Jurnal Reka Buana Volume 2 No 2, Maret 2017 - Agustus 2017

PENGARUH PH TERHADAP KUALITAS PRODUK ETANOL DARI MOLASSES MELALUI PROSES FERMENTASI

SP. Abrina Anggraini[1)], Susy Yuniningsih[2)], Mauritsius Melkysedes Sota[3)]

[1,2,3)]Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Tribhuwana Tunggadewi Malang

***email**[1)] : sinar_abrina@yahoo.co.id*

ABSTRACT

The energy crisis of fuel is a problem faced by almost every state, predicted fuel reserves only enough oil to meet the world's needs for the next 30 years. Bioethanol is a non-fossil fuel considerable potential and can be used as an alternative fuel. This study aims to determine the effect of pH on ethanol yield and to determine the optimal pH by using a fermentation process raw material molasses. The research variables consisted of fixed and changing research, the materials used are, molasses (molasses), yeast Saccharomyces cerevisiae, NPK, urea, and water, and the tools used, the fermentor, pH meters, and pycnometer. The conclusion of this study, the pH affects the quality of ethanol and the highest levels of ethanol produced at pH 4.5, where the concentration of glucose and yeast performance Sacharomyces cereviseae very optimum at pH 4.5 to produce the ethanol content amounted to 5.6%.

Keywords : pH, etanol, fermentasi

PENDAHULUAN

Krisis energi bahan bakar minyak merupakan masalah yang dihadapi hampir disetiap negara. Amerika Serikat merupakan konsumen terbesar minyak didunia dengan tingkat konsumsi 25 juta barrel/hari, tapi hanya memproduksi 7,5 barrel/hari. Di Indonesia kebijakan pengurangan subsidi BBM merupakan upaya yang diterapkan pemerintah untuk mencukupi kebutuhan BBM. Kebijakan ini mengakibatkan ketergantungan masyarakat terhadap BBM yang merupakan sumber daya yang tak terbarukan. Cadangan minyak dunia sekarang diperkirakan hanya 1,2 triliun/ barel, sebagian besar ada di Timur Tengah. Diprediksikan, bahwa cadangan itu hanya cukup untuk memenuhi kebutuhan dunia selama 30 tahun ke depan.

Ancaman yang dapat ditimbulkan akibat ketergantungan terhadap bahan bakar fosil yakni faktor semakin menipisnya cadangan minyak bumi, kenaikan atau ketidakstabilan harga akibat laju permintaan yang lebih besar dari produksi minyak dan faktor polusi akibat emisi pembakaran bahan bakar fosil ke lingkungan. Salah satu alternatif adalah bahan bakar non fosil yaitu bioetanol. Bioetanol adalah bahan bakar nonfosil yang cukup potensial dan dapat dijadikan bahan bakar alternatif. Tanaman yang dapat dijadikan bioetanol adalah bahan berpati seperti ubi kayu, ubi jalar, gandum dan kentang; bahan bergula seperti tetes tebu (molasses), nira tebu, nira kelapa, dan nira nipah; dan bahan berselulosa seperti batang pisang, ampas tebu, dan jerami padi. Bahan ini dapat diperoleh dari hasil pertanian, sehinga secara tak langsung dapat meningkatkan ekonomi masyarakat khususnya para petani. Bioetanol memiliki

beberapa keunggulan yaitu ramah lingkungan, mengurangi emisi gas buang karbondioksida, mengurangi hujan asam, menghasilkan pembakaran yang lebih sempurna karena bioetanol mengandung lebih banyak oksigen dari premium sehingga mengurangi emisi karbon monoksida dan lebih irit penggunaanya.

Proses produksi bioetanol melalui beberapa tahapan, setiap tahapan memerlukan proses pengontrolan agar dapat menghasilkan kaulitas dan kuantitas etamol yang diharapkan. Pada proses fermentasi berlangsung, pH akan menjadi sedikit menurun. Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi jumlah etanol yang dihasilkan dari fermentasi adalah mikroorganisme dan media yang digunakan. Selain itu hal-hal yang perlu diperhatikan selama fermentasi selain pemilihan khamir, konsentrasi gula, keasaman, oksigen, dan suhu. Pengaruh pH juga akan mempengaruhi kualitas etanol yang dihasilkan.

