

## PEMBUATAN ETANOL DARI JAMBU METE DENGAN METODE FERMENTASI

Arif Jumari<sup>1</sup>, Wusana Agung Wibowo<sup>1</sup>, Handayani<sup>2</sup>, Indika Ariyani<sup>2</sup>

<sup>1)</sup> Staf Pengajar Program Studi Teknik Kimia FT-UNS

<sup>2)</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia FT-UNS

**Abstrac:** *Anacardium occidentale* known as jambu mete are grown well in Indonesia. The fruit of jambu mete contains of 15.9 % carbohydrate that can be hydrolyzed to produce glucose, and then it is fermented into etanol using yeast (*Saccharomyces Cerevisiae*). Objectives of this research were to know how to make etanol from jambu mete's fruit extract, to know relation between fermentation time and amount of yeast to etanol production, and to determine the highest amount of etanol between 5 to 10 days for each variation of amount of yeast. A thousand grams of jambu mete's fruit were mixed with 1500 ml of aquadest to produce pasta solution. This solution was then fermented, with variation of fermentation time and the amount of yeast. After fermentation, the solution was then purified by distillation to obtain the higher compotition of etanol. Results of the research is the longer of fermentation time and the higher of amount of yeast the higher composition of etanol can be produced. The highest composition of etanol was obtained at 10 days of fermentation and 20 grams of yeast, it is about 3,2 grams of etanol/100 grams of jambu mete.

**Keyword :** *jambu mete, fermentation, Saccharomyces cerevisiae, distillation*

### PENDAHULUAN

Di Indonesia tanaman jambu mete sudah dikenal cukup lama dan kini telah tumbuh secara alami hampir diseluruh pelosok nusantara. Tanaman jambu mete mula-mula hanya dianggap sebagai tanaman penghijauan. Jambu mete terdiri atas buah sejati ( biji mete) dan buah semu (jambu mete). Yang dimaksud dengan buah jambu mete secara awam adalah tangkai yang menggelembung sehingga menyerupai buah. Sedangkan yang sebenarnya yaitu buah batu yang berbentuk ginjal yang terdiri atas: biji berbelah dua (mete), dengan kulit yang keras mengandung minyak. Melihat potensi dan kelebihan jambu mete maka perlu diadakan pengembangan tentang penelitian dan pemanfaatan buah semu jambu mete ini sehingga menghasilkan nilai jual yang lebih tinggi. Proses fermentasi buah semu jambu mete menghasilkan alkohol yang memiliki manfaat lebih besar bagi kehidupan manusia. Buah semu jambu mete mengandung karbohidrat 15,9 %. Karbohidrat tersebut diubah menjadi glukosa melalui proses hidrolisa. Hidrolisa dilakukan supaya karbohidrat pecah atau terurai menjadi glukosa.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui cara pembuatan etanol dari sari buah jambu mete, mengetahui hubungan kadar etanol dengan jumlah yeast yang digunakan dan mengetahui kadar etanol tertinggi untuk

fermentasi selama 5 sampai 10 hari untuk masing-masing variasi jumlah yeast.

### LANDASAN TEORI

Alkohol merupakan zat cair, tidak berwarna, berbau spesifik, mudah terbakar dan menguap, dapat bercampur dalam air dengan segala perbandingan. Alkohol yang dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari adalah etanol.

Etanol telah diketahui sejak lama sebagai bahan ramuan minuman yang difermentasikan (bir, anggur, weskit, dll). Etanol digunakan sebagai pelarut, sebagai antiseptic topical (permukaan) dan sebagai bahan baku pembuatan eter dan etil ester.

Buah semu jambu mete memiliki kandungan karbohidrat dan unsur gizi lainnya yang cukup tinggi, kandungan vitamin C pada buah semu jambu mete tiga kali lipat kandungan vitamin C pada jeruk (Tabel 1).

