

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum Jamur Tiram Putih

Jamur adalah organisme yang berinti, berspora, tidak berklorofil, berupa filamen atau benang-benang bercabang (hifa), heterotrof, dengan dinding dari selulosa atau dari kitin atau dari keduanya dan pada umumnya berkembang baik secara seksual maupun aseksual, cara hidupnya bisa saproba, parasit, komensal, dan simbiosis (Dwijoseputro 1978 ; Alexopoulos dan Mims, 1979).

Struktur somatik jamur yang berupa benang disebut hifa. Hifa tersusun dari satuan-satuan sel. Setiap hifa tumbuh dengan adanya pemanjangan pada bagian ujungnya. Hifa memproduksi enzim untuk mencerna substansi-substansi kompleks tertentu menjadi molekul-molekul sederhana. Hasil pencernaan tersebut kemudian diabsorpsi untuk menyediakan energi bagi pertumbuhan selanjutnya. (Dickinson dan Lucas, 1983).

Biasanya hifa tidak hidup sendiri-sendiri, tetapi membentuk koloni. Jaringan hifa tersebut tampak seperti rambut halus, yang disebut misellium. Pada pembudidayaan, misellium berperan penting, khususnya pada makromycetes (jamur yang berukuran relatif besar). Setelah mengalami perkembangan, misellium akan membentuk tubuh buah jamur atau yang lebih dikenal dengan istilah jamur itu sendiri. (Dwijoseputro, 1978 ; Pacioni, 1981 ; Dickinson dan Lucas, 1983).

Jamur berperan penting dalam siklus karbon (C) di alam. Organisme ini mampu memanfaatkan, menyusun dan menguraikan senyawa-senyawa organik kompleks, jadi jamur termasuk organisme heterotrof. Didalam ekosistem, jamur digolongkan sebagai organisme mikrokonsumer atau saprotrof. Mikrokonsumer adalah organisme yang mampu memecah senyawa-senyawa kompleks dari protoplasma mati, mengabsorpsi beberapa hasil pemecahan tadi dan melepaskan zat-zat organik untuk digunakan oleh produsen, bersama-sama dengan substansi organik lain yang dapat menghambat atau merangsang komponen biotik lain. (Cooke, 1977).

Budidaya jamur pada mulanya merupakan usaha yang dilakukan di ruangan terbuka yang tentunya sangat tergantung pada kondisi musim. Substrat atau medium budidaya disiapkan dan ditanami bibit jamur pada waktu suhu dan kelembaban udara memungkinkan untuk usaha tersebut. Sejak awal tahun 1990-an, budidaya jamur mulai dilakukan di ruangan khusus dengan pengaturan suhu dan kelembaban yang tidak lagi tergantung pada kondisi lingkungan alami. (Stamets dan Chilton, 1983).

Salah satu spesies jamur yang dibudidayakan sebagai jamur pangan ialah jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) Kummer). Nama genus ini berasal dari bahasa Yunani, dari kata "pleuron" yang berarti samping dan "ous" yang berarti telinga. Tubuh buah jamur ini menyerupai telinga yang tumbuh menyamping.

Tubuh buah jamur tiram putih lunak dan cepat membusuk. Tudungnya berwarna putih, melebar, bergaris tengah 5 - 20 cm. Struktur pada tudung bagian bawah berupa lamela (gill) yang tampak seperti garis-garis yang menyebar dari tempat perlekatan tangkai ke tepi tudung. Tangkai relatif pendek, pangkalnya berambut. Basidiosporanya berbentuk elips atau agak silindris, berukuran rata-rata 9,5 x 3,5 mikron. Warna basidiosporanya putih, gading atau abu-abu pucat. (Fergus, 1960; Pacioni, 1981; Dickinson dan Lucas, 1983; Mc Knight dan Mc Knight, 1986). Siklus hidup dari jamur tiram putih adalah sebagai berikut :

1. Tudung jamur bagian bawah, berupa Lamella dan akan dihasilkan basidiospora yang akan dibebaskan ketika spora itu sudah matang.
2. Spora ini akan disebarkan ketika ada angin.
3. Ketika spora menemukan tempat yang cocok, misellium primer dengan satu inti, akan dibentuk.
4. Misellium primer yang kompatibel akan mengadakan fusi untuk membentuk misellium sekunder dengan dua inti (fase heterokariotik).
5. Misellium sekunder berkembang pada medium pertumbuhan, menggantikan misellium primer.
6. Dalam perkembangan lebih lanjut, misellium sekunder akan membentuk struktur pendukung badan buah yang mempunyai bentuk seperti bentuk kulit tiram.
7. Badan buah yang berupa basidium akan dibentuk dari

hasil fusi inti-inti dari misellium sekunder.

