

## **BAB X**

### **ENERGI BERBASIS HASIL SAMPING TEKNOLOGI PENGOLAHAN PADI TERINTEGRASI BERWAWASAN LINGKUNGAN**

**Tajuddin Bantacut**

Dosen Departemen Teknologi Industri Pertanian, FATETA, IPB

#### **1. PENDAHULUAN**

Dalam proses produksi (baik biologis atau teknis) senantiasa disertai oleh produksi limbah dan hasil samping karena terjadi transformasi input menjadi output (bahan baku ke produk). Proses transformasi dalam semua sistem tidak terjadi secara sempurna tetapi dengan tingkat efisiensi tertentu. Dalam produksi pertanian, efisiensi berkisar pada rentang 5-40 persen. Hal ini terjadi pada industri pengolahan padi, selain menghasilkan beras juga limbah (sekam dan dedak) dan hasil samping (menir).

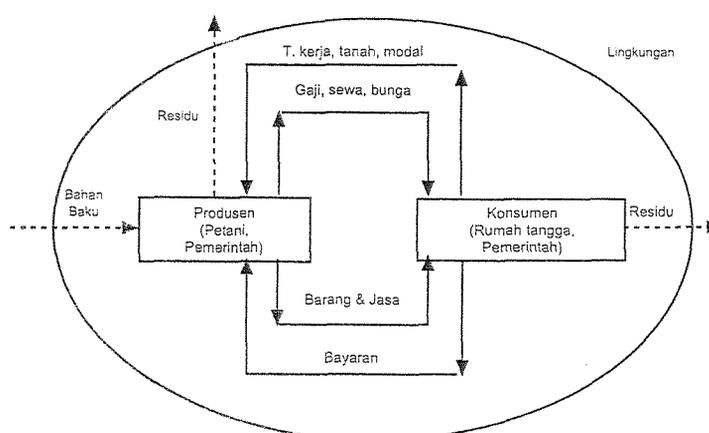
Industri pengolahan padi (sederhana, kecil, menengah dan besar) menghadapi permasalahan penanganan limbah. Hampir semua penggilingan padi menumpuk sekam di sekitar bangunan. Semakin hari jumlahnya bertambah. Pembuangan sulit dilakukan karena keterbatasan tempat dan biaya yang besar. Penggunaan untuk bahan bakar (bata, pengering) masih sangat terbatas. Akibatnya, muncul berbagai persoalan lingkungan seperti estetika, bau dan sumber penyakit.

Pendekatan terpadu dalam pengolahan padi, yakni menggunakan semua bagian bahan baku untuk menghasilkan berbagai produk dalam satu lini, dapat mengurangi persoalan lingkungan sekaligus meningkatkan manfaat ekonomi. Paper ini membahas berbagai konsepsi dan dampak lingkungan, teknologi pengolahan padi, dan pemanfaatan hasil samping sebagai satu industri terpadu.

## 2. LINGKUNGAN SEBAGAI ASSET EKONOMI

Residu adalah bahan atau energi yang tersisa (*left over*) dari kegiatan produktif dan konsumtif baik oleh individu, perusahaan atau pemerintah. Misalnya, residu dari pengolahan padi adalah sekam, dedak, bising, partikulat, karbon monoksida dan lain-lain. Bahan dan energi sisa ini berpotensi merusak lingkungan. Oleh karena itu, perhatian dan penanganan serius dengan tepat perlu dilakukan. Penanganan yang kurang baik dapat menurunkan mutu lingkungan (fisik dan sosial) yang pada gilirannya merugikan kegiatan produksi dan semua dimensinya.

Lingkungan dapat dipandang sebagai tempat berlangsungnya kegiatan ekonomi (lihat Gambar 1). Petani dan perusahaan menghasilkan produk yang dijual kepada konsumen. Produksi tersebut melibatkan tenaga kerja, modal dan bahan baku dari lingkungan. Pada saat bersamaan dihasilkan residu yang masuk kembali ke lingkungan. Konsumen menggunakan dana (pendapatannya) untuk membeli berbagai produk menurut keperluan. Proses konsumsi menghasilkan tambahan residu yang pada akhirnya dibuang ke lingkungan. Jumlah residu sangat tergantung pada efisiensi dan volume produksi serta konsumsi. Sistem alami menghasilkan paling sedikit dampak lingkungan karena terjadi proses "resirkulasi" yang optimal. Sistem buatan atau sistem alami yang terganggu menghasilkan lebih banyak residu.



