

Penerapan Model Matematik dalam Memprediksi Kadar HCN Biji Koro Benguk Selam Proses Pencucian

Oleh :
Mansyur
Fakultas Teknik Universitas Negeri Makassar

ABSTRAK

Penelitian bertujuan untuk mengetahui variabel yang berpengaruh pada penurunan kadar HCN bahan melalui sistem perendaman dengan cara mengembangkan model matematikanya. Sampel penelitian adalah biji koro benguk, yang direndam menggunakan air, kemudian air dan kapur. Metode yang digunakan adalah dengan cara memvariasikan suhu perendaman, dan lama waktu perendaman, kemudian mencari hubungannya dengan variabel terikatnya menggunakan persamaan analisis regresi linear berganda berbentuk transformasi logaritma. Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian adalah bahwa media perendaman nampaknya tidak cukup berpengaruh pada penurunan kadar HCN biji koro benguk. Namun kadar HCN bahan mengalami perubahan sesuai waktu perendaman. Penurunan sangat cepat diawal waktu perendaman kemudian secara perlahan menjadi konstan, kadar HCN bahan hilang jika semakin lama waktu perendaman, sedangkan suhu pemanasan tidak cukup berpengaruh terhadap penurunan kadar HCN bahan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jika waktu perendaman semakin lama PH air dan kadar protein bahan cenderung menurun meskipun relatif sangat kecil, hasil pengujian validitas model dipahami bahwa model matematika yang dikembangkan dapat digunakan dalam memprediksi kadar HCN biji koro benguk selama dalam proses perendaman.

APPLYING MODEL MATEMATIK IN RATE HCN SEED KORO BENGUK DIVE PROCESS PRENAME

ABSTRACT

Research aim to know variable having an in with degradation [of] HCN materials rate system by developing its model. Research Sample benguk koro seed, soaked use water, later; then irrigate and chalk. used method is by temperature variation, and time depth, later; then look for its relation with variable tied of using equation analyzed doubled linear regression in form of logarithm transforms. obtained conclusion from result of research is that insufficient to prename media likely have an in with degradation of HCN benguk koro seed rate. But HCN materials rate experience of change according to prename time. Degradation very quickly early prename time later; then slowly become is constant, HCN materials rate lose if longer prename time, while insufficient warm-up temperature have an effect on to degradation of HCN materials rate. Result of research indicate that if prename time longer PH irrigate and materials protein rate tend to downhill though relative very small, result of examination [of] model validity comprehended that developed mathematics model can be used in HCN benguk koro seed rate prediction during prename process.

PENDAHULUAN

Dalam usaha menanggulangi masalah kekurangan kalori dan protein di Indonesia, dibutuhkan bahan makanan yang mempunyai sumber kalori dan protein yang bermutu tinggi. Salah satu usaha yang dilakukan pemerintah untuk menaikkan konsumsi protein dalam makanan sehari-hari masyarakat adalah menyediakan pangan yang mempunyai kandungan dan mutu protein tinggi, murah dan mudah didapat. Untuk mencukupi kebutuhan protein dalam jangka pendek, digunakan sumber protein nabati seperti kedelai dan kacang tanah. Biji-biji tanaman *leguminosa* yang lain dan sudah dimanfaatkan oleh sebagian penduduk di Pulau Jawa. Salah satu diantaranya adalah biji koro benguk (*Mucuna pruriens*, DC) (Gandjar, 1977).