Faktor-faktor utama yang berperan dalam budidaya jamur tiram putih ialah suhu dan kelembaban ruangan, selain itu pH substrat, cahaya dan karbondioksida juga berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan jamur tiram putih. Suhu yang dibutuhkan dalam budidaya jamur tiram putih sebenarnya bervariasi menurut tingkat perkembangan jamur tersebut. Pada tahap pembibitan dibutuhkan suhu $\pm 27,8 - 30^{\circ}\text{C}$ untuk pertumbuhan tercepat. Pada tahap pembentukan primordia dibutuhkan suhu $\pm 22 - 25^{\circ}\text{C}$. (Stamets dan Chilton, 1983).

Kelembaban relatif yang dibutuhkan pada tahap pembibitan jamur tiram putih ialah sebesar 90-100 %. Pada tahap pembentukan primordia, diperlukan kelembaban relatif sebesar 95 % dan pada tahap pematangan tubuh buah diperlukan kelembaban relatif 85 - 92 %. (Stamets dan Chilton, 1983). Secara sederhana, untuk seluruh rangkaian kegiatan budidaya jamur tiram putih, Suhardiman, (1989) mengusulkan kisaran kelembaban relatif sebesar 80 - 90 %.

Derajat keasaman pada media tanam yang diperlukan untuk pertumbuhan jamur tiram putih adalah berkisar antara 5,5 - 7. (Yong dan Leong, 1983). Sedangkan menurut Zadrazil dan Scheiderif (1972) dalam Chang dan Hayes (1978) pH optimum pada media tanam untuk pertumbuhan jamur tiram putih antara 5 - 6. Dijelaskan bahwa komposisi substrat karena adanya bahan seperti CaSO_4 dan

CaCO_3 mempunyai pengaruh yang baik untuk mempertahankan pH selama pertumbuhan misellium dan perkembangan tubuh buah jamur.

Untuk mendukung pembentukan tubuh buah jamur tiram putih dibutuhkan cahaya intensitas 2000 luks per jam selama 12 jam per hari. Penyinaran dapat dilakukan dengan pemberian cahaya alami terdifusi (cahaya matahari tak langsung) atau sebagai gantinya dapat diberikan cahaya dari lampu flourescens tipe luks untuk pertumbuhan dalam jangka waktu yang sama. (Stamets dan Chilton, 1983).

Ruang yang melingkupi medium budidaya jamur tiram putih (misalnya kantong plastik) sebaiknya mengandung 20.000 ppm karbondioksida atau 20 persen volumenya terisi karbondioksida. Terlalu tingginya kadar karbondioksida dalam kantong medium dapat menyebabkan pembentukan tubuh buah yang abnormal. Jadi sejak primordia terbentuk, perlu dilakukan aerasi untuk mengurangi kadar karbondioksida yang mungkin terdapat dalam kantong media (Block dkk, 1959; Chang dan Quimio, 1981; Stamets dan Chilton, 1983; Kamra dan Zadrazil, 1986).

Untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangannya, jamur tiram putih membutuhkan zat-zat makanan yang diperoleh dari substrat tempat jamur tersebut tumbuh. Zat-zat yang dibutuhkannya meliputi sumber karbon, nitrogen, vitamin-vitamin tertentu, dan hormon serta mineral-mineral tertentu. Sebagai jamur pengurai kayu,

Pleurotus ostreatus mampu memanfaatkan senyawa-senyawa organik yang terdapat dalam kayu. Sebagian besar bahan alami yang digunakan sebagai media pertumbuhannya mengandung kurang dari 50 persen selulosa, sedangkan sisanya berupa lignin, hemiselulosa dan abu. Beberapa substrat diketahui mengandung sejumlah pati, protein, dan molekul-molekul lain yang lebih kecil. Tidak semua sumber karbon dapat digunakan oleh jamur tiram putih. Karbohidrat yang dapat dimanfaatkan ialah Glukosa, Arabinosa, Galaktosa, Mannosa, Xylosa, Fruktosa, Asam Galakturonat, Sorbosa, Rhamnosa, Melibiosa, Selobiosa, Maltosa, Sukrosa, Laktosa, Raffinosa, Dekstrin, Inulin, Pati, Matinol dan Sorbitol (Voltz, Hashimoto dan Takabashi Rypacek, Hong dalam Kurtzman dan Zadrazil, 1981).

