



SEREALIA

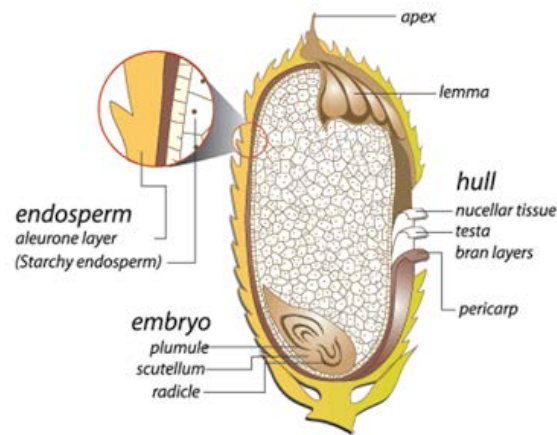
A. PADI

1. Morfologi

Padi termasuk dalam suku padi-padian atau *Poaceae* (sinonim: *Graminae* atau *Glumiflorae*). Tanaman semusim, berakar serabut, batang sangat pendek, struktur berupa batang yang terbentuk dari rangkaian pelepah daun yang saling menopang, daun sempurna dengan pelepah tegak, berbentuk lanset, warna hijau muda hingga hijau tua, berurat daun sejajar, tertutupi oleh rambut yang pendek dan jarang, bunga tersusun majemuk, tipe malai bercabang, satuan bunga disebut floret, yang terletak pada satu spikelet yang duduk pada panikula, buah tipe bulir atau kariopsis yang tidak dapat dibedakan mana buah dan bijinya, bentuk hampir bulat hingga lonjong, ukuran 3 mm hingga 15 mm, tertutup oleh palea dan lemma yang dalam bahasa sehari-hari disebut sekam, struktur dominan adalah endospermium yang dapat dimakan.

Sistematika (taksonomi) tumbuhan, kedudukan tanaman padi diklasifikasikan sebagai berikut.

Kingdom : *Plantae*
Divisio : *Spermatophyta*
Subdivisio : *Angiospermae*
Kelas : *Monocotyledoneae*
Ordo : *Poales*
Familia : *Poaceae*
Genus : *Oryza*
Spesies : *Oryza sativa*



Gambar 1. Bulir Padi

Sumber: <http://indaharitonang-fakultaspertanianunpad.blogspot.com>

Beras sendiri secara biologi adalah bagian biji padi yang terdiri dari aleuron (lapis terluar yang sering kali ikut terbuang dalam proses pemisahan kulit), endosperma (tempat sebagian besar pati dan protein beras berada), dan embrio (yang merupakan calon tanaman baru dalam beras yang tidak dapat tumbuh lagi, kecuali dengan bantuan teknik kultur jaringan). Dalam bahasa sehari-hari, embrio disebut sebagai mata beras.

Biji beras pada bagian luar diliputi oleh kulit padi atau sekam. Sekam merupakan 20% dari berat seluruh bulir, nama ilmiahnya adalah *epicarp*. Di bawah *epicarp* ada lapisan kulit dalam yang disebut *pericarp*, terdiri atas 2-3 lapis sel-sel dan lapisan ini dibatasi oleh aleuron. Bagian dalam biji disebut *endosperm*, merupakan bagian terbesar ialah sekitar 80% dari seluruh biji. Pada bagian pangkal biji melekat lembaga, yaitu bakal benih tanaman. Lembaga ini juga sangat kaya akan protein, lemak dan berbagai vitamin.

Warna beras yang berbeda-beda diatur secara genetik, akibat perbedaan gen yang mengatur warna aleuron, warna endospermia, dan komposisi pati pada endospermia. Beras biasa yang berwarna putih agak transparan karena hanya memiliki sedikit aleuron, dan kandungan amilosa umumnya sekitar 20%. Beras ini mendominasi pasar beras.



Gambar 2. Jenis Beras Berdasarkan Warnanya
Sumber: <http://laksmindrafitria.wordpress.com/>

Beras merupakan makanan pokok di 26 negara padat penduduk (China, India, Indonesia, Pakistan, Bangladesh, Malaysia, Thailand, Vietnam), atau lebih dari setengah penduduk dunia. Di Indonesia, masalah beras erat kaitannya dengan masalah budaya, sosial dan ekonomi bangsa. Keeratan hubungan antara padi (beras) dengan manusia tercermin dari berbagai kepercayaan penduduk, antara lain melalui hikayat Dewi Sri. Dalam bidang ekonomi, beras sering digunakan sebagai indeks kestabilan ekonomi nasional.

Sebagai bahan pangan pokok bagi sekitar 90% penduduk Indonesia, beras menyumbang antara 40 – 80% kalori dan 45 – 55% protein. Sumbangan beras dalam mengisi kebutuhan gizi tersebut makin besar pada lapisan penduduk yang berpenghasilan rendah. Mengingat demikian pentingnya beras dalam kehidupan bangsa Indonesia, maka pemerintah telah menempuh berbagai kebijakan untuk meningkatkan produksi padi, yaitu dengan program intensifikasi, ekstensifikasi, diversifikasi dan rehabilitasi lahan pertanian.

Di Indonesia telah lama dikenal beberapa jenis beras yang enak rasanya dan digolongkan sebagai beras menak, beras bangsawan atau beras petinggi. Sebagai contoh, beras Rojolele dan beras Cianjur dari Jawa, beras Siarias dari Sumatera Utara, beras Solok dari Sumatera Barat, dan beras Empat Bulan dari Sumatera Selatan. Ternyata di negara Asian lainnya juga mempunyai beras menaknya sendiri. Di Jepang dikenal beras yang sangat disenangi penduduknya yaitu beras Toyonishiki dan beras Koshihikari, di Muangthai beras Khao Dawk Mali, sedang di Philipina beras Azucera, Milfor dan C4. Beras C4 kemudian berkembang pesat di Jawa Barat sebagai beras kelas satu. Di India dan Pakistan memiliki beras menak yang disebut beras Basmati.



Beras-beras menak pada umumnya agak jarang diperoleh dan walaupun ada harganya sangat mahal. Di India, beras basmati mempunyai harga dua kali lebih tinggi dari beras biasa. Demikian pula dengan beras Cianjur kepala, haraganya kira-kira dua kali lipat atau lebih dari beras biasa (misalnya IR38). Mahalnya beras menak tersebut kemungkinan disebabkan karena rendahnya produktivitas per hektar, lama waktu tanamnya, rendemen gilingnya tidak tinggi serta kurang tahan terhadap hama dan penyakit. Karena itu di Indonesia, penamaan padi beras menak dianggap sebagai langkah yang sosial, karena padi tersebut mudah diserang wereng dan kemudian dicurigai dengan cepat menular ke tanaman padi lainnya.

2. Komposisi Kimia

Hasil penggilingan gabah akan diperoleh sekam 18 - 28%, beras pecah kulit 72 - 82% atau beras giling (sosoh) 64 - 74%, dedak 4 - 5 %, bekatul halus 3%. Beras terdiri dari beberapa komponen yang meliputi karbohidrat, protein, lemak, vitamin, mineral dan komponen lainnya. Besaran masing-masing komponen dipengaruhi oleh varietas, lingkungan budidaya dan metode analisis yang digunakan. Kandungan karbohidrat 74,9 - 77,8%, protein 7,1 - 8,3%, lemak 0,5 - 0,9%. Karbohidrat merupakan penyusun utama beras dan sebagian besar dari karbohidrat ini adalah pati, sedangkan karbohidrat lain seperti pentosa dan selulosa, hemiselulosa dan gula hanya terdapat dalam jumlah yang lebih sedikit. Oleh karena itu pati merupakan fraksi terbesar dalam beras, maka sifat fisikokimia pati mempunyai peranan penting dalam penentuan sifat fisikokimia beras.

Komponen penyusun kedua setelah karbohidrat adalah protein, walaupun jumlah protein dalam beras relatif rendah yaitu kurang dari 8%, namun mutu protein ini tergolong tinggi, karena kandungan lisin yang relatif tinggi yaitu kurang lebih 4% dan protein dapat menghasilkan kalori sebesar 40 - 80% kalori. Nilai cerna protein beras sekitar 96,5% untuk biji gabah dan 98% untuk beras giling. Kandungan protein dalam beras terdiri atas 5% albumin (larut air), 10% globulin (larut garam), dan lebih dari 10% glutelin (larut dalam alkohol).



Kandungan lipid atau lemak merupakan penyusun ketiga setelah karbohidrat, dan protein. Lipida tersebut dalam bentuk trigliserida atau lipid netral dan dalam asam lemak bebas atau lipid polar asam-asam lemak utama dalam lipida beras adalah asam palmitat, oleat, dan linoleat. Dalam endosperm terutama pati mengandung lipida fungsional. Fraksi utama dari lipid beras adalah asam oleat dan palmitat.

Penyusun berikutnya adalah vitamin, yaitu tiamin, riboflavin, niasin dan piridoksin, masing-masing berturut-turut 4 ug/g, 0,6 ug/g dan 50 ug/g. Kandungan vitamin ini biasanya lebih tinggi pada beras pecah kulit dari beras sosoh. Kadar riboflavin dalam beras rendah dan vitamin C tidak ada.

Rasa nasi yang disukai masyarakat disebabkan karena aromanya dan sifat-sifat dari kandungan air. Protein beras tidak mempengaruhi rasa nasi. Karena itu dikenal beras dengan aroma yang wangi untuk beras giling atau tumbuk yang baru dan beras berbau apek bagi beras yang lama disimpan. Beras akan mengalami perubahan aroma dan rasa khususnya, jika disimpan pada suhu di atas 15 °C. Setelah 3 – 4 bulan disimpan, akan terjadi perubahan rasa dan aroma. Suhu dari gudang di Indonesia biasanya lebih tinggi dari 15 °C, hal inilah yang mengakibatkan kerusakan aroma dan penyimpangan rasa beras selama penyimpanan. Semakin lama disimpan, semakin menurun rasa dan aroma nasinya.

Bau penguk atau yang lebih dikenal sebagai bau apek dari beras giling yang telah lama disimpan ternyata disebabkan oleh beberapa senyawa karbonil yang bersifat tengik, yaitu senyawa-senyawa hasil oksidasi lemak yang terdapat pada permukaan beras oleh oksigen. Salah satunya dikenal sebagai 1-heksanal. Semakin lama beras disimpan, jumlah senyawa ini semakin banyak terbentuk. Karena itu adanya senyawa dan jumlah senyawa tersebut pada beras dapat digunakan sebagai indikator berapa lama beras tersebut telah disimpan.

Disamping aroma, ternyata sifat pati dalam beras sangat berpengaruh terhadap rasa nasi. Pati beras terdiri dari molekul-molekul besar yang tersusun atau dirangkai dari unit-unit gula sederhana berupa glukosa. Kalau rangkaiannya lurus disebut amilosa dan kalau rangkaiannya bercabang disebut amilopektin.



Rasio amilosa/amilopektin dapat menentukan tekstur pera tidaknya nasi, cepat tidaknya mengeras serta lekat tidaknya nasi. Rasio amilosa/amilopektin tersebut dapat pula dinyatakan sebagai kadar amilosa saja. Semakin kecil kadar amilosa atau semakin tinggi kadar amilopektin, semakin lekat nasinya. Karena itu, beras ketan kadar amilosanya sangat rendah (1 - 2%), sedangkan beras yang kadar amilosanya lebih besar dari 2 % disebut beras bukan ketan atau beras biasa. Berdasarkan kandungan amilosanya, beras (bukan ketan) digolongkan menjadi 4 golongan, yaitu beras beramilosa tinggi (25 – 33%), beras beramilosa sedang (20 - 25%), beras beramilosa rendah (9 - 20 %) dan beras dengan kadar amilosa sangat rendah (2 - 9%).

Kandungan amilosa mempengaruhi sifat pemekaran volume nasi dan keempukan serta kepulenan nasi. Semakin tinggi kandungan amilosanya, semakin mekar nasinya. Sebaliknya, semakin rendah amilosa, semakin pulen nasi tersebut. Jadi beras ketan tidak banyak mekar, sedangkan beras beras PB atau IR daya pemekarannya tinggi, tetapi cepat menjadi keras setelah dingin dan tidak lekat nasinya. Beras dengan amilosa rendah biasanya menghasilkan nasi dengan sifat tidak kering dan teksturnya pulen, tidak menjadi keras setelah dingin, dan rasanya enak dan nasinya mengkilat. Semakin mengkilat nasi, semakin enak rasa nasi tersebut. Jadi enaknya nasi dapat diukur dengan derajat mengkilatnya nasi. Keadaan pulen berkaitan dengan kandungan amilosa. Pada indica kandungan amilosa sedang sampai tinggi, sedangkan pada japonica kandungan amilosa rendah sampai sedang.

Sifat-sifat fisikokimia beras sangat menentukan mutu tanak dan mutu rasa nasi yang dihasilkan. Lebih khusus lagi, mutu ditentukan oleh kandungan amilosa, kandungan protein, dan kandungan lemak. Kerusakan lemak mengakibatkan penurunan mutu beras (Haryadi, 2006).

Selain kandungan amilosa dan protein, sifat fisikokimia beras yang berkaitan dengan mutu beras adalah sifat yang berkaitan dengan perubahan karena pemanasan dengan air, yaitu suhu gelatinasi padi, pengembangan volume, penyerapan air, viskositas pasta dan konsistensi gel pati. Sifat-sifat tersebut tidak



berdiri sendiri, melainkan bekerja sama dan saling berpengaruh menentukan mutu beras, mutu tanak, dan mutu rasa nasi (Haryadi, 2006).

3. Mutu Beras

Beras yang dijual di pasar bermacam-macam jenisnya dan berbeda-beda pula mutunya. Berikut dikemukakan secara umum kriteria dan pengertian mutu beras yang meliputi mutu pasar, mutu rasa, mutu tanak (Haryadi, 2006). Tinggi rendahnya mutu beras bergantung pada beberapa faktor, yaitu spesies dan varietas, kondisi lingkungan, waktu dan cara pemanenan, metode pengeringan, dan cara penyimpanan (Astawan, 2004).

Di Indonesia, tingkat mutu didasarkan antara lain pada kesepakatan oleh sebagian besar pedagang beras. Tingkatan mutu yang berlaku di masyarakat sangat beragam. Berikut ini beberapa ciri yang sering menjadi dasar pengelompokan beras yaitu (Haryadi, 2006):

- Asal daerah: misalnya beras Cianjur, beras Solok, beras Delanggu dan beras Bayuwangi.
- Varietas padi: misalnya beras Rojolele, beras Bulu dan beras IR.
- Cara prosesing: dikenal beras tumbuk dan beras giling.
- Gabungan antara varietas dengan hasil penyosohan pada derajat yang berbeda, yang berlaku untuk suatu daerah. Misalnya di Jawa Tengah dikenal beras TP, SP dan BP; di Jawa Barat dikenal beras TA, BGA, dan TC.

Berikut dikemukakan secara umum kriteria dan pengertian mutu beras meliputi:

a. Mutu Pasar

Mutu beras dipasaran umumnya berkaitan langsung dengan harganya. Setidaknya, harga merupakan patokan yang dapat dipergunakan sebagai pedoman bagi penjual dan pembeli. Dalam kaitan ini, Badan Urusan Logistik (Bulog) telah menetapkan ciri-ciri untuk menetapkan mutu beras yang akan dibeli oleh badan tersebut. Ketentuan mutu tersebut hanya terbatas dalam hubungannya dengan Bulog dan tidak berlaku secara luas dalam perdagangan bebas. Persyaratan mutu



beras yang ditentukan oleh Bulog dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu persyaratan kualitatif dan persyaratan kuantitatif. Persyaratan kualitatif ditentukan secara subjektif yang meliputi bau, suhu, hama penyakit dan bahan kimia. Persyaratan tersebut tidak dapat ditentukan dalam satu satuan, tetapi dinyatakan dengan membandingkan terhadap contoh. Bau beras yang tidak disenangi adalah bau apek dan bau alkoholik. Bau apek terutama disebabkan oleh hasil kerusakan minyak, bau asam dan alkoholik disebabkan oleh hasil fermentasi gula. Pengujian bau dilakukan dengan membandingkan terhadap contoh yang ditetapkan atau pembanding lainnya.

Disyaratkan bahwa pada semua tingkatan mutu, sampel tidak boleh mengandung tanda-tanda keberadaan hama atau penyakit hidup, telur, kepompong, atau jamur baik dalam bentuk spora maupun miselia. Pengamatan dapat dilakukan secara langsung atau dengan kaca pembesar. Pada ketentuan mengenai mutu beras juga dipersyaratkan bahwa beras tidak boleh mengandung sisa-sisa obat anti serangga atau obat anti jamur serta bahan kimia lainnya. Keberadaan bahan kimia ini dapat ditentukan dengan pembauan. Persyaratan kuantitatif beras yang ditetapkan oleh Bulog, sebagian besar menyangkut akibat perlakuan-perlakuan lepas panen (Haryadi, 2006).

b. Mutu Tanak

Di Indonesia, mutu tanak belum disajikan syarat dalam menetapkan mutu beras. Lain halnya dengan di dunia internasional, khususnya di Amerika Serikat, mutu tanak merupakan salah satu persyaratan terutama dalam pengolahan beras. Sifat tanak lebih banyak ditentukan oleh faktor genetik dari pada faktor perlakuan lepas panen, sehingga sifat ini dimasukkan kedalam ciri-ciri varietas.

Ciri-ciri umum yang mempengaruhi mutu tanak ialah perkembangan volume, kemampuan mengikat air, stabilitas pengalengan nasi parboiling, lama waktu penanakan, dan sifat viskositas padi. Namun demikian, pada penetapan ciri mutu tanak dan processing, digunakan sifat-sifat fisik dan kimia yang dapat diukur secara obyektif dengan cepat, mudah, dan murah. Sifat beras yang digunakan sebagai ciri penentu mutu tanak dan processing adalah kadar amilosa, uji alkali



untuk menduga suhu gelatinasi, kemampuan pengikatan air pada suhu 70 °C, stabilitas pengalengan nasi parboiling dan sifat amilografi.

Sifat-sifat lain yang menentukan tingkat penerimaan kesukaan penduduk di Asia Tengah meliputi pemanjangan biji selama pemasakan. Varietas Basmati yang dikelompokkan sebagai beras bermutu tanak tinggi, mempunyai sifat pemanjangan yang lebih besar dari pada jenis-jenis beras lainnya (Haryadi, 2006).

c. Mutu Rasa

Mutu giling dan mutu pasar tidak selalu berhubungan dengan mutu tanak dan rasa nasi. Oleh sebab itu, mutu pasar yang tinggi tidak memberi jaminan bahwa beras tersebut juga mempunyai harga yang tinggi. Mutu rasa lebih banyak ditentukan oleh faktor subyektif, yang dipengaruhi oleh daerah, suku bangsa, lingkungan, pendidikan, tingkat golongan dan jenis pekerjaan konsumen. Walaupun belum ada ketentuan yang pasti untuk menetapkan ciri-ciri mutu nasi, akan tetapi pada tingkat pasar, mutu rasa mempunyai kaitan langsung dengan selera dan tingkat kesukaan atau penerimaan konsumen dan dengan harga beras (Juliana, 1994). Dalam perdagangan karena rasa merupakan selera pribadi, rasa tidak dimasukkan kedalam ketentuan persyaratan mutu beras yang bersifat baku. Namun demikian mutu rasa secara tidak langsung sudah termasuk dalam pengelompokan jenis beras atau varietas padi (Haryadi, 2006).