Molasses merupakan salah satu bahan baku alternatif dalam pembuatan Bioetanol karena prosesnya lebih sederhana yang hanya meliputi proses fermentasi dan distilasi. Selain itu, bahan baku molasses memiliki harga yang murah dan mudah didapatkan di negara Indonesia. Oleh sebab itu industri bioetanol berbahan baku molasses dapat didirikan dalam skala besar maupun skala rumah tangga. Bioetanol dapat dimanfaatkan sebagai bahan kimia dasar senyawa organik, bahan pelarut untuk parfum, cat dan larutan obat, desinfektan, bahan dasar minuman beralkohol serta sebagai substitusi bahan bakar rumah tangga seperti bahan bakar minyak tanah dan gas. Produksi etanol nasional ditargetkan 150 juta liter per tahun demi memenuhi permintaan tersebut sehingga membuka lebih banyak lapangan pekerjaan (Riyanti, 2009).

Molasses (tetes tebu)

Molasses mengandung sejumlah besar gula, baik sukrosa maupun gula pereduksi. Total kandungan gula berkisar antara 48-56% dan pH-nya sekitar 5.5-5.6 (Sa'id, 1987). Dua bentuk *molasses* kedua-duanya adalah hasil samping industri gula tebu, seringkali digunakan dalam proses fermentasi. Untuk pembuatan etanol, *molasses* harus mendapat perlakuan pendahuluan. Hal tersebut disebabkan karena *molasses* bersifat kental, kadar gula dan pH-nya masih terlalu tinggi serta nutrisi yang dibutuhkan khamir belum mencukupi dalam *molasses* ini. *Molasses* mengandung kurang lebih 60% selulosa dan 35.5% hemisolulosa. Kedua bahan polysakarida ini dapat dihidrolisis menjadi gula sederhana yang selanjutnya dapat difermentasi menjadi etanol. Potensi produksi *molasses* ini per hektar kurang lebih 10-15 ton. Jika seluruh molasses per hektar ini diolah menjadi etanol FGE (*Fuel Grade Ethanol*), maka potensi produksinya kurang lebih 766 hingga 1,148 liter/ha FGE.

pH. pH dibentuk dari informasi kuantitatif yang dinyatakan oleh tingkat derajat keasaman atau basa yang berkaitan dengan aktivitas ion hydrogen. Nilai pH dari suatu unsur adalah perbandingan antara konsentrasi ion hydrogen [H+] dengan konsentrasi ion hidroksil [OH-]. Jika konsentrasi H+ lebih besar dari OH-, material disebut asam; yaitu nilai pH adalah kurang dari 7. Jika konsentrasi OH- lebih besar dari H+, material disebut basa, dengan suatu nilai pH lebih besar dari 7. Jika konsentrasi H+ sama dengan OH- maka material disebut sebagai material netral. Asam dan basa mempunyai ion hydrogen bebas dan ion alkali bebas.Besarnya konsentrasi ion H+ dalam larutan disebut derajat keasaman. Untuk menyatakan derajat keasaman suatu larutan dipakai pengertian pH.

pH Meter

Pengukuran suatu pH didasarkan pada potensial elektro kimia yang terjadi antara larutan yang terdapat didalam elektroda gelas (membrane gelas) yang telah diketahui dengan larutan yang terdapat diluar elektroda gelas yang tidak diketahui. pH meter akan mengukur potensial listrik (pada gambar alirannya searah jarum jam) antara merkuri Cloride (HgCl) pada elektroda pembanding dan potassium chloride (KCl) yang merupakan larutan didalam gelas electrode serta potensial antara larutan dan elektroda perak.

Etanol

Etanol (disebut juga etil-alkohol atau alkohol saja), adalah alkohol yang paling sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Karena sifatnya yang tidak beracun bahan ini banyak dipakai sebagai pelarut dalam dunia farmasi dan industri makanan dan minuman. Sifat kimia etanol yaitu: BM 46,07, mudah menguap, mudah terbakar, tidak berasap dan nyala api kebiru-biruan, berat jenis lebih kecil dari berat jenis air. Etanol dihasilkan dari gula yang merupakan hasil aktivitas fermentasi sel khamir. Khamir yang baik digunakan untuk menghasilkan etanol adalah dari genus *Saccharomyces*.

