutnya dipisahkan antara nira jernih dan endapan.

2.6 Mekanisme Pengendapan pada Pemurnian Nira

Pemurnian nira tebu dengan cara sulfitasi dilakukan dengan bahan pembantu susu kapur dan sulfur dioksida. Pada proses ini diberikan susu kapur yang berlebihan dibanding dengan kadar asamnya, kelebihan susu kapur kemudian dinetralkan dengan sulfur dioksida.

Reaksi pengendapan sebagai akibat dari penambahan susu kapur ada dua, yaitu pengendapan cara kimia dan fisika yang merupakan proses berantai dan dapat dijelaskan dengan reaksi kimia dan sifat fisik dari partikel koloid. Seperti telah diketahui senyawa koloid pada umumnya bermuatan negatif atau positif (Soejardi, 1968).

Menurut Payne (1953), Koloid dalam nira tebu bermuatan negatif. Mochtar (1970a) menyatakan bahwa partikel endapan atau fraksi bukan gula dalam nira bermuatan negatif dan menunjukkan sifat antara sangat sukar sampai sangat mudah diendapkan. Penggumpalan yang kurang sempurna akan menghasilkan nira yang kurang jernih dan endapan seperti lendir.

Selama koloid bermuatan maka sifat dalam larutan mantap, tidak mengendap karena saling tolak menolak (menunjukkan gerak Brown).

Pengurangan muatan negatif mengakibatkan kestabilan terganggu sehingga mempermudah proses penggumpalan. Hal ini dapat dilakukan dengan penambahan bahan pembantu, yaitu ion logam bervalensi tinggi dengan muatan berlawanan seperti Ca^{++} sebagai CaCO_2 sehingga dapat memperbaiki penggumpalan. Tetapi cara ini memerlukan bahan pembantu dalam jumlah besar, sehingga tidak ekonomis (Mochtar, 1970b).

Jika muatan dihilangkan dengan cara pembubuhan ion yang berlawanan dengan muatannya maka koloid tadi akan mengendap. Dalam ilmu kimia organik dapat diketahui bahwa senyawa biokoloidal dapat diendapkan dengan jalan mengubah pH larutan. pH larutan dimana koloidal itu mulai mengendap disebut titik isoelektrik. Titik ini tidak sama untuk semua koloidal, ada koloidal mengendap pada $\text{pH} < 7$ dan sebaliknya ada yang mengendap pada $\text{pH} > 7$, diluar pH pengendapan koloidal tadi larut (Jenkins, 1966).

Nira mentah yang mula-mula pH-nya 5,4 – 5,6 karena pembubuhan susu kapur kedalamnya pH nira berangsur-angsur naik kemudian terjadilah penggumpalan koloidal dan bila pH-nya dinaikkan lagi maka koloidal yang tadi sudah mengendap akan larut kembali, sebaliknya kini timbul endapan yang lain. Pada waktu koloidal tadi menggumpal, zat dispersi harus ikut terseret dan ikut mengendap, selain itu terjadi absorpsi benda-benda oleh gumpalan. Jika digunakan susu kapur sebagai pembersih maka kenaikan pH berarti memperbanyak jumlah Ca atau kotoran ke dalam nira. Perlu diingat bahwa $\text{pH} < 7$ akan mengakibatkan hidrolisis dari sakarosa menjadi monosakarida, suatu hal yang merugikan pengolahan sebab hasil penguraian dari gula reduksi dapat berwarna tua. Hal ini akan menyebabkan hasil gula tidak putih dan perpecahan dari gula reduksi dan ion Ca dari kapur akan menjadikan garam kapur yang larut, yang nantinya akan menyebabkan penambahan kerak pada pipa penguapan (Soejardi, 1968).

Suhu dan waktu akan memperbesar kerusakan baik gula reduksi maupun sakarosa, warna gelap yang terjadi pada nira encer / nira bersih disebabkan karena terbentuknya garam logam dengan sisa asam organik. Senyawa terakhir ini memang sudah terdapat di dalam nira, akan tetapi besar kemungkinannya berasal dari glukosa dan fruktosa.

pH selain berpengaruh terhadap penghilangan senyawa anorganik, juga berpengaruh terhadap jumlah Ca yang terdapat dalam nira karena pembubuhan susu kapur. Makin banyak kapur yang diberikan maka pH semakin tinggi, zat bukan gula yang di hilangkan akan semakin banyak, tetapi kadar kapur yang tinggi akan merugikan pada bidang pemanas badan penguapan (timbul pengerakan), juga akan memperbesar kerusakan gula reduksi. Oleh karena itu diusahakan agar pH, suhu dan waktu reaksi dapat digabung menjadi suatu pekerjaan pemurnian yang baik (Martoharsono, 1978).

Pengaruh pH, waktu reaksi dan suhu terhadap karusakan sakarosa dan gula reduksi dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh pH, Waktu Reaksi dan Suhu Terhadap Gula Reduksi dan Sakarosa

Jenis Gula	PH		Suhu Reaksi	Waktu
	Asam	Alkali		
Sakarosa	Hidrolisis	- Tidak ada	Kenaikan	Banyaknya hasil
	Inversi	Pemecahan	temperatur	penguraian
	Tidak ada		mempercepat	tergantung pada
Gula Reduksi	Pemecahan	- Pemecahan	kecepatan	waktu yang
		terbentuk	reaksi	dipakai
		warna		
		gelap		

Sumber : Soejardi (1968)

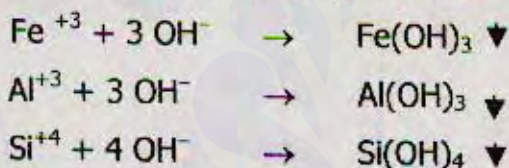
2.7 Reaksi Kimia Pemurnian Nira Cara Sulfitasi

Klarifikasi pemurnian nira tebu dengan cara sulfitasi adalah dengan cara pemurnian nira dengan menggunakan kapur dan sulfur dioksida sebagai bahan pembersih (*Clarifying agent*). Pada proses ini nira mentah diberi susu kapur yang berlebihan dan kemudian selebihnya dinetralkan dengan sulfur dioksida.

