

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Taksonomi dan Morfologi *Chlorella* sp

Chlorella sp merupakan salah satu jenis alga uniseluler. Alga ini dalam klasifikasi termasuk dalam divisio Chlorophyta. Klasifikasi selengkapnya adalah sebagai berikut :

Divisio : Chlorophyta
Kelas : Chlorophyceae
Ordo : Chlorococcales
Sub Ordo : Autosporinae
Famili : Chlorellaceae
Genus : Chlorella
Species : Chlorella sp

(Pandey dan Trivedi, 1988).

Kata *Chlorella* berasal dari kata Latin chlor, yang artinya hijau dan ella yang berarti kecil (Suseno, 1976).

Chlorella merupakan alga uniseluler. Bentuk selnya seperti bola atau bulat telur (Suseno, 1976), ada pula yang berbentuk ellips (Pandey dan Trivedi, 1988). *Chlorella* sp mempunyai diameter 5 - 10 mikron, non motil, hidup bebas tetapi ada pula yang berkelompok yang terdiri atas 4 - 16 sel seperti pada *Chlorella conglomerata* (Pandey dan Trivedi, 1988).

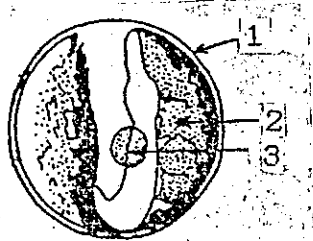
Chlorella berwarna hijau karena banyak mengandung klorofil a dan b juga mengandung karotin dan xantofil.

Kandungan pigmen pada *Chlorella* sp lebih tinggi dibandingkan dengan tumbuh-tumbuhan lainnya (Gupta, 1981). Bentuk klorofil bervariasi ada yang seperti topi, mangkuk dan ada yang seperti pita melengkung (Pandey dan Trivedi, 1988).

Sel *Chlorella* sp diselubungi oleh dinding sel yang terdiri dari selulosa (Kumar dan Singh, 1979). Pengamatan dengan mikroskop elektron menunjukkan bahwa permukaan sel terbungkus dengan dinding sel yang halus, tersusun atas selulosa. Memiliki satu inti sel yang kecil sekali, juga cadangan makanan yang terbuat dari polisakarida. Organel lainnya yaitu badan golgi, dan mitokondria sebagai tempat penghasil energi (Pickett dan Heaps, 1975). Selain itu dalam sitoplasma sel *Chlorella* terdapat pirenoid, dan lamela kloroplas (Pandey dan Trivedi, 1988). Menurut Vashista (1979) pirenoid tidak selalu dijumpai pada tiap sel *Chlorella*.

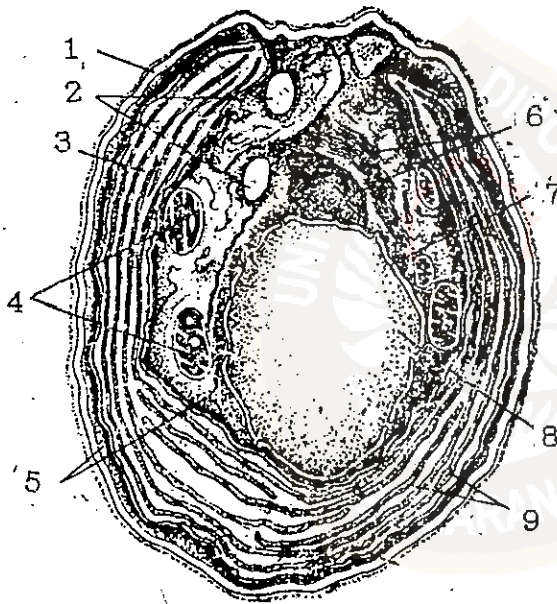
Chlorella hidup dimana-mana (kosmopolit), di perairan tawar, air payau bahkan kadang-kadang dijumpai di laut (Suseno, 1976; Kumar dan Singh, 1979).

