

Mengenal Teknologi Petro Protein

Oleh :
Ir. Noegroho Hadi Hs.

INTISARI

Petro protein adalah sejenis protein yang dihasilkan dari fermentasi hidrokarbon. Melihat semakin meningkatnya kebutuhan pangan di dunia sebanding dengan pertambahan penduduk, maka perlu dipertimbangkan usaha pembuatan bahan makanan yang bergizi, diantaranya bahan makanan sintetis.

Di Indonesia usaha ke arah ini pernah dilakukan, termasuk penelitian khusus yang dikenal dengan nama Proyek Penelitian Bahan Makanan ber-Sel Tunggal. Pelaksanaan penelitian tersebut, diantaranya oleh LEMIGAS dimulai dari usaha mencari data dan fakta, dengan mengadakan Seminar Pemanfaatan Fermentasi Hidrokarbon di Cepu, dalam bulan Juni 1973. Usaha ini dilakukan sebelum harga minyak membubung tinggi. Dengan harga minyak mentah yang tinggi tersebut, maka studi ini rasanya kurang populer. Walaupun demikian ada baiknya kalau kita mengenal apa itu petro protein dan teknologi fermentasi serta aspek pembuatannya.

1. PENDAHULUAN

Protein merupakan bagian yang sangat penting dalam makanan, terutama guna pembentukan jaringan baru maupun penggantian jaringan lama. Senyawa protein merupakan hasil dari polimerisasi peptida dan peptida sendiri merupakan hasil penggabungan dua atau lebih molekul asam amino.

Sumber protein dapat berasal dari bahan makanan seperti daging, ikan, susu, telur atau beberapa jenis tumbuhan seperti kacang-kacangan.

Makin besar jumlah penduduk dunia dan menyempitnya tanah untuk peternakan, mendorong manusia untuk mengusahakan industri protein.

Salah satu metoda untuk melakukan industri protein adalah proses fermentasi hidrokarbon. Fermentasi hidrokarbon di sini adalah beternak ragi (*yeast*) pada substrat hidrokarbon. Ragi tersebut kemudian dimatikan, dimurnikan, dan akhirnya menjadi petro protein atau *single cell protein (SCP)*. Kadar protein dari petro protein tinggi dan prosesnya akan menghasilkan konversi yang tinggi, mendekati 100 %.

Penelitian yang telah dilakukan terhadap komposisi kimia petro protein menunjukkan bahwa kom-

posisi kimianya hampir sama dengan protein alami. Langkah pertama untuk aplikasi adalah pemeriksaan *safety* melalui *feeding test* terhadap beberapa jenis hewan, seperti kera, anjing, tikus, dan lain-lain.

2. BAHAN BAKU

Masalah pertama dalam peternakan ragi adalah media hidrokarbon. Penelitian yang pernah dilakukan untuk media hidrokarbon adalah gas alam, solar, dan normal parafin dengan jumlah karbon tertentu ($C_{15} - C_{20}$).

Jenis *n-paraffin* tersebut biasanya terdapat pada kerosin berat dan solar ringan.

Pemilihan *n-paraffin* $C_{15} - C_{20}$ didasarkan pada pertimbangan-pertimbangan teknis pembenihan, yaitu pertama, harus tetap dalam fase cair pada temperatur kamar, sehingga mudah didispersikan dalam air dan ke dua, tidak mudah menguap, sebab proses peragian adalah *exothermic*, sehingga perlu dihindarkan adanya perubahan fase. Jenis ragi yang digunakan pada dasarnya dapat memakan *n-paraffin* dari mulai fraksi ringan sampai dengan yang berat.

Pemisahan *n-paraffin* dari fraksinya dapat dilakukan

dengan beberapa cara.

Pemisahan *n*-paraffin ringan (C₁₀ - C₁₄) dapat dilakukan dengan penyaringan melalui *molecular sieve* sedangkan untuk *n*-paraffin berat (lilin) dapat dipisahkan dengan ekstraksi menggunakan zat pelarut, misalnya urea dan dengan kristalisasi pada temperatur rendah.

Ke dua proses di atas dapat dipakai untuk pemisahan *n*-paraffin yang akan dipakai untuk protein, dengan melalui modifikasi atau penyesuaian-penyesuaian tertentu.

Tabel 1 menunjukkan perbandingan dari proses *molecular sieve*. Proses *molecular sieve* diperkembangkan oleh :

- Esso Research : *Ensorb process*
- Union Carbide : *IsoSiv process*
- U O P : *Molex process*
- British Petroleum : *BP process*
- Texaco : *TSP process*.

