

**PENGGUNAAN GARAM FORTIFIKASI UNTUK MENANGGULANGI
MASALAH KURANG VITAMIN A**

Oleh

HUSAINI



**FAKULTAS PASCA SARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR**

1982

RINGKASAN

HUSAINI. Penggunaan Garam Fortifikasi untuk Menanggulangi Masalah Kurang Vitamin A (Di bawah bimbingan SOEWONDO DJOJOSOE BAGIO, sebagai ketua, F.G. WINARNO, BARIZI dan DARWIN KARYADI sebagai anggota).

Masalah Kurang Vitamin A (KVA) merupakan salah satu masalah gizi utama di Indonesia. Sebanyak 15 propinsi di Indonesia adalah daerah rawan xerophthalmia. Lebih dari 60 000 anak menderita kerusakan pada kornea mata setiap tahun, dan kira-kira $\frac{1}{3}$ dari jumlah tersebut menjadi buta. Sebanyak 1 250 000 anak menderita xerophthalmia non kornea, dan diperkirakan 15 juta anak di Indonesia tidak cukup mengkonsumsi vitamin A setiap hari. Oleh karena itu diperlukan program perbaikan yang nyata.

Cara penanganan KVA yang dianggap berhasil ialah dengan pemberian kapsul dengan dosis 200 000 SI vitamin A dan 40 SI vitamin E, dua kali dalam setahun. Harga kapsul relatif murah, tetapi biaya operasional mahal. Diperlukan pula partisipasi masyarakat yang luas, dan cakupan yang lebih menyeluruh. Karena itu pelaksanaannya mengalami beberapa hambatan.

Cara penanganan KVA lainnya ialah dengan meningkatkan konsumsi vitamin A. Hal ini akan berhasil baik, bila disertai dengan pendidikan gizi dan kesehatan, pendidikan pertanian, serta peningkatan sosial-ekonomi. Tetapi cara ini memerlukan waktu panjang. Karena itu disamping cara tersebut diatas dijalankan, dicari pula cara lain yang praktis sesuai dengan kondisi dan situasi di Indonesia, yaitu dengan fortifikasi vitamin A kedalam bahan makanan tertentu.

Tujuan penelitian ini ialah meneliti sampai seberapa jauh pencegahan KVA, dan peningkatan status vitamin A pada anak prasekolah dapat dilakukan dengan pemberian garam yang difortifikasi vitamin A. Faktor-faktor lainnya yang dianggap berhubungan erat dengan etiologi KVA dan proses pemulihan KVA, seperti penyakit infeksi, keadaan kurang kalori protein (KKP), fungsi thyroid, serum protein dan albumin, anemia, dan konsumsi zat-zat gizi, juga dianalisa.

Penelitian dilakukan terhadap 800 anak prasekolah, berumur satu sampai dengan enam tahun, di daerah perkebunan karet milik pemerintah (PT Perkebunan XI) di Kabupaten Bogor dan Sukabumi.

Penelitian dimulai bulan Desember 1979 dan berakhir bulan Agustus 1980. Sebanyak tiga kali survai dilakukan selama periode tersebut diatas, yaitu : 1) survai I dilakukan dua bulan sebelum perlakuan, 2) survai II dilakukan pada saat perlakuan akan mulai diberikan, dan 3) survai III dilaksanakan pada akhir perlakuan. Perbandingan hasil survai I dan survai II dimaksudkan untuk melihat pengaruh perbedaan waktu, dan perbandingan hasil survai II dan survai III untuk melihat hasil perlakuan. Perhitungan-perhitungan statistik uji khi kuadrat, uji Student, uji F, sidik peragam, dan regresi linear dipergunakan pada analisa terhadap hasil yang diperoleh.

Sebanyak 600 anak dari 800 anak tersebut diatas, dibagi menjadi tiga kelompok perlakuan, yaitu kelompok kontrol, fortifikasi dan suplementasi. Kelompok kontrol mendapat kapsul plasebo yang berisikan 750 SI vitamin A per kapsul, dan kelompok suplementasi mendapat kapsul dengan dosis 200 000 SI vitamin A dan 40 SI vitamin E.

Setiap anak mendapat satu kapsul pada awal perlakuan. Kelompok fortifikasi mendapat garam fortifikasi dengan kadar 440 SI vitamin A per gram garam, yang cukup memenuhi kebutuhan keluarga akan garam selama masa perlakuan. Garam fortifikasi dipergunakan untuk masakan yang dikonsumsi setiap hari. Masing-masing kelompok terdiri dari 200 anak, dan diikuti selama enam bulan.

Berdasarkan hasil pemeriksaan darah terhadap serum vitamin A dan pemeriksaan klinis terhadap xerophthalmia, ditemukan bahwa masalah KVA (kurang vitamin A) di daerah yang diselidiki adalah merupakan masalah kesehatan masyarakat.

Selain itu ditemukan 58.9 % (N = 471) anak prasekolah yang menunjukkan gejala sakit satu macam infeksi atau lebih, 25.9 % (N = 104) anemia, dan 28.4 % (N = 225) KKP (kurang kalori protein). Persentase jumlah anak yang menderita KKP pada umur satu sampai 2 tahun 11 bulan 3.8 kali lipat lebih besar dari anak umur tiga sampai 6 tahun 11 bulan.

Di daerah tersebut rata-rata penghasilan keluarga relatif sama besar dengan rata-rata pengeluaran keluarga. Tampaknya tidak ada kesempatan keluarga untuk menabung, atau memikirkan masa depan keluarga dengan menyisihkan sebagian dari penghasilannya. Sebagian besar, yaitu 70 % dari penghasilan keluarga dibelanjakan untuk makanan. Walaupun di perkebunan disediakan poliklinik dan pengobatan cuma-cuma, namun rata-rata keluarga mengeluarkan sebanyak 5 % dari penghasilannya untuk kesehatan.

Bila dibandingkan dengan kecukupan konsumsi kalori dan zat-zat gizi (K3G), maka konsumsi vitamin A hanya berkisar $\frac{2}{3}$ dari K3G yang dianjurkan, dan diantaranya lebih dari 80 % berasal dari karoten. Konsumsi minyak juga sangat rendah, yaitu hanya delapan gram per anak per hari, yang menyediakan kurang lebih enam persen dari total kalori.

Rata-rata kadar serum vitamin A untuk keempat macam klassifikasi xerophthalmia, yaitu buta senja, konjungtiva xerosis, bercak Bitot, dan kombinasi bercak Bitot dengan buta senja, masing-masing berada dibawah batas normal ($< 20 \text{ ug } \%$), begitu pula untuk rata-rata kadar hemoglobin ($< 11 \text{ g } \%$). Tetapi tidak tampak perbedaan yang nyata terhadap kadar serum vitamin A dan hemoglobin diantara keempat macam klassifikasi tersebut.

Jumlah anak dengan kadar serum vitamin A defisiensi ($< 10 \text{ ug } \%$) yang menderita penyakit infeksi, lebih banyak dari yang berstatus serum vitamin A rendah ($10 - 19 \text{ ug } \%$) dan yang berstatus serum vitamin A cukup ($\geq 20 \text{ ug } \%$).

Kelompok anak dengan kadar serum vitamin A cukup ($\geq 20 \text{ ug } \%$), menunjukkan proporsi jumlah anak dengan status Gizi Baik yang lebih banyak dari kelompok anak dengan serum vitamin A rendah ($10-19 \text{ ug } \%$) dan defisiensi ($< 10 \text{ ug } \%$).

Makin rendah kadar serum vitamin A, makin lebih banyak persentase jumlah anak yang menderita anemia.

Ada kecendrungan kadar serum triiodothyronin (T3) dan thyroxin (T4) meninggi pada anak yang KVA. Tetapi perbedaan kadar serum T3

dan T₄ antara yang KVA dengan yang bukan KVA, dan antara yang xerophthalmia dengan yang bukan xerophthalmia, masing-masing adalah tidak nyata.

Faktor waktu selama dua bulan berselang (antara Desember 1979 sampai dengan Februari 1980) tidak menyebabkan perubahan yang nyata terhadap serum vitamin A dan xerophthalmia.

Dari segi organoleptik, garam fortifikasi vitamin A dapat diterima oleh masyarakat didaerah yang diselidiki.

Kenaikan serum vitamin A yang diukur pada sebelum dan sesudah perlakuan, adalah nyata ($P < 0.05$) pada perlakuan fortifikasi dan suplementasi, dan diantara keduanya, perlakuan fortifikasi menunjukkan kenaikan serum vitamin A yang lebih tinggi ($P < 0.05$) dari perlakuan suplementasi.

Anak yang mempunyai kadar serum vitamin A defisiensi ($< 10 \text{ ug}\%$) memberikan respons yang paling baik terhadap perlakuan fortifikasi dan suplementasi, dibandingkan dengan anak yang mempunyai serum vitamin A rendah ($10-19 \text{ ug}\%$) ataupun yang cukup ($\geq 20 \text{ ug}\%$).

Bila dibandingkan dengan keadaan sebelum perlakuan, maka pada akhir perlakuan, jumlah xerophthalmia (termasuk buta senja) berkurang nyata ($P < 0.05$) masing-masing pada kelompok fortifikasi dan suplementasi, tetapi tidak nyata pada kelompok kontrol.

Perlakuan fortifikasi dan suplementasi memberikan kenaikan kadar Hb yang berbeda nyata ($P < 0.10$) dari kelompok kontrol, tetapi perbedaan kenaikan kadar Hb antara kedua perlakuan tersebut tidak berbeda nyata.

Perlakuan kontrol, fortifikasi dan suplementasi, masing-masing tidak memberikan hasil yang nyata terhadap perubahan kadar serum karoten, total protein dan albumin.

Perlakuan kontrol, fortifikasi dan suplementasi, masing-masing tidak menyebabkan pengurangan jumlah anak yang menderita penyakit infeksi.

Terdapat penurunan jumlah KKP (kurang kalori protein) yang nyata ($P < 0.10$) diakhir penelitian pada kelompok fortifikasi, tetapi tidak demikian pada kelompok suplementasi dan kontrol.

Intervensi berupa garam fortifikasi vitamin A dan kapsul vitamin A dosis tinggi, kedua-duanya menunjukkan nisbah keuntungan-biaya relatif yang tinggi. Garam fortifikasi memberikan nisbah keuntungan-biaya relatif yang lebih tinggi dari pada suplementasi bila diperhitungkan dari segi penyembuhan xerophthalmia.

Garam fortifikasi vitamin A memenuhi syarat-syarat WHO tentang fortifikasi bahan makanan, yaitu : 1) dikonsumsi oleh semua orang terutama lapisan masyarakat yang membutuhkannya, 2) variasi konsumsi antar masing-masing orang tidak berbeda banyak, 3) tidak menyebabkan perubahan organoleptik dan dapat diterima masyarakat, 4) tidak menyebabkan kenaikan harga yang tinggi, dan 5) produksi dapat diawasi dengan baik.

Garam fortifikasi vitamin A mempunyai prospek yang cukup baik sebagai salah satu cara penanganan KVA yang praktis dan efektif, terutama di daerah-daerah perkebunan ataupun daerah-daerah rawan xerophthalmia lainnya secara bertahap.

SUMMARY

HUSAINI. The Use of Fortified Salt to Control Vitamin A Deficiency.
Advisory Committee : SOEWONDO DOJOSOEBAGIO (Chairman), F.G. WINARNO,
BARIZI and DARWIN KARYADI (members).

Vitamin A deficiency is one of the main nutrition problems in Indonesia and is prevalent in 15 provinces. At least 66 000 children each year develop corneal lesions from xerophthalmia, and one third of these subsequently become blind. Approximately 1 250 000 children suffer from non corneal xerophthalmia, and an estimated 15 millions children have border-line and deficient vitamin A intakes. Therefore, there is a great need to develop programs to control this problem.

At the present time, the only direct control activity is the distribution of capsules in doses of 200 000 IU of vitamin A mixed with 40 IU of vitamin E. The price of the capsule itself is relatively low, however the delivery is very costly. Some other problems may arise from the decreasing community participation, and high risk children are frequently not covered by the program.

Another activity is to increase vitamin A intakes through nutrition and health education, home gardening and improving socio-economic status. However, the implementation of these measures takes a long time. Therefore, while the above activities are being carried out, specific interventions, likely to result in an immediate positive impact, are justified.

The purpose of this study is to determine the extent of the problem and to investigate the role of vitamin A fortified salt in controlling vitamin A deficiency. Other related factors, such as protein-calorie malnutrition, anaemia, infectious diseases and thyroid function, were also investigated.

The study was carried out in rubber plantations (PT Perkebunan XI), located in the districts of Bogor and Sukabumi, West Java. The study began in December, 1979, and ended in August, 1980. During the period, three surveys were performed. Survey I was performed two months before the interventions started, survey II was performed just before the interventions began and survey III after the interventions. A comparison between survey I and survey II was made for evaluating seasonal factors, and a comparison between survey II and survey III was used for evaluating the impact of the interventions. The chi square test, the Student's t test, the analysis of variance, the analysis of covariance, and the linear regression were used as appropriate methods for analyzing the data.

A total of 800 preschool children, aged from 1 to 6 years, were examined during survey I of the study. Of those, 600 children were then examined during survey II and survey III. The subjects were divided into 3 groups, namely : control group, fortification group and supplementation group. The control group received at the beginning of the intervention, one placebo capsule (dose of 750 IU of vitamin A) for each child. The fortification group received fortified salt, 440 IU of vitamin A per gram of salt, to fulfill the

household requirement over the period of intervention study. The supplementation group received at the beginning of intervention a capsule of 200 000 IU of vitamin A mixed with 40 IU of vitamin E for each child. Each group was followed for a period of six months.

Clinical, biochemical and anthropometry data were collected from the children. Dietary and socioeconomic information was obtained from the households. An analysis of vitamin A stability in the fortified salt and an organoleptic test were also undertaken.

The study revealed a high prevalence of hypovitaminosis A in these areas according to IVACG criteria, based on both serum vitamin A level and the number of xerophthalmia cases.

Besides hypovitaminosis A, it was found that 58.9 % (N = 471) of preschool children had symptoms of one or more infectious diseases, 25.9 % (N = 104) were anemic and 28.4 % (N = 225) had PCM (protein-calorie malnutrition). The percent of children suffering from PCM was 3.8 times higher in the group aged one to two years, 11 months compared to those children between three and six years, 11 months.

The mean per capita income was about the same as the mean per capita expenditure. It was likely that the families could not save part of their incomes for better life in the future. The biggest portion of expenditures was 70 % for food, and about 5 % of expenditures was for medicine, although free clinics and medical help were available at the plantations.

The mean natural vitamin A intake of the children was around two thirds of the RDA (Recommended Dietary Allowances) and mostly (80 %) from carotenoids. Fat consumption was also very low, only eight grams per child per day, providing approximately six per cent of total calorie intake.

The mean serum vitamin A levels for those children with night blindness, conjunctiva xerosis, Bitot's spot, or a combination of Bitot's spot with night blindness were each low and below the cut off point ($< 20 \text{ ug } \%$). The mean haemoglobin levels were also below the cut off point ($< 11 \text{ g } \%$), for each of the above classifications of xerophthalmia.

The children with serum vitamin A levels less than $10 \text{ ug } \%$ (deficient), showing to have a higher morbidity than those children with serum vitamin A levels between 10 to $19 \text{ ug } \%$ (low) and those children with serum vitamin A levels above $20 \text{ ug } \%$ (adequate).

The number of wellnourished children, as measured by weight and height, for the group of children with serum vitamin A levels above $20 \text{ ug } \%$ (adequate) was showing a higher proportion than the other two groups.

The lower the level of serum vitamin A, the higher was the prevalence of anemia.

There was a tendency for serum T₃ (triiodothyronin) and T₄ (thyroxin) to be higher in vitamin A deficient children. However, the differences among the three groups of serum vitamin A status (deficiency, low, and adequate) were not significant. A significant

differences also was not found between xerophthalmic and non xerophthalmic children.

The time difference between measurements (December, 1979 to February, 1980) was not associated with any significant differences in serum vitamin A levels and the number of xerophthalmia cases.

The organoleptic data demonstrated that the salt fortified with vitamin A was accepted by people in the studied area.

The mean increments of serum vitamin A levels as measured before and after intervention for the fortification and supplementation groups were significantly higher ($P < 0.05$) than the control group. The serum vitamin A increment for the fortification group was significantly higher ($P < 0.05$) than the supplementation group.

Serum vitamin A levels improved markedly in those children who initially had deficient ($< 10 \text{ ug } \%$) or low (between 10 to 19 $\text{ug } \%$) levels of serum vitamin A using the ICNND classification. The children who had the highest increases in serum vitamin A in the fortification and the supplementation groups were children who initially had the lowest serum vitamin A values.

The group receiving fortified salt (fortification group) and those receiving the massive dose capsule (supplementation group) had a significant ($P < 0.05$) reduction in clinical signs of xerophthalmia, respectively. In contrast, the reduction was not significant in the control group.

The distribution of vitamin A fortified salt and the administration of massive dose capsules of vitamin A were the interventions

which resulted in a significant ($P < 0.10$) increase of haemoglobin levels as compared to the control group. There was no significant difference between the increments of haemoglobin levels for these two interventions.

The mean serum carotene, serum total protein and serum albumin levels before and after the intervention showed no significant improvement in the control, fortification or supplementation groups.

Although the factor of infectious diseases may negatively influence the etiology of xerophthalmia, each of the interventions did not show a significant decrease of infectious diseases.

The fortification group was the only group which showed a significant ($P < 0.10$) decrease in the number of children with protein calorie malnutrition (PCM) at the end of intervention. This was not the case for the other two groups.

Both interventions using the high dose capsule and fortified salt had a high relative benefit-cost ratio. The fortification of salt had a higher relative benefit-cost ratio than the oral massive dose capsule, in terms of xerophthalmia reduction.

The use of salt as the vehicle for vitamin A fortification, fulfills the WHO criteria, which are : 1) the food is widely consumed by the subjects at risk; 2) it shows quite limited variations in per capita consumption; 3) it will not changed the organoleptic characteristics and acceptability of the vehicles; 4) the price of the fortified product will not be greatly affected the family's economy capabilities; 5) it passes through a limited number of

factories in order that the products are easier to be controlled.

Prospects for vitamin A fortification of salt are encouraging. It has been demonstrated that salt fortified with vitamin A can be used as an effective intervention to improve vitamin A nutritional status, especially for preschool children with low levels of serum vitamin A and/or xerophthalmia.

PENGGUNAAN GARAM FORTIFIKASI UNTUK MENANGGULANGI
MASALAH KURANG VITAMIN A

Oleh :
H U S A I N I

Tesis sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Doktor
pada
Fakultas Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor

FAKULTAS PASCA SARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR

B o g o r
1982

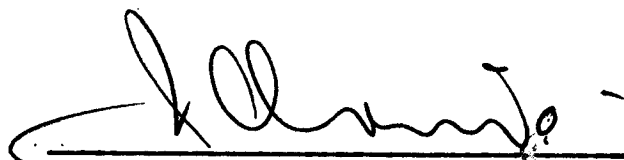
Judul tesis : PENGGUNAAN GARAM FORTIFIKASI UNTUK MENANGGULANGI
MASALAH KURANG VITAMIN A

Nama mahasiswa : HUSAINI

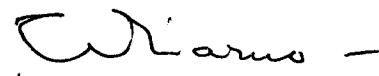
Nomor pokok : 77517

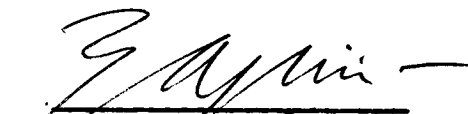
Menyetujui


1. Komisi Penasihat




Prof. Dr. Drh. H. Seewondo Djojokobagio

Ketua


Dr. Drh. F.G. Winarno, MS
Anggota


Dr. Barizi, MES
Anggota


Dr. dr Darwin Karyadi
Anggota


Fakultas Pasca Sarjana

Ir. Edi Guhardja, MS.

Tanggal lulus : 13 Februari 1982

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 10 Oktober 1940 di sebuah kota kecil Alabio, Kalimantan Selatan. Penulis lulus SMA negeri Banjarmasin pada tahun 1960, dan memperoleh gelar Sarjana Muda pada Akademi Pendidikan Nutrisionis di Bogor pada tahun 1963. Kemudian pada tahun 1969 penulis mendapat gelar Sarjana Administrasi Negara pada Sekolah Tinggi Ilmu Administrasi Negara di Lembaga Administrasi Negara (LAN) Jakarta. Pada tahun 1975, penulis berhasil memperoleh gelar Master of Science (M.Sc) dalam bidang gizi pada Queen Elizabeth College, University of London.

Penulis pernah pula mendapat kesempatan training course pada tahun 1968 mengenai hematologi di University of Malaya, Kuala Lumpur, tahun 1971 tentang biokimia gizi di Virginia Polytechnique Institute, Blacksburg, USA, dan pada tahun 1980 mengunjungi BASF Aktiengesellschaft, Ludwigshafen di Jerman Barat untuk mempelajari vitamin A.

Pada tahun 1963 sampai tahun 1966, penulis bekerja sebagai asisten Dr. Catharine S. Rose pada bidang biokimia gizi, untuk menunjang penelitian gizi di Indonesia yang banyak dilakukan pada waktu itu. Sejak itu sampai dengan sekarang penulis bekerja pada Balai Penelitian Gizi Unit Semboja, yang kemudian berubah namanya menjadi Pusat Penelitian dan Pengembangan Gizi, Departemen Kesehatan, di Bogor. Sekarang penulis menjabat jabatan Kepala Sub Bidang Hematologi Gizi.

Tulisan-tulisan ilmiah yang pernah diterbitkan dan dipresentasikan didalam dan diluar negeri berjumlah 39 buah, dan tulisan-tulisan ilmiah populer yang pernah diterbitkan oleh beberapa media masa, berjumlah 61 artikel.

Pada tahun 1974, penulis mendapat penghargaan dari Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) sebagai penulis ilmiah populer terbaik nomor dua.

Dan pada tahun 1979, atas keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 69/M Tahun 1979, penulis diangkat sebagai Ahli Peneliti di bidang gizi.

Penulis mempunyai seorang isteri (Dra. Ny. Yayah Kusbandiah), dan tiga orang anak : Dessi, Felli, dan Eduar Husaini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan mengucapkan syukur alhamdulillah, penulis telah dapat menyelesaikan tesis ini.

Berkat cinta dan rasa kasih sayang kepada ayah (almarhum) dan ibu, penulis telah dapat menyelesaikan sesuatu yang berharga. Kepada kedua suami isteri, kakak Sayuti (almarhum) dan kakak Fatimah, yang dengan penuh keikhlasan dan kesabaran telah memberikan segala sesuatunya demi kelanjutan sekolah penulis dari SMP sampai dengan Perguruan Tinggi, penulis sangat berterima kasih dan berhutang budi kepada keduanya.

Dengan rasa hormat penulis mengucapkan terima kasih kepada bapak Prof. Dr. Soewondo Djojosoebagio selaku penasihat utama yang telah memberikan bimbingan dan dorongan moril yang sangat berharga. Meskipun beliau sangat sibuk dengan pekerjaan sehari-hari, beliau senantiasa bersedia menerima penulis dan memberikan saran-saran dan nasihat-nasihat yang sangat bermanfaat. Kepada anggota penasihat lainnya, bapak Dr. Barizi, bapak Dr. F.G. Winarno dan bapak Dr. Darwin Karyadi, atas bimbingan, petunjuk-petunjuk dan nasihat-nasihat yang sangat berharga, penulis sangat berterima kasih.

Selain sebagai anggota penasihat, bapak Dr. Darwin Karyadi selaku atasan penulis ditempat bekerja juga sangat banyak memberikan pelajaran, nasihat, dorongan moril dan petunjuk yang tak ternilai harganya, sehingga penulis merasa sangat berhutang budi kepadanya.

Kepada bapak Prof. Dr. A.A. Loedin, Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Departemen Kesehatan, yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melakukan penelitian ini, penulis sangat berterima kasih.

Penulis sangat berterima kasih pula kepada bapak Rektor Institut Pertanian Bogor, yang telah memberikan kesempatan menuntut ilmu di Sekolah Pasca Sarjana. Dan kepada bapak Dekan Fakultas Pasca Sarjana dan staf dosen serta staf administrasi, penulis berterima kasih atas bantuan-bantuan dan kemudahan-kemudahan yang telah diberikan. Demikian pula ucapan terima kasih disampaikan kepada bapak Prof. Dr. Djokowoerjo K. Sastradipradja dan Dr. Reviany Widjajakusuma yang telah memberikan petunjuk dan fasilitas laboratorium untuk penentuan radio-immuno assay.

Terima kasih banyak disampaikan pula kepada bapak Drs. Dede Suganda Adiwinata (Direktur Komersial/Umum PT Perkebunan XI) yang telah memberikan izin melakukan penelitian di daerah perkebunan, dan dr. Tri Mulyati (dokter pada PT Perkebunan XI) yang telah membantu kelancaran penelitian.

Ucapan terima kasih disampaikan pula kepada bapak M. Yasin (Administrator Kebun Hambalang), bapak Ir. T. Affandi (Administrator Kebun Cimulang), bapak Ir. Solihin (Administrator Kebun Cikasungka), bapak Ii Natawikarta (Administrator Kebun Sukamaju), bapak Agus Tri-ono (Administrator Kebun Cipetir), dan bapak M. Husni (Administrator Kebun Cibungur), beserta ibu-ibu dari Dharma Wanita, dan staf perkebunan, yang telah banyak membantu secara moril dan materiil sehingga

penelitian berjalan lancar dan sesuai dengan rencana. Dan kepada ratusan anak prasekolah dan orang tuanya, yang tak mungkin disebutkan namanya satu per satu, tak lupa penulis menyampaikan penghargaan setinggi-tingginya.

Rasa terima kasih disampaikan pula kepada BASF Ludwigshafen, Jerman Barat, dan PT Krikras Jakarta, yang telah membantu penyediaan vitamin A secara cuma-cuma, dan petunjuk-petunjuk analisa laboratorium.

Dan kepada bapak J. Koesno (Kepala pabrik garam briket Kokrosono, Semarang), dan bapak Ir. Soewardi (Staf Kantor Dinas Perindustrian, Semarang), yang telah memberikan izin dan bantuan pelaksanaan fortifikasi, penulis mengucapkan terima kasih banyak.

Ucapan terima kasih dan penghargaan berikutnya disampaikan kepada dr. Zein Sulaeman, Dra. Krisdinamurtirin, Sdr. M. Saidin, B.Sc., Ny. Sri Mulyati, B.Sc., Ny. Tuti Gunawati, B.Sc., Ny. Sukati, B.Sc., Nn. Murdiana Dahro, B.Sc., Ny. Ina Supainah, Nn. Emma Suhaedah, Nn. Herlin, Nn. Yetty Vandia, dan Sdr. Ahmad Hidayat, yang telah berjasa dan berpartisipasi dalam penelitian ini. Tanpa bantuan mereka, mustahil penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.

Ucapan terima kasih dan penghargaan disampaikan pula kepada Sdr. Sihadi, B.Sc., dan Sdr. Komarudin yang telah bekerja keras membantu mengolah data tanpa mengenal waktu. Dan kepada Sdr. Abdul Majid yang telah mengetik tesis ini dengan secermat-cermatnya dan seteliti mungkin, penulis mengucapkan terima kasih banyak. Demikian pula kepada Ny. Masitoh Syarif, yang selalu membantu mencarikan

literatur diperpustakaan, penulis tidak melupakan jasa-jasanya.

Kepada isteri penulis yang selalu mendampingi dan memberikan dorongan dan keharmonisan hidup berkeluarga, memberikan semangat yang tinggi dan keuletan serta ketekunan sampai tesis dapat terselesaikan dengan baik, penulis sangat bangga dan menghargainya.

Dan kepada yang lainnya, yang tidak disebutkan namanya disini, yang telah membantu baik langsung maupun tidak langsung terhadap penyelesaian tesis ini, penulis sangat berterima kasih.

Semoga Allah subhanahu-wata'ala memberikan pahala yang berlipat ganda atas jasa dan amal baik yang telah diberikan. Amien.

SINGKATAN

IVACG	=	International Vitamin A Consultative Group
KKP	=	Kurang Kalori Protein
KVA	=	Kurang Vitamin A
K3G	=	Kecukupan Konsumsi Kalori dan zat-zat Gizi (Recommended Dietary Allowances)
DSB	=	Dua bulan Sebelum perlakuan
SB	=	Sebelum perlakuan
SS	=	Sesudah perlakuan
SI	=	Satuan Internasional (International Unit)
T3	=	triiodothyronin
T ₄	=	thyroxin

ISTILAH

briket	=	garam berbentuk bata (bukan curai)
fortifikasi	=	penambahan vitamin A kedalam garam dengan tujuan memperbaiki keadaan gizi masyarakat yang membutuhkannya
Gizi Baik	=	Bila berat badan terhadap tinggi badan ≥ 90 % standar
Gizi Kurang	=	Bila berat badan terhadap tinggi badan antara 70 - 89 % standar
Gizi Buruk	=	Bila berat badan terhadap tinggi badan < 70 % standar

- plasebo = kapsul yang isinya sedikit sekali mengandung vitamin A, yaitu sebanyak 750 SI.
- kapsul dosis tinggi = kapsul yang berisi 200 000 SI vitamin A dan 40 SI vitamin E.
- suplementasi = pemberian kapsul dosis tinggi.
- xerophthalmia = tanda-tanda klinis pada mata yang menunjukkan KVA.