Secara lengkap struktur dari sel *Chlorella* sp nampak pada gambar berikut ini :



Gambar 01. *Chlorella* sp (Vashista, 1979)

Keterangan : 1. Dinding Sel
2. Kloroplas
3. Nukleus

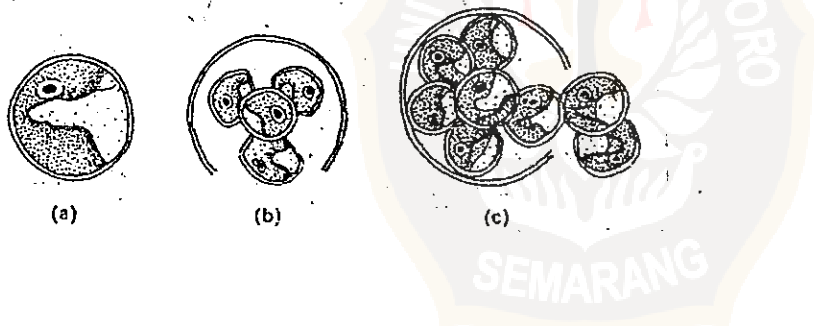


Gambar 02. *Chlorella* sp Dilihat Dengan Mikroskop Elektron (Bilasputra dalam Vashista, 1979).

Keterangan : 1. Dinding Sel 6. Badan Golgi (Dictyosome)
2. Vakuola
3. Kloroplas 7. Membran Nukleus
4. Mitokondria 8. Nukleus
5. Sitoplasma 9. Lamella Kloroplas

B. Reproduksi

Menurut Pandey dan Trivedi (1988), *Chlorella* sp berkembang biak secara aseksual dengan pembentukan autospora. Selama pembentukan autospora, sel membelah menjadi dua, empat, kadang-kadang delapan atau enam belas sel anakan. Kemudian setiap sel anakan akan membulat dan membentuk suatu dinding yang selanjutnya disebut autospora. Bentuk autospora serupa dengan induknya tetapi lebih kecil ukurannya. Kemudian dinding sel induk pecah dan autospora keluar dari induknya serta tumbuh menjadi individu baru (gambar 03).

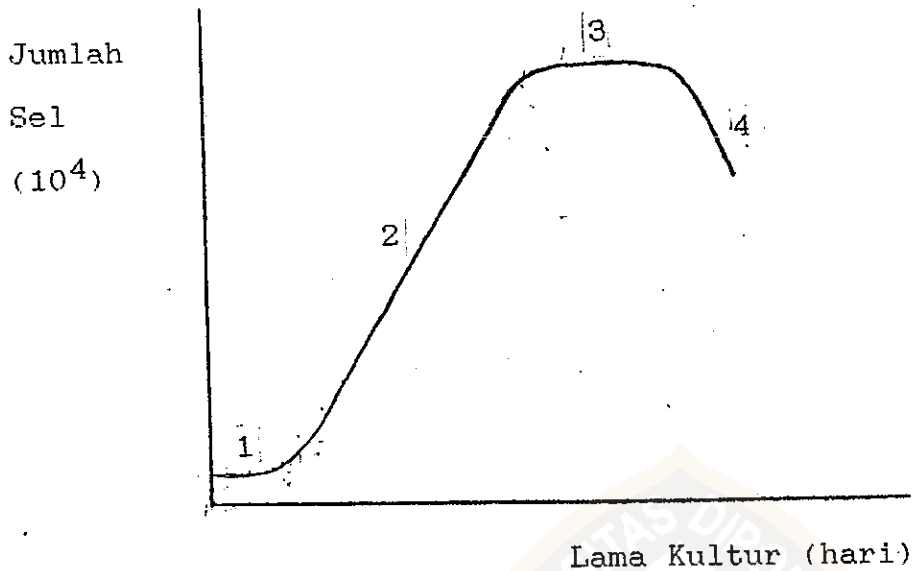


Gambar 03. Reproduksi *Chlorella* sp
(Bold dan Wyne, 1979).

Keterangan : a. Sel Vegetatif
b. Sel Induk
c. Autosporogenesis

C. Pertumbuhan

Menurut Kumar dan Singh (1979) pertumbuhan populasi *Chlorella* sp dapat ditunjukkan dengan kurva seperti di bawah ini :



Gambar 04. Kurva Pertumbuhan Alga (Kumar dan Singh, 1979)

Dari kurva diatas terdapat empat fase yaitu :

1. Fase Induksi/ Fase Lag

Tahap ini terjadi setelah pemberian bibit ke dalam media kultur, populasi alga sementara tidak berubah (Martosudarmo dan Wulani, 1990). Menurut Fogg (1965) fase ini disebut juga sebagai fase adaptasi. Pada fase ini sel melakukan aktifitas metabolik dan fisiologis dalam mempersiapkan diri untuk melakukan pembelahan.