Tabel 2 menunjukkan perbandingan proses-proses urea *adduct*.

Tabel 1

Competitive *n*-P recovery process condition

<u>PROCESS</u>	<u>ENSORB</u>	<u>ISOSIV</u>	<u>MOLEX</u>	<u>BP</u>	<u>TSP</u>
Molecular sieve	5A	5A	5A	5A	5A
Bed No	2	2	1 Tower & multiple bed	5	Multiple bed
Adsorption Temperature, °C, Pressure, Kg/cm ²	260-370 1-215	370 7.0	Liquid phase	300-450 10	320 - 370 2 6
Purge	Chromatography effect	Lower <i>n</i> -P or Nitrogen Gas	Lower <i>n</i> -P	Nitrogen Gas	Lower <i>n</i> -p
Desorption Temperature, °C, Pressure, Kg/cm ²	260-370 1-2.5	370 7.0	Liquid phase	300 450 -	Vapor phase 1.5
Desorbing Agent	Ammonia Gas	Lower <i>n</i> -P or Nitrogen Gas	Lower <i>n</i> -P	Lower	Lower <i>n</i> -P

Tabel 2

Perbandingan proses-proses Urea *adduct*

<u>KEGUNAAN</u>	<u>NUREX</u>	<u>EDELEANC</u>	<u>SONNEBORN</u>
Kegunaan	Produksi <i>n</i> -paraffin	Dewaxing of spindle oil	Dewaxing of white oil
Activator for <i>adduct</i> production.	Methanol, HC, Solvent	Ethylene, Chloride	Methanol
Solvent for <i>adduct</i> washing	HC	Ethylene, Chloride	
Method of <i>adduct</i> decomposition	<i>N</i> -paraffin, HC solvent	Add water, and heat	Heat with dewaxed oil
Means of <i>adduct</i> solid-liquid separation	Oliver filter	Rotary pressure filter	Decantation
Means of producing <i>adduct</i>	Centrifuge	Liquid-liquid separation	Decantation
State of urea	Solid	Concentrated aqueous solution	Solid

Dasar pemisahan untuk ke dua jenis proses ini adalah perbedaan garis tengah penampang molekul hidrokarbon itu sendiri :

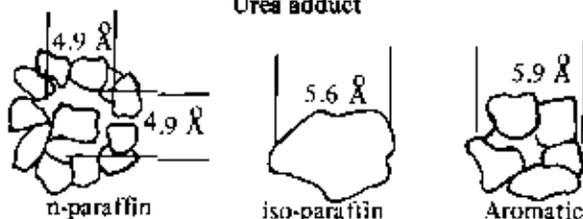
n-paraffin	4.9 Å
i-paraffin	5.6 Å
Aromat	5.9 Å

Pemisahan dilakukan secara fisis sesuai dengan perbedaan sifat tersebut.

Lihat gambar 1 dan gambar 2.

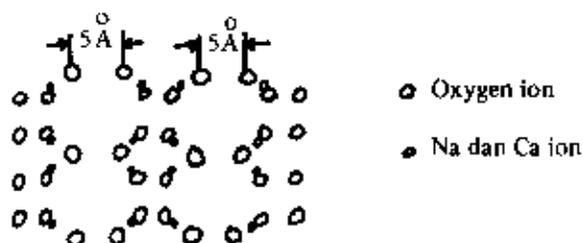
Gambar 1

Urea adduct



Gambar 2

Molecular sieve



Hidrokarbon dengan rantai lurus yang terdiri dari 6 atau lebih rantai atom C akan membentuk suatu *crystalline adduct* dengan urea pada temperatur kamar. Reaksi ini hanya terjadi pada fase cair, di mana stabilitas dari bentuk *adduct* bertambah dengan bertambahnya jumlah atom C.

N-paraffin di sini terkurung dalam suatu rongga seperti suatu terowongan yang terbentuk oleh susunan yang khusus dari molekul urea. Garis tengah penampang rongga tersebut 4.9 Å.

Adduct yang terjadi dapat dipisahkan secara penyaringan atau pengendapan. Dengan melalui pemanasan maka n-paraffin dapat terpisah dari urcanya (gambar 1).

Molecular sieve adalah *crystalline metal aluminosilicates sintesis* yang telah diaktifkan untuk keperluan adsorpsi. Dengan menghilangkan kandungan air kristalnya akan terbentuk suatu adsorbent yang sangat porous. Ukuran pori-pori dari *molecular sieve* adalah sangat *uniform*, di mana besar dari pori-pori tersebut sangat tergantung dari logam yang digunakan, dan juga tergantung dari bentuk kristal. Pada pori-pori ini hanya dapat di adsorpsi molekul-molekul yang lebih kecil diameternya dibanding dengan diameter pori-pori tersebut.