Gambar 1. Kegiatan ekonomi dan lingkungan (Ortolano, 1984)

Keberadaan residu adalah wajar dari adanya kegiatan konsumsi dan produksi baik dalam bentuk massa atau energi. Residu dikembalikan ke lingkungan dalam bentuk padatan, cairan atau gas. Residu energi memasuki lingkungan dalam bentuk panas atau suara (bising). Dalam banyak kasus, residu dapat digunakan kembali sebagai input atau diolah untuk mengurangi potensi dampak negatif. Walaupun demikian, residu tidak mungkin dihilangkan (dimanfaatkan) seluruhnya.

Gambar 1 menunjukkan bahwa peranan lingkungan meliputi dua sisi penting yang disebut sebagai *non-reproducible capital goods*. Lingkungan memasok bahan baku (bahan bakar, mineral, air) yang digunakan dalam kegiatan produksi. Lingkungan juga menjadi penerima limbah yang akan mengubahnya menjadi bahan yang tidak berbahaya bagi manusia melalui transformasi, transportasi dan pelarutan (*assimilative capacity*). Dari segi kehidupan, lingkungan memberikan dukungan fungsi hidup seperti udara bersih dan jasa kenyamanan, keindahan dan pembaruan (Tabel 1).

Tabel 1. Katagori output lingkungan

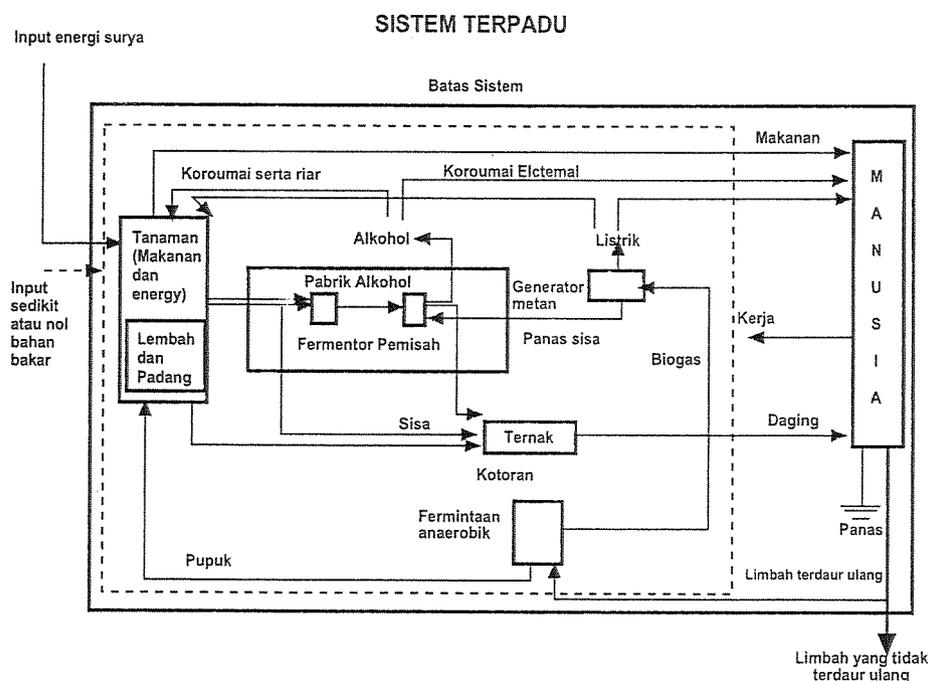
Output Lingkungan	Contoh
Jasa dukungan kehidupan	Kenyamanan, lingkungan yang sehat termasuk udara bersih dan air murni
Jasa Keindahan	Tempat yang menyenangkan untuk rekreasi dan penyegaran
Input Bahan	Minyak dan bahan baku bagi berbagai kegiatan ekonomi
Jasa penerima limbah	Penampungan residu seperti limbah cair, limbah padat, limbah gas, dan kebisingan