2. Fase Eksponensial

Fase ini ditandai dengan pembiakan sel yang cepat dan konstan. Kunci keberhasilan produksi alga adalah dengan

mempertahankan kultur dalam tahap ini (Martosudarmo dan Wulani, 1990). Pada fase ini kecepatan pembelahan selnya maksimum sehingga terlihat adanya penambahan sel dan metabolisme berlangsung paling aktif.

3. Fase Stasioner

Menurut Martosudarmo dan Wulani (1990) fase ini terjadi bila kecepatan perkembangan sudah mulai menurun secara bertahap. Jumlah populasi konstan dalam waktu tertentu, yang mungkin sebagai akibat dari penghentian pembiakan sel-sel secara total atau adanya keseimbangan antara tingkat kematian dan tingkat pertumbuhan. Menurut Fogg (1965) fase ini terjadi karena adanya faktor pembatas, antara lain yaitu habisnya zat makanan dan makin tertimbunnya bahan metabolit yang bersifat racun. sehingga menghambat atau bahkan menghentikan pertumbuhan sel.

4. Fase Kematian

Pada fase ini tingkat kematian lebih tinggi daripada tingkat pertumbuhan (Martosudarmo dan Wulani, 1990). Menurut Erlina dan Hastuti (1980) fase ini merupakan fase terjadinya penurunan jumlah sel akibat lingkungan sudah tidak mendukung lagi untuk pertumbuhan sel.

Menurut Kumar dan Singh (1979) untuk mengetahui pertumbuhan dari populasi alga dapat digunakan cara :

1. Penghitungan kepadatan sel alga

Penghitungan ini dilakukan dengan menggunakan mikroskop dan Haemocytometer, yang merupakan gelas obyek untuk penghitungan sel darah. Cara ini paling mudah

penggunaannya sehingga banyak digunakan di Balai-Balai Penelitian (Martosudarmo dan Wulani, 1990).

2. Berat Kering

Penghitungan berat kering ini dilaksanakan dengan cara menghilangkan air dalam sel alga dengan menggunakan oven (Kumar dan Singh, 1979).

Menurut Mc Lachlan dalam Stein (1972) penghitungan berat kering ini dilakukan dengan cara mengeringkan sampel suspensi alga sampai mencapai berat konstan.

D. Pemanfaatan *Chlorella* sp

Sejak ditemukan adanya unsur-unsur tertentu dalam *Chlorella* sp yang berguna bagi kehidupan, maka pemanfaatan alga ini makin berkembang dalam berbagai bidang.

Chlorella sp merupakan salah satu bahan pangan yang berasal dari laut, untuk manusia. Disamping produktifitasnya tinggi, *Chlorella* sp juga mengandung gizi yang tinggi. *Chlorella* sp mengandung protein lebih dari 50% sedangkan kandungan lemak dan karbohidrat masing-masing lebih dari 20%. Selain itu juga terdapat asam amino essensial dalam sel *Chlorella* sp. Diketahui pula bahwa *Chlorella* mengandung klorofil a dan b, karoten, xantofil, vitamin A, vitamin B, vitamin C, vitamin K dan unsur-unsur lain (Pandey dan Trivedi, 1988).

Adanya kandungan gizi yang tinggi dalam *Chlorella* sp itu, maka alga ini banyak dimanfaatkan untuk makanan tambahan. Seperti halnya di Jepang, *Chlorella* banyak ditambahkan ke dalam es krim, roti, coklat atau air susu sapi (Suseno, 1976).

Selain di bidang pangan, para ahli juga mengadakan penelitian terhadap *Chlorella* sp di bidang kesehatan. Menurut Chapman dan Chapman (1962) *Chlorella* menghasilkan zat antibiotik yang disebut *chlorellin* yang dapat melawan bakteri.