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xx
PENDAHULUAN	1
TINJAUAN PUSTAKA	7
Vitamin A Alamiah	7
Karoten Alamiah	10
Vitamin A Sintetik	16
Hubungan antara Metabolisme Vitamin A dengan Zat-zat Gizi Lainnya	20
Hubungan Vitamin A dengan Kelenjar Thyroid	22
Fungsi dan Kebutuhan Vitamin A	24
Hipervitaminosis A	27
Hipovitaminosis A atau Keadaan Kurang Vitamin A(KVA)	31
Parameter Biokimia dan Klinis	34
Cara-cara Penanganan Masalah KVA (Kurang Vitamin A).	41
Fortifikasi Vitamin A pada Berbagai Bahan Makanan .	44
Garam di Indonesia	53
BAHAN DAN CARA	68
B a h a n	68
C a r a	70
HASIL DAN PEMBAHASAN	101

Stabilitas Kandungan Vitamin A didalam Garam dan Stabilitas Fisik Garam yang Difortifikasi	101
Uji Terima Garam Fortifikasi	108
Pemeriksaan Pertama pada Saat Dua Bulan Sebelum (DSB) Perlakuan	112
Pemeriksaan Kedua atau Sebelum (SB) Perlakuan	124
Pemeriksaan Ketiga atau Sesudah (SS) Perlakuan	152
Hubungan Antara Hormon Thyroid dengan Keadaan Kurang Vitamin A (KVA) Anemi dan Kurang Kalori Protein (KKP)	181
Perhitungan Nisbah Biaya-Keuntungan Relatif Garam Fortifikasi	190
PEMBAHASAN UMUM	205
Luasnya Masalah Kurang Vitamin A (KVA) dan Alternatif Cara Penanganannya	205
Garam Sebagai Bahan Makanan yang Difortifikasi Vitamin A	206
Jumlah Vitamin A yang Ditambahkan kedalam Garam	212
Stabilitas Vitamin A didalam Garam Fortifikasi	214
Konsumsi Vitamin A yang Rendah Penyebab Keadaan Kurang Vitamin A (KVA)	217
Hubungan Kurang Vitamin A (KVA) dengan Infeksi	218
Hubungan Kurang Vitamin A (KVA) dengan Kurang Kalori Protein (KKP)	221
Hubungan Kurang Vitamin A (KVA) dengan Fungsi Thyroid	224
Hasil Perlakuan Garam Fortifikasi Vitamin A	227
Nisbah Biaya-Keuntungan Relatif	234
Prospek Garam Fortifikasi Vitamin A	238

	Halaman
KESIMPULAN DAN SARAN	241
Kesimpulan	241
S a r a n	245
DAFTAR PUSTAKA	247
LAMPIRAN	260

DAFTAR TABEL

Nomor	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Perkiraan Jumlah Anak Pra Sekolah yang Tergolong <u>At Risk</u> , dan Kasus Baru Xerophthalmia di Indonesia	3
2.	Beberapa Macam Karoten yang Mempunyai Aktifitas Pro Vitamin A	11
3.	Sejarah Vitamin A dan Pro Vitamin A beserta Penemunya	14
4.	Kecukupan Konsumsi Kalori dan Zat-zat Gizi (K3G) Khusus untuk Vitamin A	28
5.	Gambaran Perkiraan Dosis Vitamin A Maksimal untuk Penyembuhan dan Pencegahan Keadaan Kurang Vitamin A	30
6.	Klassifikasi Xerophthalmia	39
7.	Kriteria KVA sebagai Masalah Kesehatan Masyarakat	40
8.	Bahan Makanan dan Makanan Sapihan yang Difortifikasi dengan Vitamin A	45
9.	Perkiraan Kebutuhan Garam Nasional	58
10.	Komposisi Air Laut yang Merupakan Bahan Mentah Garam	59
11.	Hubungan Antara Tingkat Kepekatan dengan Zat yang Mengkristal	62
12.	Hasil Analisa Garam Briket	66
13.	Pembagian Daerah Perlakuan	83
14.	Kandungan Vitamin A didalam Garam Fortifikasi pada Waktu Sesudah Pengolahan	102

Nomor		Halaman
15.	Jumlah dan Latar Belakang Pendidikan Para Penilai Masakan dari Pusat Penelitian dan Pengembangan Gizi, Bogor	109
16.	Jumlah dan Latar Belakang Pendidikan Para Penilai Masakan di Enam Daerah Perkebunan	110
17.	Hasil Penilaian Masakan di Pusat Penelitian dan Pengembangan Gizi Bogor, dan di Perkebunan	111
18.	Banyaknya Anak Digolongkan Menurut Umur dan Keadaan Gizi	114
19.	Hasil Pemeriksaan Klinis Digolongkan Menurut Macam Penyakit	115
20.	Jumlah Anak Menurut Tingkat Kurang Vitamin A (KVA), Berdasarkan Pemeriksaan Klinis	116
21.	Banyaknya Anak yang Digolongkan Menurut Umur dan Anemia	118
22.	Banyaknya Anak yang Digolongkan Menurut Umur dan Status Serum Vitamin A	119
23.	Rata-Rata Kadar Hb, dan Serum Vitamin A pada Anak yang Menunjukkan Tanda Xerophthalmia.	122
24.	Penyebaran Jumlah Anak Prasekolah yang Digolongkan Menurut Xerophthalmia dan Serum Vitamin A	123
25.	Penyebaran Jumlah Anak Prasekolah Berdasarkan Status Serum Vitamin A pada Pemeriksaan Dua Bulan Sebelum (DSB) dan Sebelum (SB) Perlakuan	125
26.	Penyebaran Jumlah Anak Prasekolah Berdasarkan Status Vitamin A pada Dua Bulan Sebelum (DSB) dan Sebelum (SB) Perlakuan	125
27.	Penyebaran Jumlah Anak Prasekolah yang Xerophthalmia pada Dua Bulan Sebelum (DSB) dan Sebelum (SB) Perlakuan	127
28.	Jumlah Anak yang Anemia dan Tidak Anemia pada Pemeriksaan Dua Bulan Sebelum (DSB) dan Sebelum (SB) Perlakuan	128

Nomor		Halaman
29.	Penyebaran Jumlah Anak Prasekolah Berdasarkan Penggolongan Keadaan Gizi pada Pemeriksaan Dua Bulan Sebelum (DSB) dan Sebelum (SB) Perlakuan	129
30.	Penyebaran Jumlah Anak Prasekolah Menurut Penggolongan Serum Vitamin A dan Banyaknya Infeksi	131
31.	Penyebaran Jumlah Anak Prasekolah Menurut Penggolongan Serum Vitamin A dan Ada atau Tidak Ada Infeksi	131
32.	Penyebaran Jumlah Anak Umur 1 - 2 : 11 Tahun Berdasarkan Penggolongan Serum Vitamin A dan Infeksi	132
33.	Penyebaran Jumlah Anak Umur 3 - 6 : 11 Tahun Digolongkan Menurut Serum Vitamin A dan Infeksi	133
34.	Penyebaran Jumlah Anak Prasekolah Berdasarkan Penggolongan Serum Vitamin A dan Keadaan Gizi	134
35.	Banyaknya Anak Umur 1 - 2 : 11 Tahun yang Digolongkan Menurut Status Serum Vitamin A dan Keadaan Gizi	136
36.	Penyebaran Jumlah Anak Umur 3 - 6 : 11 Tahun, Berdasarkan Penggolongan Serum Vitamin A dan Keadaan Gizi	136
37.	Penyebaran Jumlah Anak Menurut Penggolongan Serum Vitamin A dan Kadar Hemoglobin (Hb)	138
38.	Pendapatan Rata-rata Keluarga dan Rata-rata Individu per Bulan Berdasarkan Kelompok Perlakuan	140
39.	Pengeluaran Rata-rata Keluarga dan Rata-rata Individu per Bulan Berdasarkan Kelompok Perlakuan	141
40.	Rata-rata Konsumsi Kalori, Protein dan Vitamin A per Hari, Digolongkan Menurut Kurang, Rendah dan Cukup	145

Nomor		Halaman
41.	Distribusi Kadar Serum Vitamin A pada Tiap-tiap Kelompok Perlakuan	148
42.	Penyebaran Jumlah Anak Berdasarkan Status Vitamin A, pada Sebelum (SB) dan Sesudah (SS) Perlakuan	159
43.	Jumlah Anak Digolongkan Menurut Serum Karoten pada Sebelum (SB) dan Sesudah (SS) Perlakuan	162
44.	Banyaknya Anak Prasekolah yang Anemia dan Tidak Anemia Berdasarkan Pemeriksaan Hematokrit (Ht)	167
45.	Penyebaran Banyaknya Anak Menurut Status Serum Total Protein pada Sebelum (SB) dan Sesudah (SS) Perlakuan	170
46.	Penyebaran Jumlah Anak Menurut Status Serum Albumin pada Sebelum (SB) dan Sesudah (SS) Perlakuan	172
47.	Penyebaran Jumlah Anak Prasekolah Digolongkan Menurut Jumlah Infeksi	174
48.	Xerophthalmia pada Sebelum (SB) dan Sesudah(SS) Perlakuan	176
49.	Penyebaran Jumlah Anak Prasekolah yang Digolongkan Menurut Keadaan Gizi, pada Sebelum(SB) dan Sesudah (SS) Perlakuan	179
50.	Rata-rata Kadar Serum T ₃ dan T ₄ Berdasarkan Status Serum Vitamin A	182
51.	Penyebaran Jumlah Anak Digolongkan Menurut Serum Vitamin A dan <u>Triiodothyronin</u> (T ₃).	183
52.	Penyebaran Banyaknya Anak Digolongkan Menurut Serum Vitamin A dan <u>Thyroxin</u> (T ₄)	183
53.	Rata-rata Kadar Serum T ₃ dan T ₄ Berdasarkan Status Klinis Vitamin A	184
54.	Rata-rata Serum T ₃ dan T ₄ Terhadap Status Serum Karoten	185

Nomor

Halaman

55.	Rata-rata Kadar Serum T ₃ dan T ₄ Berdasarkan Status Anemia dan Tak Anemia . . .	187
56.	Rata-rata Kadar Serum T ₃ dan T ₄ Berdasarkan Status Gizi Baik dan Gizi Buruk . .	189
57.	Jumlah Dosis Vitamin A dan Konsumsi Garam Fortifikasi Tiap Hari yang Diperkirakan Dapat Menyebabkan Keracunan . .	214

DAFTAR GAMBAR

Nomor	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Formula Struktur Senyawa Vitamin A	8
2.	Skema Pembuatan Vitamin A Sintetis	18
3.	Skema Metabolisme Vitamin A	26
4.	Pola Penyaluran Garam PN Garam	55
5.	Skema Pembuatan Garam Rakyat	59
6.	Skema Pembuatan Garam Percontohan	61
7.	Skema Proses Pembuatan Garam Briket	63
8.	Retensi Vitamin A dan Kadar Air pada Garam Pre- miks dan Garam Fortifikasi, Selama Penyim- panan	103
9.	Persentase Konsumsi Kalori dan Zat-zat Gizi Anak Pra Sekolah Terhadap Kecukupan Konsumsi Kalori dan Zat-zat Gizi (K3G)	143
10.	Rata-Rata Serum Vitamin A pada Dua Bulan Sebelum (DSB) dan Sebelum (SB) Perlakuan	149
11.	Rata-Rata Kadar Hb pada Dua Bulan Sebelum (DSB) dan Sebelum (SB) Perlakuan	151
12.	Rata-Rata Serum Vitamin A pada Dua Bulan Sebelum (DSB), Sebelum (SB) dan Sesudah (SS) Perla- kuan	153
13.	Hubungan antara Rata-Rata Serum Vitamin A pada Sebelum (SB) dan Sesudah (SS) Perlakuan, untuk Anak Umur 1 - 6 : 11 Tahun	155
14.	Rata-Rata Serum Vitamin A pada Sebelum (SB) dan Sesudah (SS) Perlakuan, untuk Anak Umur 1 - 2 : 11 Tahun	157

Nomor	Halaman
15. Rata-Rata Kadar Hb pada Sebelum (SB) dan Sesudah (SS) Perlakuan untuk Anak Umur 1 - 6 : 11 Tahun	165
16. Skema Pemasaran dan Distribusi Garam Rakyat .	209
17. Perbandingan Perkiraan Besar Penghasilan antara Seorang Dewasa Sehat Berpendidikan Tiga sampai Enam Tahun di Sekolah Dasar, Dengan Seorang Dewasa yang Sejak Kecil Buta karena Xerophthalmia	236

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Instruksi Presiden Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 1979 Tentang Perbaikan Menu Makanan Rakyat	261
2.	Instruksi Presiden Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 1979 Tentang Petunjuk-petunjuk Pelaksanaan Perbaikan Menu Makanan	264
3.	Formulir Uji Cita Rasa	266
4.	Hasil Uji Organoleptik	267
5.	Daftar Isian Klinis dan Sosial-Ekonomi	268
6.	Formulir Konsumsi Makanan Anak Sehari	276
7.	Formulir Konsumsi Bahan Makanan Perhari	277
8.	Formulir Konsumsi Bahan Makanan Mentah Menurut Penggolongan	278
9.	Formulir Analisa Bahan Makanan Mentah Rata-Rata Sehari	279

PENDAHULUAN

Peranan vitamin A sebagai suatu zat gizi yang sangat dibutuhkan telah dikenal secara umum. Pertumbuhan badan, terutama integritas beberapa jaringan sangat dipengaruhi oleh adanya vitamin A. Juga vitamin A berperanan didalam ketahanan tubuh terhadap infeksi. Kehadiran vitamin A menyebabkan badan lebih efisien menggunakan protein yang dikonsumsi yang berasal dari makanan. Vitamin A mempengaruhi pula kegiatan berbagai macam hormon. Pada penderita penyakit kelenjar thyroid, ditemukan kadar vitamin A dan karoten dalam darah lebih rendah dari normal. Dan yang paling banyak mendapat perhatian adalah hubungan vitamin A dengan kebutaan. Pada manusia, terutama anak-anak, kekurangan vitamin A dapat menyebabkan kerusakan pada mata, merusak selaput epitel pada konjungtiva dan kornea (xerophthalmia) serta merusak sensitifitas retina terhadap cahaya (rabun senja). Pada keadaan yang lebih berat kekurangan vitamin A menyebabkan keratomalasia dan kalau dibiarkan keadaan berakhir secara tragis, anak menjadi buta untuk selama-lamanya (Ballintine, Ten Doesschate, Hodges, McLaren, Pararajasegaran, Sommer dan Venkataswamy, 1980; Brown, 1980; Hodges, 1980; WHO, 1976).

Penelitian di Surabaya (Ten Doesschate, 1968) membuktikan bahwa xerophthalmia merupakan penyebab kebutaan nomor satu. Hasil pengumpulan data oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Gizi Bogor (1978) menunjukkan bahwa sekitar 1.5 - 13.9 % penduduk di Indonesia menderita keadaan kurang vitamin A (KVA). Dan menurut WHO (1976), Indo-

nesia merupakan salah satu negara yang prevalensi KVA tertinggi di antara negara-negara sedang berkembang.

Hasil survai vitamin A pada tingkat nasional (Directorate of Nutr. dan Helen Keller Int., 1980) ditemukan 15 daerah yang tergolong kategori high risk dengan prevalensi KVA yang tinggi. Daerah-daerah tersebut, bila diurut dari prevalensi tertinggi keprevalensi yang terendah adalah sebagai berikut :

- | | |
|----------------------|-----------------------|
| a. Aceh | i. Bali |
| b. Lombok | j. Sulawesi Selatan |
| c. Bengkulu | k. Ambon |
| d. Sumatera Barat | l. Kalimantan Selatan |
| e. Sumatera Selatan | m. Kalimantan Barat |
| f. Jawa Barat | n. Sumatera Utara |
| g. Jawa Tengah | o. Sulawesi Tenggara |
| h. Kalimantan Tengah | |

Tabel 1 menunjukkan hasil perhitungan jumlah anak pra sekolah yang termasuk at risk (akan menderita xerophthalmia), dan kasus xerophthalmia baru setiap tahun di Indonesia, yang perlu mendapat pertolongan pencegahan dan pengobatan secara masal (Ballintine, et al., 1980).

Selain itu diperhitungkan, bahwa antara 20 000 sampai 30 000 anak-anak pra sekolah di Indonesia, akan menjadi buta setiap tahun (Tarwotjo, Sommer dan Tilden, 1980). Dan diperkirakan pula sekitar 15 juta anak-anak di Indonesia tidak cukup banyak mengkonsumsi vitamin A setiap hari (Tarwotjo, Satibi dan Tilden, 1980).

Tabel 1. Perkiraan Jumlah Anak Pra Sekolah yang Tergolong At Risk, dan Kasus Baru Xerophthalmia di Indonesia (Ballintine, et al., 1980)

Xerophthalmia	Jumlah anak yang tergolong <u>at risk</u>	Kasus baru tiap tahun
Xerophthalmia pada kornea	12 000 000	48 000
Xerophthalmia bukan pada kornea	12 000 000	1 250 000

Dengan demikian, penanganan penyakit KVA (Kurang Vitamin A), harus dilaksanakan dengan sungguh-sungguh.

Salah satu usaha penanganan ialah meningkatkan konsumsi zat gizi dari makanan. Untuk meningkatkan konsumsi vitamin A dengan peningkatan keadaan sosial-ekonomi, pendidikan pertanian dan pendidikan kesehatan adalah cara yang tepat dan permanen, tetapi memerlukan waktu yang panjang. Karena itu diperlukan pula penelitian dan pengembangan penanganan jangka pendek yang praktis dan sesuai dengan kondisi dan situasi di Indonesia. Salah satu cara adalah dengan fortifikasi bahan makanan tertentu dengan vitamin A. Hal ini sejalan dengan penjelasan Menteri Koordinator Bidang Kesejahteraan Rakyat tentang usaha-usaha perbaikan menu makanan rakyat, bahwa didalam rangka pelaksanaan INPRES Nomer 20 Tahun 1979, antara lain tentang penanggulangan KVA, adalah dengan mengembangkan program fortifikasi bahan makanan yang banyak dikonsumsi rakyat (Menko Kesra, RI, 1980).

Beberapa macam bahan makanan yang dianggap mempunyai potensi untuk dapat dilakukan fortifikasi di Indonesia, adalah : terigu, gula, dan monosodium glutamat (MSG) (Directorate of Nutr. dan Helen Keller Int., 1980). Lokakarya Fesibilitas Fortifikasi Bahan Makanan dengan Vitamin A di Jakarta (Health Res. and Develop. Inst. Min. of Health, 1979) telah membahas fortifikasi vitamin A pada gula pasir, terigu dan MSG, dipandang dari segi pelaksanaan dan target yang hendak dicapai. Hasil Lokakarya tersebut menyatakan bahwa MSG lebih memungkinkan untuk difortifikasi dari pada kedua bahan makanan lainnya, dan mempertimbangkan garam sebagai salah satu bahan makanan yang juga mempunyai potensi untuk dapat difortifikasi.

Menurut International Vitamin A Consultative Group (IVACG, 1976) dan World Health Organization (WHO, 1976), beberapa syarat bahan makanan yang harus dipenuhi untuk fortifikasi, adalah sebagai berikut:

1. Bahan makanan itu harus dikenal dan dikonsumsi oleh masyarakat luas, terutama di kalangan penduduk yang sangat membutuhkannya.
2. Variasi jumlah konsumsi makanan yang dimaksud, tidak banyak berbeda antara orang satu dengan orang lainnya, ataupun dari tingkat sosial-ekonomi yang berlainan.
3. Adanya fortifikasi tidak merubah rasa, aroma dan bentuk bahan makanan yang asli.
4. Bahan makanan yang difortifikasi tidak mahal harganya dan masih mampu terbeli oleh masyarakat yang membutuhkannya.

5. Mudah dilakukan pengawasan pada waktu produksi maupun distribusi, sehingga dikehendaki proses fortifikasi yang terpusat.

Berdasarkan persyaratan tersebut diatas, penggunaan bahan makanan untuk difortifikasi vitamin A di Indonesia, memerlukan pertimbangan-pertimbangan tertentu.

Mengingat bahwa masih banyak orang-orang yang khawatir terhadap penggunaan MSG yang berlebihan didalam makanan, dan mengingat persyaratan WHO tersebut diatas, maka ada kemungkinan garam merupakan salah satu pilihan yang tepat sebagai bahan makanan untuk difortifikasi dengan vitamin A. Selain itu pengalaman yodifikasi garam di Indonesia diperkirakan dapat pula mempermudah penetrapan fortifikasi vitamin A pada garam. Sehingga besar harapan, bahwa hasil penelitian fortifikasi vitamin A pada garam dapat dikembangkan secara lebih luas dikemudian hari.

Maksud dan tujuan penelitian ini, ialah untuk mempelajari sampai seberapa jauh kemungkinan pencegahan penyakit Kurang Vitamin A (KVA) dan peningkatan status vitamin A, khususnya terhadap anak-anak pra sekolah, dapat dilakukan dengan pemberian garam yang difortifikasi vitamin A.

Untuk mencapai maksud dan tujuan umum tersebut diatas, maka penelitian ini diperinci menjadi beberapa tujuan khusus, yaitu :

1. Meneliti fesibilitas cara pencampuran vitamin A pada garam, dan meneliti stabilitas kandungan vitamin A didalam garam yang difortifikasi.

2. Meneliti organoleptik atau penerimaan garam yang difortifikasi vitamin A.
3. Mempelajari hubungan antara KVA dengan faktor-faktor lain, seperti penyakit infeksi, antropometri gizi, konsumsi zat gizi, dan anemia.
4. Mempelajari hubungan KVA dengan fungsi hormon, khususnya thyroid, dengan menentukan T3 (triiodothyronin) dan T4 (thyroxin) didalam darah.
5. Meneliti pemberian garam fortifikasi vitamin A terhadap peningkatan status vitamin A pada anak prasekolah.
6. Meneliti efektifitas garam fortifikasi vitamin A dibandingkan dengan kapsul vitamin A dosis tinggi. Pemberian kapsul ini secara periodik telah dikenal umum sebagai suatu cara yang paling efektif didalam menanggulangi KVA.

Dengan meningkatkan konsumsi vitamin A sehari-hari lewat cara fortifikasi, maka kekurangan vitamin A diharapkan dapat diatasi, dan berakibat xerophthalmia dapat diperbaiki. Hasil penelitian ini diharapkan pula akan dapat memberikan sumbangan tentang salah satu cara yang efektif yang dapat dilakukan untuk program pencegahan dan pemulihan keadaan KVA, yaitu dengan fortifikasi vitamin A didalam garam. Selain itu, hal-hal lainnya seperti hubungan KVA dengan penyakit infeksi, antropometri gizi, konsumsi zat gizi, dan fungsi thyroid, dapat lebih diperjelas, sehingga akan memberikan bahan yang berguna didalam usaha penetapan masalah gizi, terutama keadaan Kurang Vitamin A (KVA), dan pengambilan kebijaksanaan cara-cara mengatasinya.

TINJAUAN PUSTAKA

Vitamin A Alamiah

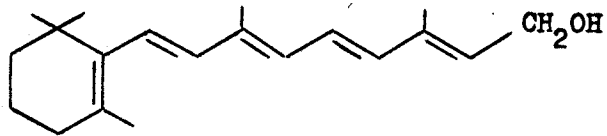
Vitamin A adalah penting untuk manusia, oleh karena vitamin A tidak dapat disintesa didalam tubuh. Vitamin A biasanya didapatkan dari makanan sehari-hari sebagai vitamin A (preform vitamin A), atau sebagai karoten (pro vitamin A) atau campuran dari keduanya.

Vitamin A alamiah ditemukan pada hewan menyusui, burung, ikan dan lain-lain, tetapi tidak ditemukan pada tumbuh-tumbuhan. Hewan mendapat makanannya dari tumbuh-tumbuhan dan mengubah karoten menjadi vitamin A, kemudian disimpan didalam hati dan lemak (minyak) badan. Sedangkan tumbuh-tumbuhan tidak mensintesa vitamin A, barangkali karena tidak dibutuhkan, tetapi mengandung banyak karoten yang dibutuhkan untuk fotosensitif dan fototropik (Ballintine, et al., 1980; Beuernfeind dan Cort, 1973).

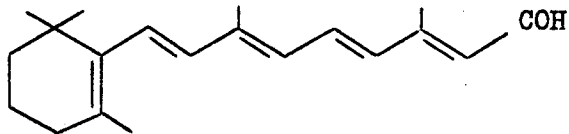
Vitamin A yang terdapat didalam alam, atau dalam bahan makanan yang berasal dari hewani, adalah retinol (vitamin A alkohol) dan retinil ester. Kebanyakan yang dikonsumsi manusia adalah retinil ester (IVACG, 1976). Gambar 1 menunjukkan formula struktur vitamin A yang dimaksudkan diatas.

Vitamin A alkohol (retinol) adalah isoprenoid polin alkohol, yang dapat terjadi dalam beberapa macam isometrik, yang masing-masing mempunyai aktifitas biologi yang berbeda-beda. Vitamin A ester adalah bentuk vitamin A yang disimpan didalam hati, dan vitamin A aldehid (retinal) didalam retina berikatan dengan protein membentuk pig-

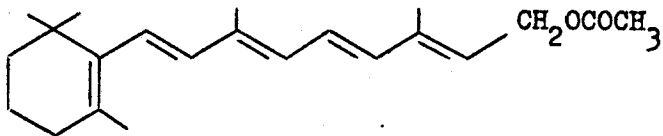
vitamin A alkohol



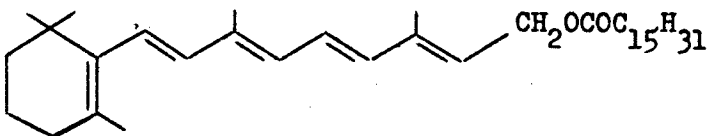
vitamin A aldehid



vitamin A asetat



vitamin A palmitat



Gambar 1. Formula Struktur Senyawa Vitamin A
(Bauernfeind, 1978)

men fotosensitif, rhodopsin, didalam proses penglihatan pada hewan dan manusia (Bauernfeind, 1978).

Vitamin A mempunyai 20 atom karbon dan lima ikatan rangkap. Adanya ikatan rangkap ini menyebabkan oksigen sangat mudah bereaksi dengan vitamin A.

Labilitas vitamin A dipengaruhi oleh berbagai faktor, yaitu :

1. Oksigen. Vitamin A akan sangat tidak stabil terhadap oksigen, bila tidak diberikan antioksidan.
2. Oksida lainnya. Vitamin A juga tidak stabil terhadap oksida, dioksida dan peroksida dan senyawa organik dan inorganik.
3. Asam. Vitamin A sensitif terhadap asam, yang dapat menyebabkan perubahan ikatan rangkap dan dehidrasi, kadang-kadang disertai dengan cis-trans isomerisasi.
4. Panas. Vitamin A tidak tahan terhadap panas yang tinggi. Pemanasan yang dilakukan pada proses masak-memasak di rumah-rumah tangga, tidak menyebabkan banyak vitamin A yang hilang.
5. Kelembaban dan unsur-unsur logam. Kelembaban yang tinggi menyebabkan vitamin A mudah rusak. Adanya logam copper, besi, mangan dan selenium mempermudah terjadinya kerusakan vitamin A yang disebabkan oleh oksigen, pemanasan, maupun kelembaban.

Vitamin A stabil pada pemanasan sampai temperatur sedang, disimpan pada tempat tertutup dan tidak tembus cahaya, tetapi labil bila ada oksigen atau bila terkena sinar violet. Dalam keadaan

alkali vitamin A sangat stabil (Bauernfeind, 1978; Davidson, Passmore dan Brock, 1973).

Karoten Alamiah

Karoten terdapat didalam jaringan fotosintetik, seperti pada akar, bunga, buah-buahan, biji-bijian dan sayur-sayuran. Juga secara sporadis terdapat pada berbagai jamur, kapang, dan bakteri. Pigmen berwarna kuning dan kemerah-merahan pada kulit, daging, udang, kerang, ikan, dan lain-lain, adalah juga karoten. Hewan diperkirakan tidak dapat mensintesa karoten, tetapi hewan-hewan tertentu mampu merubah struktur dasar karoten. Karoten berguna sebagai zat pemberi warna pada makanan dan lingkungan, disamping sebagai sumber vitamin A. (Simpson dan Chichester, 1980).

Karoten yang paling penting untuk manusia ialah beta-karoten, yaitu yang paling umum dijumpai sebagai pigmen dan sebagai sumber vitamin A. Lycopene merupakan prekursor beta-karoten, tetapi tidak mempunyai aktifitas vitamin A. Gamma karoten mempunyai aktifitas pro vitamin A hanya setengah beta-karoten. Beta hyptoxanthine tidak mempunyai aktifitas vitamin A. Lutein adalah pigmen yang banyak dijumpai pada buah-buahan, sayur-sayuran dan daun-daunan, dan astaxanthine adalah pigmen yang sering ditemukan pada hewan. (Simpson dan Chichester, 1980).

Pada saat sekarang lebih dari 400 karoten telah dapat diidentifikasi. Diantaranya hanya 50 sampai 60 karoten dapat berfungsi sebagai pro vitamin A. Tabel 2 memperlihatkan sebagian dari karoten

Tabel 2. Beberapa Macam Karoten yang Mempunyai Aktifitas Pro Vitamin A (Bauernfeind, 1972)

Karoten	Aktifitas pro vitamin A (%)
Beta karoten	100
Alfa karoten	50-54
Gamma karoten	42-50
Beta zeakaroten	20-40
3,4-dehydro-karoten	75
Beta karoten 5,6 monoepoxide	21
Beta karoten 5,8 monoepoxide	50
Beta semi-karotenenon	aktif
Beta apo - 8 - karotenal	72
Beta - apo - 8 - asam karoten	aktif
Anhydrolutein	21

yang mempunyai aktifitas pro vitamin A.

Karoten yang terdapat pada buah-buahan, sayur-sayuran dan juga hewan, larut dalam minyak. Karoten tersebut umumnya berada dalam bentuk ester atau kompleks dengan protein.

Kompleks karoten - protein dapat dipisahkan oleh pemasakan atau enzim proteolitik.

Selama proses pencernaan, karoten mengalami beberapa reaksi esterases, lipases, dan proteases yang menghasilkan karoten yang dapat larut didalam garam empedu. Kemudian karoten melakukan penetrasi lewat membran plasma dinding usus halus. Selama berada pada sel mukosa, karoten dikonversi menjadi retinal, dengan bantuan karotenoid-dioksigenase. Retinal direduksi menjadi retinol, diesterifikasi dan ditransportasikan kedalam hati untuk disimpan sebagai cadangan (Olson dan Lakshmanan, 1970). Proses absorpsi dan konversi, dipermudah oleh garam empedu, lemak dan protein.

Beberapa karoten diabsorpsi langsung dan dialirkan kedalam darah. Karoten ini dikonversi menjadi retinol didalam hati, atau disimpan dibagian tubuh lainnya seperti pada lemak badan, adrenal corteks dan pada kulit. Simpanan pada kulit, sering terjadi pada penderita diabetes atau karena konsumsi karoten yang sangat berlebihan (Simpson dan Chichester, 1980).

Hati menyimpan kurang lebih 90 % total vitamin A didalam badan, dalam bentuk ester. Jika dibutuhkan, vitamin A dikeluarkan dari hati dan diangkut oleh darah dalam bentuk retinol kompleks dengan plasma protein ke jaringan-jaringan badan (McLaren, 1980).

Banyak faktor mempengaruhi utilisasi beta karoten, dan diduga juga dipengaruhi oleh karotenoid lainnya. Karoten akan lebih efisien dipergunakan oleh tubuh dalam jumlah sedikit didalam makanan. Bila didalam makanan, karoten bertambah banyak, efisiensi konversi karoten menjadi vitamin A berkurang.

Oleh sebab itu, absorpsi beta karoten bervariasi, tetapi pada umumnya berkisar sepertiga dari jumlah yang dikonsumsi. Sebagian besar karoten yang telah diabsorpsi, dikonversi dan direduksi menjadi retinol. Tiap-tiap satu mikrogram beta karoten yang diabsorpsi mempunyai aktifitas biologi sebanyak setengah mikrogram. Sehingga setiap satu mikrogram beta karoten didalam bahan makanan yang dikonsumsi akan kurang lebih sama dengan $\frac{1}{3} \times \frac{1}{2} = 0.167$ ug retinol. Untuk mempermudah perhitungan konsumsi zat gizi, maka jumlah vitamin A yang diutilisasi oleh tubuh yang berasal dari beta karoten dalam bahan makanan, adalah mengalikannya dengan faktor 0.167.

Vitamin A dinyatakan dalam satuan internasional (SI) atau ug. Satuan tersebut ditetapkan pada tahun 1931 oleh Komisi Tetap mengenai Standar Biologi dari Liga Bangsa-Bangsa, dan didefinisikan sebagai aktifitas biologi satu gamma larutan USP reference standard vitamin A asetat kristal didalam minyak biji kapuk. Satu SI vitamin A setara dengan 0.3 ug vitamin A, atau setara dengan 0.6 ug beta karoten.

Karoten mula-mula ditemukan pada tahun 1831, pada wortel. Delapan puluh dua tahun kemudian baru ditemukan vitamin A pada minyak ikan dan mentega, yaitu pada tahun 1913. Dan baru sesudah seratus tahun setelah ditemukannya karoten, diketahui bahwa karoten ada hubungannya dengan vitamin A. Pada tahun itu juga yaitu tahun 1931, disepakati satuan vitamin A dinyatakan dalam Satuan Internasional (SI) yang setara dengan 0.6 ug beta karoten. Pada tahun 1947 vita-

min A dapat dibuat sintetis, dan pada saat sekarang vitamin A sintetis yang diperdagangkan sangat banyak melebihi dari 10^{15} SI setiap tahunnya.

Bauernfeind (1973) mereviu sejarah vitamin A dan pro vitamin A beserta para penemunya, seperti tertera pada Tabel 3.

