

Padi

Buku 3



Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan
Bogor

Padi

Buku 3

Penyunting :

**Edi Soenarjo
Djoko S. Damardjati
Mahyuddin Syam**

**Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan
Bogor
1991**

ISBN 979-8161-03-3 (No. jilid lengkap)
979-8161-15-7 (Jilid 3)

Daftar Isi

Prakata		v
Pengendalian Hama Terpadu	<i>I.N. Oka dan Bahagiawati A.H</i>	653
Status Hama Wereng pada Tanaman Padi dan Pengendaliannya	<i>Baehaki S.E dan Mohammad Imam</i>	681
Bionomi dan Pengendalian Hama Penggerek Padi	<i>J. Soejitno</i>	713
Walang Sangit dan Hama Minor Lain	<i>Hendarsih Suharto dan Sri Suharni Siwi</i>	737
Pengendalian Hama Tikus	<i>Rochman dan Dandi Sukarna</i>	751
Pengendalian Hama Ganjur	<i>Edi Soenarjo</i>	777
Hama Pascapanen dan Pengendaliannya	<i>Suyono dan Dandi Sukarna</i>	801
Penyakit Nematoda Padi dan Pengendaliannya	<i>M. Machmud dan M. Herman</i>	815
Pengendalian Penyakit Jamur	<i>A. Mukelar dan M.K. Kardin</i>	825
Penyakit Bakteri Padi dan Pengendaliannya	<i>M. Machmud</i>	845
Penyakit Virus dan Mikoplasma Padi	<i>Nasir Saleh dan D.M. Tantera</i>	855
Mutu Beras	<i>Djoko S. Damardjati dan Endang Y. Purwani</i>	875
Penanganan Pascapanen Padi	<i>Soemardi dan Ridwan Thahir</i>	915
Pemanfaatan Limbah Padi untuk Industri	<i>Budi Tangendjaja</i>	943
Pemanfaatan Limbah Padi untuk Pakan	<i>Budi Tangendjaja</i>	963

Index

1	Introduction
2	Chapter I
3	Chapter II
4	Chapter III
5	Chapter IV
6	Chapter V
7	Chapter VI
8	Chapter VII
9	Chapter VIII
10	Chapter IX
11	Chapter X
12	Chapter XI
13	Chapter XII
14	Chapter XIII
15	Chapter XIV
16	Chapter XV
17	Chapter XVI
18	Chapter XVII
19	Chapter XVIII
20	Chapter XIX
21	Chapter XX
22	Chapter XXI
23	Chapter XXII
24	Chapter XXIII
25	Chapter XXIV
26	Chapter XXV
27	Chapter XXVI
28	Chapter XXVII
29	Chapter XXVIII
30	Chapter XXIX
31	Chapter XXX
32	Chapter XXXI
33	Chapter XXXII
34	Chapter XXXIII
35	Chapter XXXIV
36	Chapter XXXV
37	Chapter XXXVI
38	Chapter XXXVII
39	Chapter XXXVIII
40	Chapter XXXIX
41	Chapter XL
42	Chapter XLI
43	Chapter XLII
44	Chapter XLIII
45	Chapter XLIV
46	Chapter XLV
47	Chapter XLVI
48	Chapter XLVII
49	Chapter XLVIII
50	Chapter XLIX
51	Chapter L
52	Chapter LI
53	Chapter LII
54	Chapter LIII
55	Chapter LIV
56	Chapter LV
57	Chapter LVI
58	Chapter LVII
59	Chapter LVIII
60	Chapter LIX
61	Chapter LX
62	Chapter LXI
63	Chapter LXII
64	Chapter LXIII
65	Chapter LXIV
66	Chapter LXV
67	Chapter LXVI
68	Chapter LXVII
69	Chapter LXVIII
70	Chapter LXIX
71	Chapter LXX
72	Chapter LXXI
73	Chapter LXXII
74	Chapter LXXIII
75	Chapter LXXIV
76	Chapter LXXV
77	Chapter LXXVI
78	Chapter LXXVII
79	Chapter LXXVIII
80	Chapter LXXIX
81	Chapter LXXX
82	Chapter LXXXI
83	Chapter LXXXII
84	Chapter LXXXIII
85	Chapter LXXXIV
86	Chapter LXXXV
87	Chapter LXXXVI
88	Chapter LXXXVII
89	Chapter LXXXVIII
90	Chapter LXXXIX
91	Chapter LXXXX
92	Chapter LXXXXI
93	Chapter LXXXXII
94	Chapter LXXXXIII
95	Chapter LXXXXIV
96	Chapter LXXXXV
97	Chapter LXXXXVI
98	Chapter LXXXXVII
99	Chapter LXXXXVIII
100	Chapter LXXXXIX
101	Chapter LXXXXX
102	Chapter LXXXXXI
103	Chapter LXXXXXII
104	Chapter LXXXXXIII
105	Chapter LXXXXXIV
106	Chapter LXXXXXV
107	Chapter LXXXXXVI
108	Chapter LXXXXXVII
109	Chapter LXXXXXVIII
110	Chapter LXXXXXIX
111	Chapter LXXXXXX
112	Chapter LXXXXXXI
113	Chapter LXXXXXXII
114	Chapter LXXXXXXIII
115	Chapter LXXXXXXIV
116	Chapter LXXXXXXV
117	Chapter LXXXXXXVI
118	Chapter LXXXXXXVII
119	Chapter LXXXXXXVIII
120	Chapter LXXXXXXIX
121	Chapter LXXXXXXX
122	Chapter LXXXXXXXI
123	Chapter LXXXXXXII
124	Chapter LXXXXXXIII
125	Chapter LXXXXXXIV
126	Chapter LXXXXXXV
127	Chapter LXXXXXXVI
128	Chapter LXXXXXXVII
129	Chapter LXXXXXXVIII
130	Chapter LXXXXXXIX
131	Chapter LXXXXXXX
132	Chapter LXXXXXXXI
133	Chapter LXXXXXXII
134	Chapter LXXXXXXIII
135	Chapter LXXXXXXIV
136	Chapter LXXXXXXV
137	Chapter LXXXXXXVI
138	Chapter LXXXXXXVII
139	Chapter LXXXXXXVIII
140	Chapter LXXXXXXIX
141	Chapter LXXXXXXX
142	Chapter LXXXXXXXI
143	Chapter LXXXXXXII
144	Chapter LXXXXXXIII
145	Chapter LXXXXXXIV
146	Chapter LXXXXXXV
147	Chapter LXXXXXXVI
148	Chapter LXXXXXXVII
149	Chapter LXXXXXXVIII
150	Chapter LXXXXXXIX
151	Chapter LXXXXXXX
152	Chapter LXXXXXXXI
153	Chapter LXXXXXXII
154	Chapter LXXXXXXIII
155	Chapter LXXXXXXIV
156	Chapter LXXXXXXV
157	Chapter LXXXXXXVI
158	Chapter LXXXXXXVII
159	Chapter LXXXXXXVIII
160	Chapter LXXXXXXIX
161	Chapter LXXXXXXX
162	Chapter LXXXXXXXI
163	Chapter LXXXXXXII
164	Chapter LXXXXXXIII
165	Chapter LXXXXXXIV
166	Chapter LXXXXXXV
167	Chapter LXXXXXXVI
168	Chapter LXXXXXXVII
169	Chapter LXXXXXXVIII
170	Chapter LXXXXXXIX
171	Chapter LXXXXXXX
172	Chapter LXXXXXXXI
173	Chapter LXXXXXXII
174	Chapter LXXXXXXIII
175	Chapter LXXXXXXIV
176	Chapter LXXXXXXV
177	Chapter LXXXXXXVI
178	Chapter LXXXXXXVII
179	Chapter LXXXXXXVIII
180	Chapter LXXXXXXIX
181	Chapter LXXXXXXX
182	Chapter LXXXXXXXI
183	Chapter LXXXXXXII
184	Chapter LXXXXXXIII
185	Chapter LXXXXXXIV
186	Chapter LXXXXXXV
187	Chapter LXXXXXXVI
188	Chapter LXXXXXXVII
189	Chapter LXXXXXXVIII
190	Chapter LXXXXXXIX
191	Chapter LXXXXXXX
192	Chapter LXXXXXXXI
193	Chapter LXXXXXXII
194	Chapter LXXXXXXIII
195	Chapter LXXXXXXIV
196	Chapter LXXXXXXV
197	Chapter LXXXXXXVI
198	Chapter LXXXXXXVII
199	Chapter LXXXXXXVIII
200	Chapter LXXXXXXIX

Prakata

Swasembada beras yang telah dicapai dan dipertahankan sejak tahun 1984 yang lalu tetap merupakan komoditas pertanian terpenting yang mendapat prioritas utama dalam pembangunan pertanian nasional.