Biji koro benguk mengandung kadar protein yang cukup tinggi, yakni berkisar antara 23% - 32% (Anonim, 1977). Gandjar dan Slamet (1974) mendapatkan kadar protein koro benguk 27% - 30%. Mengingat kandungan protein yang cukup tinggi dan harganya yang relatif lebih murah dibandingkan dengan kedelai dan kacang tanah, sehingga biji koro benguk dapat digunakan sebagai bahan pangan yang penting. Biji koro benguk telah lama dimanfaatkan oleh penduduk dan biasanya dikonsumsi dalam bentuk tempe. Tempe adalah makanan fermentasi tradisional yang biasanya dibuat dari kedelai dan difermentasi oleh jamur (*Rhizopus oligosporus*), (Sudarmadji dan Markakis, 1977). Pengolahan makanan dengan cara fermentasi biasanya dilakukan dengan beberapa tujuan tertentu, diantaranya untuk mengawetkan bahan makanan, membuat produk baru dengan cita rasa yang tidak diinginkan pada bahan mentah, memberikan nilai tambah, meningkatkan daya cerna, (Fardiaz, 1986). Salah satu faktor yang perlu diperhatikan dalam pengolahan pangan dengan menggunakan proses fermentasi adalah segi keamanannya. Berbagai bahan pangan yang digunakan dalam fermentasi mengandung komponen anti nutrisi dan toksikan, dimana selalu merugikan dari segi nilai gizi, juga membahayakan tubuh orang yang mengkonsumsinya (Fardiaz, 1986).

Toksikan yang terdapat pada biji koro benguk adalah *phaseolunation*, yang merupakan suatu glukosida sianogen (Smartt, 1976). Sifat *phaseolunation* ini pada hidrolisisnya akan menghasilkan d-glukosa, aseton dan HCN (Makfoeld, 1979; Liener,

1979 ; Ikediobi et al., 1980). HCN inilah yang menimbulkan keracunan bila dikonsumsi oleh manusia (Makfoeld, 1979). Menurut Montgomery (1969), dosis HCN yang mematikan adalah 1,0 - 7,0 mg/kg berat badan. Berdasarkan pokok-pokok pikiran yang telah diuraikan sebelumnya, sehingga perlu dibuat rancang bangun alat dapat menghilangkan kandungan kadar HCN Biji Koro Benguk dengan tetap mempertahankan kandungan protein dan zat lain yang dibutuhkan oleh tubuh manusia.

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ada dua macam yaitu: biji koro benguk sebagai bahan percobaan dan bahan kimia yang digunakan untuk analisa kadar protein dan HCN. Untuk menghilangkan substansi toksin ini pada pembuatan tempe benguk sering digunakan cara merendam bahan yang ukurannya diperkecil dan direbus selama 40 menit terlebih dahulu (Anonim, 1877). Anonim (1979, 1980) mendapatkan bahwa fermentasi biji koro benguk dengan menggunakan usar sebagai mikulum dapat menghilangkan kadar HCN. Menurut Sathe dan Salunkhe (1984) dengan proses pemasakan dapat membantu mempercepat hidrolisis senyawa sianogen.

Hal penting yang diperhatikan adalah perlunya dihindari proses pemanasan yang berlebihan, karena dapat menurunkan kualitas protein, hilangnya solubilitas protein dan kualitas nutrisi bahan. Untuk itu dibutuhkan waktu perendaman dan perebusan yang tepat agar toksikan tersebut dapat hilang dengan tetap mempertahankan semaksimal mungkin kualitas protein dan nutrisi bahan.

Schwartzberg dan Chao (1982) telah meninjau koefisien difusivitas padatan untuk berbagai macam system. Mereka telah mengembangkan tinjauan umum dari difusivitas padatan yang didapatkan selama proses pencucian. Dalam beberapa kasus difusivitas padatan, komponen-komponen yang tidak cukup tinggi dibandingkan dengan yang didapatkan dalam cairan memberikan kesan bahwa padatan tak terlarut memberikan tahanan yang kecil terhadap perpindahan massa, dilain pihak harga difusivitas lebih rendah, yang berarti padatan tak terlarut memberikan tahanan yang besar. Hal ini sejalan dengan struktur bahan pangan yang kompleks dengan beberapa komponen terkandung dalam sebuah struktur yang terdiri dari sel yang mempunyai membran sendiri. Menurut Hines

(1985) jika daerah permukaan pada kedua bentuk bahwa lebih besar dari pada sepanjang tepi, maka diasumsikan transfer massa paling banyak berlangsung pada arah tegak lurus, sehingga transfer massanya dapat digambarkan dalam persamaan difusi tak tunak berikut:

$$D \frac{\partial C_A}{\partial z^2} = \frac{\partial C_A}{\partial t} \quad (1)$$