Untuk adsorpsi n-paraffin dipergunakan *molecular sieve* jenis 5A.



SAMUDERA INDONESIA GROUP
PERUSAHAAN PELAYARAN KHUSUS LEPAS PANTAI
P. T. "CUMAWIS"

MELAYANI ANGGUTAN LAUT / LOGISTIK INDUSTRI
 PERMINDYAKAN GAS HEMI NASIONAL

KANTOR PUSAT :

30. Jalan Palimtahan 1
 Kebayoran Baru
 P. O. Box : 5/ KBYB
 Phone : 772983 - 775631 - 734254
 Telex : 47557. MANIS. IA
 Cable : CUMAWIS - JAKARTA

BANK :

Bank Ekspor Impor Indonesia
 Bank Negara Indonesia 1946
 Bank Bumi Daya
 Bank Niaga
 Citibank N.A.

KANTOR CABANG :

BALIKPAPAN
 Shipping Centre Building
 Jalan Yos Sudarso
 Phone : 21303 - 21988

SAMARINDA

Jalan Pelabuhan No. 15 SK. 40/18
 Phone : 22264 - 22102

SURABAYA

Jalan Tanjung Sedarri 18
 Tanjung Perak
 Phone : 293245

MEGAN

Jalan Pemuda II/DE
 Phone : 321444
 Telex : 51150 - 51629

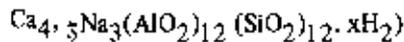
TARAKAN

Jalan Yos Sudarso 18
 Phone : 21418 - 21419

Tabel 3

Nomenclature dan sifat phisis dari Normal Paraffin

C - Atom	Hydrocarbon	Mol. WT	S.G.	BP ^o C 1 atm
C ₈	Octane	114.22	0.703	125.66
C ₉	Nonane	128.25	0.718	150.80
C ₁₀	Decane	142.28	0.730	174.12
C ₁₁	Undecane	156.30	0.741	195.89
C ₁₂	Dodecane	170.33	0.751	216.28
C ₁₃	Tridecane	184.35	0.757	235.43
C ₁₄	Tetradecane	198.38	0.765	253.52
C ₁₅	Pentadecane	212.41	0.770	270.61
C ₁₆	Hexadecane	226.43	0.774	286.79
C ₁₇	Heptadecane	240.46	0.775	301.82
C ₁₈	Octadecane	254.48	0.775	316.12
C ₁₉	Nonadecane	268.51	0.777	329.7
C ₂₀	Eicosane	282.54	0.777	342.7
C ₂₁	Heneicosane	296.57	0.778	355.1
C ₂₂	Docosane	310.59	0.778	367.0
C ₂₃	Tricosane	324.61	0.779	378.3
C ₂₄	Tetraecosane	338.64	0.779	389.2



Diameter pori-pori dari *molecular sieve* ini adalah 5 Å yang hanya cukup dimasuki oleh molekul-molekul *n-paraffin* yang berdiameter 4.9 Å. (gambar 2).

Ke dua jenis proses ini mempunyai kekurangan dan kelebihan, dan dalam pemilihan proses yang

sesuai perlu diperhatikan banyak faktor. Yang paling penting adalah faktor ekonomis dan faktor kemurnian *n-paraffin* yang dihasilkan terutama dari segi kadar aromatik dan bebas dari senyawa-senyawa *carcinogenic*. Tabel 4 menunjukkan spesifikasi *n-paraffin* untuk petro protein.



FAR EAST OIL TRADING CO., LTD.

**JAKARTA LIAISON OFFICE
14 FLOOR, SKYLINE BLDG.
JALAN M.H THAMRIN 9, JKT.**

Tabel 4

Spesifikasi n-paraffin

Kemurnian	98 % min
Carbon range	
C ₁₁ dan lebih rendah	5 wt % max
C ₂₁ dan lebih banyak	5 wt % max
Aromatics	0.1 wt % max
Potential carcinogenic compounds	
3,4 - benzpyrene	1 ppb
20 - methylehulantracene	1 ppb
1,2,5,6 - dibenzanthracene	1 ppb
logam berat	not detectable

Dari tabel tersebut jelas bahwa syarat untuk senyawa *carcinogenic* sangat ketat, disebabkan karena senyawa-senyawa ini adalah senyawa-senyawa *poly-aromatic* yang diturunkan dari minyak bumi yang dapat menyebabkan anomali-anomali dalam tubuh seperti *cancer*. Kadar 1 ppb untuk masing-masing senyawa dianggap cukup aman.