Tantangan yang dihadapi dalam meningkatkan produksi beras nasional tampaknya semakin beragam dan kompleks, yang tidak hanya berkaitan dengan faktor iklim, hama, penyakit, dan keseimbangan hara. Faktor sosial-ekonomi seperti beralihnya fungsi lahan subur untuk industri, perumahan, jalan raya, dan komoditas lainnya yang bernilai ekonomi tinggi juga merupakan tantangan yang tidak kalah pentingnya. Padahal produksi beras diharapkan terus meningkat, minimal setara dengan peningkatan jumlah penduduk sebesar 2% per tahun.

Upaya untuk menerapkan teknologi yang sudah tersedia perlu terus didorong sejalan dengan upaya untuk menghasilkan teknologi baru, baik dalam aspek produksi maupun penanganan pascapanen serta hal-hal yang berkaitan dengan diversifikasi dan agro-industri.

Padi Buku 3 ini yang berisi informasi hasil penelitian tentang hama, penyakit, dan penanganan pascapanen melengkapi dua buku sebelumnya yang memuat berbagai aspek lain seperti morfologi padi, perbaikan varietas, pemupukan, pola usahatani, dan mekanisasi pertanian dalam usahatani padi.

Kami berharap agar buku ini dapat digunakan sebagai salah satu acuan dalam aspek yang berkaitan dengan padi dan kepada semua pihak yang telah membantu sampai diterbitkannya buku ini, kami ucapkan terima kasih.

Bogor, Oktober 1991

Kepala
Pusat Penelitian dan Pengembangan
Tanaman Pangan

Dr. Ibrahim Manwan

Pemanfaatan Limbah Padi untuk Industri

Budi Tangendjaja

Balai Penelitian Ternak

PENDAHULUAN

Pemanfaatan limbah padi di Indonesia sudah banyak dilakukan, terutama untuk bidang pertanian, seperti dedak padi untuk makanan ternak, sekam padi untuk alas kandang ayam (*litter*), dan jerami padi untuk makanan ternak ruminansia atau media penanaman jamur. Pemanfaatannya untuk bidang industri masih terbatas, padahal beberapa sifat yang ada dalam limbah tersebut, baik sifat fisik ataupun kimia, dapat dimanfaatkan lebih lanjut untuk bidang industri. Beberapa kendala yang umum dijumpai dalam memanfaatkan limbah padi adalah sifatnya yang kamba (*bulky*) dan tersebar di berbagai tempat. Hal ini mengakibatkan mahal biaya transportasi dan pengumpulan. Sebagai contoh, biaya pengumpulan jerami cukup mahal dibandingkan nilai yang ada pada jerami itu sendiri. Pemanfaatan minyak dalam dedak padi menghadapi kendala lamanya pengumpulan dari penggilingan padi yang berskala kecil dan tersebar di desa-desa. Lamanya pengumpulan ini mengakibatkan proses hidrolisis minyak sulit untuk dicegah dan dedak padi menjadi tidak layak lagi untuk diekstrak minyaknya sebagai minyak makan.

Meskipun masih dijumpai banyak kendala tetapi potensi pemanfaatan limbah padi masih sangat besar. Masih banyak penelitian yang harus dikerjakan agar dapat diciptakan teknologi yang mampu memberikan nilai tambah yang lebih besar.

DEDAK

Di Indonesia, dedak padi kebanyakan dipakai untuk makanan ternak atau komoditas ekspor. Sebenarnya dedak mempunyai potensi untuk diolah dalam berbagai industri seperti industri pupuk, "farmasi", makanan, dan minyak.

Pupuk

Di negara-negara penghasil padi, dedak banyak digunakan untuk pupuk dan sebagian dibakar sebagai energi (12). Sebagai pupuk, dedak tidak memberikan banyak manfaat karena kadar NPKnya rendah. Dedak yang telah disimpan lama seringkali menjadi tengik dan sebagian besar vitaminnya rusak, oleh karena itu tidak baik dipakai sebagai pakan ternak. Demikian pula dedak yang sudah ditumbuhi jamur, terutama di negara-negara tropis seperti

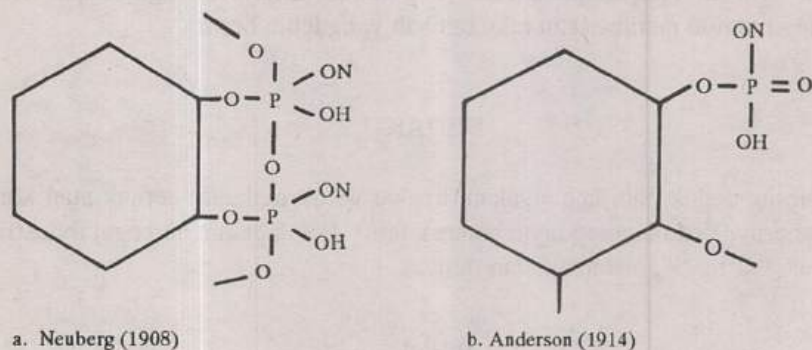
Indonesia, akan berbahaya apabila diberikan kepada ternak. Dedak yang demikian biasanya digunakan untuk pupuk atau dibakar sebagai sumber energi.

"Farmasi"

Dedak mempunyai kandungan vitamin B yang cukup tinggi. Sebelum ditemukan vitamin sintetis, vitamin B di dalam dedak diekstrak untuk penyediaan vitamin B konsentrat. Pada tahun 1965, Talwalkar *et al.* dari India mengajukan suatu proses ekstraksi untuk memperoleh vitamin B dan tokoferol, sterol, dan lesithin dari dedak (26). Akan tetapi proses pemisahan yang rumit telah membatasi industri semacam ini, dan secara ekonomis kurang menguntungkan.

Asam fitat dalam bentuk garamnya dengan kalsium, magnesium, dan kalium terdapat di dalam dedak. Hampir seluruh fosfor di dalam dedak terdapat dalam bentuk ion organik. Struktur asam fitat ditunjukkan pada Gambar 1. Fitat ini dinyatakan sebagai zat anti-gizi karena kemampuannya mengikat logam-logam valensi dua sehingga menurunkan ketersediaannya untuk ternak.

Akan tetapi, peneliti Jepang telah dapat memanfaatkan sifat-sifat asam fitat ini untuk pemurnian air, pencegahan terjadinya penghitaman pada makanan kaleng, sebagai anti-oksidan, dan bahkan digunakan untuk mencegah pengkaratan pada logam. Senyawa



Gambar 1. Struktur asam fitat.

fitat ini banyak diperoleh dari dedak padi dan sudah mulai dijual secara komersial dalam bentuk sirup berwarna coklat (16). Bahan ini diekstrak dengan menggunakan asam dan diendapkan dengan ferrik khlorida atau ammonia (7).