Dimana D adalah difusivitas kimia efektif sepanjang bahan dengan kondisi batas:

$$BC_1 : \frac{\partial C_A}{\partial z} = 0 \quad \text{pada } z = 0 \text{ untuk semua } t > 0 \quad (2)$$

$$BC_2 : C_A = 0 \quad \text{pada } z = 1 \text{ untuk semua } t > 0 \quad (3)$$

$$BC_3 : C_A = 0 \quad \text{pada } t = 0 \text{ untuk semua } -1 < z < 1 \quad (4)$$

Keadaan seperti ini kemungkinannya ditolak sebab tidak sesuai dengan keadaan fisik. Oleh karena itu konstanta yang diwakili oleh B dievaluasi dengan menggunakan kondisi batas ketiga yang memberikan kondisi awal dari konsentrasi kimia A pada lempengan, sehingga diperoleh persamaan:

$$I = \sum_{n=1}^{\infty} \left[Bn \left[\frac{(2n+1)\pi z}{2I} \right] \right] \quad (5)$$

Fungsi karakteristik $\text{Cos} [(2n+1)\pi z/2e]$ dapat diperlihatkan sebagai ortogonal dengan mempertimbangkan faktor berat = 1 pada daerah $Z = 0$ untuk $Z = +1$

$$\int_0^1 \left[\cos \frac{(2n+1)\pi z}{2I} \cos \frac{(2m+1)\pi z}{2I} \right] dz = 0 \quad (6)$$

Dan

$$\int_0^1 \left[\cos \frac{(2n+1)\pi z}{2I} \cos \frac{(2m+1)\pi z}{2I} \right] dz \neq 0 \text{ jika } m = n \quad (7)$$

Oleh karena itu dengan mengalikan kedua sisi persamaan (5) dengan $\text{Cos} [(2n+1)\pi z/2I dz]$ diperoleh persamaan berikut:

$$\int_0^1 \cos \frac{(2n+1)\pi z}{2I} dz = \int_0^1 Bn \cos \frac{(2n+1)\pi z}{2I} dz \quad (8)$$

Setelah mengintegrasikan persamaan (8) dan menyederhanakannya diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$B_n = \frac{4(-1)^n}{\pi(2n+1)} \quad (9)$$

Penyelesaian umum dari persamaan (9) diperlihatkan pada persamaan (10) dan (11) berikut, sekaligus merupakan model yang digunakan untuk menghitung difusifitas (*transfer massa*) bahan selama pencucian.

$$Q(z, t) = \frac{1}{\pi} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n}{(2n+1)} \cos \frac{(2n+1)\pi z}{2l} \exp \left[-\frac{(2n+1)^2 \pi^2 D t}{4l^2} \right] \quad (10)$$

atau

$$\frac{C_A - C_{AO}}{C_{A1} - C_{AO}} = 1 - \frac{1}{\pi} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n}{(2n+1)} \cos \frac{(2n+1)\pi z}{2l} \exp \left[-\frac{(2n+1)^2 \pi^2 D t}{4l^2} \right] \quad (11)$$

Untuk menentukan kadar protein digunakan metode Mikro Kjeldahl (AOAC, 1976) dengan prosedur analisa sebagai berikut: Timbang sampel sebanyak 40 mg dan masukkan ke dalam labu Kjeldahl, kemudian tambahkan 1 gr katalisator (campuran $K_2 SO_4$, $CuSO_4$ dan H_2O) dan 2 ml H_2SO_4 pekat. Setelah dilakukan destruksi selama 6 jam hingga warna larutan menjadi hijau jernih, lanjutkan destruksi selama 30 menit.