3. PEMBIAKAN

3.1. Pemiakan Dalam Gas Alam

Berternak jasad renik pada senyawa etan akan lebih baik dari pada metan, tetapi metan sendiri yang umumnya terbanyak dalam gas alam masih juga dapat dipakai sebagai media untuk ragi.

Pemakaian gas alam ini akan mendapatkan keuntungan, misalnya murah harga bahan baku, kemurniannya cukup tinggi dan mudah penanganannya. Di samping keuntungan yang ada, terdapat kelemahan-kelemahan seperti :

- adanya resiko peledakan
- konversinya rendah, dalam praktek sekitar 60% dari metan
- memerlukan *oxygen* lebih banyak
- besarnya panas yang timbul dari hasil pemiakan
- besarnya biaya peralatan.

Tabel 5

Karakteristik jasad renik dalam gas metan

Mikroba	Temperatur pertumbuhan (°C)	Konversi terhadap substrat (gr cell/gr CH ₄)	Konversi terhadap oksigen (gr cell/gr O ₂)
Kultur campuran	25	0.6	0.2
Methanomonas	28	-	-
Capsulatus	37	1.07	0.92

Sumber : *Chem. Eng.*, August 26, 1968.

Tabel 6

Panas yang timbul pada pemiakan jasad renik dalam bermacam-macam substrat

Mikroba	Konversi terhadap substrat (gr cell/gr subst.)	Panas fermentasi k.cal/100 gr cell
Karbohidrat	0.5	380
Paraffin	1.0	780
Metan	0.6	1.860

3.2. Pemiakan Dalam Normal Paraffin atau Minyak Solar

Ragi sukar tumbuh dalam hidrokarbon yang mempunyai bentuk molekul iso-paraffin, naptena dan aromatik, tetapi mudah tumbuh dalam normal paraffin asalkan kondisi pertumbuhan yang lain dipenuhi seperti temperatur, pH, oksigen, mineral yang diperlukan, dan sebagainya.

Bila memakai solar sebagai substratnya, maka hanya n-paraffin dimakan dan sisanya perlu dipisahkan dari biomasanya.

Pemisahan senyawa sisa perlu dilakukan untuk mencegah adanya senyawa *polycyclic aromatic* dalam petro protein, sebab senyawa ini berbahaya untuk kesehatan.

Analisa petro protein yang dihasilkan dari substrat solar dan normal paraffin adalah seperti pada tabel 7.

Tabel 7

Hasil Analisa Petroprotein dengan substrat solar dan n-paraffin (chemical Eng., Dec. 27, 1971)

	Petroprotein dari substrat n-paraffin	Petroprotein dari substrat solar
Protein kasar (%)	65	66
Energi metabolisme (Kcal/Kg)		
unggas	3050	2550
babi	3900	3500
Essential asam amino (gr/10 gr Nitrogen)		
Iso Leucine	5.0	5.3
Leucine	7.4	7.8
Phenylalanine	4.3	4.8
Tyrosine	3.6	4.0
Threonine	4.9	5.4
Tryptophan	1.4	1.3
Valine	5.8	5.8
Arginine	5.1	5.0
Histidine	2.1	2.1
Lysine	7.4	7.8
Available lysine	7.2	7.8
Cystine	1.1	0.9
Methionine	1.8	1.6

Ada beberapa perusahaan yang telah mengembangkan pembuatan petro protein, diantaranya : *British Petroleum* dari Inggris (BP), *Kanegafuchi Chemical* dan *Dainippon Ink (DIC)* kedua-duanya dari Jepang.

BP juga bekerja sama dengan perusahaan Jepang (Kyowa Hakko) mengembangkan produksi tersebut. Perusahaan tersebut kebanyakan memakai substrat normal paraffin. Hasil analisa dari ragi (petro protein) tersebut dapat terlihat pada tabel 8.

Tabel 8

Analisa ragi dari n-paraffin

Komposisi	Pabrik		
	BP/Kyowa Hakko	Kanegafuchi	DIC
Protein	61.8	56.5	53.1
Lemak	4.9	1.4	7.8
Serat	5.7	4.2	6.5
A h u	5.6	7.7	5.7
Ekstrak bebas			
Zat lemak (NFE)	16.2	25.8	21.7
A i r	5.8	4.4	5.2

Dari tabel 8 nampak bahwa zat putih telur (protein) dari ragi-ragi ini sangat tinggi, dan hampir menyamai kadar zat putih telur pada bubuk ikan. Masing-masing perusahaan tersebut mengembangkan jenis ragi *Candida* yang berbeda-beda, juga dengan kondisi peragian yang berbeda-beda, tetapi menggunakan bahan baku n-paraffin yang sama.