Susu kapur yang dibuat dari campuran kapur tohor dengan air reaksinya adalah sebagai berikut :



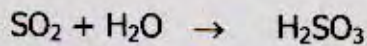
Ion OH^- menyebabkan pH nira berubah dan ion tersebut dapat bereaksi dengan ion-ion Fe, Al, Si, menjadi hidroksida yang kemudian mengendap :



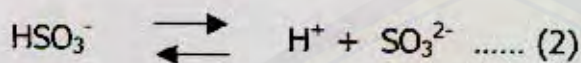
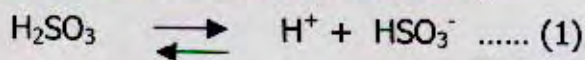
Pengaruh pH yang disebabkan oleh ion OH^- dapat berpengaruh pada derajat disosiasi atau ionisasi asam. Sedangkan ion Ca^{2+} akan bereaksi dengan ion-ion asam anorganik dan organik membentuk garam-garam kalsium yang sedikit larut seperti $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, CaC_2O_4 , CaSO_4 (Anonim, 1986a).

Pada proses sulfitasi pengaliran gas SO_2 akan menambah jumlah ion SO_3^{2-} . Sulfur dioksida merupakan anhidrida dari asam sulfit (H_2SO_3) yang mempunyai sifat *desinfektan* dan *bleaching*. Bila gelembung gas SO_2 yang masuk dalam air telah mencapai keseimbangan, maka akan terjadilah absorpsi gas oleh air. Jumlah gas yang terabsorpsi tergantung dari suhu air dan tekanan parsial gas SO_2 terhadap air (Goutara dan Wijandi, 1975).

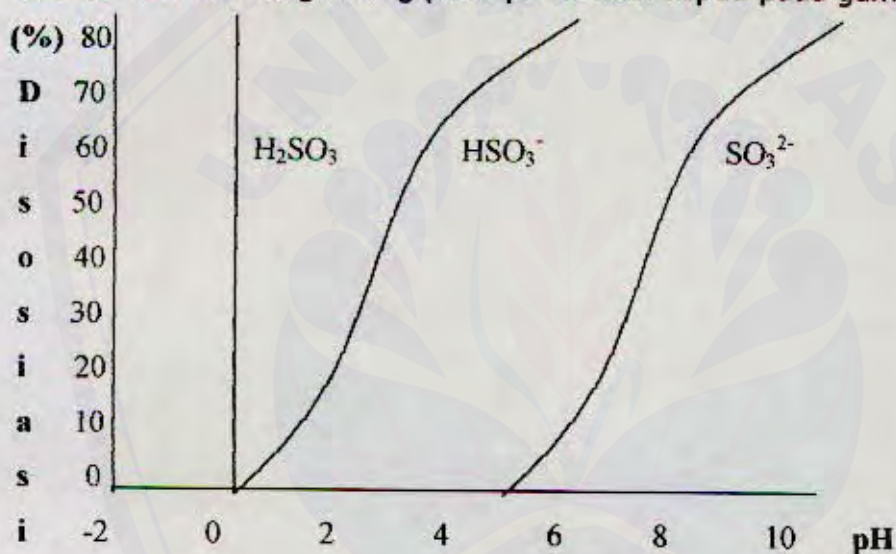
Gas sulfur dioksida bereaksi dengan air membentuk asam sulfit (H_2SO_3) :



H_2SO_3 akan terdisosiasi dalam dua tahap :



Disosiasi tersebut tergantung pada pH larutan seperti pada gambar 2.

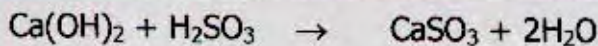


Gambar 2. Pengaruh pH Terhadap Disosiasi Asam Sulfit

Terlihat dari gambar bahwa didalam nira akan tersedia cukup SO_3^{2-} bila pH dinaikkan sekurang-kurangnya menjadi 7. Pada pH 6 jumlah ion sulfit yang ada dalam nira hanyalah sekitar 10% dan ion HSO_3^- adalah 90%. Hal ini sangat penting dalam proses sulfitasi sebab kedua ion tersebut bila bergabung dengan Ca sifatnya berbeda. CaSO_3 sedikit larut dalam air, sedangkan kalsium bisulfit ($\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$) larut dalam air. Bila hal yang terakhir terjadi dalam proses sulfitasi maka sebagian besar Ca ikut

ke dalam nira encer yang selanjutnya akan menimbulkan kerak Ca pada proses penguapan (Herlina, 1989).

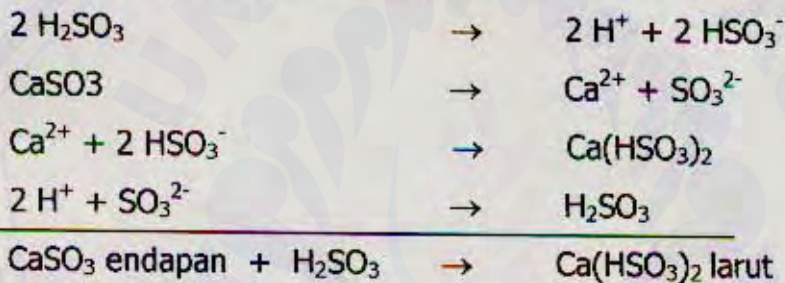
Pada nira yang diberi susu kapur yang berlebihan pH akan menjadi tinggi dan dengan adanya pemberian SO_2 maka akan terjadi reaksi :



atau



Bila pemberian SO_2 dilanjutkan setelah proses netralisasi tercapai maka pH menjadi asam dan endapan kalsium silfit mulai larut menjadi kalsium bisulfit dengan reaksi sebagai berikut :



Seluruh reaksinya adalah sebagai berikut :



Demikian pula sebaliknya, bila nira mula-mula diberi asam sulfit sehingga pH larutan rendah dan kemudian dinetralkan dengan air kapur. Sebelum pemberian kapur hanya terdapat H_2SO_3 yang tidak terdisosiasi dan setelah ditambah kapur akan terjadi kenaikan pH. Dalam proses sulfitasi sangat dikehendaki terbentuknya endapan CaSO_3 sesempurna mungkin (Soegijo, 1970).