Dalam penentuan mutu rasa nasi dikenal nasi pera dan nasi pulen. Nasi pera adalah nasi keras dan kering setelah dingin, tidak lekat satu sama lain, dan lebih mengembang dari nasi pulen. Nasi pulen ialah nasi yang cukup lunak walaupun sudah dingin, lengket tetapi kelengketannya tidak sampai seperti ketan, antar biji lebih berlekatan satu sama lain dan mengkilat (Haryadi, 2006).

Nasi pulen lebih disukai oleh sebagian besar penduduk Sulawesi, Jawa dan Kalimantan. Penduduk Sumatera lebih menyukai nasi yang agak pera. Pengujian mutu rasa nasi dapat dilakukan secara subyektif dengan uji indrawi dan secara obyektif dengan menggunakan uji analisa seperti instron, teksturometer, dan viskoelastograf. Uji indrawi dilakukan dengan menyajikan nasi kepada 10 - 12 panelis (Haryadi, 2006).



Kesukaan terhadap rasa terutama ditentukan oleh tingkat kepulenan, kemekaran, warna nasi, rasa, dan aroma nasi. Warna nasi dipengaruhi oleh derajat sosoh, kandungan amilosa, dan perubahan-perubahan selama penyimpanan beras. Derajat sosoh yang makin tinggi mengakibatkan makin banyak kulit ari yang terlepas sehingga warna beras jadi lebih putih. Menurut Juliano (1994) nilai warna dan kilap nasi mempunyai korelasi positif dengan kadar amilosa. Beras dengan kandungan amilosa yang tinggi cenderung menyerap air lebih banyak bila ditanak dan mengembang lebih besar sehingga warnanya lebih putih.

Rasa dan aroma nasi dipengaruhi oleh varietas padinya. Lama penyimpanan beras tidak mempengaruhi rasa nasi, tetapi mempengaruhi baunya. Beras yang disimpan lebih lama memiliki bau lebih apek, yang masih tercium ketika sudah menjadi nasi. Rasa manis terutama dipengaruhi oleh kandungan gula reduksi pada nasi (Juliano, 1994). Beberapa patokan berikut ini dapat digunakan dalam memilih beras yang baik, sebagai berikut (Moehyi, 1992):

1. Beras berwarna keputih-putihan dan sedikit mengkilat. Jangan dipilih beras yang warnanya agak keabu-abuan karena warna ini merupakan tanda bahwa beras disimpan di tempat yang lembab atau pernah basah. Warna beras yang agak kehijauan merupakan tanda bahwa beras itu berasal dari padi yang belum masak benar waktu digiling.
2. Butiran-butiran biji beras tampak utuh atau tidak banyak yang patah.
3. Beras tidak mengeluarkan bau yang tidak wajar, seperti bau apek dan bau karung.
4. Beras tampak bersih dari kotoran seperti debu, ulat atau kutu beras, dan pasir.

4. Penanganan Pasca Panen

Hasil panen padi dari sawah disebut gabah. Gabah tersusun dari 15 - 30% kulit luar (sekam), 4 - 5% kulit ari, 12 - 14% katul, 65 - 67% endosperm dan 2 - 3% lembaga. Sekam membentuk jaringan keras sebagai perisai pelindung bagi butir beras terhadap pengaruh luar. Kulit ari bersifat kedap terhadap oksigen, CO₂ dan uap air, sehingga dapat melindungi butir beras dari kerusakan oksidasi dan



enzimatis. Lapisan katul merupakan lapisan yang paling banyak mengandung vitamin B1. Selain itu katul juga mengandung protein, lemak, vitamin B2 dan niasin. Endosperm merupakan bagian utama dari butir beras. Komposisi utamanya adalah pati. Selain pati, endosperm juga mengandung protein dalam jumlah cukup banyak, serta selulosa, mineral dan vitamin dalam jumlah kecil. Sekam merupakan 15 - 30% bagian gabah. Fungsi sekam antara lain melindungi kariopsis dari kerusakan, serangan serangga dan serangan kapang. Sekam terdiri dari palea dan lemma. Struktur palea/lemma yaitu epidermis luar, sklerenimia (mengandung lignin), parenkimia, dan epidermis dalam.

Padi harus segera dikeringkan untuk menghindari pertumbuhan kapang yang dapat menyebabkan warna kuning. Pengeringan dapat dilakukan dengan memakai sinar matahari (penjemuran dengan menggunakan tikar, tampah, lamporan), pengering buatan dan pengering surya. Lamporan dibuat miring supaya air dapat mengalir dan untuk mencegah air tergenang. Pada pengering buatan, jika kering cepat maka akan banyak menghasilkan beras patah. Sedangkan pengeringan dengan sinar matahari untuk menghasilkan beras kepala. Pengeringan surya tidak cocok untuk gabah biasa. Pengeringan surya ini sangat mahal biasanya untuk padi bulu yang nilai ekonominya tinggi. Tahapan pasca panen padi adalah:

a. Penggabahan

Cara penggabahan antara lain diinjak-injak, dipukulkan, ditumbuk, menggunakan *pedal thresher* dan mesin perontok. Keuntungan cara penggabahan diinjak-injak adalah kerusakan fisik kecil dan kemungkinan *loss*/hilang/terpelanting sangat kecil, sedangkan kerugiannya adalah kapasitasnya rendah.

Keuntungan bila dipukulkan adalah kapasitas lebih besar sedangkan kerugiannya adalah ada beras yang patah, *loss* lebih besar. Untuk menghindarinya harus dikerjakan dalam pulungan. Keuntungan bila ditumbuki adalah kapasitas lebih besar dari pada diinjak-injak, sedangkan kerugiannya adalah rendemen yang dihasilkan rendah karena banyak beras yang patah. Keuntungan dengan



menggunakan *pedal thresher* adalah kapasitasnya besar sedangkan kerugiannya adalah banyak beras yang patah.

b. Pengeringan

Pengeringan merupakan proses penurunan kadar air gabah sampai mencapai nilai tertentu sehingga siap untuk diolah/digiling atau aman untuk disimpan dalam waktu yang lama. Kehilangan hasil akibat ketidaktepatan dalam melakukan proses pengeringan, dapat mencapai 2,13%. Pada saat ini cara pengeringan padi telah berkembang dari cara penjemuran menjadi pengering buatan.

c. Penyimpanan

Penyimpanan merupakan tindakan untuk mempertahankan gabah/beras agar tetap dalam keadaan baik dalam jangka waktu tertentu. Kesalahan dalam melakukan penyimpanan gabah/beras dapat mengakibatkan terjadinya respirasi, tumbuhnya jamur, dan serangan serangga, binatang mengerat dan kutu beras yang dapat menurunkan mutu gabah/beras. Cara penyimpanan gabah/beras dapat dilakukan dengan: 1) sistem curah, yaitu gabah yang sudah kering dicurahkan pada suatu tempat yang dianggap aman dari gangguan hama maupun cuaca, dan 2) cara penyimpanan menggunakan kemasan/wadah seperti karung plastik, karung goni, dan lain-lain.

Penyimpanan beras harus dilakukan dengan baik untuk melindungi beras dari pengaruh cuaca, mencegah hama, dan menghambat perubahan mutu serta nilai gizi beras. Penyimpanan beras dalam waktu yang lama dengan kondisi yang kurang baik akan menimbulkan kerusakan pada bau, dan rasa beras. Kerusakan ini terutama disebabkan ketengikan yang terjadi pada kandungan lemak beras sehingga menimbulkan bau apek. Bau apek dari beras giling yang telah lama disimpan disebabkan oleh senyawa-senyawa karbonil yang bersifat tengik, yaitu senyawa-senyawa hasil oksidasi lemak dengan oksigen dari udara (Astawan, 2004).

Penyimpanan berpengaruh terhadap kenampakan, kelekatan, kepipihan, rasa, dan aroma nasi yang diperoleh. Beras dari padi yang baru dipanen, jika



ditanak akan menjadi seperti bubur. Penyimpanan beberapa minggu dapat mengurangi kecenderungan biji pecah dan lengket pada penanaman. Kelekatan, rasa, dan aroma menurun akibat penyimpanan, sedangkan kepipihan butiran nasi meningkat.

Faktor-faktor yang memegang peranan penting dalam penyimpanan beras diantaranya adalah:

1. Kadar air

Kadar air dalam beras yang ditimbun merupakan sifat yang paling dominan mempengaruhi daya tahan beras untuk ditimbun tanpa menjadi rusak, busuk dan diserang oleh hama gudang. Beras dengan kadar air kurang dari 14% akan lebih aman disimpan, sedangkan beras dengan kadar air lebih dari 14% akan menyebabkan metabolisme mikroba dan perkembangbiakan serangga berjalan cepat. Penyimpanan pada suhu rendah akan lebih aman dibandingkan pada suhu tinggi. Beras giling akan mengalami perubahan rasa dan aroma jika disimpan pada suhu 15 °C selama 3 - 4 bulan. Beras yang dibungkus dengan kantong plastik dan disimpan pada suhu 8,5 - 13 °C masih mempunyai aroma dan rasa yang baik setelah disimpan lebih dari 7 bulan.

2. Kadar Butir Pecah (Patah)

Yang disebut butir pecah (patah) ialah biji beras pecah menjadi kurang dari $\frac{1}{4}$ ukuran biji asal butir beras tersebut. Permukaan pecahan sangat mudah diserang hama gudang, baik jasad renik maupun serangga. Jadi banyaknya biji pecah akan meningkatkan kemungkinan serangan oleh hama gudang. Pada umumnya batas kadar biji pecah ialah kurang dari 25% dari beras tersebut.

3. Kadar Butir Rusak

Yang disebut butir rusak ialah bila berwarna lain dari yang biasa. Warna biji beras normal ialah putih bening. Warna ini terdapat pada biji beras yang dipanen cukup masak, tidak muda.

4. Kadar Benda Asing

Benda asing ialah benda-benda bukan butir beras, misalnya butir tanah liat, kerikil, bagian-bagian tumbuhan, termasuk biji-biji lain yang bukan merupakan



biji beras. Benda-benda asing ini sering terkontaminasi oleh jasad renik yang kemudian akan mencemari beras dan merusaknya menjadi busuk.

5. Faktor Gudang

Kondisi gudang juga sangat mempengaruhi kesanggupan beras untuk disimpan lama. Gudang yang kurang baik menyebabkan beras mudah menjadi rusak karena berbagai sebab. Gudang penyimpanan beras harus kering dan tidak mudah terkena banjir. Atap gudang harus utuh tidak bocor dan tidak boleh terdapat lubang yang dapat dilalui burung atau binatang lain untuk masuk ke dalam gudang. Konstruksi gudang harus bebas dari tempat-tempat untuk hidup bersembunyi binatang mengerat seperti tikus dan untuk hidup serangga-serangga seperti kecoa. Bahkan konstruksi tidak boleh mudah terbakar.

6. Lama Waktu Penyimpanan

Tata penimbunan beras dalam karung di dalam gudang harus teratur dan sistematis. Karung beras harus ditimbun dengan tertib dan bagian bawah dari tumpukan jangan langsung terletak di atas lantai, tetapi harus diberi alas kayu. Dalam mengeluarkan beras dari gudang, tumpukan beras yang lebih lama harus paling dahulu dikeluarkan. Dengan demikian tidak ada beras yang terlalu lama disimpan di dalam gudang.

d. Penggilingan dan Penyosohan

Penggilingan adalah proses pemisahan sekam dan kulit luar kariopsis dari biji padi agar diperoleh beras yang dapat dikonsumsi. Proses ini akan memisahkan beras kepala, beras patah dan menir. Dalam pengertian sehari-hari, yang dimaksud dengan beras adalah gabah yang bagian kulitnya sudah dibuang dengan cara digiling dan disosoh menggunakan alat pengupas dan penggiling (*huller*) serta alat penyosoh (*polisher*). Gabah yang hanya terkupas bagian kulit luar (sekam)-nya, disebut beras pecah kulit (*brown rice*). Sedangkan beras pecah kulit yang seluruh atau sebagian dari kulit arinya telah dipisahkan dalam proses penyosohan, disebut beras giling (*milled rice*). Beras yang biasa dikonsumsi atau dijual di pasar adalah dalam bentuk beras giling. Dalam proses penyosohan beras pecah kulit akan



diperoleh hasil beras giling, dadak dan bekatul. Sebagian dari protein, lemak, vitamin dan mineral akan terbawa dalam dadak, sehingga kadar komponen-komponen tersebut di dalam beras giling menjadi menurun. Beras giling yang diperoleh berwarna putih karena telah terbebas dari bagian dedaknya yang berwarna coklat. Bagian dedak padi adalah sekitar 5 - 7% dari berat beras pecah kulit. Makin tinggi derajat penyosohan yang dilakukan maka makin putih warna beras giling yang dihasilkan, tetapi makin miskin beras tersebut akan zat-zat gizi yang bermanfaat bagi tubuh.

7. Pemanfaatan

Beras dapat dimanfaatkan menjadi berbagai macam produk. Umumnya digunakan sebagai makanan sebagai sumber karbohidrat atau energi.

a. *Parboiled rice*

Parboiled rice disebut juga (beras pratanak). Prinsip *parboiled rice* adalah memperoleh biji yang patinya sudah tergelatinisasi sebelum digiling. Keuntungan *parboiled rice* antara lain mempertinggi rendemen giling beras kepala, vitamin dan zat nutrisi lain masuk ke dalam endosperm sehingga mutu gizi meningkat dan masa simpan lebih lama karena relatif lebih susah diserang oleh serangga. Sedangkan kekurangannya adalah pada waktu penggilingan membutuhkan energi lebih besar karena lebih keras, selain itu beras pratanak lebih berminyak sehingga menimbulkan penyumbatan pada saringan dedak, dan dari segi rasa kurang enak dibanding beras biasa. *Parboiled rice* ini diproduksi di India, Bangladesh, dan Pakistan yang digunakan sebagai bahan baku untuk produk fermentasi seperti Chapatti, Dosa dan Idli.

b. Tepung Beras

Tepung beras terdiri dari tepung beras pecah kulit dan tepung beras sosoh. Tepung beras banyak digunakan sebagai bahan baku industri seperti bihun dan bakmi, macaroni, aneka *snacks*, aneka kue kering (*cookies*), *biscuit*, *crackers*, makanan bayi, makanan sapihan untuk Balita, tepung campuran (*composite flour*) dan sebagainya. Tepung beras juga banyak digunakan dalam pembuatan *pudding*



mixture atau *custard*. Makanan bayi yang terbuat dari tepung beras, sudah dapat diberikan kepada bayi yang berumur 2-3 bulan, sedangkan kepada bayi yang berumur 5 bulan dapat diberikan dalam bentuk nasi tim.

Standar mutu tepung beras ditentukan menurut Standar Industri Indonesia (SII). Syarat mutu tepung beras yang baik adalah: kadar air maksimum 10%, kadar abu maksimum 1%, bebas dari logam berbahaya, serangga, jamur, serta dengan bau dan rasa yang normal. Di Amerika, dikenal dua jenis tepung beras, yaitu tepung beras ketan dan tepung beras biasa. Tepung ketan mempunyai mutu lebih tinggi jika digunakan sebagai pengental susu, pudding dan makanan ringan. Proses pembuatan tepung beras dimulai dengan penepungan kering dilanjutkan dengan penepungan beras basah (beras direndam dalam air semalam, ditiriskan, dan ditepungkan). Alat penepung yang digunakan adalah secara tradisional (alu, lesung, kincir air) dan mesin penepung (hammer mill dan disc mill).

c. Bihun

Bihun dibuat dari beras pera (kadar amilosa tinggi). Jika amilosa rendah maka menjadi gelap. Bihun yang baik adalah yang penampakkannya panjang dan tidak putus-putus, berwarna putih lebih disukai, tidak mudah menempel/lengket, dan stabil (tetap lembut). Ciri-ciri lain bihun yang baik adalah jika dimasak berwarna, tidak lengket, mampu mempertahankan bentuknya dan tidak banyak pati yang keluar pada air pemasaknya.

d. Tapai ketan

Tapai ketan adalah makanan tradisional yang bahan bakunya berupa beras ketan dan ragi sebagai bahan penolongnya. Proses pengolahan yang dilakukan adalah pengukusan. Dengan proses pengolahan yang baik, tapai ketan ini dapat tahan lebih dari 1 minggu.

e. Nasi cepat masak (Nasi instan)

Beras adalah pangan yang populer untuk penduduk di belahan timur dunia, termasuk negara kita, sejajar dengan gandum untuk dunia barat. Dewasa ini, lebih dari 50% penduduk dunia mengkonsumsi beras dalam bentuk nasi atau bubur nasi. Hanya sedikit yang diolah dalam bentuk lain. Di Indonesia beras adalah



penyumbang kalori dan protein yang terbesar bagi penduduk. Sekitar 52 – 55% kalori dan 45 – 48% protein bagi sebagian besar penduduk Indonesia berasal dari beras. Cara pengolahan beras yang paling umum adalah dimasak menjadi nasi atau bubur beras.

Nasi yang dimasak dari beras biasa memerlukan waktu pemasakan 20 - 30 menit sampai tingkat kematangan yang dapat diterima. Bila ditambah proses sebelumnya yang meliputi perendaman, pencucian dan pengukusan memerlukan waktu total sekitar 1 jam. Persiapan nasi yang begitu lama untuk golongan masyarakat tertentu, terutama yang sibuk, menjadi penghambat utama sehingga mereka malas memasak nasi. Karenanya banyak usaha-usaha telah dilakukan untuk memproduksi nasi cepat masak atau *quick cooking rice* atau disebut juga nasi instan, nasi cepat saji atau beras pasca tanak, dengan tujuan untuk mempercepat waktu pemasakan.

Jenis beras ini mempunyai ciri khas yaitu butir-butir berasnya dibuat *porous* (berpori-pori) sehingga air panas atau uap lebih cepat masuk ke dalamnya yang mengakibatkan waktu menjadi masak menjadi jauh lebih cepat. Teknologi bagaimana membuat beras menjadi *porous* dan cara pengeringannya menentukan jenis dan mutu nasi instan yang dihasilkan. Nasi yang telah dikeringkan masih mampu menyerap air kembali dalam jumlah yang besar. Sifat inilah yang digunakan dalam pembuatan nasi dan bubur instan dengan cara memasak lebih dahulu nasi sampai tanak lalu dikeringkan.