Table 2 Komponen dan sifat etanol

Komponen	Sifat
Massa molekul relatif	46.07 g/mol
Titik beku	-114.1^{0}C
Titik didih normal	78.32^{0}C
Densitas pada 20^{0}C	0.7893 g/mol
Kelarutan dalam air 20^{0}C	Sangat larut
Viskositas pada 20^{0}C	1.17 cP
Kalor spesifik pada 20^{0}C	0.579 kal/g
Kalor pembakaran pada 25^{0}C	7092.1 kal/g
Kalor penguapan 78.32^{0}C	200.6 kal/g

Sifat Fisik Etanol (Sumber: Rizana (2000)

Khamir (saccharomyces cerivisiae)

Saccharomyces merupakan mikroorganisme yang sangat luas dikenal masyarakat luas sebagai ragi roti. Ragi roti ini selain digunakan dalam pembuatan makanan dan minuman, juga digunakan dalam industri etanol (umbreit, 1959). *Saccharomyces cerevisiae* telah lama digunakan dalam industri alkohol dan minuman beralkohol sebab memiliki kemampuan dalam memfermentasi glukosa menjadi etanol. Hal yang menarik adalah proses fermentasi etanol pada khamir tersebut berlangsung pada kondisi aerob. Kriteria pemilihan khamir untuk produksi etanol adalah sebagai berikut:

- Mempunyai laju fermentasi dan laju pertumbuhan cepat
- Perolehan etanol banyak
- Tahan terhadap konsentrasi etanol dan glukosa tinggi
- Tahan konsentrasi garam tinggi
- pH optimum fermentasi rendah
- Temperatur optimum fermentasi sekitar 25^{0}C-30^{0}C
- Tahan terhadap stress fisika dan kimia

NPK

Pupuk NPK merupakan jenis pupuk majemuk (dalam satu jenis mengandung beberapa jenis unsur hara) yaitu unsur makro Nitrogen (N), Phospor (P), dan Kalium (K). Pupuk ini berbentuk butiran (prill) dengan bulatan besar berwarna merah bata. Pupuk ini termasuk pupuk yang tidak mudah menyerap air, sehingga tahan disimpan lama didalam gudang. Dalam fermentasi penambahan NPK berfungsi untuk memberikan nutrisi pada khamir *Saccharomyces cerevisiae*.

Urea

Pupuk urea berfungsi dalam fermentasi pada proses pembuatan etanol sebagai nutrisi bagi khamir *Saccharomyces cerevisiae*. Pupuk urea berbentuk butir-butir kristal berwarna putih, dengan rumus kimia NH_2CONH_2, merupakan pupuk yang mudah larut dalam air dan sifatnya sangat mudah menghisap air (higroskopis). Urea yang terurai oleh air akan menjadi Karbondioksida (CO_2) dan Amonik (NH_3). Kedua senyawa ini pada suhu khatulistiwa berkisar antara 28-31^{0}C.

Pupuk urea yang dijual di pasaran biasanya mengandung unsur hara N sebesar 46% dengan pengertian setiap 100 kg urea mengandung 46 kg Nitrogen.

Table 2.3 Komponen dan sifat urea

Komponen	Sifat urea
Bentuk	kristal putih
Berat molekul	60.06 g/mol
Titik lebur	132.70^{0}C
Titik didih	Dekomposisi
Spesifik gravity	1.335
Viskositas (larutan jenuh)	2 cp pada 20^{0}C dan 1.7 cp pada 15^{0}C
Kelarutan dalam 100 bagian air	100 bagian pada 170^{0}C
Kelarutan dalam 100 bagian eter	Slights Soluble
Temperature diatas 330 – 450^{0}C	terurai menjadi melamine, carbondioksida dan amonia

Fermentor

Fermentor adalah tangki atau wadah dimana didalamnya seluruh sel (mikroba) mengubah bahan dasar menjadi produk biokimia dengan atau tanpa produk sampingan. Fermentor sering juga disebut bioreaktor. Fungsi dasar dari fermentor adalah menyediakan kondisi lingkungan yang cocok bagi mikroba didalamnya untuk menghasilkan biomassa, metabolit dan sebagainya. Fermentor berguna untuk memfermentasikan *molasses*. Proses fermentasi ini dengan mencampurkan campuran NPK, khamir *Saccharomyces cerevisiae* dan Urea ke dalam cairan *molasses*.