Dari buah semu ini, dapat dihasilkan berbagai jenis makanan dan minuman, antara lain *cocktail*, asinan (*chutney*), acar, manisan, sari buah, sirup, jelly, badeg, anggur, *vinegar* (cuka manis), dendeng, abon, tepung buah, selai/jam, dan bahkan pakan ternak. Dari anggur jambu mete, dapat diproses lanjut hingga menjadi alkohol dan spiritus.

**Tabel I. Kandungan organik buah semu jambu mete**

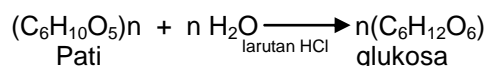
No.	Unsur Gizi	Kadar/100 gram bahan
1	Air (g)	82,5
2	Protein (g)	0,7
3	Lemak (g)	0,6
4	Karbohidrat (g)	15,9
5	Mineral (g)	0,3
6	Kalsium (mg)	4
7	Fosfor (mg)	13
8	Besi (mg)	0,5
9	Vitamin A (mcg)	15
10	Vitamin B (mcg)	0,02
11	Vitamin C (mg)	197

Karbohidrat adalah kelompok nutrisi yang penting dalam susunan makanan, sebagai sumber energi. Senyawa-senyawa ini mengandung karbon, hidrogen, oksigen dan dihasilkan dengan proses fotosintesa, dan didefinisikan secara tepat sebagai senyawa dengan rumus molekul  $C_n(H_2O)_n$ . Pada umumnya karbohidrat dapat dikelompokkan menjadi monosakarida, oligosakarida, serta polisakarida.

Pati ( $C_6H_{10}O_5$ ) adalah salah satu jenis polisakarida yang tersebar luas di alam. Dapat dijumpai pada biji buah, umbi, batang dan akar sebagai tempat penyimpanan karbohidrat bagi tumbuh-tumbuhan, dan berbentuk kristal yang larut sebagian dalam air. Berbagai macam pati tidak sama sifatnya, tergantung dari panjang rantai C-nya, serta apakah lurus atau bercabang rantai molekulnya. Pati terdiri dari dua fraksi yang dapat dipisahkan dengan air panas. Fraksi terlarut disebut amilosa dan fraksi tidak terlarut disebut amilopektin (Fessenden, 1986).

Glukosa memiliki 6 atom karbon di dalam rantai molekulnya dan merupakan monosakarida yang paling banyak terdapat di alam sebagai produk fotosintesa. Bentuk bebas glukosa terdapat dalam buah-buahan, tumbuh-tumbuhan, madu, darah dan cairan tubuh binatang. Bentuk ikatan glukosa terdapat sebagai disakarida dan polisakarida di dalam tumbuhan. Glukosa juga dapat dihasilkan melalui polisakarida atau disakarida, baik dengan asam maupun enzim (Tjokroadikeoesoemo, 1985).

Hidrolisa adalah proses antara reaktan dengan menggunakan air atau asam supaya suatu persenyawaan pecah atau terurai. Karbohidrat (pati) yang terkandung dalam jambu mete dapat diubah menjadi alkohol melalui proses biologi dan kimia (biokimia), reaksinya sebagai berikut :



Zat-zat penghidrolisis ada beberapa macam, antara lain :

1. Air

Kelemahan zat penghidrolisa ini adalah prosesnya berjalan lambat, kurang sempurna dan hasilnya kurang baik. Biasanya ditambahkan katalisator. Untuk mempercepat reaksi dapat dipakai uap air pada temperatur tinggi.

2. Asam

Asam biasanya berfungsi sebagai katalisator dengan pengaktif air dengan kadar asam yang encer. Umumnya kecepatan reaksi sebanding dengan ion  $H^+$  tetapi konsentrasi yang tinggi hubungannya tidak terlihat lagi. Dalam industri asam yang dipakai  $H_2SO_4$ , HCl, asam oksalat. Tetapi asam oksalat jarang digunakan karena harganya mahal. HCl lebih menguntungkan karena lebih reaktif dibandingkan  $H_2SO_4$ .