Nasi cepat masak harus dapat disiapkan dalam waktu 3 - 5 menit dan cara persiapannya harus sederhana. Setelah dimasak, produk tersebut harus sesuai dengan nasi biasa dalam hal rasa, aroma dan tekstur atau keempukannya. Sifat lainnya adalah harus tinggi nilai gizinya (sama dengan nasi biasa), komposisinya seimbang dan mudah diproduksi dalam jumlah banyak. Sejak tahun 1970-an, Nissin Food Company di Osaka, Jepang telah mengembangkan beras atau nasi instan yang disebut Cup Rice, yang dapat memenuhi sebagian besar dari persyaratan di atas. Beras instan tersebut dibuat dengan cara pemasakan pada suhu dan tekanan yang tinggi kemudian dikeringkan. Dengan cara demikian produk



yang diperoleh dapat direkonstitusi atau dibuat menjadi nasi matang hanya dengan penambahan air mendidih dalam waktu 5 menit, dengan menggunakan wadah polystyrene. Pada saat ini telah banyak beredar beras cepat masak, terutama di negara-negara maju. Walaupun sekarang baru terdapat beberapa jenis beras cepat masak yang beredar di pasar dalam negeri, diperkirakan dalam tahun-tahun mendatang jumlahnya akan makin banyak.

Beras cepat masak dibuat dengan cara pemberian perlakuan pemasakan awal (disebut *precooking*) dan digelatinisasi (beras diaron sampai berubah menjadi bening warnanya) dengan menggunakan air, uap atau gabungan keduanya. Hasilnya berupa beras matang atau setengah matang. Selanjutnya beras matang atau setengah matang tersebut umumnya dikeringkan sedemikian rupa sehingga diperoleh butir-butir beras kering yang berpori-pori sehingga air atau uap panas lebih cepat masuk ke dalamnya sehingga membuatnya cepat masak.

Produk akhirnya harus kering, tidak melekat satu dengan yang lain, tetapi harus berupa butir-butir beras yang terpisah. Biasanya butir-butir beras instan mempunyai volume yang lebih besar yaitu antara 1,5 – 3 kali beras biasa. Air matang yang digunakan untuk membuat beras instan menjadi nasi harus masuk ke dalam butir-butir beras dalam waktu yang relatif cepat.

Beras cepat masak yang dihasilkan dapat berbeda dalam jenis dan mutunya disebabkan adanya perbedaan dalam hal kadar air, waktu dan suhu pemasakan awal ketika membuat beras instan, kondisi pengeringan, dan cara pembuatannya. Variasi mutu yang penting adalah dalam hal kecepatan pengolahan menjadi nasi, yang berkisar antara 10 - 15 menit, 5 menit, dan 1 – 2 menit. Jenis-jenis proses yang digunakan dalam pembuatan beras instan tersebut dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Beras mula-mula direndam dalam air sampai kadar airnya menjadi 30%, kemudian dimasak dengan air panas sampai kadar air 50 – 60% dengan atau tanpa menggunakan uap. Kemudian perebusan atau pengukusan diteruskan sampai kadar airnya menjadi 60 – 70% dan kemudian dikeringkan dengan hati-hati sampai kadar airnya mencapai 8 – 14% dengan menjaga agar strukturnya



berpori-pori. Modifikasi yang dilakukan terhadap cara ini antara lain dengan perlakuan panas kering pendahuluan untuk membuat berpori-pori butir-butir beras sebelum dimasak dan dikeringkan.

2. Beras direndam, direbus, dikukus atau dikukus dengan tekanan untuk membuat butir-butir beras tergelatinisasi, dikeringkan dengan suhu yang rendah untuk menghasilkan butir-butir beras yang agak berat dan mengkilat, kemudian diberi perlakuan dengan pengembangan pada tekanan dan suhu tinggi untuk memperoleh struktur berpori-pori yang diinginkan.
3. Beras dipregelatinisasi, digiling atau ditekan untuk memperoleh butiran yang agak gepeng dan kemudian dikeringkan untuk memperoleh butiran beras yang relatif kering dan mengkilat.
4. Beras diberi perlakuan dengan udara panas yang mengalir cepat pada suhu $65,6 - 315,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ untuk membuat proses dekstrinasi pati dalam beras, membuat berpori-pori atau mengembangkan butiran beras. Dalam proses ini tidak ada perlakuan pemasakan atau pengukusan.
5. Beras diaron, kemudian dibekukan, *dithawing* (dicairkan kembali) dan dikeringkan. Metode ini sering dikombinasikan dengan metode 1, 2 dan 3.
6. Metode *Gun Puffing* yang merupakan kombinasi dari perlakuan-perlakuan pendahuluan terhadap beras dengan penggunaan suhu dan tekanan tinggi, diikuti dengan pengeluaran secara cepat ke dalam ruangan yang tekanannya lebih rendah (biasanya ke ruangan tekanan atmosfer atau ruang hampa).
7. Nasi masak dengan pengeringan beku.
8. Perlakuan atau pemberian bahan kimia
9. Kombinasi 2 atau lebih dari metode-metode di atas.
10. Metode-metode lain.

Dari sepuluh metode tersebut di atas, beberapa metode yang mudah dalam pembuatan nasi atau bubur instan akan diuraikan sebagai berikut:

1. Metode Rendam-Rebus-Kukus-Keringkan

Metode ini pertama kali dikembangkan oleh Ozai dan Durrani tahun 1948 sehingga disebut metode Ozai-Durrani. Metode ini digunakan oleh General



Foods Corporation untuk membuat produk Minute Rice yang merupakan nasi instan pertama dari jenis ini.

Mula-mula beras direndam dalam air pada suhu kamar. Kadar air beras meningkat menjadi 30%. Kemudian perebusan dilanjutkan selama 8 – 10 menit sehingga kadar airnya menjadi 65 – 70%. Setelah itu dilakukan penirisan, pendinginan dan pencucian dalam air dingin selama 1 – 2 menit, dan dihamarkan untuk dikeringkan. Ruang pengering harus mempunyai suhu yang relatif tinggi dengan udara yang mengalir di dalamnya. Suhu yang digunakan adalah 140 °C dengan kecepatan aliran udara yang melewati beras 61 m/menit. Pengeringan dilakukan sampai kadar air beras menjadi 8 – 14%. Kondisi pengeringan dalam hal ini suhu dan kecepatan aliran udara sangat penting untuk menghasilkan struktur nasi kering yang berpori.

2. Penggunaan Bahan Kimia

Pembuatan beras pasca tanak dengan perlakuan kimia antara lain dapat dilakukan dengan penambahan senyawa posfat. Tujuannya adalah untuk menjadikan butir-butir beras menjadi *porous*, sehingga proses penyerapan air menjadi lebih cepat pada waktu penambahan air panas atau pemasakan. Pada pembuatannya beras direndam dalam 0,2% larutan Na_2HPO_4 dengan perbandingan 1 : 3 selama 18 jam. Perendaman ini menyebabkan pH menjadi agak asam yaitu sekitar 5,2. Selanjutnya harus dinetralkan dengan penambahan NaOH 2 N sampai mencapai pH 7,0 – 7,3. Selain itu bahan kimia lain yang digunakan adalah larutan Natrium sitrat atau larutan Kalsium klorida, baik sendiri maupun kombinasinya dengan perbandingan 1 : 1.

Beras merah akibat aleuronnya mengandung gen yang memproduksi antosianin yang merupakan sumber warna merah atau ungu.

B. JAGUNG

1. Morfologi

Seorang ahli botani bernama Linnaeus adalah orang yang memberi nama latin *Zea mays* untuk spesies jagung. Jagung merupakan tanaman semusim



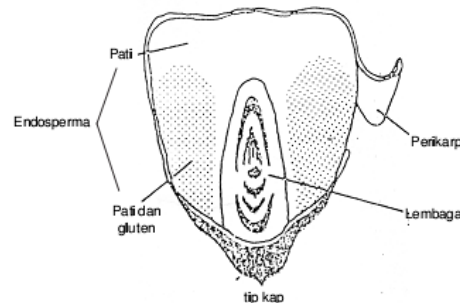
determinant, dan satu siklus hidupnya diselesaikan dalam 80- 150 hari. Paruh pertama dari siklus merupakan tahap pertumbuhan vegetatif dan paruh kedua untuk pertumbuhan generatif, tanaman jagung merupakan tanaman tingkat tinggi. Dalam sistematika tumbuhan tanaman jagung diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : *Plantae*
Divisio : *Spermatophyta*
Sub divisio : *Angiospermae*
Class : *Monocotyledoneae*
Ordo : *Poales*
Familia : *Poaceae*
Genus : *Zea*
Spesies : *Zea mays L.*

Secara struktural, biji jagung yang telah matang terdiri atas empat bagian utama, yaitu perikarp, lembaga, endosperm, dan tip kap (Gambar 3). Perikarp merupakan lapisan pembungkus biji yang berubah cepat selama proses pembentukan biji. Pada waktu kariopsis masih muda, sel-selnya kecil dan tipis, tetapi sel-sel itu berkembang seiring dengan bertambahnya umur biji. Pada taraf tertentu lapisan ini membentuk membran yang dikenal sebagai kulit biji atau testa/aleuron yang secara morfologi adalah bagian endosperm. Bobot lapisan aleuron sekitar 3% dari keseluruhan biji.

Lembaga merupakan bagian yang cukup besar. Pada biji jagung tipe gigi kuda, lembaga meliputi 11,5% dari bobot keseluruhan biji. Lembaga ini sendiri sebenarnya tersusun atas dua bagian yaitu skutelum dan poros embrio (*embryonic axis*). Endosperm merupakan bagian terbesar dari biji jagung, yaitu sekitar 85%, hampir seluruhnya terdiri atas karbohidrat dari bagian yang lunak (*floury endosperm*) dan bagian yang keras (*horny endosperm*). Lembaga terdiri atas plumula, radikel, dan skutelum, yaitu sekitar 10% dan perikarp 5%. Perikarp merupakan lapisan luar biji yang dilapisi oleh testa dan lapisan aleuron. Lapisan aleuron mengandung 10% protein. Setiap tip cap adalah bagian yang menghubungkan biji dengan janggut. Lapisan aleuron, perikarp, dan lembaga

mengandung protein dengan kadar yang berbeda. Lembaga juga mengandung lemak dan mineral.



Gambar 3. Struktur Biji Jagung

Secara umum biji jagung terdiri dari kulit (perikarp), endosperm, lembaga dan tudung pangkal biji (tipcap). Perikarp merupakan 5% dari seluruh biji jagung. Endosperm merupakan bagian terbanyak dari biji jagung yaitu 62%, sedangkan bagian biji jagung yang lain yaitu lembaga 12% dan tip cap 1% dari total biji jagung. Kulit (perikarp) merupakan pelindung biji jagung terhadap pengaruh dari luar yaitu suhu, kelembaban dan benturan. Perikarp adalah suatu lapisan penutup biji yang terdiri dari berlapis-lapis sel yang menutup biji.

Sebagai bahan pangan, bagian terpenting dari biji jagung yaitu endosperm. Lapisan pertama dari endosperm yaitu lapisan aleuron, merupakan pembatas antara endosperm dengan kulit (perikarp). Sebagian besar endosperm terdiri dari granula-granula pati. Pada lapisan tengah atau pusat terdapat granula-granula pati lunak dengan ukuran 10 – 30 μm , sedangkan pada bagian luar atau pinggir mengandung granula-granula pati keras dengan ukuran yang lebih kecil yaitu 1 – 10 μm .

2. Komposisi Kimia

Komposisi kimia jagung bervariasi tergantung jenis atau varietas jagung, keadaan tanah dan iklim. Pada umumnya komposisi kimianya adalah protein, lemak, karbohidrat dan abu. Komposisi proksimat biji jagung meliputi kandungan karbohidrat, protein, lemak dan abu atau mineral.



a. Karbohidrat

Karbohidrat merupakan komponen yang paling banyak terdapat dalam biji jagung. Karbohidrat jagung terutama berupa pati. Pati merupakan komponen yang paling banyak dalam biji jagung. Zat pati terutama terdapat pada bagian endosperm biji jagung.

Pati mengandung dua macam molekul yaitu amilosa dan amilopektin. Kedua molekul tersebut merupakan polimer dari unit-unit D-glukosa dan mempunyai berat molekul yang tinggi. Amilosa mempunyai susunan rantai (polimer) lurus, sedangkan amilopektin merupakan susunan rantai bercabang. Sebagian besar jenis jagung mempunyai kandungan amilopektin 78% dan amilosa 22%, tetapi untuk jenis jagung ketan (*waxy corn*) patinya mengandung amilopektin hampir 100%. Kandungan amilopektin yang tinggi ini menyebabkan jagung ketan bersifat lengket .

Karbohidrat jagung selain pati yaitu gula, pentosan dan serat kasar. Total gula pada biji jagung 1,0 – 3,0%. Sukrosa merupakan bagian terbesar dari komponen gula, sedangkan glukosa, fruktosa dan rafinosa hanya terdapat dalam jumlah kecil. Pada jagung manis (*sweet corn*) kandungan gula pada biji jagung relatif tinggi (37,06 – 43,55% berat kering), sehingga rasanya manis.

b. Protein

Biji jagung mengandung protein kurang lebih 10%, tetapi nilai biologiknya rendah karena rendahnya kandungan lisin dan triptofan yang merupakan asam amino esensial. Protein yang terdapat dalam biji jagung yaitu prolamin (zein) 47,2%, glutein 35,1%, albumin 3,2% dan globulin 1,5%. Prolamin merupakan protein yang larut dalam etanol 70 – 80%, glutein larut dalam basa dan asam encer, albumin larut dalam garam encer dan globulin larut dalam air.

Protein zein kekurangan asam amino triptofan, lisin, treonin, valin, dan asam amino bersulfur. Meskipun kadar leusinnnya cukup tinggi, tetapi kemungkinan bersifat antagonis dengan ketersediaan isoleusin. Dengan demikian dikatakan bahwa kualitas/nilai gizi protein zein rendah. Albumin, globulin dan glutelin jagung mempunyai komposisi asam amino yang cukup baik (kadar



lisinnya tinggi). Komposisi asam amino globulin, albumin dan glutelin hampir sama. Protein albumin, globulin dan glutelin banyak terdapat pada endosperm. Globulin mempunyai kadar arginin tinggi.

Lembaga jagung menyimpan 26% protein. Protein pada lembaga terutama albumin dan globulin. Protein lembaga mempunyai nilai gizi lebih tinggi terutama dibandingkan dengan protein endosperm karena mempunyai komposisi asam amino esensial yang lebih baik atau seimbang. Nilai gizi lembaga ini turun selama pengolahan. Telah dikembangkan varietas-varietas jagung yang mengandung lisin tinggi. Salah satu varietas tersebut adalah Opaque-2. Selain kadar lisinnya tinggi, jenis jagung ini mempunyai komposisi asam amino cukup baik. Meskipun demikian varietas jagung dengan kadar lisin tinggi mempunyai kelemahan antara lain gaya germinasi rendah, kadar air biji tinggi pada saat panen, biji lunak sehingga mudah diserang serangga serta kurang baik sifat-sifat pengolahannya.

c. Lemak dan Pigmen

Lemak jagung, seperti pada sereal lain, banyak tersimpan pada lembaga yaitu sekitar 83% dari total lemak. Lemak jagung terutama dalam bentuk trigliserida. Lemak jagung banyak mengandung asam lemak tidak jenuh yang esensial terutama linoleat ($C_{18:2}$). Kadar lemak/minyak serta komposisi asam lemaknya dipengaruhi oleh faktor agronomi maupun genetik. Meskipun lemak jagung mengandung asam lemak tidak jenuh (PUFA) dalam kadar yang cukup tinggi, minyak jagung relatif stabil terhadap oksidasi karena mengandung antioksidan alami serta mengandung sangat sedikit (kurang dari 1,0 %) asam linolenat ($C_{18:3}$).

Kandungan lemak pada biji jagung bervariasi antara 1,2 sampai 5% dengan bilangan yodida 111 sampai 151. Hampir 85% kadar lemak biji jagung terdapat pada lembaga. Biji jagung mengandung pigmen, terutama untuk yang baru berwarna kuning. Xanthofil pada jagung gigi kuda berkisar 10 – 30 ppm dan karoten 1 – 4 ppm. Pigmen-pigmen pada biji jagung dengan protein endosperm



dengan konsentrasi terbesar pada pati keras. Pigmen jagung kuning adalah β -karoten, lutein dan xantin.

d. Mineral dan Vitamin

Biji jagung mengandung mineral kalium 0,40%, fosfor 0,43%, magnesium 0,16%, sulfur 0,14% dan mineral-mineral lain 0,27%. Sebagian mineral jagung terdapat pada lembaga (78%). Hal ini mungkin karena mineral tersebut diperlukan untuk pertumbuhan embrio. Mineral pada jagung terutama pada senyawa fosfor. Sebagian besar dalam bentuk garam potasium-magnesium dari asam fitat (heksafosfat ester inositol). Fitin merupakan bentuk penting senyawa fosfor, yang dibebaskan oleh enzim fitase untuk pertumbuhan embrio.

Mineral keempat (setelah P, K dan Mg) adalah sulfur (S) yang terdapat dalam bentuk asam amino metionin dan sistin. Disamping itu jagung juga merupakan selenium yang penting pada ransum ternak. Jagung mengandung dua jenis vitamin larut lemak yaitu vitamin A (betakaroten) dan vitamin E serta sebagian besar vitamin larut air. Jagung mengandung vitamin B1 (thiamin) dan piridoksin dalam jumlah yang cukup untuk ternak. Niasin pada jagung berada dalam bentuk terikat. Perlakuan dengan alkali dapat membebaskan niasin.

3. Penanganan Pasca Panen

Setelah jagung dipetik biasanya dilakukan proses lanjutan yang merupakan serangkaian pekerjaan yang berkaitan dan akhirnya produk siap disimpan atau dipasarkan.

a. Pengupasan

Jagung dikupas pada saat masih menempel pada batang atau setelah pemetikan selesai. Pengupasan ini dilakukan untuk menjaga agar kadar air di dalam tongkol dapat diturunkan dan kelembaban di sekitar biji tidak menimbulkan kerusakan biji atau mengakibatkan tumbuhnya cendawan. Pengupasan dapat memudahkan atau memperingan pengangkutan selama proses pengeringan. Untuk jagung masak mati sebagai bahan makanan, begitu selesai dipanen, kelobot segera dikupas.



b. Pengeringan

Pengeringan jagung dapat dilakukan secara alami atau buatan. Secara tradisional jagung dijemur di bawah sinar matahari sehingga kadar air berkisar 9 – 11%. Biasanya penjemuran memakan waktu sekitar 7 - 8 hari. Penjemuran dapat dilakukan di lantai, dengan alas anyaman bambu atau dengan cara diikat dan digantung. Secara buatan dapat dilakukan dengan mesin pengering untuk menghemat tenaga manusia, terutama pada musim hujan. Terdapat berbagai cara pengeringan buatan, tetapi prinsipnya sama yaitu untuk mengurangi kadar air di dalam biji dengan panas pengeringan sekitar 38 - 43 °C, sehingga kadar air turun menjadi 12 - 13%. Mesin pengering dapat digunakan setiap saat dan dapat dilakukan pengaturan suhu sesuai dengan kadar air biji jagung yang diinginkan.

c. Pemipilan

Setelah dijemur sampai kering jagung dipipil. Pemipilan dapat menggunakan tangan atau alat pemipil jagung bila jumlah produksi cukup besar. Pada dasarnya memipil jagung hampir sama dengan proses perontokan gabah, yaitu memisahkan biji-biji dari tempat pelekatan. Jagung melekat pada tongkolnya, maka antara biji dan tongkol perlu dipisahkan.

d. Penyortiran dan Penggolongan

Setelah jagung terlepas dari tongkol, biji-biji jagung harus dipisahkan dari kotoran atau apa saja yang tidak dikehendaki, sehingga tidak menurunkan kualitas jagung. Yang perlu dipisahkan dan dibuang antara lain sisa-sisa tongkol, biji kecil, biji pecah, biji hampa, kotoran selama petik ataupun pada waktu pengumpulan. Tindakan ini sangat bermanfaat untuk menghindari atau menekan serangan jamur dan hama selama dalam penyimpanan. Disamping itu juga dapat memperbaiki peredaran udara.