Tabel 3. Sejarah Vitamin A dan Pro Vitamin A beserta Penemunya (Bauernfeind, 1973)

Tahun	Kejadian	Penemunya
1831	Karoten diisolasi dari wortel	Wackenrods
1906-11	Cara <u>column chromatography</u> dikembangkan untuk memisahkan karoten	Tswett
1907	Formula empirikal karoten dikembangkan	Willstatter dan Mieg
1913-15	Faktor pertumbuhan "A" yang larut dalam lemak ditemukan pada minyak ikan dan mentega	McCollum dan Davis; Osborne dan Mendel
1917	Xerophthalmia dikenal karena kurang vitamin A	McCollum dan Simmond
1919	Faktor pertumbuhan "A" dijumpai didalam hati ayam	Palmer dan Kempster
1919-20	Aktifitas vitamin A ada hubungannya dengan warna kuning (karoten) pada jagung	Steenbock, <u>et al.</u>
1921	Metoda penentuan faktor pertumbuhan "A" dikembangkan secara kuantitatif	Zilva dan Miura
1923	Bangsa burung juga membutuhkan vitamin A	Emmett dan Peacock

1920-25	Aktifitas vitamin A pada minyak ikan menyebabkan warna ungu bila direaksikan dengan asam sulfat atau trichlorida arsenat	Rosenheim dan Drummond
1924-26	Hewan memamah biak juga membutuhkan vitamin A	Hart, <u>et al.</u> ; dan Jones, <u>et al.</u>
1926	Warna yang stabil ditemukan dengan penambahan trichlorida antimon didalam chloroform	Carr dan Price
1928	Karoten juga memberikan reaksi yang sama terhadap metoda Carr-Price, dan dapat menyembuhkan penyakit kurang vitamin A pada tikus	von Euler, <u>et al.</u>
1928-31	Struktur kimiawi karoten dan vitamin A ditemukan	Katter, <u>et al.</u>
1930	Karoten dapat dikonversi menjadi vitamin A	Moore
1931	Standar vitamin A pertama yang dikembangkan : 0.6 ug beta karoten = 1 SI vitamin A	Liga bangsa-bangsa
1937-40	Vitamin A dapat dikristalkan	Holmes dan Corbett; Boxter dan Robeson
1947	Vitamin A dapat disintesa	Isler, <u>et al.</u> , Arens dan Van Dorf
1948	Vitamin A2 dapat diisolasi	Salah dan Morton
1949-50	Vitamin A sintetik mulai diperdagangkan	
1951-52	Penggunaan gelatin sebagai pelapis vitamin A supaya lebih stabil untuk diperdagangkan	
1950	Sintesa beta karoten	Karrer, <u>et al.</u> , Inhoffen, <u>et al.</u> , Milas, <u>et al.</u>
1950	Vitamin A standar disepakati : 1 SI = 0.0344 ug vitamin A asetat	WHO

- | | | |
|---------|--|--|
| 1951 | Vitamin A ₂ disintesa | Farrar, <u>et al.</u> |
| 1954-56 | Industrialisasi beta karoten sintetik untuk perdagangan | |
| 1958-59 | Sintesa beta apo - 8 - karotenal | Isler, <u>et al.</u> ,
Ruegg, <u>et al.</u> |
| 1970 | Lebih dari 10 ¹⁵ SI vitamin A sintetik diproduksi dan diperdagangkan setiap tahun | |
-

Vitamin A Sintetik

Selain vitamin A yang terdapat didalam makanan dalam bentuk alamiah, pengetahuan modern telah dapat memproduksi vitamin A sintetik. Produksi besar-besaran secara komersial disertai dengan peningkatan efisiensi teknologi, menyebabkan zat gizi yang vital ini dapat diproduksi dengan harga relatif murah, dan dalam jumlah yang tak terbatas (Bauernfeind, 1978).

Pembuatan vitamin A sintetik telah banyak dilakukan di negara-negara Amerika Serikat, Switzerland, Perancis, Republik Federasi Jerman, dan Rusia. Perusahaan-perusahaan farmasi terkenal seperti Roche (Basel, Switzerland) dan BASF (Ludwigshafen, Republik Federasi Jerman) memproduksi lebih dari dua pertiga produksi dunia.

Vitamin A sintetik dibuat dari aseton, bermula dari beta ionone kemudian mengalami proses selanjutnya yang berbeda antara pabrik satu dengan pabrik lainnya. Roche memprosesnya melalui methylheptenone, dehydrolinalool, pseudoionone, kemudian dilakukan kondensasi dua kali dengan isopropenyl ether. Sedangkan pada proses yang di-

lakukan oleh BASF, beta ionone dikonversi menjadi beta C₁₅ vinyl carbinol dengan penambahan acetylene dan sebagian hidrogenasi.

Dengan reaksi Wittig, yaitu ditambahkan 2 acetoxytiglic aldehyde, terjadi vitamin A asetat. Skema kedua macam proses ini dilukiskan pada Gambar 2.

Vitamin A sintetik umumnya adalah all - trans isomer. Vitamin A alkohol mempunyai aktifitas biologi tertinggi yaitu 3 333 000 SI per gram. Sedangkan vitamin A ester, seperti vitamin A asetat, dan vitamin A palmitat, yang biasanya dipergunakan untuk fortifikasi bahan makanan, masing-masing mempunyai aktifitas biologi sebesar 2 907 000 SI dan 1 820 000 SI per gram (Bauernfeind dan Cort, 1973).

Labilitas vitamin A sintetik tidak berbeda dengan vitamin A alamiah. Untuk mempertahankan stabilitas vitamin A, maka berbagai cara dapat dilakukan (Bauernfeind dan Cort, 1978; Klati, Hausheer, dan Huschke, 1970). Pada umumnya prinsip metoda stabilisasi vitamin A adalah sebagai berikut :

- a. Disimpan didalam tempat hampa udara.
- b. Disimpan pada temperatur rendah.
- c. Ditambahkan zat antioksidan.
- d. Dilapisi bahan protektif seperti gelatin, getah tumbuh-tumbuhan atau sebangsa lilin.
- e. Dibuat matrik dengan zat lain.

Nomor a dan b, adalah metoda yang biasa dilakukan untuk menyimpan senyawa yang tak stabil, tetapi cara-cara tersebut tidak praktis.

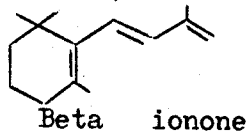
B A S F
(C₁₃ → C₁₅ → C₂₀)

Acetone

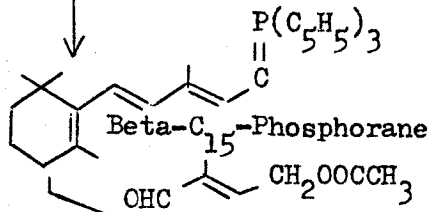
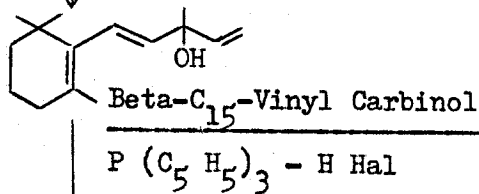
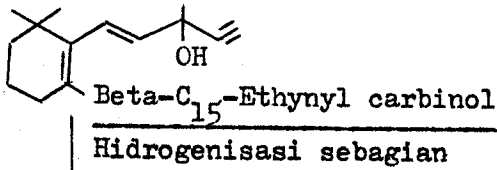
ROCHE

(C₁₃ → C₁₄ → C₂₀)

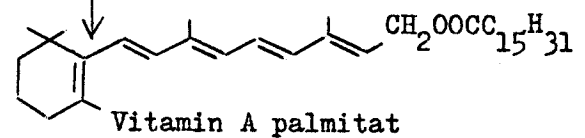
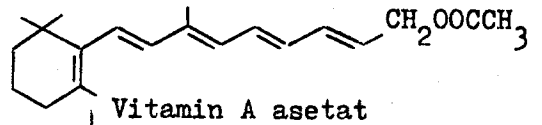
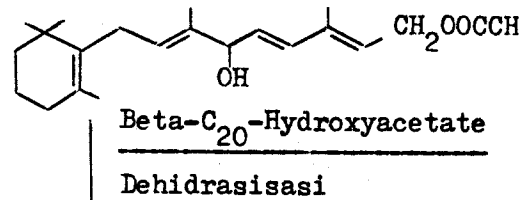
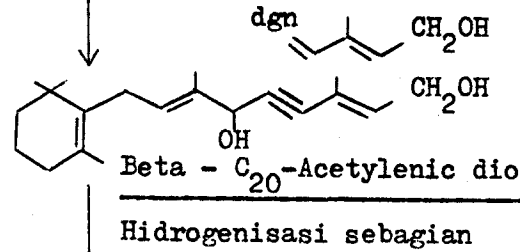
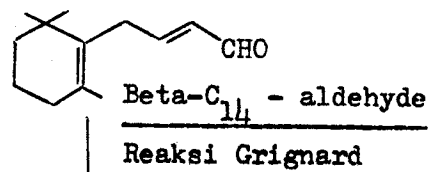
Kondensasi dengan acetylene



Sintesa glycidic ester



Reaksi Wittig



Gambar 2. Skema Pembuatan Vitamin A Sintetik (Bauernfeind, 1978)

Penggunaan zat anti oksidan lazim dilakukan terhadap vitamin A. Zat zat antioksidan yang tidak berbahaya dan diterima oleh banyak negara untuk keperluan penggunaan terhadap makanan adalah vitamin E, asam askorbat, butylated hydroxyanisole (BHA), butylated hydroxytoluene (BHT), propylgallate, dan yang paling populer sekarang adalah tertiary butyl hydroquinone (Bauernfeind dan Cort, 1973; Bauernfeind, 1978). Zat-zat antioksidan tersebut diatas adalah tidak beracun, tidak merugikan kesehatan, dapat dimakan, relatif tahan terhadap uap air, mudah dibawa-bawa, relatif murah dan banyak dipasarkan.

Telah banyak usaha dilakukan untuk mengembangkan produk vitamin A kering yang stabil (Klati, et al., 1970). Vitamin A kering dapat berbentuk bubuk, butir-butir, bulatan-bulatan yang sangat kecil, merjan atau manik, yang dapat dibuat melalui proses yang bermacam-macam pula, seperti absorpsi, granulasi, penyemprotan, atau prosedur kimia kompleks lainnya.

Pada dasarnya, bentuk vitamin A sintetik dikelompokkan menjadi dua macam, yaitu cair dan kering. Maksimum kadar vitamin A cair tergantung pada keinginan, yang dapat mempunyai potensi antara 1 650 000 SI sampai 1 825 000 SI per gram didalam larutan minyak sayur. Vitamin A cair dalam bentuk emulsi, berguna untuk keperluan pencampuran kedalam bahan makanan.

Vitamin A kering mempunyai potensi 250 000 SI per gram, atau lebih, telah dikembangkan dalam berbagai ukuran partikel dan bentuk, yang dilapisi dengan lapisan yang dapat tercerna. Vitamin A kering

dapat dibuat dispersible (bercampur homogen) didalam air panas atau dingin, tergantung pada pemakaiannya.

Bila vitamin A cair atau kering akan dipergunakan untuk fortifikasi, maka vitamin A tersebut dibuat sedemikian rupa, sehingga tidak menyebabkan perubahan warna, aroma dan rasa dari bahan makanan asli, stabil pada keadaan tertentu dan murah (Arroyave, Aguilera, dan Flores, 1977; Brooke, 1968; Crowley, 1974).

Hubungan Antara Metabolisme Vitamin A dengan Zat-zat Gizi Lainnya

Hubungan antara vitamin A dengan protein, telah dikenal luas. Suatu korelasi yang sangat nyata tampak antara serum pre albumin dengan serum vitamin A (Bauernfeind dan Cort, 1973; IVACG, 1980). Untuk metabolisme vitamin A dan transportasi vitamin A didalam darah, diperlukan pre albumin (PA) dan retinol binding protein (RBP), yang berasal dari makanan dengan kualitas protein yang tinggi. Kekurangan konsumsi protein juga akan mengganggu absorpsi vitamin A dan konversi karoten menjadi vitamin A pada usus halus.

Manusia membutuhkan vitamin C, karena tubuh tidak dapat memproduksi sendiri. Vitamin C dapat mengurangi kemungkinan terjadinya hipervitaminosis A, dengan cara memperlambat proses penyimpanan vitamin A didalam hati. Hipervitaminosis A pada tikus dapat dikurangi dengan pemberian vitamin C (IVACG, 1980). Pada manusia, dalam keadaan hipervitaminosis A, eksresi vitamin C dalam air seni meningkat. Bila diberi vitamin A, menyebabkan simpanan vitamin C menurun didalam jaringan, karena lebih banyak vitamin C dikeluarkan dalam air seni.

Mengenai hubungan antara vitamin A dan vitamin E, Beuernfeind (1974) telah melakukan peninjauan mengenai hal ini. Vitamin E ternyata melindungi kerusakan struktur lipo protein pada hewan yang hipervitaminosis A. Hipervitaminosis A pada ayam yang diberikan makanan sangat tinggi vitamin A setiap hari, dapat dikurangi dengan pemberian vitamin E yang juga tinggi. Hal serupa dibuktikan pula oleh Jenkins dan Mitchell (1975), yang memberikan vitamin E untuk mencegah hipervitaminosis A. Yang dan Desai (1977) membuktikan bahwa vitamin E dapat mempertinggi efisiensi absorpsi dan proses penyimpanan vitamin A. Dan telah pula dilaporkan oleh peneliti-peneliti lain (Oaks, Russell dan Jacob, 1978), bahwa vitamin E meningkatkan efisiensi pengambilan vitamin A oleh jaringan. Pada manusia, yaitu terhadap kelompok anak pra sekolah yang hanya diberi vitamin E, terjadi kenaikan plasma vitamin A yang lebih nyata dibandingkan dengan kelompok kontrol (Jagadesan dan Reddy, 1978). Namun IVACG (1980) akhir-akhir ini masih beranggapan, bahwa walaupun telah banyak penelitian membuktikan ada hubungan vitamin A dengan vitamin E, tetapi proses kerja-sama kedua vitamin tersebut belum banyak diketahui.

Terjadinya hypoprothrombinemia pada kasus hipervitaminosis A pada hewan maupun manusia, menimbulkan suatu dugaan adanya fungsi vitamin A yang bertentangan dengan vitamin K (IVACG, 1980). Pada tikus yang hipervitaminosis A terjadi penurunan masa pembekuan darah. Masa pembekuan akan menjadi normal bila diberikan vitamin K. Bagaimana terjadinya proses ini, apakah karena vitamin A mempengaruhi sintesa vitamin K didalam saluran pencernaan, atau vitamin A mengha-

langi absorpsi vitamin K, atau karena faktor lain, masalahnya belum terungkap.

Hipervitaminosis A pada tikus menyebabkan tulang lebih pendek dan lapisan kortises lebih tipis, tetapi setelah pemberian kalsium, perubahan tadi dapat disembuhkan (Moore dan Sharman, 1979). Terhadap manusia, IVACG (1980) telah memberikan tinjauan terhadap berbagai hasil penelitian. Perubahan struktur tulang dan hiper-kalsemia, telah terjadi pada wanita umur 31 tahun yang diberikan 3 500 000 SI vitamin A setiap hari selama 21 hari, pada remaja pria umur 18 tahun yang mengkonsumsi 200 000 SI vitamin A tiap hari selama dua tahun, dan pada wanita remaja umur 18 tahun yang mengkonsumsi 150 000 SI vitamin A ditambah tablet multivitamin tiap hari selama tiga tahun.

Hubungan antara hipovitaminosis A dengan anemia kurang zat besi, telah banyak dilaporkan, terutama pada anak pra sekolah. Dengan intervensi vitamin A, selain xerophthalmia dapat disembuhkan, juga prevalensi anemia dapat diturunkan (Meijia, Hodges, Arroyave, Viteri, dan Torum, 1977; Muhilal dan Darwin Karyadi, 1977; Reddy, 1977). Sama seperti kalsium, hubungan antara zat besi dengan vitamin A belum jelas terungkap.

Hubungan Vitamin A dengan Kelenjar Thyroid

Kelenjar gondok atau thyroid dapat mempengaruhi metabolisme berbagai zat gizi, tetapi penelitian mengenai hubungan fungsi thyroid dengan vitamin A belum banyak dilakukan.

Beberapa hasil percobaan pada hewan, sering menunjukkan ketidak samaan. Thyroid dilaporkan mempunyai peranan pada proses konversi karoten menjadi vitamin A, dan vitamin A defisiensi menyebabkan hipertropi thyroid pada tikus percobaan (Lukens, 1962). Sebaliknya Worker (1956) berkesimpulan, bahwa thyroid tidak mempunyai pengaruh pada konversi karoten menjadi vitamin A, jika karoten diberikan secara suntikan. Perbedaan ini, dan perbedaan-perbedaan yang mungkin ditemukan pada hasil-hasil penelitian lainnya, barangkali disebabkan karena perbedaan cara penelitian, perbedaan diit yang diberikan, variasi jumlah vitamin A yang diberikan, perbedaan umur, jenis kelamin, dan asal hewan yang digunakan.

Lukens (1962) telah melakukan tinjauan terhadap berbagai hasil penelitian tentang hubungan antara vitamin A dengan kelenjar thyroid. Dilaporkan, bahwa hewan yang hyperthyroidism menyebabkan kebutuhan vitamin A meningkat. Tikus yang disuntik thyroxin menyebabkan vitamin A didalam hati menurun, dan dengan memberikan makanan yang mengandung vitamin A tinggi, penurunan tersebut dapat dicegah.

Tikus yang hyperthyroidism, bila diberikan suplementasi vitamin A, tidak menyebabkan berat badan turun. Tetapi vitamin A telah dibuktikan berperanan aktif terhadap konsumsi oksigen yang tinggi (Dillman, Gale, Green, Johnson, Mackler dan Finch, 1980). Tikus yang diberi makan thyroid, dan vitamin A yang banyak, menyebabkan basal metabolisme naik sebanyak 25 %, sedangkan tikus yang hanya diberi makan thyroid, basal metabolisme naik 58 %. Tetapi bila kemudian vitamin A diberikan kepada kelompok tikus yang sebelumnya

hanya diberi makan thyroid, tidak ada pengaruhnya terhadap basal metabolisme. Jadi thyroid dan vitamin A yang diberikan bersama-sama tidak menyebabkan kenaikan konsumsi oksigen sebanyak yang hanya diberikan thyroid saja, tetapi vitamin A tidak mempunyai pengaruh yang nyata, bila basal metabolisme sudah naik (Lukens, 1962).

Pada manusia, dilaporkan bahwa vitamin A menyebabkan kenaikan berat badan dan merendahkan EMR (basal metabolic rate), dan penggunaan vitamin A bersama-sama yodium, dan diiodotyrosine untuk pencegahan keracunan, telah pula disarankan. Sebaliknya secara individual, dapat dipertunjukkan, bahwa hyperthyroid kadang-kadang disertai juga keadaan kurang vitamin A. Rendahnya serum vitamin A dan karoten, telah dilaporkan pada pasien yang hyperthyroid. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian pada hewan bahwa pasien yang hyperthyroid kebutuhan terhadap vitamin A meninggi. Pasien yang hyperthyroid membutuhkan ekstra vitamin A.

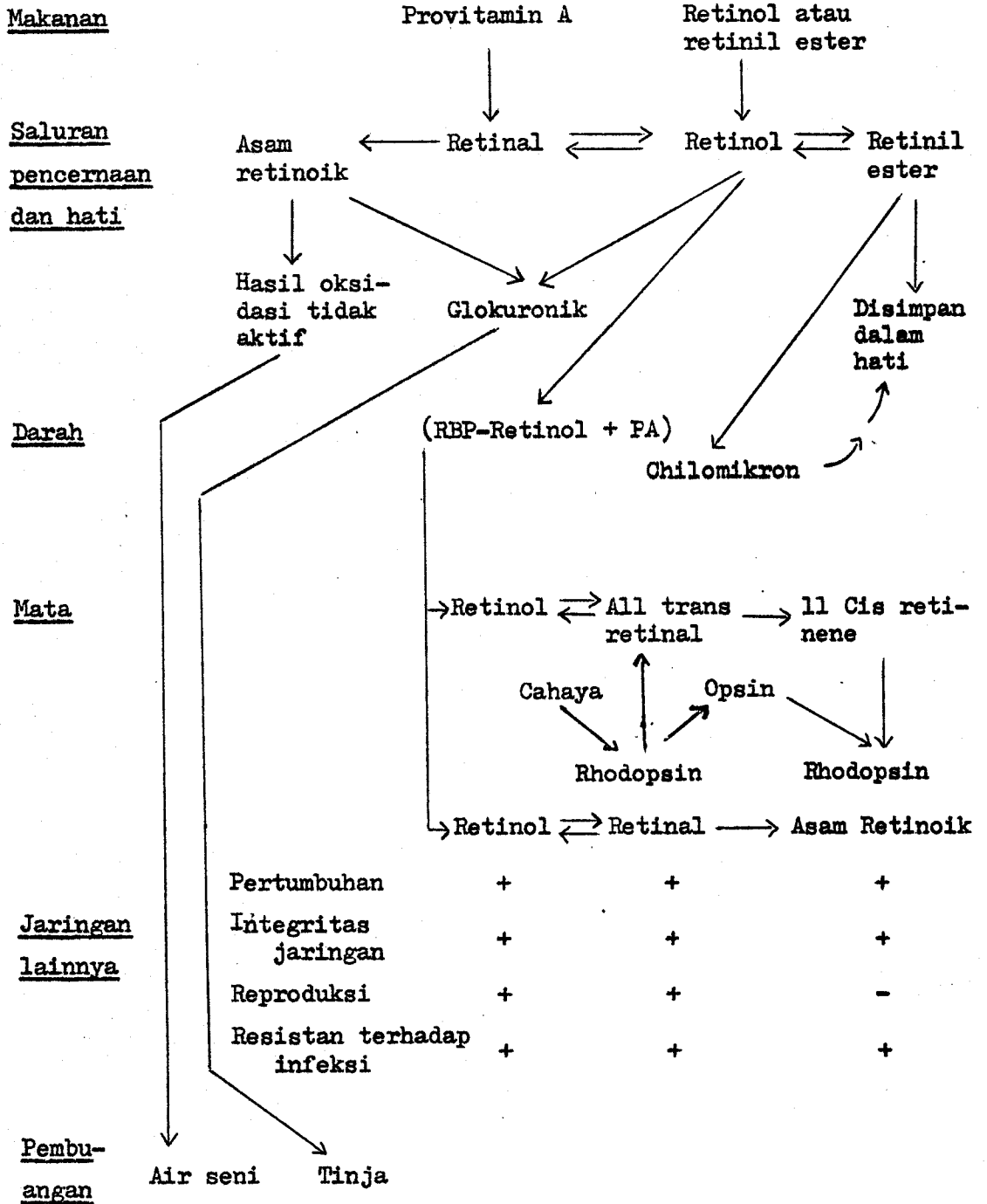
Fungsi dan Kebutuhan Vitamin A

Manusia umumnya mengkonsumsi vitamin A dalam bentuk preform vitamin A dan pro vitamin A. Di Amerika Serikat, separuh jumlah vitamin A yang dikonsumsi berasal dari karoten (Witschi, Houser, dan Littell, 1970). Dan di Inggris, sebanyak sepertiga konsumsi vitamin A, berasal dari karoten (Greaves dan Tan, 1966). Di Indonesia, sebanyak 80 % konsumsi vitamin A berasal dari karoten, dan hanya 20 % yang berasal dari hewani atau preform vitamin A (Directorate of Nutr. and Helen Keller Int., 1980).

Setelah preform vitamin A (vitamin A) dan pro vitamin A (karoten) yang dikonsumsi dicernakan dan diabsorpsi, maka proses selanjutnya adalah metabolisme. Gambar 3 memberikan keterangan tentang skema metabolisme beta karoten dan vitamin A.

Vitamin A aldehid (retinal) berperan penting pada proses penglihatan. Kemampuan mata melihat pada keadaan remang, tergantung kepada kehadiran rhodopsin. Rhodopsin adalah semacam apo-protein, opsin, bersenyawa dengan 11 - cis retinal, merupakan suatu pigmen yang sangat sensitif terhadap cahaya. Adanya rhodopsin memberikan stimulasi kepada sel-sel rod pada retina yang berjuta-juta banyaknya, yang membentuk struktur yang sangat spesifik. Dibagian dalam dari sel-sel rod ditemui mitokondria. Kemungkinan besar mitokondria ini yang mensuplai energi untuk suatu reaksi pada waktu cahaya mengenai pigmen yang berada dibagian depan dari sel-sel rod. Pada waktu cahaya mengenai pigmen (rhodopsin), berarti proses penglihatan dimulai, kemudian diteruskan ke sel-sel pada retina, lalu ditransformasikan kedalam susunan syaraf penglihatan (Davidson, et al., 1973; Edwards dan Hassals, 1971).

Apabila vitamin A tidak cukup tersedia, maka rhodopsin akan mengalami gangguan, sehingga orang yang bersangkutan mengalami kesulitan melihat didalam tempat yang gelap. Bila keadaan kurang vitamin A lebih berat, maka akan terjadi perubahan morfologis pada bagian luar epitel. Sel-sel epitel menjadi rata dan berlekatan satu sama lainnya. Apabila kerusakan epitel terjadi pada conjungtiva (bagian putih bola mata), maka terjadilah xerophthalmia. Dan xeroph-



Gambar 3. Skema Metabolisme Vitamin A (WHO, 1976)

thalmia akan bertambah berat, bila terjadi kerusakan pada retina.

Selain peranan vitamin A yang khas terhadap mata, vitamin A berperanan penting pula terhadap pertumbuhan, reproduksi, sekresi mukosa pada sel-sel epitel, sintesa glikoprotein, pencegahan keratinisasi dan pencegahan terhadap infeksi (BASF, 1978; WHO, 1976). Tetapi peranan vitamin A terhadap hal-hal yang disebut terakhir ini sangat kompleks dan prosesnya belum diketahui secara jelas.

Konsumsi vitamin A yang cukup, adalah penting untuk menyediakan vitamin A guna keperluan jaringan-jaringan badan, sehingga menyebabkan kegiatan metabolisme dan fungsi-fungsi jaringan berjalan normal. Para ahli telah mengembangkan suatu rekomendasi jumlah zat-zat gizi termasuk vitamin A yang dianggap cukup untuk mempertahankan kesehatan, yang disebut dengan istilah RDA (Recommended Dietary Allowances) atau di Indonesiakan menjadi K3G (Kecukupan Konsumsi Kalori dan Zat-zat Gizi).

Widya Karya Nasional Pangan dan Gizi (1978) telah menetapkan K3G yang dianggap sesuai untuk orang Indonesia, dan khusus untuk vitamin A, dapat dilihat pada Tabel 4.

Hipervitaminosis A

Hipervitaminosis A adalah disebabkan karena kesalahan pemakaian dosis vitamin A yang sangat berlebihan setiap hari, dalam jangka waktu lama.

Pada zaman dahulu hipervitaminosis tampak pada orang-orang Eskimo yang setiap hari makan hati beruang kutub atau hati anjing

Tabel 4. Kecukupan Konsumsi Kalori dan Zat-zat Gizi (K3G) Khusus untuk Vitamin A (Widya Karya Nasional Pangan dan Gizi, 1978)

Kelompok	Umur (tahun)	Vitamin A ^a (SI)	Kelompok	Umur (tahun)	Vitamin A ^a (SI)
Bayi	$\frac{1}{2}$ - 1	1200	Wanita	10 - 12	3450
Anak	1 - 3	1500		13 - 15	3500
	4 - 6	1800		16 - 19	3500
	7 - 9	2400		20 - 39	3500
	10 - 12	3450		40 - 59	3500
Pria	13 - 15	4000		60	3500
	16 - 19	4000	Wanita hamil		4000
	20 - 39	4000	Wanita menyusui		6000
	40 - 59	4000			
	60	4000			

^a untuk dijadikan ug, dikalikan 0.3.

laut, yang banyak sekali mengandung vitamin A. Tetapi sesudah itu tidak pernah lagi dilaporkan adanya hipervitaminosis A sebagai akibat konsumsi makanan. Pada zaman modern hipervitaminosis A dapat terjadi, disebabkan karena orang mengobati diri sendiri atau keluarga sendiri dengan dosis vitamin A yang sangat tinggi, yang dikonsumsi setiap hari dalam suatu periode tertentu, tanpa konsultasi dengan dokter. Tetapi belum dilaporkan ada yang meninggal karena hipervitaminosis A (Bauernfeind dan Cort, 1973; IVACG, 1980).

Hipervitaminosis A dapat menimbulkan gejala-gejala sakit pinggang, sakit perut, diare, muntah, pusing, kulit gatal dan kemerah-

merahan atau bersisik, lemah, dan tidak ada nafsu makan. Dengan memberhentikan konsumsi vitamin A dosis tinggi, gejala-gejala tersebut akan sembuh dengan sendirinya (IVACG, 1980).

Adanya kemungkinan hipervitaminosis A yang berasal dari konsumsi makanan adalah sangat kecil, karena tubuh mempunyai kemampuan toleransi 150 kali dari K3G yaitu kecukupan konsumsi vitamin A yang dianjurkan. (Tetapi jumlah ini tidak berlaku untuk bayi dan ibu hamil). Jadi seorang anak umur satu sampai tiga tahun yang membutuhkan 1 500 SI setiap hari, bila diberikan suatu dosis 150 kali lebih besar dari jumlah ini, tidak akan membahayakan anak. Dengan cara yang sama, diperhitungkan dosis paling tinggi untuk orang laki-laki dewasa adalah 495 000 SI, dan wanita dewasa 396 000 SI. Dengan demikian kapsul vitamin A dosis tinggi yang berisikan 200 000 SI vitamin A ester didalam larutan minyak, dianggap dapat diterima dan tidak menyebabkan sakit (IVACG, 1980).

Dosis maksimal yang diberikan setiap hari, dapat pula diperhitungkan berdasarkan berat badan (BB). Dosis yang diperkirakan dapat menyebabkan hipervitaminosis A adalah antara 2 500 SI sampai 50 000 SI per kg BB untuk jangka waktu tertentu. Selanjutnya Tabel 5 memberikan gambaran perkiraan dosis maksimal yang dapat diberikan setiap hari.

Jika dosis yang diberikan melebihi dari dosis maksimal seperti pada Tabel 5, dan apabila tanda-tanda hipervitaminosis mulai tampak, maka pemberian vitamin A dihentikan dahulu untuk beberapa lama, sebelum dilanjutkan lagi (IVACG, 1980).

Tabel 5. Gambaran Perkiraan Dosis Vitamin A Maksimal untuk Penyembuhan dan Pencegahan Keadaan Kurang Vitamin A (IVACG, 1980)

Kelompok umur (tahun)	Dosis maksimal vitamin A, untuk konsumsi tiap hari	
	Pencegahan ^a	Pemulihan ^b
 (SI)	
B a y i	3 000	6 000
Anak, umur 1 - 3	6 000	12 000
Anak, umur 4 - 6	10 000	25 000
Anak, umur 7 - 10	15 000	50 000
Remaja, umur 11 - 17	20 000	100 000
Wanita dewasa, ^c umur \geq 18	25 000	125 000
Pria dewasa, umur \geq 18	30 000	150 000

^aLebih tinggi dari K3G, 2 - 9 kali

^bLebih tinggi dari K3G, 4 - 45 kali

^cTidak termasuk wanita hamil

Konsumsi karoten yang sangat berlebihan tidak menyebabkan hipervitaminosis A, dan tidak pula serum vitamin A menjadi sangat tinggi. Dua macam mekanisme fisiologis melindungi badan dari keracunan karotenoid, yaitu : a) efisiensi absorpsi pada saluran pencernaan menurun sangat cepat, b) konversi karoten menjadi vitamin A diperlambat. Seseorang yang mengkonsumsi karoten sangat banyak, menyebabkan warna kuning pada kulit, dan karoten didalam darah menjadi sangat tinggi. Keadaan ini tidak mempunyai pengaruh negatif terhadap kesehatan, dan akan berangsur-angsur hilang, bila obat atau ba-

han makanan yang mengandung karoten tinggi itu tidak dikonsumsi lagi.

Hipovitaminosis A atau Keadaan Kurang Vitamin A (KVA)

Xerophthalmia dan Akibat KVA Lainnya

Konsumsi vitamin A dan pro vitamin A yang sangat rendah, dibawah dari kecukupan konsumsi vitamin A yang dianjurkan, dan berlangsung dalam waktu yang relatif lama, akan dapat mengakibatkan suatu keadaan yang disebut Kurang Vitamin A (KVA).

Keadaan KVA akan tampak bila simpanan vitamin A didalam hati sudah sangat menipis, atau hilang sama sekali, disertai serum vitamin A yang rendah. Pada orang dewasa yang normal, simpanan vitamin A didalam hati cukup untuk keperluan dua tahun, tetapi pada anak yang sedang bertumbuh pesat, bila makanan sehari-hari tidak atau kurang sekali mengandung vitamin A, maka xerophthalmia akan tampak dalam beberapa minggu (Oomen, 1976).

Xerophthalmia adalah suatu keadaan kerusakan pada mata atau kelainan penglihatan yang disebabkan oleh kekurangan vitamin A. Xerophthalmia merupakan manifestasi yang paling khas dari KVA, terutama pada anak pra sekolah. Pada orang dewasa xerophthalmia jarang sekali ditemukan, tetapi lebih menunjukkan kelainan pada kulit. Selain itu pada orang dewasa yang diberi diet kurang vitamin A, setelah berbulan-bulan baru tampak kelainan-kelainan berupa anemia, kesulitan membedakan warna, kemunduran penciuman dan rasa terhadap makanan, dan kehilangan keseimbangan vertibular (Anzano, Lamb, Olson,

1979; Hodges, 1980). Thompson (1969) melaporkan KVA dapat pula menyebabkan tikus jantan menjadi mandul, dan tikus betina melahirkan anak yang jumlahnya kurang dari biasanya.