3. Basa

Basa yang dipakai dalam 3 bentuk yaitu basa encer, basa pekat, dan basa padat.

4. Enzim

Suatu zat yang dihasilkan oleh mikroorganisme. Penggunaan dalam industri misalnya pembuatan alkohol dari tetes tebu dan enzim.

Peruraian pati oleh air berjalan lambat. Usaha-usaha yang dapat dilakukan untuk mempercepat atau menyempurnakan reaksi adalah dengan mengatur variabel yang berpengaruh pada proses, sebagai berikut :

- Katalisator, yang dapat digunakan untuk hidrolisa diantaranya enzim atau asam yaitu HCl,  $H_2SO_4$ ,  $HNO_3$
- Suhu dan tekanan, hal ini mengikuti persamaan Arrhenius, dimana makin tinggi suhu makin cepat jalannya reaksi.
- Pencampuran, pada proses basah dapat dilakukan dengan cara mengaduk, untuk proses kontinyu dapat dilakukan dengan mengatur masuknya bahan agar timbul olakan.
- Perbandingan zat pereaksi, salah satu pereaksi apabila diberi berlebihan agar dapat menggeser kesetimbangan ke arah kanan. Suspensi pati yang rendah kadarnya justru memberikan hasil yang lebih baik karena molekul zat pereaksi mudah bergerak (Groggins, 1958).

Glukosa yang dihasilkan dari proses hidrolisa kemudian difermentasi oleh ragi atau yeast (*Sacharomyces cerevisiae*) untuk

menghasilkan etil alkohol (etanol) dan CO<sub>2</sub> melalui reaksi sebagai berikut:



Larutan hasil fermentasi masih berupa campuran antara air dengan etanol. Untuk memisahkan alkohol dari hasil fermentasi dilakukan dengan destilasi.

Ragi mempunyai kemampuan dapat memfermentasi gula yaitu glukosa, galaktosa, sukrosa, maltosa, laktosa, dan polisakarida. Oksigen tidak ikut serta pada proses peragian karena peragian glukosa oleh ragi merupakan peristiwa anaerob tetapi ragi sendiri adalah organisme aerob. *Saccharomyces cerevisiae* dapat menguraikan gula menjadi alkohol (Schegel, 1994).

Ragi dapat ditemukan pada media yang dapat membentuk gula yang dapat diragikan seperti nektar dari bunga, buah dan dedaunan. Pertumbuhan ragi tergantung dari ketersediaan air. Bahan-bahan yang terlarut dalam air digunakan oleh mikroorganisme untuk membentuk bahan sel dan memperoleh energi yaitu bahan makanan.

Fermentasi dapat terjadi karena adanya aktifitas mikroba penyebab fermentasi pada substrat organik yang sesuai. Faktor-faktor yang mempengaruhi fermentasi antara lain:

a. Keasaman (PH)

Makanan yang mengandung asam biasanya tahan lama, tetapi jika oksigen cukup jumlahnya dan kapang dapat tumbuh serta fermentasi berlangsung terus, maka daya awet dari asam tersebut akan hilang. Tingkat keasaman sangat berpengaruh dalam perkembangan bakteri. Kondisi keasaman yang baik untuk pertumbuhan bakteri adalah 3,5 – 5,5.

b. Mikroba

Fermentasi biasanya dilakukan dengan kultur murni yang dihasilkan di laboratorium. Kultur ini dapat disimpan dalam keadaan kering atau dibekukan.

c. Suhu

Suhu fermentasi sangat menentukan macam mikroba yang dominan selama fermentasi. Tiap-tiap mikroorganisme memiliki suhu pertumbuhan maksimal, suhu pertumbuhan minimal, dan suhu pertumbuhan optimal, yaitu suhu yang memberikan pertumbuhan terbaik dan perbanyak diri tercepat.