Nitrogen sangat penting bagi pertumbuhan semua organisma. Unsur ini diperlukan sebagai penyusun asam-asam nukleat, protein dan bagi fungsi diperlukan dalam pembentukan khitin pada dinding sel. Kayu mati yang biasanya ditumbuhi organisma pengurai kayu pada umumnya hampir tidak lagi mengandung nitrogen, sehingga dalam pembudidayaannya jamur perlu ditambahkan sumber nitrogen untuk meningkatkan hasilnya. (Kurtzman dan Zadrazil, 1981; Leatham dan Kirk, 1983). Senyawa-senyawa nitrogen seperti garam-garam amonium (amonium sitrat, amonium tartrat, diamonium tartrat amonium sulfat, amonium fosfat, amonium khlorida, amonium nitrat) dan garam-garam nitrat (kalium nitrat, kalsium nitrat,

sodium nitrat) dapat dimanfaatkan oleh *P. ostreatus* sebagai sumber nitrogen. (Kurtzman dan Zadrazil, 1981). Suharya (1984) mengusulkan penggunaan pupuk NPK sebagai salah satu sumber nitrogen pada medium jamur tiram putih. Pupuk NPK merupakan pupuk majemuk yang mengandung tiga unsur yaitu nitrogen, fosfor dan kalium. Pupuk NPK yang banyak dijual di pasaran mempunyai rumus kimia $\text{NH}_4\text{NO}_3\text{-NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4\text{-KCL}$. Kadar unsur hara pupuk ini biasanya 15 persen N, 15 persen P (dalam bentuk P_2O_5) dan 15 persen K (dalam bentuk K_2O). Pupuk ini dilengkapi dengan unsur magnesium (Mg), boron (B), tembaga (Cu) dan seng (Zn), (Rinsema, 1983).

Kebutuhan mineral menurut Frederick (1949) meliputi Besi, Fosfor, Magnesium, Kalium, Sulfur dan Kalium. Fosfor merupakan suatu elemen non logam yang bersifat esensiil bagi jamur. Fosfor berpengaruh terhadap pertumbuhan misellium dan diperlukan dalam aktifitas metabolisme.

Kalium merupakan mineral yang terdapat dalam jumlah besar dalam misellium maupun spora jamur. Kebutuhan dan peranan Kalium dalam metabolisme belum banyak diteliti. Rennerfelt (1934) dalam Bilgrami dan Verma (1978) mengatakan bahwa Kalium mempunyai peranan yang penting dalam metabolisme karbohidrat, dan kekurangan unsur ini akan mengganggu penggunaan gula. Kalium juga dibutuhkan untuk membantu penyerapan unsur fosfor oleh jamur.

Magnesium mempunyai peranan dalam metabolisme dan mempengaruhi berbagai aktifitas sistem enzim termasuk dalam fermentasi. Mempunyai peranan menghalangi berbagai ion logam racun seperti Hg, B, Al, dan Tembaga.

Sulfur berpengaruh pada sel jamur, kandungan senyawa sulfur ditemukan pada misellium termasuk enzim dan protein asam-asam amino sistein dan methionin, tripeptida glutathionin dan dua vitamin yaitu thiamin dan biotin. (Summer dan Sommer, 1974 dalam Bilgrami dan Verma, 1978).

Kebutuhan vitamin pada jamur meliputi vitamin golongan B komplek yaitu Thiamin (B1), Ribovlavin (B2), Pyridoksin (B6), Niacin, Asam Panthotenat, vitamin golongan asam folat, Inositol, Asam para amino benzoat dan vitamin B12 (Gain dan Allen, 1954; Nagate et.al, 1954 dalam Bilgrami dan Verma, 1978).