Kandungan gizi yang tinggi pada *Chlorella* dimanfaatkan pula sebagai pakan alami untuk organisme tingkat rendah. Budidaya alga ini sudah dikembangkan bersama alga jenis lain seperti dari golongan Diatom (Mujiman, 1991). Selain mengandung gizi yang tinggi, *Chlorella* sp juga memenuhi persyaratan sebagai makanan alami bagi larva udang. Menurut Erlina dan Hastuti (1986) persyaratan itu ialah : (1) makanan memiliki bentuk dan ukuran yang sesuai dengan mulut larva udang, (2) kandungan nilai gizinya tinggi, (3) isi sel padat dan dinding sel tipis sehingga mudah diserap, (4) cepat berkembang biak dan memiliki toleransi yang cukup tinggi terhadap perubahan faktor lingkungan, (5) selama dikultur tidak mengeluarkan senyawa yang bersifat racun, (6) apabila bergerak tidak begitu aktif sehingga mudah ditangkap oleh larva udang.

Pemanfaatan *Chlorella* sp sebagai pakan alami dari zooplankton (*Brachionus* sp), larva udang ternyata memberikan hasil yang positif (Anonim, 1985).

Secara lengkap kandungan bahan-bahan organik yang ada dalam *Chlorella* sp disajikan pada Tabel 01 dan 02 :

Tabel 01 : Kandungan Bahan-Bahan Organik Yang Terdapat Dalam *Chlorella* sp

No.	Nama Bahan	Kandungan per 100 gr sel
1.	Protein (%)	60,5
2.	Lemak (%)	11,0
3.	Karbohidrat (%)	29,1
4.	Abu (%)	9,2
5.	Serat (%)	1,0
6.	Klorofil a (%)	1,5
7.	Klorofil b (%)	0,6

Sumber : Wirosaputro, 1991.

Tabel 02 : Kandungan Mineral Dan Vitamin Dalam *Chlorella* sp

No.	Vitamin dan Mineral	Kandungan per 100 gr sel
1.	Vitamin A (IU)	55.500,0
2.	Vitamin B1 (mg)	1,5
3.	Vitamin B2 (mg)	4,8
4.	Vitamin B6 (mg)	1,7
5.	B-Carotene (mg)	180,8
6.	Vitamin C (mg)	15,6
7.	Vitamin E (mg)	3,9
8.	Vitamin K (%)	6,0
9.	Niacin (mg)	23,6
10.	Calcium (mg)	230,0
11.	Magnesium (mg)	315,0
12.	Besi (mg)	167,0
13.	Fosfor (mg)	989,0
14.	Seng (mg)	71,0
15.	Yodium (mcg)	600,0

Sumber : Wirosaputro, 1991.

E. Faktor - faktor yang mempengaruhi pertumbuhan.

Pertumbuhan alga dalam hal ini *Chlorella*, berkaitan sangat erat pada faktor - faktor yang mempengaruhi pertumbuhannya (Venkataraman, 1969). Faktor-faktor tersebut meliputi antara lain intensitas cahaya, suhu, pH medium, tersedianya CO₂ bebas, O₂ terlarut, nutrisi. Disamping itu ada faktor lain yang berpengaruh yaitu salinitas.

Intensitas cahaya.

Cahaya merupakan faktor yang esensial dalam kultur alga. karena cahaya merupakan sumber energi yang diikat dalam proses fotosintesis, sedangkan hasil fotosintesis digunakan untuk pertumbuhan alga (Fogg, 1965).

Intensitas cahaya mempengaruhi puncak populasi pertumbuhan *Chorella* sp (Venkataraman, 1969).

Intensitas cahaya yang diperlukan untuk fotosintesis alga yang baik berkisar antara 3000 - 30.000 lux (Fogg, 1965).

Suhu air.

Bagi makhluk atau tumbuhan yang hidup di air, suhu air sangat berpengaruh pada kehidupan makhluk tersebut. Menurut Venkataraman (1969) peningkatan suhu air menyebabkan peningkatan aktifitas sel sehingga metabolisme berjalan lebih cepat. Akan tetapi suhu tinggi mengakibatkan kematian dengan cepat.

Oleh Boney (1983) dikatakan bahwa perubahan suhu akan mengakibatkan perubahan pada kelarutan gas O₂. Sedangkan suhu optimal untuk *Chlorella* sp berkisar antara 25 - 35° C (Martosudarmo dan Wulani, 1990).

pH (Derajat keasaman).