Untuk pemisahan biji yang akan digunakan sebagai benih terutama untuk penanaman dengan mesin penanam, biasanya membutuhkan keseragaman bentuk dan ukuran butirnya. Maka pemisahan ini sangat penting untuk menambah efisiensi penanaman dengan mesin. Ada berbagai cara membersihkan atau memisahkan jagung dari campuran kotoran. Tetapi pemisahan dengan cara ditampi



seperti pada proses pembersihan padi, akan mendapatkan hasil yang baik. Standar mutu jagung di Indonesia tercantum dalam Standar Nasional Indonesia SNI 01-03920-1995.

4. Klasifikasi dan Standar Mutu

Berdasarkan warnanya, jagung kering dibedakan menjadi jagung kuning (bila sekurang-kurangnya 90% bijinya berwarna kuning), jagung putih (bila sekurang-kurangnya 90% bijinya berwarna putih) dan jagung campuran yang tidak memenuhi syarat-syarat tersebut. Dalam perdagangan internasional, komoditi jagung kering dibagi dalam 2 nomor HS dan SITC dan berdasarkan penggunaannya yaitu jagung benih dan non benih.

a) Syarat Umum

1. Bebas hama dan penyakit.
2. Bebas bau busuk, asam, atau bau asing lainnya.
3. Bebas dari bahan kimia, seperti: insektisida dan fungisida.
4. Memiliki suhu normal.

b) Syarat Khusus

1. Kadar air maksimum (%): mutu I=14; mutu II=14; mutu III=15; mutu IV=17.
2. Butir rusak maksimum (%): mutu I=2; mutu II=4; mutu III=6; mutu IV=8.
3. Butir warna lain maksimum (%): mutu I=1; mutu II=3; mutu III=7; mutu IV=10.
4. Butir pecah maksimum (%): mutu I=1; mutu II=2; mutu III=3; mutu IV=3.
5. Kotoran maksimum (%): mutu I=1; mutu II=1; mutu III=2; mutu IV=2.

Untuk mendapatkan standar mutu yang disyaratkan maka dilakukan beberapa pengujian diantaranya:

1. Penentuan adanya hama dan penyakit, kemudian dilanjutkan dengan uji organoleptik kecuali adanya bahan kimia dengan menggunakan indera pengelihatan dan penciuman serta dibantu dengan peralatan dan cara yang diperbolehkan.



2. Penentuan adanya rusak, butir warna lain, kotoran dan butir pecah dilakukan dengan cara manual dengan pinset dengan contoh uji 100 gram/sampel. Persentase butir-butir warna lain, butir rusak, butir pecah, kotoran ditetapkan berdasarkan berat masing-masing komponen dibandingkan dengan berat contoh analisa x 100 %
3. Penentuan kadar air biji ditentukan dengan moisturetester electronic atau “Air Oven Methode” (ISO/r939-1969E atau OACE 930.15). Penentuan kadar aflatoxin. Aflatoxin adalah racun hasil metabolisme cendawan *Aspergillus flavus*. Aflatoxin disini adalah jumlah semua jenis aflatoxin yang terkandung dalam biji-biji kacang tanah.

5. Pemanfaatan

a. *Corn Flake*

Corn Flake adalah sejenis makanan yang terbuat dari jagung, digilas hingga tipis seperti emping. Di Malaysia, produk yang disebut emping jagung ini biasanya dikonsumsi setelah dicampur dengan susu segar dan buah kering atau segar. Di Amerika Serikat biasanya produk ini digunakan untuk sarapan.

Corn flake dibuat dari tepung jagung, air gula dan garam. Pembuatannya dengan melakukan pencampuran tepung jagung, air, gula dan garam menggunakan *mixer* pada kecepatan sedang selama 1 menit. Kemudian dibuat pelet yang dilakukan dengan alat ekstrusi sederhana (seperti alat pencincang daging) dan pengukusan bahan menggunakan panci presto dengan lama pengukusan 40 menit. Pelet yang dihasilkan berkadar air 50 – 55%. Dalam keadaan basah, pelet digiling hingga pipih, kemudian dibiarkan dingin dengan menempatkannya pada suhu kamar selama 17 jam.

Proses selanjutnya adalah menurunkan kadar air pelet hingga mencapai 8 – 12%. Proses ini dapat dilakukan dengan cara penjemuran atau menggunakan oven blower dengan suhu 45 °C. Proses *tempering* selama 17 jam sangat berpengaruh terhadap kerenyahan produk. Apabila proses ini tidak dilakukan maka produk yang dihasilkan akan kurang renyah. Kadar air produk harus diturunkan sampai



cukup rendah. Bila penurunan kadar air hanya mencapai 20%, produk belum kering meskipun dipanggang pada suhu 215°C selama 3,5 – 4,5 menit.

b. Tortila

Tortila dari jagung sangat terkenal di Mexico, Amerika Tengah dan bagian Selatan Amerika. Kata tortila berasal dari bahasa Spanyol yang berarti jagung. Tortila merupakan sumber karbohidrat dan protein yang cukup berarti terhadap penduduk yang masih miskin di daerah Amerika Tengah, karena tortila dijadikan bahan makanan utama.

Proses pembuatan tepung tortila ini cukup banyak mempunyai variasi dan tidak ada standar yang khusus. Beberapa macam proses disusun berdasarkan faktor geografis dan sosial ekonomi. Sebagai contoh variasi proses ini adalah konsentrasi larutan kapur, jenis jagung, lama pemasakan dan suhu. Pemilihan proses ini juga dipertimbangkan berdasarkan kebiasaan pengolah, harga jagung serta tersedianya bahan baku. Industri-industri pengolahan tepung tortila yang ada di Amerika sekarang ini dikembangkan dari pengolahan cara tradisional yang meliputi pengembangan cara pemasakan, cara pengeringan dan lain-lain dengan pertimbangan utama efisiensi biaya produksi.

Bahan yang perlu diperlukan adalah jagung pipil dan larutan kapur (4%) atau kapur (4%) atau kapur tohor. Proses pembuatannya adalah dengan merebus jagung pipil, kemudian membuang air rebusannya dan jagung direndam selama satu malam. Kemudian dilakukan penirisan dan dicuci 1-2 kali. Jagung kemudian digiling dengan silinder atau botol untuk dibuat menjadi adonan berbentuk lempengan tipis dan dipanggang pada suhu 180 °C selama 5 menit untuk menghasilkan tortila yang renyah.

c. Pati Jagung (Maizena)

Isolasi pada jagung adalah suatu proses untuk melepaskan granula pati dari matriks protein kemudian memisahkannya dari komponen-komponen lain sehingga diperoleh pati yang murni. Ekstraksi pati dilakukan melalui proses penggilingan basah. Proses penggilingan basah meliputi tahap pembersihan,



peredaman (*steeping*), penggilingan, pemisahan dengan ayakan, sentrifugasi dan pencucian untuk mendapatkan pati yang bersih.

Pertama-tama jagung dibersihkan dari komponen asing dengan ayakan goyang. Proses pembersihan dilakukan baik dengan menggunakan udara maupun saringan atau magnet, yang bertujuan untuk memisahkan biji jagung dari benda-benda asing seperti pasir, logam dan bagian-bagian tongkol atau biji pecah. Jagung yang sudah bersih kemudian mengalami proses *steeping*.

Perendaman merupakan tahap yang cukup kritis karena proses ini diperlukan untuk merangsang difusi air ke seluruh biji. Perendaman berfungsi untuk melunakkan biji dan mempermudah pemisahan komponen biji. Jagung direndam dalam air yang mengandung 0,12 – 0,20% SO₂ pada suhu 52 °C selama 22 – 50 jam. Sulfur dioksida (SO₂) meningkatkan laju difusi air ke dalam biji dan membantu pemecahan matrik pati-protein. Sulfur dioksida menyebabkan struktur matrik melemah karena SO₂ memecah ikatan disulfida dan membentuk sulfoprotein yang larut dan mencegah terbentuknya ikatan disulfida.

Selama perendaman, konsentrasi SO₂ turun dan terjadi pertumbuhan bakteri asam laktat yang akan memproduksi asam laktat. Konsentrasi asam laktat yang dikehendaki adalah 16 – 20% (berat kering). Konsentrasi SO₂ setelah perendaman turun menjadi 0,01% atau kurang. Jumlah air yang diperlukan dalam proses perendaman sekitar 1,2 – 1,4 m³ untuk setiap ton jagung. Sebagian air perendam akan diserap jagung dan kadar air jagung meningkat dari 16% menjadi 45%. Sedangkan sebagian padatan jagung terlarut dalam air perendam.

Air perendam yang mengandung padatan terlarut antara 6 – 8% dapat dipekatkan menjadi cairan kental (*heavy steep corn liquor*). Cairan ini dapat digunakan oleh industri farmasi untuk memproduksi antibiotika. Senyawa yang terdapat dalam air perendam tersebut antara lain protein, asam laktat, fitat, vitamin B (B1, B2, B6 dan B12), niasin, kalsium pantotenat dan asam folat.

Jagung yang telah mengalami proses pengolahan selanjutnya digiling dengan menggunakan *degerminating mill* yang mempunyai permukaan kasar dengan diberikan air. Penggilingan ini dilakukan untuk memisahkan perikarp dan



lembaga dari endosperm. Hasil penggilingan yang berupa suspensi dilewatkan pada tangki pengapungan atau hidrosiklon dimana lembaga yang mempunyai berat jenis lebih kecil akan terpisah pada bagian permukaan. Lembaga selanjutnya dicuci dan dikeringkan untuk diambil minyaknya. Suspensi yang sudah terbebas dari lembaga selanjutnya dilewatkan pada ayakan 50 μm untuk memisahkan perikarp (serat). Selanjutnya dilakukan penggilingan lagi dengan menggunakan *entoleter mills* atau *attrition mills* untuk menghaluskan partikel dengan kecepatan putaran 18.000 rpm. Suspensi dicuci dan diayak untuk memisahkan serat yang masih ada.

Suspensi disentrifugasi untuk memisahkan protein terlarut (gluten). Gluten terpisah pada bagian atas karena mempunyai berat jenis 1,06 dibandingkan pati yang mempunyai berat jenis 1,60. Gluten selanjutnya dikeringkan untuk pakan ternak. Akan tetapi suspensi pati masih mengandung protein 3 – 5%. Oleh karena itu dilakukan pencucian dengan hidrosiklon untuk memisahkan protein yang tersisa sehingga diperoleh suspensi pati dengan kadar protein 0,3 – 0,35%. Air untuk mencuci pati biasanya air berupa bebas ion untuk mencegah penyimpangan cita rasa apabila suspensi pati tersebut diolah menjadi sirup. Suhu air pencucian sebaiknya 38 – 43 °C atau lebih rendah pada suhu suspensi pati selama proses diusahakan dibawah 63 °C. Suspensi pati dapat langsung digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan sirup. Tepung pati kering diperoleh dari suspensi pati yang diperas airnya kemudian dikeringkan dan digiling.

Penggunaan pati jagung sangat luas, baik untuk bahan pangan maupun non pangan. Sebagai bahan pangan, pati dan tepung jagung dapat digunakan untuk bahan baku pembuatan dekstrosa, sirup jagung fruktosa tinggi, sirup jagung dan maltodekstrin. Sebagai bahan industri non pangan, pati jagung dibutuhkan antara lain dalam industri plastik, industri kertas, industri tekstil dan untuk bahan perekat.

d. Mie Jagung

Mie jagung merupakan produk baru yang dapat dikembangkan dalam rangka diversifikasi pangan. Pembuatan produk mie dari bahan baku jagung



memerlukan beberapa bentuk penyesuaian. Proses pengolahan mie jagung berbeda dengan pengolahan mie terigu karena setelah pencampuran bahan dilakukan pengukusan. Pengukusan diperlukan agar terbentuk adonan sehingga dapat dicetak menjadi mie. Hal ini disebabkan protein total endosperm dalam jagung 80 - 85% terdiri dari zein dan glutelin. Sedangkan protein total endosperm dalam gandum 80 - 85 % terdiri dari gliadin dan glutenin. Gliadin dan glutenin merupakan jenis protein yang mempunyai sifat membentuk adonan yang elastis-cohesive bila ditambah air dan diuleni.

Proses pembuatan mie jagung terdiri dari proses pencampuran bahan, pengukusan pertama, pencetakan (pembentukan lembaran, pembentukan untaian mie, pemotongan), pengukusan kedua dan pengeringan. Pencampuran merupakan tahap awal dari proses pembuatan mie. Pada tahap ini dilakukan pencampuran dan pengadukan bahan yang terdiri dari tepung jagung, air, garam 1%, dan bahan pengembang 0,3 %. Perbandingan tepung jagung dan air yang digunakan adalah 1:1. Tujuan dari proses ini adalah untuk membentuk adonan yang dapat dibuat menjadi lembaran dengan penambahan air yang tepat, mengaduknya dan mengukusnya. Untuk mendapatkan adonan yang baik dengan ciri-ciri kompak, warna homogen, penampakan mengkilat, tekstur halus, plastis dan elastis serta adonan tidak pera ataupun lembek. Hal-hal yang harus diperhatikan adalah jumlah air yang ditambahkan, waktu pengadukan dan suhu adonan. Jumlah air yang ditambahkan pada mie terigu umumnya adalah 28 - 38 %. Jika melebihi batas 38%, biasanya adonan menjadi basah dan menyulitkan dalam proses selanjutnya. Jika air yang ditambahkan kurang maka adonan menjadi rapuh. Sedangkan dalam pembuatan mie dari beras (bihun) air yang diperlukan dalam adonan 38 - 40 %.

Pada proses pencampuran ini tidak dapat dihasilkan massa adonan yang kohesif sehingga adonan tidak dapat langsung dicetak dalam bentuk lembaran dan mie. Oleh karena itu, untuk membentuk massa adonan yang kohesif dan cukup elastis diperlukan proses pengukusan. Proses pengukusan pertama ini dilakukan pada suhu 100 °C selama sekitar 10 - 15 menit. Suspensi tepung dan air pada saat



pengukusan mengalami proses gelatinisasi pati. Pada saat gelatinisasi, maka granula pati tepung akan mengembang karena molekul-molekul air berpenetrasi masuk ke dalam granula pati dan terperangkap pada susunan molekul-molekul amilosa dan amilopektin. Pengembangan granula pati berpengaruh terhadap massa adonan. Setelah pengukusan, dihasilkan massa adonan yang kohesif dan cukup elastis ketika diuleni. Massa adonan yang kohesif dan elastis ini, mudah dibuat lembaran, mudah dicetak dan menghasilkan mie dengan tekstur yang halus dan tidak mudah patah.

Setelah pencampuran bahan dan menjadi adonan, kemudian dilakukan tahap pengepresan yang bertujuan untuk membentuk adonan menjadi lembaran-lembaran tipis yang halus dan kenyal dengan ketebalan sekitar 0,5 mm. Lembaran-lembaran yang halus dengan ketebalan yang sama tersebut kemudian dipotong menjadi bentuk untaian mie. Mie hasil pengukusan pertama tidak dapat langsung dikeringkan karena pada pengukusan pertama proses gelatinisasi pati belum sempurna atau mie yang dihasilkan belum matang sehingga diperlukan pengukusan kedua. Pengukusan pertama memang tidak ditujukan untuk membuat mie matang namun untuk menghasilkan massa adonan yang dapat dicetak. Sedangkan pengukusan kedua bertujuan untuk mematangkan adonan. Pengukusan kedua dilakukan pada suhu 100 °C selama sekitar 30 menit atau sampai mie terlihat tergelatinisasi sempurna. Selanjutnya dilakukan proses pengeringan dengan menggunakan oven pada suhu 60 – 75 °C selama sekitar 2- 3 jam. Pengeringan dianggap cukup jika mie mudah dipatahkan.

Prinsip proses pengeringan ini adalah menurunkan kadar air sehingga mie yang dihasilkan memiliki kadar air yang rendah (kering) dan dapat disimpan lama. Kadar air yang dapat dicapai dengan pengeringan ini adalah sekitar 10 %. Kadar air yang dapat dicapai dengan pengeringan oven untuk mie jagung sekitar 11 %.



C. GANDUM

1. Morfologi

Gandum merupakan tanaman pangan penting di dunia. Dua puluh persen dari bahan makanan (kalori) yang dikonsumsi di dunia berasal dari gandum, 20% beras, dan 60% lainnya adalah jagung, kentang, dan lain-lain. Gandum memiliki keunggulan dibandingkan dengan jenis sereal lainnya, yaitu kandungan protein gandum lebih tinggi dibandingkan dengan padi dan jagung, begitu pula dengan asam-asam amino yang terdapat pada gandum lebih lengkap dan lebih besar jumlahnya dibandingkan keduanya (Wiyono, 1980).

Gandum tumbuh baik di daerah subtropis. Namun demikian gandum memiliki toleransi pada iklim yang luas. Oleh karenanya gandum dapat dibudidayakan di berbagai negara, termasuk Indonesia (tropis). Faktor utama yang menjadi kendala budidaya gandum pada daerah iklim tropis seperti Indonesia adalah suhu udara dan curah hujan. Kedua faktor iklim ini membatasi cocok tidaknya suatu lokasi untuk penanaman gandum (Wiyono, 1980).

Gandum adalah tanaman semusim yang dapat tumbuh dari permukaan laut sampai 3.000 m dpl di daerah temperet (Dahlan, 2010). Gandum termasuk ke dalam family *Gramineae*, genus *Triticum*, dan spesies *Triticum aestivum* L. Di Indonesia gandum telah ditanam di beberapa provinsi antara lain Sulawesi Selatan (Malino), Jawa Timur (Tosari), Jawa Tengah (Salatiga) dan Sumatera Barat (Sukarami) (Dahlan, 2010).