Makanan

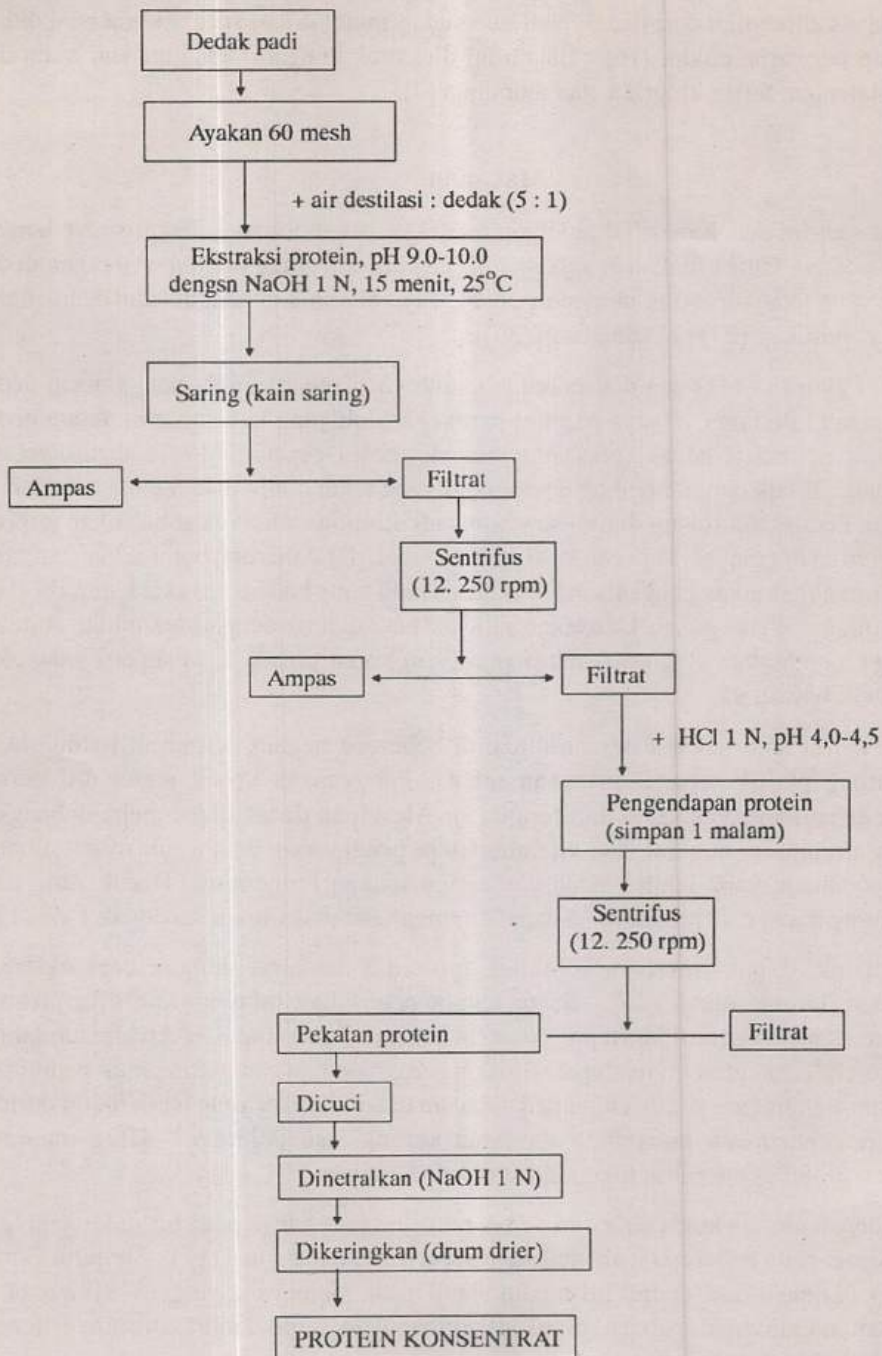
Sampai saat ini dedak masih digolongkan sebagai pakan ternak. Tetapi sudah banyak dilaporkan adanya bahan makanan seperti roti, biskuit, kue yang dicampur dengan dedak atau dedak yang telah diekstrak minyaknya (17). Juga dilaporkan penggunaan dedak untuk susu (6) atau *pudding* (27) bahkan kecap (30).

Menurut Houston (11) ada dua masalah utama yang menghambat penggunaan dedak dalam makanan. Pertama, adanya partikel-partikel sekam yang tercampur di dalam dedak yang bersifat abrasif. Kedua, kerusakan minyak secara cepat di dalam dedak selama penyimpanan. Tetapi dengan berbagai teknologi yang telah diciptakan, kedua masalah ini bisa diatasi. Pemisahan sekam diatasi sewaktu padi digiling, sehingga gabah akan terpisah secara sempurna dengan beras pecah kulit (*brown rice*). Di Amerika, pemisahan sempurna dari gabah memungkinkan penyediaan beras pecah kulit yang banyak disukai karena bernilai gizi lebih tinggi. Pencegahan kerusakan minyak bisa diatasi dengan teknologi pratanak (*parboiling*), pemasakan ekstrusi (*extrusion cooking*) atau proses X-M seperti yang akan diterangkan di bawah ini.

Dedak murni atau bekatul pernah dijual di beberapa negara, termasuk Indonesia, di dalam kantung plastik sebagai makanan sehat. Penggunaan dedak untuk roti pernah dilaporkan dapat mengganti 25% dari terigu (5). Meskipun dedak dapat menyumbangkan sejumlah asam amino, mineral, dan vitamin, tetapi penggunaan dalam roti masih dibatasi oleh daya kembang yang lebih rendah dari terigu selama fermentasi. Dedak yang telah diekstrak minyaknya dari proses X-M dapat ditambahkan maksimum sebanyak 15% (17).

Dari dedak, dapat diperoleh sejumlah protein konsentrat dengan cara ekstraksi menggunakan larutan alkali (20). Suatu teknik pemisahan protein yang dikerjakan di laboratorium dapat menghasilkan tepung dengan kadar protein sampai 57% tetapi jumlahnya sedikit. Protein konsentrat ini telah pula dipakai sebagai bahan campuran untuk pembuatan biskuit berprotein tinggi. Akan tetapi, penambahan dalam jumlah yang lebih tinggi dari 5% mengurangi penerimaan konsumen terutama karena rasa pahitnya. Diagram untuk memperoleh protein konsentrat dikemukakan pada Gambar 2.

Penggunaan protein konsentrat dari dedak tidak terbatas hanya pada biskuit, tetapi telah pula dicobakan pada beberapa jenis makanan seperti pasta dan susu (17). Menurut Barber dan Barber (1) susu dari dedak ini cukup stabil pada suhu yang tinggi. Minuman ini diperkirakan mempunyai potensi untuk dikembangkan lebih lanjut, misalnya dengan penambahan bahan pemanis dan *flavour*.



Gambar 2. Diagram alir proses pembuatan protein konsentrat dedak padi.

Minyak

Ekstraksi minyak dari dedak merupakan proses yang paling banyak dikerjakan di beberapa negara, meskipun mengalami hambatan di Indonesia. Pada tahun 1966, negara-negara penghasil beras seperti Brasil, Burma, Chili, India, Jepang, Taiwan, dan Amerika Serikat sudah mempunyai pabrik minyak yang diperoleh dari dedak padi.

Proses ekstraksi minyak ada dua macam, yaitu yang konvensional untuk memperoleh minyak dari dedak dan proses X-M untuk mendapatkan minyak sewaktu penyosohan beras pecah kulit. Pada proses yang memanfaatkan dedak, ekstraksi minyak dengan tekanan (*pressing*) tidak memberikan prospek yang menarik karena sifat kambanya. Oleh karena itu penggunaan pelarut organik lebih disukai. Jenis pelarut yang banyak dipakai adalah heksan karena pelarut lain seperti isopropanol atau trikloroetilene lebih berbahaya.