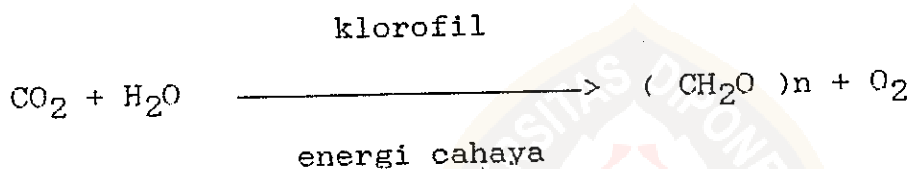
Menurut Martosudarmo dan Wulani (1990) pH berhubungan dengan kandungan CO₂ dalam air. Derajat keasaman (pH) media berpengaruh pada konsentrasi CO₂ dan pada keseimbangan antara ion bikarbonat dan karbonat. Oleh Venkataraman (1969) dikatakan bahwa batas pH minimum bagi pertumbuhan *Chlorella* sp adalah 3 - 4.

Sedangkan menurut Round (1973) pH optimum bagi pertumbuhan *Chlorella* sp antara 7 - 8.

Kandungan CO₂ bebas.

Tersedianya CO₂ bebas merupakan faktor penting untuk pertumbuhan *Chlorella* sp, karena secara langsung dipakai sebagai bahan untuk membentuk molekul-molekul organik melalui proses fotosintesis (Round, 1973).

Menurut Venkataraman (1969) proses fotosintesis dengan sederhana dinyatakan dalam persamaan kimia :



Dari persamaan tersebut diatas terlihat bahwa untuk terbentuknya zat organik maka diperlukan tersedianya CO₂ bebas.

Untuk mensuplai CO₂ bebas ke dalam media kultur alga biasa dilakukan dengan cara pengadukan, penggoyangan tabung kultur atau dengan memberikan aerasi ke dalam media kultur yang juga berfungsi untuk meratakan nutrien dalam media kultur (Round, 1973; Venkataraman, 1969).

Kandungan O₂ terlarut.

Oksigen diperlukan oleh alga dalam proses kehidupannya yaitu pada proses respirasi. Oksigen untuk keperluan tersebut diperoleh dari hasil fotosintesis.

yang sebenarnya produksi O_2 ini lebih banyak daripada yang dipergunakannya (Martosudarmo dan Wulani, 1990).

Kelarutan O_2 dalam air dipengaruhi oleh suhu. Jika suhu naik maka kandungan O_2 terlarut dalam perairan akan berkurang, yang selanjutnya akan berakibat pada proses respirasi (Boney, 1983).

Salinitas.

Salinitas dari pandangan limnologi adalah jumlah atau konsentrasi total dari ion-ion yang terlarut dalam air. Salinitas ini lebih sering dinyatakan dalam ppt (part per thousand) atau ‰ (Hariyadi, 1992).

Salinitas atau kadar garam yang berubah-ubah dalam air dapat menimbulkan hambatan bagi kultur fitoplankton. Beberapa jenis fitoplankton dapat tumbuh pada salinitas yang berbeda-beda. Meskipun demikian, ada beberapa jenis yang dapat tumbuh pada tingkat salinitas tertentu saja (Martosudarmo dan Wulani, 1990).

Salinitas yang optimum untuk pertumbuhan *Chlorella* sp adalah 20 - 24‰ (Anonim, 1985).

Nutrien.

Menurut Round (1973) pada hakekatnya media kultur bagi pertumbuhan alga memerlukan unsur tambahan, baik unsur-unsur makro seperti C, H, O, N, P, S, Mg, K dan Ca; maupun unsur-unsur mikro seperti Zn, Cu, Mn, Si, Co, Fe, V, B, Mo dan Cl.

Unsur N, Si dan P sangat penting bagi alga dalam kaitannya dengan pembentukan protein, unsur K berperan dalam metabolisme karbohidrat, unsur Mg untuk pembentukan klorofil dan unsur Fe diperlukan untuk merangsang pembentukan klorofil tersebut (Round, 1973).

Menurut Boney (1983) unsur mikro diperlukan dalam jumlah yang kecil tetapi jika kehadirannya tak tercukupi akan memperlambat pertumbuhan.