Fermentasi

Fermentasi mempunyai arti yang berbeda bagi ahli biokimia dan mikrobiologi industri. Fermentasi mempunyai pengertian suatu proses terjadinya perubahan kimia pada suatu subtrat organik melalui aktivitas enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme.

Bahan dasar untuk fermentasi pada pembuatan etanol adalah *molasses*. Bahan dasar mempunyai syarat-syarat:

- Mudah didapat
- Jumlah besar
- Murah harganya
- Bila diperlukan ada penggantinya

Piknometer

piknometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur nilai massa jenis atau densitas dari fluida. Piknometer terdiri 3 bagian yaitu tutup pikno, lubang, dan gelas atau tabung ukur. Cara menggunakannya :

- Lihat dulu berapa volume piknometer yang diginakan.
- Timbang piknometer dalam keadaan kosong
- Masukkan fluida yang akan diukur massa jenisnya ke dalam piknometer
- Tutup piknometernya
- Timbang massa piknometer yang berisi fluida tersebut
- Hitung massa fluida yang dimasukkan dengan cara mengurangkan massa pikno berisi fluida dengan massa pikno kosong.
- Setelah dapat data massa dan volume fluidanya, tinggal menentukan nilai rho/masssa jenis (p) fluida dengan persamaan : rho (p) = m/V. Satuan yang di gunakan biasanya massa dalam satuan gram volume dalam satuan ml = cm^3.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pH terhadap hasil etanol dan untuk menentukan pH optimal dengan menggunakan proses fermentasi yang berbahan baku *molasses*. Fermentasi ini menggunakan khamir *Saccharomyces cereviseae* dengan suhu 32^{0}C, waktu 72 jam, dan variasi ph 3.5; 4; 4.5; dan 5. Fermentor berguna untuk mem-fermentasikan *molasses*. Proses fermentasi dengan mencampurkan campuran NPK, Khamir *Saccharomyces cereviseae* dan Urea ke dalam cairan *molasses*. Proses ini berlangsung secara aenorob, atau hampa udara agar tidak terdapat kuman atau bakteri yang ikut masuk ke dalam tangki fermentor. Jadi saluran di mulut tangki fermentor harus tertutup rapat, jangan

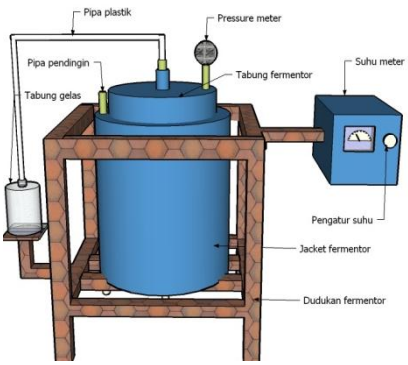
sampai ada udara masuk. Udara hasil fermentasi yang keluar disalurkan melalui selang kecil yang disalurkan ke dalam botol berisi air, dan posisi selang berada 2 cm dibawah tinggi permukaan air dalam botol tersebut. Proses fermentasi berlangsung selama 3 atau 4 hari, atau biasanya ditandai dengan habisnya gelembung-gelembung udara yang muncul di botol penampung CO_2.

Variable Penelitian

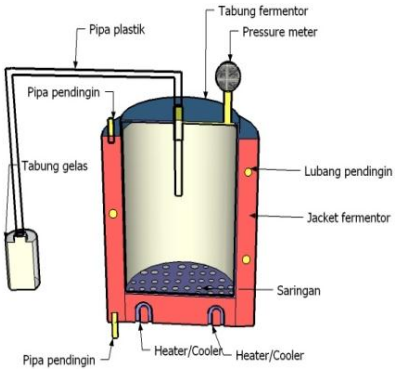
1) Variabel tetap terdiri dari :
   - Bahan yang digunakan adalah tetes tebu (*molasses*)
   - Air 5,4 liter
   - Lama waktu : 72 jam
   - Temperature proses 32^0C
   - Khamir yang digunakan adalah *Saccharomyces cerevisiae* 28 gram
   - Kapasitas molasses 1,8 liter
   - NPK 14 gram
   - Urea 70 gram
2) Variabel berubah terdiri dari pH 3,5; 4; 4,5; dan 5

Bahan dan alat

1) Bahan
   Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah, tetes tebu (*molasses*), *Khamir Saccharomyces cerevisiae,* NPK, Urea, dan Air.
2) Alat
   Alat yang digunakan, yaitu Fermentor, pH meter, dan Piknometer.