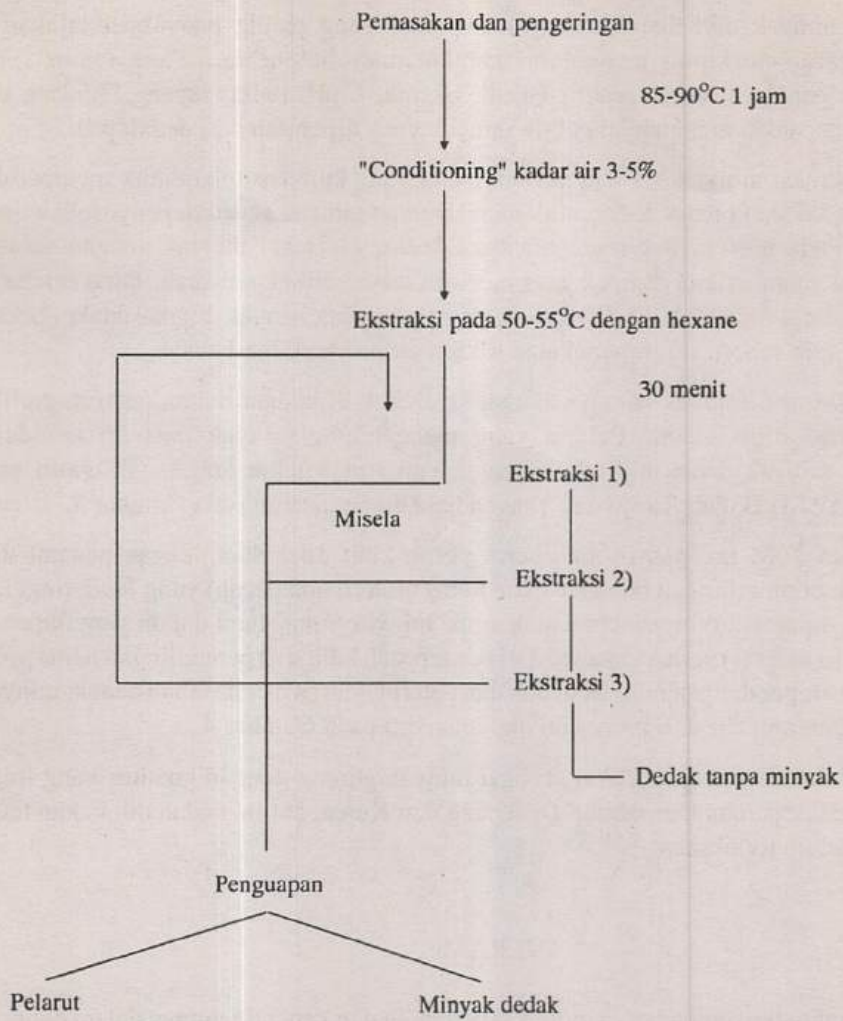
Konsep ekstraksi minyak cukup sederhana. Dedak direndam dalam pelarut, partikel dedak kemudian dipisahkan. Pelarut yang mengandung minyak (*misela*) kemudian diuapkan dan minyak dedak dipisahkan untuk pemurnian lebih lanjut. Diagram yang dicobakan di AP4-IPB oleh Kawai dan Tangendjaja dikemukakan pada Gambar 3.

Pada proses X-M ini, penyosohan beras pecah kulit dilakukan dengan penambahan pelarut hidro-karbon sehingga menghasilkan beras utuh (tanpa pecah) yang lebih tinggi, di samping akan diperoleh minyak dan dedak tanpa minyak yang stabil dalam penyimpanan. Tahapnya terdiri dari: (i) perlakuan awal dari beras pecah kulit; (ii) penggilingan beras pecah kulit yang bercampur dengan minyak dedak dan pelarut; dan (iii) pemisahan dedak, minyak, dan pelarut. Diagram alir dari proses ini digambarkan pada Gambar 4.

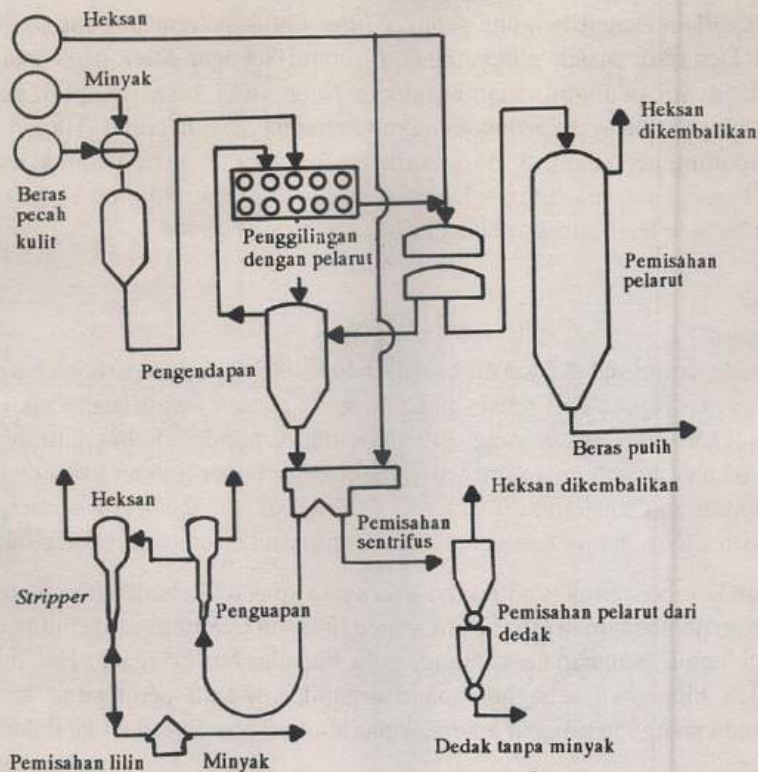
Minyak dedak umumnya dipakai sebagai minyak goreng dengan kualitas yang tinggi atau dipakai untuk pembuatan sabun. Di Jepang dan Korea, hal ini sudah dilakukan tetapi di Indonesia belum terlaksana.

JERAMI

Dengan makin berkembangnya produksi pertanian dan kepentingannya dalam ekonomi negara, maka banyak perhatian mulai dicurahkan kepada limbah tanaman. Diperkirakan, pada masa yang akan datang komoditas ini akan semakin penting artinya. Petani sudah mulai menggunakan jerami untuk berbagai keperluan karena pengalaman menunjukkan adanya surplus limbah ini. Di beberapa negara, petani sudah mulai tertarik dan mengubah jerami menjadi bahan-bahan lain, termasuk pembuatan kertas dan pulp, media penanaman jamur, bahan produksi tekstil, energi, bahan bangunan, bahkan jerami dipakai untuk kerajinan tangan. Sebelum mengemukakan pemanfaatan jerami untuk industri, ada baiknya apabila disinggung sedikit mengenai penggunaan jerami dalam pertanian.



Gambar 3. Diagram ekstraksi minyak dedak.



Gambar 4. Diagram alir proses X-M (13).

Alas untuk Ternak

Penggunaan jerami untuk alas tidur ternak sudah dikerjakan petani berabad-abad lamanya. Peternak akan merasa bangga apabila melihat sapinya tidur di atas tumpukan jerami yang bersih atau babi-babi gemuk tidur di atas jerami. Kuda-kuda pacuan seringkali beralaskan jerami-jerami padi. Ternak senang tinggal di atas jerami karena lebih hangat panas yang dihasilkan oleh fermentasi kotoran ternak. Jerami juga akan menyerap urine dan pembawa kotoran, yang nantinya bisa digunakan sebagai pupuk. Akan tetapi dengan adanya pupuk buatan, pupuk tersebut tergeser kedudukannya.

Dilaporkan bahwa peternak-peternak di Inggris memerlukan sebanyak 3 kg jerami untuk setiap ekor sapinya. Tetapi 6 kg jerami yang dipakai sebagai alas akan merupakan tempat tidur yang cukup nyaman bagi ternak-ternak besar. Di negara-negara besar seperti Eropa, dengan alasan harga buruh yang mahal, penggunaan jerami sebagai alas untuk sapi maupun babi sudah lama ditinggalkan.

Jerami dilaporkan sangat berguna sebagai *litter* untuk peternakan unggas. Beberapa negara seperti Denmark masih memanfaatkan jerami sebagai *litter* pada ayam petelur. Demikian pula ayam pedaging membutuhkan *litter* yang bisa disuplai dari jerami. Diperkirakan setiap seribu ayam pedaging membutuhkan 0,25 ton jerami. Hanya dianjurkan agar jerami dipotong sepanjang 5 cm serta harus bersih dan kering untuk menghindari pertumbuhan *Aspergillus*. Campuran jerami sebagai *litter* dan kotoran mempunyai nilai sebagai pupuk bahkan telah dicoba sebagai makanan sapi (14).

Kompos

Pengomposan jerami sudah lama dikenal di Indonesia dan prosesnya telah banyak diteliti di berbagai negara. Tujuan dari proses pengomposan adalah menurunkan nilai rasio C/N sehingga menaikkan nilai bahan yang dikompos untuk pupuk. Salah satu syarat dalam pengomposan adalah tersedianya nitrogen yang cukup. Diperkirakan kebutuhan nitrogen untuk pengomposan satu ton jerami adalah 8 kg (23). Hasil percobaan Hackenberg (9) dalam pengukuran rasio C/N sebelum dan sesudah pengomposan ditunjukkan pada Tabel 1.

Penggunaan kompos untuk produksi padi ternyata tidak lebih baik daripada penggunaan jerami saja secara pembenaman (15). Bahkan penggunaan jerami masih lebih baik daripada kompos jerami untuk penanaman kentang, gula bit, dan barley (21). Hal ini mungkin disebabkan oleh hilangnya sebagian bahan organik sewaktu pembuatan kompos, dan nitrogen yang ada menguap sebagai amonia sebelum kompos diberikan ke dalam tanah.