d. Oksigen

Udara atau oksigen selama proses fermentasi harus diatur sebaik mungkin untuk memperbanyak atau menghambat

pertumbuhan mikroba tertentu. Setiap mikroba membutuhkan oksigen yang berbeda jumlahnya untuk pertumbuhan atau membentuk sel-sel baru, dan untuk fermentasi. Misalnya ragi roti (*Sacharomyces cerevisiae*) akan tumbuh lebih baik pada keadaan aerobik, tetapi keduanya akan melakukan fermentasi terhadap gula jauh lebih cepat pada keadaan anaerobik.

e. Waktu

Laju perbanyakan bakteri bervariasi menurut spesies dan kondisi pertumbuhannya. Pada kondisi optimal, bakteri akan membelah sekali setiap 20 menit. Untuk beberapa bakteri memilih waktu generasi, yaitu selang waktu antara pembelahan, dapat dicapai selama 12 menit. Jika waktu generasinya 20 menit, pada kondisi yang cocok sebuah sel dapat menghasilkan beberapa juta sel selama 7 jam

f. Makanan

Semua mikroorganisme memerlukan makanan dan nutrien yang berfungsi untuk menyediakan:

- Energi, biasanya diperoleh dari substansi yang mengandung karbon, yang salah satu sumbernya adalah gula.
- Nitrogen, sebagian besar mikroba yang digunakan dalam fermentasi berupa senyawa organik maupun anorganik sebagai sumber nitrogen. Salah satu contoh sumber nitrogen yang dapat digunakan adalah urea.
- Mineral, mineral yang diperlukan mikroorganisme salah satunya adalah fosfat yang dapat diambil dari pupuk TSP.
- Vitamin, sebagian besar sumber karbon dan nitrogen alami mengandung semua atau beberapa vitamin yang dibutuhkan. Defisiensi vitamin tertentu dapat diatasi dengan cara mencampur berbagai substrat sumber karbon atau nitrogen (Fessenden, 1982).

Fermentasi dihentikan bila kadar alkohol telah mencapai 14-16%. Jika diinginkan kadar yang lebih tinggi campuran itu harus disuling. Destilat (sulingan) berupa campuran azeotrop 95% alkohol, 5% air (suatu campuran azeotrop ialah suatu campuran yang mendidih pada suatu titik didih konstan seakan-akan suatu senyawa murni). Destilat ini dapat dicampurkan kembali ke campuran peragian atau fermentasi untuk meningkatkan keadaan kadar alkoholnya atau dapat ditambahi air untuk mendapatkan kadar yang diinginkan (Fessenden, 1982).

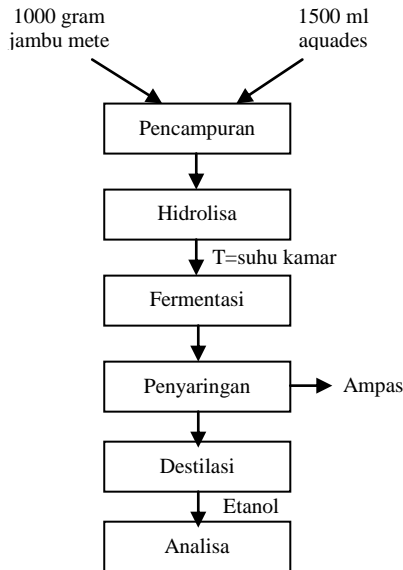
Destilasi adalah metode pemisahan berdasarkan perbedaan titik didih. Destilasi dalam percobaan ini dapat dilakukan pada suhu

80°C, karena titik didih alkohol 78°C sedangkan titik didih air 100°C.