Setelah destruksi selesai dan larutan menjadi dingin. Tambahkan 4 ml aquades dan kocok/goyang hingga larutan homogen, dan pindahkan labu Kjeldahl tersebut ke unit destilasi. Selanjutnya tambahkan 8 ml campuran NaOH dan $Na_2 S_2O_4$. Pada unit destilasi lainnya, siapkan penampung destilat berupa erlenmeyer 100 ml yang telah berisi 5 ml asam borat dan tambahkan 3 tetes indikafor. Selanjutnya lakukan destilasi selama 5 - 10 menit sehingga jumlah destilat bertambah menjadi 20 - 25 ml. Asam borat yang digunakan sebagai penampung destilat akan berubah warnanya dan merah muda menjadi hijau kebiru-biruan.

Destilat yang diperoleh dititrasi dengan HCL 0,02 N hingga terjadi perubahan warna dari hijau kebiru-biruan menjadi merah muda. Titrasi juga dilakukan terhadap blanko. Larutan blanko dibuat dengan bahan kimia yang sama tetapi tanpa sampel. Kandungan N total (protein) dihitung dengan rumus:

$$\% N_{total} = \frac{ml(HCl \text{ contoh} - \text{blanko}) \times NHCl \times 14,007}{mg \text{ berat sampel}} \quad (12) \quad \%$$

$$\text{Protein (wet basis)} = 6,25\% \text{ N} \quad (13)$$

$$\% \text{ Protein(berat Kering)} = \frac{100}{100\% \text{ kadar air}} \times \% \text{ Protein(wet basis)} \quad (14)$$

HCN yang dibebaskan dan hasil hidrolisis glukosida sianogen merupakan gas yang tidak berwarna (Plunket, 76) dan dapat menimbulkan keracunan. Pada keracunan tingkat tinggi dapat menyebabkan kematian (Makfoeld, 1979), karena terhambatnya sistem sitokrom oksidase untuk penggunaan O₂, dalam sel (Dreisbbach, 1983). Untuk mengetahui kadar HCN yang terekstrak setelah proses pencucian biji koro benguk digunakan metode penentuan HCN kuantitatif cara II (AOAC). Untuk menghitung berat HCN didekati dengan rumus:

$$\text{Berat HCN} = \frac{ml \text{ titrasi}(\text{blanko} - \text{contoh})}{ml \text{ titrasi blanko}} \times 20 \times \frac{NA_g NO_3}{0,02} \times 0,54 \text{ mg} \quad (15)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran penurunan kadar HCN bahan dilakukan pada setiap selang waktu 30 menit dengan variasi lama waktu adalah 120 menit, 270 menit, dan 360 menit menggunakan air murni sebagai media perendaman, dan secara bersamaan dilakukan pengukuran kadar HCN pada air perendaman. Setelah proses perendaman dilakukan selama diperoleh petunjuk bahwa terjadi penurunan nilai kadar PH air dan kadar protein perendaman menjadi 7.55%, dan kadar protein selama perendaman menurun menjadi 23.8%, selama waktu perendaman tersebut nampaknya tidak sama dengan perubahan nilai kadar air bahan sebelum perendaman, melainkan terjadi peningkatan yang sangat berarti menjadi 48.03%. Pada gambar 1 diperlihatkan perubahan kadar HCN bahan dan air perendaman. Penurunan kadar HCN bahan selama dalam waktu perendaman menunjukkan adanya perubahan yang cukup drastis.



Gambar 1. Penurunan Kadar HCN Biji Koro Benguk Menggunakan Air sebagai Media Perendaman Suhu Air Normal

Berdasarkan Gambar 1 nampak bahwa terjadi penurunan kadar HCN bahan selama 360 menit waktu perendaman. Penurunan secara tajam terjadi pada saat awal waktu perendaman hingga 120 menit, namun secara perlahan penurunan tersebut dimulai saat waktu perendaman mencapai 240 menit, dan berangsur-angsur konstan hingga waktu perendaman dicapai selama waktu 360 menit. Sementara air yang digunakan sebagai media tadinya tidak mengandung kadar HCN sesuai hasil pengukuran awal, akhirnya setelah proses perendaman selama waktu 360 menit berdasarkan hasil pengukuran memiliki kandungan kadar HCN.