Jenis mikroorganisme yang banyak tumbuh di dalam kompos adalah jenis Actinomycetales. Untuk mempercepat pertumbuhan mikroorganisme ini, maka seringkali ragi sebagai bibit perlu ditambahkan (24). Kondisi yang mempengaruhi pembuatan kompos adalah pH, aerasi, suplai air, dan suhu. Keasaman yang tinggi, kondisi anaerob, perendaman atau kekeringan dapat menghambat aktivitas bakteri. Suhu antara 30°C dan 40°C merupakan kondisi yang ideal untuk pemecahan jerami.

Tabel 1. Rasio C/N pada awal dan akhir pembuatan kompos.

Perlakuan	Rasio C/N	
	Awal	Akhir
Jerami + Ca cyanamide (88 : 1 w/w)	48	18
Jerami + kotoran sapi (2 : 1 w/w)	41	20
Jerami + air seni (1 : 4 w/w)	54	23
Jerami + air (1 : 4 w/w)	20	28

Media Pertumbuhan Jamur

Jerami padi-padian dilaporkan sebagai media yang baik untuk pertumbuhan jamur. Meskipun tidak semua jenis jerami disukai, tetapi di Taiwan, Korea Selatan, dan Cina, jerami padi merupakan media penghasil jamur yang paling disukai. Jamur merang (*Volvariella volvacea*) merupakan jamur yang banyak dimakan dan digemari. Jamur ini tumbuh pada kompos jerami dan di Jawa biasanya ditanam dalam campuran jerami dengan tangkai padi.

Meskipun kandungan gizi jamur merang tidak setinggi daging atau telur, kandungan protein hanya 1,2% dari berat basah, dan lemak kurang dari 0,5% (4), tetapi karena rasanya, maka jamur ini banyak dijual dengan harga relatif tinggi.

Pulp, Kertas, dan Karton

Dengan meningkatnya kegiatan ekonomi, maka kebutuhan akan kertas semakin meningkat pula. Meskipun kebanyakan kertas dibuat dari kayu, tetapi penggunaan jerami untuk kertas sudah dilaporkan sejak tahun 1808 di Inggris. Dengan menipisnya hutan-hutan di daerah tropis dan subtropis penghasil kayu bahan baku pembuatan kertas, maka jerami padi harus diperhitungkan sebagai bahan alternatif. Produksi jerami mencapai 3-5 t/ha pertanaman padi.

Beberapa perusahaan kertas di Indonesia, seperti Leces, sudah mulai menggunakan jerami padi sebagai bahan bakunya. Jerami padi mempunyai beberapa kesamaan sifat dengan kayu-kayu keras dalam pembuatan *pulp*. Dimensi seratnya dibandingkan serat dari jenis kayu kamper ditunjukkan pada Tabel 2. Jerami padi dilaporkan kurang cocok untuk kertas-kertas yang lunak tetapi cocok untuk kertas cetak dan tulis atau untuk pembuatan kardus. Jerami membutuhkan tenaga yang lebih sedikit dalam pembuatan pulp dibanding kayu. Kandungan lignin jerami yang lebih rendah daripada kayu, mengakibatkan kebutuhan bahan kimia dalam pembuatan pulp lebih rendah pula. Akan tetapi jerami mempunyai

Tabel 2. Dimensi serat dari jerami dibanding kayu.

Serat	Panjang (mm)			Diameter (mm)			Rasio panjang/
	Maks.	Min.	Rata-rata	Maks.	Min.	Rata-rata	
Jerami padi	3,5	0,6	1,5	14	5	9	170
Jerami lain	3,1	0,7	1,5	27	7	13	110
Kayu <i>spruce</i> merah			2,7			32	85
Kayu <i>gun</i> merah			1,6			32	50

Sumber: Rydholm (22).

kelemahan, yakni kandungan silika yang tinggi yang menyebabkan pembentukan kerak dalam evaporator. Hal ini mengakibatkan kesulitan pemerolehan kembali bahan kimia yang digunakan. Masalah lain dalam pembuatan kertas dari jerami adalah pengumpulan dan pengangkutan. Dilaporkan bahwa perusahaan kertas yang besar masih mungkin mendapatkan manfaat dari penggunaan jerami (23).

Bahan Bakar

Energi total dari jerami kering diperkirakan sebesar 18 Mega Joules per kg. Untuk menguapkan air di dalam jerami diperlukan sejumlah energi, sehingga energi totalnya lebih kecil dari 18 Mega Joules. Energi sejumlah ini diperkirakan hanya separuh dari energi yang diperoleh dari batubara dan sepertiga dari minyak bumi. Oleh karena itu harga jerami harus sebanding itu pula, agar jerami dapat berkompetisi dengan batubara atau minyak bumi.

Salah satu cara untuk mengekstrak energi dari jerami adalah pembakaran secara langsung. Akan tetapi penggunaannya masih sangat terbatas. Di Indonesia jerami dipakai untuk pembakaran barang-barang yang diproduksi dari tanah liat seperti bata, genting, atau keramik. Jerami masih belum dipakai untuk menggerakkan mesin-mesin meskipun seabad yang lalu negara-negara Eropa sudah menggunakan bahan bakar jerami untuk mesin mereka. Penggunaan energi yang dihasilkan tidak hanya untuk mesin tetapi juga untuk pemanas rumah, pengering biji-bijian, bahkan untuk memanaskan kolam renang (23). Secara teoritis, untuk pemanasan rumah yang mempunyai 3 kamar selama 12 jam (220 kwh), hanya dibutuhkan 50 kg jerami kering atau 3 bal jerami setiap hari. Apabila harga minyak bumi semakin mahal, maka jerami akan banyak dibutuhkan untuk energi. Mungkin para pemulia tanaman dituntut untuk menciptakan padi dengan jerami yang lebih panjang.

Cara lain untuk mengekstrak energi dari jerami adalah dengan fermentasi menggunakan mikroorganisme. Selain itu, panas yang dihasilkan bisa digunakan untuk keperluan lain seperti yang terjadi pada pembuatan kompos jerami.

Pembuatan briket dari jerami telah dicoba dan hasilnya bisa menyamai briket-briket dari bahan lain. Diduga bahwa lignin yang terdapat di dalam jerami merupakan bahan pengikat pada briket. Akan tetapi, besarnya ongkos pembuatan membatasi penggunaan lebih lanjut.

Pemecahan jerami secara pirolisis untuk pembuatan gas, juga telah dikerjakan di beberapa negara. Diperkirakan 50% dari energi yang ada di dalam jerami bisa diperoleh kembali dalam bentuk gas. Pengembangan teknik ini lebih lanjut masih tetap dibatasi oleh harga relatif dari bahan penghasil energi yang lain, terutama minyak bumi.

Cara yang akhir-akhir ini banyak mendapat perhatian untuk menggunakan jerami sebagai bahan bakar adalah dengan mengubahnya menjadi alkohol yang dapat menggantikan minyak bumi. Caranya adalah dengan fermentasi menggunakan sejenis mikroorganisme yang dapat memanfaatkan penggunaan karbohidrat di dalam jerami. Hasil percobaan Thayson dan Galloway, 1928 menunjukkan bahwa dari satu ton jerami padi dapat dihasilkan

86 liter campuran alkohol dan aseton. Penelitian lebih lanjut dengan menggunakan strain mikroorganisme tertentu, dapat memperbaiki hasil bahan bakar.

Pemanfaatan jerami padi untuk pembuatan gas-bio juga merupakan alternatif lain dalam mengekstrak energi dari jerami. Akan tetapi gas metana yang dihasilkan harus mampu bersaing dengan gas alam bumi apabila hal ini ingin dikembangkan lebih lanjut.

Industri Kimia

Menurut Stacey (25), banyak sekali alternatif penggunaan jerami untuk membuat bahan kimia. Gambar 5 memperlihatkan bahwa seluruh produksi bahan kimia itu berasal dari gula, oleh karena itu perubahan selulosa di dalam jerami menjadi glukosa merupakan tahap yang paling menentukan. Perubahan ini bisa dilakukan secara kimia atau enzimatik. Keuntungan dan kerugian dari kedua cara tersebut dikemukakan dalam Tabel 3.