2.8 Peranan Flocculant Dalam Pemurnian Nira

Flocculant adalah bahan kimia pembantu dalam proses pemurnian yang dapat menggumpalkan kotoran dalam nira. Bahan ini berupa bubuk putih dan di dalam cairan molekulnya berbentuk menyerupai benang-

benang panjang yang pada jarak-jarak tertentu terdapat muatan negatif. Umumnya flocculant yang dipakai pada proses pemurnian nira adalah kopolimer terhidrolisis dari sebagian poliacylamide yang terdiri atas acrylamide dan natrium acrylat pada berbagai perbandingan dan dapat digambar dengan struktur sebagai berikut:



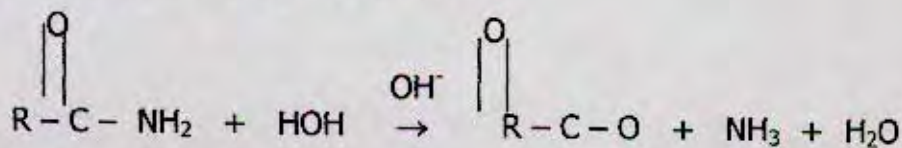
Sumber : Mochtar (1975)

Meskipun partikel blotong dalam nira seluruhnya bermuatan negatif, pengikatan rantai-rantai flocculant pada setiap partikel dapat terjadi dengan melalui jembatan-jembatan kation yang melintasi kedua muatan yang negatif tersebut. Karena bagian lain dari molekul rantai didesak maka akan membentuk hubungan lebih lanjut dengan partikel-partikel lainnya dan terbentuklah suatu struktur gumpalan (Floc Structure).

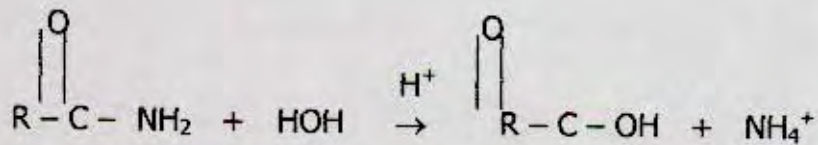
Flocculant poliacylamide dapat mengalami perubahan khemis, diantaranya adalah (Anonim, 1986a):

1. hidrolisa

Hidrolisa dari gugus amida adalah suatu perubahan yang penting dari polimer ini. Reaksi alkali kuat dengan polimer merubah amida menjadi karboksilat dengan membebaskan amonia.



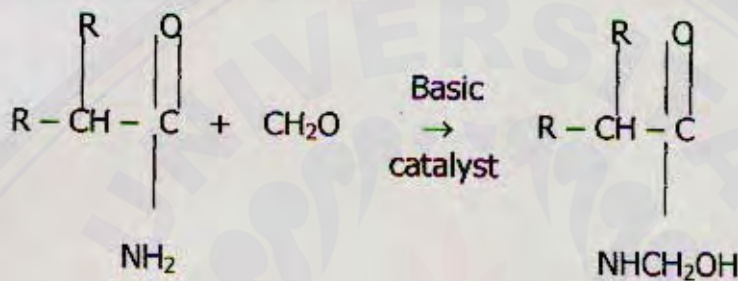
Reaksi dengan asam mineral kuat dapat menghasilkan asam karboksilat dan garam amonium.



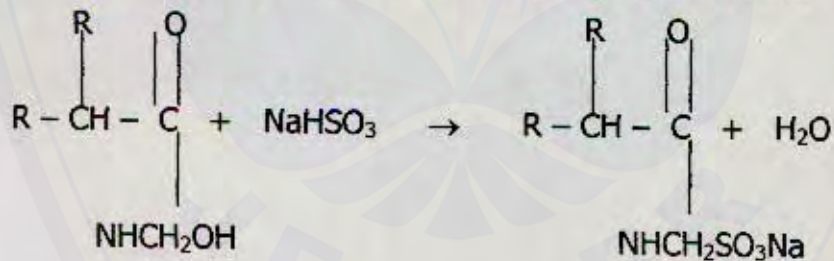
Pada kedua reaksi diatas, pemanasan akan mempercepat reaksi.

2. Metilasi

Pada kondisi alkalis, formaldehid akan bereaksi dengan amida menghasilkan derivate N-metilol .



Derivat metilol dapat bereaksi lebih lanjut dengan sulfite lain atau bisulfite dan menghasilkan polimer berion dengan gugus sulfonat.



2.9 Hipotesis

1. Macam flocculant berpengaruh terhadap kualitas nira encer hasil pemurnian.
2. Konsentrasi flocculant berpengaruh terhadap kualitas nira encer hasil pemurnian.
3. Kombinasi perlakuan B1A4 (Kuriflock PA-331SP, konsentrasi 3 ppm) akan menghasilkan nira encer yang berkualitas tinggi.

III. BAHAN DAN METODE PENELITIAN

3.1 Bahan Penelitian

Bahan baku berupa nira yang telah disulfitasi dengan suhu sekitar 70°C dan pH \pm 7,2 yang diperoleh dari Pabrik Gula Wringin Anom.

