

MENGGALI PELUANG PENGEMBANGAN AGROINDUSTRI MELALUI DIVERSIFIKASI PEMANFAATAN LIMBAH PADI

Ridwan Rachmat¹, Suismono¹, dan Achmad M. Fagi²

¹Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian

²Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian

1. PENDAHULUAN

Rendahnya keuntungan yang diperoleh petani padi, terutama petani skala kecil (luas kepemilikan lahan <0,5 ha) dapat diatasi dengan diversifikasi pedesaan (*rural diversification*) (World Bank, 1988). Diversifikasi pedesaan adalah suatu proses perluasan dan penguatan sumber-sumber pendapatan rumah tangga petani di pedesaan mulai dari introduksi jenis atau varietas tanaman dan teknologi baru ke dalam sistem usaha tani (SUT) atau sistem usaha pertanian (SUP) tradisional sampai ke perluasan lapangan kerja melalui SUP atau agribisnis dalam bentuk industri pedesaan skala kecil.

Peningkatan pendapatan petani padi skala kecil yang jumlahnya lebih dari 20 juta kepala keluarga mendapat perhatian Bank Dunia (World Bank, 1988) dan Bank Pembangunan Asia (ADB, 2000), karena beberapa alasan pokok, yaitu:

- Lebih rendahnya pendapatan petani padi khususnya dan petani komoditas pangan lain umumnya yang berskala kecil, dibanding pendapatan penduduk yang berupaya di luar sektor pertanian, akan menyebabkan disparitas atau ketimpangan pendapatan.
- Disparitas pendapatan dapat mendorong terjadinya pergerakan sumberdaya, termasuk buruh tani dari area atau sektor dengan pendapatan rendah ke area atau sektor yang memberi penghasilan tinggi.

Kalau situasi demikian berlangsung terus, konversi lahan pertanian padi sawah ke usaha nonpertanian akan semakin marak, jumlah buruh tani akan semakin banyak yang kalau pekerjaan di pedesaan terbatas, mereka akan bermigrasi ke perkotaan (urbanisasi).

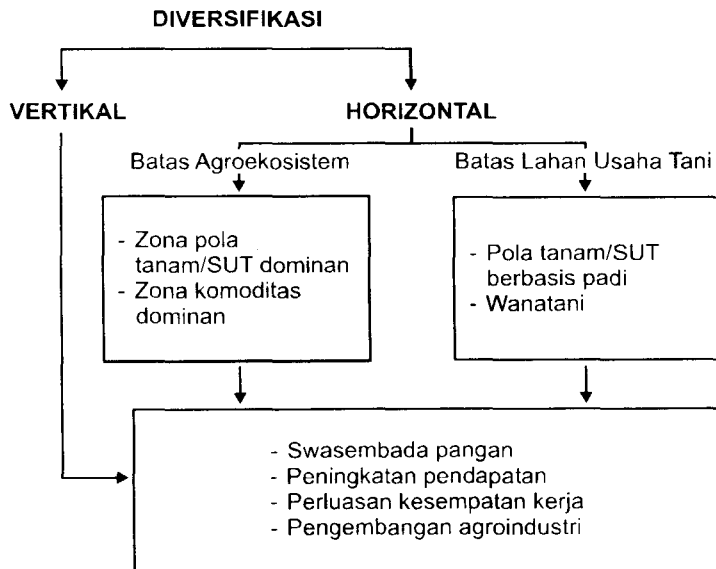
Diversifikasi pedesaan dalam bentuk industri pedesaan selain membuka lapangan kerja juga mengoptimalkan manfaat sumberdaya alam pedesaan. Tanaman padi menghasilkan gabah dan limbahnya berupa jerami, sekam, menir, dan dedak sebagai bahan baku industri yang potensial. Bahkan, sekam dapat disulap menjadi silika yang bernilai ekonomi tinggi (Malik, 2008). Teknologi pascapanen primer dan sekunder padi dan limbahnya diuraikan dalam makalah ini.

2. DIVERSIFIKASI MANFAAT DAN KLASSTER AGRIBISNIS PADI

CGIAR (*Consultative Group of International Agricultural Research*) memasukkan diversifikasi SUT dalam konsepsi *ecoregional initiative*. Aspek diversifikasi SUT itu ditunjukkan dalam Gambar 1. Selama ini perhatian lebih terarah ke diversifikasi horizontal. Diversifikasi horizontal pada skala rumah tangga (bahan lahan usaha tani) adalah pola tanam atau SUT berbasis padi. Hamparan pola tanam/SUT berbasis padi pada skala meso (batas agroekologi) menciptakan zona pola tanam/SUT dominan. Karena padi adalah basisnya, maka terbentuk zona pertanaman padi dominan. Hamparan pola tanam/SUT dengan tanaman padi sebagai andalannya akan menghasilkan gabah dan limbah tanaman/gabah yang memenuhi skala ekonomi untuk bahan baku industri pedesaan.

Diversifikasi vertikal berupa pengolahan dan pemanfaatan limbah padi belum tersentuh teknologi maju, maka nilai tambahnya belum terangkat. Kegiatan penggilingan padi masih tradisional.

Penggilingan padi umumnya hanya memproses padi menjadi beras, sedangkan hasil sampingnya berupa dedak, menir, dan sekam tidak diolah lebih lanjut. Padahal dengan sentuhan teknologi, hasil sampingan tersebut mempunyai nilai komersial yang cukup tinggi, sebab itu strategi agroindustri harus ditempuh dengan menggunakan konsep pengolahan pascapanen primer terpadu.



Gambar 1. Konsepsi diversifikasi pola tanam/SUT berbasis padi memberi gambaran tentang peluang pengembangan agroindustri limbah padi (Fagi, 2008).

- Teknologi yang dikembangkan mencakup teknologi pra dan pascapanen.
- Antara subsistem (subsistem produksi, subsistem prosesing hasil, subsistem pemasaran, dan subsistem penunjang) harus terkait secara sinergis.
- Subsistem prosesing dan subsistem pemasaran mendapat posisi seimbang dengan subsistem produksi dan subsistem penunjangnya.
- Agroindustri adalah bagian dari sistem pertanian.

Dalam proses penggilingan gabah menjadi beras dua pelaku yang terliibat ialah petani sebagai pelaku pasif dan pengusaha penggilingan padi sebagai pelaku aktif. Di Sulawesi Tengah dan Sulawesi Tenggara, pengusaha penggilingan padi disebut tuan giling. Posisi mereka dalam agribisnis padi sangat kuat. Mereka mengikat petani untuk menggiling gabah di penggilingannya. Dengan memberi bimbingan teknik dan memberi kredit benih, pupuk dan pestisida. Hal ini mengindikasikan bahwa usaha penggilingan padi sangat menguntungkan.

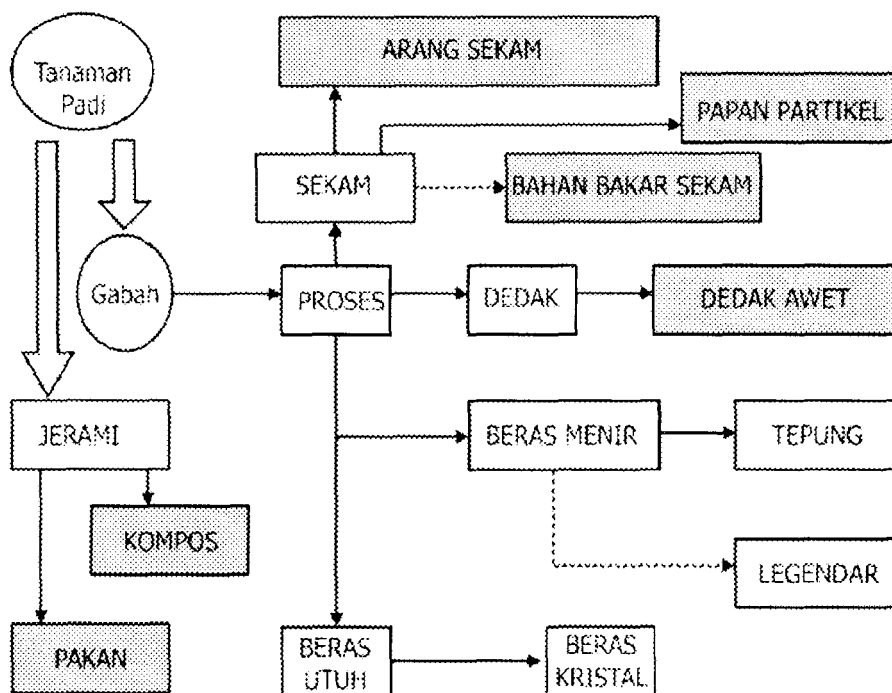
Badan Litbang Pertanian menyelenggarakan penelitian menghasilkan teknologi yang menunjang klaster-klaster agribisnis tersebut. Kriteria Bernado dapat dijadikan pedoman oleh peneliti yang berorientasi agribisnis:

1. Meningkatkan efisiensi dan *cost-effectiveness* dari produksi komoditas pertanian melalui teknologi inovatif.
2. Menekan biaya produksi (lahan, air, tenaga kerja, benih/bibit, informasi, dsb.) dan meningkatkan kualitas produk pertanian.
3. Menghasilkan produk primer berkualitas tinggi dengan standar harga pasar yang baik.
4. Mengurangi kehilangan prapanen dan pascapanen.
5. Mengolah limbah/*by products* menjadi produk bernilai tinggi
6. Mempertahankan produktivitas dan kualitas produksi, serta suplai produk ke pasar sepanjang tahun - kontinuitas suplai produk.
7. Memperbaiki kualitas pengemasan untuk transportasi.

3. GABAH DAN LIMBAH PADI

Tanaman padi menghasilkan bahan baku industri. Proses agroindustri tanaman padi dan produk yang dihasilkan dapat dilihat dalam Gambar 3. Jerami adalah bahan untuk membuat kompos (pupuk organik), dan pakan. Prosesing gabah akan menghasilkan dedak untuk diproses lebih lanjut menjadi dedak awet. Sekamnya dapat digunakan langsung sebagai bahan bakar. Setelah dibakar akan menghasilkan arang sekam. Proses lainnya akan menghasilkan papan partikel. Penyosohan gabah menghasilkan beras putih dan beras kristal. Menirnya digerus menjadi tepung dan legendar.

Secara lebih rinci masing-masing bagian dari padi mempunyai nilai tambah kalau diproses, seperti diuraikan berikut ini.

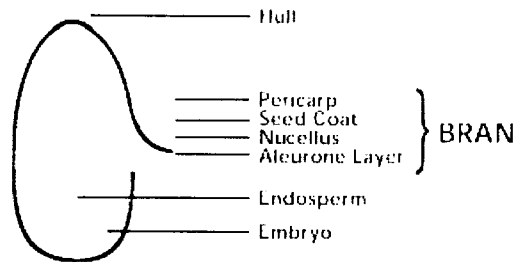


Gambar 3. Proses dan produk dalam agroindustri padi terpadu.

3.1 Gabah

Proses penggilingan padi pada kadar air sekitar 14% akan menghasilkan beras dengan rendemen berkisar 57–60%, sekam 18–20% dan dedak 8–10% (Rachmat dkk., 2004). Proses penggilingan gabah menjadi beras akan mengupas lapisan-lapisan penampang bulir gabah seperti terlihat dalam Gambar 4.

Beras adalah produk utama dari tanaman padi, sedangkan produk sampingnya berupa jerami menir, beras pecah, sekam, dan dedak. Menir dan beras pecah dapat dibuat tepung, sebagai bahan baku kue atau bahan makanan lainnya. Jerami untuk pakan dan kompos, sekam dapat dimanfaatkan untuk sumber energi panas, pupuk kompos, bahan bakar baik dalam bentuk curah maupun briket atau bahan baku industri lainnya. Sedangkan dedak sampai saat ini masih dimanfaatkan sebagai pakan ternak, dan belum banyak dimanfaatkan sebagai produk industri seperti *rice bran oil*. Minyak dedak padi dikenal di dunia kesehatan sebagai minyak yang dapat dimakan dan mengandung vitamin, antioksidan serta nutrisi yang diperlukan oleh tubuh manusia. Minyak dedak tidak hanya memiliki aroma dan penampilan yang baik, tetapi juga dapat menurunkan kandungan kolesterol di dalam tubuh manusia.



Keterangan: Dedak = *Bran*; Sekam = *Hull*

Gambar 4. Penampang bulir gabah dan bagiannya (Juliano, 1985).

Tabel 1. Komposisi Kimia Jerami

Komponen	Persentase
Bahan kering	90,26
Bahan organik	87,95
Protein kasar	3,55
Serat kasar	33,11
Lemak kasar	1,49
Abu	21,18
Bahan ekstrak tanpa nitrogen	40,67
Kalsium	0,37
Fosfor	0,76

3.2 Jerami

Ketersediaan jerami padi cukup melimpah di sentra-sentra produksi padi. Ekstensifikasi dan intensifikasi padi akan meningkatkan produksi padi dan jerami. Jumlah jerami padi dapat dihitung dari perbandingan antara bobot gabah dengan jerami rata-rata 0,6. Kalau produksi gabah nasional 54 juta ton pada tahun 2005 berarti terdapat 80 juta ton jerami pada tahun tersebut. Dari satu hektar lahan sawah dihasilkan 5–8 ton jerami, tergantung pada varietas yang ditanam dan kesuburan tanaman. Penimbunan jerami pada petakan sawah memerlukan areal 5–7% dari total luas petakan (Makarim *et al.*, 2007). Komposisi kimia jerami padi dapat dilihat dalam Tabel 1. Jerami padi merupakan media jamur merang, pakan, kompos, absorben, dan lainnya.

3.2.1 Media Jamur

Media tumbuh jamur umumnya adalah jerami padi. Selain jamur merang, jamur pangan lainnya menggunakan limbah pertanian sebagai media tumbuhnya

(Soepriaman, 1997). Periode pengomposan optimum jerami padi adalah 7 hari, dan ketebalan jerami padi optimum bagi pertumbuhan substrat *Volvariella* adalah 20 cm. Masalah serius budidaya jamur merang adalah kontaminasi oleh *Caprinus* sp., *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Monilia* sp. dan saprofit lainnya.

3.2.2 Kompos

Pembakaran jerami akan menghasilkan emisi karbon yang menyumbang terhadap terjadinya pemanasan global. Pembakaran jerami justru akan menghancurkan sebagian bahan organik, namun sebaliknya apabila diolah menjadi pupuk organik (kompos) akan memberi manfaat besar dalam meningkatkan kesuburan tanah.

Pembuatan kompos adalah dengan mengumpulkan jerami di tempat yang teduh dan menutupinya dengan plastik atau media lain. Biarkan selama sebulan dalam keadaan tertutup, dan jerami sudah menjadi kompos yang siap ditebarkan ke lahan sawah yang sudah dipanen. Satu hektar lahan pertanian padi, bisa menghasilkan 5–8 ton jerami.

Jerami sebaiknya dikomposkan segera setelah panen, sehingga kompos matang dalam waktu kira-kira satu bulan, dan dapat segera disebar di petak sawah bersamaan dengan pengolahan tanah. Jerami tidak perlu dicacah. Lokasi pengomposan adalah petak sawah yang akan ditaburi kompos atau di petak di mana jerami tersebut dipanen. Lokasi sebaiknya dipilih yang dekat dengan sumber air, karena pembuatan kompos membutuhkan banyak air. Jika petak sawah cukup luas, sebaiknya kompos dibuat di beberapa tempat yang terpisah.

Kompos yang telah cukup matang ditandai dengan adanya perubahan fisik jerami. Perubahan itu antara lain:

- Jerami berwarna cokelat kehitam-hitaman,
- Lunak dan mudah dihancurkan,
- Suhu tumpukan sudah mendekati suhu awal pengomposan,
- Tidak berbau menyengat, dan
- Volume menyusut hingga setengahnya.

3.2.3 Absorben

Pemanfaatan jerami yang lain adalah sebagai bahan penyerap (*absorbent*) logam berat timbal (Pb) dalam air. Kondisi optimum penyerapan Pb oleh jerami adalah pada pH larutan 5–6, waktu kontak 20 menit, ukuran jerami lolos ayakan 40 mesh dan perbandingan larutan umpan terhadap jerami 50 ml : 0,5 g. Dengan kondisi tersebut efisiensi penyerapan mencapai 95%.