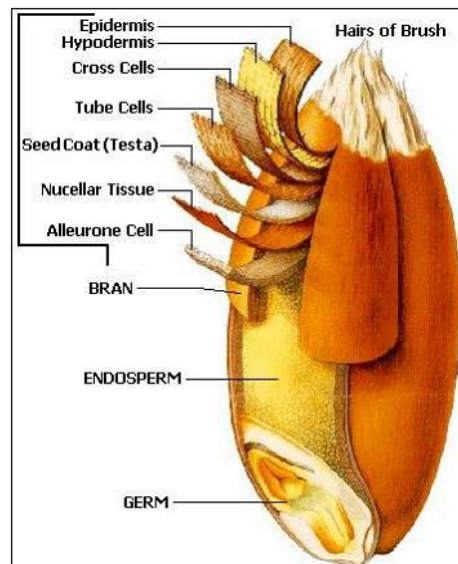
Sebagai sumber bahan pangan yang sangat penting gandum memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan tanaman lainnya seperti padi. Gandum dapat beradaptasi pada kondisi tanah dan iklim yang luas, dapat tumbuh diberbagai daerah di seluruh dunia, bernilai ekonomis, dan memiliki hasil panen yang bagus walaupun di bawah kondisi tanpa pemupukan (Ahmad *et al*, 2009).

Gandum merupakan sumber pangan terpenting di Indonesia setelah padi. Sebagian besar makanan yang biasa dijumpai setiap hari seperti mie, roti, biskuit, donat, *cookies*, dan yang lainnya, berbahan dasar gandum. Gandum memiliki senyawa gluten yang tidak dimiliki oleh tanaman lainnya, yang membuat

keunggulan daya kembang pada tepung gandum (Budiarti, 2005). Selain itu gandum juga kaya akan karbohidrat dan protein. Dalam setiap 100 gram gandum terkandung 3,1 mg zat besi dan 36 mg kalsium yang bermanfaat antara lain dapat menyembuhkan penyakit jantung koroner dan darah tinggi (Mahardika, 2010).

2. Struktur Gandum

Biji gandum termasuk kelas kariopsis telanjang, karena tidak mempunyai sekam yang tetap tinggal pada biji sewaktu digiling. Panjang 5 - 8 mm, lebar 2,5 – 4,5 mm dengan berat rata-rata 37 mg per biji. Susunan alami biji gandum secara umum adalah kulit 15%, endosperm 83% dan lembaga 3%.



Gambar 4. Biji gandum
Sumber: <http://www.namamillers.org>

a. Brand (Kulit)

Brand (kulit) terdiri dari jaringan epidermis atau kulit luar, epicarp atau kulit kedua, endocarp atau kulit ketiga, testa atau kulit keempat dan aleuron atau lapisan kelima. Susunan utama aleuron adalah selulosa dan sangat tahan pada serangan enzim sistem gastrointestinal manusia. Aleuron juga mengandung 80% dari total niacin dan 60% dari total mineral gandum. Lapisan-lapisan penyusun *brand* berfungsi melindungi biji gandum, lapisan ini juga kaya akan serat kasar, mineral, seperti potassium, phosphor, magnesium dan kalium.



b. Endosperm

Endosperm tersusun atas sel-sel berisi granula pati yang melekat pada matrik protein. Berfungsi sebagai cadangan makanan untuk pertumbuhan tanaman. Kandungan protein, vitamin, dan mineral semakin berkurang kearah pusat. Susunan gizi adalah sejumlah kecil protein gandum, asam pantothenat, riboflavin, dan mineral sekitar 64 - 74% pati, sedikit gula, hemiselulosa dan selulosa.

c. Germ (Lembaga)

Germ terdiri dari dua bagian yaitu embrio dan scutellum. Embrio terdiri dari *rudimentary root* dan *rudimentary shoot*. Sedangkan scutellum adalah bagian yang menyimpan makanan untuk embrio. Lembaga merupakan sumber dari minyak atau lemak kira-kira 10% dari lembaga yang terdiri dari sebagian besar lemak tidak jenuh, juga kaya vitamin E dan kira-kira 14% gula yaitu sukrosa dan rafinosa.

Gandum dapat digolongkan berdasarkan 3 hal, yaitu berdasarkan pada tekstur kernel, warna bran dan musim tanam (Samuel,1972). Berdasarkan tekstur kernel gandum dibedakan menjadi:

1. Gandum Keras (*Hard Wheat*)

Gandum keras berwarna merah kecoklatan, memiliki biji yang keras dengan tingkat kekerasan 20 - 25 psi, kadar protein tinggi (minimal 14%), dan mempunyai daya serap air yang tinggi. Gandum yang termasuk dalam golongan gandum keras adalah Australian Prime Hard, Australian Hard, Canada Western Extra Strong, Polish Wheat, Kazach 13, Kazach 14, dan Kazach 15.

2. Gandum Lunak (*Soft Wheat*)

Gandum lunak berwarna putih kekuningan, memiliki biji yang lunak dengan tingkat kekerasan 9 - 13 psi, kadar protein lebih rendah dari gandum keras yaitu antara 10 - 12%, dan mempunyai daya serap air yang rendah. Gandum lunak dapat digunakan untuk campuran *grist* agar didapat tepung terigu jenis



medium wheat. Gandum yang termasuk dalam golongan gandum lunak antara lain adalah Australian Extra Soft, Ukraine Wheat, dan Chinese Wheat.

3. Gandum Durum (*Durum Wheat*)

Gandum durum berwarna merah kecoklatan dengan *endosperm* berwarna kuning, memiliki biji yang keras dengan tingkat kekerasan 25 psi sehingga dapat digolongkan sebagai gandum sangat keras (*very hard*), kadar protein tinggi (minimal 14%), dan mempunyai daya serap air yang tinggi. Gandum durum digunakan sebagai bahan baku pembuatan pasta, couscous, dan roti Mediterania. Gandum yang termasuk dalam golongan gandum durum adalah Australian Durum dan Canada Western Amber Durum. Perbedaan tingkat kekerasan kernel gandum ditentukan oleh tekstur *endosperm*, kandungan protein dan pati di dalamnya. Semakin keras kernel gandum semakin tinggi pula kandungan proteinnya. Hal ini karena semakin banyaknya protein yang menyelimuti pati dalam kernel gandum. Berdasarkan warna *brand*, gandum dibedakan menjadi dua macam yaitu Red dan White. Sedangkan berdasarkan musim tanam dibedakan menjadi dua yaitu *winter* dan *spring*.

a) *Red Winter Wheat*

Red winter wheat mempunyai *brand* berwarna merah dan ditanam pada musim dingin. Gandum yang termasuk dalam golongan ini dapat berasal dari gandum keras maupun gandum lunak. Gandum tersebut antara lain adalah Hard Red Winter, Soft Red Winter, dan Canada Western Red Winter.

b) *White Winter Wheat*

White winter wheat mempunyai *brand* berwarna putih dan ditanam pada musim dingin. Gandum yang termasuk dalam golongan ini dapat berasal dari gandum keras maupun gandum lunak. Gandum tersebut antara lain adalah Australian Premium White, Australian Standard White, Hard White Winter, dan Soft White Winter.



c) *Red Spring Wheat*

Red spring wheat mempunyai *brand* berwarna merah dan ditanam pada musim semi. Gandum yang termasuk dalam golongan ini dapat berasal dari gandum keras maupun gandum lunak. Gandum tersebut antara lain adalah Hard Red Spring, Soft Red Spring, Dark North Spring, dan Canada Western Red Spring.

d) *White Spring Wheat*

White spring wheat mempunyai *brand* berwarna putih dan ditanam pada musim semi. Gandum yang termasuk dalam golongan ini dapat berasal dari gandum keras maupun gandum lunak. Gandum tersebut antara lain adalah Hard White Spring, Soft White Spring, Dark North Spring, dan Canada Western Soft White Spring.

3. Komposisi Kimia

Biji gandum terdiri dari *endosperm*, *brand* dan *germ*. Bagian-bagian ini adalah bagian utama biji gandum dimana besarnya komposisi tiap bagian *endosperm* 83%, *brand* 14,5% dan *germ* 2,5%. *Endosperm* merupakan bagian dalam biji gandum berupa butiran (granula) pati (*starch*) yang tersusun oleh butir-butir glukosa. Pati (*starch*) dikelilingi protein yang sifatnya tidak larut air (*insoluble*). Protein tersebut adalah glutenin dan gliadin. Glutenin adalah protein yang mempengaruhi kekuatan meregang dari adonan. Sedangkan gliadin adalah protein yang mempengaruhi kemampuan meregang (elastisitas) dari adonan. Glutenin dan gliadin adalah komponen pembentuk gluten ketika didalam tepung gandum ditambahkan air dan dilakukan pengadukan (Shellen, 1971). Komponen kimia *endosperm*, *brand* dan *germ* dapat dilihat pada Tabel 1.



Tabel 1. Komponen Kimia pada *Endosperm*, *Brand* dan *Germ*

Kandungan Gizi (%)	<i>Endosperm</i>	<i>Brand</i>	<i>Germ</i>
Air	4,0	13,2	11,7
Protein	9,6	14,4	28,5
Lemak	1,4	4,7	10,4
Abu	0,7	6,3	4,5
Pati	71,0	8,6	14,0
Gula	1,1	4,6	16,2
Hemiselulosa	1,8	26,2	6,8
Selulosa	0,2	21,4	7,5
Total Karbohidrat	74,1	60,8	44,5

Sumber: Shellen, 1971

Brand memiliki granulasi lebih besar dibanding *pollard*, serta memiliki kandungan protein dan kadar serat tinggi sehingga baik dikonsumsi ternak besar. Epidermis merupakan bagian terluar biji gandum, mengandung banyak debu yang apabila terkena air akan menjadi liat dan tidak mudah pecah. Fenomena inilah yang dimanfaatkan pada penggilingan gandum menjadi tepung terigu agar lapisan epidermis yang terdapat pada biji gandum tidak hancur dan mengotori tepung terigu yang dihasilkan. Kebanyakan protein yang terkandung dalam *brand* adalah protein larut (albumin dan globulin). Endosperma merupakan bagian yang terbesar dari biji gandum (80 - 83%) yang banyak mengandung protein, pati, dan air.

Pada proses penggilingan, bagian inilah yang akan diambil sebanyak-banyaknya untuk diubah menjadi tepung terigu dengan tingkat kehalusan tertentu. Pada bagian ini juga terdapat zat abu yang kandungannya akan semakin kecil jika mendekati inti dan akan semakin besar jika mendekati kulit. Lembaga (*germ*) terdapat pada biji gandum sebesar 2,5 - 3%. Lembaga merupakan cadangan makanan yang mengandung banyak lemak dan terdapat bagian yang selnya masih hidup bahkan setelah pemanenan. Di sekeliling bagian yang masih hidup terdapat sedikit molekul glukosa, mineral, protein, dan enzim. Pada kondisi yang baik, akan terjadi perkecambahan yaitu biji gandum akan tumbuh menjadi tanaman gandum yang baru. Perkecambahan merupakan salah satu hal yang harus dihindari pada tahap penyimpanan biji gandum. Perkecambahan ini dipengaruhi



oleh beberapa faktor, di antaranya kondisi kelembapan yang tinggi, suhu yang relatif hangat dan kandungan oksigen yang melimpah.

4. Penanganan Pasca Panen

Proses produksi terigu terdiri dari tahapan: *cleaning* (pembersihan); *tempering* (mengkondisikan biji gandum agar siap digiling); *milling* (penggilingan) dan *packing*.

a. Cleaning

Pada tahap *cleaning*, gandum dibersihkan dari kotoran-kotoran seperti debu, biji-biji lain selain gandum (seperti biji jagung, kedelai), kulit gandum, batang gandum, batu-batuan, kerikil, logam, dan lain-lain. Kontaminan-kontaminan tersebut harus dipisahkan dari gandum sebelum proses penggilingan. Penggunaan ayakan kasar dan magnet dapat memisahkan benda-benda asing dan substansi logam yang terdapat pada gandum. Kontaminan kecil memerlukan perlakuan khusus untuk memisahkannya dari gandum.

Cleaning dan *tempering* merupakan proses pembersihan serta pengkondisian bahan baku agar memiliki sifat dan persyaratan sesuai dengan yang dikehendaki. Di dalam proses *cleaning* bahan baku berupa biji gandum dibersihkan dan dipisahkan dari material-material yang tidak diinginkan yang dapat merusak mesin produksi serta kualitas tepung terigu yang dihasilkan.

b. Tempering dan Conditioning

Proses *tempering* adalah proses penambahan air agar campuran gandum memiliki kadar air yang diinginkan. Proses *tempering* tergantung pada kandungan air dari gandum, kepadatan, dan kekerasan biji gandum. Setelah melalui proses *tempering* selanjutnya gandum mengalami *conditioning* dengan menambahkan air pada gandum dan didiamkan selama waktu tertentu agar air benar-benar meresap. Tahap ini bertujuan untuk membuat kulit gandum menjadi liat sehingga tidak hancur pada saat digiling dan dapat mencapai kadar air tepung terigu yang diinginkan serta memudahkan endosperma terlepas dari kulit dan melunakkan endosperma. Bahan baku yang telah bersih masuk ke dalam proses



tempering. Pada tahap ini gandum akan disemprot dengan air agar bahan baku gandum tersebut bisa mencapai kadar air tertentu, kemudian didiamkan dalam jangka waktu tertentu pula. Lama *tempering* tergantung pada jenis biji gandum yang digunakan. Biasanya berkisar antara 18 jam untuk biji gandum *soft* (kadar protein rendah) dan 24 - 36 jam untuk biji gandum *hard* (kadar protein tinggi).

c. Milling (Penggilingan)

Prinsip proses penggilingan adalah memisahkan endosperma dari lapisan sel aleuron atau lapisan kulit. Diawali dengan proses *breaking*, endosperma dihancurkan menjadi partikel-partikel dalam ukuran yang seragam dalam bentuk bubuk seukuran tepung. Tahap penggilingan selanjutnya adalah proses *reduction*, yaitu endosperma yang sudah dihancurkan diperkecil lagi menjadi tepung terigu, untuk selanjutnya diayak untuk dipisahkan dari *brand* dan *pollard*. Selama proses penggilingan dihasilkan produk-produk samping seperti dedak, *pollard*, *pellet*, dan tepung industri.

Tujuan dari tahap penggilingan ini untuk memperoleh hasil ekstraksi yang tinggi dengan kualitas tepung yang baik. Proses tepung yang baik umumnya menghasilkan 74 - 84% tepung terigu sedangkan *brand* dan *pollard* kira-kira 20-26%. Tepung hasil produksi dianalisis di laboratorium kendali mutu untuk dianalisis kandungan-kandungan dalam tepung terigu yang meliputi penetapan kadar air, kadar abu, kadar protein, dan kadar gluten, uji warna, uji farinograph, ekstensograph, alveograph, amylograph, serta analisis mikrobiologi.

Proses *milling* yaitu proses penggilingan mekanik yang menjadikan gandum menjadi tepung, *brand* dan *pollard*. Pada tahap ini, gandum akan melewati beberapa proses yang berulang-ulang seperti proses pemecahan, penggilingan (*rolling*), pengayakan (*shifting*) dan pemurnian (*purifying*).

d. Packing (Pengemasan)

Pengemasan merupakan sistem yang terkoordinasi untuk menyiapkan barang menjadi siap untuk ditransportasikan, didistribusikan, disimpan, dijual, dan dipakai. Adanya wadah atau pembungkus dapat membantu mencegah atau mengurangi kerusakan, melindungi produk yang ada di dalamnya, melindungi



dari bahaya pencemaran serta gangguan fisik (gesekan, benturan, getaran). Di samping itu pengemasan berfungsi untuk menempatkan suatu hasil pengolahan atau produk industri agar mempunyai bentuk-bentuk yang memudahkan dalam penyimpanan, pengangkutan dan distribusi. Dari segi promosi wadah atau pembungkus berfungsi sebagai perangsang atau daya tarik pembeli. Karena itu bentuk, warna dan dekorasi dari kemasan perlu diperhatikan dalam perencanaannya. Tepung terigu yang telah siap dan lolos dari pengujian kualitas kemudian dikemas dan disimpan di gudang. Tepung terigu bisa juga dikirim secara curah (*bulk loading*) langsung ke industri makanan berbasis terigu.

5. Pemanfaatan

Tepung terigu adalah suatu jenis tepung yang terbuat dari jenis biji-bijian yaitu gandum dimana biji-bijian tersebut sampai saat ini masih diimpor dari beberapa negara seperti Australia, Canada, Amerika. Jenis gandum yang diimpor ada dua macam, yaitu jenis *soft* dan jenis *hard*.

Tepung terigu merupakan tepung/bubuk halus yang berasal dari biji gandum, dan digunakan sebagai bahan dasar pembuat kue, mie dan roti. Kata terigu dalam Bahasa Indonesia diserap dari bahasa Portugis *trigo* yang berarti gandum. Tepung terigu mengandung banyak zat pati, yaitu karbohidrat kompleks yang tidak larut dalam air. Tepung terigu juga mengandung protein dalam bentuk gluten, yang berperan dalam menentukan kekenyalan makanan yang terbuat dari bahan terigu.

Jenis tepung terigu yang beredar di pasaran masing-masing memiliki karakteristik dan fungsi berlainan. Tepung terigu tersebut antara lain:

a. *Hard Wheat* (Terigu Protein Tinggi)

Tepung ini diperoleh dari gandum keras (*hard wheat*). Kandungan proteinnya 11 - 13%. Tingginya protein terkandung menjadikan sifatnya mudah dicampur, difermentasikan, daya serap airnya tinggi, elastis dan mudah digiling. Karakteristik ini menjadikan tepung terigu *hard wheat* sangat cocok untuk bahan baku roti, mie dan pasta karena sifatnya elastis dan mudah



difermentasikan. Menurut Sunaryo (1985) dalam Sosiawan (1996), pada pembuatan mie, tepung terigu berfungsi untuk membentuk struktur karena gluten dapat bereaksi kompleks dengan karbohidrat. Untuk mie yang bermutu tinggi maka tepung terigu yang dikehendaki adalah berkadar air 12 - 14%, abu 0,35 - 0,6%, dan gluten basah sebesar 24 - 36%

b. Medium Wheat (Terigu Protein Sedang)

Jenis terigu *medium wheat* mengandung protein 10 - 11%. Sebagian orang mengenalnya dengan sebutan *all purpose flour* atau tepung serba guna. *Medium wheat* dibuat dari campuran tepung terigu *hard wheat* dan *soft wheat* sehingga karakteristiknya diantara kedua jenis tepung tersebut. Tepung ini cocok untuk membuat adonan fermentasi dengan tingkat pengembangan sedang, seperti donat, bakpau, bapet, panada atau aneka cake dan muffin.

c. Soft Wheat (Terigu Protein Rendah)

Tepung ini dibuat dari gandum lunak dengan kandungan protein 8 - 9%. Sifatnya memiliki daya serap air yang rendah sehingga akan menghasilkan adonan yang sukar diuleni, tidak elastis, lengket dan daya pengembangannya rendah. Tepung *soft wheat* cocok untuk membuat kue kering, *biscuit*, pastel dan kue-kue yang tidak memerlukan proses fermentasi.

d. Self Raising Flour

Self raising flour adalah jenis tepung terigu yang sudah ditambahkan bahan pengembang dan garam. Penambahan ini menjadikan sifat tepung lebih stabil dan tidak perlu menambahkan pengembang lagi ke dalam adonan. *Self raising flour* sangat cocok untuk membuat cake, muffin, dan kue kering.

e. Enriched Flour

Enriched flour adalah tepung terigu yang disubstitusi dengan beragam vitamin atau mineral dengan tujuan memperbaiki nilai gizi terkandung. Harga biasanya relatif lebih mahal. *Enriched flour* cocok untuk kue kering dan bolu.

f. Whole Meal Flour

Whole meal flour biasanya dibuat dari biji gandum utuh termasuk dedak dan lembaganya sehingga warna tepung lebih gelap/cream. *Whole meal flour*



sangat cocok untuk makanan kesehatan dan menu diet karena kandungan serat (*fiber*) dan proteinnya sangat tinggi. Tepung ini berdaya serap air tinggi dalam pembentukan adonan dengan konsistensi tertentu, sehingga sangat dibutuhkan dalam produksi *bakery*. Jumlah adonan yang bisa dihasilkan dapat meningkat dengan adanya penyerapan air. Hal ini sangat penting secara ekonomis, karena air merupakan salah satu komponen *bakery* yang murah. Industri *bakery* dapat meningkatkan rendemennya dengan memilih tepung yang memiliki daya serap air tinggi.