Bahan flocculant yang dipergunakan adalah Kuriflock PA-331SP dan Superflock A-110.

Bahan kimia yang dipakai dalam penelitian antara lain larutan EDTA, KCN 10%, NaOH 1 N, larutan murexide 0,5%, pb asetat basis dan aquadest.

3.2 Alat Penelitian

Alat-alat yang dipergunakan dalam penelitian ini antara lain adalah:

- | | |
|-----------------|------------------------|
| - Neraca | - Pipet |
| - Botol timbang | - Pengaduk |
| - Labu takar | - Cawan putih |
| - Waterbath | - Buret |
| - Kompor | - Kertas pH |
| - Thermometer | - Tabung polarisasi |
| - Gelas ukur | - Lampu duduk 100 watt |
| - Erlenmeyer | - Brix Hidrometer |
| - Gelas beaker | - Sukromat |
| - Gelas tapis | - Turbidimeter |

3.3 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober 2002, di Laboratorium Pabrikasi, Pabrik Gula Wringin Anom, Situbondo (PTPN XXIV-XXV).



3.4 Metode Penelitian

Rancangan yang dipakai dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan percobaan faktorial dan ulangan tiga kali. Perlakuan dalam penelitian ini terdiri dari dua faktor, masing-masing macam flocculant dengan dua taraf, yaitu Kuriflock PA-331SP dan Superflock A-110 dan konsentrasi flocculant dengan empat taraf, yaitu 0, 1, 2 dan 3 ppm (part per million), sehingga dapat dinotasikan sebagai berikut :

1. Faktor A = konsentrasi flocculant, yaitu meliputi :

$$A_0 = 0 \text{ ppm}$$

$$A_1 = 1 \text{ ppm}$$

$$A_2 = 2 \text{ ppm}$$

$$A_3 = 3 \text{ ppm}$$

$$A_4 = 4 \text{ ppm}$$

2. Faktor B = macam flocculant, yaitu meliputi :

$$B_1 = \text{Kuriflock PA-331SP}$$

$$B_2 = \text{Superflock A-110}$$

Kombinasi dari perlakuan diatas adalah sebagai berikut :

A₀B₁

A₀B₂

A₁B₁

A₁B₂

A₂B₁

A₂B₂

A₃B₁

A₃B₃

A₄B₁

A₄B₂

Dengan rancangan seperti diatas, maka model umum persamaan yang berlaku adalah sebagai berikut :

$$Y_{(ij)k} = \mu + B_i + A_j + E_{ij}$$

$$i = 1, 2 \quad k = 1, 2, 3$$

$$j = 1, 2, 3, 4$$

dengan ketentuan :