3.3 Sekam

Suatu pemandangan yang lazim dilihat di sekitar penggilingan padi adalah gunung sekam yang makin lama makin tinggi, tidak dimanfaatkan (Gambar 5). Penelitian tentang manfaat sekam sudah dilaksanakan sejak lebih dari 15 tahun lalu. Namun hasil penelitian itu belum menarik perhatian. Meskipun mempunyai multifungsi yang kalau diolah akan menghasilkan banyak produk dan agroindustri akan menyerap banyak tenaga kerja.

3.3.1 Industri Bahan Bangunan

3.3.1.1 *Hard board*

Sekam dapat dibuat *hard board* atau *soft board*, di mana pada pembuatan *hard board* perekat yang digunakan adalah urea formaldehid atau fenol formaldehid sedangkan pada pembuatan *soft board* perekat yang digunakan adalah lateks. *Hard board* sekam mempunyai sifat tahan air, tahan api dan tahan rayap, sehingga dapat digunakan untuk bagian dalam atau bagian luar rumah.

3.3.1.2 Semen hidrolik

Pencampuran abu sekam dengan 20–30% kapur dapat menghasilkan semen hidrolik untuk pembuatan bata tahan asam. Semen *portland* hitam dapat dibuat dengan mencampurkan 10% abu sekam pada semen *portland*. Warna hitam dari arang sekam lebih tahan lama dibandingkan dengan warna hitam dari pigmen besi oksida atau *carbon black* yang dipergunakan.



Gambar 5. Limbah sekam yang menggunung mengganggu lingkungan.

3.3.1.3 Bahan *reinforcing* karet

Bahan *reinforcing* karet dapat dibuat dengan mencampurkan 50–100 bagian abu sekam dengan 100 bagian karet sintetik *styrene butadiene rubber* (SBR). Campuran ini dapat menghasilkan karet yang superior dibandingkan dengan karet yang mempergunakan kaolin atau *clay*. Sifat-sifat karet yang mempergunakan abu sekam sebagai bahan *reinforcing* menyamai sifat-sifat karet yang mempergunakan bahan *medium thermal black*.

3.3.2 Industri Deterjen

Salah satu upaya pemanfaatan abu sekam padi yang telah banyak dicoba adalah mereaksikannya dengan larutan NaOH untuk menghasilkan natrium silikat yang penggunaannya luas dalam industri, antara lain sebagai bahan *filler* dalam pembuatan sabun dan detergen, bahan *adhesive*, dan *silica gel*. Natrium silikat dari abu sekam padi telah dibuat oleh beberapa peneliti. Para peneliti tersebut menerapkan reaktor *batch* berpengaduk (*stirred tank reactor*, STR) sebagai sarana pengontakan fasa padat-cair. Permasalahan umum yang terpantau dari hasil penelitian-penelitian tersebut, antara lain: (1) Harga rasio SiO_2 terhadap Na_2O dalam produk sangat rendah (lebih kecil dari dua). Padahal, Na-silikat komersial menuntut rasio lebih besar atau sekitar tiga, (2) Waktu konversi yang lama dan konsentrasi larutan NaOH reaktan relatif sangat tinggi. Aplikasi tahap awal reaktor *spouted-bed* (diameter kolom 5 cm) untuk reaksi padat-cair menunjukkan hasil yang cukup menggembirakan, seperti perolehan silikat yang relatif tinggi sekitar 62% untuk konsentrasi NaOH 0,8 M.

3.3.3 Industri Silika

Nilai paling umum kandungan silika (SiO_2) dari abu sekam adalah 94–96%. Silika yang terdapat dalam sekam ada dalam bentuk amorf terhidrat (Houston, 1972). Prospek pemanfaatan silika untuk memperpanjang masa simpan bahan cukup besar, terutama di daerah yang kelembaban udaranya cukup tinggi. Di samping itu prospeknya sebagai bahan campuran keramik juga cukup baik. Mengingat besarnya potensi ketersediaan limbah sekam padi dan besarnya prospek pemanfaatan serbuk silika, maka perlu produksi dan pemanfaatan silika pada skala industri. Di lingkungan komersial, silika ini banyak ditemui baik itu untuk industri makanan, kosmetik, pasta gigi, karet, dan bahan lain. Selama ini industri dalam negeri masih banyak mengimpor silika yang berasal dari Eropa, Jepang, AS, dan negara lain. Di dunia, produksi silika saat ini masih didominasi oleh produk luar negeri karena dianggap hanya berasal dari bahan baku batuan. Di Indonesia bahan ini tidak ada. Tetapi dengan menggunakan

bahan baku sekam ini jauh lebih menguntungkan. Sekam secara otomatis bisa selalu diproduksi setiap panen dan tidak akan pernah habis sepanjang tahun.

Sekam padi setelah dipurifikasi memiliki kandungan silika hingga 95%. Penggunaan silika umumnya sebagai *filler* (pengisi) dalam industri makanan, kertas, cat, kosmetik, pasta gigi, karet, dan lain-lain. Selama ini industri dalam negeri masih mengimpor bahan silika dari Eropa, Jepang, Amerika Serikat, dan negara lain dengan nilai investasi cukup tinggi. Faktor ramah lingkungan dan terbarukan membuat limbah sekam padi sangat memenuhi syarat untuk pembuatan silika. Pada tahun 2004, sebanyak 36% produksi komersial silika dunia dihasilkan negara-negara Eropa, diikuti Amerika Utara (26%), China (25%), dan Jepang (13%).

Indonesia potensial untuk menjadi salah satu negara produsen silika, minimal untuk memenuhi kebutuhan industri dalam negeri. Untuk menghasilkan silika, sekam padi diolah dengan cara direaksikan dengan bahan-bahan kimia, seperti larutan natrium silikat dan bahan-bahan lain. Juga, direaksikan dengan asam yang akhirnya akan menghasilkan silika gel. Begitu menjadi silika gel, bahan ini dikeringkan dengan cara disentrifugal dan silika siap digunakan. Prosesnya lebih ekonomis karena memanfaatkan sampah suhu pembakaran tidak setinggi seperti cara komersial yang sudah biasa digunakan dalam memproduksi silika selama ini, yaitu 2.000° C atau menggunakan rute kimia yang mahal. Namun dengan limbah ini, prosesnya 500% lebih hemat. Dari sisi bahan pokok lebih murah, pemanasan suhunya tidak tinggi, teknisi yang dibutuhkan juga tidak banyak. Harga jual silika mencapai USD10 per kg. Selain itu, jika berhasil diubah, itu bisa menjadi sel surya yang harganya mencapai puluhan juta rupiah per buah.

Silika ini bisa diperoleh dari bahan bekas pembakaran industri tebu, batubara, sekam padi, batuan, dan lainnya. Di luar negeri silika ini diperoleh dengan cara mengekstraknya dari batuan. Prosesnya jauh lebih panjang dan mahal dibandingkan dengan mengolah bahan bekas pembakaran atau sekam. Kandungan silika dalam sekam padi mencapai 95%. Kandungan ini jauh lebih tinggi dibanding pada abu terbang yang hanya 90%. Proses pembuatan silika adalah dengan mengumpulkan sekam atau abu terbang, direaksikan dengan larutan yang mengandung sodium silikat kemudian ditambah asam. Hasil reaksi ini berupa larutan yang selanjutnya disentrifuse untuk menghasilkan silika.

3.3.4 Industri Mineral

Absorben dari sekam merupakan bahan absortif terhadap gas dan cairan, maka penggunaan untuk industri cukup luas, seperti industri pemurnian air, minyak dan lemak, pengeringan udara, dsb. Magnesium silikat sintetis (MSS) sudah banyak digunakan untuk pemurnian minyak biodiesel. Untuk industri

mineral dari abu sekam dibuat dengan cara ekstraksi alkali yang menghasilkan larutan natrium silikat, dan campurannya dengan garam menghasilkan absorben.

Magnesium silikat sintetis ($\text{MgO} \cdot n\text{SiO}_2$, xII, sub.20) dihasilkan dengan proses ekstraksi silika kristal dari abu sekam pada suhu sekitar 1.400°C (Kamath dan Proctor, 1998). Abu sekam mengandung 60% silika. Senyawa silikon yang mengandung silikon karbit, silikon nitrit, silikon tetrakhlorida, zeolite, silikon.

3.4 Dedak

Indonesia mempunyai potensi produksi dedak padi yang sangat besar dan sangat mungkin untuk dikembangkan pemanfaatannya melalui inovasi teknologi untuk membuat pangan, dan minyak dedak. Ditinjau dari komposisi kimianya (Tabel 2) dedak dan bekatul sangat prospektif dan kaya gizi.