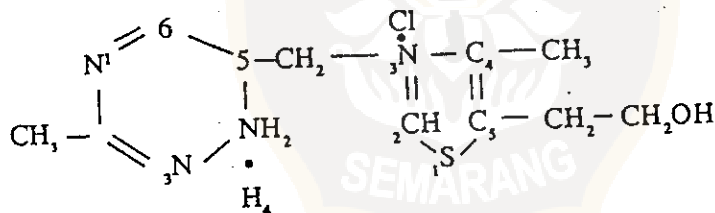
Unsur-unsur mikro anorganik dan organik terbagi dalam dua kelompok yaitu unsur-unsur yang ditambahkan pada media alami dan unsur-unsur yang ditambahkan pada media buatan. Unsur-unsur itu di antaranya yaitu trace elemen, vitamin, faktor penumbuh, ekstrak hati, protein dan yeast (Mc Lachlan dalam Stein, 1972)

F. Bekatul

Dalam penelitian ini dilakukan penambahan bekatul karena dalam bekatul terkandung vitamin B₁ atau thiamin. Menurut Suprawiro, Siregar dan Sabrani (1980) dedak merupakan hasil ikutan dari padi yang digiling. Dedak tersusun dari tiga rupa bahan asal, yaitu kulit padi/gabah, selaput putih dan bahan pati. Ketiga bahan ini berlainan sekali susunan nutriennya. Kulit gabah banyak mengandung serat kasar dan mineral; selaput putih banyak mengandung protein dan vitamin B₁, lemak dan mineral; dan bahan pati sebagian besar terdiri dari karbohidrat yang sangat mudah dicerna. Dedak terbagi atas : dedak kasar, dedak halus, lunteh dan

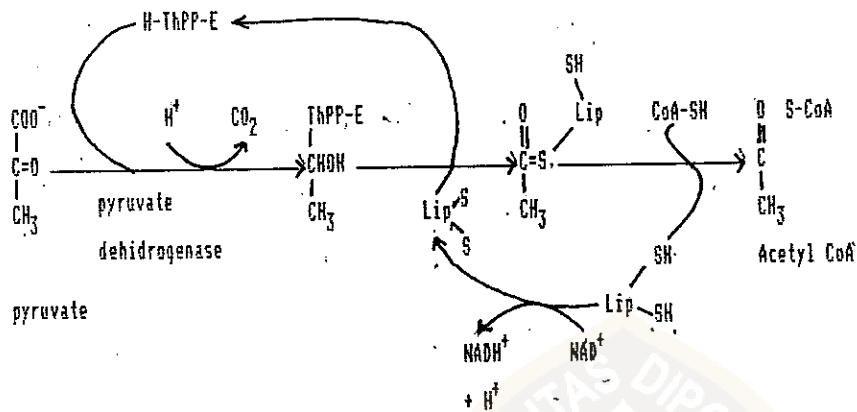
bekatul. Dedak bekatul banyak mengandung protein dan vitamin B₁ karena sebagian besar terdiri dari bahan asal selaput putih; juga banyak mengandung bahan dari pati dan sedikit bagian kulit. Menurut Andarwulan dan Sutrisno (1992) vitamin B₁ terdapat dalam jumlah yang tinggi pada biji-bijian, terutama dalam bagian kecambah dan bekatul padi. Hal ini diperkuat oleh Lehninger (1988) yang menyatakan bahwa bekatul yang hilang pada waktu penyosohan mengandung hampir seluruh kandungan thiamin beras.

Vitamin B₁ atau thiamin diisolasi dalam bentuk murni sebagai thiamin hidroklorida. Thiamin sangat larut dalam air dan tidak larut dalam lemak. Thiamin hidroklorida dapat disterilisasi pada suhu 120°C dalam larutan yang mengandung air (Wahyu, 1988).



Gambar 05. Tiamin (Andarwulan dan Sutrisno, 1992)

Menurut Morris (1980) thiamin pirofosfat merupakan kofaktor pada reaksi dekarboksilasi piruvat. Kompleks piruvat dehidrogenase mengkatalisakan reaksi dekarboksilasi dan mereduksikan asam piruvat menjadi asetil CoA dalam mitokondria.



Gambar 06. Kompleks piruvat dehidrogenase (Morris, 1980).

Thiamin pirofosfat, NAD dan kofaktor lipoyl merupakan bagian dari kompleks tersebut. Substrat berikatan dengan thiamin pirofosfat selama dekarboksilasi yang kemudian dikatalisa oleh enzim piruvat dekarboksilase.