Oleh karena itu bahan utama tumbuh jamur harus mengandung selulosa, lignin, sacharida, protein, zat anorganik seperti PO_4 , Mg, Fe, Mn, Zn, dan Ca. (Endang, 1985). Jamur tiram putih dapat tumbuh dengan makanan yang sudah tersedia dalam mediana, akan tetapi lebih baik pertumbuhannya jika diberikan makanan tambahan. Salah satu bahan makanan tambahan yang diberikan adalah bekatul. (Suharya, 1984). Disamping bekatul perlu ditambahkan bahan makanan lain sebagai sumber nutrisi dan salah satu alternatifnya yaitu ditambahkan daun bawang merah, karena dari hasil analisa daun bawang merah

mengandung senyawa selulosa, protein, lemak, Ca, dan P. Sehingga diharapkan dengan ditambahkan daun bawang merah dapat meningkatkan produksi jamur tiram putih.

Bibit jamur yang digunakan dalam penanaman, pemeliharaan dan aktifitas jamur merupakan faktor penting. Bibit jamur yang baik adalah banyak ditumbuhi miselia, berwarna putih, pertumbuhan miselinya rapat dan kelihatan segar serta seluruh penuh ditumbuhi miselia. (Suriawiria, 1986).

Sterilitas juga merupakan faktor penting dalam budidaya jamur tiram putih. Keadaan yang kurang steril memungkinkan terjadinya kontaminasi pada medium biakan. Kontaminasi medium biakan akan mengurangi jumlah nutrisi bagi kehidupan jamur tiram putih, akibatnya adanya persaingan dalam mendapatkan nutrisi tersebut antara jamur tiram putih dan organisme kontaminannya. Mikroorganisme kontaminan tersebut biasanya berupa kapang, misalnya *Aspergillus*, *Trichoderma*, dan *Penicillium*. Ketiga jenis kapang itu dapat menghambat pertumbuhan jamur tiram putih. (Misman dkk, 1988). Jamur tiram putih juga dapat terserang penyakit bercak kuning (Yellow blotch disease). Penyakit ini disebabkan oleh *Pseudomonas agarici* dan biasanya menyerang primordia tubuh buah jamur dengan tanda-tanda berupa bercak berwarna kuning atau jingga. Tingkat pembentukan gejala penyakit ini tampak meningkat bila kelembaban lingkungan jamur berada diatas 95 persen. (Bassette dkk, 1985).

Bahan substrat yang digunakan untuk media tanam jamur perlu dilakukan pengomposan terlebih dahulu, sehingga mikroorganisma dapat bekerja dengan baik dan dicapai fermentasi yang optimum.

Kompos merupakan zat akhir dari suatu proses fermentasi bahan oleh kegiatan bakteri maupun jamur. Pada proses pengomposan dicirikan oleh perbandingan C dan N yang menurun atau rendah dan perubahan-perubahan dari sifat fisik semula menjadi sifat fisik baru (kompos). Perubahan-perubahan ini sebagian besar karena kegiatan mikroorganisma sehingga terjadi penguraian, peningkatan, dan pembebasan berbagai zat atau unsur hara selama berlangsung proses pembuatan kompos, diantaranya :

1. Karbohidrat (selulosa, hemiselulosa, dll) diurai menjadi CO_2 dan air atau CH_4 dan H_2 .
2. Protein diurai melalui amida-amida, asam-asam amino menjadi amonia, CO_2 dan H_2O .
3. Berjenis-jenis unsur hara terutama N disamping P dan K dan lain-lain sebagai hasil uraian akan terikat dalam tubuh mikroorganisme dan sebagian yang tidak terikat menjadi tersedia dalam kompos.
4. Unsur-unsur hara dan senyawa organik akan bebas menjadi senyawa-senyawa anorganik.
5. Lemak dan lilin menjadi CO_2 dan H_2O .

Pada proses pengomposan bahan-bahan yang berubah menjadi kompos telah mengalami beberapa pengaruh sehingga proses pengomposan terjadi cepat atau lambat,

pengaruh tersebut antara lain :

1. Pengaruh kandungan zat.

Bahan-bahan mentah pembentuk kompos mengandung berbagai zat-zat, kalau kandungan zat-zat tertentu seperti lignin dan senyawa sejenisnya cukup banyak maka penguraian berlangsung lambat.