Kualitas produk dan karakter adonan yang diinginkan juga merupakan faktor yang perlu diperhatikan dalam pemilihan jenis tepung. Namun, walaupun rendemen adonan meningkat, belum tentu rendemen produk akhir juga bertambah. Kehilangan air yang lebih besar dapat terjadi selama proses, sehingga harus menggunakan adonan yang lebih banyak untuk menghasilkan produk dengan berat yang diinginkan. Penyerapan *farinograph* meningkat secara linear dengan penyerapan pada pati. Demikian pula dengan rendemen produk yang meningkat secara proporsional dengan *baking absorption*.

Standar mutu tepung terigu menurut SNI dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Standar Mutu Tepung Terigu

No	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan	-	serbuk normal (bebas dari bau asing) putih, khas terigu
1.1	Bentuk	-	
1.2	Bau	-	
1.3	Warna	-	
2	Benda asing	-	tidak ada
3	Serangga dalam semua bentuk stadia dan potongan-potongannya yang tampak	-	tidak ada
4	Kehalusan, lolos ayak 212 μm No. 70 (b/b)	%	min 95
5	Kadar air (b/b)	%	maks 14,5
6	Kadar abu (b/b)	%	maks 0,6
7	Kadar protein (b/b)	%	min 7,0
8	Keasaman	mg KOH/100 g	maks 50



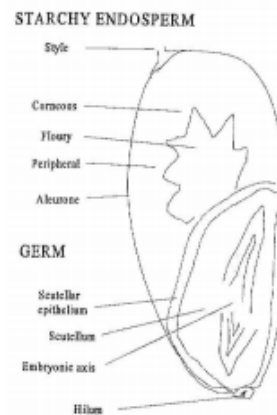
No	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
9	Falling number (atas dasar kadar air 14%)	detik	min 300
10	Besi (Fe)	mg/kg	min 50
11	Seng (Zn)	mg/kg	min 30
12	Vitamin B1 (thiamin)	mg/kg	min 2,5
13	Vitamin B2 (riboflavin)	mg/kg	min 4
14	Asam folat	mg/kg	min 2
15	Cemaran logam	mg/kg	
15.1	Timbal (Pb)	mg/kg	maks 1,00
15.2	Raksa (Hg)	mg/kg	maks 0,05
15.3	Tembaga (Cu)	mg/kg	maks 10
16	Cemaran Arsen	mg/kg	maks 0,5
17	Cemaran mikrobial		
17.1	Angka lempeng total	koloni/g	maks 10^6
17.2	<i>E. coli</i>	APM/g	maks 10
17.3	Kapang	koloni/g	maks 10^4

Sumber: SNI 01-3751-2006

D. MILLET (JEWAWUT)

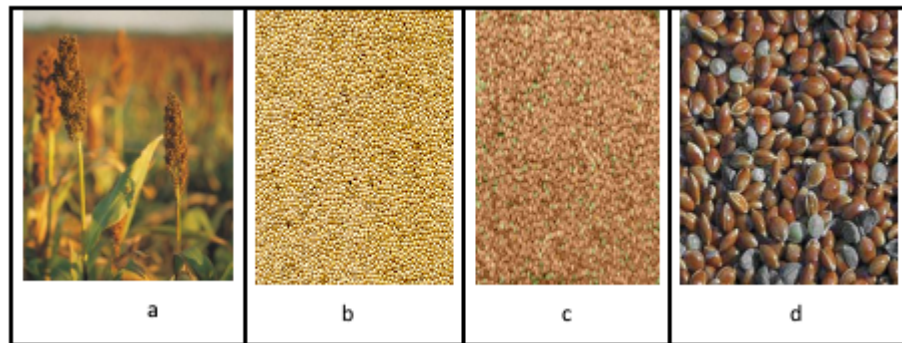
1. Morfologi

Millet (jewawut) merupakan salah satu jenis sereal yang baik ditanam pada kondisi kering, dengan kesuburan tanah yang rendah, dan pada suhu tinggi. Pertumbuhannya baik di tanah yang berkadar garam tinggi atau pH rendah. *Millet* dapat tumbuh di daerah dimana tanaman sereal lain seperti jagung atau gandum, tidak dapat bertahan. Biji *millet* relatif lebih memiliki kandungan protein yang tinggi, oleh karena itu *millet* juga memiliki keseimbangan asam amino yang baik. Selain itu biji *millet* juga memiliki kandungan sistin, lisin dan metionin yang tinggi. *Millet* mengandung metionin dua kali lebih banyak dari sorgum. *Millet* juga relatif tinggi lemak, dan asam linolenat yang terdiri dari 4% dari total asam lemak.



Gambar 5. Struktur Anatomi Biji *Millet*

Beberapa bagian dari biji *millet*, diantaranya adalah endosperma. Endosperma merupakan bagian penting pada semua jenis *millet*. *Millet* mempunyai suatu aleuron lapisan tunggal yang melingkari endosperma. Sel aleuron mempunyai bentuk segiempat dengan sel yang tebal. Bagaimanapun juga tipe endosperma murni hanya pada lapisan aleuron pada semua jenis *millet* memiliki sedikitnya satu lapisan *peripheral endosperm*, yang mana secara khas memiliki kandungan protein yang lebih tinggi dibandingkan bagian lain dari endosperma. Sel-sel endosperma terdiri dari granula-granula tepung/kanji yang menempel pada matriks protein. Bagian granula-granula tepung berbentuk bola dan berubah bentuk menjadi poligonal pada saat berada dalam area corneus dan endosperma. *Millet* mempunyai dua lapisan epikarp yang tebal, dan untuk mesokarp bervariasi pada tingkat ketebalannya, hal ini dikarenakan faktor genetik, sedangkan untuk lapisan endokarp berisi sel. *Fonio millet*, *proso millet*, dan *foxtail millet* mempunyai beberapa pigmen dalam perikarp yang berisi zat antinutritifional.



Gambar 6. a) Tanaman Millet, b) Millet Pearl, c) Millet Foxtail, d) Millet Proso

Millet termasuk dalam beberapa spesies yang termasuk dalam subfamili *Panicoideae*, dari keluarga rumput *Poaceae*. Spesies *millet* yang paling banyak dibudidayakan dalam urutan produksi di seluruh dunia adalah:

1. Pearl millet (*Pennisetum glaucum*)
2. Foxtail millet (*Setaria italica*)
3. Proso millet (*Panicum miliaceum*)
4. Finger millet (*Eleusine coracana*)

Millet berukuran biji besar ada yang berwarna merah coklat, coklat, kuning muda atau krem, putih dan juga warna hitam. *Millet* yang berukuran biji besar termasuk jenis *pearl millet* (*Pennisetum glaucum*).

Jewawut tumbuh subur di daerah bersuhu tinggi, terbatas ketersediaan air, tanpa aplikasi pupuk dan masukan teknologi lainnya, dan di lahan kritis yang sulit ditanami biji-bijian lain seperti gandum serta padi.

2. Komposisi Kimia

Jewawut atau *millet* menempati urutan ke-6 sebagai biji-bijian paling utama dan dikonsumsi sepertiga penduduk dunia. Salah satu sumber utama penyedia energi, protein, vitamin dan mineral, kaya vitamin B terutama niacin, B6 dan folacin juga asam amino esensial seperti isoleusin, leusin, fenilalanin dan treonin serta mengandung senyawa nitrilosida yang sangat berperan menghambat perkembangan sel kanker (anti kanker), juga menurunkan resiko mengidap penyakit jantung (artherosclerosis, serangan jantung, stroke dan hipertensi).



Nilai dan variasi komposisi proksimat dari 5 tipe *millet* ditunjukkan pada Tabel 3. Komposisi proksimat dipengaruhi oleh lingkungan dan genetik. Jumlah protein tergantung pada tingkat nitrogen dalam tanah, musim kemarau, dan total biji yang memiliki korelasi negatif dengan kandungan protein. Ini juga tergantung dengan faktor lingkungan lainnya. Dari semua *millet*, *pearl millet* memiliki tingkat protein rata-rata tertinggi. Namun nilai rata-rata untuk semua varietas saling melengkapi. Setiap *millet* ternyata memiliki kelebihan serta kekurangan di beberapa kandungan kimianya.

Tabel 3. Analisis Proksimat Millet

Jenis Millet	Protein (%)	Ekstrak Eter (%)	Serat Kasar (%)	Abu (%)	Pati (%)
Pearl	14,5	5,1	2,0	2,0	71,6
Finger	8,0	1,5	3,0	3,0	59,0
Proso	13,4	9,7	6,3	4,2	57,1
Foxtail	11,7	3,9	7,0	3,0	55,1
Fonio	8,7	2,8	8,0	3,3	-

Sumber: Abate, A.N dan Gomez, M. (1984)

Jenis *pearl millet* dimungkinkan terjadinya *off-odors* dan *off-flavors* dengan sangat cepat setelah penggilingan. Alasan yang menyebabkan terjadinya penurunan *flavor* yang sangat cepat adalah sebagai berikut: (1) kandungan lemak yang tinggi, (2) asam lemak tak jenuh yang lebih tinggi dari sereal lain, (3) tidak ada antioksidan secara natural pada *millet*, (4) aktivitas hidrolitik enzimatis yang lebih baik. Kandungan lemak merupakan faktor utama untuk peningkatan asam lemak di sekeliling *millet*. Tepung biji utuh dari 3 varietas *pearl millet* menjadi tengik setelah 6 - 10 hari setelah penyimpanan dan tidak dapat dimakan setelah 11 - 14 hari penyimpanan. Perebusan setengah matang pada *pearl millet* sebelum penggilingan dapat memperpanjang umur simpan dari produk *millet* tersebut.

Tabel 4 menunjukkan komposisi mineral dan vitamin yang terkandung di dalam jenis *millet* tersebut. Mineral mayor yang terdapat pada *millet* antara lain potasium, fosfor, magnesium, mangan, kalsium, besi, dan zinc. Umumnya *millet* tinggi vitamini B (kecuali B12) dan vitamin E, sedangkan yang sudah tua rendah



vitamin C. Penurunan tersebut dapat mengurangi angka vitamin B akibat penghilangan benih dan aleuron. *Fox millet* mengandung vitamin E dan niasin lebih tinggi dibanding *millet* lainnya, sedangkan *proso millet* memiliki kandungan thiamin dan riboflavin yang lebih tinggi.

Tabel 4. Kandungan Mineral dan Vitamin pada Aneka Jenis *Millet*

Kandungan Gizi	Millet						
	Pearl	Finger	Proso	Foxtail	Kodo	Teff	Fonio
Mineral:							
Ca, %	0,01	0,41	0,02	0,01	0,01	0,17	0,03
P, %	0,35	0,24	0,23	0,31	0,32	0,45	0,18
K, %	0,44	0,43	0,32	0,27	0,17	0,31	0,16
Na, %	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
Mg, %	0,13	0,11	0,14	0,13	0,13	0,18	0,40
Fe, ppm	74,90	50,30	52,00	32,60	7,00	14,90	36,00
Co, ppm	0,50	0,10	-	-	-	0,06	3,30
Cu, ppm	6,20	0,30	8,30	9,20	-	4,40	15,00
Mn, ppm	18,00	7,50	18,10	21,90	-	2,50	30,00
Zn, ppm	29,50	15,00	17,20	21,40	-	6,70	30,00
Vitamin:							
Thiamine, mg/g	0,38	0,48	0,63	0,48	0,32	0,45	0,30
Riboflavin, mg/g	0,22	0,12	0,22	0,12	0,05	0,10	0,10
Niacin, mg/g	2,70	1,30	1,82	3,70	0,70	2,00	3,00
Vit. E, mg/kg	19,00	-	31,00	-	-	-	-

Sumber: Abate (1984)

Millet atau jewawut (*Panicum sp*) termasuk tanaman sereal ekonomi ke-4 setelah padi, gandum, dan jagung. Biji *millet* mudah dijumpai di kios maupun di pasar-pasar burung. Biji *millet* mengandung karbohidrat dan protein yang tidak kalah dengan beras, bahkan kandungan kalsium pada tepung *millet* lebih unggul dari jagung.

Jewawut merupakan biji-bijian yang dapat memelihara kesehatan jantung karena merupakan sumber magnesium (Mg) yang baik. Magnesium berfungsi membantu merelaksasikan otot-otot jantung untuk memelihara detak jantung yang regular dan hal ini bisa mencegah perubahan yang mendadak pada tekanan darah, mengurangi penggumpalan sel darah merah yang nantinya akan membentuk penyumbatan pembuluh darah dengan meningkatkan kadar dari kolesterol HDL.



Fosfor yang dikandung dalam *millet* memegang peranan dalam pembentuk struktur sel dalam tubuh, mineral matriks pada tulang, juga komponen esensial dari berbagai komponen yang penting seperti dalam pembentukan ATP, komponen asam nukleat (pembentukan DNA), metabolisme lipid, dan esensial terhadap struktur yang mengandung lemak seperti membran sel dan sistem syaraf. Selain itu, *millet* mengandung serat tidak larut yang tinggi sehingga dapat membantu wanita terhindar dari gallstone.

3. Penanganan Pasca Panen

Proses pasca panen *millet* terdiri dari beberapa tahapan berikut ini:

a. Penyimpanan

Setelah pemanenan, *millet* langsung diproses dan dikonsumsi untuk keperluan sehari-hari. Untuk penyimpanan yang lebih lama, setelah dipanen *millet* kemudian dikeringkan dan disimpan dalam gudang penyimpanan. *Millet* sedikit peka terhadap serangan serangga dibandingkan biji-bijian lain. Biji *millet* yang berukuran kecil resisten terhadap kerusakan oleh serangga selama penyimpanan karena ukurannya yang terlalu kecil. Namun embrionya tetap peka terhadap serangga. Biji *millet* yang lebih besar seperti *pearl millet* dan *finger millet* lebih peka terhadap serangan serangga. *Pearl millet* baik disimpan dalam suasana kering. Penyimpanan tradisional pada sebagian besar daerah di Afrika Barat adalah dengan menggunakan pot tanah liat atau disimpan dalam gubuk. Di Botswana, *pearl millet* dicampur dengan kacang-kacangan supaya tidak dikerumuni kumbang. *Millet* akan mengisi ruang *intergranule* diantara kacang-kacangan sehingga akan mempersulit akses kumbang. Di Ethiopia tanaman *millet* disimpan dalam pot tanah liat untuk mengurangi kerusakan akibat binatang pengerat. Demikian halnya dengan *fonio fillet* di Mali juga disimpan dalam kantong rami yang ditenun dengan ketat untuk menghindari binatang pengerat.



b. Milling (Penggilingan)

Di negara berkembang, proses penggilingan *millet* biasanya dilakukan dengan menggunakan batu giling, yang diikuti dengan proses pemisahan dan pencucian untuk memisahkan dedak, bagian kasar dan bagian yang baik. Ini merupakan teknik penggilingan yang intensif dan pada umumnya dilakukan oleh wanita-wanita. Sebagai contoh, di Senegal tiap orang menghabiskan lebih dari 6 jam per hari untuk menggiling biji *millet* secara keseluruhan untuk menyiapkan makanan dalam sehari untuk satu keluarga. Di India, sebagian besar cara yang dilakukan untuk menggerinda adalah dengan menggunakan sebuah batu, yang terdiri dari 2 buah batu dengan diameter 60 cm, kemudian batu diputar secara horizontal berlawanan satu sama lain. Kebanyakan *millet* kecuali *finger millet* dapat didetorsikasi dengan beras atau bentuk *millet* yang lain. Di beberapa desa, *millet* didetorsikasi pada mesin *dehullers* dan ditepungkan. Prosedur penggilingan dan peralatannya serupa dengan yang digunakan pada sorgum. Kualitas penggilingan dari *pearl millet* dengan biji yang berbentuk bola lebih tinggi dari kultivar dengan biji yang berbentuk silinder panjang. *Pearl millet* dengan pericarp tebal lebih mudah didetorsikasi daripada dengan pericarp yang tipis. Biji yang berbentuk bola secara konsisten menghasilkan penggilingan paling tinggi dalam jangka waktu lama, berbentuk butir segienam.

Millet telah digunakan sebagai bahan pangan manusia sejak zaman prasejarah. Hingga sekarang ini, biji-bijian *pearl millet* masih dikonsumsi di Negeri China utara, India, Afrika, dan Rusia, dengan 80% hasil panennya dikonsumsi langsung sebagai pangan manusia. Penggunaan tepung butir *pearl millet* paling penting di India ialah sebagai bahan pengembang roti dan produk sejenis nasi dan bubur. Di Afrika, *millet* dikonsumsi paling utama dalam bentuk bubur kental maupun encer (dengan/tanpa fermentasi), roti tawar, produk makanan rebus atau kukus, makanan ringan, minuman beralkohol, dan campuran tepung pada roti, cookies, dan mi.



E. SORGUM

1. Morfologi

Sorgum adalah tanaman serealia yang potensial untuk dibudidayakan dan dikembangkan, khususnya pada daerah-daerah marginal dan kering di Indonesia. Keunggulan sorgum terletak pada daya adaptasi agroekologi yang luas, tahan terhadap kekeringan, produksi tinggi, perlu input lebih sedikit serta lebih tahan terhadap hama dan penyakit dibanding tanaman pangan lain. Selain itu, tanaman sorgum memiliki kandungan nutrisi yang tinggi, sehingga sangat baik digunakan sebagai sumber bahan pangan maupun pakan ternak alternatif. Terkait dengan energi, di beberapa negara seperti Amerika, India dan Cina, sorgum telah digunakan sebagai bahan baku pembuatan bahan bakar etanol (bioetanol). Sorgum merupakan merupakan salah satu komoditi unggulan untuk meningkatkan produksi bahan pangan dan energi, karena keduanya dapat diintegrasikan proses budidayanya dalam satu dimensi waktu dan ruang (Sungkono, dkk., 2009).