Pada anak-anak, KVA dapat berakibat lebih berat lagi. KVA dapat menyebabkan pertumbuhan badan terganggu, dan kekebalan badan terhadap penyakit infeksi berkurang. Pada hewan-hewan yang masih muda KVA menyebabkan keratinisasi epitel pada konjungtiva, kornea, paru-paru, dan saluran pencernaan, dengan sekresi mukosa yang rendah, disertai xerosis (luka). Kelainan dapat pula terjadi pada pertumbuhan dan perkembangan tulang, dan efek sampingan terjadi pada susunan urat syaraf. Kejadian serupa dapat terjadi pada manusia, tetapi kurang dapat dipastikan karena percobaan-percobaan yang dilakukan sangat terbatas, dan ketidak mampuan para peneliti mengikuti secara saksama kejadian defisiensi dan infeksi (Ballintine, et al., 1980; Hodges, 1980; Oomen, 1976).

Epidemiologi Xerophthalmia

Xerophthalmia adalah suatu keadaan dan barangkali juga suatu parameter dari suatu masyarakat miskin. Selain faktor sosial-ekonomi juga pengetahuan ibu terhadap gizi sangat rendah. Di Indonesia misalnya, dimana makanan sumber karoten berlimpah, KVA masih juga sangat umum dijumpai. Faktor infeksi juga berperanan sangat penting. Pada musim-musim tertentu, pada waktu wabah banyak berjangkit, maka angka prevalensi KVA meningkat. Berbagai macam penyakit infeksi seperti tuberkulosis, pertussis, disentri, dan askariasis berhubungan

erat dengan xerophthalmia. Dan penyakit campak merupakan salah satu penyebab xerophthalmia (Ballintine, et al., 1980; Direct. of Nutr. and Helen Keller Int., 1980; Oomen, 1976).

Masalah terlalu banyak anak ada hubungan dengan KVA, Ibu yang melahirkan terlalu sering menyebabkan keadaan gizi ibu rendah. Keadaan kurang gizi pada ibu menyebabkan volume air susu berkurang dan kadar vitamin A didalam ASI (air susu ibu) lebih rendah. Selain itu, ibu yang mengganti ASI dengan susu botol atau makanan artifisial untuk anaknya, sering menyebabkan diare dan infeksi, sehingga absorpsi dan utilisasi vitamin A terganggu, yang dapat mengakibatkan anak menderita xerophthalmia (FAO/WHO, 1967).

Lemak atau minyak berasal dari makanan penting gunanya untuk absorpsi karoten dan vitamin A didalam saluran pencernaan. Di daerah-daerah miskin, konsumsi lemak biasanya sangat rendah.

Di daerah-daerah yang dijumpai banyak anak yang menderita KKP (kurang kalori protein), biasanya prevalensi xerophthalmia juga tinggi. Anak yang menderita KKP, mempunyai kemampuan mengkonversi karoten menjadi vitamin A berkurang. Selain itu anak yang KKP sering pula menderita diare, penyakit pada saluran pencernaan, dan saluran pernafasan. Sehingga absorpsi dan utilisasi vitamin A didalam badan menjadi terganggu. Sebaliknya xerophthalmia dapat menyebabkan anak menderita KKP, dan proporsi anak yang KKP yang menunjukkan gejala xerophthalmia biasanya bervariasi antara satu daerah dengan daerah lainnya. Di Afrika Barat, dimana masyarakat biasa menggunakan

minyak kelapa sawit yang kaya karoten sebagai minyak goreng, tidak ditemukan xerophthalmia diantara anak-anak yang KKP; di Jordan ditemukan kurang dari lima per sen, sedangkan di Indonesia 50 sampai 70 %. Angka kematian anak yang menderita kombinasi xerophthalmia dan KKP, empat kali lebih tinggi dari pada anak yang hanya menderita KKP saja (McLaren, et al., 1965; Oomen, 1976).

Anak-anak usia muda adalah yang paling rawan terhadap KVA. Hal ini disebabkan karena anak membutuhkan vitamin A yang relatif lebih tinggi untuk pertumbuhan, disamping itu frekwensi sakit pada anak lebih sering yang menyebabkan terganggunya konsumsi, absorpsi dan utilisasi vitamin A didalam badan. Makin muda usia anak terkena xerophthalmia, makin besar resiko yang diderita anak yang bersangkutan (Ballintine, et al., 1980; Oomen, 1976).

Parameter Biokimia dan Klinis

Biokimiawi

Vitamin A didalam plasma terutama terdiri dari dua macam, yaitu retinol dan vitamin A ester. Walaupun pada keadaan normal, retinol lebih besar dari 90 %, tetapi dalam keadaan tertentu vitamin A ester ada cukup tinggi. Namun untuk kebutuhan penelitian di lapangan, pemisahan kedua macam vitamin A ini tidak banyak gunanya melainkan hanya membuang-buang waktu dan uang (IVACG, 1976). Demikian pula penentuan RBP (retinol binding protein) didalam serum atau plasma, walaupun berguna untuk mengetahui pengaruh KKP terhadap transportasi vitamin A didalam tubuh, tetapi tidak nyata kegunaannya terhadap pe-

ngetahuan mengenai prevalensi KVA (IVACG, 1976). Pandangan yang sama dinyatakan pula oleh Oomen (1976), bahwa vitamin A dosis tinggi yang diberikan kepada anak yang menderita kombinasi xerophthalmia dan KKP, dapat menyembuhkan xerophthalmia, dan meninggikan kadar serum vitamin A dan simpanan vitamin A didalam hati, walaupun kepada anak tersebut tidak diberikan suplementasi protein.

Klassifikasi yang paling umum dipergunakan adalah klassifikasi yang dikutip dari Interdepartmental Committee on Nutrition for National Defense (ICNND). Menurut ICNND (1957), serum atau plasma vitamin A < 10 ug % dinyatakan defisiensi atau kurang, $10 - 19$ ug % disebut rendah, dan ≥ 20 ug % adalah cukup.

Menurut IVACG (1976), serum karoten tidak dapat dipergunakan untuk menentukan status vitamin A seseorang, tetapi mempunyai kegunaan lain, yaitu : a) serum karoten yang tinggi menunjukkan bahwa makanan yang dikonsumsi mengandung banyak karoten, b) kadar serum vitamin A yang ditentukan berdasarkan reaksi Carr-Price, harus dikoreksi dengan kadar serum karoten, dan c) prosedur analisa karoten mudah dilakukan.

Dasar-dasar penentuan vitamin A yang dikenal pada saat ini, menurut IVACG (1976), adalah sebagai berikut :

1. Pembentukan warna biru antara vitamin A dalam keadaan anhidrus dengan asam trifluoroasetat (reaksi Carr-Price).
2. Pengukuran sensitifitas vitamin A terhadap reaksi ultra-violet (prosedur Bessey - Lowry).

3. Fluoresen warna kuning kehijau-hijauan pada 470 nm terhadap retinol dan vitamin A ester.
4. Spektrum retinol yang mempunyai absorpsi maksimum pada 325 nm dan $E_{1\%}^{1\text{cm}}$ sama dengan 1 832 didalam etanol.
5. Dehidrasi retinol menjadi anhidroretinol, yang mempunyai absorpsi maksimum pada 375 nm dan $E_{1\%}^{1\text{cm}}$ sama dengan 3 650, didalam etanol.

Meskipun semua prosedur vitamin A yang mempunyai dasar seperti tersebut diatas, adalah umumnya baik pada keadaan tertentu, tetapi prosedur yang dianjurkan untuk keperluan penelitian di lapangan adalah prosedur mikro (0.1 sampai 0.2 ml serum atau plasma) pada reaksi Carr - Price, dengan mempergunakan asam trifluoroasetat atau asam trichloroasetat, seperti pada metoda yang dikembangkan oleh Neeld - Pearson atau Bayfield. Metode ini mempunyai keuntungan, karena caranya sederhana, sensitifitas yang cukup tinggi, dan telah dipakai di mana-mana. Yang terpenting pada metode ini, adalah penggunaan standar (larutan baku) yang benar-benar dapat dipertanggung-jawabkan (IVACG, 1976).

Klinis

Manifestasi kelainan pada mata, adalah satu-satunya tanda klinis yang dapat dipercaya terhadap adanya KVA. Buta senja merupakan tanda-tanda permulaan xerophthalmia. Kekurangan penyediaan vitamin A aldehid (retinal) kepada sel-sel rod pada retina, menyebabkan kerusakan kemampuan adaptasi pada keadaan gelap. Lama sebelum yang ber-

sangkutan merasakan adanya buta senja, keadaan ini telah dapat dide-
teksi dengan mempergunakan alat adaptometry atau electrotinography.
Tetapi peralatan ini harganya mahal, sehingga jarang tersedia di
lapangan. Yang biasa dilakukan adalah dengan wawancara terhadap
ibunya mengenai kebiasaan anaknya diwaktu senja.

Untuk keperluan suatu survai, buta senja merupakan salah satu
parameter yang sangat bermanfaat untuk diketahui. Hal ini disebab-
kan karena pengenalan buta senja dengan wawancara maupun dengan cara
uji penglihatan di ruang gelap, dapat dilakukan dengan cara yang se-
derhana, murah, spesifik, dan tidak memerlukan tenaga medis atau
paramedis tertentu, melainkan setiap orang dapat melakukannya.

Konjungtiva xerosis merupakan tanda lain xerophthalmia yang ma-
sih pada taraf permulaan. Dibagian sudut pada bagian putih bola ma-
ta, menjadi kasar, kering dan mengkerut. Mata tidak basah, walaupun
sedang ada air mata. Pada waktu anak menangis, kelihatan keriput-
keriput yang melengkung lebih jelas. Kerutan tampak berupa garis
vertikal, bukan horizontal. Kemampuan konjungtiva mentransmit cah-
ya menurun, dan konjungtiva menjadi lebih tebal, kasar, dan kaku
(Ballintine, et al., 1980; IVACG, 1976). Perubahan pigmen pada bagian
putih bola mata tampak lebih jelas pada anak yang kulitnya tidak pu-
tih. Pada mulanya pigmen bewarna kekuning-kuningan, kemudian abu-
abu, dan akhirnya coklat gelap. Perubahan pigmen berlangsung perla-
han-lahan, memakan waktu berminggu-minggu, atau berbulan-bulan.

Bercak Bitot merupakan kelanjutan dari konjungtiva xerosis.
Pada konjungtiva (bagian putih bola mata) tampak suatu plek atau

bercak kecil yang bewarna abu-abu perak. Bentuknya seperti segitiga atau sisik ikan, atau kadang-kadang berbentuk oval yang garis tengahnya panjang mendatar. Bercak Bitot kadang-kadang tampak pada formasi vertikal atau terpisah-pisah. Tidak semua bercak Bitot tampak seperti berbusa, atau berbuih, tetapi kadang-kadang menyerupai keju atau lemak. Bercak Bitot yang biasanya disertai xerosis, sangat responsif terhadap terapi vitamin A. Bercak Bitot yang tidak disertai xerosis, biasanya terjadi pada anak remaja atau dewasa.

Apabila kelainan sudah tampak pada kornea (bagian hitam bola mata), maka keadaan sudah mulai gawat. Pada tahap ini, sering disebut xerophthalmia aktif. Kornea xerosis adalah salah satu gejala, dimana kornea menjadi kering, tidak transparan dan berkabut, dan kadang-kadang terjadi perubahan warna menjadi seperti warna susu. Keadaan ini masih dapat diperbaiki, dengan pemberian suplementasi vitamin A.

Tetapi pada keadaan selanjutnya, sudah tidak dapat lagi disembuhkan. Kornea menjadi luka (bernanah) pada bagian tertentu atau seluruh kornea. Luka biasanya tampak pada bagian bawah atau bagian tengah bola mata. Keadaan ini disebut kornea ulserasi.

Keratomalasia merupakan xerophthalmia yang paling berat sebelum anak menjadi buta. Pada sebagian atau seluruh kornea timbul kerusakan. Kornea berubah warna dari hitam menjadi putih kotor, atau kekuning-kuningan, dan lensa mata menjadi agak menonjol keluar.

Kornea skars adalah kornea ulserasi atau keratomalasia yang sudah diobati. Penglihatan menjadi kabur, yang tingkat keaburannya tergantung kepada keadaan xerophthalmia yang dideritanya pada waktu lampau. Kornea skars tidak bertambah kabur atau bertambah terang penglihatannya, melainkan permanen seperti yang diderita sekarang, karena itu disebut dengan istilah xerophthalmia pasif.

IVACG (1976), menyebut klasifikasi xerophthalmia yang diterangkan diatas, dengan singkatan-singkatan seperti terlihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Klasifikasi Xerophthalmia (IVACG, 1976)

Singkatan	Klasifikasi
X N	Buta senja
X ₁ A	Konjungtiva xerosis
X ₁ B	Bercak Bitot dengan konjungtiva xerosis
X ₂	Kornea skars
X ₃ A	Kornea ulserasi dengan xerosis
X ₃ B	Keratomalasia
X S	Kornea skars

WHO (1976) telah menetapkan kriteria terhadap jumlah anak yang menderita KVA atau xerophthalmia, untuk dapat dinyatakan sebagai masalah kesehatan masyarakat, atau untuk dapat dinyatakan bahwa KVA endemik di daerah itu, sehingga diperlukan suatu program secara ma-

sal untuk mengatasi masalah ini. Kriteria yang dimaksud dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Kriteria KVA sebagai Masalah Kesehatan Masyarakat (IVACG, 1981)

Klassifikasi KVA	Jumlah terhadap total anak yang diperiksa
	(%)
1. X_1 B	0.50
2. X_2 / X_3 A / X_3 B	0.01
3. X S	0.05
4. Serum vitamin A kurang dari 10 ug/100 ml	5.00

Apabila hasil suatu survai di suatu daerah menunjukkan bahwa KVA melebihi salah satu kriteria dari empat kriteria IVACG (1981) yang ditulis didalam Tabel 7 tersebut, maka dapat dinyatakan bahwa KVA merupakan masalah kesehatan masyarakat di daerah tersebut, sehingga didalam pemecahan masalah diperlukan cara-cara pendekatan seperti yang lazim digunakan pada usaha kesehatan masyarakat.

Hasil survai tingkat nasional baru-baru ini menunjukkan bahwa 15 propinsi di Indonesia adalah daerah rawan xerophthalmia (Direct. of Nutr. and Helen Keller Int., 1980). Dan Indonesia merupakan salah satu negara yang prevalensi KVA atau xerophthalmia tertinggi di dunia (Ballintine, *et al.*, 1980; Sommer, Sugana, Hussaini, Tarwotjo, 1979; WHO, 1976).

Cara-Cara Penanganan Masalah KVA (Kurang Vitamin A)

Ada bermacam cara penanganan masalah KVA, yaitu : a) pemberian kapsul vitamin A dosis tinggi, b) fortifikasi, c) pendidikan gizi, d) pemanfaatan tanaman pekarangan, e) peningkatan sosial-ekonomi keluarga, dan lain-lain. Tetapi yang dianggap paling efektif dapat memberikan hasil yang nyata dalam waktu relatif singkat adalah pemberian kapsul vitamin A dosis tinggi dan fortifikasi (Bauernfeind, 1978).

Kapsul Vitamin A Dosis Tinggi

Kapsul vitamin A dosis tinggi berisikan 200 000 SI (60 000 ug) vitamin A dan 40 SI vitamin E didalam larutan minyak. Kapsul terbuat dari gelatin yang ujungnya berupa puting yang dapat digunting bila isinya akan ditekan keluar. Hal ini penting untuk diberikan kepada bayi yang belum dapat menelan kapsul. Kapsul ini dapat pula ditelan, dan dalam jangka waktu 10 menit didalam saluran pencernaan gelatin sudah tercerna (Bauernfeind, 1978).

Untuk bayi dibawah umur satu tahun, diberi setengah dari isi kapsul ini. Untuk anak berumur satu sampai enam tahun (pra sekolah) diberikan satu kapsul setiap tiga sampai enam bulan. Wanita hamil yang baru melahirkan, dianjurkan mengkonsumsi satu kapsul, untuk membantu meningkatkan kadar vitamin A didalam ASI (air susu ibu). Untuk wanita hamil, diberikan suplemen vitamin A tidak melebihi 10 000 SI (3 000 ug retinol) tiap hari. Walaupun belum ada kejadian, bahwa vitamin A berbahaya untuk janin dalam kandungan, namun pemberi-

an vitamin A perlu berhati-hati sebelum ada ketetapan yang pasti mengenai hal ini (IVACG, 1980).

Stabilitas vitamin A didalam kapsul sangat baik, dan dapat disimpan sampai 42 bulan. Penyimpanan selama masa tersebut, tidak menyebabkan pengurangan vitamin A didalam kapsul lebih dari 10 % (Bauernfeind, 1974; Bauernfeind, Newmark dan Brin, 1974). Apabila kapsul diberikan kepada anak pra sekolah, maka sebanyak 30 - 50 % dari dosis disimpan didalam hati sebagai cadangan untuk kebutuhan jaringan pada waktu berikutnya (Bauernfeind dan Cort, 1973).

Hasil pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa pemberian kapsul dengan dosis 200 000 SI vitamin A untuk anak pra sekolah dan 10 000 SI untuk bayi, adalah dosis yang efektif untuk pemulihan dan pencegahan xerophthalmia tanpa adanya gejala-gejala efek sampingan yang merugikan. Dosis ini juga efektif untuk anak yang baru sembuh dari penyakit parasit, mikrobial ataupun viral (Bauernfeind, et al., 1974; Bauernfeind, 1974; IVACG, 1976; WHO, 1976).

Untuk pengobatan di klinik terhadap xerophthalmia berat, maka bantuan darurat berupa suntikan 100 000 SI untuk bayi dapat dilakukan. Tetapi hasil penelitian baru-baru ini menunjukkan bahwa penyuntikan dengan 100 000 SI secara intramuskular, kurang lebih sama efektifnya dengan pemberian kapsul berisikan 200 000 SI vitamin A secara oral (Direct. of Nutr. and Helen Keller Int., 1980). Sehingga dianjurkan untuk hanya memberikan kapsul vitamin A, baik di lapangan maupun di klinik, karena pemberian kapsul jauh lebih praktis.

Program pemberian kapsul vitamin A dosis tinggi, telah dilakukan di Indonesia, India, Philippina, Haiti, El Salvador, Bangladesh, dan di beberapa negara sedang berkembang lainnya.

Masalah yang timbul, terutama adalah pada pendistribusian dan penyampaian kapsul sampai kepada konsumen. Untuk ini diperlukan personil-personil yang banyak sekali, walaupun personil-personil tersebut tidak memerlukan keahlian tertentu. Disamping itu suatu cakupan mungkin tidak tercapai, karena didalam penyampaian biasanya banyak yang terlewatkan. Dan karena pemberian kapsul ditujukan kepada anak yang menderita xerophthalmia, maka anak-anak yang tergolong high risk, yaitu yang sudah tergolong KVA tetapi belum menunjukkan tanda-tanda kelainan pada mata, juga terlewatkan. Padahal jumlah anak-anak ini jauh lebih banyak dari pada yang xerophthalmia. Selain itu harga kapsul jauh lebih mahal dari vitamin A nya sendiri, biaya operasional juga mahal, dan monitoring sulit dilakukan.

Fortifikasi

Karakteristik menu makanan di daerah-daerah yang kurang maju, adalah : a) zat-zat gizi didalam makanan yang dikonsumsi tidak cukup memenuhi kebutuhan badan, dan b) tidak banyak macam bahan makanan yang dimakan setiap hari.

Dalam hal ketidak cukupan zat gizi mikro, seperti vitamin A, dapat diatasi dengan menambahkan zat gizi yang kurang itu, kedalam bahan makanan tertentu yang biasa dikonsumsi masyarakat. Cara ini

disebut fortifikasi. Pendekatan seperti ini, telah dibuktikan berhasil pada yodisasi garam (Arroyave, 1980).

Di negara-negara sedang berkembang, fortifikasi dimaksudkan untuk : a) mencegah kebutaan, b) meningkatkan status vitamin A untuk golongan masyarakat yang tergolong high risk, dan c) meningkatkan status vitamin A untuk seluruh lapisan masyarakat (IVACG, 1980).

Oleh karena anak pra sekolah sangat memerlukan tambahan vitamin A, maka beberapa makanan yang biasa dikonsumsi, seperti susu skim, terigu, beras (tepung) jagung, dan berbagai makanan sapihan, ditambahkan vitamin A didalamnya, seperti terlihat pada Tabel 8.

Selain bahan makanan dan makanan sapihan yang disebutkan dalam Tabel 8, maka bahan makanan lainnya : minyak goreng, teh, beras, gula pasir dan MSG (Mono Sodium Glutamat) juga difortifikasi dengan vitamin A, seperti yang telah dilakukan di beberapa negara.

Fortifikasi Vitamin A pada Berbagai Bahan Makanan

Bauernfeind (1978) telah melakukan tinjauan terhadap beberapa macam bahan makanan yang difortifikasi dengan vitamin A, yang akan diuraikan dibawah ini.

Fortifikasi Vitamin A pada Minyak dan Lemak

Minyak dan lemak adalah bahan makanan yang biasa dikonsumsi setiap hari oleh masyarakat. Minyak sayur seperti minyak biji kapuk, minyak jagung, minyak zaitun, minyak kacang tanah, dan lain-lain dapat ditambahkan vitamin A.

Tabel 8. Bahan Makanan dan Makanan Sapihan yang Difortifikasi dengan Vitamin A (IVACG, 1980)

Produk	Tahun dimulai	Negara	Vitamin A yang ditambahkan
<u>Bahan Makanan</u>			SI/100 g
Margarin	1918	Beberapa negara	1 500 - 5 000
Susu skim	1965	idem	5 000
Tepung terigu	1969	idem	900 - 1 300
Tepung jagung	1968	idem	900 - 1 300
CSM (<u>Corn</u> - <u>Soy</u> - <u>Milk</u>)	1964	idem	1 700
WSB (<u>Wheat</u> - <u>Soy</u> - <u>Blend</u>)	1969	idem	1 650
<u>Makanan Sapihan</u>			
Bal - Amul	1967	India	1 500
Cerealina	1965	Brazil	2 200
Cerex	1979	Guyana	1 700
Duryea	1969	Colombia	2 000
Incaparina	1961	Guatemala	4 500
Laubina	1970	Lebanon	2 500
Lisha	1978	Tanzania	1 700
Nutri - Soy	1979	Costa Rica	1 700
Peruvita	1966	Peru	3 000
Pronutro	1962	Afrika Selatan	3 500
Superamine	1967	Alzazair	2 600

Sesudah minyak dari tumbuh-tumbuhan ini mengalami pengolahan penjernihan didalam bak besar, ditambahkan vitamin A dengan kadar tinggi dalam bentuk cair sesuai dengan jumlah yang diinginkan, kemudian diaduk sampai homogen. Zat anti oksidan juga ditambahkan kedalamnya untuk mencegah kerusakan vitamin A dan mencegah minyak menjadi tengik. Lalu minyak yang telah difortifikasi ini dimasukkan kedalam kemasan yang terdiri dari beberapa macam ukuran, untuk dipasarkan.

Margarin dan mentega umumnya difortifikasi dengan kadar 20 000 sampai 50 000 SI vitamin A per kg. Jika beta karoten sintetis juga ditambahkan, maka penambahan beta karoten dan vitamin A atau campuran vitamin A, D dan E dilakukan simultan. Penambahan beta karoten biasanya lebih dimaksudkan sebagai pewarna mentega, disamping sebagai penambah vitamin A. Vitamin A dan beta karoten sangat stabil didalam mentega, baik selama penyimpanan, maupun selama proses pemasakan di rumah-rumah tangga.

Fortifikasi Vitamin A pada Susu

Apabila lemak telah dipisahkan dari susu, maka vitamin-vitamin yang larut didalam lemak, termasuk vitamin A, telah tiada didalam susu. Karena itu susu skim merupakan bahan makanan yang harus difortifikasi dengan vitamin A, D dan E, dan kalau mungkin ditambahkan vitamin C.

Ada dua macam tehnik penambahan vitamin A kedalam susu skim, yaitu tehnik basah dan tehnik kering.

Pada pencampuran tehnik basah vitamin A palmitat, dengan vitamin D dan E, diencerkan didalam minyak kelapa, lalu dihomogenisasikan kedalam susu skim pekat, untuk mendapatkan larutan premiks tinggi lemak. Sejumlah premiks dicampurkan kedalam susu skim biasa. Campuran ini disemprotkan menjadi bubuk yang kering, dan kalau perlu dijadikan instan dengan cara-cara yang lazim dilakukan. Jumlah lemak didalam susu menjadi 0.1 sampai 0.2 % dari berat seluruhnya.

Tehnik kering dapat dilakukan dengan mencampurkan vitamin A sintetis yang berupa bubuk dengan susu skim, untuk mendapatkan campuran premiks yang berkadar tinggi. Kemudian premiks dicampur dengan susu skim kering, sehingga mendapat produk akhir, yang kadar vitamin A didalamnya sesuai dengan yang dikehendaki.

Kedua tehnik pencampuran ini tidak sulit dijalankan. Vitamin A didalam susu dengan tehnik pencampuran kering lebih stabil dari pada tehnik pencampuran basah, tetapi biayanya sedikit lebih mahal, karena vitamin A kering lebih mahal harganya dari vitamin A dalam bentuk larutan, disamping itu lebih banyak buruh yang dibutuhkan. Cara-cara pengemasan yang sempurna sangat diperlukan untuk menjaga stabilitas vitamin A dan pencegahan terhadap uap air yang dapat meningkatkan kelembaban yang dapat merusak vitamin A serta susu itu sendiri. Susu skim yang difortifikasi mengandung kurang lebih 5 000 SI vitamin A per 100 g (Bauernfeind, 1978; Bauernfeind dan Cort, 1973).

Fortifikasi Vitamin A pada Teh

Suatu hasil survai kebiasaan makan di India bagian Barat, menunjukkan bahwa 87 % penduduk desa memberikan teh kepada anak-anaknya tiap-tiap hari.

Teh dapat difortifikasi dengan vitamin A. Fortifikasi dilakukan dengan menyemprotkan emulsi vitamin A palmitat atau asetat kepada daun-daun teh. Pembuatan emulsi dilakukan dengan cara menghomogenisasi vitamin A ester kedalam larutan dekstrin akasia pada kadar 500 000 SI vitamin A per gram. Setelah itu diencerkan dengan 50 % larutan sukrose dan disemprotkan kepada daun teh. Kadar vitamin A didalam teh yang difortifikasi berkisar 125 SI per gram. Kebiasaan minum orang dewasa per satu gelas yang berisikan 150 ml air, menggunakan 3 gram teh, yang berarti mengandung 375 SI vitamin A. Kombinasi vitamin A dengan yodium telah juga dicoba untuk difortifikasikan kedalam teh.

Cara pembuatan air teh yang mempergunakan teh yang difortifikasi vitamin A, ialah dengan merendamkan teh selama 5 menit didalam air mendidih. Dengan cara ini didapatkan hasil yang optimal. Tetapi kebiasaan penduduk, ialah dengan membiarkan teh didalam air yang sedang direbus sampai berjam-jam, atau penggunaan teh yang sama berulang kali yang menyebabkan vitamin A yang dikonsumsi akan jauh lebih rendah dari yang diharapkan (Bauernfeind, 1978; Bauernfeind dan Cort, 1973).

Fortifikasi Vitamin A pada Tepung Terigu

Fortifikasi gandum dengan berbagai zat gizi mikro, seperti thiamin, riboflavin, niacin dan zat besi telah dilakukan di Amerika Serikat dan Eropah sejak lama (Davidson, et al., 1973). Dengan telah berkembangnya hasil produk vitamin A sintetis dalam bentuk partikel-partikel kecil telah membawa kemungkinan lebih besar terhadap lebih banyak bahan makanan yang dapat difortifikasi termasuk tepung terigu dan beras. Vitamin A ini stabil didalam tepung terigu. Setelah tepung terigu dijadikan roti, vitamin A yang masih terkandung didalamnya adalah sebanyak 95 %.

Pada akhir tahun 1967, fortifikasi roti dengan vitamin A, vitamin B dan zat besi, dimulai di pabrik roti pemerintah di Bombay, dan akan diperluas sampai mencapai 200 pabrik serupa di India. Vitamin A yang ditambahkan adalah sebanyak 800 SI vitamin A per kg roti. Program yang demikian akan dipertimbangkan untuk dilaksanakan di Brazil, Chili, Tunizia, Pakistan, Jordan dan Iran (Bauernfeind, 1978; Bauernfeind dan Cort, 1973).

Fortifikasi Vitamin A pada Beras

Beras adalah makanan pokok lebih dari separuh penduduk dunia. Di Indonesia, beras menyediakan 80 % dari jumlah kalori yang dikonsumsi setiap hari. Lapisan luar beras yang mengandung banyak vitamin B kompleks telah terbang pada proses penggilingan. Beras putih terdiri hampir seluruhnya dari pati, tanpa mengandung lagi zat-zat gizi mikro. Pemecahan terhadap masalah hilangnya zat-zat gizi mikro

ini dapat dilakukan dengan jalan menggantikan zat-zat gizi yang hilang tersebut dengan cara fortifikasi. Oleh karena sebagian masyarakat, khususnya anak pra sekolah, yang makanan pokoknya beras, pada umumnya banyak yang menderita KVA (Kurang Vitamin A), maka ada baiknya vitamin A ditambahkan juga kepada beras yang difortifikasi.

Beras dikonsumsi dalam bentuk butir-butir beras, yang menyebabkan fortifikasi lebih sulit dilakukan dibanding dengan tepung terigu. Selain itu beras diucui sebelum dimasak dan pada waktu memasak kelebihan air sering dibuang, sehingga fortifikasi beras memerlukan pendekatan yang berbeda dengan bahan makanan lainnya.

Fortifikasi dapat dilakukan dengan cara melapisi butir beras putih dengan zat-zat gizi, atau dibuat butir-butir sintesis yang menyerupai beras, dan berbagai zat-zat gizi mikro ditambahkan didalamnya. Pada waktu sekarang yang telah diperdagangkan adalah butir-butir beras yang dilapisi dengan vitamin dan mineral yang dikehendaki. Prosedur fortifikasi ini, dapat dilakukan sebagai berikut. Beras direndam didalam campuran vitamin yang larut didalam air, kemudian dimasukkan kedalam zat pelapis, lalu ditambahkan bubuk vitamin A, zat besi, kalsium, dan lain-lain, didalam suatu alat pencampur. Cara ini menghasilkan lapisan yang stabil pada pemasakan, dengan retensi vitamin A yang cukup baik (Bauernfeind, 1978).

Pada waktu menanak nasi, butir-butir beras fortifikasi ini dicampur dengan butir-butir beras biasa, dengan perbandingan 1 : 199, atau satu butir beras fortifikasi, berbanding dengan 199 butir-butir beras biasa.

Brooke (1968) mengemukakan bahwa fortifikasi beras akan membawa hasil lebih besar, bila konsumen dilatih menanak nasi dengan tidak mempergunakan air yang berlebihan. Menanak nasi dengan air yang berlebihan, menyebabkan sebagian air dibuang, sehingga zat-zat gizi yang difortifikasikan ikut banyak terbuang. Dengan demikian fortifikasi beras harus diikuti dengan penerangan mengenai cara menanak nasi yang baik.

Fortifikasi Vitamin A pada Gula

Untuk negara-negara di Amerika Tengah, gula pasir merupakan bahan makanan yang terpilih untuk difortifikasi. Vitamin A yang ditambahkan adalah tipe 250 - CWS produksi Roche, berwarna kuning, dispersibel didalam air, berbentuk partikel-partikel kecil dengan ukuran 100 - 450 mikron.

Pada proses pencampuran, premiks dibuat lebih dahulu, kemudian baru dilakukan fortifikasi dengan kadar 50 SI per gram gula. Dengan cara pencampuran dua tingkat ini, vitamin A yang difortifikasikan kedalam gula menjadi lebih homogen.

Rasa manis pada gula, rupa dan aroma, tidak berubah seperti telah terbukti pada pengujian terhadap kopi, teh, air jeruk, minuman soda, dan lain-lain.

Aktifitas biologi vitamin A juga telah terbukti efektif pada hewan maupun manusia. Vitamin A didalam serum, dan vitamin A didalam air susu ibu (ASI), serta simpanan vitamin A didalam hati, naik dengan sangat nyata pada sesudah intervensi dengan gula yang difortifikasi vitamin A.