Akhir-akhir ini perhatian lebih dicurahkan untuk mendapatkan mikroorganisme yang dapat menghasilkan enzim selulase yang lebih efisien dengan rekayasa bioteknologi. Memang saat ini hidrolisis dengan asam telah dikembangkan secara industri di Rusia tetapi pertimbangan ekonomisnya masih belum diketahui.

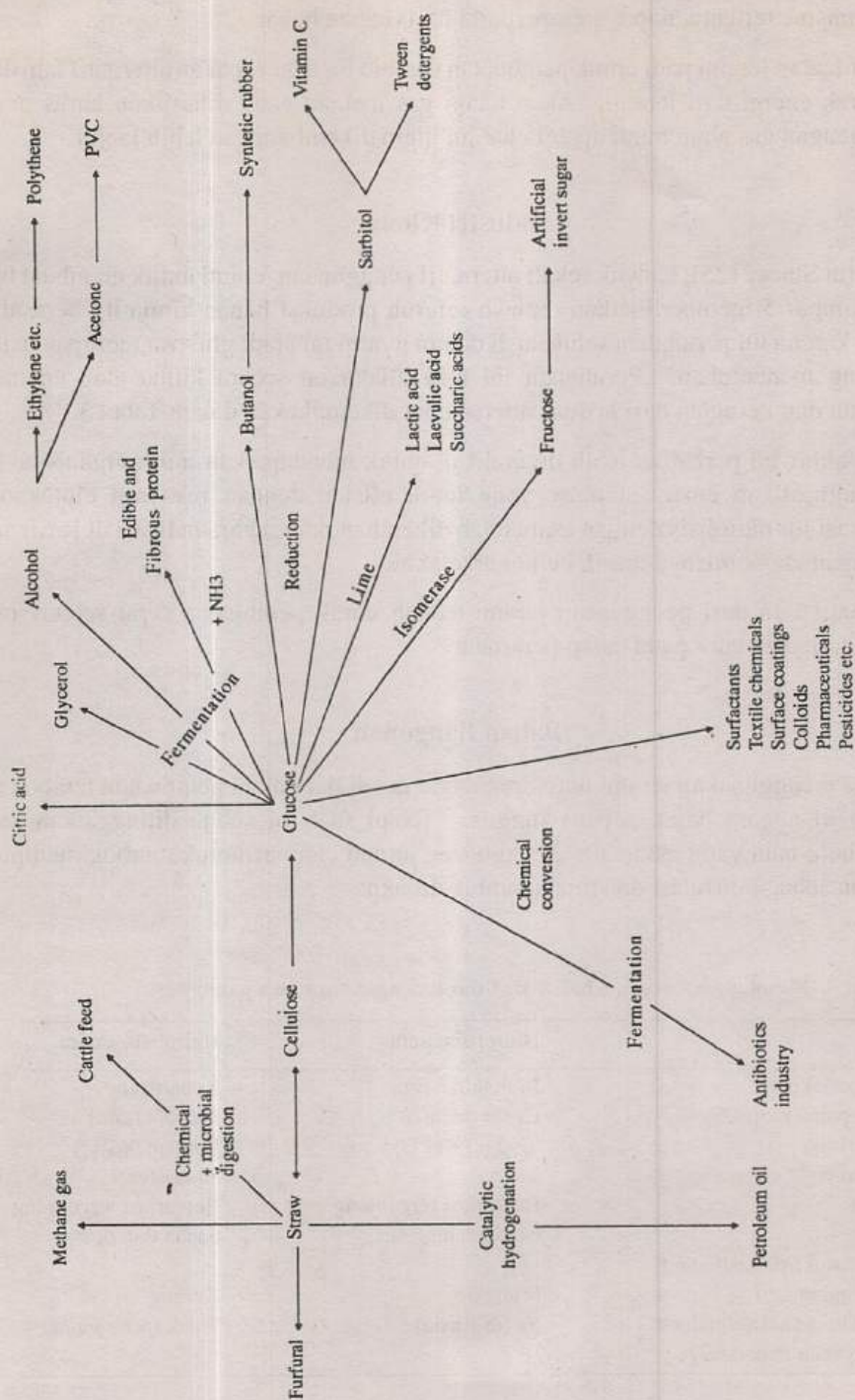
Alternatif lain dari penggunaan jerami adalah untuk pembuatan serat sejenis rayon, tetapi hal ini masih baru pada tahap perkiraan.

Bahan Bangunan

Tradisi menggunakan jerami untuk mengikat tanah liat dalam pembuatan tembok telah dikerjakan di negara barat, seperti Inggris. Tetapi saat ini sudah ditinggalkan karena pengaruh batu bata yang tahan air. Penggunaan jerami campur untuk tembok mempunyai keuntungan sebagai insulasi dan mudah untuk dipaku.

Tabel 3. Keuntungan/kerugian hidrolisis limbah dengan asam dan jerami.

	Hidrolisis asam	Hidrolisis enzim
Pra perlakuan	Mungkin harus	Keharusan
Kecepatan hidrolisis	Cepat (menit)	Lambat (jam)
Suhu	Tinggi (200°C)	Rendah (45°C)
Tekanan	Tinggi	Atmosfer
Hasil	Bervariasi tergantung bahan dan proses	Bervariasi tergantung bahan dan proses
Terbentuknya hasil yang mengganggu	Mungkin	Kurang
Pemakaian secara industri	Ya (di Rusia)	Tidak (<i>pilot plant</i>)
Kelayakan ekonomi	?	?



Gambar 5. Alternatif pemanfaatan jerami untuk bahan kimia (25).

Pembuatan bahan bangunan secara non-tradisional dengan menggunakan jerami ialah memotong dan mencetaknya dalam bentuk lembaran *particle board*. Pada saat pencetakan dengan suhu 150- 250°C, ternyata bahan perekat tidak dibutuhkan karena lignin, pentosa, dan lilin yang ada di dalam jerami cukup bertindak sebagai perekat. Hasil cetakan bisa dilapisi kertas dan bisa digunakan sebagai dinding. Pelapisannya pun dapat memakai *hardboard* atau asbes. Hasil "papan" juga bisa dipakai untuk penyekat ruangan. Jerami dapat pula dipakai untuk *particle board*, tetapi masih kalah bersaing dengan *particle board* dari kayu. Apabila ongkos untuk pembuatan *board* ini 85% dari bahan partikelnya dan sisanya untuk penyediaan resin atau perekat, maka penggunaan jerami diduga masih mempunyai harapan untuk berkembang (23).

Kerajinan Tangan dan Pengepak

Jerami sudah banyak dipakai untuk kerajinan tangan seperti alas panci, tali, dan sebagainya. Jerami dapat pula dibuat keranjang dan bahan pengepak telur. Jerami dapat pula dipakai untuk bahan dekorasi.

Penggunaan jerami secara tepat-guna di Indonesia akan sangat tergantung pada nilai jerami dan harga jualnya. Masalah pengumpulan dan pengangkutan juga mempengaruhi penggunaan jerami lebih lanjut.

SEKAM

Penggunaan sekam padi berbeda antarnegara atau daerah, tergantung pada sistem penggilingan padi. Pertimbangan penggunaannya akan dipengaruhi oleh suplai di suatu daerah, penyimpanan, teknologi yang ada, dan yang penting adalah pertimbangan ekonomi. Ada dua masalah dalam penanganan sekam oleh penggilingan padi. Pertama, bagaimana menggunakan sekam untuk mendapatkan keuntungan tambahan, dan kedua, apabila tidak bisa dijual, bagaimana mengurangi kemungkinan terjadinya polusi pada waktu pembuangan. Diperkirakan saat ini hampir seluruh sekam tidak dipakai atau dibuang kecuali di daerah yang peternakan ayam broilernya cukup berkembang. Masalah polusi bisa merupakan hal yang dominan.

Sekam padi sebenarnya bisa digunakan untuk berbagai keperluan akan tetapi penggunaannya di Indonesia masih terbatas pada beberapa hal seperti *litter* untuk ternak dan bahan bakar untuk pembakaran tanah liat. Jenis-jenis penggunaan sekam banyak sekali seperti terlihat pada Tabel 4. Pembahasan lebih lanjut dikemukakan pada publikasi Houston (11) dan Hsu dan Luh (10).

Tabel 4. Jenis-jenis penggunaan sekam padi dalam industri termasuk pertanian.