$Y_{(ij)k}$ = Nilai rata-rata pengamatan dari perlakuan ke-I dalam kelompok ke-j

u = Nilai tengah

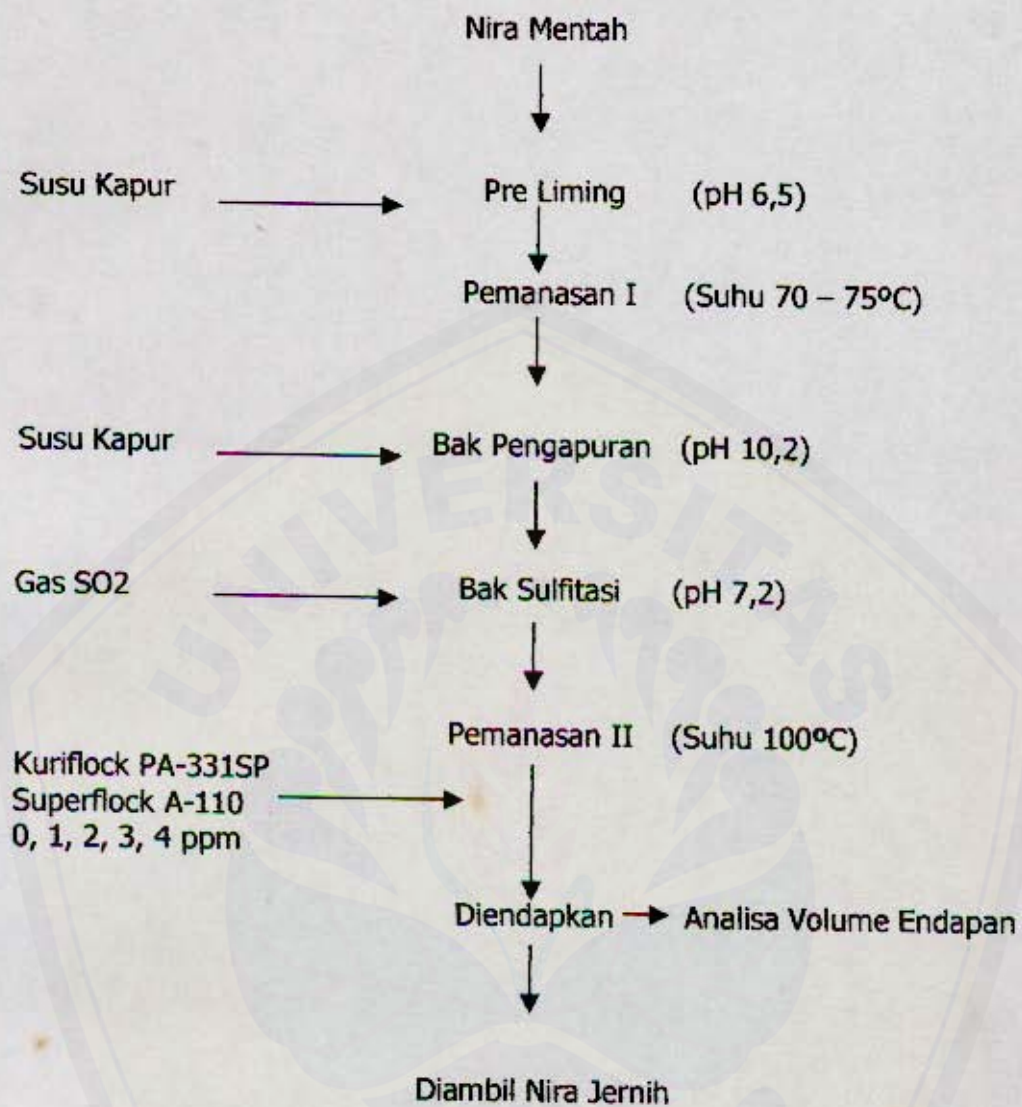
B_i = Pengaruh perlakuan ke-i

A_j = Pengaruh perlakuan ke-j

E_{ij} = Pengaruh galat percobaan perlakuan ke-i pada kelompok e-j

3.5 Pelaksanaan Penelitian

- Sepuluh liter contoh nira yang sudah di sulfitasi (pH 7,2) dipanaskan hingga mendidih atau mencapai suhu 100°C.
- Setelah mencapai suhu di atas di tuangkan ke dalam gelas ukur 1000 ml sambil ditambahkan flocculant dengan konsentrasi yang dikehendaki selama 15 menit.
- Kemudian diamati endapan yang terjadi setiap satu menit selama 15 menit.
- Setelah 15 menit, dicatat volume endapan yang terjadi, kemudian dipisahkan kotorannya dengan jalan menyaringnya dengan kertas saring.
- Nira jemih yang didapatkan dianalisa kejernihannya, polarisasi, brix, dan kadar CaO.



Gambar 3. Diagram Alir Pemurnian Nira

3.6 Pengamatan

1. Volume endapan setelah 15 menit
2. Kejernihan
3. Polarisasi
4. Brix
5. Kadar CaO

3.7 Prosedur Analisa

3.7.1 Volume Endapan

- Satu liter contoh nira yang telah di panaskan hingga mencapai suhu 100°C dimasukkan ke dalam gelas ukur 1000 ml sambil ditambahkan flocculant yang dikehendaki.
- Setelah 15 menit, kemudian diamati endapan yang terjadi dan dicatat volume endapan.

$$\text{Volume Endapan} = \frac{a}{b} \times 100\%$$

Dimana :

- a = tinggi endapan setelah 15 menit
- b = tinggi contoh nira mula-mula

3.7.2 Polarisasi Nira Encer (Metode Home's)

- Mengambil 100 ml nira encer/jernih dan dimasukkan ke dalam labu ukur 110 ml.
- Tambahkan 5 ml Pb asetat basis dan 5 ml aquadest, kemudian dikocok hingga homogen.
- Larutan tersebut di tapis dengan kertas tapis, kemudian filtratnya dimasukkan ke dalam tabung polarisasi.
- Tabung polarisasi diletakkan pada sukromat. Nilai yang tertera dalam sukromat merupakan derajat polarisasi.

3.7.3 Brix Nira Encer (Metode Hidrometer)

- Masukkan nira encer / jemih ke dalam gelas ukur 500 ml sampai meluap.
- Masukkan Brix Hidrometer yang kering ke dalam gelas ukur yang berisi nira tersebut dan diusahakan terapung dengan bebas tidak menyentuh dinding tabung.
- Nilai dalam pembacaan merupakan brix belum terkoreksi. Sedang persen brix terkoreksi dapat dibaca pada tabel koreksi suhu brix.

3.7.4 Perhitungan Harkat Kemurnian

Harkat Kemurnian (HK) dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Harkat Kemurnian (\%)} = \frac{\text{Polariasi terkoreksi (\%)}}{\text{Brix terkoreksi (\%)}} \times 100\%$$

3.7.5 Kejernihan Nira Encer (Metode Turbidimeter)

- Masukkan nira encer ke dalam gelas beaker 500 ml sampai penuh.
- Kemudian letakkan gelas beaker tersebut di bawah lampu duduk 100 watt.
- Masukkan alat turbidimeter dengan arah tegak lurus ke dalam gelas beaker yang berisi nira tersebut.
- Tingkat kejernihan nira dapat dibaca pada skala yang dicapai oleh permukaan zat cair pada batas penglihatan mata masih dapat membaca dan tidak dapat membaca huruf yang ada pada dasar alat turbidimeter.

3.7.6 Kadar CaO (Metode Kompleksometer)

- Pipet 10 ml nira encer dan masukkan kedalam cawan putih.
- Tambahkan 40 ml aquadest; 2,5 ml NaOH 1N; beberapa tetes KCN 10% dan beberapa tetes indikator murexide 0,5% sampai warna merah jambu.
- Titrasi dengan larutan EDTA yang dilakukan dibawah lampu duduk 100 watt pada jarak 10-15 cm dari cawan sambil dilakukan pengadukan.
- Titik akhir titrasi tercapai jika tetes terakhir tidak membentuk kabut biru.
- Kadar CaO dihitung dengan rumus :

$$\text{Kadar CaO (mg/l)} = \frac{1000}{10} \times \dots \text{ ml EDTA} \times \text{Faktor EDTA}$$

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Pengaruh Macam flocculant berbeda tidak nyata terhadap volume endapan, berbeda tidak nyata terhadap harkat kemurnian, berbeda sangat nyata terhadap kejernihan dan berbeda tidak nyata terhadap kadar CaO nira encer.
2. Pengaruh Konsentrasi flocculant berbeda sangat nyata terhadap volume endapan, berbeda tidak nyata terhadap harkat kemurnian, berbeda sangat nyata terhadap kejernihan dan berbeda tidak nyata terhadap kadar CaO nira encer.
3. Perlakuan terbaik didapat pada penggunaan flocculant kuriflock PA-331SP dengan konsentrasi 3 ppm (B1A4), yaitu menghasilkan nira encer dengan volume endapan 22,67%, Harkat Kemurnian 88,58 %, kejernihan 45,8 dan Kadar CaO 883,0 mg/l.