Daya tahan simpan yang lama, tidak begitu penting pada gula, karena fortifikasi gula dan produksi selalu berjalan sepanjang tahun. Fortifikasi gula dengan vitamin A, telah dipraktekkan di Costa Rica, Guatemala, Panama dan Honduras, dan diharapkan akan diprogramkan pula di El Salvador dan Nicaragua (Arroyave, 1977; Arroyave, Aguilar, Florez dan Guzman, 1979; Inst. of Nutr. for Central America and Panama, 1974).

Fortifikasi Vitamin A pada Mono Sodium Glutamat (MSG)

Pemerintah Filipina telah memprogramkan fortifikasi vitamin A pada Mono Sodium Glutamat (MSG). Hasil survei Cebu Institute of Medicine, menunjukkan bahwa 94 % anak mengkonsumsi MSG lewat makanan yang dihidangkan di rumah. Jumlah MSG yang dikonsumsi antar keluarga tidak banyak bervariasi. MSG diproduksi hanya oleh dua buah pabrik besar di Filipina, sehingga memudahkan pengawasan pelaksanaan fortifikasi.

Dengan kerja sama antara pemerintah Filipina dan konsultan dari Universitas Cornell, teknologi pencampuran vitamin A yang homogen pada MSG telah dikembangkan. Oleh karena MSG tersedia dan diproduksi didalam negeri, maka daya tahan simpan yang lama, tidak merupakan hal yang paling utama.

Data biokimia dan klinis menunjukkan bahwa fortifikasi vitamin A pada MSG, efektif untuk diprogramkan pada tingkat nasional (Solon, Popkin, Fernandez dan Latham, 1978; Solon, Fernandez, Latham dan Popkin, 1979).

Garam di Indonesia

Walaupun faktor ekologi dan gizi berpengaruh terhadap efisiensi penggunaan vitamin A didalam tubuh, tetapi yang terutama penyebab hipovitaminosis A di negara-negara sedang berkembang adalah konsumsi vitamin A yang sangat rendah (Arroyave, 1981; Directorate of Nutr. and Helen Keller Int., 1980; Solon, et al., 1978). Oleh sebab itu usaha untuk meningkatkan status vitamin A penduduk terutama pada golongan yang rawan ialah dengan meningkatkan konsumsi vitamin A.

Oleh karena garam dikonsumsi oleh semua penduduk, dengan harga yang terjangkau oleh semua golongan penduduk, dan variasi konsumsi antara masing-masing orang dari berbagai golongan penduduk tidak banyak berbeda, serta garam telah terbukti berhasil difortifikasi dengan yodium, maka kemungkinan besar garam dapat pula difortifikasi dengan vitamin A. Oleh sebab itu perlu diketahui seluk-beluk garam di Indonesia, dengan pengumpulan berbagai pustaka yang terutama diterbitkan oleh PN Garam, wawancara dengan staf PN Garam dan dengan staf Departemen Perindustrian, wawancara dengan pengusaha-pengusaha swasta garam, serta pengamatan di pabrik-pabrik garam briket dan garam rakyat dipesisir pantai utara Jawa Tengah, dan lain-lain. Data-data ini dikumpulkan sebelum rencana penelitian dibuat, dan diperlukan sebagai masukan informasi untuk memperkuat kemungkinan bahwa garam dapat dilakukan fortifikasi dengan vitamin A.

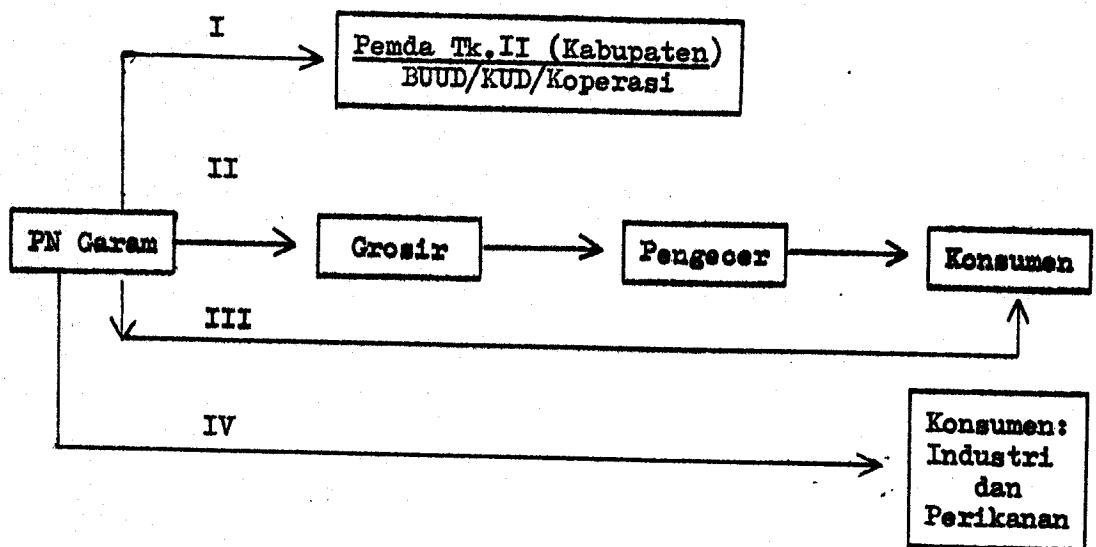
Produksi dan Pemasaran Garam di Indonesia

Sebelum tahun 1957, produksi dan pendistribusian garam di Indonesia dimonopoli oleh Jawatan Regie Candu dan Garam, yang kemungkinan berubah namanya menjadi Perusahaan Nasional (PN) Garam. Dalam rangka monopoli ini, PN Garam diperlengkapi dengan peralatan-peralatan antara lain : kapal-kapal laut, gudang-gudang pantai dan gudang-gudang ditingkat Kecamatan (hampir seluruh Indonesia) dengan jumlah tenaga kerja yang cukup besar. Harga penjualan garam ditetapkan oleh Departemen Keuangan sebagai Departemen yang membawahi PN Garam. Pada saat itu harga garam relatif tinggi dibandingkan dengan harga bahan-bahan makanan pokok lainnya, sehingga garam merupakan salah satu sumber pendapatan pemerintah dan PN Garam dapat melaksanakan tugas-tugasnya dengan baik.

Undang-undang Darurat Nomer 25 tahun 1957 yang kemudian ditetapkan menjadi Undang-undang Nomer 13 tahun 1959, mencabut Zout Monopoli Ordonantie tersebut. Dengan demikian PN Garam berubah sifatnya menjadi perusahaan negara yang bekerja atas dasar prinsip-prinsip ekonomi, dan tidak merupakan satu-satunya badan yang bertanggung jawab terhadap produksi dan distribusi garam. Kemudian timbul usaha penggaraman rakyat yang berlokasi di Pulau Madura dan disepanjang pantai utara Pulau Jawa, dan timbul pula pengusaha-pengusaha garam briket dan pedagang-pedagang swasta, yang saling bersaing satu sama lainnya. Karena timbulnya gejala-gejala kurang sehat dalam persaingan ini, serta untuk menjamin kelancaran yodifikasi garam di Indonesia, maka keluarlah Surat Keputusan (SK) Menteri

Perdagangan Nomor 270/Kp/IX/1977 tertanggal 28 September 1977, yang menyatakan bahwa PN Garam ditunjuk sebagai BULOG garam dan bertindak sebagai badan stabilitas pengadaan dan harga garam (Direksi PN Garam, 1978).

Pendistribusian garam yang dilola oleh PN Garam, melalui empat saluran seperti terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Pola Penyaluran Garam PN Garam (Direksi PN Garam, 1978)

Penyaluran I ditujukan khusus terhadap garam beryodium, terutama di daerah-daerah gondok endemik, yang penyalurannya melalui Pemerintah Daerah Tingkat II (Kabupaten) dan BUUD/KUD/Koperasi yang sudah beroperasi. Bila BUUD/KUD/Koperasi belum berfungsi, maka penyalurannya melalui lembaga-lembaga lain yang ditunjuk Pemerintah Daerah yang bersangkutan.

Penyaluran II berlaku untuk daerah-daerah normal, yaitu daerah-daerah yang bukan daerah gondok endemik, yang penyalurannya dilakukan oleh pengusaha swasta.

Penyaluran III terutama ditujukan untuk menjaga stabilitas harga, bila pengadaan garam menipis, dan harga terus meningkat, maka PN Garam melakukan operasi pasar.

Penyaluran IV ditujukan untuk keperluan industri dan perikanan. Oleh karena konsumennya sudah tertentu, maka tidak perlu mempergunakan jalur-jalur perantara.

Penyaluran garam di luar Jawa, relatif lebih lancar dari pada di pulau Jawa, disebabkan oleh karena hal-hal sebagai berikut :

- a. Daerah luar Jawa bukan merupakan daerah sentral produksi garam rakyat.
- b. Distribusi melalui pintu masuk lewat pelabuhan, memudahkan pengawasan.
- c. Sebagian daerah di luar Jawa, diberlakukan Surat Keputusan Gubernur yang melarang masuk dan beredarnya garam non yodium seperti Sumatera Barat, Sumatera Selatan, Sulawesi Utara, dan Kalimantan Selatan.

Dengan demikian program fortifikasi (yodium) pada garam ada harapan besar akan lebih berhasil di luar Jawa dari pada di pulau Jawa.

Produksi garam bersifat musiman, karena tergantung pada iklim, sehingga jumlah garam yang diproduksi tidak selalu sama setiap tahun. Produksi garam didalam negeri bersumber pada PN Garam dan garam rakyat, yang produksinya perhektar berlainan.

Produksi garam rakyat perhektar lebih tinggi, karena lebih menitik beratkan pada kuantitas, dengan pola pembuatan secara tradisional. Sedangkan produksi PN Garam lebih ditujukan kepada kualitas sehingga menghasilkan garam yang sesuai dengan persyaratan garam konsumsi yang baik.

Kebutuhan garam ditentukan oleh dua sektor pemakaian, yaitu konsumsi dan industri. Jumlah kebutuhan garam dari sektor konsumsi, diketahui dengan mengalikan jumlah penduduk seluruh Indonesia dengan rata-rata penggunaan garam 3 kg perkapita per tahun. Sedangkan jumlah kebutuhan garam dari sektor industri, ditentukan oleh besarnya pemakaian garam oleh industri, dan banyaknya industri yang memerlukan garam, seperti industri kimia atau alkali, industri perikanan, dan industri-industri lainnya yang meliputi industri kulit, industri kecap, industri mentega dan margarin, dan pabrik-pabrik es.

Atas dasar hal tersebut diatas Tabel 9 memberikan perkiraan jumlah garam yang dibutuhkan setiap tahun, selama 10 tahun, dalam periode tahun 1974 sampai dengan tahun 1983.

Berdasarkan angka-angka proyeksi diatas, diketahui bahwa kebutuhan garam tiap tahunnya meningkat. Peningkatan ini disebabkan karena penambahan penduduk dan perkembangan industri yang mempergunakan garam untuk bahan produknya.

Untuk memenuhi kebutuhan yang besar pada tingkat nasional tersebut diatas, maka produksi dalam negeri dari PN Garam dan garam rakyat diusahakan dapat mencukupinya. Hanya dalam keadaan tertentu, misalnya cuaca sangat buruk, persediaan sudah sangat menipis, atau

Tabel 9. Perkiraan Kebutuhan Garam Nasional (Direksi PN Garam, 1978)

Tahun	Kebutuhan garam			Jumlah
	Konsumsi	Industri	Pengasinan ikan	
(ton).....			
1974	357 000	32 000	92 000	481 000
1975	374 000	33 000	96 000	503 000
1976	390 000	35 000	100 000	525 000
1977	410 000	40 000	100 000	550 000
1978	415 000	42 000	100 000	557 000
1979	425 000	60 000	102 000	587 000
1980	436 000	65 000	104 000	605 000
1981	440 000	72 000	106 000	624 000
1982	458 000	79 000	108 000	645 000
1983	469 000	90 000	110 000	669 000

karena faktor lainnya, maka untuk menjaga stabilitas pengadaan, diperlukan import garam secara insidental (Direksi PN Garam, 1978).

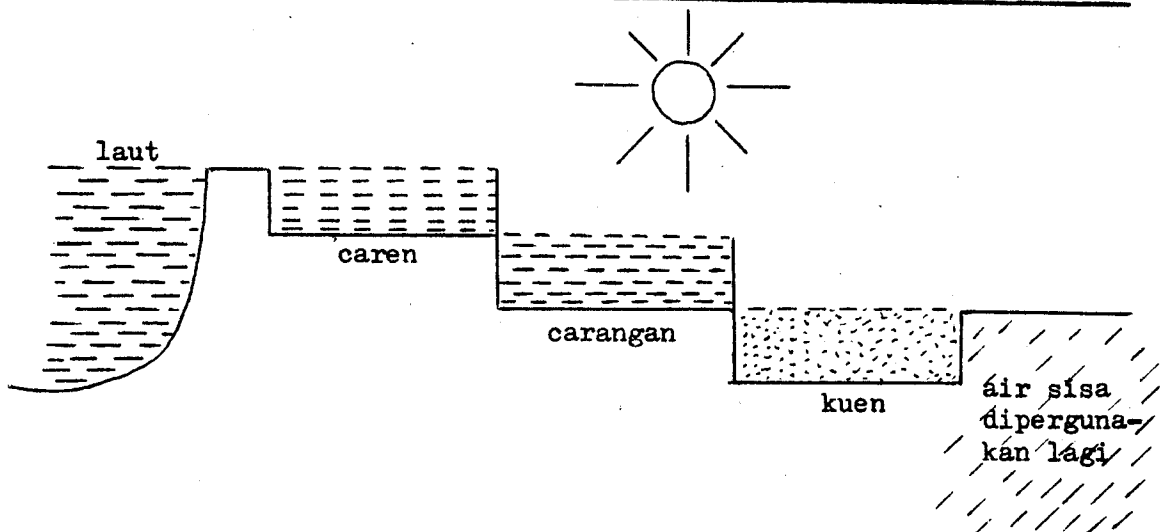
Cara Pembuatan Garam Rakyat

Dasar pembuatan garam adalah pemekatan (dengan menguapkan airnya) dan pemisahan garam (dengan kristalisasi). Pada pembuatan garam rakyat, dilakukan proses kristalisasi yang disebut kristalisasi total, karena selain NaCl juga mengendap garam-garam lainnya seperti Mg, Ca, Br, dan lain-lain. Produk terakhir, kurang bersih, bewarna abu-abu kehitaman.

Bahan mentah adalah air laut, yang menurut Departemen Perindustrian¹, mempunyai susunan seperti tertera pada Tabel 10. Proses pembuatan garam rakyat dapat dilihat pada Gambar 5.

Tabel 10. Komposisi Air Laut yang Merupakan Bahan Mentah Garam (Departemen Perindustrian)

Z a t	Kadar
	(%)
Natrium Chlorida	2.68
Kalsium Sulfat	0.18
Garam Magnesium dan Garam Besi	0.08
Zat-zat lain yang sulit diukur kadarnya	0.01
Zat-zat yang tak larut	0.03
A i r	97.04



Gambar 5. Proses Pembuatan Garam Rakyat (Puslitbang Gizi, 1979)²

¹Departemen Perindustrian, Direktorat Jenderal Industri Kimia. Program Yodisasi Garam. Berupa buku selebaran

²Puslitbang Gizi, Laporan Hasil Pengamatan Pendahuluan Fortifikasi Garam

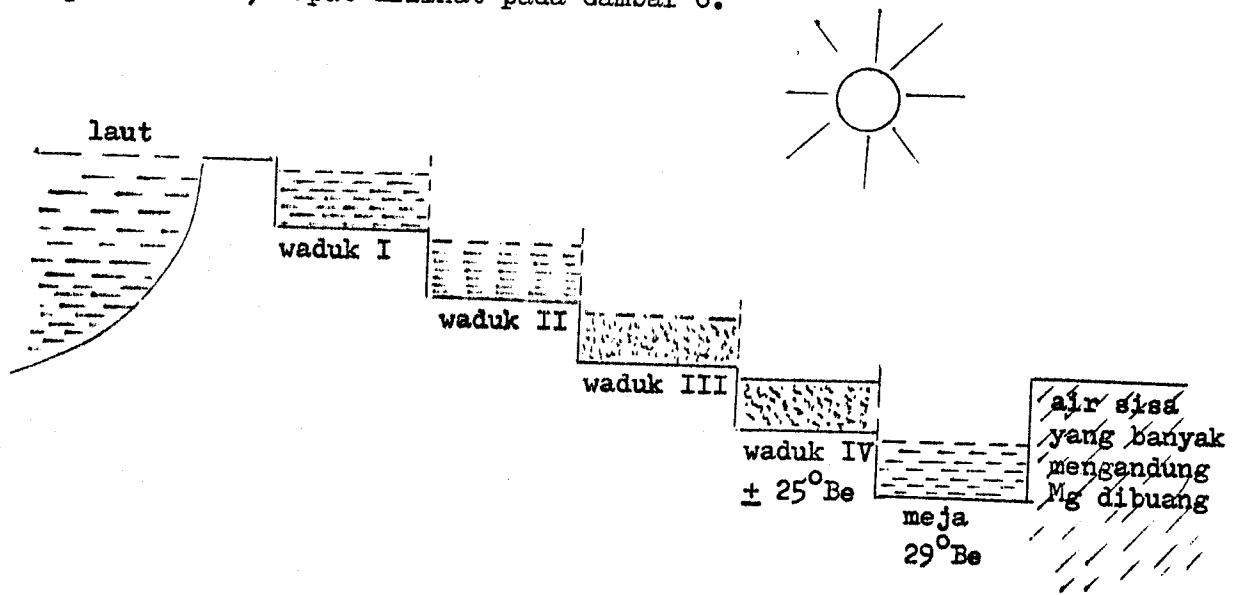
Air pasang masuk kedalam waduk penampungan yang disebut caren. Kemudian dialirkan kewaduk kedua yang disebut carangan. Hanya selama 2 a 3 hari air laut berada didalam carangan; dan selama itu terjadi penguapan sehingga menjadi kental, lalu dialirkan kedalam kuen. Pada derajat kekentalan $20^{\circ} - 25^{\circ}$ Be terjadi pengkristalisasi. Pengkristalisasi berlangsung selama 1 - $1\frac{1}{2}$ bulan. Pada saat itu garam menutupi pori-pori tanah bagian dasar dan samping kuen, sehingga selama waktu yang cukup lama itu, tanah yang tadinya becek dan gembur berubah menjadi keras, dapat diinjak tanpa meninggalkan bekas. Kuen atau waduk yang dasarnya sudah menjadi keras tadi disebut meja. Dimeja itu terjadi pengkristalisasi garam. Dan pada keadaan demikian, garam dipanen setiap dua hari sekali.

Cara Pembuatan Garam Percontohan

Untuk meningkatkan mutu garam rakyat yang rendah dan untuk meningkatkan pendapatan penggaram rakyat golongan ekonomi lemah, maka diperlukan bimbingan praktis yang disebut Bimbingan Pengembangan Industri Kecil (BIPIK). Pada saat ini BIPIK pertama di lingkungan Direktorat Jenderal Industri Kimia, Departemen Perindustrian, terpusatkan pada garam rakyat. Pembinaan garam rakyat diarahkan pada pemenuhan kebutuhan nasional garam konsumsi yang bermutu baik (Departemen Perindustrian)¹.

¹Departemen Perindustrian, Direktorat Jenderal Industri Kimia. Pokok-pokok Cara Pembuatan Garam. Berupa buku selebaran

Para penggaram rakyat diberikan latihan dan percontohan cara pembuatan garam konsumsi yang bermutu baik. Cara pembuatan garam percontohan, dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Skema Pembuatan Garam Percontohan (Puslitbang Gizi, 1979)¹

Kristalisasi komponen-komponen garam diatur pada waduk-waduk yang berlainan secara berturut-turut, sehingga garam-garam lain selain NaCl dapat dipisahkan, dan produk terakhir adalah garam berwarna putih yang lebih murni. Proses demikian disebut kristalisasi ber-

¹ Pusat Penelitian dan Pengembangan (Puslitbang) Gizi, 1979. Laporan hasil pengamatan pendahuluan tentang fesibilitas fortifikasi vitamin A di pabrik-pabrik garam di Jawa Tengah

tingkat. Pemekatan dilakukan dengan penguapan oleh panas sinar matahari, sehingga terjadi pengendapan Fe_2O_3 , CaCO_3 dan $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Cepat atau lambat pengkristalan tergantung pada macam garam, yang diperinci seperti pada Tabel 11.

Tabel 11. Hubungan Antara Tingkat Kepekatan dengan Zat yang Mengkristal (Dep. Perindustrian)¹

Tingkat kepekatan (°Be)	Zat yang mengkristal
3° - 6° Be	Lumpur, pasir, Fe_2O_3 dan CaCO_3
17° - 27° Be	Kalsium sulfat
26° - 35° Be	Natrium Chlorida
27° - 35° Be	Magnesium sulfat

Pengkristalisasi berlangsung lebih lama pada garam percontohan, sehingga panen terjadi setiap 7 - 10 hari, sedangkan pada garam rakyat 2 - 3 hari. Hal ini disebabkan karena perbedaan banyaknya waktu yang harus dilewati sebelum sampai kemeja, dan juga perbedaan tebal kristal garam pada meja. Pada garam percontohan, tebalnya kurang lebih 5 cm, sedangkan pada garam rakyat hanya 2 cm.

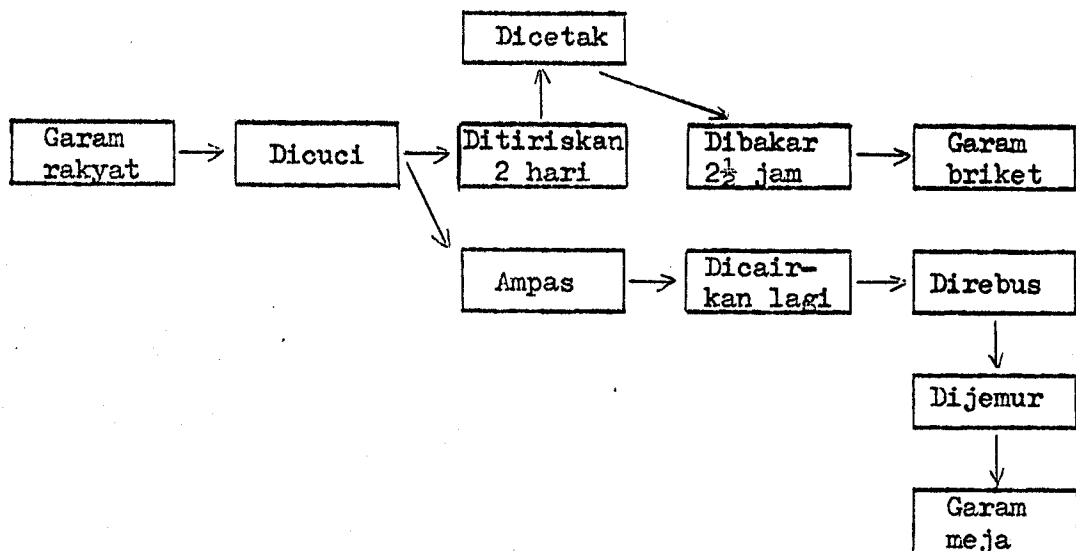
Sisa cairan yang masih ada setelah pengkristalisasi, pada proses pembuatan garam percontohan dibuang, karena banyak mengandung

¹Departemen Perindustrian, Direktorat Jenderal Industri Kimia. Pokok-pokok cara pembuatan garam. Berupa buku selebaran

Mg. Tetapi pada proses pembuatan garam rakyat, cairan ini dialirkan kewaduk I, dan kemudian diproses menjadi garam lagi.

Pembuatan Garam Briket

Garam rakyat atau garam percontohan yang dipanen dari ladang garam tersebut diatas semuanya berbentuk curai. Untuk dapat dibentuk menjadi briket atau bata, maka garam ini diproses lagi di pabrik garam briket. Pada umumnya garam rakyat yang masih muda, atau kualitas terendah yang dicetak di pabrik ini. Bila ada puluhan ladang-ladang garam rakyat, biasanya terdapat 3 a 4 buah pabrik garam briket. Proses pembuatan garam briket dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Skema Proses Pembuatan Garam Briket (Puslitbang Gizi, 1979)¹

¹Pusat Penelitian dan Pengembangan (Puslitbang) Gizi, 1979. Laporan pengamatan pendahuluan tentang fesibilitas fortifikasi vitamin A di pabrik-pabrik garam di Jawa Tengah

Garam rakyat kualitas terendah dicuci dengan air, lalu ditiriskan dan diangin-anginkan, diaduk-aduk, kemudian dicetak, terakhir dibakar didalam oven selama kurang lebih dua setengah jam.

Ampas pada pembuatan garam briket tidak dibuang, melainkan ditampung, kemudian dicuci dengan air tawar, ditumpuk sampai jumlahnya banyak, dan pada musim penghujan, dimana ladang-ladang garam tidak memproduksi, maka ampas ini diproses lagi, seperti bagan diatas, menghasilkan garam meja.

Pada proses yodisasi garam, penambahan KJO_3 dilakukan di pabrik garam briket. Larutan KJO_3 disemprotkan dengan alat penyemprot pada waktu garam ditiriskan. Pencampuran akan jauh lebih efektif, bila dilakukan dengan mesin pencampur.

Garam briket ada dua macam, yaitu : 1) garam briket putih, karena mengalami pencucian, dan 2) garam briket biasa, bewarna kelabu, tidak mengalami pencucian, melainkan langsung dicetak. Biasanya dari 10 ton garam rakyat, menghasilkan garam briket putih sebanyak $7\frac{1}{2}$ ton, atau susut sebanyak 25 %.

Kualitas Garam

Garam hasil produksi PN Garam mempunyai kristal lebih besar lebih putih dan lebih kering. Garam dari PN Garam mempunyai kadar air kurang lebih 2 %, sedangkan garam rakyat kurang lebih 8 %. Kandungan NaCl didalam garam PN Garam adalah sekitar 90 %, sedangkan garam rakyat sekitar 80 %, karena mengandung lebih banyak $MgSO_4$.

Kualitas garam terdiri dari tiga macam, yaitu : 1) kualitas IA, IB, dan IC, 2) kualitas IIA, IIB, dan IIC, 3) kualitas IIIA, IIIB dan IIIC. Hasil produksi PN Garam dan garam percontohan termasuk kualitas I, sedangkan garam rakyat di Jawa Tengah termasuk kualitas IIB dan IIC serta IIIB dan IIIC¹.

Perbedaan kualitas garam dilihat dari perbedaan warna, bentuk kristal, dan kadar air. Baku (standar) garam sesungguhnya belum ada, melainkan ditentukan berdasarkan perbandingan dengan contoh-contoh yang ada didalam stoples pada Departemen Perindustrian (Kantor Dinas Perindustrian Propinsi Jawa Tengah)¹.

Rakyat dimotivasi untuk memproduksi garam kualitas I, minimal Kualitas II, sehingga PN Garam didesak untuk membeli garam rakyat hanya untuk yang kualitas I dan II saja. Selain itu didirikan Percontohan Pembuatan Garam diantara ladang-ladang garam rakyat yang dikoordiner oleh BIPIK (Bimbingan dan Pengembangan Industri Kecil)¹. BIPIK mulai beroperasi sejak tahun 1977, tetapi rakyat belum banyak mengikutinya karena pertimbangan-pertimbangan tertentu, misalnya ingin cepat mendapat uang, khawatir kalau hujan turun yang menyebabkan pembuatan garam gagal, serta pertimbangan-pertimbangan lainnya.

Hasil analisa garam briket, terhadap beberapa macam mineral, yang datanya diperoleh dari Kantor Dinas Perindustrian, Propinsi Jawa Tengah, Semarang, adalah seperti pada Tabel 12.

¹Hasil wawancara di Kantor Dinas Perindustrian Propinsi Jawa Tengah, 1979

Tabel 12. Hasil Analisa Garam Briket (Kantor Dinas Perindustrian Propinsi Jawa Tengah, 1979)¹

Contoh	Hasil analisa					
	NaCl	Ca	Mg	SO ₄	H ₂ O	Bagian yang tak larut
 %					
Garam Briket I ^a	88.46	0.44	0.66	1.23	4.81	1.02
Garam Briket II ^b	89.17	0.12	0.47	0.93	5.93	0.87

^aGaram briket yang baru dibuat

^bGaram briket yang sudah disimpan empat tahun

Dari data pada Tabel 12, ternyata garam briket kuat disimpan lama sampai lebih dari 4 tahun.

Sehubungan dengan kebijaksanaan pemerintah mengyodifikasi garam konsumsi, maka telah dicoba melihat kemungkinan reaksi kimia yang terjadi, bila ditambahkan pula vitamin A. Didalam tabung reaksi, bila vitamin A ditambah KJO₃, kadar vitamin A sedikit menurun. Tetapi stabil bila ditambahkan zat anti oksidan seperti vitamin E, BHT¹ (butylated hydroxytoluene) atau BHA (butylated hydroxyanisole). Sedangkan bila vitamin A ditambahkan KJ, maka vitamin A stabil. Yodium juga stabil bila ditambahkan vitamin A. Sehingga kemungkinan

¹Hasil wawancara di Kantor Dinas Perindustrian Propinsi Jawa Tengah, 1979

fortifikasi rangkap, vitamin A dan yodium pada garam, tidak akan menyebabkan kerugian pada masing-masing pihak (Puslitbang Gizi, 1980)¹.

¹Pusat Penelitian dan Pengembangan (Puslitbang) Gizi, 1980. Laporan hasil penelitian pendahuluan fesibilitas laboratoris untuk garam fortifikasi vitamin A

BAHAN DAN CARA

B a h a n

Bahan Kimia

Pada umumnya bahan kimia yang dipergunakan adalah derajat analitik buatan dari Merck Darmstadt dan Merck Schuchardt, kecuali T-3 Ria Kit dan T-4 Ria Kit buatan Diagnostic Products Corporation, Los Angeles, California, Amerika Serikat.

Standar Karoten juga adalah dari Merck (Art, 2236.7477 668) dengan kadar karoten 97 %. Untuk standar vitamin A dipergunakan USP (United States Pharmacopeia) standar, dalam bentuk larutan vitamin A asetat, didalam minyak biji kapuk, yang mempunyai kadar 34.4 mg trans vitamin A asetat yang ekuivalen dengan 30 mg retinol per gram larutan. Standar T-3 dan T-4 sudah tersedia didalam masing-masing Ria Kit tersebut diatas. Standar Hb (hemoglobin) dipergunakan standar dan komersial buatan Hycel Inc., Houston, Texas, Amerika Serikat. Sedangkan untuk penentuan biokimiawi lainnya dipergunakan standar Leader Norm, Normal Clinical Chemistry Control Serum, yang diproduksi oleh Lederle Diagnostic Americana Cyanamid Company, Pearl River, New York, Amerika Serikat.

Bahan Makanan

Garam yang dipergunakan adalah garam briket (bata) buatan pabrik garam briket Kokrosono, Semarang. Sedangkan untuk keperluan uji terima garam fortifikasi didalam masakan, dipergunakan bahan makan-

an : tempe, tahu, daging, oncom, udang, bayam, kol, daun melinjo, wortel, toge, kacang panjang, nangka muda, jagung muda, dan soun.

Vitamin A Sintetik sebagai Bahan Fortifikasi

Vitamin A palmitat yang digunakan untuk fortifikasi garam adalah vitamin A, yang dispersibel didalam air panas, dengan spesifikasi sebagai berikut :

Potensi : 325 000 SI vitamin A per gram

Ujud : partikel kering dan halus

Warna : kuning pucat

Homogenitas : homogen didalam air dingin dan air panas

Stabilitas : stabil didalam air panas

Partikel : tiap satu gram mengandung 100 000 partikel vitamin A

Lapisan luar: gellatin dan glukose diasetil sodium sulfosuksinat, yang juga berrungsi melindungi vitamin A dari oksidasi

Vitamin A sintetik ini diproduksi oleh BASF, Ludwigshafen, Republik Federasi Jerman, dan diperoleh langsung dari pabriknya.

Kapsul Vitamin A

Kapsul vitamin A dosis tinggi produksi Scheler Ltd, Slough, Inggris dan kapsul plasebo buatan Scherer PTY. Ltd. Mellbourne, Australia, kedua-duanya diperoleh dari Unicef Jakarta.

Kapsul vitamin A dosis tinggi mengandung 200 000 SI vitamin A dan 40 SI vitamin E. Kapsul plasebo mengandung hanya 750 SI vita-

min A. Kedua kapsul berbentuk runcing diatas, yang pada waktu pemberian vitamin A ujung kapsul yang runcing ini dapat digunting, dan isinya dapat dikeluarkan, masuk kedalam mulut anak dengan jalan memencet kapsul itu.