1. Abrasif	11. Bahan bakar
2. Penyerap (<i>absorbent</i>)	12. Bahan pengisi
3. Bahan aditif industri lain	13. Industri gelas
4. Alas	14. Media tanaman hidroponik
5. Komponen bahan bangunan	15. Insulasi
6. Sumber karbon	16. Bahan pengepak
7. Bahan pembawa (<i>carrier</i>)	17. Papan
8. Pulp selulosa	18. Zat warna (<i>pigment</i>)
9. Pupuk	19. Bahan pengepres (<i>pressing aid</i>)
10. Penyaring	20. Silika

Sumber: Beagle and Beagle (2).

Pertanian

Diduga bahwa penggunaan sekam yang paling banyak dan meluas adalah sebagai alas ternak atau *litter*. Meskipun demikian, jumlahnya hanya sedikit. Industri unggas di Indonesia merupakan industri yang paling banyak menggunakan sekam, di samping sebagai *litter* untuk ternak lain seperti kuda, sapi, kambing dan kerbau. Di Indonesia dan Filipina, sekam padi juga dipakai dalam penetasan telur itik.

Sebagai pupuk, sekam padi mempunyai nilai yang rendah karena kadar NPK-nya yang rendah. Tetapi penambahan abu sekam atau sekam ke dalam lahan memberikan pengaruh positif, terutama dalam penyerapan silika. Di samping itu, sekam juga mempengaruhi tekstur tanah, terutama bagi tanah berlumpur atau liat. Abu sekam dan sekam juga bisa dipakai sebagai mulsa pada tanaman atau persemaian (12).

Sekam dapat pula dipakai sebagai bahan pembawa (*carrier*) dalam penyebaran bibit/biji-bijian yang kecil ukurannya atau bagi insektisida agar diperoleh penyebaran yang merata.

Bahan Bakar

Salah satu cara paling mudah untuk membuang sekam padi adalah dengan membakarnya. Panas dari pembakaran sekam padi bisa dimanfaatkan untuk pembangkit tenaga uap atau generator. Pada masa lalu, perusahaan penggilingan padi di Amerika menggunakan pembakaran sekam sebagai pemasok energi, akan tetapi dengan berkembangnya minyak bumi maka hal ini ditinggalkan. Houston (11) memperkirakan bahwa 80% dari sekam yang dihasilkan akan cukup untuk memasok energi yang dibutuhkan dalam menjalankan penggilingan padi. Sekam juga dapat dipakai sebagai sumber energi pada pengeringan padi dengan menggunakan konstruksi khusus. Sekam dapat pula dicetak dalam bentuk kayu-kayu yang siap dibakar.

Kandungan energi sekam bervariasi, tergantung dari jenis padinya. Nilai energi kasarnya berkisar antara 2800 hingga 3400 kkal/kg. Perbandingan nilai panas dari berbagai jenis bahan bakar dan sekam dapat dilihat pada Tabel 5. Sebagai sumber energi, meskipun nilainya lebih rendah dibanding bahan bakar minyak bumi, sekam masih perlu dipertimbangkan di masa depan dalam rangka diversifikasi energi. Keuntungan dari pembakaran sekam adalah diperolehnya abu sebagai hasil samping dan energi dari sekam tidak mengakibatkan polusi sulfur karena kandungan sulfur sekam rendah. Kerugian dari pembakaran sekam adalah asap dan baunya.

Penyerap (*absorbent*), Penyaring, dan Penjernih

Abu dari sekam padi telah dipakai untuk menyerap minyak dan mencegah antiselip pada permukaan. Juga dipakai sebagai penyerap bahan-bahan yang kental, lengket dan sebagainya sehingga mempermudah penanganan (3). Apabila dibakar tanpa udara, sekam padi dapat menghasilkan karbon aktif. Akan tetapi, pembuatan karbon aktif dari bahan lain yang lebih baik dengan hasil yang lebih seragam, seperti tempurung kelapa, mengakibatkan karbon aktif dari sekam tidak mampu bersaing. Silikon di dalam abu sekam dapat dipakai untuk menghasilkan kalsium silisida yang dipakai dalam industri baja sebagai bahan pereduksi. Sekam dapat pula dipakai sebagai penyaring *juice* buah-buahan, dan abu sekam dilaporkan dapat bersaing dengan tanah diatomea sebagai penjernih air.

Pembuatan Furfural

Pemasakan sekam padi dengan adanya asam sulfat dan distilasi uap akan menghasilkan senyawa kimia yang dikenal dengan furfural yang banyak dipakai dalam industri. Hanya sekitar 11-13% furfural bisa diperoleh dari sekam padi.

Tabel 5. Nilai panas beberapa jenis bahan bakar.

Jenis bahan bakar	Nilai panas (kkal/kg)
Sekam	2.800 -3.400
Batubara	4.500 -7.500
Cokes	6.000 -7.000
Briket serbuk gergaji	7.500 -8.000
Bensin	10.674-11.290
Minyak tanah	10.500
Kayu bakar	4.000

Sumber: Grist (8) dan Winarno (29).

Di Amerika, pabrik furfural dengan kapasitas mencapai 15.000 t sekam padi sudah beroperasi. Akan tetapi sekam padi masih kurang bersaing dengan bahan penghasil furfural yang lain sehingga pertimbangan ekonomis, terutama dalam pengumpulan, perlu diperhitungkan apabila hal ini ingin dikembangkan di Indonesia.

Sewaktu sekam dimasak dengan asam, dalam keadaan terkontrol, akan dihasilkan pula sejumlah pentosan (karbohidrat dengan unit 5 karbon) dan kemudian terpecah lebih lanjut menjadi xylosa. Selain itu dalam kondisi tertentu dapat pula dihasilkan glukosa yang merupakan bahan untuk fermentasi dalam menghasilkan bahan kimia lain. Teknologinya sudah tersedia, hanya pertimbangan ekonomis perlu diperhitungkan lebih dahulu.

Bahan Bangunan

Vasisth (28) telah melaporkan penggunaan sekam padi untuk membuat papan kedap air bagi bangunan. Diduga, industri semacam akan menguntungkan apabila dikembangkan dalam skala besar.

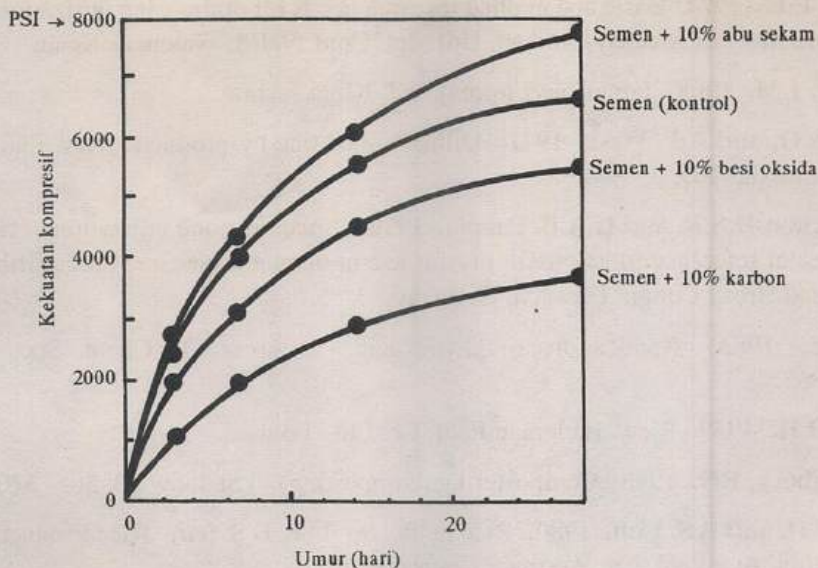
Resin dari kayu sering dipakai untuk bahan perekat. Penelitian penggunaan sekam untuk papan masih terus berlangsung di beberapa negara. Houston (11) memperkirakan bahwa dengan banyaknya kemungkinan jenis-jenis papan yang bisa dibuat dari sekam, maka penggunaan cara ini diduga yang paling memberikan harapan di masa yang akan datang.

Turunan dari sekam, seperti silikat, dapat pula secara efektif digunakan sebagai pencampur pada pembuatan karet sehingga tidak licin (3). Kualitasnya dilaporkan tidak kalah dengan silika arang atau tanah liat sebagai pengisi. Keuntungan penggunaan abu sekam sebagai pengisi (*filler*) adalah cepatnya waktu kering dibanding karbon.