Protein dedak merupakan bahan yang bernilai gizi tinggi. Nilai *Protein Efficiency Ratio* (PER) dedak berkisar antara 1,0–1,6 (Saunders, 1986). Sebagai perbandingan nilai PER kasein sebesar 2,5. Sedangkan PER untuk protein konsentrat yang diekstrak dari dedak dengan larutan alkali adalah 2,0–2,5. Daya cerna protein dedak mencapai 73%, sedangkan pada konsentrat protein dedak ternyata lebih dari 90%.

Kandungan protein dalam dedak tidak dapat diprediksi dengan menghasilkan kandungan nitrogen dengan faktor konversi 5,95 atau 6,25. Hal ini disebabkan sekitar 16% kandungan nitrogen dedak dalam bentuk senyawa-senyawa nonprotein seperti senyawa nucleotida, amina, asam nikotinat, dan lain-lainnya. Komposisi asam amino esensial sedikit lebih baik dibandingkan dengan beras giling. Dedak mengandung lisin lebih tinggi. Hal ini terutama karena kandungan albumin dan globulin yang lebih kaya lisin banyak terdapat dalam bagian dedak (Damardjati dkk., 1986).

Dedak biasanya mengandung 16–22% lemak (minyak) (Saunders, 1990). Potensi ini pernah dimanfaatkan oleh industri pengolah “Ribrano” sekitar tahun

Tabel 2. Komposisi Kimia Dedak

Komponen	Persentase
Protein (N x 5,95)	11,3–14,9
Lemak	15,0–19,7
Serat kasar	7,0–11,4
Abu	6,6–9,9
Pati	13,8
Serat pangan	23,7–28,6
Pentosan	7,0
Selulosa	5,9
Gula bebas	5,5
Lignin	2,8

1960–1970 di Karawang untuk mendapatkan minyak dedak. Karena pasokan dan penanganan bahan baku dedak yang kurang tepat, maka industri tersebut tidak berkembang. Ada tiga unsur asam lemak utama yang menyusun lemak dedak padi, yaitu asam-asam palmitat, oleat, dan linolinat. Ketiganya mengisi lebih dari 90% komposisi lemak dedak. Sisanya, sekitar 3–4% adalah lilin (*waxes*) dan 4% lipida yang tidak dapat disabunkan (*unsaponifiable lipids*). Komponen yang terakhir ini terdapat pada dedak padi lebih banyak dibanding pada minyak nabati lainnya. Minyak dedak murni maupun campurannya dengan minyak lain merupakan minyak goreng komersial yang paling banyak digunakan di Jepang (Saunders, 1990).

Dedak padi mengandung beragam mineral (Tabel 3). Hal ini karena keragaman varietas, derajat sosoh, dan lingkungan pertumbuhan (Munarso, 1995). Karbohidrat utama yang terdapat dalam dedak adalah selulosa, hemiselulosa (atau pentosan), dan pati. Kadar pati (10–20%) tergantung pada

Tabel 3. Komposisi Mineral dalam Dedak Padi
(Saunders, 1990)

Mineral	Kandungan (ppm)
Aluminium (Al)	53–369
Kalsium (Ca)	140–1.310
Klor (Cl)	510–970
Besi (Fe)	190–530
Magnesium (Mg)	8.650–12.300
Mangan (Mn)	110–877
Fosfor (P)	14.800–28.700
Kalium (K)	13.650–23.900
Silikon (Si)	1.700–16.300
Natrium (Na)	0–290
Seng (Zn)	80

Tabel 4. Komposisi Mineral Dedak

Komponen	Persentase
Retinol	0–3,6
Thiamine (B1)	12–24
Riboflavin (B2)	1,8–4,3
Niacin (asam nikotinat)	267–499
Piridoksin (B6)	9–28
Asam pantotenat	20–61
Biotin	0,2–0,5
Inositol. total	4.000–8.000
Kholin, total	920–1460
Asam amino benzoat	0,65
Asam folat	0,4–1,4
Sianocobalamin (B12)	0–0,004
a-Tokoperol (E)	26–130

tingkat penyosohan. Semakin tinggi tingkat penyosohan semakin tinggi pula kadar pati dalam dedak. Hal ini disebabkan pati sebenarnya berasal dari lapisan endosperm. Sedangkan besarnya kadar amilosa dan amilopektin pada pati dedak tersebut tergantung pada varietas padinya (Munarso, 1995).

Selulosa, hemiselulosa, dan beta-glukan serta polisakarida lain kecuali pati merupakan bagian dari serat makanan. Selulosa dan hemiselulosa mengisi 8,7–11,4% dan 9,6–12,8% proporsi dedak (Saunders, 1986), sedangkan kandungan beta-glukan kurang dari 1% (Kahlon *et al.*, 1989).

Tabel 4 menunjukkan komposisi vitamin dalam dedak. Dedak padi sedikitnya mengandung 78% dari kadar tiamin total, 47% kadar riboflavin, dan 67% dari niasin total dalam biji beras. Dedak juga mengandung zat antigizi dan bahan toksik yang dapat menghambat pertumbuhan dan atau menurunkan efisiensi makanan. Fitin, hemaglutinin, dan antitripsin merupakan contoh-contoh zat antigizi tersebut. Fitin dalam dedak padi lebih tinggi daripada dedak terigu, jagung maupun kedelai.

Dalam dedak padi, fitin terkonsentrasi di lapisan aleuron dengan kadar 2,2–2,6% dalam bentuk garam fitin-fosfor (Juliano, 1985). Dedak juga mengandung rasio kalsium-fosfor yang rendah dan Zn-fitat yang tinggi. Zat antigizi pada biji padi sebenarnya terkonsentrasi di lembaga (85–95%) dan di dalam dedak (5–10%), sedangkan pada beras giling tidak ada aktivitas antitripsin (Barber dan Barber, 1980). Sebab itu, penyosohan dapat memisahkan lembaga dari bijinya, sehingga kadar antitripsin hampir semua terdapat pada dedak. Antitripsin dalam dedak padi berupa protein albumin (larut dalam air) dan tidak menghambat aktivitas khimotripsin, pepsin maupun papain. Rasio pengikatan antitripsin ini adalah satu molekul menghambat dua molekul tripsin.

3.4.1 Bahan Pangan

Dedak terdiri atas lapisan-lapisan yang tersosoh dari beras pecah kulit, yaitu perikarp, *seed coat*, nusellus, aleuron, lembaga, dan sebagian endosperm. Lapisan-lapisan ini mempunyai nilai gizi yang tinggi, sehingga dapat digunakan sebagai bahan makanan dan pakan ternak/ikan. Selain itu dedak dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku asam fitat yang berguna untuk pengobatan keracunan logam berat, pelapis gigi atau bahan pembuatan salep.

3.4.2 Dedak Awet

Adanya zat antigizi dan enzim-enzim lipase dan lipoksigenase serta mikroba dapat membuat dedak cepat tengik, sehingga daya simpannya berkurang. Untuk mengatasinya dedak perlu distabilisasikan dulu untuk menonaktifkan enzim-enzim yang merugikan tersebut (Munarso, 1995; Chen dan Bergman, 2003).

Stabilisasi ialah perlakuan panas terhadap dedak agar enzim-enzim, mikroba dan zat antigizi menjadi inaktif, sehingga mutu dedak menjadi lebih baik (Roy dan Lundy, 2005). Stabilisasi mempergunakan ekstruder, diikuti dengan pengeringan memakai alat pengering gas menghasilkan dedak yang telah distabilisasikan dan disebut dedak awet (Rachmat dan Suismono, 2007).

Kadar air dedak meningkat selama dalam penyimpanan, yaitu dari 7,37% menjadi 11,34% selama lima bulan disimpan. Dedak yang diekstrusi mempunyai kadar protein yang lebih tinggi dibandingkan dengan dedak oven maupun dedak segar. Dedak yang dikemas vakum mempunyai kadar protein yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang dikemas nonvakum. Selama disimpan kadar protein dedak berkisar antara 9,10–10,52%.

Dedak yang diawetkan dengan cara ekstrusi mempunyai kadar lemak rata-rata lebih tinggi daripada yang segar maupun yang dioven, terlebih apabila dalam penyimpanannya dikemas vakum. Kadar lemak maksimum dicapai pada dedak yang diekstrusi dan disimpan selama tiga bulan menggunakan kemasan vakum (15,93%).