Bahan Penelitian Lapangan Lainnya

Bahan-bahan penelitian lapangan lainnya berupa obat-obat murah yang sederhana, adalah : salep khlorapenikol untuk pengobatan koreng, salep scarbies untuk dermatitis, salep kemicethine untuk infeksi mata, obat batuk hitam (OBH), obat batuk putih (OBP), antalgin, aseto-sal, CTM, vitamin B kompleks dan vitamin C.

C a r a

Pembuatan Garam Fortifikasi

Pembuatan garam fortifikasi dilakukan dalam dua tahap, yaitu pencampuran awal dan pencampuran akhir.

Pencampuran awal dilakukan di laboratorium Biokimia, Pusat Penelitian dan Pengembangan Gizi, Departemen Kesehatan, Bogor, dengan mempergunakan garam halus atau garam meja. Vitamin A dan garam diaduk perlahan-lahan dengan spatula, sedikit demi sedikit sampai homogen. Keadaan homogen diketahui setelah warna kuning vitamin A menyebar rata pada seluruh bagian garam. Sebanyak 15.4 g vitamin A palmitat yang tiap gramnya mengandung 325 000 SI vitamin A dicampur dengan 100 g garam, sehingga menghasilkan garam premiks yang mengandung 50 000 SI vitamin A per gram garam.

Pencampuran akhir dilakukan di pabrik garam briket Kokroso, Semarang. Garam yang diproses di pabrik ini diperoleh dari hasil produksi garam rakyat di sekitarnya, dari Kabupaten Semarang dan Kabupaten Pati, serta sebagian didatangkan dari Madura, berupa garam curai yang masih kotor, bewarna kehitaman. Setelah melalui pencucian dengan air yang mengalir, warna garam menjadi putih, kemudian ditiriskan dan diangin-anginkan. Setelah terlihat kering, garam diaduk dengan garam primeks dengan perbandingan sepuluh gram garam premiks dengan satu kilogram garam biasa, sehingga didapatkan hasil akhir dengan konsentrasi 500 SI vitamin A per gram garam. Cara pengadukan dilakukan dengan tangan memakai kayu berbentuk spatula, sedikit demi sedikit sampai teraduk rata. Kemudian dicetak dalam bentuk bata (briket), lalu dibakar dalam oven yang bahan bakarnya adalah minyak tanah yang tinggi-rendahnya suhu dapat diatur. Suhu pemanasan yang digunakan antara 60°C sampai 70°C , dan lama pemanasan dua sampai dua setengah jam. Garam fortifikasi yang sudah jadi ini dimasukkan kedalam kantong plastik dengan isi 12 biji garam briket per satu kantong. Berat garam briket per satu biji adalah 200 g. Lalu dipak didalam peti yang berisikan 50 kantong garam per satu peti. Dikirim ke Bogor dengan bus malam Garuda.

Umumnya pemasaran garam briket buatan pabrik garam Kokroso dipasarkan di Jakarta dan di daerah Jawa Barat. Hal tersebut merupakan salah satu faktor, bahwa pabrik ini dipilih sebagai tempat pencampuran garam fortifikasi. Biasanya pengangkutan garam briket dari pabrik Kokroso ke agen-agen penjualan di daerah pemasaran

dilakukan dengan truk.

Uji Stabilitas Kandungan Vitamin A didalam Garam Premiks dan Garam Fortifikasi

Garam premiks yang disimpan di laboratorium Biokimia, pada temperatur kamar sekitar 26°C, dilakukan analisa kandungan vitamin A setiap bulan berturut-turut, selama empat bulan. Demikian pula garam fortifikasi yang disimpan di tiga rumah penduduk, sebagaimana lazimnya penduduk menyimpan garam, juga dilakukan analisa vitamin A setiap bulan berturut-turut, selama empat bulan. Setiap bulan diambil sebagian garam sebagai contoh, untuk dianalisa di laboratorium.

Analisa vitamin A terhadap garam premiks dan garam fortifikasi dilakukan di laboratorium Biokimia, Pusat Penelitian dan Pengembangan Gizi, Departemen Kesehatan, Bogor. Analisa di laboratorium ini adalah analisa kuantitatif¹.

Sebagai tambahan dikembangkan pula analisa kualitatif yang dapat dilakukan di lapangan, dengan cara sederhana, cepat, dan sesuai dengan kondisi di lapangan¹. Analisa kualitatif dilakukan di pabrik garam briket Kokrosoho pada waktu pengolahan di lapangan tempat garam dibagikan, di rumah-rumah penduduk yang mempergunakan garam fortifikasi, dan di tempat-tempat lain yang dianggap perlu. Dalam waktu tidak lebih dari lima menit dapat diketahui apakah garam for-

¹BASF, Ludwigshafen, RFJ, Komunikasi pribadi

tifikasi masih mengandung vitamin A sesuai dengan kadar yang ditentukan, atau sudah menurun dan kira-kira berapa penurunannya, atau sudah hilang sama sekali.

Metode Analisa Vitamin A Secara Kuantitatif pada Garam Premiks

Sebanyak 0.5 g garam premiks ditimbang, kemudian dimasukkan kedalam tabung reaksi. Setiap penentuan dilakukan duplo. Kemudian ditambahkan 2 ml akuades dan 0.5 ml larutan 10 % ammonia, lalu dipanaskan selama 20 menit didalam penangas-air pada temperatur 65°C dan sekali-sekali dikocok. Campuran tersebut dipindahkan kedalam labu ukuran 200 ml dengan 30 ml etanol, dan ditambahkan ether sampai mencapai volume 200 ml. Labu ukuran tadi dikocok perlahan-lahan lalu didiamkan satu jam, sementara bagian yang kabur mengendap ke bagian bawah. Sebanyak 5 ml dari larutan yang jernih dipipet dan dimasukkan kedalam labu ukuran lainnya yang berukuran 50 ml, kemudian ditambahkan isopropanol (yang telah didestilasi) sampai mencapai tanda batas.

Larutan dibaca dengan spektrofotometer Beckman Model 125 pada panjang gelombang 325 nm, dengan larutan blanko isopropanol. Dengan cara ini dapat diketahui kandungan vitamin A dalam garam premiks (SI/g), yaitu $\frac{E}{W} \times 38\ 000$. Dalam hal ini E adalah pembacaan kepekatan pada panjang gelombang 325 nm, dan W berat garam premiks yang ditimbang dalam gram.

Metode Analisa Vitamin A Secara Kuantitatif pada Garam Fortifikasi

Sebanyak dua gram garam fortifikasi ditimbang, kemudian dimasukkan kedalam labu ukuran 500 ml. (Setiap penentuan dilakukan duplo). Kemudian ditambahkan 100 ml akuades, 50 ml larutan 10 % ammonia, dan sesudah itu ditambahkan seujung sendok sodium askorbat. Lalu dipanaskan selama 10 menit didalam penangas-air pada temperatur 65°C, didinginkan dengan es, dan dipindahkan semuanya kedalam sebuah labu pemisah. Selanjutnya ditambahkan 100 ml alkohol dan 300 ml ether, kemudian dikocok hati-hati selama satu menit. Sebanyak 300 ml pentan ditambahkan, lalu dikocok lagi dan dibiarkan sampai bagian air turun ke bawah, dan bagian organik naik ke atas. Bagian air (bawah) dibuang, bagian organik kemudian dicuci dengan 100 ml akuades sebanyak tiga kali. Sesudah pencucian terakhir, pada bagian organik ditambahkan satu sendok makan sodium sulfat dengan maksud menghilangkan air yang tersisa. Bagian organik yang sudah jernih dipindahkan ke dalam labu didih, dan diuapkan dalam keadaan vakum. Residu dilarutkan dengan isopropanol didalam labu ukuran 100 ml, kemudian ditambah isopropanol sampai tanda batas dan dibaca dengan spektrofotometer Beckman Model 125 pada panjang gelombang 325 nm dengan isopropanol sebagai blanko. Dengan metode ini kandungan vitamin A didalam garam fortifikasi (SI/g), dihitung sebagai berikut:

$$\text{vitamin A} = \frac{E}{W} \times 1900 \text{ SI/g,}$$

dimana E adalah pembacaan kepekatan, sedangkan W adalah berat yang ditimbang dalam gram.

Metode Analisa Vitamin A Secara Kualitatif pada Garam Fortifikasi

Sebanyak kurang lebih 0.5 g contoh garam dimasukkan kedalam tabung reaksi, ditambahkan beberapa tetes akuades, kemudian dipanaskan diatas api lilin selama 30 detik. Sesudah itu ditambahkan 3 ml larutan 60 % asam trikloroasetat didalam khloroform sambil dikocok. Apabila terdapat warna biru, berarti ada vitamin A. Makin tua warna biru, makin tinggi kadar vitamin A didalamnya.

Warna biru ini dapat dibandingkan dengan standar. Standar dibuat dari larutan kupri-sulfat, terdiri dari sederetan warna biru, dari warna biru muda sampai biru tua. Setiap warna diidentifikasi dengan kadar vitamin A tertentu didalam larutan. Dengan demikian warna biru yang diperoleh dari analisa dibandingkan dengan warna standar, akan diketahui secara kasar konsentrasi vitamin A didalam garam. Dengan demikian analisa kualitatif ini dapat dikembangkan menjadi analisa semi kuantitatif.

Uji Stabilitas Fisik Garam Premiks dan Garam Fortifikasi

Uji fisik ialah pengujian stabilitas garam yang difortifikasi terhadap sifat-sifat fisik seperti keutuhan garam, tingkat pemisahan partikel-partikel garam, hancur, menjadi cair, dan lain-lain. Selain terhadap garam fortifikasi, uji fisik juga dilakukan terhadap garam premiks. Perbedaannya terletak pada penyimpanan garam premiks di laboratorium, dan garam fortifikasi di rumah-rumah penduduk.

Oleh karena keadaan fisik garam banyak dipengaruhi oleh kadar air, maka analisa air didalam garam fortifikasi juga dilakukan menurut metode AOAC (1970).

Sebanyak kurang lebih dua gram garam premiks atau garam fortifikasi ditimbang didalam cawan yang terlebih dahulu diketahui berat konstannya. Kemudian dipanaskan didalam oven pada temperatur antara 100°C sampai 105°C selama lima jam, lalu dimasukkan kedalam desikator selama kurang lebih 15 menit, dan ditimbang setelah dingin. Selanjutnya cawan tersebut dipanaskan lagi didalam oven selama satu jam pada temperatur 100°C sampai 105°C , didinginkan didalam desikator, dan ditimbang. Pekerjaan seperti ini diulang beberapa kali sampai berat cawan dan contoh konstan. Kadar air didalam contoh sama dengan $\frac{A - B}{A} \times 100 \%$. A adalah berat contoh sebelum dikeringkan, dan B berat contoh setelah dikeringkan.

Uji Terima Garam Fortifikasi didalam Masakan

Uji terima dilakukan terhadap masakan yang biasa dihidangkan, yaitu :

1. Direbus : sayur asam, sayur sop, sayur bening, laksa dan soto daging.
2. Ditumis : tumis tahu, tumis kacang panjang, tumis toge.
3. Digoreng : tempe goreng, bakwan udang, oncom goreng, dan tahu goreng.

Bahan-bahan makanan yang digunakan adalah tempe, tahu, daging, oncom, udang, bayam, kol, daun melinjo, wortel, toge, kacang panjang,

angka muda, jagung muda, dan soun. Bahan-bahan tersebut dimasak sesuai dengan cara-cara seperti yang dilakukan di pedesaan.

Bahan-bahan makanan dibersihkan sebelum dimasak. Kemudian dibagi menjadi dua bagian, lalu ditimbang masing-masing dalam jumlah dan berat yang sama. Setelah dicuci, ditiriskan lalu dimasak.

Pemasakan dilakukan dengan menambahkan garam biasa dan garam fortifikasi dalam jumlah yang sama masing-masing pada masakan bagian pertama dan kedua. Garam ditambahkan setelah masakan matang, tepat setelah diangkat dari api.

Pengujian dilakukan dua tahap. Tahap pertama dilakukan di Pusat Penelitian dan Pengembangan Gizi (Puslitbang Gizi), Departemen Kesehatan, Bogor, oleh para karyawan di lembaga tersebut. Uji pendahuluan ini dilakukan untuk melihat apakah masakan yang ditambahkan garam fortifikasi ini dapat diteruskan ke masyarakat. Para responden (penguji) terdiri dari 49 orang dengan latar belakang SLA (Sekolah Lanjutan Atas) sampai sarjana.

Tahap kedua uji terima dilakukan di daerah penelitian oleh ibu-ibu sebanyak 136 orang, yang berpendidikan SD (Sekolah Dasar) sampai dengan SLA.

Pengujian dilakukan menurut metode uji beda perbandingan berpasangan (INCAP, 1974). Tiap makanan yang akan diuji terdiri dari dua bagian, yaitu pada bagian pertama ditambahkan garam biasa, dan pada bagian kedua ditambahkan garam fortifikasi. Tiap penguji dapat menilai dua sampai enam contoh makanan. Tiap bagian dan contoh makanan tersebut diberi nomer kode, dihidangkan pada satu baki, di-

sediakan segelas air minum dan diberikan dua buah formulir (seperti pada lampiran IV). Penguji dimintakan menyatakan pilihannya sesuai dengan pertanyaan yang tertera pada formulir, tanpa dipengaruhi penguji lainnya. Pertanyaan yang diajukan adalah : 1) makanan yang mana yang ditambahkan garam biasa, dan makanan yang mana yang ditambahkan garam fortifikasi, dan 2) makanan yang mana yang lebih enak dari tiap-tiap dua macam makanan yang sama tetapi yang satu garam biasa dan yang satu lagi garam fortifikasi. Penguji menuliskan tanda V pada nomer kode makanan yang dipilihnya.

Penentuan Tempat Penelitian di Lapangan

Penelitian lapangan dilakukan di daerah Perkebunan Karet milik pemerintah yang tergabung didalam satu induk perusahaan PT Perkebunan XI, yang berkedudukan di Jakarta. Kebun-kebun yang termasuk daerah penelitian ialah Kebun Hambalang, Cimulang dan Cikasungka, ketiganya terletak di daerah Kabupaten Bogor, serta Kebun Sukamaju, Cipetir dan Cibungur, ketiganya berada di Kabupaten Sukabumi. Keenam kebun tersebut berada antara 200 sampai 500 m diatas permukaan laut, dengan jumlah karyawan kurang lebih 8 000 orang, dan jumlah penduduk kurang lebih 40 000 orang.

Pemilihan perkebunan sebagai daerah penelitian dimaksudkan untuk mempermudah pembagian kelompok penelitian, dan diperkirakan tiap-tiap kelompok tersebut mempunyai karakteristik yang hampir sama mengenai : 1) masyarakat yang homogen, yang tidak berbeda banyak didalam hal macam pekerjaan, jumlah anggota keluarga, dan kebiasaan

makan; 2) keadaan sosial ekonomi hampir sama; 3) masing-masing kelompok dipilih letaknya saling berjauhan tetapi masih mempunyai ciri-ciri yang sama, sehingga perlakuan di satu kelompok tidak mempengaruhi kelompok lainnya, dan 4) keadaan lingkungan yang tidak jauh berbeda.

Pemeriksaan Pertama

Pemeriksaan pertama dilakukan pada dua bulan sebelum perlakuan diberikan (DSB).

Subyek penelitian terdiri dari anak pra sekolah, berumur antara satu sampai enam tahun. Sebanyak 800 anak laki-laki dan wanita yang tinggal didalam kebun atau di rumah bedeng di enam kebun tersebut dipilih secara acak, dari bagian kebun (afdeling) yang dapat dicapai dengan kendaraan mobil. Pada umumnya tiap kebun terdiri dari empat sampai tujuh afdeling, dan sebagian dari afdeling ini ada yang sulit dicapai dengan kendaraan mobil.

Pemeriksaan pertama dilakukan pada bulan Desember 1979, meliputi pemeriksaan kesehatan atau klinis, pengukuran antropometri dan pemeriksaan darah untuk hemoglobin (Hb), vitamin A dan karoten. Pemeriksaan pertama ini disebut pula pemeriksaan DSB, yaitu pemeriksaan dua bulan sebelum perlakuan diberikan.

Pemeriksaan Kedua

Pemeriksaan kedua dilaksanakan pada saat sebelum perlakuan akan mulai diberikan, dan disebut pemeriksaan SB. Pemeriksaan SB dilakukan pada bulan Februari 1980, yang meliputi pemeriksaan klinis,

pengukuran antropometri, pemeriksaan darah untuk Hb, Ht, vitamin A, karoten, protein dan albumin, serta penyelidikan sosial-ekonomi dan konsumsi zat-zat gizi.

Pembandingan hasil pemeriksaan pertama (pemeriksaan DSB) dengan pemeriksaan kedua (pemeriksaan SB) dimaksudkan untuk mengetahui kalau-kalau ada perubahan keadaan gizi anak pra sekolah selama dua bulan tanpa perlakuan terutama mengenai status vitamin A atau xerophthalmia. Selain itu hasil pemeriksaan kedua (pemeriksaan SB) dipakai pula sebagai data dasar untuk evaluasi hasil perlakuan nanti.

Selanjutnya anak-anak pra sekolah yang diperiksa ini dibagi menjadi tiga kelompok yang masing-masing diberi perlakuan berikut yaitu : 1) kontrol, 2) fortifikasi, dan 3) suplementasi.

Didalam menentukan jumlah anak untuk tiap-tiap perlakuan diperlukan data dari hasil-hasil penelitian terdahulu. Hasil penelitian terdahulu dari proyek gizi fortifikasi vitamin A di daerah-daerah yang diselidiki ini menunjukkan bahwa sebanyak 2.95 % anak pra sekolah ditemukan menderita bercak Bitot¹. Apabila diproyeksikan kepada status serum vitamin A, maka diperkirakan tidak kurang dari 10 % anak pra sekolah mempunyai serum vitamin A < 10 ug %.

Hasil-hasil penelitian lainnya (Solon, et al., 1979; Directorate of Nutr. dan Helen Keller Int., 1980) menunjukkan bahwa dengan pemberian kapsul vitamin A dosis tinggi maka sebanyak kurang lebih

¹Puslitbang Gizi, 1979. Penelitian pendahuluan tentang fesibilitas fortifikasi vitamin A di daerah PT Perkebunan XI (laporan)

85 % anak pra sekolah yang mempunyai serum vitamin A < 10 ug % dapat ditingkatkan atau diperbaiki.

Dengan mempergunakan rumus statistik berikut dapat dicari jumlah minimal anak yang diperlukan untuk tiap kelompok perlakuan (Snedecor dan Cochran, 1976) :

$$n = \frac{(Z \alpha + Z \beta)^2 (p_1q_1 + p_2q_2)}{(p_1 - p_2)^2}$$

n = jumlah anak pra sekolah

$(Z \alpha + Z \beta)^2$ = taraf kepercayaan 95 % pada uji eka arah adalah 8.6.

p_1 = persentase jumlah anak yang diperkirakan mempunyai kadar serum vitamin A < 10 ug % pada sebelum perlakuan adalah 10 %.

q_1 = persentase jumlah anak yang diperkirakan mempunyai kadar serum vitamin A ≥ 10 ug % pada sebelum perlakuan adalah 90 %.

p_2 = persentase jumlah anak yang diperkirakan masih mempunyai kadar serum vitamin A < 10 ug % pada sesudah perlakuan adalah 2 %.

q_2 = persentase jumlah anak yang diperkirakan masih mempunyai kadar serum vitamin A ≥ 10 ug % pada sesudah perlakuan adalah 98 %.

Dengan demikian diperoleh $n = 147$. Untuk memperoleh jumlah anak tidak kurang dari 147, yang mungkin disebabkan sebagian anak ada yang gugur, maka n diperbesar menjadi 200 anak untuk tiap perlakuan.

Untuk tiga macam perlakuan, diperlukan 600 anak pra sekolah, berumur satu sampai dengan enam tahun. Jumlah ini diambil dari 800 anak yang telah diperiksa pada pemeriksaan pertama (DSB). Untuk mengusahakan keragaman yang kira-kira sama dalam tiap perlakuan maka pada pembagian kelompok perlakuan diperhatikan pula umur dan seks anak yang terpilih.

Perlakuan kontrol berupa pemberian kapsul plasebo yang berisi 750 SI vitamin A per kapsul. Tiap anak hanya mendapat satu kapsul pada awal penelitian. Pemberian 750 SI vitamin A didalam kapsul, diperhitungkan tidak akan menyebabkan kenaikan serum vitamin A, karena dosis ini sangat rendah, malah lebih rendah dari kecukupan konsumsi vitamin A yang dianjurkan dalam sehari yaitu 1 500 SI untuk setiap anak umur satu sampai tiga tahun. Tetapi dari etik kedokteran, barangkali hal ini lebih dapat dipertanggung-jawabkan dari pada memberikan kapsul yang berisi gula atau tepung kanji.

Perlakuan fortifikasi, berupa pemberian garam fortifikasi dengan kadar 440 SI vitamin A per gram garam, selama masa penelitian. Garam fortifikasi ini dipergunakan untuk masakan yang dikonsumsi setiap hari.

Perlakuan suplementasi berupa pemberian satu kapsul vitamin A dosis tinggi per anak pada awal penelitian. Tiap kapsul berisi 200 000 SI vitamin A dan 40 SI vitamin E, dan diperkirakan cukup memenuhi kebutuhan anak akan vitamin A selama enam bulan.

Masing-masing perlakuan diikuti selama enam bulan dari bulan Februari sampai dengan Agustus 1980.

Mengingat kode etik percobaan terhadap manusia untuk tidak sampai membahayakan kesehatan (Fakultas Kedokteran UI, 1980), anak-anak yang menderita xerophthalmia pada kornea tidak diikuti sertakan pada perlakuan-perlakuan yang diberikan, melainkan hanya terhadap anak-anak yang tidak xerophthalmia dan anak-anak xerophthalmia pada konyungtiva. Supaya anak-anak tidak dirugikan terutama pada perlakuan kontrol, maka pada akhir penelitian, semua anak masing-masing diberikan kapsul vitamin A dosis tinggi.

Pembagian daerah-daerah perlakuan pada kebun-kebun yang terpilih, dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Pembagian Daerah Perlakuan

Kabupaten	Kebun	Perlakuan		
		Kontrol	Fortifikasi	Suplementasi
Bogor	Cikasungka	Kebun Cikasungka		
	Hambalang		Kebun Hambalang	
	Cimulang			Kebun Cimulang
Sukabumi	Cipetir	Afdeling Parakan Salak	Afdeling Cisolak	Afdeling Cipetir Karet
	Sukamaju	Afdeling Padanganyang		Afdeling Cipetir Manggala
	Cibungur		Afdeling Mandaling dan Batu Lawang	

Pemeriksaan Ketiga

Pemeriksaan ketiga dilakukan pada akhir perlakuan atau sesudah perlakuan selesai dilaksanakan. Pemeriksaan ketiga atau sesudah perlakuan (SS), dilaksanakan pada bulan Agustus 1980, meliputi pemeriksaan klinis, pengukuran antropometri, dan pemeriksaan Hb, Ht, vitamin A, karoten, protein dan albumin dalam darah.

Dari hasil pemeriksaan SS dan pemeriksaan SB, dapat diukur dampak dari tiap perlakuan.

Cara Distribusi Garam Fortifikasi

Garam fortifikasi vitamin A hanya didistribusikan kepada keluarga-keluarga yang anak-anaknya menerima perlakuan fortifikasi. Perlakuan kontrol dan suplementasi tidak mendapat garam fortifikasi.

Garam fortifikasi didistribusikan kepada keluarga-keluarga setiap dua minggu sekali. Jumlah keluarga dicatat, dan banyaknya garam yang diberikan adalah rata-rata 10 g per orang per hari, atau 150 g per orang per 15 hari. Jumlah ini cukup untuk menjamin kebutuhan garam keluarga. Pada waktu-waktu yang telah ditentukan, para ibu berkumpul di suatu tempat untuk mengambil garam fortifikasi, dan absensi dilakukan untuk menghindari ada keluarga yang terlewat. Kalau ada ibu yang tidak datang, maka garam diantarkan ke rumah oleh seorang petugas.

Garam fortifikasi didistribusikan untuk keperluan seluruh anggota keluarga. Jadi makin besar keluarga, makin banyak garam yang

diperolehnya. Kepada keluarga yang bersangkutan diterangkan pentingnya pembagian garam ini, dan diharuskan mempergunakan garam fortifikasi untuk semua masakan dan makanan selama masa penelitian.

Cara Survei Konsumsi dan Sosial-ekonomi

Survei konsumsi dan sosial-ekonomi dilakukan terhadap kurang lebih 25 % contoh anak dan keluarganya, menurut metode yang dikembangkan oleh Direktorat Gizi, Departemen Kesehatan (Directorate of Nutr. 1971) yang dimodifikasi (Burgess dan Burgess, 1975; Levinson, 1974). Bentuk dan macam data yang dikumpulkan dapat dilihat pada Lampiran 5 sampai 9.

Data sosial-ekonomi diperoleh dengan menanyakan langsung sesuai dengan pertanyaan-pertanyaan dalam formulir (Lampiran 5) kepada orang tua anak yang bersangkutan, diperkuat dengan hasil pengamatan. Data konsumsi anak dan keluarga dikumpulkan menurut metode recall 24 jam, dikombinasikan dengan metoda penimbangan.

Data konsumsi diperoleh dengan menanyakan makanan yang dimakan anak pada hari sebelumnya selama 24 jam. Macam makanan seperti nasi, ikan, daging, sayur dan bermacam-macam makanan kecil disediakan diatas meja. Kemudian pada piring kosong, diminta kepada ibu untuk menaruh macam makanan yang sudah tersedia itu kira-kira sebanyak yang dimakan oleh anak itu kemarin, lalu ditimbang.

Kemudian makanan yang masak dikonversi menjadi makanan mentah. Misalnya jumlah nasi yang dimakan dikonversi menjadi beras, dengan faktor pengali sebesar setengah. Sesudah itu jumlah zat gizi dapat

diketahui dengan mempergunakan Daftar Komposisi Bahan Makanan yang dikeluarkan oleh Direktorat Gizi (1967).

Didalam melakukan penyelidikan ini penulis dibantu oleh dua tenaga Sarjana Muda Gizi yang sudah berpengalaman di bidang survai konsumsi dan sosial-ekonomi.

Pemeriksaan Klinis

Pemeriksaan klinis dilakukan oleh seorang dokter spesialis anak, dibantu oleh seorang Sarjana Muda Perawat. Setiap anak dicatat kesehatan, gejala-gejala dan tanda-tanda adanya sakit atau infeksi atau defisiensi didalam formulir yang telah disediakan khusus untuk itu (Lampiran 5). Anak yang menderita sakit, diobati dengan obat sederhana dan murah.

Pengukuran Antropometri

Pengukuran antropometri meliputi berat badan (BB) dan tinggi badan (TB), dilakukan kepada setiap anak. Cara pengukuran disesuaikan dengan metoda yang dikembangkan oleh Jelliffe (1966). Timbangan detecto dipergunakan untuk menimbang BB anak. Tinggi badan (TB) diukur dengan alat pengukur TB yang disebut microtoise. Sedangkan untuk pengukuran TB terhadap anak yang belum dapat berdiri atau tidak mau berdiri, dipergunakan alat ukur panjang yang terbuat dari kayu, diletakkan diatas meja, dan anak dibaringkan didalam alat ukur itu. Di kedua sisi alat pengukur TB tersebut diberi meteran, sehingga panjang badan anak dapat diketahui dengan teliti.

Pengukuran antropometri hampir selalu dilakukan antara jam 10.00 - 13.00 siang. Pada setiap penimbangan BB, anak disuruh telanjang, dan kalau hal ini tidak dapat dilakukan, anak hanya diperbolehkan memakai pakaian yang minim yaitu hanya celana dalam saja. Pada pengukuran antropometri ini penulis dibantu oleh dua orang enumerator (lulusan SLA) yang telah berpengalaman lebih dari tiga tahun.

Pemeriksaan Darah

Seperti telah disebutkan terdahulu, pemeriksaan darah dilakukan tiga kali, yaitu pemeriksaan pertama (DSB), pemeriksaan kedua (SB), dan pemeriksaan ketiga (SS). Pada pemeriksaan pertama (DSB), penentuan dilakukan terhadap kadar hemoglobin (Hb), serum vitamin A, dan serum karoten. Sedangkan untuk pemeriksaan kedua (SB) dan ketiga (SS), masing-masing sama dengan pemeriksaan pertama (DSB) ditambah dengan pemeriksaan kadar hematokrit (Ht), serum protein, dan serum albumin.

Khusus pada pemeriksaan ketiga (SS), sebagian serum disisihkan untuk penentuan T₃ (triiodotironin) dan T₄ (tiroksin).

Untuk penentuan Hb, Ht, vitamin A, karoten, protein, albumin, T₃ dan T₄, darah diambil dari ujung jari manis, dan ditampung didalam tabung kapiler yang khusus dibuat untuk maksud tersebut.

Kadar Hb ditentukan dengan metode cyanmethemoglobin (ICNND, 1963), dan Ht ditentukan menurut metode mikro, dengan mempergunakan tabung kapiler hematokrit yang sudah diberi heparin didalamnya,

kemudian diputar pada kecepatan 15 000 rpm selama lima menit. Bersamanya persentase Ht dibaca pada hematocrit reader (ICNND, 1957).

Penentuan serum protein dilakukan menurut metode mikro biuret (ICNND, 1963), dan serum albumin menurut metoda bromkresol hijau (McPherson dan Everard, 1972). Serum karoten dan vitamin A ditentukan dengan cara mikro mempergunakan asam trifluoroasetat (Neeld dan Pearson, 1963).

Serum triiodotironin ditentukan dengan cara radioimmunoassay (T₃ - Ria Kit)¹, dan serum tiroksin juga ditentukan menurut cara radioimmunoassay (T₄ - Ria Kit)².

Penentuan Serum Protein (Total) dengan Metode Biuret

Prinsip penentuan ini ialah bahwa dalam keadaan alkali, protein dengan larutan kopper sulfat memberikan warna violet kebiruan.

Sebanyak 0.01 ml serum dimasukkan kedalam tabung reaksi 10 x 75 mm yang sudah ada 1 ml larutan biuret³ didalamnya. Kemudian dipipet pula 0.01 ml serum dari contoh yang sama kedalam tabung reaksi 10 x

¹ ¹²⁵I_T T₃ - Ria Kit. Diagnostic Product Corporation, Los Angeles, California, USA.

² ¹²⁵I_T T₄ - Ria Kit. Diagnostic Product Corporation, Los Angeles, California, USA.

³ Larutan biuret dibuat sebagai berikut. Sebanyak 90 g garam Rochelle dilarutkan didalam 400 ml 0.2 N NaOH. Ditambahkan 10 g CuSO₄, 5 H₂O, 10 g KI dan dijadikan 2 liter dengan jalan menambahkan larutan 0.2 N NaOH. Dari larutan ini diambil 45 ml, kemudian ditambahkan 50 ml 0.85 % NaCl dan 5 ml 6 N NaOH.

75 mm yang sudah ada larutan blanko¹ didalamnya. Dengan cara yang sama, dilakukan pula terhadap standar (Ledernorm) dan serum yang telah diketahui kadarnya sebagai kontrol kualitas, lalu dikocok, dan dibiarkan 10 menit pada temperatur kamar. Kemudian larutan-larutan tersebut dibaca pada spektrofotometer Beckman B pada panjang gelombang 555 mu, dengan mempergunakan larutan biuret sebagai nol absorpsi contoh, dan larutan blanko sebagai nol absorpsi blanko. Kadar serum protein (g/100 ml) diperoleh dari rumus $\frac{U - Bu}{S - Bs} \times C$, dimana U adalah absorpsi contoh serum, C adalah absorpsi standar, Bu adalah absorpsi blanko contoh serum, Bs adalah absorpsi blanko standar, dan C adalah kadar protein dalam standar.

Penentuan Serum Albumin dengan Bromkresol Hijau

Prinsip penentuan ini adalah bahwa bromkresol hijau hanya mengikat albumin, sedangkan bilirubin, globulin dan lipo protein tidak mengganggu ikatan ini. Pada pH 3.8 proses pengikatan adalah optimal. Penambahan glisin - HCl dimaksudkan untuk mencegah pengendapan dan penambahan alkohol adalah untuk mempertinggi sensitifitas larutan ini.

¹ Pembuatan larutan blanko sama dengan larutan biuret, tetapi tidak ditambahkan CuSO_4

Reagen yang dipakai pada penentuan ini, adalah : 1) bromkresol hijau 0.02 M¹, 2) molar glisin², 3) larutan dye³.