Sorgum bukan merupakan tanaman asli Indonesia maka keragaman genetik sorgum yang ada masih sangat terbatas. Beberapa varietas sorgum biji (*grain sorghum*) diintroduksi dari International Crop Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT) dan dari beberapa negara seperti India, Thailand dan China. Setelah melalui proses pengujian adaptasi dan daya hasil selama beberapa generasi kemudian beberapa varietas introduksi tersebut oleh Departemen Pertanian dilepas menjadi varietas unggul nasional. Sampai saat ini Indonesia telah memiliki beberapa varietas sorgum unggul nasional seperti UPCA, Keris, Mandau, Higari, Badik, Gadam, Sangkur, Numbu dan Kawali. Varietas-varietas unggul nasional tersebut memiliki potensi yang besar untuk dikembangkan pada lahan-lahan pertanian di Indonesia. Belum banyak informasi diperoleh tentang genotipe sorgum manis yang telah dibudidayakan di Indonesia, khususnya yang terkait dengan industri bioetanol (Hoeman, 2008).

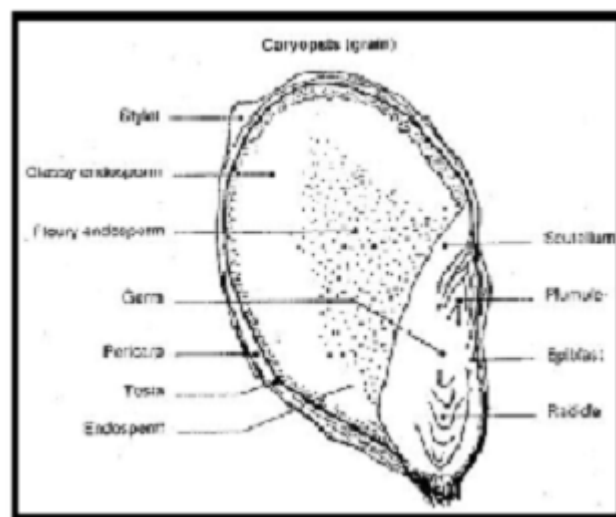
Botani dan karakteristik tanaman sorgum dalam sistem taksonomi tumbuhan, sorgum diklasifikasikan sebagai berikut:



Kingdom : *Plantae*
Divisio : *Spermatophyta*
Subdivisio : *Angiospermae*
Class : *Monocotyledonae*
Ordo : *Poales*
Family : *Poaceae*
Genus : *Sorghum*
Species : *Sorghum bicolor L.*

2. Struktur Sorgum

Struktur biji sorgum secara umum terdiri atas kulit biji, endosperma, lembaga, dan kulit biji (Gambar 7). Komposisi tersebut bergantung pada varietas, pertanaman, iklim, dan masak fisiologisnya, namun keragamannya tidak terlalu besar. Pada umumnya biji sorgum berbentuk bulat dengan ukuran 4 x 2,5 x 3,5 mm. Berat biji bervariasi antara 8-50 mg, rata-rata 28 mg.



Gambar 7. Struktur Biji Sorgum
Sumber: Hubbard et al (1968)



Gambar 8. Tanaman Sorgum
Sumber: <http://tabloidsinartani.com>

Berdasarkan ukurannya, sorgum dibagi atas sorgum biji kecil (8 - 10 mg), biji sedang (12 - 24 mg), dan biji besar (25 - 35 mg). Warna biji beragam antara putih, putih kecoklatan, merah dan coklat, merupakan salah satu kriteria yang menentukan kegunaannya. Bagian tanaman di atas tanah tumbuh lambat sebelum perakarannya berkembang dengan baik. Sistem perakarannya terdiri atas akar-akar seminal (akar-akar primer) pada dasar buku pertama pangkal batang, akar-akar koronal (akar-akar pada pangkal batang yang tumbuh ke arah atas) dan akar udara (akar-akar yang tumbuh dipermukaan tanah). Tanaman sorgum membentuk perakaran sekunder 2 kali lipat dari jagung (Deptan, 2008).

Tanaman sorgum mempunyai batang berbentuk silinder, beruas-ruas (internodes) dan berbuku-buku (nodes). Setiap ruas memiliki alur yang berselang-seling. Diameter dan tinggi batang bervariasi. Ukuran diameter pangkal batang berkisar 0,5 - 5,0 cm dan tingginya berkisar 0,5 - 4,0 m tergantung varietasnya. Tinggi batang sorgum manis yang dikembangkan di China dapat mencapai 5 m sehingga sangat ideal dikembangkan untuk pakan ternak dan penghasil gula (FAO, 2002).

Pada daun sorgum terdapat lapisan lilin yang ada pada lapisan epidermisnya. Adanya lapisan lilin tersebut menyebabkan tanaman sorgum



mampu bertahan pada daerah dengan kelembaban sangat rendah, lapisan lilin tersebut menyebabkan tanaman sorgum mampu hidup dalam cekaman kekeringan.

Bunga sorgum tersusun dalam bentuk malai dengan banyak bunga pada setiap malai sekitar 1.500-4.000 bunga. Bunga sorgum akan mekar teratur dari 7 cabang malai paling atas ke bawah. Malai sorgum memiliki tangkai yang tegak atau melengkung, berukuran panjang atau pendek dan berbentuk kompak sampai terbuka.

Warna dari biji sorgum bervariasi tergantung kultivar dan jenisnya ada yang berwarna putih hingga berwarna kekuningan dari merah hingga berwarna coklat gelap. Warna pigmen dari biji berasal dari pericarp atau testa bukan dari endosperm. Endosperm pada sorgum berwarna putih sama seperti yang terdapat pada jagung putih. Ukuran biji bervariasi tergantung varietas dan jenis dengan ukuran biji kira-kira 12.000-60.000 biji/pound.

3. Komposisi Kimia

Komposisi zat gizi sorgum secara umum relatif tidak berbeda dengan sereal lainya seperti jagung, beras, dan gandum. Kekurangan sorgum sebagai bahan pangan adalah mengandung zat antinutrisi, yaitu senyawa tanin yang menyebabkan rasa sepat pada produk olahan.

a. Karbohidrat

Pati merupakan bentuk simpanan karbohidrat utama di dalam sorgum. Pati terdiri atas dua jenis senyawa polimer glukosa, yaitu amilosa dan amilopektin. Amilosa merupakan polisakarida berantai lurus berbentuk heliks dengan ikatan glikosidik α -1,4 dan titik percabangan amilopektin merupakan ikatan α -1,6. Jumlah molekul glukosa pada rantai amilosa berkisar anatar 250 - 350 unit.

Daya cerna pati, yang menunjukkan kemampuan pati dihidrolisis oleh enzim pankreatik, menentukan kandungan energi tersedia pada sereal. Pengolahan biji-bijian melalui pengukusan, pengolahan bertekanan, *flaking*, *puffing*, atau pengecilan ukuran pati akan meningkatkan daya cerna pati sorgum. Kandungan karbohidrat sorgum relatif lebih rendah (70,7%) dibandingkan dengan



sereal lain, dan tertinggi terdapat pada beras pecah kulit (76,0%). Kadar pati sorgum berkisar antara 56 - 73% dengan rata-rata 69,5%. Pati sorgum terdiri atas amilosa (20 - 30%) dan amilopektin (70 - 80%), bergantung pada faktor genetik dan lingkungan.

b. Protein dan Lemak

Secara umum kadar protein sorgum lebih tinggi dari jagung, beras pecah kulit dan jewawut, tetapi lebih rendah dibanding gandum. Kadar lemak sorgum lebih tinggi dibanding beras pecah kulit, gandum, jewawut dan lebih rendah dibanding jagung. Kandungan nutrisi sorgum tidak kalah dengan sereal lainnya. Secara umum protein sorgum lebih tinggi dibanding jagung, beras, jewawut tetapi di bawah gandum. Kandungan protein sorgum relatif tidak berbeda dengan jagung dan sebanding dengan mutu protein terigu. Salah satu kriteria mutu protein suatu bahan ditunjukkan oleh komposisi asam aminonya (Tabel 6).

Kadar asam glutamat tepung sorgum (1,39 - 1,58%) lebih rendah dibandingkan dengan terigu (3,83%). Meskipun asam glutamat bukan termasuk asam amino esensial, namun berpengaruh terhadap sifat sensori produk olahan, terutama dari segi rasa. Hal ini ditunjukkan oleh hasil uji organoleptik roti tawar dengan bahan tepung jagung mensubstitusi terigu hingga 20% (Suarni dan Patong 2002). Tepung sorgum mengandung asam amino leusin (1,31 - 1,39%) yang lebih tinggi dibandingkan dengan terigu (0,88%), tetapi lisin tepung sorgum hanya 0,16%, lebih rendah dibanding terigu 0,38%.

Tabel 5. Komposisi Nutrisi Sorgum dan Sereal Lain (per 100 gram)

Komoditas	Abu (g)	Lemak (g)	Protein (g)	Karbohidrat (g)	Serat kasar (g)	Energi (kcal)
Sorgum	1,6	3,1	10,4	70,7	2,0	329
Beras pecah kulit	1,3	2,7	7,9	76,0	1,0	362
Jagung	1,2	4,6	9,2	73,0	2,8	358
Gandum	1,6	2,0	11,6	71,0	2,0	342
Jewawut	2,6	1,5	7,7	72,6	3,6	336

Sumber: Dep. Kes, RI (1992)



Tabel 6. Komposisi Asam Amino Penyusun Protein Tepung Sorgum dan Terigu

Asam amino	Komposisi asam amino (%)		
	Sorgum UPCA-S1	Sorgum Isiap Dorado	Terigu
Alanin	0,82	0,85	0,49
Arginin	0,29	0,32	0,73
Asam aspartat	0,63	0,69	0,56
Asam glutamat	1,39	1,58	3,83
Glisin	0,29	0,26	0,56
Isoleusin	0,34	0,28	0,43
Lisin	0,16	0,18	0,38
Fenilalanin	0,27	0,27	0,61
Prolin	0,24	0,29	1,51
Serin	0,33	0,38	0,32
Treonin	0,16	0,15	0,36
Tirosin	0,19	0,22	0,39
Valin	0,53	0,49	0,55
Leusin	1,31	1,39	0,88

Sumber: Suarni (2004)

Sorgum mengandung 3,1% lemak, lebih tinggi dibandingkan dengan gandum (2%) dan beras pecah kulit (2,7%), namun masih lebih rendah dibandingkan dengan jagung (4,6%). Lemak sorgum terdiri atas tiga fraksi, yaitu fraksi netral (86,2%), glikolipid (3,1%) dan fosfolipid (0,7%). Keragaman yang relatif besar terdapat pada kandungan protein, lemak, karbohidrat, dan tanin. Kandungan protein berkisar antara 7,38 - 9,86%, lemak 1,45 - 3,80%; karbohidrat 74,5 - 79,20%, dan tanin 0,30 - 10,60%.

c. Vitamin dan mineral

Sorgum kaya vitamin B kompleks. Di antara vitamin B, kadar tiamin, riboflavin, dan niasin dalam sorgum sebanding dengan jagung (Tabel 7). Kadar vitamin B sorgum, terutama niasin, sangat bervariasi. Kadar tiamin sorgum dan jagung sama dan lebih rendah dibanding beras, gandum, dan jewawut. Sorgum mengandung riboflavin lebih tinggi dibanding gandum dan beras, sedangkan kadar niasin sama dengan beras. Kelebihan sorgum adalah kandungan besinya relatif lebih tinggi di banding sereal lainya.



Tabel 7. Kandungan Mineral dan Vitamin Sorgum dan Sereal Lain (per 100 gram kadar air 12%)

Komoditas	Tiamin (mg)	Riboflavin (mg)	Niasin (mg)	Kalsium (mg)	Zat besi (mg)
Sorgum	0,38	0,15	4,3	25	5,4
Beras pecah kulit	0,41	0,04	4,3	33	1,8
Jagung	0,38	0,20	3,6	26	2,7
Gandum	0,41	0,10	5,1	30	3,5
Jewawut	0,42	0,19	1,1	350	3,9

Sumber: Dep. Kes. RI (1992)

Sorgum mengandung serat pangan dalam jumlah tinggi yang dibutuhkan tubuh (*dietary fiber*), berfungsi untuk pencegahan penyakit jantung, obesitas, penurunan hipertensi, menjaga kadar gula darah, dan pencegahan kanker usus. Pada penderita penyakit cardio vaskuler (penyakit jantung koroner/PJK), serat pangan berfungsi mengikat asam empedu sehingga menurunkan kadar kolesterol darah. Sorgum mengandung mineral Fe yang tinggi dan serat pangan yang dibutuhkan tubuh, yang tidak dimiliki oleh gandum. Unsur mineral Fe sangat membantu dalam pembentukan sel darah merah. Sorgum juga kaya akan mineral Ca, P dan Mg. Mineral Ca berfungsi dalam pembentukan tulang, P berfungsi memelihara pertumbuhan dan kesehatan tulang, dan Mg berfungsi mempertahankan denyut jantung normal dan kekuatan tulang.

Senyawa yang lebih menonjol dari sorgum dibanding jagung adalah komponen polyphenol. Sorgum dengan kandungan tanin (golongan polyphenol) yang tinggi berdampak negatif sebagai bahan pangan maupun pakan.

Kekurangan mutu bahan pangan asal sorgum adalah kandungan tannin dan asam fitat. Senyawa tersebut merupakan antinutrisi yang merugikan sistem pencernaan manusia (Elefatio et al.2005). Tanin merupakan salah satu senyawa yang termasuk ke dalam golongan polifenol. Senyawa tannin dapat mengikat protein alkaloid dan gelatin. Golongan fenol dicirikan oleh cincin aromatik dengan satu atau dua gugus hidroksil. Kelompok fenol terdiri atas ribuan senyawa,



meliputi flavonoid, fenilpropanoid, asam fenolat, antosianin, pigmen kuinon, melanin, lignin, dan tanin, yang terdapat pada berbagai jenis tumbuhan.

Tanin memiliki peranan biologis yang kompleks dengan sifat yang sangat beragam, mulai dari kemampuan pengendap protein hingga pengkkelat logam. Tanin juga berfungsi sebagai antioksidan biologis. Efek yang disebabkan oleh tanin tidak dapat diprediksi dan merupakan sifat kontroversi. Tanin pada sorgum biasanya berikatan dengan karbohidrat dan membentuk jembatan oksigen sehingga dapat dihidrolisis dengan asam sulfat atau asam klorida. Salah satu contoh tanin adalah gallotanin yang merupakan senyawa gabungan dari karbohidrat dengan asam galat.

Asam fitat merupakan bentuk penyimpanan fosfor yang terbesar pada tanaman serealia termasuk sorgum. Senyawa tersebut dapat mengikat mineral dalam bentuk ion sehingga ketersediaan mineral menjadi terganggu dan berpengaruh negatif terhadap defisiensi mineral, terutama zat besi. Pada biji sorgum, asam fitat terdapat dalam sel aleuron dengan kisaran 0,3 - 1,0%.

Tepung biji sorgum mempunyai kandungan tak kalah dengan tepung serealia lain seperti jagung, gandum, dan barley. Biji sorgum mengandung tiga jenis karbohidrat yaitu pati, gula terlarut, dan serat. Kandungan gula terlarut pada sorgum terdiri dari sukrosa, glukosa, fruktosa dan maltosa. Sorgum juga mengandung serat tidak larut air atau serat kasar dan serat pangan, masing-masing sebesar 6,5- 7,9% dan 1,1 - 1,23%. Kandungan protein pun seimbang dengan jagung, yaitu kadar protein sorgum sebesar 10,11% sedangkan jagung 11,02%. Begitu pula dengan kandungan patinya sebesar 80,42% sedangkan kandungan pada jagung 79,95% (Deptan, 2013).

4. Proses Pasca Panen

Penggilingan sorgum dengan menggunakan alat penyosoh beras mengakibatkan masih banyak lembaga yang tertinggal pada endosperm. Hal ini ditandai oleh kandungan lemak dalam biji sorgum giling yang masih relatif tinggi yaitu sekitar 1 – 2,7 %. Oleh karena itu dalam proses penggilingan harus



diusahakan agar lemak dalam biji sorgum yang telah dikuliti menjadi rendah yaitu dibawah 1% dengan demikian tepung sorgum yang dihasilkan akan lebih tahan lama. Lemak dalam biji sorgum sangat berguna bagi hewan dan manusia, akan tetapi dapat menyebabkan bau yang tidak enak dan tengik dalam produk bahan pangan.

Panen dilakukan dengan cara memangkas tangkai mulai 7,5 - 15 cm dibawah bagian biji dengan menggunakan sabit. Hasil pemangkasan kemudian diikat dengan ukuran sekitar 30 - 40 kg setiap ikatnya. Sorgum dipanen apabila biji dianggap telah masak optimal, biasanya sekitar 45 hari setelah bakal biji terbentuk.

Biasanya pengeringan dilakukan dengan cara penjemuran selama sekitar 60 jam hingga kadar air biji mencapai 10 - 12 %. Kriteria untuk mengetahui tingkat kekeringan biji biasanya dengan cara menggigit bijinya. Bila bersuara berarti biji tersebut telah kering. Apabila hari hujan atau kelembaban udara tinggi, pengeringan dapat dilakukan dengan cara menggantungkan batang-batang sorgum diatas api dalam suatu ruangan atau di atas api dapur.

Perontokan secara tradisional dilakukan dengan pemukul kayu dan dikerjakan di atas lantai atau karung goni. Pemukulan dilakukan terus menerus hingga biji lepas. Setelah itu dilakukan penampian untuk memisahkan kotoran yang terdiri dari daun, ranting, debu atau kotoran lainnya. Sejumlah biji dijatuhkan dari atas dengan maksud agar kotorannya dapat terpisah dari biji dengan batuan hembusan angin.

Agar dicapai hasil yang terbaik dan efisien dianjurkan agar menggunakan wadah supaya biji tetap bersih, usahakan agar biji segera dirontok setelah panen untuk mencegah serangan tikus dan burung, dan kadar air tidak boleh lebih dari 10 - 12% untuk mencegah pertumbuhan jamur.

Penyimpanan sederhana di tingkat petani adalah dengan cara menggantungkan sorgum di ruangan di atas perapian dapur. Cara ini berfungsi ganda yaitu untuk melanjutkan proses pengeringan dan asap api berfungsi pula



sebagai pengendalian hama selama penyimpanan. Namun jumlah biji yang dapat disimpan dengan cara ini sangat terbatas.