3.4.3 Minyak Dedak

Minyak dedak yang bermutu tinggi diproduksi sesuai dengan kaidah *Good Manufacturing Practices* (GMP) dan HACCP (*Hazard Analysis and Critical Control Point*) dengan menggunakan bahan mentah dedak bermutu terbaik. Peralatan untuk mengekstraksi dan memurnikan minyak dedak diperiksa secara kontinyu untuk melihat mutu dan konsistensinya. Atribut untuk menetapkan minyak dedak adalah *specific gravity*, bilangan iod, bilangan penyabunan, asam lemak bebas, warna, kejernihan, dan bau (Tabel 5).

Minyak dedak diekstrak dengan menggunakan pelarut yang mudah menguap, seperti heksan atau etanol. Hasil ekstraksi dipisahkan dari pelarut melalui proses penguapan dengan menggunakan rotavapor. Proses selanjutnya adalah pemurnian minyak untuk menghilangkan senyawa-senyawa lilin (*dewaxing*), fosfatida (*degumming*), asam lemak bebas (*saponification*), pewarna (*bleaching*), dan bau (*deodorization*). Jika diinginkan minyak yang dapat

Tabel 5. Mutu Minyak Dedak

Pengujian	Metodologi	Penilaian Mutu
<i>Specific gravity @ 25° C</i>	USP	0,916–0,921
Bilangan iod	USP	99–108
Bilangan penyabunan	USP	181–189
Asam Lemak Bebas	USP	<2,0 ml of 0,02 N NaOH
<i>Color gardner</i>	-	AOCS Td 1a-64
<i>Appearance</i>	-	<i>Pale yellow, bright & clear oily liquid</i>
<i>Odor</i>	-	<i>Bland, odorless</i>

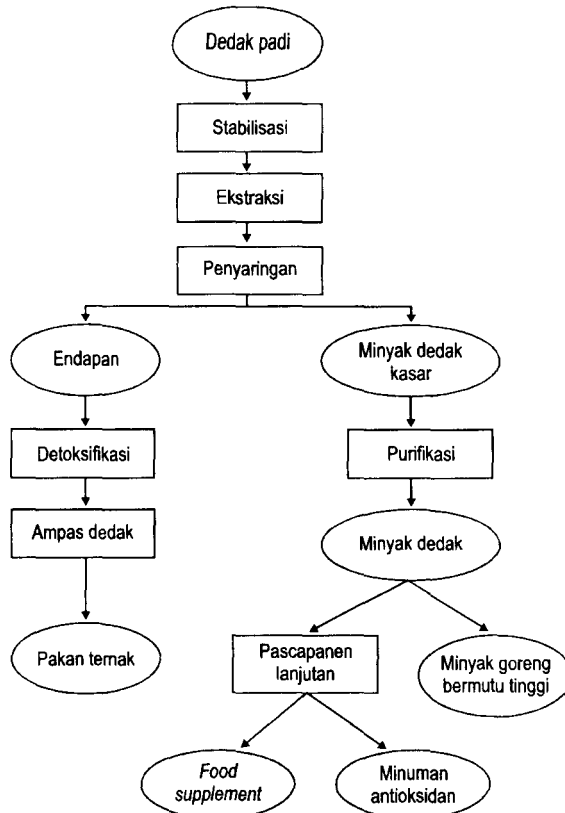
disimpan pada temperatur rendah, maka pemurnian dilengkapi dengan proses *winterization* (Anonim, 2006; Putrawan, 2004).

Masalah yang dihadapi pada pemurnian minyak dedak adalah tingginya kadar asam lemak bebas sebagai akibat hidrolisis lemak oleh enzim pemecah lemak (lipase). Enzim ini tidak aktif ketika berada dalam gabah, namun enzim menjadi aktif setelah bersentuhan dengan udara akibat proses penggilingan. Di samping meningkatkan kadar asam lemak bebas, hidrolisis lemak mengakibatkan penurunan rendemen minyak dan bau tengik (Rukmini dan Raghuram, 1991). Kehilangan rendemen minyak akibat enzim lipase dalam dedak dapat mencapai 4%/hari dan kadar asam lemak bebas dapat meningkat menjadi 10% dalam waktu beberapa jam saja.

Semakin tinggi kadar lemak bebas, pemurnian minyak dedak, seperti dilihat dalam Gambar 6, menjadi semakin sulit dan ekstraksi minyak dedak menjadi semakin kurang ekonomis. Untuk mengatasi masalah tersebut, pendekatan yang dapat ditempuh adalah meliputi ekstraksi dedak segar, penyimpanan pada temperatur rendah, penyimpanan dalam udara dengan kelembaban terkendali, atau stabilisasi dedak. Pemberian perlakuan stabilisasi dedak sebelum proses ekstraksi merupakan cara yang paling umum ditempuh. Dedak distabilkan dengan menggunakan bahan kimia (stabilisasi kimia) atau panas (stabilisasi panas) (Lakkakula *et al.*, 2004).

Ada berbagai bahan yang sudah dikaji untuk stabilisasi kimia, antara lain asam asetat, asam klorida, etanol, amoniak, dan belerang dioksida. Kinerja stabilisasi kimia sampai saat ini masih kurang memuaskan. Untuk produksi minyak dedak skala komersial, stabilisasi umumnya dengan pemanasan. Stabilisasi panas didasari kenyataan, enzim lipase di dalam dedak inaktif pada temperatur 100–120°C dalam waktu beberapa menit. Pemanasan dapat ditempuh dengan injeksi uap panas, kontak dengan udara panas, pemanggangan atau proses ekstraksi (Danielski *et al.*, 2005).

Indonesia mempunyai potensi dedak padi yang sangat besar dan sangat mungkin mengembangkan teknologi produksi minyak dedak. Terdapat sekitar 4,4 juta ton dedak/tahun yang berarti memiliki potensi minyak dedak sebesar 440.000 t/tahun jika rendemennya 10%. Jika diasumsikan minyak dedak Indonesia dijual dengan harga sangat rendah, yaitu US\$ 2/kg, maka akan diperoleh potensi pendapatan sebesar 880 juta dolar Amerika. Minyak dedak mempunyai nilai nutrisi dan nilai komersial yang tinggi, dengan demikian diharapkan pengembangan teknologi produksi minyak dedak di Indonesia harus terus ditingkatkan, supaya tidak tertinggal dibandingkan dengan negara-negara lain yang sebetulnya potensi dedaknya sangat rendah.



Gambar 6. Diagram alir pengolahan minyak dedak padi.

Hasil penelitian terbaru menunjukkan bahwa kue dengan menggunakan ekstrak methanolik dari dedak (500, 1.000, dan 2.000 ppm) setelah satu tahun disimpan dengan suhu kamar mengandung *unsaturated fatty acids* (USFA) and *saturated fatty acid*. Penggunaan *additive* sintetis untuk pengawet makanan menurun di industri pangan seperti butylhydroxyanisole (BHA) and BHT, dan penggunaan ekstrak tanaman meningkat seperti tocopherols (vitamin E), dan ascorbates (vitamin C).

Ekstrak minyak dedak padi tidak hanya menambah profil antioksidan dari makanan tetapi juga berkontribusi terhadap stabilisasi komponen masa simpan dengan nutrisi yang terjaga baik bila dibandingkan dengan antioksidan yang lain. Di Amerika Serikat terdapat pangan dengan *health oriented cookies* yang terus berkembang di antara tahun 2002 dan 2007. Konsumen cenderung mencari atau mengonsumsi pangan *natural*, *organic*, dan *ingredients*.

4. PEMANFAATAN LIMBAH PADI SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF

Dewasa ini minyak tanah tak lagi murah dan tak mudah didapat. Seringkali terjadi antrian panjang untuk mendapatkannya dengan harga mahal dan dijatah. Keadaan ini menggambarkan situasi krisis energi. Kemudahan dan melimpahnya minyak tanah serta subsidi terus menerus yang diberikan pemerintah telah menguras devisa. Sekarang, penggunaan bahan bakar minyak dengan harga tinggi mengakibatkan biaya konsumsi energi rumah tangga menjadi sangat tinggi, terutama dirasakan oleh jutaan rumah tangga di pedesaan. Penggunaan kayu dan turunannya sebagai bahan bakar secara perlahan akan mengancam kelestarian hutan, sedangkan batu bara yang penggunaannya cocok untuk sistem pembakaran siklus tertutup pada boiler dan mesin uap serta sejenisnya sangat mengganggu kesehatan terutama yang berhubungan dengan sistem pernafasan, bila digunakan sebagai bahan bakar tungku skala rumah tangga.