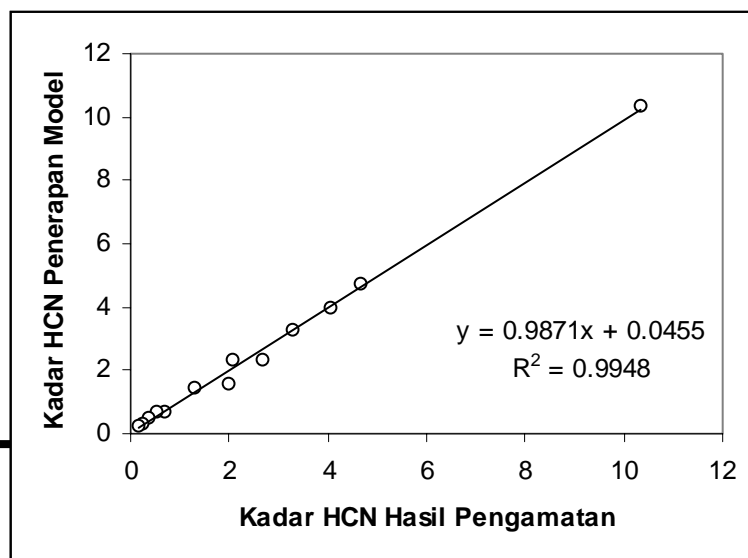
Air perendaman secara perlahan memiliki kandungan kadar HCN diawali pada saat 30 menit perendaman dimulai sampai mencapai waktu 150 menit, dan setelah itu kadar HCN air menjadi bertambah secara cepat mulai waktu perendaman 150 menit hingga berakhirnya perendaman dilakukan. Dari hasil ini diperoleh petunjuk bahwa kemungkinan terjadinya penurunan kadar HCN pada bahan sampel uji disebabkan karena adanya penyerapan oleh air perendaman yang ditandai oleh adanya penurunan kadar HCN pada bahan dan terjadinya peningkatan kadar HCN pada air yang digunakan sebagai media perendaman diperlihatkan dalam Gambar 1 seperti telah diuraikan sebelumnya dan Tabel di bawah ini menunjukkan penurunan kadar HCN bahan uji selama proses perendaman dalam

setiap selang waktu 30 menit.

Tabel Penurunan Kadar HCN Biji Koro Benguk Menggunakan Air sebagai Media Perendaman Suhu Air Normal

No	Waktu (Menit)	Kadar HCN Air Pencuci (mg)	Kadar HCN Bahan (mg)
0	0	0	10.35
1	30	0.3403	4.8489
2	60	0.3403	4.7638
3	90	0.5140	4.3384
4	120	0.8507	3.9131
5	150	0.9357	3.4878
6	180	1.0208	2.8073
7	210	1.1909	2.1267
8	240	1.361	1.4462
9	270	1.5312	1.0208
10	300	1.7013	0.7656
11	330	2.1267	0.5955
12	360	2.4669	0.5104

Pengujian validitas model dilakukan pada air murni sebagai media perendaman dengan variasi suhu air normal, 45°C dan 60°C selama waktu pemanasan 360 menit, 270 menit, dan 120 menit. Untuk pengujiannya dilakukan dengan membandingkan antara nilai yang didapat berdasarkan model dengan hasil pengamatan pada bahan uji koro benguk, kemudian hasilnya diplotkan dalam suatu bentuk diagram pencar menggunakan scatter plot yang akan membentuk garis linier seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Hubungan Antara Model dengan Pengamatan pada Sampel Biji Koro Benguk Menggunakan Air Murni