Sumber: Freeman, Haveman dan Kneese *dalam* Ortolano (1984)

## 1. SISTEM AGROINDUSTRI TERPADU

Sistem Agroindustri Terpadu (SAT) adalah kumpulan usaha tani-industri dan teknik produksi yang menggunakan energi dan massa tak terbarukan dalam jumlah minimum, sebaliknya memaksimalkan penggunaan energi matahari dalam semua bentuknya untuk menghasilkan sejumlah produk (pangan, energi, serat, pupuk, bahan kimia, dan bahan manufaktur dasar). Sistem beroperasi pada skala tertentu dari ukuran proyek (waktu, besaran, jarak, dst.) serta

melakukan daur ulang sebanyak mungkin bahan dan massa. Sistem seperti itu didasarkan pada aliran informasi luar yang sangat baik (teknologi, pengalaman, know-how), pengorganisasian yang lebih kompleks serta memaksimalkan stabilitas menyeluruh tidak bertumpu pada produk tunggal (Gambar 2).



Hutan tua adalah contoh sistem terpadu yang paling sempurna. Semua residu dikembalikan sebagai pupuk melalui mata rantai pangan mikroorganisme tanah. Demikian juga dalam sistem terpadu, limbah tanaman, hewan dan pengolahan dikembalikan ke tanah sehingga tidak terjadi penurunan kandungan hara. Ekosistem hutan tidak mengenal *limbah*, karena semua residu organik mengandung energi dasar bagi organisme lainnya. Ekstraksi energi dimaksimalkan melalui eksploitasi semua kemungkinan penggunaan energi dari residu organik (produksi etanol dan biogas melalui fermentasi, pembakaran langsung, ekstraksi kandungan kimia, dan lain-lain).

Integrasi dapat dilakukan pada berbagai tahap/tingkatan:

**Kebun:** Rotasi tanaman dapat meningkatkan jumlah biomassa yang dihasilkan tanpa kenaikan tambahan pupuk dan merusak kesuburan tanah.

**Skala lokal:** Pertanian dengan kegiatan yang berbeda dapat mengkordinasikan metoda dan cara pemanenan serta penanganan residu sehingga penggunaannya sebagai pupuk, pakan ternak dan energi (biogas, listrik) dalam pertanian dapat dioptimalkan.

**Perusahaan pengolahan:** Pabrik dapat bekerjasama dengan petani dalam transformasi biomassa dengan kompleksitas yang beragam menjadi energi (etanol) sepanjang tahun yang secara bersamaan menghasilkan pakan ternak, pupuk organik, dan ekstra energi dapat dipasok ke masyarakat lokal.

**Waktu:** Sektor produktif yang berbeda-beda memerlukan koordinasi untuk menjamin aliran bahan yang konstan dan pengembalian hara ke tanah lebih sinambung sehingga tidak ada residu yang menumpuk.

Situasi saat ini, harapan keterpaduan pertanian sangat tergantung dari kekuatan keinginan dan kesadaran bersama. Konsep dan hasil coba telah meyakinkan bahwa pertanian dapat memadukan usaha tani yang terpecah dalam skala kecil menjadi terpadu dalam perkebunan. Perkembangan bioteknologi yang sangat maju memudahkan upaya pengembangan pertanian yang terpadu tersebut.

#### 4. TEKNOLOGI PENGOLAHAN PADI

Pengolahan padi menjadi beras, secara prinsip, melibatkan tahapan yang sederhana yakni (i) pemisahan kotoran, (ii) pengeringan dan penyimpanan padi, (iii) pengupasan kulit (husking), (iv) penggilingan (milling), dan (v) pengemasan dan distribusi (lihat Gambar 3). Pemisahan kotoran dari padi hasil panen di sawah dilakukan karena masih banyak terbawa kotoran lain seperti jerami, daun, batang bahkan benda lain yang tidak lazim seperti batu dan pasir. Kotoran ini akan mengganggu proses pengeringan terutama penyerapan kalori dan penghambatan proses pergerakan padi pada tahapan berikutnya.