2. Pengaruh ukuran bahan mentah.

Bahan-bahan pembentuk kompos sebaiknya berupa bagian-bagian yang kecil. Semakin halus bagian-bagian tersebut semakin cepat terjadinya penguraian. Percepatan penguraian-penguraian pembentuk kompos terjadi kalau kandungan nitrogennya banyak, sebab dengan kandungan nitrogen yang banyak akan lebih merangsang kegiatan mikroorganisme untuk kehidupan dan perkembangannya.

3. Pengaruh suhu, kelembaban, air dan udara.

Pada proses pengomposan suhu harus cukup tinggi, suhu yang optimum yaitu antara 30° sampai 45°C. Kelembaban, akan sangat berpengaruh dalam mempercepat terjadinya perubahan dan penguraian bahan-bahan pembentuk kompos. Dalam hal ini kelembaban tidak terlalu rendah, diusahakan penambahan zat kapur dengan demikian kelembaban (RH) yang dibutuhkan dapat tercukupi. Air sangat diperlukan dalam proses pelapukan bahan-bahan pembentuk kompos. Pemberian air secukupnya, karena kelebihan airpun dapat merugikan keadaan dalam kompos menjadi anaerob, dan ini tidak menguntungkan bagi kehidupan dan perkembangan mikroorganisme dan dengan sendirinya

proses penguraian akan terhambat. (Rinsema 1983).

Pada pengomposan menurut Suriawiria (1986) akan terjadi 4 fase yaitu fase mesofilik, fase termofilik, fase pendinginan, fase masak. Hubungan keempat fase biokimia yang terjadi didalamnya yaitu :

1. Pada proses permulaan media mempunyai nilai pH dan temperatur sesuai dengan bahan dan lingkungannya yang ada yaitu ± 6 dan temperatur antara 18° - 22° C.
2. Sejalan dengan adanya aktifitas mikroorganisme (khususnya bakteri yang indigenus / asli) didalam bahan, maka temperatur mulai naik dan akibatnya akan dihasilkan asam organik. Ini akan mengakibatkan nilai pH turun.
3. Pada kenaikan temperatur diatas 40° C, aktifitas bakteri mesofilik akan terhenti, kemudian diganti oleh kelompok termofilik. Bersamaan dengan penggantian ini maka NH_3 dan gas nitrogen akan dihasilkan, sehingga nilai pH akan berubah kembali menjadi basa.
4. Kelompok jamur termofili yang terdapat selama proses akibat kenaikan diatas 60° C akan mati dan selanjutnya diganti oleh kelompok bakteri dan actinomycetes termofilik sampai batas temperatur $\pm 86^{\circ}$ C.
5. Bila temperatur maksimum telah dicapai serta hampir seluruh kehidupan didalamnya mengalami kematian maka temperatur akan turun kembali hingga akhirnya berkisar seperti temperatur asalnya. Fase ini

merupakan fase pendinginan dan akhirnya hasil kompos siap digunakan.

B. Pupuk NPK

Pupuk NPK merupakan pupuk majemuk yang mengandung tiga unsur; yaitu unsur nitrogen, fosfor dan kalium. Berdasarkan kandungan ketiga unsur tersebut, pupuk NPK sering disebut sebagai pupuk lengkap. Pupuk majemuk atau pupuk lengkap biasanya dibuat dalam bentuk butiran yang kurang lebih seragam, sehingga memudahkan penaburannya secara merata pada lahan pertanian. Butiran tersebut umumnya agak keras dengan permukaan yang licin, sehingga dapat mengurangi sifat menarik air dari udara lembab. Pupuk NPK yang banyak dijual di pasaran mempunyai rumus kimia $\text{NH}_4\text{NO}_3\text{-NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4\text{-KCl}$. Kadar unsur hara pupuk ini biasanya 15 persen N, 15 persen P (dalam bentuk P_2O_5) dan 15 persen K (dalam bentuk K_2O). Pupuk ini dilengkapi dengan unsur magnesium (Mg) 0,5 persen; boron (B); tembaga (Cu) dan seng (Zn). Sifat-sifat pupuk NPK yang berbentuk butir ialah :

1. Butir kekuning-kuningannya bila kering dan kuning coklat bila basah.
2. Sangat higroskopis, karena nitrogennya berbentuk amonium dan nitrat serta tidak dilapisi bahan penolak air.
3. Dapat digunakan sebelum atau sesudah penanaman, dengan tingkat bekerja sedang.
4. Reaksi fisiologisnya berada pada tingkat sedang

sampai agak masam.