5.2 Saran

Penelitian ini hanya terbatas mempelajari dua macam flocculant, sehingga mengingat saat ini banyak macam flocculant yang diperdagangkan dengan konsentrasi tertentu, maka perlu adanya penelitian lanjutan secara periodik sehingga didapatkan flocculant yang benar-benar sesuai untuk setiap pabrik gula.



DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1984. *Pergulaan di Indonesia dan Prospeknya di Masa Mendatang*. Balai Penelitian Perusahaan Perkebunan Gula. Pasuruan.
- . 1986a. *Proses Pembuatan Gula dan Penentuan Rendemen Tebu di Indonesia*. PT. Perkebunan XXIV – XXV, PG. Semboro, Lumajang.
- Bustan. 1959. *Teknologi Gula Selayang Pandang*, PPN Baru, Surabaya.
- Christina, W.A. 1989. *Teknologi Gula*. Fakultas Teknik Kimia UPN Veteran. Surabaya.
- Goutara dan Wijandi, S. 1975. *Dasar Pengolahan Gula II*. Departemen Teknologi Hasil Pertanian, FATEMETA IPB, Bogor.
- Hariyanto. 2001. *Konsumsi Gula Indonesia*. Harian Kompas. Jawa Timur.
- Herlina. 1989. *Pengaruh Variasi Pemberian TSP dan Suhu Pemanasan pada Nira Mentah Terhadap Kadar CaO Nira Encer di PG. Semboro*. Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
- Honig, P. 1953. *Principles of Sugar Technology, Vol. IV, Elsevier Publishing Co., New York*.
- Jenkins, G.H. 1966. *Introduction to Cane Sugar Technology*. Publishing. New York.
- Martoyo. 1982. *Pemurnian Nira Pekat Percobaan Skala Laboratorium*. Majalah Perusahaan Gula, nomor 1-2-3, tahun XVIII.
- Mochtar, M. 1974. *Kadar Kapur dalam Nira dan Penentuannya Secara Cepat dengan Metode Kompleksometris*. Majalah Perusahaan Gula 1 dan 2 (IV), BP3G, Pasuruan.
- . 1970a. *Penggunaan Bahan Penggumpal (Flocculant) dalam Industri Gula dan Beberapa Hasil Percobaan yang Telah Diadakan Secara Laboratoris di BP3G*. Majalah Perusahaan Gula 1 dan 2 (VI), BP3G. Pasuruan.

- , 1970b. *Penggunaan Bahan Penggumpal (Flocculant) dalam Industri Gula dan Beberapa Hasil Percobaan yang Telah Diadakan Secara Laboratoris di BP3G*. Majalah Perusahaan Gula 3 dan 4 (XII), BP3G. Pasuruan.
- , 1974. *Beberapa Persoalan dan Hasil Pemurnian Nira Tebu*. Buletin BP3G 37 (VIII). Pasuruan.
- , 1975. *Pemilihan Flocculant untuk Memperbaiki Proses Pengendapan dan Penapisan*. Buletin BP3G 23 (II). Pasuruan.
- Mulyoto, N.P. 1984. *Pengantar Dasar-Dasar Pabrikasi Gula*. Balai Penelitian Perusahaan Perkebunan Gula, Pasuruan.
- Notojuwono, A.W. 1960. *Perkebunan Tebu Lengkap*. Percetakan Speed. Surabaya.
- Ochse, J.J. 1961. *Tropical and Subtropical Agriculture*. Mc Milan Co., New York.
- Payne, J.H. 1953. *Fundamental Reaction of The Clarification Proces*. Principles of Sugar Technology. Elsevier Publishing Co., New York.
- Pumomo, E. 1985. *Pengaruh Pengapuran Lebih pada Klarifikasi Nira*. Procceding Pertemuan Teknis. Pasuruan.
- Risdarto. 1987. *Industri Gula dan Perusahaannya*. PT Media Surya Agung. Jakarta.
- Soegijo. 1970. *Peranan Kapur dalam Pabrik Gula*. Kumpulan Kuliah dan Ceramah Kursus Jabatan Kepala Pabrikasi Gula. Akademi Gula Negara. Yogyakarta.
- Martoharsono, S. 1978. *Pengolahan Tebu Menjadi Gula*. Yayasan Pembinaan Fakultas Teknologi Pertanian, UGM. Jogjakarta
- Soejardi. 1968. *Diktat Dasar-Dasar Teknologi Gula*. AGN. Yogyakarta.
- Soejardi. 1972. *Bahan-Bahan Pembantu untuk Pabrik Gula*. LPP. Yogyakarta.
- Soejardi. 1973. *Pabrikasi Gula*. LPP. Yogyakarta.

Spencer, E. F. dan G. P. Meade. 1964. *Cane Sugar Hand Book*. John Wiley. New York.

Wariyanto, A. 2002. *Industri Gula dan Kemiskinan*. Harian Umum Suara Merdeka. Semarang.