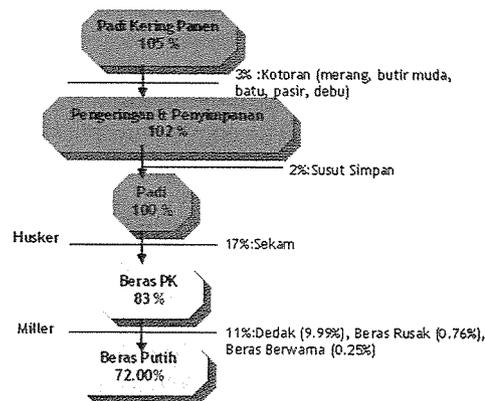
Kadar air padi hasil panen sangat bervariasi antara 18–25%, bahkan dalam beberapa kasus dapat lebih besar. Pengeringan dilakukan untuk mengurangi kadar air sampai sekitar 14% sehingga memudahkan dan mengurangi kerusakan dalam penyosohan dan proses selanjutnya. Kadar air yang terlalu tinggi menyulitkan

pengupasan kulit dan menyebabkan kerusakan (pecah atau hancur) karena tekstur yang lunak.

Penyosohan adalah pengupasan kulit padi yang merupakan tahapan paling penting dari keseluruhan proses. Penglupasan kulit adalah transformasi padi menjadi beras yang secara prinsip sudah dapat dimasak untuk dimakan. Proses selanjutnya hanyalah penyempurnaan dari penyosohan dan untuk meningkatkan kebersihan. Gabungan dari sosoh serta kebersihan dan keutuhan biji adalah ukuran mutu beras putih.

Tahapan penggilingan adalah proses penyempurnaan penyosohan dan pelepasan lapisan penutup butir beras. Teknologi penggilingan sudah sangat berkembang untuk menghasilkan beras putih yang baik. Proses ini dibagi lagi menjadi penyosohan, pemutihan (whitening) dan pengkilapan (shining). Walaupun demikian, inti proses ini adalah untuk memisahkan lapisan penutup semaksimal mungkin.

Selain proses utama tersebut ada beberapa tambahan yakni operasi pemisahan yang dimaksudkan untuk mendapatkan beras putih utuh dan murni. Oleh karena itu, proses pemisahan terdiri dari pemisahan kotoran atau bahan asing (seperti batu, daun dan benda asing lainnya) dan pemisahan beras yang kurang baik (muda, busuk, berjamur, berwarna dan rusak/pecah). Perkembangan permintaan beras tanpa kerusakan yang meningkat mendorong perkembangan teknologi yang semakin canggih. Dalam konteks inilah berkembang teknologi pemisah batu, pemisah beras berdasarkan warna (*color sorter*), pemisah biji pecah (*rotary shifter*) dan pemisah biji menurut panjang (*length grader*).



Gambar 3. Tahapan utama proses pengolahan beras

Tahap akhir dari proses pengolahan adalah pengemasan yang ditujukan untuk memudahkan pengangkutan dan distribusi. Perkembangan terkini di bidang pengemasan menambah atribut maksud yakni estetika, daya tarik, informasi produk dan perbaikan daya simpan. Sebagai proses tambahan, dahulu kala pengemasan tidak berkembang karena selain volume pengolahan yang sangat kecil juga atribut mutu (sebagai perwujudan dari permintaan pembeli) masih sangat sedikit. Dewasa ini, teknologi pengemasan beras sudah sangat canggih yang meliputi keragaman bentuk, rupa, ukuran dan cara/metoda.

## **5. PENGOLAHAN PADI TERPADU BERWAWASAN LINGKUNGAN**

Pengolahan padi terpadu bukanlah sesuatu yang sulit pada tingkat praktek. Residu yang dihasilkan dalam jumlah yang besar hanyalah sekam dan dedak. Residu yang lain dalam bentuk daun kering, tangkai atau bahan lain jumlahnya relatif kecil dan dapat ditangani dengan mudah (dibakar atau dikomposkan). Dua residu ini harus ditangani lebih lanjut melalui pengolahan (pemanfaatan ulang) atau dibuang dengan cara yang memenuhi persyaratan pembuangan limbah. Pembuangan sebagai limbah menghadapi berbagai kesulitan yaitu keterbatasan tempat dan persoalan lingkungan. Dedak yang dibuang ke lingkungan akan menimbulkan bau dan mengotori tempat pembuangan. Dedak, karena mengandung unsur hara, juga menjadi media pertumbuhan mikroba baik yang menguntungkan maupun yang berbahaya bagi kesehatan.