Cara penentuan kadar serum albumin adalah sebagai berikut. Sebanyak 0.02 ml serum dimasukkan kedalam tabung reaksi yang telah berisi 5 ml larutan dye. Warna yang dihasilkan dari reaksi ini, dibaca dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 635 mu.

Sebelum penentuan terhadap contoh, terlebih dahulu dibuat kurva standar dari larutan standar Ledernorm. Serum dari seseorang yang telah diketahui kadar albuminnya dipergunakan sebagai bahan pengawasan kualitas analisa yang dilakukan. Dan standar yang dikerjakan bersama-sama contoh serum dipergunakan untuk perhitungan. Dengan cara ini kadar serum albumin (g/100 ml) dihitung menurut rumus $\frac{U}{S} \times C$, dimana U adalah pembacaan kepekatan contoh pada spektrofotometer, S adalah pembacaan standar, dan C adalah kadar albumin (g/100 ml) didalam larutan standar.

Penentuan Karoten dan Vitamin A didalam Serum

Prinsip penentuan ini ialah bahwa protein membentuk endapan dengan alkoholik-KOH, dan dapat dipisahkan dari larutan. Karoten dan

¹Sebanyak 1.396 g bromkresol hijau dilarutkan kedalam 100 ml alkohol absolut

²Sebanyak 75.07 g glisin dilarutkan kedalam 1 000 ml akuades

³Sebanyak 94.5 ml molar glisin dan 5.5 ml N HCl, dimasukkan kedalam 800 ml akuades. Lalu ditambahkan 3 ml bromkresol hijau 0.02 M, dan dijadikan 1 000 ml dengan akuades. Selanjutnya pH larutan diatur pada 3.8.

vitamin A diekstraksi dari larutan tersebut dengan petroleum ether. Warna kuning dari hasil ekstraksi tersebut dibaca dengan spektrofotometer Beckman Model 125 pada panjang gelombang 450 mu. Setelah larutan dibaca, lalu petroleum ether diuapkan. Vitamin A yang ada dalam residu akan membentuk warna biru setelah ditambahkan asam trifluoroasetat. Kemudian koreksi dilakukan terhadap karoten yang juga membentuk warna biru.

Larutan yang digunakan didalam penentuan ini, adalah : 1) alkohol-KOH¹, 2) petroleum ether dengan titik didih 38 - 60°C, dan 3) larutan asam trifluoroasetat².

Pembuatan Standar Karoten

E $\frac{1}{1}$ % kristal karoten didalam petroleum ether adalah 2250 (ICNND, 1963). Pada penelitian ini berdasarkan E $\frac{1}{1}$ % tersebut diatas, ditemukan konsentrasi karoten didalam standar Merck (Art.2236. 7477668) adalah 97 %.

Sebanyak 51.55 mg standar yang mengandung 50 mg beta karoten ditimbang, lalu dilarutkan kedalam beberapa ml khloroform, lalu diencerkan dengan petroleum ether sampai 100 ml. Sebanyak 1 ml dari larutan ini diencerkan menjadi 100 ml dengan petroleum ether, kemudian diencerkan lagi menjadi 0.1; 0.2; 0.4; 0.8 dan 1.6 ug beta

¹ Alkohol 90 % dibuat 1 N dengan menambahkan 2 butir KOH dan 1 ml H₂O didalam setiap 9 ml alkohol

² Sebanyak 1 volume asam trifluoroasetat dicairkan dengan dua volume khloroform

karoten per ml. Kepekatan dari larutan-larutan ini dibaca dengan Spektrofotometer Beckman Model 125, pada panjang gelombang 450 mu dengan larutan petroleum ether sebagai blanko. Berdasarkan rumus

$F_{\text{karoten}} = \frac{\text{ug karoten / ml}}{\text{optikal densitas}}$, ditemukan pada penelitian ini F_{karoten} sama dengan 0.83.

Oleh karena karoten bereaksi juga dengan asam trifluoroasetat, maka pada pembacaan vitamin A, faktor koreksi dari karoten juga diperhitungkan. Untuk maksud tersebut dibuat larutan karoten dengan kadar 1.5; 3.0 dan 4.5 ug/ml didalam petroleum ether. Masing-masing larutan standar ini dibaca pada panjang gelombang 450 mu. Kemudian masing-masing larutan standar dipindahkan kedalam tabung reaksi 6 x 50 mm, dan cuvette dibilasi dengan 0.05 ml petroleum ether. Lalu masing-masing larutan standar dikeringkan pada temperatur 40 - 50°C didalam penangas air, dibantu dengan aliran gas N₂. Selanjutnya ditambahkan 0.01 ml khloroform, dan 0.30 ml larutan pewarna trifluoroasetat-khloroform. Larutan-larutan tersebut dibaca pada panjang gelombang 620 mu, dengan larutan trifluoroasetat-khloroform sebagai blanko. Pada penentuan ini ditemukan $OD_{450} \times 0.150 = OD_{620}$, dimana OD adalah optical density.

Pembuatan Standar Vitamin A

Vitamin A USP standar dalam bentuk larutan vitamin A asetat didalam minyak biji kapuk digunakan pada penentuan vitamin A didalam serum. Kadar larutan standar ini adalah 34.4 mg trans vitamin A

asetat yang ekuivalen dengan 30.0 mg retinol per gram larutan.

$E \frac{1\%}{1 \text{ cm}}$ vitamin A asetat didalam ethanol adalah 1730 pada panjang gelombang 328 mu (Gyorgy, 1950). Pada penelitian ini ditemukan $E \frac{1\%}{1 \text{ cm}}$ adalah 1626. Dengan demikian kadar vitamin A didalam kapsul hanya 94.0 %, atau 28.2 mg retinol per gram larutan standar.

Sebanyak 26.6 mg standar vitamin A dilarutkan dengan 25 ml khloroform didalam labu ukuran. Kemudian dibuat satu seri larutan standar yang berisi 0.5; 1.0; 2.0 dan 4.0 ug vitamin A per ml. Masing-masing larutan standar ini dipipet 0.01 ml, lalu ditambahkan 0.3 ml trifluoroasetat-khloroform dan kemudian dibaca pada panjang gelombang 620 mu. Faktor vitamin A dapat dicari dengan mempergunakan rumus F vitamin A = $\frac{\text{ug vitamin A}}{\text{OD}}$, dimana OD adalah optical density. Dengan cara ini ditemukan F vitamin A sama dengan 0.64.

Prosedur Penentuan Karoten dan Vitamin A didalam Serum

Sebanyak 0.1 ml serum dimasukkan kedalam tabung reaksi berukuran 6 x 50 mm. Kedalam tabung itu dimasukkan pula 0.01 ml alkoholik-KOH, dan ditambahkan 0.2 ml petroleum ether. Setelah ditutup dengan tutup karet, tabung reaksi itu dikocok dengan alat Vortex selama 45 detik, dan kemudian diputar selama 10 menit pada kecepatan 3 000 rpm. Sebanyak 0.15 ml lapisan petroleum ether dipipet, lalu dimasukkan kedalam microcuvette Beckman Model 125, dan dibaca pada panjang gelombang 450 mu dengan mempergunakan petroleum ether sebagai blanko. Larutan yang telah dibaca ini dimasukkan kedalam 6 x 50 mm tabung reaksi, dan cuvette dibilas dengan 0.05 ml petroleum ether.

Kemudian larutan diuapkan pada temperatur 40°C didalam penangas air selama 5 menit dengan dibantu aliran gas N_2 . Residu yang diperoleh dari penguapan tersebut dilarutkan kedalam 0.01 ml khloroform, lalu ditambahkan 0.3 ml trifluoroasetat-khloroform, sesudah itu dikocok. Larutan ini dipindahkan kedalam microcuvette Beckman Spektrofotometer Model 125, lalu dibaca pada panjang gelombang 620 mu dengan mempergunakan larutan trifluoroasetat-khloroform sebagai blanko. Pembacaan dilakukan tepat 30 detik setelah penambahan trifluoroasetat-khloroform.

Kadar serum karoten ($\text{ug}/100 \text{ ml}$) diperoleh dengan mempergunakan rumus $\text{OD}_{450} \times 0.83$, dan kadar serum vitamin A ($\text{ug}/100 \text{ ml}$) dengan rumus $(\text{OD}_{620} - \text{OD}_{450} \times 0.15) \times 0.64$, dimana OD adalah optical density.

Penentuan Kadar Vitamin A didalam Kapsul Vitamin A Dosis Tinggi

Kapsul vitamin A dosis tinggi yang diberikan kepada anak-anak pra sekolah, sebagai salah satu perlakuan pada penelitian ini, juga dianalisa kadar vitamin A didalamnya. Kadar vitamin A menurut label adalah 200 000 SI per kapsul.

Sebanyak tiga kapsul yang diambil secara acak, dianalisa kadar vitamin A nya. Masing-masing kapsul tersebut dinamakan kapsul A, B dan C. Larutan vitamin A didalam tiap-tiap kapsul tersebut dimasukkan kedalam masing-masing labu ukuran 100 ml. Kemudian ditambahkan 10 ml alkoholik-KOH kepada masing-masing larutan, lalu diencerkan dengan petroleum ether sampai mencapai volume 100 ml. Dari tiap-tiap larutan ini dipipet 1 ml, kemudian diencerkan dengan petroleum

ether menjadi 50 ml. Lalu tiap-tiap larutan dipipet 2.5 ml dan diencerkan lagi dengan petroleum ether menjadi 25 ml. Sehingga pengenceran semuanya menjadi 50 000 kali.

Dari masing-masing larutan terakhir, dipipet 0.1 ml dan dimasukkan kedalam tabung reaksi 6 x 50 mm, kemudian dikeringkan pada temperatur 40°C didalam penangas air dibantu dengan aliran gas N_2 . Selanjutnya pada masing-masing larutan tersebut ditambahkan 0.01 ml khloroform, dan 0.30 ml trifluroasetat-khloroform lalu dibaca dengan alat spektrofotometer Beckman Model 125, pada panjang gelombang 620 mu, dengan mempergunakan larutan trifluroasetat-khloroform sebagai blanko.

Setelah dibandingkan dengan hasil pembacaan standar, dan dihitung kadarnya, maka kapsul A, B dan C masing-masing mengandung 190 000, 215 000 dan 188 000 SI vitamin A, atau rata-rata sebanyak 197 666 SI vitamin A per kapsul.

Kapsul Plasebo

Dengan pengenceran 500 kali, dan dengan prosedur yang sama, ditentukan kadar vitamin A didalam kapsul plasebo. Pada label tertulis tiap kapsul mengandung 750 SI vitamin A. Pada penelitian ini ditemukan kadar vitamin A didalam tiap-tiap kapsul (terdiri tiga contoh kapsul) masing-masing 700, 680, dan 741 SI, atau rata-rata adalah 707 SI vitamin A per kapsul.

Penentuan T3 (Triiodotironin) didalam Serum

Prinsip penentuan ini adalah pengukuran T3 langsung dengan menggunakan 8 - anilino -1- naptalen sulfonat (ANS) untuk mencegah interaksi hormon tiroid dengan serum protein. Proses penentuan ini sebagai berikut : 1) kompetisi antara serum-T3 dengan (^{125}I) T-3 terhadap specific-antibody setelah ditambahkan ANS, 2) pemisahan T3 bebas dengan adanya goat anti-rabbit gamma globulin, dan 3) pengukuran antibody-bound (^{125}I) T-3 dengan Gamma Counter.

Larutan kimia yang digunakan pada penentuan T3 ini, adalah :

- 1) T-3 anti serum¹, 2) (^{125}I) T-3², 3) larutan kalibrator³, 4) larutan goat anti-rabbit gamma globulin⁴, 5) larutan PEG⁵, dan 6) larutan pengendap⁶.

¹ Satu vial T-3 anti serum diencerkan dengan 10 ml H₂O

² Satu vial larutan (^{125}I) T-3 diencerkan dengan 10 ml H₂O

³ Enam vial larutan kalibrator dengan kadar masing-masing 0, 20, 50, 100, 200 dan 600 ng T-3/dl dipergunakan pada penentuan ini. Kepada larutan kalibrator dengan kadar 0 ng/dl ditambahkan 2 ml H₂O, dan kepada larutan-larutan kalibrator lainnya masing-masing ditambahkan sebanyak 1 ml H₂O

⁴ Satu vial goat anti - rabbit gamma globulin diencerkan dengan 10 ml H₂O

⁵ Satu vial polyethylene glycol dilarutkan kedalam 300 ml normal salin

⁶ Sebanyak 190 ml larutan PEG dicampurkan dengan 10 ml larutan goat anti - rabbit gamma globulin

Prosedur penentuan T3 adalah sebagai berikut. Pada tiap-tiap tabung reaksi ditulis label : NSB (blanko), A sampai F (kalibrator), dan T (total), dan pada tabung-tabung reaksi selebihnya ditulis label sesuai dengan nomer contoh serum dan serum kontrol, secara duplikat.

Sebanyak 0.1 ml larutan kalibrator 0 ng/dl, dimasukkan kedalam tabung reaksi yang berlabel NSB dan A. Sebanyak 0.1 ml larutan-larutan kalibrator lainnya masing-masing dimasukkan kedalam tabung reaksi B sampai F. Dengan demikian kadar T3 untuk masing-masing tabung reaksi adalah sebagai berikut :

<u>Tabung reaksi</u>	<u>ng T-3/dl</u>
A	0
B	20
C	50
D	100
E	200
F	600

Untuk setiap contoh (atau kontrol serum), dipipet 0.1 ml, dan dimasukkan kedalam tabung reaksi yang telah disediakan secara duplikat.

Lalu ditambahkan 0.1 ml (^{125}I) T-3 ke-tiap-tiap tabung, dan dikocok. Dipisahkan tabung T untuk counting, dan tabung T ini tidak memerlukan proses lebih lanjut.

Ditambahkan 0.1 ml T-3 antiserum ke-tiap-tiap tabung, kecuali tabung NSB. Kemudian tabung dikocok dengan alat Vortex, dilanjutkan dengan inkubasi pada temperatur kamar selama 30 menit. Lalu ditambahkan 2.0 ml larutan pengendap kepada semua tabung, diteruskan dengan inkubasi pada temperatur kamar selama 5 menit. Setelah diinkubasi, tabung-tabung diputar pada kecepatan 2 000 g selama 20 menit. Kemudian lapisan supernatan dibuang sampai bersih, sehingga tertinggal hanya residu. Kemudian dilakukan counting dengan alat Gamma Counter, Packard Model 5105 selama satu menit untuk tiap-tiap tabung. Kadar T₃ dalam serum diketahui dengan memplotkan hasil counting pada kalibrasi standar yang telah dibuat.

Penentuan T₄ (Tiroksin) didalam Serum

Prinsip penentuan ini adalah pengukuran langsung T₄, dengan menggunakan larutan 8 - anilino - 1 - naphtalen sulfonat (ANS) dan sodium barbital untuk mencegah pengikatan T₄ oleh thyroid binding globulin (TBG) dan thyroxin binding prealbumin (TBPA). Proses penentuan ini adalah sebagai berikut : a) kompetisi antara serum T-4 dan (¹²⁵I) T-4 terhadap T-4 specific antibody, setelah ditambahkan ANS dan barbital, b) pemisahan T-4 bebas dengan adanya Goat Anti - Rabbit Gamma Globulin, dan c) pengukuran antibody - bound (¹²⁵I) T-4 dengan gamma counter.

Larutan-larutan yang digunakan adalah : 1) T-4 antiserum¹, 2) (¹²⁵I)

¹ Satu vial T-4 antiserum dilarutkan kedalam 10 ml H₂O.

T-4¹, 3) larutan kalibrator² 4) larutan goat anti - rabbit gamma globulin³, dan 5) larutan PEG⁴.

Pada tiap-tiap tabung reaksi, masing-masing ditulis label : NSB (blanko), A sampai F (kalibrator), dan T (total), dan tabung-tabung reaksi selebihnya ditulis label sesuai dengan nomer contoh serum dan serum kontrol, secara duplikat.

Sebanyak 0.025 ml larutan kalibrator 0 ug/dl, dimasukkan ke tabung A dan tabung NSB. Sebanyak 0.025 ml larutan-larutan kalibrator lainnya masing-masing dimasukkan kedalam tabung B sampai F, sehingga kadar T₄ didalam tiap-tiap tabung reaksi tersebut, adalah:

<u>Tabung</u>	<u>ug T₄/dl</u>
B	1
C	4
D	10
E	16
F	24

¹ Satu vial (¹²⁵I) T-4 dimasukkan kedalam 11 ml H₂O

² Enam vial larutan kalibrator yang masing-masing mengandung 0,1,4,10,16, dan 24 ug T-4/dl dipergunakan untuk membentuk kurva standar. Kepada larutan kalibrator 0 ug/dl ditambahkan 2 ml H₂O, dan kepada larutan kalibrator lainnya masing-masing ditambahkan 1 ml H₂O

³ Satu vial goat anti-rabbit gamma globulin dimasukkan kedalam 11 ml H₂O, dan diaduk per-lahan-lahan sampai larut.

⁴ Satu vial polyethylene glycol dilarutkan kedalam 250 ml larutan normal salin.

Sebanyak 0.025 ml contoh dan kontrol serum dimasukkan kedalam tabung reaksi yang telah disediakan secara duplikat. Kemudian ditambahkan 0.1 ml (^{125}I) T-4 kepada semua tabung. Tabung T dipisahkan untuk counting, dan tabung T ini tidak memerlukan proses lebih lanjut. Sebanyak 0.1 ml T-4 anti serum ditambahkan kepada semua tabung, kecuali tabung NSB, disusul dengan penambahan 0.1 ml larutan goat anti - rabbit gamma globulin juga kepada semua tabung. Tabung-tabung tersebut diinkubasi pada temperatur kamar selama 20 menit. Sesudah itu sebanyak 2.0 ml larutan 6 % PEG - salin ditambahkan kepada masing-masing tabung, dan diputar dengan kecepatan 1 500 g selama 20 menit. Lapisan supernatan dibuang, dan residu dihitung dengan Gamma Counter Packard Model 5105, selama satu menit untuk tiap-tiap tabung. Besar kadar T-4 didalam contoh serum akan diketahui, setelah hasil counting diplotkan pada kalibrasi standar.

Perhitungan Statistik

Uji khi kuadrat, uji Student, uji F, uji regresi dan sidik peragam dipergunakan pada analisa statistik terhadap data yang diperoleh, untuk membandingkan beberapa macam keadaan dan hasil perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Stabilitas Kandungan Vitamin A didalam Garam dan Stabilitas Fisik Garam yang Difortifikasi

Stabilitas Kandungan Vitamin A

Vitamin A palmitat sintetik yang dispersibel didalam air, yang diproduksi khusus untuk keperluan fortifikasi didalam bahan makanan, dipergunakan pada penelitian ini. Vitamin A tersebut ditambahkan pada garam melalui dua tingkat pencampuran. Tingkat awal disebut premiks, yaitu vitamin A palmitat ditambahkan pada garam halus, dengan perbandingan 1 : 6.5, sehingga mendapatkan garam premiks yang mengandung 50 000 SI vitamin A per gram garam. Pencampuran tingkat akhir dilakukan di pabrik garam bata Kokrosono, Semarang, dengan mencampurkan garam premiks kedalam garam briket (bata), dengan perbandingan 1 : 100, sehingga mendapatkan garam fortifikasi yang mengandung 500 SI vitamin A per gram garam.

Untuk mengetahui banyaknya vitamin A yang hilang selama pengolahan fortifikasi pada garam briket, maka kandungan vitamin A dianalisa pada saat pengolahan selesai. Pada dua kali pembuatan garam fortifikasi, masing-masing diambil tiga contoh secara acak untuk dianalisa. Hasil analisa kandungan vitamin A tersebut dapat dilihat pada Tabel 14.

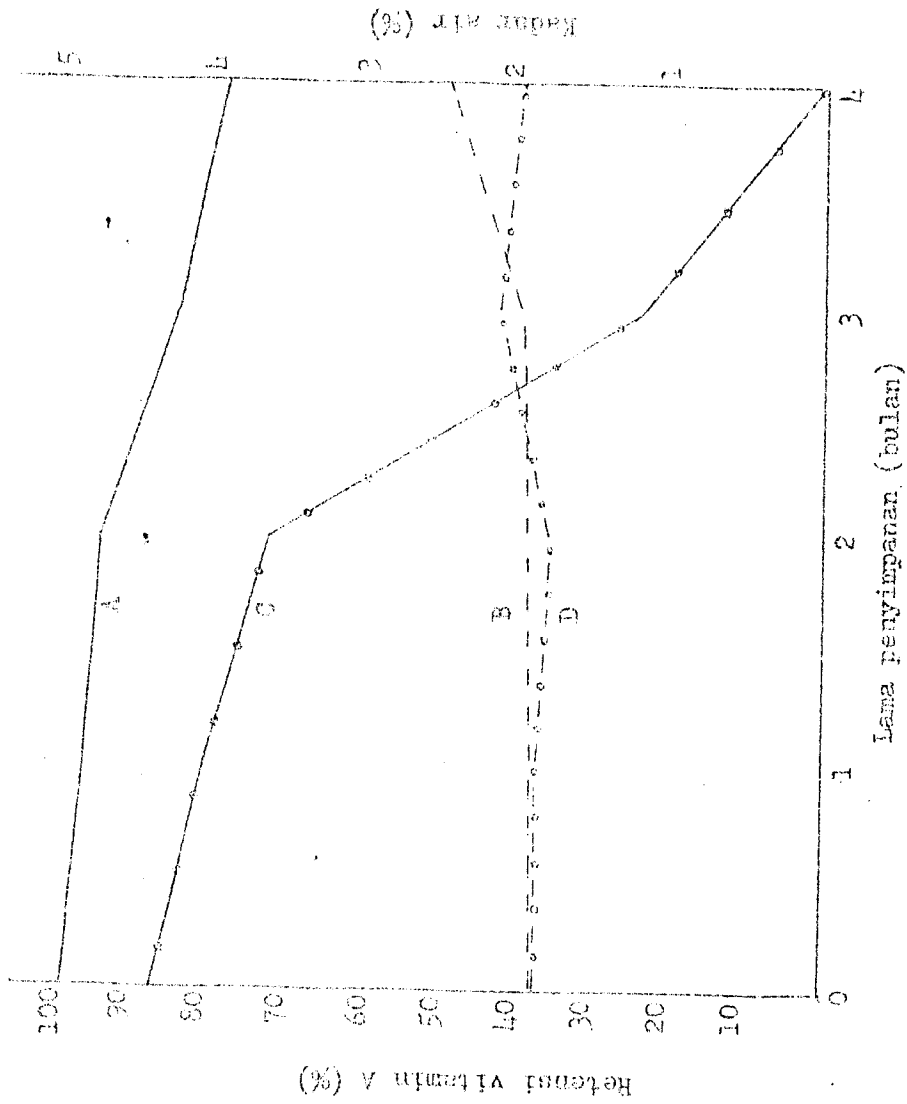
Dari Tabel 14 dapat dilihat bahwa vitamin A yang ditambahkan sebanyak 500 SI per gram garam, sesudah proses pembuatan garam briket, yang tinggal hanya 440 SI/g garam. Vitamin A yang hilang selama proses pembuatan garam briket adalah kurang lebih 12 %.

Tabel 14. Kandungan Vitamin A didalam Garam Fortifikasi pada Waktu Sesudah Pengolahan

Garam fortifikasi	Kadar vitamin A				
	Contoh I	Contoh II	Contoh III	Rata-rata	Rata-rata keseluruhan
(SI/g).....				
Pembuatan I	452	435	415	434	440
Pembuatan II	455	420	460	445	

Kehilangan vitamin A ini, kemungkinan disebabkan oleh adanya pemanasan pada temperatur 65°C selama $2\frac{1}{2}$ jam. Proporsi yang kemungkinan terbanyak hilang rupanya adalah bagian lapisan luar dari garam tersebut, karena lebih mudah teroksidasi. Hal ini diperkuat oleh pengalaman, bahwa garam fortifikasi yang dibuat di pabrik yang sama tetapi dipanaskan pada temperatur 130°C selama satu jam, menyebabkan lapisan luar garam menjadi coklat, karena barangkali adanya reaksi Millard, sebagai akibat adanya panas yang tinggi terhadap sukrose yang melapisi bagian luar dari partikel-partikel vitamin A.

Hasil analisa rata-rata kandungan vitamin A dan kadar air dari masing-masing tiga contoh garam premiks selama penyimpanan empat bulan di laboratorium pada temperatur kamar antara 24°C sampai 28°C , dengan lembab nisbi antara 75 % sampai 85 %, dan hasil analisa serupa terhadap garam fortifikasi yang disimpan di rumah-rumah penduduk di perkebunan, dengan temperatur dan kelembaban yang hampir sama dengan diatas, dapat dilihat pada Gambar 8.



A Retensi vitamin A dalam garam premiks
B Kadar air dalam garam premiks
C Retensi vitamin A dalam garam fortifikasi
D Kadar air dalam garam fortifikasi

Gambar 8. Retensi Vitamin A dan Kadar Air pada Garam Premiks dan Garam Fortifikasi, Selama Penyimpanan

Pada Gambar 8 dapat dilihat bahwa kehilangan vitamin A pada garam premiks selama penyimpanan dua bulan pertama, adalah relatif kecil ($< 5\%$), sedangkan pada dua bulan terakhir, kehilangan vitamin A relatif besar ($< 15\%$). Sebaliknya perubahan kadar air setelah empat bulan penyimpanan hanya 0.7% , sehingga dapat dikatakan kadar air didalam garam premiks hampir konstan.

Pada Gambar 8 dapat pula dilihat kandungan vitamin A dan kadar air pada garam fortifikasi selama empat bulan penyimpanan. Pada waktu setelah pengolahan garam fortifikasi, vitamin A yang tinggal 88.0% , sesudah satu bulan disimpan vitamin A tinggal 81.0% , sesudah dua bulan 72.0% , sesudah 3 bulan 21.0% , dan sesudah 4 bulan vitamin A hilang dari garam fortifikasi. Sebaliknya kadar air hampir tidak berbeda selama penyimpanan empat bulan.

Jadi pada garam premiks maupun garam fortifikasi, penurunan kandungan vitamin A tidak diikuti dengan peningkatan kadar air. Penurunan kandungan vitamin A barangkali karena disebabkan sifat-sifat umum vitamin A yang mudah teroksidasi, atau mungkin pula karena partikel-partikel vitamin A atau lapisan luar dari partikel-partikel tersebut yang tidak sesuai dengan keadaan garam.

Sampai penyimpanan selama dua bulan kadar vitamin A didalam garam fortifikasi masih tidak banyak menurun, yaitu masih tersedia sebanyak 72.8% , atau yang hilang sebanyak 27.2% . Kehilangan ini disebabkan oleh proses pengolahan 12% , dan penyimpanan dua bulan 15.2% . Pada waktu penyimpanan yang lebih dari dua bulan, kadar vitamin A menurun dengan cepat sekali. Jadi pada program pemulihan

dan pencegahan kekurangan vitamin A, penggunaan garam fortifikasi akan efektif, bila garam tersebut dapat mencapai sasaran dan dikonsumsi dalam waktu yang tidak lebih dari dua bulan setelah diproduksi.

Jangka waktu dua bulan memungkinkan untuk suatu program perbaikan keadaan kurang vitamin A. Garam briket produksi pabrik Kokrosono dipasarkan di daerah Jawa Barat dan Jakarta, dikirim langsung dari Semarang dengan truk ke agen-agensya dua minggu sekali. Dalam waktu dua minggu itu, persediaan garam di agen-agensya sudah terjual habis oleh pengecer-pengecer. Para pengecer ini menjual langsung kepada para konsumen. Jadi diperkirakan dalam waktu satu bulan garam sudah sampai mencapai sasaran dan dikonsumsi.

Cara lainnya adalah lewat koperasi. Peranan koperasi di perkebunan-perkebunan sangat penting artinya, karena bahan makanan pokok termasuk garam biasanya didapatkan dari koperasi ini. Garam fortifikasi dapat langsung dikirim ke koperasi-koperasi, dan dari koperasi langsung kepada karyawan dan keluarganya. Berarti garam fortifikasi dapat sampai ke konsumen dalam waktu kurang dari satu bulan.

Untuk suatu program tingkat nasional, kekhawatiran akan timbul terutama pada waktu kemarau panjang. Pada keadaan demikian, garam kemungkinan ditimbun di gudang-gudang dalam waktu relatif lama. Dengan demikian teknologi memperpanjang kestabilan kimiawi vitamin A didalam garam sangat perlu dikembangkan.

Suatu hal yang penting adalah perbaikan teknologi pembuatan vitamin A sintetik yang khusus dipergunakan untuk fortifikasi didalam garam, misalnya dengan pengembangan pembuatan lapisan luar partikel-

partikel vitamin A, atau perbaikan pembuatan partikel-partikel itu sendiri, atau dengan menambahkan zat stabilisator yang berkualitas lebih tinggi. Kemungkinan adanya perbaikan teknologi ini tampak jelas dengan mulai ditawarkannya produk-produk terakhir oleh pabrik yang bersangkutan untuk penelitian di lapangan.

Cara lain lagi ialah seperti cara Arroyave (1980) yang menambahkan vitamin A kedalam gula pasir. Seperti dilukiskan pada garam premiks sebelumnya, Arroyave (1980) menambahkan zat stabilisator BHT (butylated hydroxytoluene) atau Ronoxan, sehingga vitamin A didalam bahan makanan yang difortifikasi menjadi stabil sampai sembilan bulan. Zat stabilisator ini dapat ditambahkan pada waktu pembuatan garam premiks atau menurut hemat penulis dapat pula ditambahkan sewaktu proses pembuatan garam fortifikasi di pabrik garam briket.

Penambahan vitamin E dan minyak kacang tanah, adalah cara lain untuk membuat garam fortifikasi lebih stabil. Vitamin E merupakan zat antioksidan, dan minyak merupakan media yang baik untuk vitamin A dan vitamin E, sehingga dengan penambahan kedua zat ini, selain melindungi vitamin A dari oksidasi, juga menyebabkan vitamin A lebih mudah diabsorpsi oleh tubuh (Arroyave, et al., 1979; Bauernfeind, 1978).

Selain itu, dengan menganjurkan kepada keluarga-keluarga di pedesaan untuk menyimpan garam dalam wadah tertutup, juga merupakan salah satu cara mengurangi kehilangan vitamin A selama penyimpanan.

Untuk mempermudah perhitungan jumlah vitamin A yang terkandung didalam garam fortifikasi, misalnya dikehendaki 500 SI vitamin A per gram garam, maka jumlah ini dapat dicapai dengan menambahkan 12 % vitamin A yang akan hilang selama pengolahan. Vitamin A yang harus ditambahkan adalah 568 SI vitamin A per gram garam untuk memperoleh garam fortifikasi dengan kandungan 500 SI vitamin A per gram garam.

Stabilitas Fisik

Pengamatan terhadap stabilitas fisik garam premiks dan garam fortifikasi telah dilakukan dengan memperhatikan kemungkinan adanya perubahan bentuk fisik garam, perubahan partikel-partikel garam, garam menjadi hancur atau menjadi cair, dan terhadap perubahan warna.

Pada garam premiks terjadi sedikit perubahan fisik setelah disimpan selama 60 hari, yaitu partikel garam yang satu dengan yang lainnya sebagian lengket, disamping itu warna kuning (yang disebabkan oleh warna vitamin A) terlihat sedikit lebih pucat dibandingkan dengan pada awal penyimpanan.

Untuk garam fortifikasi, perubahan keutuhan garam, pemisahan partikel-partikel garam, kehancuran garam, menjadi cair, maupun perubahan warna, tidak terjadi selama penyimpanan sampai empat bulan di rumah-rumah penduduk di daerah pedesaan.

Dilihat dari keadaan fisik garam fortifikasi, ternyata garam fortifikasi tidak berbeda dengan garam biasa yang berasal dari satu pabrik. Sehingga kalau garam fortifikasi dipasarkan secara bebas, maka konsumen tidak dapat membedakannya dari garam biasa, dan ini

merupakan pula salah satu faktor yang menunjang bahwa garam fortifikasi vitamin A akan dapat diterima oleh masyarakat.

Uji Terima Garam Fortifikasi

Uji terima terhadap pemakaian garam fortifikasi didalam masakan, dilakukan dua tahap. Tahapan pertama dilakukan terhadap karyawan Puslitbang Gizi, Bogor, yang mempunyai latar belakang SLA sampai sarjana. Tahapan kedua dilakukan oleh ibu-ibu di perkebunan dengan latar belakang SD sampai SLA.