Di sisi lain, kita memiliki kekayaan lain yang bersifat terbarukan, yaitu limbah padi berupa jerami dan sekam. Produksi jerami dan pakan pada tahun 2007 diperkirakan sebagai berikut:

- Hasil gabah tahun 2007 adalah 57,16 juta ton. Kalau nisbah gabah/jerami 0,8–1,0, maka produksi jerami diperkirakan 57,16–71,45 juta ton.
- Berat sekam berkisar 20–23% dari berat gabah. Maka produksi sekam pada tahun 2007 diperkirakan sebanyak 11,4–13,14 juta ton.

Produksi jerami dan sekam yang besar itu sangat potensial sebagai sumber energi alternatif. Bentuk energi alternatif itu seperti diuraikan dalam bahasan berikut.

4.1 Jerami Penghasil Etanol

Etanol adalah bahan bakar pengganti bensin atau gas. Hingga saat ini, khususnya di negara maju, biaya produksi etanol masih mahal. Etanol sudah diproduksi di Kanada dalam skala terbatas, namun harganya lebih mahal dari harga bensin.

Melalui riset lanjutan proses enzimasi jerami menghasilkan etanol. Produksi etanol melalui penambahan enzim ini menghasilkan produk sampingan bernama lignin, campuran polimer yang ditemukan secara alami pada kayu yang membentuk serat bersama. Lignin yang dihasilkan dari limbah ini sekaligus dapat menjadi bahan bakar, seperti halnya batu bara untuk membangkitkan mesin pembuat etanol. Pembuatan etanol berbahan baku jerami, dapat memotong pasokan BBM secara signifikan. Limbah tersebut, sekaligus berperan sebagai bahan bakar mesin, namun masih sulit untuk dipasarkan dalam skala luas.

Etanol dapat diproduksi antara lain dengan metode pirolisis, gasifikasi, dan pencairan (*liquefaction*). Metode pencairan secara termokimia dalam *tube furnace* sampai suhu 280° C dan tekanan 6,42 Mpa. Produk cair dipisahkan dari padatnya, lalu diekstraksi dengan larutan n-heksana. Kemudian didestilasi untuk mendapatkan etanol. Dekomposisi jerami dalam air panas bertekanan dengan katalis natrium karbonat mampu menghasilkan produk berupa etanol, arang, dan gas-gas yang berupa senyawa hidrokarbon golongan alkana dan asam karboksilat dengan rantai karbon C-19 ke bawah. Produk terbanyak adalah senyawa n-oktadekana sebanyak 61,6% dengan rendemen maksimum 29,8%.

Jerami yang diproses melalui ekstraksi dan proses gasifikasi "sistem tertutup" menghasilkan etanol, telah dikembangkan di Amerika Serikat karena memiliki keunggulan yaitu proses ini tanpa emisi atau limbah pada air. Di Amerika Serikat terdapat 61 pabrik etanol dengan produksi 2,3 miliar galon etanol per tahun. Negara bagian California merupakan pasar terbesar etanol. Bahan bakar bensin lebih banyak dicampur dengan etanol daripada dengan MTBE, karena terkait dengan peraturan polusi dan oksigenasi udara. Di California saja setiap tahun dikonsumsi 760 juta galon. Saat ini terdapat beberapa pabrik etanol besar di negara bagian California Selatan, yaitu *cheese plant* dan *beverage plant*.

4.2 Sekam Bahan Bakar Alternatif

Potensi produksi dari sekam yang besar, sangat memungkinkan untuk memasyarakatkan penggunaannya sebagai bahan bakar untuk rumah tangga, warung, dan sebagai pengganti energi kayu atau minyak tanah.

Jika ditilik nilai energinya, sekam memang lebih rendah dibanding briket batubara muda yang mengandung energi 5.500 Kkal tiap kilogram, minyak tanah mengandung 8.900 Kkal per satu liter, dan energi yang dikandung satu kilogram elpiji adalah 11.900 Kkal, sedangkan panas pembakaran sekam dapat mencapai 3.300 Kkal.

Perbandingan harga saat ini, menunjukkan bahwa biaya konsumsi elpiji Rp5.000 per kg; minyak tanah adalah Rp2.500 per liter dan briket batubara Rp2.000 per kg. Sedangkan sekam yang melimpah relatif tidak memiliki nilai jual/ekonomi atau sekitar Rp400 tiap karung setara 20 kg sekam, sehingga penggunaan sekam sangat prospektif sebagai sumber energi panas, karena memberi nilai ekonomis dan membantu menekan terjadinya gangguan lingkungan terutama di sekitar penggilingan padi.

Beberapa hasil penelitian yang meliputi sekam sebagai bahan bakar kompor, sekam untuk pengeringan gabah dan briket arang sekam memiliki prospek sebagai sumber energi alternatif.

4.2.1 Sekam Segar untuk Memasak

Pemanfaatan sekam sebagai sumber energi dapat meringankan masyarakat dari semakin mahal dan langkanya minyak tanah, di samping sebagai pengganti energi kayu yang dapat mengakibatkan kerusakan hutan.

Tahun 1989, Instalasi Penelitian Karawang menghasilkan cara pemanfaatan sekam untuk bahan bakar kompor rumah tangga. Namun, saat itu hasil penelitian tersebut belum dilirik orang, karena minyak tanah berlimpah dengan harga yang masih murah. Ketika harga minyak tanah makin melambung, bahan bakar alternatif banyak diupayakan, termasuk memanfaatkan sekam. Untuk dapat menggunakan sekam dengan mudah, diperlukan kompor sederhana tanpa sumbu, yang kemudian diberi nama KOMSEKAR. Hasil pengujiannya menunjukkan bahwa sekam dengan kompor sederhana tersebut mampu untuk memanaskan air, memasak, menggoreng, dan menanak nasi dengan nyala api biru sedikit kemerahan, dan sedikit berasap. Saat ini, kemampuan KOMSEKAR telah diperbaiki. Evaluasi secara sederhana untuk mendidihkan enam liter air dibandingkan dengan kompor minyak tanah dan kompor gas elpiji dapat dilihat pada Tabel 6. Hasilnya menunjukkan bahwa kompor sekam cukup prospektif sebagai pengganti minyak tanah untuk digunakan pada skala rumah tangga petani/pedesaan atau warung makan, karena sekam tersedia melimpah dan penggunaannya mudah dengan menggunakan kompor sederhana.

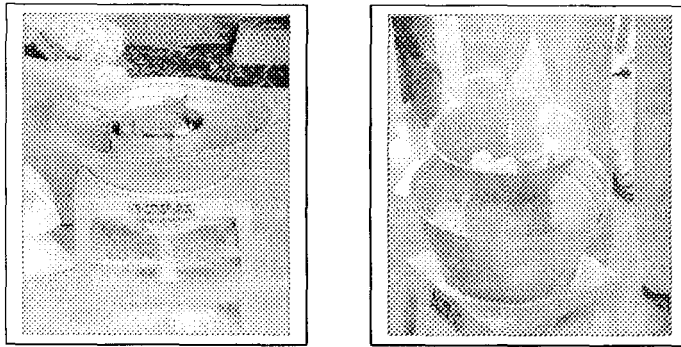
Kompor sekam telah didemonstrasikan kepada petani, penyuluh, dan aparat pemerintah daerah di beberapa daerah seperti Desa Tempuran dan Telagasari, Kabupaten Karawang, dan Kecamatan Pakenjeng di Kabupaten Garut, Jawa Barat dan mendapat perhatian dengan keinginan untuk dapat mengadopsinya. Sebelumnya lima buah kompor telah diuji coba terlebih dulu oleh kelompok tani di Karawang. Jika minat masyarakat semakin tinggi akan dibuat kerjasama pemanfaatan sekam, baik untuk rumah tangga atau pada skala yang lebih besar.