**METODE PENELITIAN**

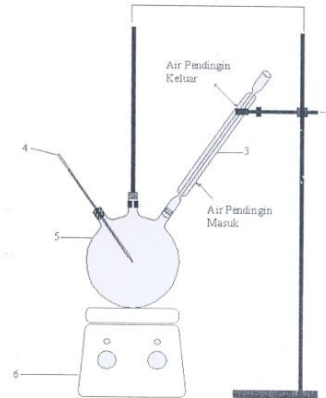
**Diagram alir pembuatan etanol:**

Berat jambu mete : volume aquades = 1 : 1,5 (1000 gram jambu mete dalam 1500 ml aquades)



**Gambar 1. Diagram alir pembuatan etanol**

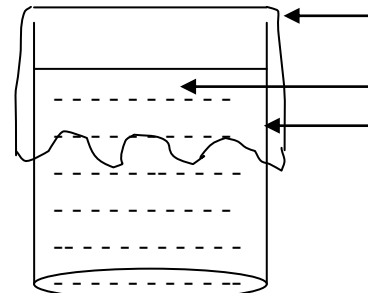
Penelitian dilakukan dengan menimbang buah semu jambu mete yang sudah matang sebanyak 1000 gram dan ditambahkan aquadest 1500 ml. Campuran tersebut kemudian ditambah gula sebanyak 15% dari buah jambu mete. Mengukur pH hasil menggunakan pH stick, lalu menambahkan HCl 0,1 N ke dalam hasil hidrolisa sedikit demi sedikit sampai pH larutan mencapai 4 – 5. Menimbang yeast sesuai dengan variasi berat yang diinginkan dan melakukan fermentasi sesuai waktu yang ditentukan. Larutan fermentasi yang sudah disaring kemudian didestilasi. Proses destilasi dilakukan pada suhu 80 °C, karena titik didih alkohol 78 °C dan titik didih air 100 °C. Selanjutnya hasil destilasi dianalisa dengan kadar alkoholnya. Skema rangkaian alat hidrolisis, alat fermentasi dan rangkaian alat distilasi disajikan di Gambar 2, 3 dan 4.



Keterangan Gambar :

1. Statif
2. Klem
3. Pendingin Balik
4. Termometer
5. Labu Leher Tiga
6. Pemanas Magnetik Stirrer

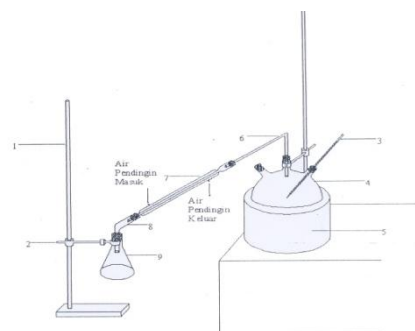
**Gambar 2. Rangkaian alat hidrolisa**



Keterangan:

1. Penutup plastik
2. Larutan sari jambu mete + yeast
3. Gelas beaker

**Gambar 3. Alat fermentasi anaerob**



Keterangan Gambar :

1. Statif
2. Klem
3. Termometer
4. Labu Leher Tiga
5. Pemanas Mantel
6. Pipa Kaca Bengkok
7. Pendingin Balik
8. Adaptor Bengkok
9. Erlenmeyer

**Gambar 4. Rangkaian alat distilasi HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil percobaan pengaruh waktu fermentasi serta jumlah yeast yang digunakan terhadap kadar alkohol, dapat dilihat pada Tabel 2, 3 dan 4 dan Gambar 2 di bawah.