Gambar 1 Alat fermentor tampak luar



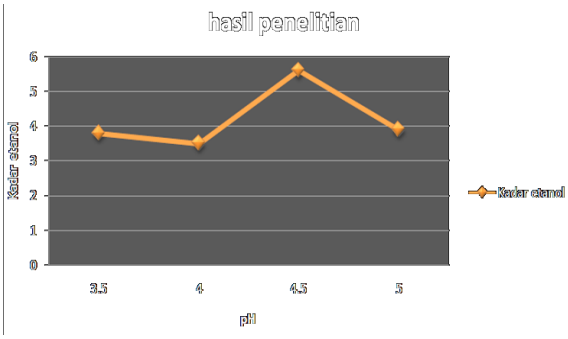
Gambar 2 Alat fermentor tampak dalam

HASIL DAN PEMBAHASAN

Etanol atau etil alkohol dihasilkan dari pemecahan substrat yang mengandung pati atau gula tinggi melalui proses fermentasi oleh khamir (*yeast*) sebagai biokatalis. Umumnya pada fermentasi yang berbahan baku *molasses* digunakan khamir *Saccharomyces cereviseae*. pH merupakan satu diantara beberapa faktor penting yang mampu mempengaruhi proses pada fermentasi etanol. Pada penelitian ini divariasikan dengan pH yang berbeda-beda yaitu pH 3,5; 4; 4,5; dan 5, dengan perbandingan komposisi bahan 1,8 liter *molasses* dan 5,4 liter air (1:3). Untuk mengetahui kadar etanol yang dihasilkan, maka dilakukan pengukuran atau uji kadar etanol pada tiap variabel pH fermentasi dengan menggunakan alat piknometer. Berdasarkan hasil analisa tersebut dapat dilihat pada tabel 4.1 dan gafik 4.1 dibawah.

Table 4.1 Data hasil penelitian kadar etanol dengan perbandingan 1:3 (molasses 1,8 liter : air 5,4 liter)

Variabel pH	Kadar etanol (%)
3.5	3.8
4	3.5
4.5	5.6



Gambar 3 Perbandingan kadar etanol dan pH fermentasi dengan komposisi 1: 3 (molasses 1,8 liter : air 5,4 liter)

Berdasarkan hasil diatas pada table 4.1 dan grafik 4.1 pada pH 3.5 yang apabila kita lihat grafik dan datanya bahwa kadar etanol 3.8%, Hal ini menunjukan bahwa pada pH 3,5 pertumbuhan dan aktivitas khamir belum maksimal. Hal ini diindikasikan sama pada pH 4 bahwa aktivitas khamir juga belum maksimal memperoleh energi melalui pemecahan substrat atau katabolisme guna keperluan metabolisme dan pertumbuhan hingga pH optimal 4.5 (Astuti 1991).

Katabolisme subsrat oleh khamir dimulai dengan pemecahan glukosa yang terdapat dalam substrat bersangkutan. Pada tahap ini tidak terjadi perubahan potensial oksidasi-reduksi pada substrat dan pertukaran energi sangat kecil. Seperti yang dinyatakan Johnson, M. J (1970) bahwa untuk melangsungkan berbagai aktifitas tersebut diperlukan energi dalam jumlah besar. Khamir dalam kondisi pH yang optimal mampu mencerna sejumlah nutrien yang beratnya sama dengan beratnya sendiri dalam setiap beberapa detik untuk memenuhi jumlah energi yang dibutuhkan (Prescott dan Dunn 1981).