### **5.1. Sekam**

Volume sekam yang dihasilkan adalah 17% dari Gabah kering giling (GKG). Untuk penggilingan padi yang berkapasitas 5 ton/jam beras putih atau sekitar 7 ton GKG/jam akan dihasilkan sekam sekitar 0.85 ton/jam atau sekitar 8.5 ton/hari. Berat ini setara dengan sekitar 25 m<sup>3</sup>/hari atau 7500 m<sup>3</sup>/tahun. Volume yang besar ini akan menjadi masalah serius dalam jangka panjang apabila tidak ditangani dengan baik.

Sekam tersusun dari palea dan lemma (bagian yang lebih lebar) yang terikat dengan struktur pengikat yang menyerupai kait. Sel-sel sekam yang telah masak mengandung lignin dan silica dalam konsentrasi tinggi. Kandungan silica diperkirakan berada dalam lapisan luar (De Datta, 1981) sehingga permukaannya keras dan sulit menyerap air, mempertahankan kelembaban, serta memerlukan waktu yang lama untuk mendekomposisinya (Houston, 1972). Silica sekam dalam bentuk *tridymite* dan *crytabolalite* yang mempunyai potensi sebagai bahan pemucat minyak nabati (Proctor dan Palaniappan, 1989). Komposisi sekam dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi sekam

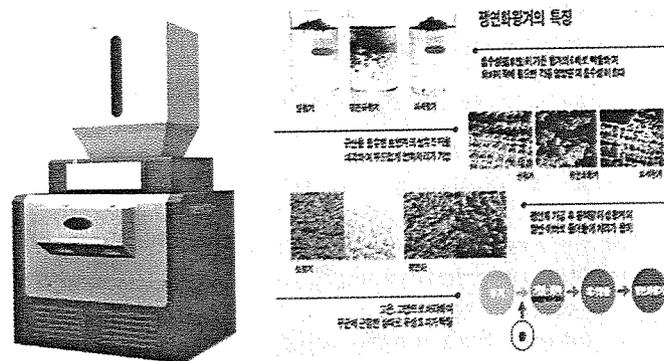
Kandungan	Persentase
C-organik	45.06
N-total	0.31
P-total	0.07
K-total	0.28
Mg-total	0.16
SiO <sub>3</sub>	33.01

Sumber: Hidayati (1993)

Dari komposisi kimia sekam (Tabel 2) dapat diketahui potensi penggunaannya terbatas sebagai sumber C-organik tanah dan media tumbuh (dari kandungan karbon organik yang tinggi) serta bahan pemurnian dan bahan bangunan (dari kandungan silica yang tinggi). Karbon yang tinggi juga mengindikasikan banyaknya kandungan kalori sekam. Proses yang diperlukan untuk pemanfaatan tersebut adalah:

#### Pelunakan Tekstur dan Pengembangan Permukaan

Pelunakan ditujukan untuk memperbaiki dayaserap (*absorption*), pengurangan volume (kekambaan), dan lebih aseptis karena diproses dengan panas dan tekanan tinggi. Sekam yang telah lunak dan mengembang dapat digunakan untuk media gundukan tanaman padi, palawija, dan persemaian (padi, cabai), bedengan tomat, bahan kompos, dan lapisan tidur ternak. Proses dekomposisi menjadi lebih mudah. Alat untuk pelunakkan sudah dipasarkan secara komersial (Lihat Gambar 4).