Berdasarkan Gambar 2, diperoleh gambaran bahwa pencaran dan penyebaran data hasil pengamatan dengan penerapan model mendekati garis linier. Hal ini menunjukkan bahwa antara pengamatan dengan penerapan model mempunyai hubungan nyata ditandai oleh adanya nilai koefisien determinasi sebesar 0,9948 atau mendekati satu ini berarti bahwa model yang telah dikembangkan cukup akurat digunakan dalam menentukan kadar HCN biji koro benguk pada sistem perendaman sampel yang dipilih. Sehingga dapat dikatakan bahwa persamaan semi empiris yang telah dikembangkan dapat digunakan dalam menduga nilai variabel terikat yang berpengaruh pada proses perendaman dengan melibatkan biji koro benguk sebagai sampel.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang dari hasil penelitian ini adalah bahwa air murni sebagai media perendaman nampaknya tidak cukup berpengaruh pada penurunan kadar HCN biji koro benguk setelah mengalami proses perendaman. Namun kadar HCN bahan mengalami perubahan dengan lamanya waktu perendaman. Penurunan yang sangat cepat terjadi diawal waktu perendaman kemudian secara perlahan menjadi konstan, kadar HCN bahan akan hilang jika semakin lama waktu perendaman dilakukan dan suhu pemanasan tidak cukup berpengaruh terhadap penurunan kadar HCN bahan.

Hasil penelitian menunjukkan jika waktu perendaman semakin lama maka PH air dan kadar protein bahan cenderung menurun meskipun relatif sangat kecil, berbeda halnya dengan kadar air bahan bertambah secara cepat jika waktu perendaman semakin lama. Berdasarkan hasil pengujian validitas model dipahami bahwa model matematika yang

dikembangkan dapat digunakan dalam memprediksi kadar HCN biji koro benguk selama dalam proses perendaman.

Saran yang dapat dikemukakan dari hasil penelitian ini adalah perlunya dilakukan penelitian yang lebih mendalam dengan melibatkan lebih banyak lagi variabel lain yang dianggap berpengaruh pada proses perendaman biji koro benguk dengan memilih sampel bahan lain, sehingga diharapkan model empiris yang dihasilkan dapat lebih dikembangkan yang akan menghasilkan model pada jenis bahan yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1977. *Progress Report on The GMU-IDRC Velvet Bean Project*. Faculty of Agricultural Technology. GMU. Yogyakarta. Indonesia.
- _____, 1979/1980. *Pemanfaatan Biji Koro Benguk dalam Bentuk Tempe*. Laporan Karya Inovatif Produktif oleh Kelompok PERMAHAMI II Fakultas Pertanian UGM.
- Dreihbach, R. H. 1993. *Hand Book of Poisoning. Prevention. Diagnosis and Therment*. 11 Th. ed. Lange Medical Publication. Maruzen Asia (Private) Ltd.
- Fardiaz, S. 1986. *Aspek Keamanan Pangan pada Produk Fermentasi dalam: Prosiding Seminar Keamanan Pangan dalam Pengolahan dan Penyajian*. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. UGM. Yogyakarta.
- Gandjar, I. dan Slamet. D. S. 1974. *The Nutrient Content of Fermented Mucuna Prunes, Seed. Fills* Asean Workshop on Gram Legumes. January, 15 – 20. Bogor. Indonesia.
- Gandjar. I. 1977. *Fermentasi Biji Mucuna Pruriens, D. C. dan Pengaruhnya terhadap Kualitas Protein*. Disertasi. ITB. Bandung.
- Hines, Anthony L, dan Maddox, Robert N. 1985. *Mass Transfer, Fundamental and Applications*. Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs. New Jersey.
- Makfoeld, D. 1979. *Toksikan Nabati dalam Bahan Makanan*. Fakultas Teknologi Pertanian. UGM. Yogyakarta.
- Montgomery, R. D. 1969. *Cyanogens, dalam: Toxin Constituents of Plant Foodstuffs* (ed, Linier I. E.) Academic Press, New York and London.
- Sathe, S. K. dan Salunkhe, D. K. 1984. Technology of Removal of Unwanted Components of Dry Beans. CRC, Crit. *Rev. Food Sci Nutr.* 21 (3), 283-287.
- Smartt, J. 1976. *Tropical Pulses, Longman Group Limited*. London.
- Sudarmadji, S. dan Markakis, P. 1977. The Phytase of Soybean Tempe. *J. Sci. Food Agric.* 28, 281-283.