LAMPIRAN 1**Data Pengaruh Penambahan Flocculant Terhadap Volume endapan****1. Rata-rata Pengaruh Penambahan Flocculant Terhadap Volume Endapan**

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	I	II	III		
A1B1	33,0000	29,5000	35,0000	97,5000	32,5000
A2B1	29,0000	28,0000	28,0000	85,0000	28,3333
A3B1	28,0000	24,0000	24,0000	76,0000	25,3333
A4B1	22,0000	23,0000	23,0000	68,0000	22,6667
A5B1	26,0000	26,0000	26,0000	78,0000	26,0000
A1B2	34,0000	31,0000	34,0000	99,0000	33,0000
A2B2	28,0000	25,0000	26,0000	79,0000	26,3333
A3B2	24,0000	26,0000	29,0000	79,0000	26,3333
A4B2	24,0000	23,0000	25,0000	72,0000	24,0000
A5B2	25,0000	26,0000	25,0000	76,0000	25,3333
Jumlah	273,0000	261,5000	275,0000	809,5000	-
Rata-rata	27,3000	26,1500	27,5000	-	26,9833

2. Tabel Dua Arah AB Pada Volume Endapan

Faktor B	Faktor A					Jumlah	Rata-rata
	A1	A2	A3	A4	A5		
B1	97,5000	85,0000	76,0000	68,0000	78,0000	404,5000	26,9667
B2	99,0000	79,0000	79,0000	72,0000	76,0000	405,0000	27,0000
Jumlah	196,500	164,000	155,000	140,0000	154,000	809,5000	-
Rata-rata	32,7500	27,3333	25,8333	23,3333	25,6667	-	26,9833

3. Hasil Uji Duncan Macam Flocculant Terhadap Volume Endapan

Perlakuan	Volume Endapan	Notasi
B2	27,0000	a
B1	26,9667	a

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5 %

4. Hasil Uji Duncan Konsentrasi Flocculant Terhadap Volume Endapan

Perlakuan	Volume Endapan	Notasi
A1	32,7500	a
A2	27,3333	b
A3	25,8333	b
A5	25,6667	b
A4	23,3333	c

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda nyata pada uji DMRT 5 %

5. Uji Perbandingan Rata-rata Volume Endapan dengan Metode Duncan

Perlakuan	Volume Endapan	Notasi
A1B2	33,0000	a
A1B1	32,5000	a
A2B1	28,3333	b
A3B2	26,3333	bc
A2B2	26,3333	bc
A5B1	26,0000	bc
A5B2	25,3333	bcd
A3B1	25,3333	bcd
A4B2	24,0000	cd
A4B1	22,6667	d

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5 %

LAMPIRAN 2**Rata-rata Pengaruh Penambahan Flocculant Terhadap Polarisasi**

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
F1K0	14,05	14,6	15,26	43,92	14,64
F1K1	15,53	14,99	15,86	46,38	15,46
F1K2	14,13	14,76	15,14	44,01	14,67
F1K3	14,65	15,16	15,84	45,66	15,22
F1K4	14,18	14,61	14,46	43,26	14,42
F2K0	14,32	14,42	15,18	43,92	14,64
F2K1	15,90	15,55	15,53	47,19	15,73
F2K2	14,51	15,04	15,40	44,94	14,98
F2K3	15,68	14,62	15,32	45,66	15,22
F2K4	14,99	15,26	15,22	45,48	15,16
Jumlah	147,9	149,01	153,51	450,42	
Rata-rata	14,79	14,9	15,35		15,01

LAMPIRAN 3**Rata-rata Pengaruh Penambahan Flocculant Terhadap Brix (%)**

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
F1K0	16,38	16,48	16,58	49,44	16,48
F1K1	17,38	17,08	17,38	51,84	17,28
F1K2	16,48	16,58	16,68	49,74,	16,58
F1K3	16,98	17,18	17,38	51,54	17,18
F1K4	16,38	16,38	16,08	48,84	16,28
F2K0	16,38	16,48	16,88	49,74	16,58
F2K1	17,78	17,58	17,38	52,74	17,58
F2K2	16,78	17,08	17,08	50,94	16,98
F2K3	17,38	17,08	17,38	51,84	17,28
F2K4	17,08	17,28	16,88	51,52	17,08
Jumlah	169	169,2	169,9	508,18	
Rata-rata	16,9	16,92	16,99		16,94

LAMPIRAN 4**Data Pengaruh Penambahan Flocculant Terhadap Harkat Kemurnian Nira****1. Rata-rata Pengaruh Penambahan Flocculant Terhadap Harkat Kemurnian (HK) Nira**

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	I	II	III		
A1B1	85,8000	88,6500	92,0500	266,5000	88,8333
A2B1	89,3800	87,7900	91,2700	268,4400	89,4800
A3B1	85,7700	89,0200	90,7300	265,5200	88,5067
A4B1	86,3000	88,2700	91,1600	265,7300	88,5767
A5B1	86,5900	89,2000	89,9000	265,6900	88,5633
A1B2	87,4000	87,4100	89,9000	264,7100	88,2367
A2B2	89,4200	88,4400	90,5200	268,3800	89,4600
A3B2	86,5300	88,0600	90,1700	264,7600	88,2533
A4B2	90,2300	85,9000	88,1300	264,2600	88,0867
A5B2	87,8100	88,3300	90,1700	266,3100	88,7700
Jumlah	875,2300	881,0700	904,0000	2660,300	-
Rata-rata	87,5230	88,1070	90,4000	-	88,6767

2. Tabel Dua Arah AB Pada Harkat Kemurnian (HK) Nira

Faktor B	Faktor A					Jumlah	Rata-rata
	A1	A2	A3	A4	A5		
B1	266,500	268,4400	265,5200	265,7300	265,690	1331,880	88,7920
B2	264,710	268,3800	264,7600	264,2600	266,310	1328,420	88,5613
Jumlah	531,210	536,8200	530,2800	529,9900	532,000	2660,300	-
Rata-rata	88,5350	89,4700	88,3800	88,3317	88,6667	-	88,6767

3. Hasil Uji Duncan Macam Flocculant Terhadap Harkat Kemurnian (HK) Nira

Perlakuan	Harkat Kemurnian	Notasi
B1	88,7920	a
B2	88,5613	a

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%

4. Hasil Uji Duncan Konsentrasi Flocculant Terhadap Harkat Kemurnian (HK) Nira

Perlakuan	Harkat Kemurnian	Notasi
A2	89,4700	a
A5	88,6667	a
A1	88,5350	a
A3	88,3800	a
A4	88,3317	a