Semen bisa dibuat dari pencampuran 20-30% kapur dan abu sekam (19). Sifat-sifat kekerasan dan daya rekatnya hampir sama dengan semen biasa (*portland*). Daya elastis dan kekuatan tensilnya cukup memuaskan. Tetapi kebutuhan air untuk semen dari abu sekam lebih besar daripada semen *portland* sehingga daya penciutannya lebih tinggi (10). Keuntungan semen dari abu sekam adalah warna hitamnya yang lebih permanen, dan kekuatan kompresifnya lebih tinggi (Gambar 6). Karena daya tahannya terhadap asam lebih tinggi dibanding semen biasa, maka semen bercampur abu sekam dapat digunakan sebagai lantai atau bahan bangunan lain pada industri makanan.

Pulp, Kertas, dan Selulosa

Penggunaan sekam untuk industri kertas dan sejenisnya dilaporkan tidak mempunyai potensi yang baik karena rendahnya kandungan selulosa di dalam sekam dan seratnya lebih pendek sehingga kertas yang dihasilkan mudah hancur (*brittle*). Di samping itu, pemisahan abu dan pentosa sulit dikerjakan. Apabila isolasi dan hidrasi selulosa dari sekam bisa dikerjakan, maka hasilnya bisa dipakai untuk bahan makanan dengan serat yang tinggi (12).



Gambar 6. Perbandingan kekuatan antara semen yang diberi tambahan abu sekam, besi oksida, dan karbon (19).

KESIMPULAN

Berbagai jenis limbah dan hasil samping padi telah dapat diolah dan dimanfaatkan untuk berbagai keperluan. Beberapa pengolahannya menunjukkan potensi tinggi untuk dikembangkan di Indonesia. Teknologi penggunaan limbah padi sudah banyak dikembangkan oleh peneliti-peneliti di luar negeri, dan beberapa jenis teknologi bisa diadopsi untuk kondisi Indonesia. Studi kelayakan perlu dikerjakan terlebih dahulu, di samping studi perbandingan dengan bahan-bahan lain bersubstitusi. Meskipun di negara-negara lain penggunaan limbah sudah mulai dicoba sejak dulu, di dalam negeri sendiri masih sangat sedikit industri yang melakukannya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Barber, S. and C.B. de Barber. 1980. Rice bran chemistry and technology. In: Luh, B.S. (ed.). Rice Production and Utilization. Avi. Publ. Co. Westport, Connecticut.
2. Beagle, E.C. and C.A. Beagle. 1971. Paddy husk utilization. Paper presented at U.N. Indus. Dev. Organ. Conf. on Rice Processing. Madras, India.

3. Beagle, E.G. 1974. Basic and applied research needs for optimizing utilization of rice husk. *In: Proc. of Rice By-Product. Util. Int. Conf. Vol. 1. Valencia, Spain.*
4. Bisema, J.M. 1968. Jamur (*mushroom*). PT. Kinta Jakarta.
5. Cruz, A.O. and A.P. West. 1941. Utilization of rice by-products. *Rev. Philippines Med. Farm.* 32: 169.
6. Desikachor, H.S.R. and H.A.B. Parpia. 1970. Processing and utilization of rice bran with special reference to its possibility for use in human food. *In: Proc. Fifth World Cereal and Bread Congr. Dresden, Germany.*
7. Graf, E. 1983. Applications of phytic acid. *J. Amer. Oil Chem. Soc.* 60(11): 1861-1865.
8. Grist, D.H. 1959. Rice. Longman Publ. Co. Ltd. London.
9. Hackenberg, P.N. 1948. Composting (composting). *Landbow* 20: 505- 520.
10. Hsu, W.H. and B.S. Luh. 1980. Rice hulls. *In: Luh, B.S. (ed.). Rice Production and Utilization. Avi. Publ. Co. Westport, Connecticut.*
11. Houston, D.F. 1972. Rice bran and polish. *In: Houston, D.F. (ed.). Rice Chemistry and Technology. Amer. Assoc. Cereal Chem. St. Paul, Minnesota.*
12. Houston, D.F. 1972. Rice hulls. *In: Houston, D.F. (ed.). Rice Chemistry and Technology. Amer. Assoc. Cereal Chem. St. Paul, Minnesota.*
13. Hunnel, J.W. and J.F. Nowlin. 1972. Solvent extractive rice milling. *In: Houston, D.F. (ed.). Rice Chemistry and Technology. Amer. Assoc. St. Paul, Minnesota.*
14. Holzer, Z. and D. Levy. 1976. Poultry litter as protein supplement for beef cattle fed fibrous diets. *World Rev. Anim. Prod.* 12: 91-95.
15. Ismunadji, M. 1978. Utilization of cereal crop residues and its agricultural significance in Indonesia. *Contr. Centr. Res. Inst. Agric. Bogor* 37.
16. Kimura, G. 1968. Applications and effects of phytic acid to food and other industries. Central Research Lab. Toyo Kōatsu Ind. Inc. (Unpubl.).
17. Lynn, L. 1969. Edible rice bran foods. *In: Milner, M. (ed.). Protein Enriched Cereal Foods for World Needs. Amer. Assoc. Cereal Chem. St. Paul, Minnesota.*
18. Mehta, P.K. and N. Pitt. 1974. A new process of rice husk utilization. *In: Proc. of the Rice By-Product Utilization. Int. Conf. Vol. 1, Valencia, Spain.*
19. Mehta, P.K. and M. Pitt. 1976. Energy and industrial materials from crop residues. *Resource Recovery and Conservation* 2: 23-35.

20. Pablo, I.S., J.R. Comodag, E.S. Rivera, and M.C. Limguangco. 1981. Pilot production of protein concentrate from rice bran. NSDB Technology J.
21. Russel, E.W. 1970. Soil conditions and plant growth. Longman Group Ltd.
22. Rydholm, S.A. 1965. Pulping processes. Inter. Science. London.
23. Stainforth, A.R. 1979. Cereal straw. Clarendon Press. Oxford.
24. Suriawaria, U. 1969. Ragi kompos as activator. Compost Sci. 10(2): 14-15.
25. Stacey, M. 1976. Straw as a potential row material for chemicals. Agric. Prog. 51: 69-75.
26. Talwalkar, R.T., N.K. Garg, and N.r. Krisnamurti. 1965. Rice bran a source material for pharmaceuticals. J. Food Sci. Technol. (India) 2: 117.
27. Vanossi, L. 1958. The use of rice bran in cooling. Riso S. 23-24.
28. Vasisth, R.C. 1971. Water resistant composite board. Paper presented at the Joint UNIDO-FAO Econ. Com. for Asia and Far East Seminar. Madras, India.
29. Winarno, F.G. 1975. Teknologi pedesaan dan pembangunan daerah Tangerang. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
30. Yokochi, K. 1977. Rice bran processing for the production of rice bran. In: Proceedings Rice By-Products Utilization. Int. Conf. 1974. Valencia, Spain.

- I.N. Oka dan Bahagiawati A.H. **Pengendalian Hama Terpadu**
- Baehaki S.E dan Mohammad Iman. **Status dan Pengendalian Hama Wereng**
- J. Soejitno. **Bionomi dan Pengendalian Hama Penggerek Padi**
- Hendarsih Suharto dan Sri Suharni Siwi. **Walang Sangit dan Hama Minor Lain**
- Rochman dan Dandi Sukarna. **Pengendalian Hama Tikus**
- Edi Soenarjo. **Pengendalian Hama Ganjur**
- Suyono dan Dandi Sukarna. **Hama Pascapanen dan Pengendaliannya**
- M. Machmud dan M. Herman. **Penyakit Nematoda Padi dan Pengendaliannya**
- A. Mukelar dan M.K. Kardin. **Pengendalian Penyakit Jamur**
- M. Machmud. **Penyakit Bakteri Padi dan Pengendaliannya**
- Nasir Saleh dan D.M. Tantera. **Penyakit Virus dan Mikoplasma Padi**
- Djoko S. Damardjati dan Endang Y. Purwani. **Mutu Beras**
- Soemardi dan Ridwan Thahir. **Penanganan Pascapanen**
- Budi Tangendjaja. **Pemanfaatan Limbah Padi untuk Industri**
- Budi Tangendjaja. **Pemanfaatan Limbah Padi untuk Pakan**