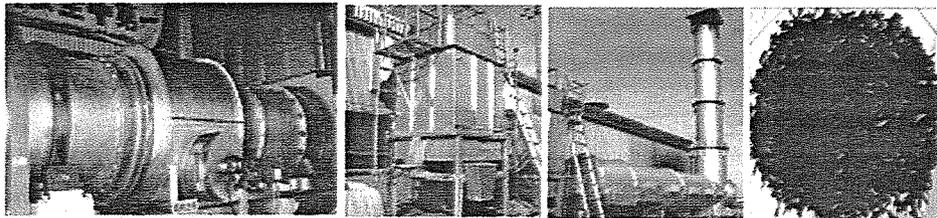
Gambar 4. Alat pengembang dan pelunak sekam (Produksi Ideal System, Korea)

### **Pengarangan (*Carbonizing*) (Lihat Gambar 5)**

Pengarangan adalah proses pembakaran dengan oksigen terbatas. Arang padi mempunyai beberapa kegunaan, antara lain :

- i. mempertahankan kelembaban : apabila arang ditambahkan ke dalam tanah akan dapat meningkat air dan melepaskannya jika tanah menjadi kering,
- ii. mendorong pertumbuhan (proliferation) mikroorganisme yang berguna bagi tanah dan tanaman,
- iii. pengemburan tanah : menghindari pengerasan tanah karena sifatnya yang ringan,
- iv. pengatur pH : arang dapat mengatur pH dalam situasi tertentu,
- v. menyuburkan tanah : kandungan mineral arang adalah hara tanaman,
- vi. membantu melelehkan salju karena arang yang disebar di atas salju akan menyerap panas yang dapat mencairkan salju, dan
- vii. menyerap kotoran sebagai bahan pemurnian dalam pengolahan air, minyak, sirup dan sari buah.

Dalam proses pengarangan juga dihasilkan cairan hasil kondensasi asap yang disebut *wood vinegar* yang mengandung konsentrasi formaldehid tinggi sehingga dapat digunakan sebagai pengawet pangan (ikan, tahu, dan bakso).



Gambar 5. Sistem pengarangan (Mesin produksi Ideal System Korea)  
**Pembakaran**

Kandungan karbon yang tinggi juga mengindikasikan bahwa sekam mempunyai kalori yang tinggi sehingga dapat digunakan sebagai sumber energi panas. Banyak penggilingan padi menengah dan besar menggunakannya sebagai bahan bakar pengering padi. Penggunaan yang sama juga dapat dijumpai pada pembakaran batu bara.

Abu sisa pembakaran mengandung  $\text{SiO}_2$  sekitar 85% sehingga baik digunakan untuk pembuatan bahan bangunan (seperti papan semen) dan bahan pemurnian minyak (kelapa). Abu sekam memperbaiki daya serap air, kerapatan, perubahan panjang dan konduktifitas panas papan semen pulp. Penggunaan abu dalam pemucatan minyak kelapa dapat memperbaiki kejernihan.

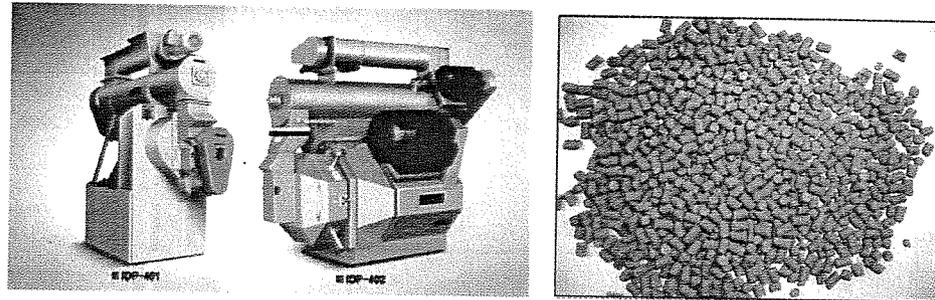
## **5.2. Dedak**

Persentase dedak mencapai 10% dari GKG. Penggilingan dengan kapasitas beras putih sebesar 5 ton/jam akan menghasilkan dedak sebanyak 0.7 ton/jam atau sekitar 7 ton/hari. Jumlah ini terlalu besar untuk diabaikan. Volume dedak sekitar 600 liter/ton, maka akan dihasilkan sekitar 12 m<sup>3</sup> dedak setiap harinya.