Keuntungan pemakaian pupuk NPK adalah tercakupnya penambahan beberapa unsur dalam satu kali pemupukan, sehingga tidak ada persoalan pencampuran pupuk (Rinsema, 1983; Hardjowigeno, 1987).

Unsur N digunakan dalam bentuk nitrat, amonium nitrat dan nitrit. Nitrat diperlukan pada tahap awal pertumbuhan misellium jamur, sedangkan asam amino digunakan untuk membangun sel jamur (Suprapti. S, 1987).

Unsur fosfor berguna dalam proses metabolisme dan merupakan komponen utama dari fosfolipid yang berperan dalam pembentukan membran sel dan menjaga permeabilitas membran sel. Fosfor juga merupakan bagian dari nukleoprotein yang mempunyai peranan penting dalam inti sel, sedangkan unsur fosfor dalam bentuk fosfat berperan dalam mengatur keseimbangan pH dalam protoplasma (Bilgrami dan Verma, 1978).

Kalium merupakan mineral yang terdapat dalam jumlah besar dalam misellium maupun spora jamur. Rennerfelt (1934) dalam Bilgrami dan Verma (1978) mengatakan bahwa kalium mempunyai peranan yang penting dalam metabolisme karbohidrat, dan kekurangan unsur ini akan mengganggu penggunaan gula. kalium juga dibutuhkan untuk membantu penyerapan unsur fosfor oleh jamur.

C. Daun Bawang Merah

Dari hasil analisa di Lab. Unsoed Purwokerto, daun bawang merah mengandung senyawa sellulosa, protein, le-

mak, Ca dan P. Sellulosa tergolong ke dalam polisakari-
da dan disebut sebagai senyawa heksosa anhidrat dengan
rumus empiris $C_6H_{10}O_5$ yang diidentikkan dengan senyawa
glukosa anhidrat karena pada hidrolisa sempurna dari
sellulosa murni dapat dihasilkan 95 persen glukosa.

Sellulosa mempunyai berat molekul lebih dari
570.000 dan derajat polimerisasi diatas nilai 3500
(jumlah satuan glukosa dalam molekul).

Degradasi sellulosa oleh oksidator dapat terjadi
pada berbagai kondisi dengan pembentukan "Oxycellulo-
ses". Berdasarkan kondisi reaksi, oksidasi dapat menye-
babkan perubahan kimia dalam molekul sellulosa, yaitu :
(1) konversi gugus aldehid dalam satuan glukosa
terminal menjadi karboksil, (2) konversi gugus alkohol
primer menjadi keton, aldehid atau karboksil. (Kirk dan
Othmer, 1952).

Sellulosa juga dapat didegradasi oleh aktivitas
mikroorganisme tertentu seperti bakteri, protozoa dan
jamur. Hasil antara yang diperoleh (misalnya gula, asam
alifatik dan alkohol) ditentukan oleh mikroorganisme
yang dipergunakan. Karbondioksida dan air merupakan
produk utama dari dekomposisi sellulosa oleh
mikroorganisme. (Kirk dan Othmer, 1952).

Pada hidrolisa sellulosa oleh jamur pelapuk-putih
menghasilkan (a) enzim endo - 1,4 - β - glukonase yang
memecah rantai panjang β - 1,4 dari sellulosa, (b)
enzim ekso - 1,4 - β glukonase yang memecah satuan

selobiosa dan glukosa dari sellulosa, (c) enzim 1,4 - β - glukosidase yang menghidrolisa sellobiosa dan selo-dekstrin menjadi glukosa serta asam selobionat menjadi glukosa glukonolacton (Erikson, 1978).

. Erikson (1978) menyatakan bahwa jamur pelapuk - putih disamping menghasilkan enzim hidrolitik juga enzim oksidatif yang penting didalam degradasi selulosa. Enzim oksidatif yang dimaksud adalah enzim selobiosa : quinon oksidoreduktase.