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%

5. Uji Perbandingan Rata-rata Harkat Kemurnian (HK) Nira dengan Metode Duncan

Perlakuan	Harkat Kemurnian	Notasi
A2B1	89,4800	a
A2B2	89,4600	a
A1B1	88,8333	a
A5B2	88,7700	a
A4B1	88,5767	a
A5B1	88,5633	a
A3B1	88,5067	a
A3B2	88,2533	a
A1B2	88,2367	a
A4B2	88,0867	a

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%

LAMPIRAN 5**Data Pengaruh Penambahan Flocculant Terhadap Kejernihan Nira****1. Rata-rata Pengaruh Penambahan Flocculant Terhadap Kejernihan Nira**

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	I	II	III		
A1B1	32,3000	32,8000	32,4000	97,5000	32,5000
A2B1	39,2000	40,1000	39,8000	119,1000	39,7000
A3B1	42,1000	42,5000	42,3000	126,9000	42,3000
A4B1	45,5000	46,3000	45,6000	137,4000	45,8000
A5B1	44,2000	43,9000	44,8000	132,9000	44,3000
A1B2	32,3000	32,8000	32,4000	97,5000	32,5000
A2B2	39,7000	39,4000	39,1000	118,2000	39,4000
A3B2	41,4000	41,5000	39,7000	122,6000	40,8667
A4B2	44,0000	44,5000	43,8000	132,3000	44,1000
A5B2	42,5000	42,8000	43,1000	128,4000	42,8000
Jumlah	403,2000	406,6000	403,0000	1212,800	-
Rata-rata	40,3200	40,6600	40,3000	-	40,4267

2. Tabel Dua Arah AB Pada Kejernihan Nira

Faktor B	Faktor A					Jumlah	Rata-rata
	A1	A2	A3	A4	A5		
B1	97,5000	119,100	126,900	137,4000	132,900	613,8000	40,9200
B2	97,5000	118,200	122,600	132,3000	128,400	599,0000	39,9333
Jumlah	195,0000	237,300	249,500	269,7000	261,300	1212,800	-
Rata-rata	32,5000	39,5500	41,5833	44,9500	43,5500	-	40,4267

3. Hasil Uji Duncan Macam Flocculant Terhadap Kejernihan Nira

Perlakuan	Kejernihan	Notasi
B1	40,9200	a
B2	39,9333	b

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%

4. Hasil Uji Duncan Konsentrasi Flocculant Terhadap Kejernihan Nira

Perlakuan	Kejernihan	Notasi
A4	44,9500	a
A5	43,5500	b
A3	41,5833	c
A2	39,5500	d
A1	32,5000	e

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%

5. Uji Perbandingan Rata-rata Kejernihan Nira dengan Metode Duncan

Perlakuan	Kejernihan	Notasi
A4B1	45,8000	a
A5B1	44,3000	b
A4B2	44,1000	b
A5B2	42,8000	c
A3B1	42,3000	c
A3B2	40,8667	d
A2B1	39,7000	e
A2B2	39,4000	e
A1B2	32,5000	f
A1B1	32,5000	f

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%

LAMPIRAN 6**Data Pengaruh Penambahan Flocculant Terhadap Kadar CaO Nira****1. Rata-rata Pengaruh Penambahan Flocculant Terhadap Kadar CaO Nira**

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	I	II	III		
A1B1	882,0000	883,0000	885,0000	2650,000	883,3333
A2B1	884,0000	886,0000	883,0000	2653,000	884,3333
A3B1	883,0000	884,0000	885,0000	2652,000	884,0000
A4B1	882,0000	882,0000	885,0000	2649,000	883,0000
A5B1	884,0000	883,0000	885,0000	2652,000	884,0000
A1B2	881,0000	883,0000	884,0000	2648,000	882,6667
A2B2	883,0000	885,0000	884,0000	2652,000	884,0000
A3B2	882,0000	885,0000	885,0000	2652,000	884,0000
A4B2	882,0000	882,0000	884,0000	2648,000	882,6667
A5B2	883,0000	882,0000	886,0000	2651,000	883,6667
Jumlah	8826,000	8835,0000	8846,0000	26507,00	-
Rata-rata	882,6000	883,5000	884,6000	-	883,5667

2. Tabel Dua Arah AB Pada Kadar CaO Nira

Faktor B	Faktor A					Jumlah	Rata-rata
	A1	A2	A3	A4	A5		
B1	2650,00	2653,00	2652,00	2649,00	2652,000	13256,00	883,7333
B2	2648,00	2652,00	2652,00	2648,00	2651,000	13251,00	883,4000
Jumlah	5298,00	5305,00	5304,00	5297,00	5303,000	26507,00	-
Rata-rata	883,000	884,166	884,000	882,833	883,8333	-	883,5667

3. Hasil Uji Duncan Macam Flocculant Terhadap Kadar CaO Nira

Perlakuan	Kadar CaO	Notasi
B1	883,7333	a
B2	883,4000	a

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%

4. Hasil Uji Duncan Konsentrasi Flocculant Terhadap Kadar CaO Nira

Perlakuan	Kadar CaO	Notasi
A2	884,1667	a
A3	884,0000	a
A5	883,8333	a
A1	883,0000	a
A4	882,8333	a

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%

5. Uji Perbandingan Rata-rata Kadar CaO Nira dengan Metode Duncan

Perlakuan	Kadar CaO	Notasi
A2B1	884,3333	a
A5B1	884,0000	a
A3B2	884,0000	a
A3B1	884,0000	a
A2B2	884,0000	a
A5B2	883,6667	a
A1B1	883,3333	a
A4B1	883,0000	a
A4B2	882,6667	a
A1B2	882,6667	a

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%