Dedak adalah bagian padi yang mempunyai kandungan nutrisi yang tinggi seperti minyak, vitamin, protein dan mineral. Pada kadar air 14%, dedak mengandung pati sebesar 13.8%, serat 23.7-28,6%, pentosan 7.0-8.3%, hemiselulosa 9.5-16.9%, selulosa 5.9-9.0%, asam poliuronat 1.2%, gula bebas 5.5-6.9% dan lignin 2.8-3.0% (Juliano dan Bechtel, 1985). Dari kandungan ini maka dedak telah banyak dimanfaatkan untuk berbagai keperluan seperti sumber minyak, pakan ternak dan bahan makanan.

Berbasis pada kandungan bahannya, maka dedak dapat dimanfaatkan untuk berbagai tujuan. Minyaknya dapat diambil dengan ekstraksi menggunakan pelarut, protein dan vitaminnya berguna sebagai nutrisi makanan. Namun demikian, upaya pemanfaatan tersebut secara ekonomi belum menguntungkan. Ekstraksi minyak melibatkan investasi yang besar dan hanya layak pada skala yang besar pula. Ini berarti pengolahan terintegrasi pada penggilingan tidak dapat dilakukan.

Sejauh ini, dedak bukan lagi sebagai limbah tetapi telah menjadi hasil samping yang mempunyai pasar tersendiri. Pemanfaat utama adalah industri pakan ternak. Pemanfaatan lain yang telah berkembang dan peralatannya sudah dijual secara komersial adalah mengolahnya menjadi pellet. Kandungan hara yang tinggi menjadikan pellet dedak dapat digunakan untuk makan ternak terutama unggas dan pupuk organik. Bahkan dalam kondisi aplikasi awal, pellet dedak dapat menghambat pertumbuhan gulma apabila disebar pada permukaan tanah.



Gambar 6. Mesin pembuatan pellet dedak tanpa air (Ideal System, Korea)

## 6. MODEL PENGOLAHAN PADI TERINTEGRASI

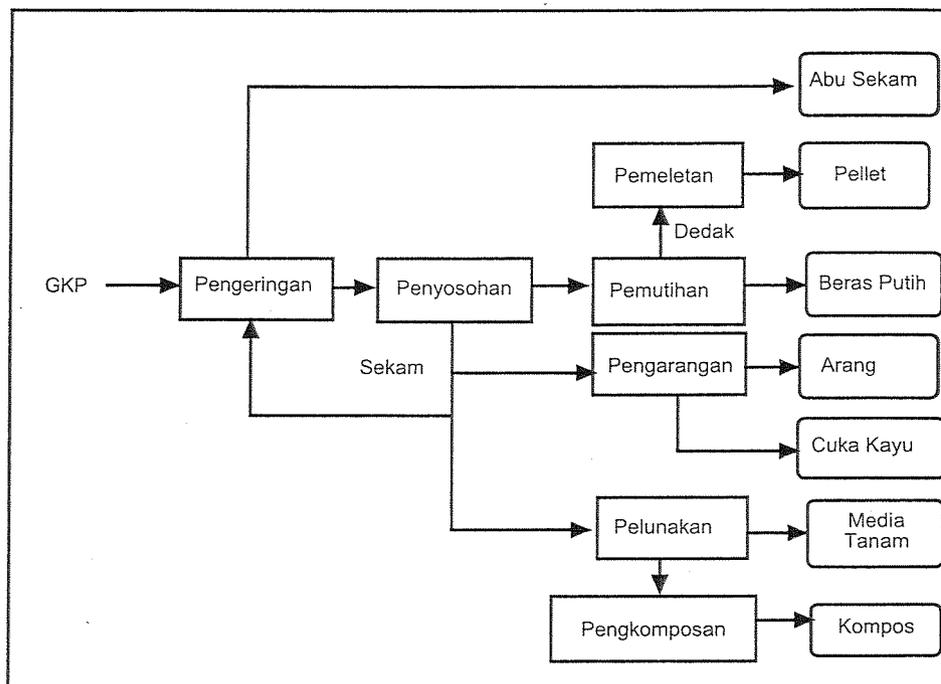
Pengolahan padi yang telah berkembang hanya beraslah produk yang harus dihasilkan. Selebihnya dipandang sebagai limbah. Pola berpikir seperti inilah yang menyebabkan industri penggilingan padi menghadapi banyak persoalan lingkungan. Pendekatan terpadu memandang semua bagian bahan baku adalah bahan yang harus dimanfaatkan untuk menghasilkan produk yang bernilai (ekonomi dan lingkungan).