Berdasarkan pada grafik diatas khamir mulai optimal mencerna nutrien pada pH 4.5 dengan kadar etanol tertinggi sebesar 5.6%, hal ini dikarenakan bahwa pertumbuhan *Saccharomyces cereviseae* mampu mensintesis energi dengan sempurna melalui aktivitas memecah glukosa seiring dengan ini konsentrasi khamir juga meningkat, dan akhirnya mengeluarkan (*eksresi*) produk-produk metabolisme yang terbentuk berupa etanol, pada pH ini juga khamir memasuki fase pertumbuhan yang dipercepat. Ketika pH ditingkatkan, maka laju pertumbuhan akan menurun dan akhirnya pertumbuhan berhenti sama sekali. Berhentinya pertumbuhan dapat disebabkan karena berkurangnya beberapa nutrien esensial dalam medium atau karena terjadinya akumulasi autotoksin dalam medium atau kombinasi dari keduanya. Produk ini akan mulai turun sampai fermentasi mendekati pH 5. Derajat keasaman (pH) optimum untuk proses fermentasi sama dengan pH optimum untuk proses pertumbuhan khamir yaitu pH 4,0-4,5 (Astuty 1991).

pH dari media sangat nempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme. Setiap mikroorganisme mempunyai pH minimal, maksimal dan optimal untuk pertumbuhannya. Untuk yeast, pH optimal untuk pertumbuhannya ialah berkisar antara 4.0 sampai 4,5. Menurut volk (1993) menyatakan bahwa pada pH dibawah 3 ternyata hasil fermentasi etanol akan semakin rendah, karena fermentasinya berjalan lambat. Jadi ada indikasi apabila pH dibawah 3.5, kadar etanol akan rendah.

Saccharomyces cereviseae memasuki fase stasioner atau sudah tidak berkerja lagi secara optimal pada pH 5 dimana diperoleh kadar etanol yang menurun dari 5.6% menjadi 3.9%. Fase ini disebabkan oleh kadar glukosa cendrung menurun, dimana glukosa digunakan sebagai sumber karbon bagi sel khamir, sehingga khamir tidak dapat menguraikan untuk menjadi etanol dan sebagian khamir akan mati. Fase ini juga khamir menghasilkan produk samping, produk samping dari proses fermentasi berupa asam asetat yang mengalami reaksi lanjut serta larutan pati menjadi 3 (tiga) lapisan yaitu lapisan

bawah berupa endapan protein, air dan etanol (volk, 1993).

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian tentang pengaruh pH terhadap kualitas produk etanol dari molasses melalui proses fermentasi yaitu :

1. pH mempengaruhi kualitas etanol.
2. Kadar etanol tertinggi yang dihasilkan pada pH 4.5, dimana konsentrasi glukosa dan kinerja khamir *Sacharomyces cereviseae* pada pH 4.5 sangat optimum sehingga menghasilkan kadar etanol sebesar 5.6%.

DAFTAR PUSTAKA

Astuty, E. D. 1991. *Fermentasi Etanol Kulit Buah Pisang*. UGM. Yogyakarta.

Bickle K A dkk. 1987. *Ilmu Pangan*. Indonesia University press. Jakarta.

Fardiaz. 1992. *Mikroba Pangan*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

Hidayat Nur dan Suhartini Sri, 1997. *Fermentasi*. Jurusan Teknik Indusri Pertanian FTP Universitas Brawijaya. Malang.

Judoamidjojo, Muljono, Darwis, A.A, dan Sa'id, E.G. 1992. *Teknologi Fermentasi*. Pusat Antar Universitas Institut Pertanian Bogor dengan Lembaga Sumber Daya Informasi Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Prescott dkk. 1959. *Industrial Microbiology 3rd Edition*, McGrow – Hill Book Company, Inc, New York.

Prescott and Dunn. 1981. *Industrial Microbiology 4th Edition*. AVI Publishing Company, Inc, Westport – conecticutt.

Rahman, A. 1992. *Teknologi Fermentasi*. Arcana. Jakarta

Sa'id, E.G. 1987. *Teknologi Fermentasi*. CV. Rajawali. Jakarta.

Umbreit, Wayne W, 1959. *Advances In Applied Microbiology*, vol. 1, Retgers University. New Jersey.

Volk dkk. 1993. *Mikrobiologi Dasar I*. Erlangga. Jakarta