Bila biji disimpan dalam ruangan khusus penyimpanan (gudang), maka tinggi gudang harus sama dengan lebarnya supaya kondensasi uap air dalam gudang tidak mudah timbul. Dinding gudang sebaiknya terbuat dari bahan yang padat sehingga perubahan suhu yang terjadi pada biji dapat dikurangi. Tidak dianjurkan ruang penyimpanan dari bahan besi, karena sangat peka terhadap perubahan suhu. Sebelum disimpan biji harus kering, bersih dan utuh (tidak pecah).

5. Pemanfaatan

a. Pengolahan Sosoh, Tepung dan Pati Sorgum

Biji sorgum dalam bentuk sosoh dapat diolah menjadi makanan tradisional, antara lain wajik, tape, dan rangginan (sorgum ketan). Hal ini menunjukkan sorgum dapat mensubstitusi beras ketan yang harganya relatif mahal Rp 11.000/kg (Suarni 2010). Sorgum pulut juga dapat dibuat brem (Widowati et al. 1996), sedangkan sorgum nonpulut diolah menjadi tortilla sorgum, berondong sorgum, nasi sorgum, dan bubur sorgum. Teknologi instanisasi menghasilkan nasi sorgum instan, bubur sorgum instan. Nasi sorgum instan mengandung protein 9,31%, karbohidrat 89,5%, lemak 0,88%, amilosa 32%, serat pangan 8,8%, daya cerna pati 61,64%, dan daya cerna protein 73,93%, yang menghasilkan energi 403 kkal/100 g (Widowati et al. 2010).

Di Indonesia telah tersedia resep pemanfaatan tepung sorgum menjadi aneka produk makanan, seperti mie, rerotian, aneka cake, ragam *cookies* dan brem serta makanan tradisional (apem, nagasari, dodol, dadar, onde-onde dan lainnya). Sorgum sebagai sumber pati dapat dijadikan bahan baku industri dekstrin, gula, bioetanol, farmasi, dan kosmetik. Pati sorgum dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengisi, pengental makanan, dapat dibuat bubur, biskuit, dan olahan sejenisnya. Komposisi rasio amilosa/amilopektin adalah 1 : 3 pada varietas Numbu dan Kawali yang sesuai untuk industri produk olahan tersebut.



b. Bergs Sorgum (Bergs Sorgum Giling)

Bergs Sorgum yang dimaksud adalah biji sorgum lepas kulit sebagai hasil penyosohan sehingga diperoleh bergs sorgum giling. Untuk menyosoh biji sorgum digunakan mesin yang terdiri dari silinder gurinda batu, sehingga bergs yang dihasilkan putih bersih. Dengan sifat ini ternyata sorgum jenis *non waxy* dapat digunakan sebagai nasi, bubur dan bentuk olahan lain. Sedangkan jenis sorgum ketan (*waxy Sorgum*) yang rasanya pulen dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuat minyak (*snack*) seperti tape, Temper, rengginang dan wajik.

c. Tepung Sorgum

Tepung sorgum dapat diperoleh dengan menggiling bergs sorgum dalam mesin yang dilengkapi dengan silinder besi yang tajam dan licin. Campuran 60% tepung kedelai dengan 30% tepung sorgum dapat menghasilkan roti dan kue yang cukup baik dan murah harganya.

F. OAT

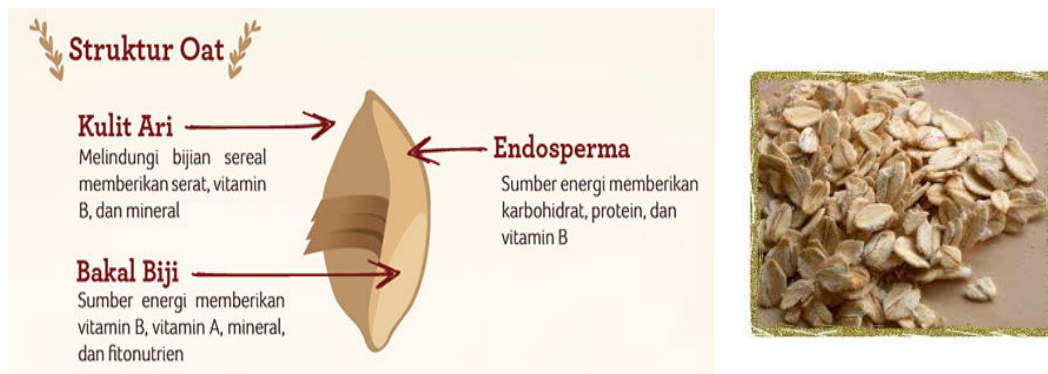
1. Morfologi

Oat (*Avena sativa*) merupakan sejenis spesies bijian dan biji benih tumbuhan ini. Oat digunakan sebagai makanan manusia dan juga sebagai makanan bagi hewan, terutama ternak ayam dan kuda. Jerami oat digunakan sebagai tempat tidur hewan dan juga sebagai makanan hewan. Taksonomi oat:

Kerajaan : *Plantae*
Sub Kerajaan : *Tracheobionta*
Super Filum : *Spermatophyta*
Filum : *Magnoliophyta*
Kelas : *Liliopsida*
Sub Kelas : *Commelinidae*
Ordo : *Cyperales*
Famili : *Poaceae*
Genus : *Avena*

2. Struktur

Bijian utuh seperti oatmeal mengandung 3 bagian utama: endosperma, kulit air dan bakal biji. Nutrisi di dalam bijian oat utuh memiliki manfaat yang besar bagi kesehatan. Pada gandum atau beras yang telah digiling dan disosoh, kulit ari dan bakal bijinya telah hilang dan meninggalkan hanya bagian endosperma saja. Hal ini mengakibatkan bahan makanan tersebut memiliki kandungan vitamin, mineral, serat, antioksidan dan fitonutrien yang lebih sedikit dibandingkan bijian utuhnya. Namun ketika oat digiling, ketiga bagian bijiannya yaitu endosperma, kulit ari dan bakal biji tetap utuh.



Gambar 9. Oat

Sumber: <http://www.quacker.co.id>

Bagian biji oat disebut *hull* atau cangkang, yaitu lapisan terluar yang melapisi kernel dan tidak dapat dimakan. Oat akan disebut oat giling kasar (*Groats*) ketika bagian cangkangnya dibuang. Kulit ari adalah lapisan luar yang kasar dari kernel. Kulit ari mengandung serat dalam jumlah besar. Endosperma adalah bagian terbesar yang terletak ditengah biji dan merupakan sumber energi utama bagi tanaman. Bakal biji adalah embrio dari oat pada tahap awal. Bakal biji merupakan jantung dan bagian terkecil dari biji yang kaya akan nutrisi.

Oat dapat tumbuh pada suhu dan kelembaban tertentu. Contohnya di negara-negara Eropa dan Amerika Utara, seperti Rusia, Kanada, Amerika, Finlandia serta Polandia, oat dapat tumbuh baik karena mempunyai iklim yang



dingin. Tetapi pada musim semi, oat pun dapat tumbuh di Amerika Serikat bagian utara. Struktur biji oat hampir mirip seperti gandum. Keduanya memiliki lapisan yang menutupi kulit biji yang melindungi pati endosperm dan germ pada inti biji. Kulit biji tersebut sangat keras, sehingga harus dihilangkan sebelum diproses lebih lanjut.

3. Komposisi Kimia

a. Protein

Oat yang diproduksi di Amerika Utara umumnya mengandung 15 - 20% protein ketika menjadi *groat* dan merupakan kandungan protein yang paling tinggi dibandingkan jenis sereal lain. Hal ini dikarenakan oat memiliki kandungan protein utama, yaitu globulin. Oat juga memiliki konsentrasi lisin dan asam amino esensial lainnya yang lebih tinggi daripada protein yang terkandung dalam komoditas sereal lain, yaitu prolamin. *High-lysine* pada komoditas sereal lain seperti sorgum dan barley mengalami penurunan pada saat fraksinasi. Berbeda dengan oat, yang memiliki prolamin yang rendah. Para peneliti oat telah meneliti konsentrasi protein oat baik yang dihasilkan dengan teknik basah maupun kering. Sehingga oat sangat baik digunakan sebagai bahan pangan manusia maupun pakan ternak.

b. Lemak

Lemak oat memiliki konsentrasi tertinggi sekitar 7% jika dibandingkan dengan komoditas sereal lain. Untuk kebutuhan ternak, konsentrasi lemak yang tinggi sangat baik karena sebagai sumber energi daripada karbohidrat. Berbeda dengan produk oat untuk bahan pangan manusia dari proses penggilingan, memiliki konsentrasi lemak yang rendah karena rentan terjadi ketengikan sehingga memiliki umur yang pendek. Selain itu, konsentrasi lemak jenuh untuk produk oat yang dianjurkan oleh Food and Drug Administration (FDA) adalah sebesar 0,7 g dari serat yang terlarut.

Lemak oat yang utama adalah asam palmitat, asam oleat dan asam linoleat dengan proporsi yang berbeda-beda tergantung dari variasi genotip dan



lingkungan pertumbuhan. Konsentrasi asam oleat yang tinggi pada lemak oat menyebabkan oat sangat baik digunakan untuk makanan yang berlemak, dibandingkan dengan minyak kedelai dan minyak bunga matahari sebagai sumber minyak nabati yang baik untuk kesehatan.

Salah satu jenis lemak oat yang polar memiliki fraksi glikolipid yang tinggi sehingga sangat cocok untuk pengobatan, kosmetik dan pengolahan pangan. Hal ini karena liposom yang terbentuk dari glikolipid non-ionik sangat stabil jika dibandingkan dispersi yang dibuat dari fosfolipid seperti kedelai atau lesitin dari telur. Emulsi yang terbentuk dari glikolipid oat dan minyak sawit akan membuat rasa kenyang jika dicampurkan dalam yogurt rendah lemak sehingga produk ini sangat berguna untuk program diet. Fraksi *Digalactosyl diacylglycerol* (DGDA) digunakan untuk produk krim emulsi minyak dalam air (*oil-in-water*) yang cocok sebagai krim pelembab untuk melindungi kulit dari iklim tropis. Liposom dari DGDA oat sangat bermanfaat sebagai pengontrol sifat *carrier* dalam bidang pengobatan.

c. β -Glukan

Oat dan barli mempunyai konsentrasi ikatan β -glukan (serat terlarut) yang tinggi sebagai komponen dari dinding sel endosperma. Beberapa penelitian yang dilakukan terhadap manusia dan hewan percobaan menunjukkan bahwa diet dengan menggunakan β -glukan oat dapat menurunkan kolesterol sehingga akan mengurangi resiko penyakit liver. Beberapa penelitian lain menunjukkan bahwa β -glukan yang terkandung dalam oat dapat memperlambat peningkatan gula darah apabila dihubungkan dengan penyakit diabetes.

β -glukan terdapat pada kulit oat yang dihasilkan dengan teknik penggilingan. β -glukan merupakan komponen penting dari oatrim, yaitu pengganti lemak yang dikembangkan di laboratorium USDA. Biasanya β -glukan digunakan pada bidang medis seperti penyembuhan luka dan sebagai perlindungan untuk kulit. Tetapi yang lebih penting dari oat adalah kandungan GLA (*Gamma Linoleic Acid*) dan serat terlarutnya yaitu β -glukan. Adanya serat terlarut tersebut memberikan tekstur seperti gum pada oat dan oat dapat berlaku seperti lemak



yang dapat membentuk gel pada suhu ruang dan mencair selama pemasakan. Serat larut tersebut membantu menurunkan tingkat kolesterol dalam darah. Sedangkan GLA dipertimbangkan sebagai asam lemak esensial yang diaktivasi. Sejumlah kecil GLA ini mengisi jalur metabolik dan menyebabkan tubuh dapat membuat asam lemak esensial yang lain dan semuanya ini diatur oleh hormon dari zona makanan.

d. Pati

Pati merupakan komponen yang paling banyak dalam komoditas sereal. Pati oat mengandung amilosa sekitar 25 - 30%. Pati oat memiliki karakteristik gelatinisasi yang khas tetapi sangat rentan dan cenderung menunjukkan reaksi seperti *waxy starch*. Sebagian pati oat yang dihidrolisis (amilodekstrin terlarut) dapat dipakai sebagai pembentuk komponen utama dari oatrim.

Kandungan nutrisi yang cukup berbobot pada oat, menyebabkan oat dapat dipandang sebagai salah satu sereal yang dapat dikonsumsi manusia. Hal ini dikarenakan selama ini oat hanya digunakan sebagai pakan ternak. Biji oat kaya akan berbagai macam nutrisi seperti, karbohidrat, lemak, vitamin E dan 9 mineral termasuk kalsium. Kualitas dan kuantitas protein pada oat lebih besar daripada gandum dan biji-bijian lain. Kandungan gizi oat dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Kandungan Gizi Oat

Kandungan Gizi	Jumlah
Energi, kkal	389
Total lemak, g	6,9
Vitamin E, mg	1,09
Thiamin, mg	0,763
Riboflavin, mg	0,139
Folacin, mg	56
Potassium, mg	429
Kalsium, mg	54
Phospor, mg	523
Magnesium, mg	177
Zat besi, mg	4,72
Zinc, mg	3,97
Asam pantotenat, mg	1,349
Copper, mg	0,626



Kandungan Gizi	Jumlah
Mangan, mg	4,916

Sumber : Eborn (2001)

4. Pemanfaatan

a. Produk *Bakery*

Oat sering dipakai sebagai bahan mentah untuk pembuatan berbagai macam produk makanan seperti kue, roti, biskuit, makanan ringan (*snack*), dan minuman. Oat seringkali dihidangkan sebagai bubur yang dihasilkan dari oats (*oatmeal*) dan juga dibakar menjadi biskuit (*cookies*). Dalam bentuk tepung oat atau oatmeal, dapat juga digunakan untuk biskuit (*baked goods*) dan sereal sejuk, dan sebagai bahan dalam muesli dan granola. Oat boleh dimakan mentah karena teksturnya yang lembut, berbentuk butir padi basah dan dibuat dengan suhu 100 °C karena oat mudah tengik (*rancid*). Sehingga, walaupun oat tidak akan bertunas karena telah di-nonaktifkan enzimnya dengan proses pemanasan.

b. *Oat Flake*

Oat flake sering dimanfaatkan sebagai sereal untuk sarapan pagi. Satu ons *oat flakes* memiliki kandungan dua kali protein dari *wheat flakes* atau *corn flakes*. Bentuknya yang instan memudahkan konsumen untuk mengkonsumsinya.

Oat flake dibuat dengan teknik menggulung (*rolling*) atau dengan menggiling (*milling*) dari *groat* oat secara keseluruhan. Bentuk sereal yang berasal dari oat dikategorikan menjadi tiga tipe yaitu *old fashioned oat flakes*, *quick oat flakes* dan *instant oat flakes*. Semua produk *oat flake* pada umumnya hampir sama, tetapi yang membedakannya adalah ketebalan yang dihasilkan dari tingkat karakteristik absorpsi sehingga dapat dibedakan secara visual.

Old fashioned oat flakes dibuat dengan menggiling *groat* (biji oat yang telah dihilangkan sekamnya) dan disiapkan dengan menambahkan air dan memanaskannya selama 15 menit. *Quick oat flakes* adalah *flakes* tipis dan dibuat dengan menggiling *cut groat* dan disiapkan dengan pemasakan selama 5 menit. *Instant oat flakes* hampir sama dengan *quick oat flakes* tetapi dengan perlakuan tambahan, seperti penggabungan gum untuk memperbaiki hidrasi. Untuk dapat



dikonsumsi *instant oat flakes* hanya perlu ditambahkan air panas tanpa adanya pengolahan lebih lanjut.

5. Manfaat

Salah satu makanan yang kandungan serat alamnya tinggi adalah oat. Dalam 100 gr oat terkandung 5 – 7,2 gr serat larut dan 9,9 - 14,9 gr total serat (larut dan tak larut). Oat juga mengandung lebih banyak lemak tak jenuh, termasuk asam linoleat. Yang membuat oat lebih unik adalah kandungan antioksidan khas yang disebut avenathramides, yang juga dikenal sebagai komponen yang mirip dengan vitamin E dan tocopherol. Karena kandungan positifnya yang beragam, oat sangat bermanfaat untuk memerangi :

a. Kolesterol darah yang tinggi

Secara signifikan, oat memiliki kemampuan untuk menurunkan kolesterol darah (*hypcholesterolemic*). Penelitian menunjukkan bahwa oat mampu mengurangi kadar LDL (kolesterol 'jahat') sebanyak 2 – 23%. Hasil ini diperoleh dengan pengkonsumsian 35 – 120 gr oat per hari pada wanita dan pria berusia 20 – 70 tahun yang mempunyai kolesterol normal atau tinggi. Bahkan, pada pasien dengan kadar kolesterol 'jahat' yang lebih tinggi, terjadi penurunan yang sangat jelas.

Bayangkan oat sebagai “busa kecil” yang dapat menyerap dan membawa kolesterol dari tubuh Anda. Para ahli percaya bahwa serat larut yang ditemukan dalam oat yang membantu menurunkan kadar kolesterol dalam darah. Serat larut yang terdapat di oat (*oat soluble fiber* yaitu β -glucan) membantu mengendalikan kolesterol di darah dengan mengikat beberapa kolesterol di dalam saluran pencernaan. Kolesterol ini akan terjebak dan dikeluarkan dari tubuh secara alami.

b. Diabetes

Sebuah penelitian yang dilakukan selama 10 tahun membuktikan bahwa makanan dari *whole grain* (termasuk oat) dapat melindungi penderita diabetes dari efek-efek yang merugikan. Analisis kasus perorangan juga menunjukkan



bahwa pengkonsumsian oat saja dapat mengurangi risiko kenaikan kadar gula darah pada penderita diabetes.

c. Tekanan darah yang tinggi

Tekanan darah tinggi ditentukan oleh angka tekanan darah sistolik yang lebih besar dari 140 mm Hg atau tekanan darah diastolik yang lebih besar dari 90 mm Hg. Penelitian DASH (*Dietary Approaches to Stop Hypertension*) menunjukkan bahwa diet yang mengandung banyak *whole grain*, buah, sayur, dan produk susu rendah lemak akan menurunkan kadar tekanan darah. Dalam dua penelitian besar lainnya, mereka yang mengonsumsi 6 – 10 gr serat per hari memiliki tekanan darah sistolik dan diastolik yang lebih rendah dibanding mereka yang mengonsumsi serat 2 – 4 gr per hari. Penelitian juga menunjukkan bahwa asupan serat lebih dari 24 gr per hari dihubungkan dengan berkurangnya kenaikan tekanan darah sampai 57%.

d. Obesitas

Obesitas dapat meningkatkan penyakit jantung koroner. Penelitian telah membuktikan bahwa risiko penyakit jantung koroner akan menurun pada pasien yang mengalami penurunan berat badan. Dalam menjaga berat badan dan mencegah kenaikan berat badan, serat dalam oat memiliki peran yang cukup penting. Dari beberapa penelitian disimpulkan bahwa pengkonsumsian serat larut atau tidak larut setiap hari dapat secara efektif mengurangi asupan makanan dan atau rasa lapar serta mendorong terjadinya penurunan berat badan yang bisa bertahan sampai 52 minggu.