Dengan pendekatan terpadu maka produk yang dapat dihasilkan dalam pengolahan terpadu dapat bermacam-macam. Beberapa model dapat dikembangkan:

- a. Model terpadu yang menghasilkan pellet dedak dan sekam lunak,
- b. Model terpadu menghasilkan pellet dedak, arang sekam dan *wood vinegar*,
- c. Model terpadu yang menghasilkan produk turunan dedak, arang sekam atau sekam lunak,
- d. Model terpadu yang mengembangkan kombinasi berbagai produk berbasis sekam dan dedak, dan
- e. Model terpadu menghasilkan berbagai produk berbasis dedak dan pemakaian sekam sebagai sumber energi panas.

Semua proses ini dapat diintegrasikan dalam proses pengolahan padi beskala menengah dan besar (minimum 1 ton beras putih/jam). Secara keseluruhan, model terpadu yang layak dikembangkan dengan pertimbangan teknis dan ekonomis

ditunjukkan dalam Gambar 7. Pengolahan terpadu mempunyai beberapa keuntungan antara lain tidak mencemari lingkungan, mengoptimalkan pemanfaatan bahan baku dan memperoleh manfaat ekonomi total (baik langsung maupun tidak).



Gambar 7. Pengolahan padi terintegrasi yang secara teknis dan pembiayaan layak

## 7. PENUTUP

Pengolahan terpadu dapat dikembangkan dengan berbagai alternatif. Banyak penelitian yang telah dilakukan untuk memanfaatkan semua hasil samping, residu atau limbah pengolahan padi terutama sekam dan dedak. Sebagian besar hasil penelitian masih berupa temuan laboratorium yang harus dikaji ulang pada skala pilot. Beberapa diantaranya sudah dapat bahkan sudah digunakan pada skala industri tetapi skalanya sangat besar sehingga perlu jejaring yang kuat dan investasi yang besar.

Integrasi yang mungkin dilakukan adalah pada skala menengah yakni minimum pada *Rice Processing Complex* (RPC) dengan kapasitas 1 ton beras putih/jam dengan berbagai kendala. Pada RPC dengan kapasitas 5 ton/jam beras putih atau setara 7 ton/jam GKG integrasi layak baik secara teknis maupun pembiayaan. Oleh karena itu integrasi yang disarankan pada skala menengah dan besar.

#### DAFTAR PUSTAKA

- De Datta, S. 1981. *Principles and Practices of Rice Production*. John Wiley and Sons, New York.
- Houston, D.F. (ed). 1972. *Rice, Chemistry and Technology*. American Association of Cereal Chemists.Inc., Minnesota.
- Hidayati, U. 1993. Pengaruh Residu Kapur dan Sekam Padi pada Sifat Oxyx Dystripept Cikarang dan Hasil Kedelai. Skripsi Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Institut pertanian Bogor, Bogor.
- Ideal System, 2006. *Total Catalogue*. Ideal System Co., Ltd., Korea.
- Juliano, B. O. dan D. B. Bechtel, 1985. The Rice Grain and Its Gross Composition. Di dalam Juliano, B. O (Ed), *Rice : Chemistry and Technology*. Second Edition. The American Association of Cereal Chemists.Inc., St. Paul, Minnesota.
- Ortolano, L., 1984. *Environmental Planning and Decision Making*. Chapter 2: Causes and Consequences of Residuals. John Wiley & Sons, New York.
- Proctor, A. and Palaniappan, 1989. Soy Oil Adsorption by Rice Hull Ash. *J. Am. Oil. Chem* Vol 66 (11): 1618-1621
- Tiezzi, E., N. Marchettini, and S. Ulgiati, 1991. Integrated Agro-industrial Ecosystems: An assessment of the cogenerative approach to food, energy, and chemicals production by photosynthesis *in* Costanza, R. (ed.). *Ecological Economics: The Science and Management of Sustainability*. Columbia University Presss, N.Y.