Panas pembakaran sekam dapat mencapai 3.300 Kkal (Roitten, 1981) dan *bulk density* 0,100 g/ml serta konduktivitas panas 0,068 Kkal. Hasil pengamatan di Laboratorium Karawang, BB Pascapanen seperti terlihat dalam Tabel 3 menunjukkan bahwa penggunaan kompor sekam (Gambar 7) cukup prospektif untuk digunakan pada skala rumah tangga petani/pedesaan, karena selain mudah mendapatkan sekamnya, juga harga kompornya relatif terjangkau.

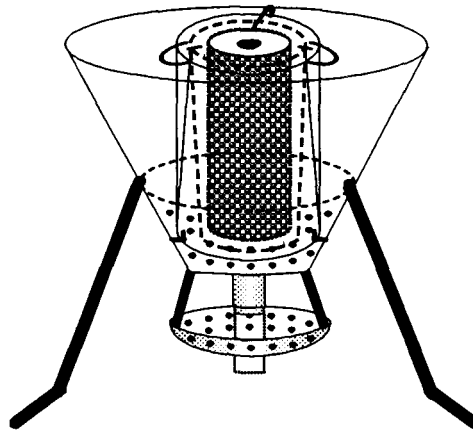
Tabel 6. Perbandingan Biaya Mendidihkan 6 Liter Air

Kompor	Waktu, menit	Bahan bakar	Biaya, Rp.
Gas (elpiji)	11	0,1 kg	500
Minyak Tanah	25	140 ml	350
Sekam	35	1 kg	2

* Gas: Rp5.000/kg; Minyak tanah: Rp2.500/liter; Sekam: Rp400/20 kg.



Gambar 7. Cara penggunaan sekam untuk memasak dengan kompor sederhana KOMSEKAR.



Gambar 8. Skematik kompor sekam.

Rancang bangun dan prototipe Kompor Sekam (KOMSEKAR) merupakan hasil penelitian Instalasi Penelitian Karawang yang mulai dikembangkan pada tahun 1990 (Rachmat dkk., 1991) dengan nama Tungku Sekam untuk Rumah Tangga (Gambar 8). Kompor sekam tersebut pernah disosialisasikan kepada para petani di daerah pengrajin makanan tradisional (*opak*) di Karawang dan bahkan telah dikirim satu unit ke IRRI, Los Banos. Namun kurang mendapat responss karena pada saat itu harga minyak tanah masih sangat terjangkau.

Pada kurun waktu berikutnya IRRI memperkenalkan kompor sekam yang diduga merupakan modifikasi dari kompor sekam tersebut, tetapi penggunaannya untuk pemanas pada pengering benih padi LCD (*Low Cost Dryer*). Peneliti Instalasi Karawang mengembangkan lebih lanjut rancang bangun kompor sekam tersebut seperti terlihat dalam Gambar 8. Penampilan kompor sekam tersebut (Tabel 7) telah diuji untuk memanaskan air dengan nyala api biru sedikit merah dan tidak sampai kurang berasap.

Tabel 7. Hasil Uji Pembakaran Menggunakan Kompor Sekam

Bahan bakar	Berat (gram)	Jumlah air (liter)	Waktu didih (menit)	Suhu (°C)
Sekam segar	600	3	12–15	360
Briket perekat tapioka	600	3	51	360
Briket perekat lumpur	1.200	3	50	360

Sekam dalam keadaan segar dapat dimanfaatkan selain sebagai bahan bakar untuk skala rumah tangga, juga dipergunakan sebagai alat pengering (BBS) tipe “flat bed”. Pemanfaatan sekam sebagai bahan bakar dapat juga dalam bentuk arang sekam atau briket arang. Mesin pengering BBS ini terdiri atas tiga komponen, yaitu bak pengering, tungku sekam, dan *blower*. Gabah ditempatkan di dalam bak pengering secara curah dengan ketebalan maksimum 45 cm. Pengering BBS ini dengan 3 tungku pembakaran dan suhu pengeringan maksimum 60° C mampu mengeringkan gabah 5 ton dalam waktu 7–8 jam.

4.2.2 Sekam Segar untuk Pengeringan

Pemanfaatan sekam untuk sumber energi panas pada pengeringan gabah dengan Pengering Bahan Bakar Sekam (BBS) seperti terlihat pada Gambar 9. Pengering tipe bak dengan kapasitas enam ton gabah kering panen (GKP) telah dibangun di beberapa lokasi di antaranya di Laboratorium Karawang sebagai “*in house model*” agroindustri padi terpadu, di Gapoktan Pancasari, Kecamatan Comprang, Kabupaten Subang (Anonim, 2004), dan di penggilingan padi INTISARI di Kecamatan Rengasdengklok, Kabupaten Karawang. Pengering BBS mampu mengeringkan enam ton gabah kering panen (GKP) dari kadar air sekitar 22–30% hingga sekitar 14% dalam waktu 8–10 jam atau mampu menurunkan kadar air sekitar 0,96–1,2% per jamnya. Konsumsi sekam untuk alat pengering ini adalah 365 kg/6 t GKP dan suhu yang dapat dicapai secara stabil berkisar 45–55° C.

4.2.3 Sekam Segar untuk Pembangkit Listrik

Sekam dapat dimanfaatkan pula sebagai sumber energi pembangkit listrik tenaga diesel (PLTD). Selain hemat, penggunaan sekam juga mengurangi pencemaran udara. Potensi energi biomasa sekam sangat luar biasa. Setiap tahun terdapat 13 juta ton sekam yang selama ini kurang dimanfaatkan. Teknologi PLTD yang dikembangkan *Indonesia Power* sanggup mengubah enam kilogram sekam menjadi energi yang setara dengan satu liter solar.



Gambar 9. Alat pengering berbahan bakar sekam.



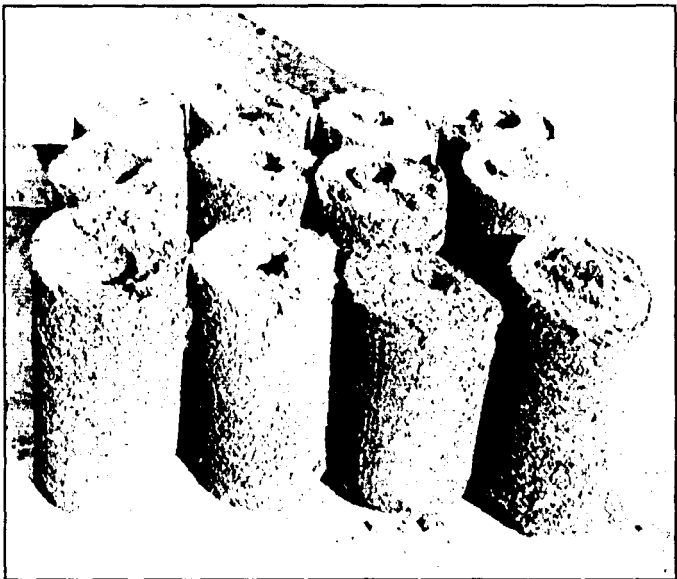
Gambar 10. Tungku pembuatan arang sekam.

Tabel 8. Mutu Arang Sekam dengan 3 Cara Pembuatan (Anonim, 2003)

Komponen	Cara pembakaran		
	Cerobong	Drum	Sangrai
Kadar air sekam (%)	9,57	9,70	9,65
Arang sekam (kg)	75,40	74,20	77,15
Kadar air arang sekam (%)	5,20	4,58	4,05
Abu sekam (kg)	1,20	2,17	0,00
Waktu pembuatan (jam)	2,00	3,25	4,40
Kapasitas alat (kg/j)	7,5	12,31	7,79

Tabel 9. Hasil Analisis Ekonomi Pembuatan Briket Sekam (Anonim, 2003)

Tolok ukur	Arang sekam	Briket
Harga (Rp/kg)	5	147,86
Kapasitas (kg/hari)	70	15
Upah tenaga kerja (Rp/proses)	10.000	20.000
Biaya pembuatan (Rp/kg)	142,86	1.333
Harga (belum termasuk keuntungan), (Rp/kg)	147,86	1.480,86



Gambar 11. Briket arang sekam.