**Tabel II. Hasil fermentasi dengan yeast 10 gram**

waktu (hari)	Volume sari buah (ml)	Kadar (gr etanol/ 100 gr jambu mete)
5	350	0.2016
6	350	0.5001
7	350	0.6813
8	350	0.9134
9	350	1.2697
10	350	1.8751

**Tabel III. Hasil fermentasi dengan yeast 15 gram**

waktu (hari)	Volume sari buah (ml)	Kadar (gr etanol/ 100 gr jambu mete)
5	350	0.6840
6	350	1.0167
7	350	1.4120
8	350	2.0386
9	350	2.2668
10	350	2.9549

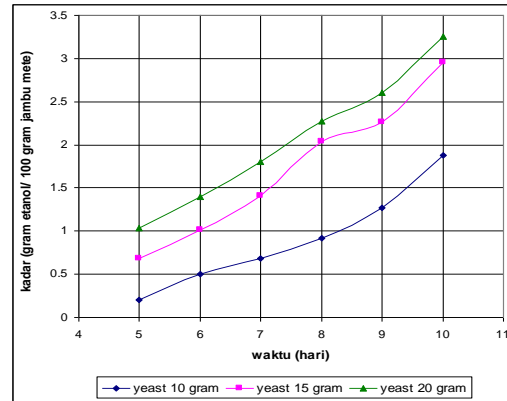
**Tabel IV. Hasil fermentasi dengan yeast 20 gram**

waktu (hari)	Volume sari buah (ml)	Kadar (gr etanol/ 100 gr jambu mete)
5	350	1.0362
6	350	1.3958
7	350	1.7993
8	350	2.2732
9	350	2.6005
10	350	3.2577

Dari hasil percobaan fermentasi antara 5 sampai 10 hari dengan variasi yeast 10, 15, dan 20 gram, diketahui bahwa kadar etanol tertinggi pada hari kesepuluh dengan variasi yeast 20 gram, maka diambil data pada yeast 20 gram untuk hasil etanol yang didapatkan tiap jam pada hari ke-10 (Tabel 5 dan Gambar 3).

Alkohol diperoleh dari fermentasi karbohidrat yang berkataliskan enzim. Satu enzim memecah karbohidrat menjadi glukosa kemudian glukosa diubah menjadi alkohol. Pada proses ini alkohol diproduksi secara alamiah oleh mikroorganisme tertentu. Mikroorganisme yang paling umum digunakan

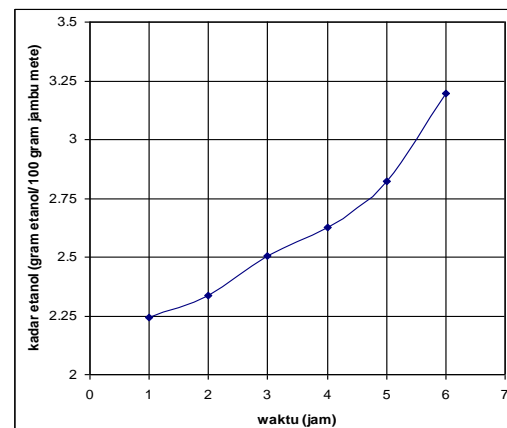
adalah *Saccharomyces cerevisiae*. Kadar alkohol yang dihasilkan biasanya adalah sekitar 10-14%. Alkohol yang dihasilkan dapat bersifat racun pada mikroba ini, karena itu konsentrasi alkohol maksimum untuk pertumbuhannya adalah 16 %.



**Gambar 2. Grafik hubungan antara waktu fermentasi terhadap kadar etanol pada variasi jumlah yeast yang digunakan.**

**Tabel V. Hasil fermentasi dengan yeast 20 gram untuk hari ke-10**

waktu (hari)	Volume sari buah (ml)	Kadar (gr etanol/ 100 gr jambu mete)
1	350	2.2452
2	350	2.3359
3	350	2.5065
4	350	2.6280
5	350	2.8226
6	350	3.1941



**Gambar 3. Grafik hubungan antara waktu fermentasi terhadap kadar etanol untuk jumlah yeast 20 gram pada hari ke-10.**

Untuk mendapatkan alkohol dengan konsentrasi yang lebih tinggi, larutan tersebut harus disuling (didestilasi). Dengan penyulingan dapat diperoleh alkohol yang kadarnya mencapai kurang lebih 95 %. Jadi proses produksi alkohol dapat dibagi dalam dua tahapan, yaitu tahapan produksi alkohol secara fermentasi dan tahapan penyulingan alkohol.