Mengingat kadar protein yang tinggi, maka ragi ini dapat merupakan sumber protein yang penting, dengan potensi pengembangan yang besar sebagai bahan makanan untuk masa yang akan datang. Itulah sebabnya maka ragi ini disebut juga petro protein, yang berarti protein dari *petroleum*.

PT DWI ADHI SETIA INTERNATIONAL
ENGINEERING CONSULTANTS

Wisma Dunlop, 3 Jalan H. Fakhruddin, JAKARTA - PUSAT - 10250
Indonesia Telephone 337348 - 330539. Telex 46397.

Masalah yang paling pelik adalah penerimaan/ sambutan masyarakat, karena bahan ini berasal dari minyak bumi.

Dua persoalan penting yang perlu diselidiki :

Pertama, apakah bahan ini dapat dicernakan dengan baik oleh hewan dan manusia.

Ke dua, apakah bahan ini tidak mengandung zat-zat yang dapat menyebabkan *cancer*. Penyelidikan masih berjalan terus untuk membuktikan hal ini.

4. PETRO PROTEIN SEBAGAI MAKANAN HEWAN

Menurut hasil penelitian, *hydrocarbon - yeast* sebagai petro protein tidak menunjukkan tanda-tanda adanya *mycotoxin*, yang dapat menimbulkan penyakit.

Penelitian terhadap adanya senyawa *polyaromatic hydrocarbon* yang pada konsentrasi tertentu diperkirakan dapat menimbulkan kanker/tumor menunjukkan bahwa *carcinogenic polyaromatic hydrocarbon* yang terdapat pada senyawa *n-paraffin* kurang dari 1.0 ppb, sedang di dalam petro protein terkandung kurang dari 0.2 ppb.

Senyawa *carcinogenic polyaromatic hydrocarbon* antara lain adalah :

3,4 Benzpyrena

1,2,5,6 Dibenzoantracena dan
20 metyl cholanthrena.

Toxicity test terhadap tikus telah dilakukan di luar negeri oleh Dr. Shacklady dan di dalam negeri oleh LEMIGAS bekerja sama dengan IPB.

Tikus diberi makan telur dari ayam yang telah memakan petro protein 20 % dari ransum makannya. Pemberian telur pada tikus ini dilakukan selama jangka waktu tertentu, sebagai contoh 90 hari (percobaan Dr. Shacklady).

Ternyata hasilnya tidak menunjukkan kelainan pada pertumbuhan, cara makan, haematologi, berat badan, dan secara makroskopik maupun mikroskopik tidak menunjukkan gejala patologik.

Sedang *test effect carcinogen*, telah diteliti oleh Dr. C. Engel dari *Dutch Central Institute for Nutrition and Food Research (CIVO)* sejak tahun 1964 dengan menggunakan hewan, tikus, burung, dan ikan. Di Indonesia percobaan yang sama telah dilakukan tahun 1972-1973 oleh LEMIGAS bekerja sama dengan Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada terhadap hewan, anjing dan kera. Lamanya percobaan berbeda-beda mulai 6 minggu sampai 2 tahun.

Hasilnya : aman, tidak menunjukkan gejala tumor, tidak mengganggu kesehatan, juga terhadap test ulang.

DAFTAR PUSTAKA

1. Kridarso, Winoto, Abd. Muid, Noegroho Hadi, *Aspek Teknik dan Pemasaran Petro Protein*, Seminar Hasil Fermentasi Hidrokarbon, LEMIGAS, Cepu, Juni 1973.
2. Yahiko Suzuki, *The Production of Single Cell Protein from N-Paraffin, Explaining the Technical Aspects and its problem*, Cepu.
3. *Chemical Engineering*, August 26, 1968.
4. Noegroho Hadi, et al., *Single Cell Protein as Bio-conversion, Product and its Prospects in Indonesia*, Proyek Laboratorium Sel Tunggal, Ascope, 1977.
5. *Laporan Hasil Percobaan Pendahuluan Penggunaan Telor Hasil Ayam yang diberi Petro Protein pada Anjing dan Kera, 1972-1973*, LEMIGAS - Peternakan UGM.