4.3 Peningkatan Nilai Tambah Sekam

4.3.1 Arang Sekam

Arang sekam dapat dibuat dengan menggunakan cerobong kapasitas 15 kg/jam, yaitu dengan cara sekam segar kering diletakkan/dicurahkan di sekitar cerobong yang di dalamnya sudah diberi bara api. Api di dalam cerobong akan merambat membakar sekam di sekitarnya. Pembakaran terjadi tanpa menimbulkan api, sehingga akan terbentuk arang (Gambar 10) (Anonim, 2003; Setiawati dan Thahir, 1989). Cara ini membutuhkan waktu yang singkat (2 jam) untuk menghasilkan arang. Hasil pembakaran menghasilkan arang sekam dengan kadar sekam yang tidak terbakar 5% dengan kadar abu hanya 1% (Tabel 8).

4.3.2 Briket Arang Sekam

Briket arang sekam masih dicetak dengan cara manual menggunakan peralatan sederhana yang terbuat dari bambu dengan diameter 10 cm dan tinggi 7 m. Briket arang sekam yang terbentuk mempunyai ukuran diameter 10 cm dan tinggi 7 cm. Cara pembuatan briket arang sekam yaitu dengan cara mengencerkan 1 bagian tanah liat dengan 9 bagian air, kemudian dari larutan yang terbentuk diambil 1 bagian dan ditambahkan dengan 7 bagian arang sekam dan diaduk sampai rata sehingga menjadi adonan yang siap untuk dicetak seperti dalam Gambar 11.

Makin banyak persentase perekat pada pembuatan briket arang sekam akan menghasilkan briket dengan tekstur yang lebih kuat dan tahan pecah, tetapi biaya pembuatan lebih mahal. Dengan adonan 6% pati kanji akan dihasilkan briket arang sekam yang cukup kompak dengan daya bakar yang baik.

Keuntungan atau kelebihan bahan bakar briket arang sekam antara lain: cocok digunakan untuk rumah tangga dan warung, ramah lingkungan, biaya pembuatan arang Rp142/kg. Harga briket arang sekam Rp1.333/kg (Tabel 9). Briket arang sekam berbentuk rapi dan tidak menyita tempat dan tahan penyimpanan lebih lama, sehingga harganya pun lebih mahal dari harga arang sekam.

5. PENUTUP

Pemanfaatan limbah padi untuk industri dapat mempercepat peningkatan pendayagunaan limbah padi khususnya jerami, sekam, dan dedak secara komersial dengan dukungan teknologi yang sepadan dengan kebutuhan pasar. Keterkaitan bahan baku dengan aplikasi teknologi yang semakin berkembang memungkinkan produk limbah olah tersebut memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Eksplorasi teknologi pengolahan limbah padi yang efisien dan tepat terap

merupakan tantangan masa kini dan akan datang, terutama dalam mengeliminir persepsi limbah sebagai sumber polusi lingkungan, menjadi sumber bahan baku yang bernilai.

DAFTAR PUSTAKA

- ADB (Asian Development Bank). 2000. *Beyond the Green Revolution. A Study of Rural Asia, An Overview*. Philippines: ADB, 187 p.
- Anonim. 2006. Rice Bran Oil-The World's Healthiest Oil. University of Rochester Medical Center.
- Anonim. 2004. Pengembangan Kemitraan Teknologi Agroindustri Padi. Laporan Tahunan. Bogor: Balai Besar Litbang Pascapanen Pertanian.
- Anonim. 2003. Laporan Hasil Penelitian Agroindustri Padi. Laporan Tahunan. Bogor: Balai Besar Litbang Pascapanen Pertanian.
- Barber, S. and C.B. de Barber. 1980. "Rice Bran: Chemistry and Technology". In B.S. Luh (Ed.), *Rice Production and Utilization*. Westport. CT: AVI Publ. Co.
- Chen, M.H. dan C.J. Bergman. 2003. "A Rapid Procedure for Analysing Rice Bran Tocopherol, Tocotrienol and γ -oryzanol Contents". *Journal of Food Composition and Analysis*.
- Damardjati, D.S. dkk. 1986. "Prospek Pengembangan Bekatul Awet untuk Nutrifikasi Makanan". Dalam: Fardiaz, S. (Ed.), *Risalah Seminar Bahan Tambahan Kimiawi (Food Additives)*, Jakarta.tanggal 3–4 Oktober 1986. PATPI-PAU Pangan dan Gizi-IPB Bogor-Gapensi.
- Danielski, L. *et al.* 2005. "A Process Line for the Production of Refined Rice Oil from Rice Bran". *J. of Supercritical Fluids*, 34 (2005): 133–141.
- Fagi, A.M. 2008. "Menelisik Ketahanan Pangan Indonesia". Makalah disampaikan dalam Diskusi Panel Status Lingkungan Hidup Indonesia, Hotel Sahid, Jakarta, 28 November 2008.
- Houston, D.F. 1972. *Rice Chemistry and Technology*. Minnesota: The American Association of Cereal Chemist.
- Juliano, B.O. 1985. *Rice Chemistry and Technology*. Second Ed. The American Association of Cereal Chemist. Minnesota: Ins. St. Paul. 774 p.
- Kamath and Proctor. *Silica Gel from Rice Hull Ash: Preparation and Characterization* Pub. No. C-1998-0603-03R 1998. Minnesota: American Association of Cereal Chemists.
- Kahlon, T.S. *et al.* 1989. "Effect of Rice Bran and Oat Bran on Plasma Cholesterol in Hamster". *Cereal Foods World*, 34:768.
- Lakkakula, N. R. *et al.* 2004. "Rice Bran Stabilization and Rice Bran Oil Extraction using Ohmic Heating". *Bioresource Technology*, 92 (2004):157–161.

- Makarim, A.K. *et al.* 2007. *Jerami Padi: Pengelolaan dan Pemanfaatan*. Bogor: Puslitbangtan.
- Malik, A.A. 2008. "Menyulap Sekam menjadi Silika". (<http://isacrohan.blogspot.com/2008/03>).
- Munarso, S.J. 1995. "Karakteristik Dedak Padi sebagai Bahan Pangan". *Prosiding Konas Peragi/X/KPIG 1995*. Jakarta. Hal. 469–478.
- Putrawan, I.D.G.A. 2004. "Minyak Pangan dari Dedak". Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Rachmat, R. dan Suismono. 2007. *Model Agroindustri Padi dengan Penerapan Sistem Manajemen Mutu*. Bogor: Balai Besar Litbang Pascapanen.
- Rachmat, R. *et al.* 2004. "Perkembangan Penggilingan Padi Tipe Mobil di Jawa Timur". *Prosiding Seminar tentang Kebijakan Perberasan dan Inovasi Teknologi Padi*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Badan Litbang Deptan. Pp:879–887. Bogor.
- Rahmat, R. dkk. 1991. "Tungku Sekam untuk Rumah Tangga". *Buletin Mekanisasi Pertanian AGRIMEK*. 13 (1) : 30–34.
- Roitten, Van H.T.L. 1981. *Rice Milling in Grain Postharvest Technology*. Wageningen: Dept. of Agric-Engineering, Bogor Agricultural University and Dept. of Agricultural University.
- Roy, H. and S. Lundy. 2005. "Rice Bran and Cholesterol Oxidation". *Pennington Nutrition Series*, Number 8. Pennington Biomedical Research Center.
- Rukmini, C. dan T. C. Raghuram. 1991. "Nutritional and Biochemical Aspects of the Hypolipidemic Action of Rice Bran Oil". *Journal of the American College of Nutrition*, (10), Issue 6: 593–60.
- Saunders, R.M. 1990. The Properties of Rice Bran as a Foodstuff. *Cereal Foods World*. 35(7):632.
- Saunders, R.M. 1986. "Rice Bran: Compositon and Potential Food Uses". *Food Rev. Intern*, 1:465.
- Setiawati, J. dan R. Thahir. 1989. *Pembuatan dan Pemanfaatan Tungku Arang Sekam*. Laporan Hasil Penelitian. Sukamandi: Laboratorium Karawang. Balittan.
- Soepriaman, J. 1997. "Pemanfaatan Limbah Pertanian untuk Budidaya Jamur Merang". *Prosiding Simposium Pangan III. Kinerja Penelitian Tanaman Pangan. Buku 6*. Hal. 1916–1927.
- Sudibyo. 2000. "LIPI dan Perspektif Pengembangan Pertanian". Makalah Disampaikan dalam Pertemuan Jaringan Penelitian Pertanian Nasional, Cipanas. 26–27 September 2000.
- World Bank. 1988. "Diversification in Rural Asia". Agriculture and Rural Development Staff-Working Paper. World Bank, Oct 1988 (Executive Summary).