Berdasarkan Tabel 2, 3 dan 4, dan Gambar 2, dapat dilihat bahwa kadar etanol paling tinggi pada waktu fermentasi selama 5 sampai 10 hari untuk masing-masing variasi ragi diperoleh pada waktu fermentasi 10 hari. Dari penelitian ini diperoleh kadar etanol tertinggi pada waktu fermentasi 10 hari dengan yeast 20 gram, yaitu 3,1941 gram etanol tiap 100 gram jambu mete. Hal ini disebabkan pertumbuhan mikroba maksimum seiring dengan banyaknya persediaan makanan (substrat) dan mikroba telah beradaptasi terhadap lingkungan dengan baik.

Waktu fermentasi yang digunakan dalam penelitian ini masih memungkinkan bagi mikroba untuk mengkatalis reaksi pembentukan etanol. Sedangkan jika waktu fermentasi ditambah maka etanol yang dihasilkan akan dijadikan substrat oleh mikroba dalam proses metabolismenya, sehingga terbentuk produk selain etanol.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain :

1. Sari buah semu jambu mete dapat dibuat etanol dengan proses fermentasi menggunakan yeast *Saccharomyces cerevisiae*.
2. Waktu fermentasi berbanding lurus dengan kadar etanol yang didapatkan yaitu semakin lama waktu fermentasi, kadar etanol akan semakin tinggi.
3. Kadar etanol berbanding lurus dengan jumlah yeast yang digunakan yaitu semakin banyak yeast yang digunakan, kadar etanol akan semakin tinggi.
4. Kadar etanol maksimum yang didapatkan yaitu pada hari ke sepuluh untuk tiap variasi yeast.

### Saran

1. Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan variasi penambahan waktu, penambahan gula, serta komposisi campuran bahan baku.
2. Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan penambahan tahap pemurnian hasil.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anshori Rahman, 1984, "Pengantar Teknologi Fermentasi", Penerbit Arcan
- Djarajah, 1994, "Jambu Mete dan Pembudidayaannya", Kanisius, Yogyakarta.
- Dwidjoseputro, Dakimah, 1976, "Microbiological Studies of Indonesian Ragi", Direktorat Pembinaan Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta.
- Fardiaz, S., dan Winarno, F.G., 1984, "Pengantar Teknologi Pangan", Edisi ke-3, Gramedia, Jakarta.
- Fessenden, 1982, "Kimia Organik", edisi ketiga, Erlangga, Jakarta.
- Frazier, W.C., and Westhoff, D.C., 1987, "Food Microbiology", Tata Mc. Graw Hill Publishing Company Limited, New Delhi.
- Groggins, P.H., 1958, "Unit Processes In Organik Syntetic", 5<sup>th</sup> edition, Mc Graw Hill, Kogakusha, Ltd, Tokyo.
- Hans G. Schlegel, 1994, "Mikrobiologi Umum", Gajah Mada Universitas Press, Ed 6, Yogyakarta.
- Hudaya, S. dan Daradjat, S. S., 1982, "Dasar - dasar Pengawetan 2", Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta.
- Ketaren, S., 1986, "Minyak dan Lemak Pangan", Universitas Indonesia, Jakarta.
- Mc Cabe, W.L., 1993, "Operasi Teknik Kimia", edisi keempat, Erlangga, Jakarta.
- Prescott, S.C., and Dunn, S.G., 1959, "Industrial Microbiology", Mc Graw HillBook Co., New York.
- Tjokroadikoesoema, 1985, "HPS dan Industri Ubi Kayu Lainnya", edisi 2, PT Gramedia, Jakarta.
- Underwood, 1996, "Analisa Kimia Kuantitatif", edisi kelima, Erlangga, Jakarta.