Cara pemasakan terdiri dari tiga macam, yaitu digoreng, ditumis dan direbus. Tiap-tiap cara pemasakan ini terdiri dari enam macam masakan, jadi seluruhnya terdiri dari 18 macam masakan. Khusus mengenai penilaian di Puslitbang Gizi disediakan dua sampai empat macam masakan setiap hari. Setiap penilai seharusnya menilai sebanyak 18 macam masakan, tetapi oleh karena pada hari-hari tertentu ada penilai yang absen, maka diantara para penilai tersebut ada yang menilai hanya 16 macam masakan. Di daerah perkebunan yang karena letaknya jauh dari kota Bogor, setiap penilai hanya menilai dua macam masakan.

Uji terima dilakukan dengan membandingkan antara hidangan yang mempergunakan garam fortifikasi dengan hidangan yang mempergunakan garam biasa. Kepada setiap penilai, diminta memilih hidangan mana yang mempergunakan garam fortifikasi dan hidangan mana yang mempergunakan garam biasa. Kemudian ditanyakan pula, yang mana diantara kedua macam hidangan yang lebih enak (Lampiran 3).

Jumlah dan latar belakang pendidikan para penilai dari Puslitbang Gizi, Bogor, dan dari daerah perkebunan, masing-masing dapat dilihat pada Tabel 15 dan Tabel 16.

Tabel 15. Jumlah dan Latar Belakang Pendidikan Para Penilai Masakan dari Pusat Penelitian dan Pengembangan Gizi, Bogor

Pendidikan	Jenis kelamin		Jumlah	Keterangan
	laki-laki	perempuan		
Lulusan SLA	12	17	29	- 1 orang lulusan STM ^a - 2 orang lulusan SMEA ^b - 3 orang lulusan SKKA ^c - 5 orang lulusan SMKA ^d - 6 orang lulusan Analisis Kimia - 12 orang lulusan SMA ^e
Sarjana Muda	8	9	17	- 3 orang Sarjana Muda Analisis - 13 orang Sarjana Muda Gizi
Sarjana	2	1	3	- 1 orang Sarjana Hukum - 1 orang Sarjana Biologi - 1 orang Sarjana Pertanian

^a Sekolah Tehnik Menengah

^b Sekolah Menengah Ekonomi Atas

^c Sekolah Kesejahteraan Keluarga Atas

^d Sekolah Menengah Kesehatan Atas

^e Sekolah Menengah Atas

Pada Tabel 15 dapat dilihat bahwa para penilai dari Puslitbang Gizi adalah 29 orang lulusan SLA, 16 orang sarjana muda dan 3 orang sarjana, yang terdiri dari 22 orang laki-laki dan 27 orang wanita.

Tabel 16. Jumlah dan Latar Belakang Pendidikan Para Penilai Masakan di Enam Daerah Perkebunan

Latar bela- kang pendi- dikan	Daerah Perkebunan						Jumlah
	Hamba- lang (Bogor)	Cimu- lang (Bogor)	Cika- sungka (Bogor)	Sukamaju (Sukabu- mi)	Cipetir (Suka- bumi)	Cibungur (Suka- bumi)	
 (n)						N
SD	13	16	7	20	6	12	74
SLP	6	10	5	2	7	7	37
SLA	6	5	2	1	7	4	25
Jumlah	25	31	14	23	20	23	136

Dan dari Tabel 16 dapat diketahui bahwa para penilai di daerah perkebunan adalah sebanyak 136 orang, yang terdiri dari ibu-ibu rumah tangga yang suaminya bekerja di perkebunan, berpendidikan dari Sekolah Dasar (SD) sampai Sekolah Lanjutan Atas (SLA), dengan perincian 74 orang tamat SD, 37 orang lulusan Sekolah Lanjutan Pertama, dan 25 orang lulusan Sekolah Lanjutan Atas. Para penilai tersebut berasal dari enam kebun, yaitu kebun Hambalang, kebun Cimulang, dan kebun Cikasungka yang terletak di Kabupaten Bogor, serta kebun Sukamaju, kebun Cipetir, dan kebun Cibungur yang terletak di Kabupaten Sukabumi.

Tabel 17 memberikan gambaran hasil penilaian masakan dari para penilai di Puslitbang Gizi dan daerah perkebunan.

Tabel 17. Hasil Penilaian Masakan di Pusat Penelitian dan Pengembangan Gizi Bogor, dan di Perkebunan

Para Penilai	N ^a	Memilih masakan yang diberi garam fortifikasi				Memilih masakan yang lebih enak			
		Benar		Salah		memakai garam fortifikasi		Memakai garam biasa	
		(n) ^b	(%)	(n) ^b	(%)	(n) ^b	(%)	(n) ^b	(%)
Puslitbang Gizi	842	417	50.1	425	49.9	443	53.3	399	46.7
Perkebunan	272	133	48.2	139	51.8	152	55.9	120	44.1
Jumlah	1114	550	49.1	564	50.9	595	53.4	519	46.6

^a jumlah penilaian

^b jumlah masakan yang dipilih dikalikan banyaknya penilai

Tabel 17 tersebut menunjukkan bahwa jumlah penilai dari Puslitbang Gizi dan dari perkebunan yang menyatakan benar dan salah terhadap hidangan yang diberi garam fortifikasi, adalah masing-masing 49.1 % dan 50.9 %. Dengan mempergunakan uji khi kuadrat, perbedaan hasil penilaian tersebut adalah tidak nyata. Sebaliknya dari para penilai tersebut yang menyatakan bahwa hidangan yang diberi garam fortifikasi lebih enak dari hidangan yang diberi garam biasa dan sebaliknya adalah 53.4 % dan 46.6 %. Perbedaan yang disebut terakhir ini adalah sangat nyata ($P < 0.01$).

Perbedaan penilaian antara pegawai Puslitbang Gizi dan ibu-ibu di Perkebunan terhadap pemilihan yang benar atau yang salah, dan pemilihan yang lebih enak atau yang kurang enak, berdasarkan uji statistik khi kuadrat adalah masing-masing tidak nyata.

Dari hasil uji terima di Puslitbang Gizi maupun di perkebunan dapatlah kiranya disimpulkan bahwa garam fortifikasi memenuhi salah satu persyaratan fortifikasi (IVACG, 1976; WHO, 1976), yaitu makanan yang difortifikasi tidak menyebabkan perubahan bentuk, rupa, bau dan rasa yang terutama menyebabkan efek negatif. Garam fortifikasi ini kemungkinan besar dapat diterima oleh orang kota maupun orang desa, dan keluarga yang berpendidikan rendah maupun tinggi. Malah ada kecendrungan makanan yang diberi garam fortifikasi lebih disenangi karena menyebabkan rasa lebih enak.

Pemeriksaan Pertama pada Saat Dua bulan Sebelum (DSB) Perlakuan

Seperti telah disebutkan pada bab Bahan dan Cara, bahwa pemeriksaan dilakukan tiga tahap, yaitu :

1. Pemeriksaan pertama, pada saat dua bulan sebelum perlakuan, atau disebut pula pemeriksaan DSB (DSB singkat dari dua bulan sebelum).
2. Pemeriksaan kedua, pada saat sebelum perlakuan atau ketika akan dimulai perlakuan, atau disebut pula pemeriksaan SB (SB singkatan dari sebelum).
3. Pemeriksaan ketiga, pada saat sesudah perlakuan selesai, atau disebut pula pemeriksaan SS (SS singkatan dari sesudah).

Perbandingan hasil pemeriksaan DSB dan SB, dimaksudkan untuk meneliti adanya pengaruh faktor waktu atau musim, sedangkan perbandingan hasil pemeriksaan SB dan SS untuk meneliti dampak sebagai hasil dari perlakuan. Selain itu data yang diperoleh, dipergunakan pula untuk dapat memberikan gambaran umum tentang daerah dan subyek yang diselidiki, serta kaitan antara status kurang vitamin A (KVA) dengan faktor-faktor lainnya. Sehingga dampak yang diperoleh akan lebih dapat dibahas dari berbagai segi yang berhubungan.

Antropometri

Pada pemeriksaan DSB telah dilakukan pengukuran antropometri, yaitu berat badan (BB) dan tinggi badan (TB), serta pencatatan umur terhadap 792 anak pra sekolah, berumur antara satu sampai dengan enam tahun. Tabel 18 memberikan gambaran distribusi jumlah anak yang diperiksa berdasarkan kelompok umur, dan status gizi anak-anak tersebut.

Dengan menggunakan kriteria BB terhadap TB, anak-anak digolongkan menjadi Gizi Baik, Gizi Kurang dan Gizi Buruk. Anak dikatakan dalam keadaan Gizi Baik, bila BB terhadap TB ≥ 90 % standar, Gizi Kurang bila BB terhadap TB antara 70 - 89 % standar, dan Gizi Buruk bila BB terhadap TB < 70 % standar (Directorate of Nutr., 1971). Gizi Kurang sering pula disebut Kurang Kalori Protein Tingkat I dan II (KKP I dan KKP II), sedangkan Gizi Buruk adalah KKP III.

Tabel 18. Banyaknya Anak Digolongkan Menurut Umur dan Keadaan Gizi

Umur (thn:bln)	Keadaan Gizi						Jumlah	
	Gizi Baik		Gizi Kurang		Gizi Buruk		(N)	(%)
	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)	(N)	(%)
1 - 2 : 11	103	42.0	131	53.5	11	4.5	245	100.0
3 - 4 : 11	208	81.6	46	18.0	1	0.4	255	100.0
5 - 6 : 11	256	87.7	36	12.3	0	0.0	292	100.0
Jumlah	567	71.6	213	26.9	12	1.5	792	100.0

Dari Tabel 18 tersebut dapat dilihat, bahwa persentase jumlah anak yang menderita Gizi Kurang dan Gizi Buruk pada kelompok umur 1 - 2 : 11 tahun adalah kurang lebih tiga kali lipat lebih banyak dari kelompok umur 3 - 4 : 11 tahun, dan hampir lima kali lipat lebih banyak dari kelompok umur 5 - 6 : 11 tahun. Perbedaan jumlah anak yang menderita KKP (Gizi Kurang dan Gizi Buruk) ini, setelah diuji dengan khi kuadrat adalah sangat nyata ($P < 0.01$). Oleh sebab itu pada pembahasan lebih lanjut, terutama pada hasil perlakuan, kelompok umur 1 - 2 : 11 tahun akan mendapat perhatian lebih khusus.

Apabila diperhatikan secara keseluruhan terhadap anak umur 1 - 6 : 11 tahun, maka jumlah Gizi Kurang dan Gizi Buruk di daerah penelitian ini adalah sebanyak 29.4 %. Jumlah ini bila dibandingkan dengan data pada tingkat nasional di Indonesia yaitu sebanyak 25 - 40 % (Dep Kes, 1978), maka keadaan gizi di daerah yang diselidiki tidak banyak berbeda dengan keadaan daerah lainnya di Indonesia.

Pemeriksaan Klinis

Tabel 19 memberikan keterangan tentang keadaan kesehatan anak berdasarkan hasil pemeriksaan klinis. Hanya sebanyak 41.1 % anak yang digolongkan sehat, yaitu yang tidak menunjukkan adanya keluhan atau gejala sakit pada waktu pemeriksaan. Selebihnya yaitu 58.9 % menderita satu macam penyakit atau lebih. Macam penyakit yang paling umum dijumpai adalah infeksi pada saluran pernafasan atas (pharingitis, tonsilapharingitis, rhinitis, dan lain-lain) sebanyak 51.0 %. Infeksi pada saluran pernafasan bagian bawah (bronchitis dan pnemonia) hanya ditemukan 15.1 %, dan infeksi kulit serta caries dijumpai masing-masing 13.1 % dan 3.9 %. Selebihnya, diare ditemukan hanya 3.4 % dan yang termasuk lain-lain (morbilli, varicella, stomatitis angularis) hanya 5.2 %.

Tabel 19. Hasil Pemeriksaan Klinis di Golongan Menurut Macam Penyakit

Macam penyakit infeksi	Jumlah anak ^a	
	(n)	(%)
Infeksi saluran pernafasan atas	480	51.0
Infeksi saluran pernafasan bawah	121	15.1
D i a r e	27	3.4
Infeksi kulit	105	13.1
C a r i e s	31	3.9
Lain-lain	42	5.2
Sehat (tanpa ada gejala atau keluhan)	329	41.1

^a satu anak ada yang menderita lebih dari satu macam penyakit. Jumlah anak yang diperiksa 800 orang

Luasnya masalah penyakit infeksi ini, secara langsung menyebabkan keadaan gizi anak bertambah parah. Infeksi tersebut menyebabkan konsumsi makanan berkurang oleh karena nafsu makan menurun. Disamping itu infeksi menyebabkan banyak N_2 yang terbuang, yang tidak dapat diimbangi oleh N_2 yang diperoleh dari makanan. Menurut Scrimshaw (1975) ada interaksi yang kuat antara infeksi dengan KKP, dan infeksi pada saluran pernafasan serta saluran pencernaan hampir selalu menyertai KKP.

Tabel 20 melukiskan gambaran tentang jumlah anak yang menderita xerophthalmia berdasarkan pemeriksaan klinis.

Tabel 20. Jumlah Anak Menurut Tingkat Kurang Vitamin A (KVA), Berdasarkan Pemeriksaan Klinis

Kurang Vitamin A (KVA)	Jumlah anak	
	(n)	(%)
Buta senja (XN)	10	1.3
Konjungtiva xerosis (X1A)	43	5.4
Bercak Bitot (X1B)	19	2.4
Kornea xerosis (X2)	1	0.1
Kornea skars (XS)	1	0.1
J u m l a h	74	9.3

Jumlah anak yang diperiksa 792 orang

Buta senja ditemukan 1.3 %, bercak Bitot 2.4 %, konjungtiva xerosis 5.4 %, kornea xerosis 0.1 % dan kornea skars 0.1 %. Jumlah ini menunjukkan prevalensi yang lebih tinggi dari kriteria IVACG

(1981) tentang daerah rawan Kurang Vitamin A (KVA). Salah satu kriteria IVACG menyebutkan, bahwa bila di suatu daerah ditemukan prevalensi bercak Bitot lebih dari 0.5 %, maka KVA di daerah itu merupakan masalah kesehatan masyarakat.

Oomen, McLaren dan Escapini (1964) berkesimpulan bahwa xerophthalmia hampir selalu berhubungan dengan infeksi yang akut atau khronis, terutama disentri, gangguan saluran pencernaan, infeksi pada saluran pernafasan dan campak. Hubungan antara keduanya ini dapat dijumpai pada masyarakat yang hidup di daerah yang lingkungannya kurang bersih, dan miskin. Sedangkan Tarwotjo, et al. (1980) mempunyai pandangan yang kuat bahwa KKP erat hubungannya dengan KVA. Dengan demikian menjadi lebih jelas bahwa hubungan segi tiga antara KVA, KKP dan infeksi merupakan suatu mata rantai yang saling berinteraksi.

Hemoglobin

Sebanyak 401 anak dari 800 anak diperiksa kadar hemoglobin (Hb) nya. Berdasarkan kriteria WHO (1976) tentang batas normal dan tak normal kadar Hb untuk anak umur 1 - 6 tahun adalah 11 g %, maka Tabel 21 memberikan gambaran tentang jumlah anak yang anemia dan tidak anemia.

Dari Tabel 21 tersebut dapat diketahui bahwa anak umur 1-2 : 11 tahun, persentase yang anemia lebih tinggi dari pada anak umur 2 - 3 : 11 tahun, dan anak umur 2 - 3 : 11 tahun persentase yang anemia lebih tinggi dari pada anak umur 4-6:11 tahun. Jadi ada kecendrungan makin muda usia anak makin tinggi persentase yang anemia, walaupun dengan uji

Tabel 21. Banyaknya Anak yang Digolongkan Menurut Umur dan Anemia

U m u r (thn : bln)	Anemia (Hb < 11 g %)		Tidak Anemia (Hb ≥ 11 g %)		Jumlah	
	(n)	(%)	(n)	(%)	(N)	(%)
1 - 2 : 11	29	33.7	57	66.3	86	100.0
2 - 3 : 11	39	24.8	118	75.2	157	100.0
4 - 6 : 11	36	22.8	122	77.2	158	100.0
Jumlah	104	25.9	297	74.1	401	100.0

khi kuadrat perbedaan ini tidak nyata. Hal ini barangkali antara lain disebabkan oleh karena secara alami kadar Hb pada anak yang umurnya lebih muda adalah lebih rendah dari pada anak yang umurnya lebih tua (WHO, 1972), sehingga batas Hb 11 g % untuk anak umur 1 - 6 tahun, yang jarak umurnya cukup besar sebagai suatu kelompok umur, menyebabkan anak yang berumur satu tahun mempunyai kesempatan lebih besar untuk dinyatakan anemia dari pada anak yang berumur enam tahun. Jumlah anak yang anemia pada usia yang lebih muda, terutama pada kelompok umur 1 - 2 : 11 tahun barangkali ada pula hubungannya dengan jumlah anak yang menderita KKP yang lebih banyak pada usia tersebut seperti dilukiskan pada Tabel 18.

Pada Tabel 21 tersebut dapat pula diketahui bahwa jumlah anak umur 1 - 6 : 11 tahun yang anemia (Hb < 11 g %) adalah 25.9 %, dan yang tidak anemia sebanyak 74.1 %. Dibandingkan dengan prevalensi

anemia gizi pada umumnya di Indonesia pada anak pra sekolah adalah 40 % (Dep Kes, 1978), maka prevalensi anemia di daerah penelitian ini tidak lebih berat dari daerah lainnya di Indonesia. Pada umumnya anemia yang diderita adalah ringan (kadar Hb antara 9 - 11 g %), sedangkan jumlah anak yang mempunyai kadar Hb < 9 g % hanya sebanyak 1.0 %.

Serum Vitamin A

Tabel 22 memberikan gambaran tentang status serum vitamin A. Anak yang mempunyai serum vitamin A < 10 ug % disebut defisiensi, antara 10 - 19 ug % dinamakan rendah, dan \geq 20 ug % dikatakan cukup (ICNND, 1957).

Tabel 22. Banyaknya Anak yang Digolongkan Menurut Umur dan Status Serum Vitamin A

U m u r	Serum Vitamin A						Jumlah	
	Defisiensi < 10 ug %		Rendah 10-19 ug %		Cukup \geq 20 ug %		(N)	(%)
(thn : bln)	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)	(N)	(%)
1 - 2 : 11	11	9.5	68	58.6	37	31.9	116	100.0
3 - 4 : 11	25	13.1	98	51.3	68	35.6	191	100.0
5 - 6 : 11	39	18.0	111	51.2	67	30.9	217	100.0
Jumlah	75	14.3	277	52.9	172	32.8	524	100.0

Pada Tabel 22 dapat dilihat bahwa status serum vitamin A tidak banyak berbeda antara masing-masing kelompok umur. Persentase jumlah

anak dengan status defisiensi atau rendah tidak lebih tinggi pada kelompok umur yang lebih muda dibandingkan dengan kelompok umur yang lebih tua. Secara keseluruhan persentase jumlah anak umur 1 - 6 : 11 tahun yang mempunyai kadar serum vitamin A yang tergolong defisiensi adalah 14.3 %, rendah 52.9 %, dan cukup hanya 32.8 %.

Menurut kriteria IVACG (1981), bila ditemukan persentase jumlah anak pra sekolah yang mempunyai kadar serum vitamin A $< 10 \text{ ug } \%$ lebih besar dari 5 %, maka daerah itu adalah daerah rawan KVA. Pada penelitian ini dijumpai sebanyak 14.3 % yang mempunyai kadar serum vitamin A $< 10 \text{ ug } \%$, maka daerah ini adalah daerah rawan KVA atau dengan perkataan lain masalah kurang vitamin A (KVA) merupakan masalah kesehatan masyarakat yang memerlukan tindakan-tindakan ke arah perbaikan yang nyata.

Berdasarkan hasil survai di beberapa daerah di Indonesia yang berskala nasional, Sommer, Hussaini, Muhilal, Tarwotjo, Djoko Susanto, dan Julianti Saroso (1980) menyatakan bahwa jumlah anak pra sekolah yang mempunyai kadar serum vitamin A $< 10 \text{ ug } \%$ adalah 1.6 kali lebih besar dari jumlah anak yang menunjukkan adanya xerophthalmia secara pemeriksaan klinis. Pada penyelidikan tersebut ditemukan sebanyak 4.6 % buta senja, dan 2.2 % menderita bercak Bitot, maka 1.6 kali dari jumlah kedua tanda klinis tersebut adalah 10.9 %. Pada penelitian ini ditemukan 14.3 %, berarti di daerah yang diselidiki ini keadaan kurang vitamin A ada kecendrungan lebih luas dari pada daerah-daerah rawan KVA lainnya di Indonesia.

Hubungan Antara KVA dengan Keadaan Lainnya

Buta senja adalah tanda permulaan anak kekurangan vitamin A (Davidson, *et al.*, 1973). Konjungtiva xerosis adalah kelanjutannya, berupa perubahan bagian putih bola mata menjadi suram, menebal, kering dan mengkerut. Apabila keadaan ini dibiarkan, akan dapat terjadi bercak Bitot, berupa bercak putih seperti buih sabun atau butir lemak pada bagian putih bola mata. Kadang-kadang bitot spot berkombinasi dengan buta senja, atau berkombinasi dengan tanda-tanda klinis lainnya. Tanda-tanda keadaan kurang vitamin A lainnya yang lebih berat adalah kornea xerosis, kornea skars dan keratomalasia yang telah menyebabkan rusak pada kornea atau bagian hitam bola mata (Sommer, 1978).

Pada penelitian ini yang paling lumrah ditemui adalah buta senja, konjungtiva xerosis, bercak Bitot, dan kombinasi buta senja dengan bercak Bitot.

Klassifikasi klinis keadaan kurang vitamin A (KVA) seperti tersebut diatas, pada Tabel 23 digambarkan hubungannya dengan kadar vitamin A dan hemoglobin didalam darah.

Rata-rata kadar serum vitamin A untuk keempat klasifikasi klinis tersebut diatas, berada dibawah batas normal ($< 20 \text{ ug } \%$). Begitu pula untuk kadar Hb ($< 11 \text{ g } \%$). Dengan mempergunakan uji F, tidak terdapat perbedaan yang nyata diantara keempat klasifikasi tersebut terhadap serum vitamin A dan kadar Hb.

Tabel 23. Rata-rata Kadar Hb, dan Serum Vitamin A pada Anak yang Menunjukkan Tanda Xerophthalmia

Tanda klinis	N	Hemoglobin (g % ± SB)	Vitamin A (ug % ± SB)
Buta senja	10	10.58 ± 1.28	9.80 ± 3.40
Konjungtiva xerosis	43	10.97 ± 1.13	12.12 ± 5.55
Bercak Bitot	13	10.47 ± 0.90	11.69 ± 4.23
Kombinasi bercak Bitot dengan buta senja	6	10.29 ± 1.15	9.33 ± 2.08

Kadar serum vitamin A menunjukkan status kini, tetapi tidak memberikan keterangan lamanya keadaan seperti ini telah diderita oleh anak yang bersangkutan. Keadaan klinis lebih menunjukkan kedua-duanya. Makin lama anak menderita keadaan kurang vitamin A, ada kecendrungan bertambah berat keadaan yang dideritanya. Sehingga cukup beralasan kiranya bahwa anak dengan tanda klinis yang lebih berat tidak selalu disertai dengan serum vitamin A yang lebih rendah dari pada anak dengan tanda klinis yang lebih ringan. Sebagai contoh adalah kornea skars (adanya perubahan penglihatan karena kerusakan bagian hitam bola mata), yang lebih merupakan kejadian masa lampau, sehingga tidak diharapkan serum vitamin A selalu lebih rendah dari normal (Arroyave, *et al.*, 1979).

Penyebaran jumlah anak prasekolah yang digolongkan menurut serum vitamin A dan xerophthalmia dapat dilihat pada Tabel 24.

Tabel 24. Penyebaran Jumlah Anak Prasekolah yang Digolongkan Menurut Xerophthalmia dan Serum Vitamin A.

Xerophthalmia	Serum vitamin A						Jumlah	
	Defisiensi < 10 ug %		Rendah 10-19 ug%		Cukup ≥ 20 ug %			
	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)	(N)	(%)
Buta senja	7	70.0	2	20.0	1	10.0	10	100.0
Konjungtiva xerosis	15	34.9	24	55.8	4	9.3	43	100.0
Bercak Bitot	7	53.8	6	46.2	0	0.0	13	100.0
Kombinasi bercak Bitot dengan buta senja	4	66.7	2	33.3	0	0.0	6	100.0
Tidak xerophthalmia	42	9.3	243	53.8	167	36.9	452	100.0
Jumlah	75	14.3	277	52.9	172	32.8	524	100.0

Pada umumnya anak-anak yang menderita xerophthalmia, mempunyai serum vitamin A < 20 ug %, malah kurang lebih setengah dari jumlah anak ini mempunyai serum vitamin A < 10 ug %. Anak-anak yang tidak atau belum menunjukkan tanda-tanda xerophthalmia, sebanyak 9.3 % (N = 42) mempunyai serum vitamin A < 10 ug %, 53.8 % (N = 243) mempunyai serum vitamin A antara 10 - 19 ug %, dan sebanyak 36.9 % (N = 167) yang mempunyai serum vitamin A ≥ 20 ug %. Anak-anak yang mempunyai serum vitamin A < 20 ug %, tetapi belum menunjukkan tanda-tanda kelainan pada mata, besar kemungkinan akan menderita xerophthalmia apabila status serum vitamin A seperti ini tidak berubah dalam waktu relatif lama, atau konsumsi vitamin A dari makanan tidak bertambah baik.

Pemeriksaan Kedua atau Sebelum (SB)
Perlakuan

Pemeriksaan kedua atau disebut pula pemeriksaan SB, dilaksanakan pada saat akan dimulai pemberian perlakuan. Pemeriksaan SB meliputi pemeriksaan biokimiawi darah, pengukuran antropometri, pemeriksaan klinis, survei konsumsi zat-zat gizi dan sosial ekonomi. Penyajian hasil pemeriksaan SB ini diuraikan dalam tiga bagian, yaitu : 1) perbandingan hasil pemeriksaan DSB dan SB, 2) gambaran hubungan antara status serum vitamin A dengan faktor-faktor infeksi, keadaan gizi, dan kadar hemoglobin, dan 3) gambaran status awal kelompok-kelompok perlakuan. Kemudian tiap-tiap bagian dibagi lagi menjadi sub-sub bagian sesuai dengan kebutuhan bagian-bagian tersebut.

Perbandingan Hasil Pemeriksaan DSB dan SB

Serum vitamin A

Perbandingan status serum vitamin A pada pemeriksaan DSB (dua bulan sebelum perlakuan) dan SB (sebelum perlakuan), terhadap anak prasekolah, tertera didalam Tabel 25.

Dengan mempergunakan uji khi kuadrat, perbedaan penyebaran jumlah anak berdasarkan penggolongan status serum vitamin A seperti terlihat pada Tabel 25, antara DSB dan SB adalah tidak nyata.

Tabel 26 melukiskan pergeseran status vitamin A menurut hasil pemeriksaan DSB dan SB. Terlihat ada pergeseran dari status serum vitamin A yang rendah kestatus yang lebih tinggi, dan sebaliknya

Tabel 25. Penyebaran Jumlah Anak Prasekolah Berdasarkan Status Serum Vitamin A pada Pemeriksaan Dua Bulan Sebelum (DSB) dan Sebelum (SB) Perlakuan

Pemeriksaan	Status serum vitamin A						Jumlah	
	Defisiensi < 10 ug %		Rendah 10-19 ug %		Cukup ≥ 20 ug %			
	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)
DSB ^a	75	14.3	277	52.9	172	32.8	524	100.0
SB ^b	90	14.7	325	53.1	197	32.2	612	100.0
Jumlah	165	14.5	602	53.0	369	32.5	1136	100.0

^aPemeriksaan dua bulan sebelum perlakuan

^bPemeriksaan sebelum perlakuan

Tabel 26. Penyebaran Jumlah Anak Prasekolah Berdasarkan Status Vitamin A pada Dua Bulan Sebelum (DSB) dan Sebelum (SB) Perlakuan

DSB ^a serum vitamin A	SB ^b						Jumlah	
	Serum vitamin A							
	< 10 ug %		10-19 ug %		≥ 20 ug %		(n)	(%)
	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)
< 10 ug %	59	78.7	16	21.3	0	0.0	75	100.0
10 - 19 ug %	19	6.9	222	80.1	36	13.0	277	100.0
≥ 20 ug %	0	0.0	42	24.4	130	75.6	172	100.0
Jumlah	78	14.9	280	53.4	166	31.7	524	100.0

^aDua bulan sebelum perlakuan

^bSebelum perlakuan

terjadi pula pergeseran dari status yang tinggi kestatus yang lebih rendah. Walaupun pergeseran status ini cukup berarti, tetapi karena terjadi bolak-balik, maka keadaan hampir tidak berubah.

Dengan demikian, dapatlah dikatakan bahwa perbedaan waktu yang berselang dua bulan tidak menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap perubahan status serum vitamin A pada anak prasekolah di daerah yang diselidiki.

Xerophthalmia

Untuk melihat pengaruh waktu terhadap anak yang menderita xerophthalmia, Tabel 27 memberikan gambaran tentang penyebaran jumlah anak prasekolah yang menderita xerophthalmia yang ditemukan pada pemeriksaan DSB dan SB.

Dari Tabel 27 dapat dilihat, bahwa jumlah penderita xerophthalmia hampir tak berubah. Terjadi sedikit pergeseran jumlah anak yang pada pemeriksaan DSB menderita buta senja sebanyak 8 orang, pada pemeriksaan SB berkurang menjadi 6 orang. Dua orang yang tadinya buta senja, pada pemeriksaan SB menjadi sembuh. Sebaliknya jumlah anak yang menderita bercak Bitot bertambah dari 9 orang menjadi 10 orang. Anak yang baru menderita bercak Bitot ini pada pemeriksaan DSB menderita konjungtiva xerosis.

Untuk menguji terhadap kemungkinan adanya perbedaan yang nyata antara pemeriksaan DSB dan SB, maka anak prasekolah tersebut digolongkan menjadi kelompok xerophthalmia dan kelompok tanpa xerophthalmia. Dengan mempergunakan uji khi kuadrat tidak ditemukan per-

Tabel 27. Penyebaran Jumlah Anak Prasekolah yang Xerophthalmia pada Dua Bulan Sebelum (DSB) dan Sebelum (SB) Perlakuan

DSB ^a	SB ^b					Jumlah
	Non ^c	BS ^d	KX ^e	BB ^f	BS+BB ^g	
Non ^c	326					326
BS ^d	2	6				8
KX ^e			32	1		33
BB ^f				9		9
BS+BB ^g					3	3
KS ^h						1
Jumlah	328	6	32	10	3	380

^aDua bulan sebelum perlakuan

^bSebelum perlakuan

^cNon xerophthalmia

^dButa senja

^eKonjungtiva xerosis

^fBercak Bitot

^gKombinasi buta senja dengan bercak Bitot

^hKornea skars

bedaan yang nyata jumlah xerophthalmia antara hasil pemeriksaan DSB dan SB. Dengan demikian perbedaan waktu antara bulan Desember 1979 (pemeriksaan DSB) dengan bulan Februari 1980 (pemeriksaan SB) tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap perbedaan jumlah xerophthalmia.

Anemia

Tabel 28 memberikan gambaran tentang perbandingan jumlah anak prasekolah yang anemia antara hasil pemeriksaan DSB dengan SB. Anak dikatakan anemia apabila kadar Hb < 11 g %, dan tidak anemia bila kadar Hb ≥ 11 g %.

Ternyata perbedaan jumlah anak prasekolah yang menderita anemia pada pemeriksaan DSB dibandingkan dengan pemeriksaan SB, setelah dilakukan uji khi kuadrat, adalah tidak nyata.

Tabel 28. Jumlah Anak yang Anemia dan Tidak Anemia pada Pemeriksaan Dua Bulan Sebelum (DSB) dan Sebelum (SB) Perlakuan

Pemeriksaan	Anemia		Tidak anemia		Jumlah	
	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)
DSB ^a	104	25.9	297	74.1	401	100.0
SB ^b	136	23.9	434	76.1	570	100.0
Jumlah	240	24.7	731	75.3	971	100.0

^aDua bulan sebelum perlakuan

^bSebelum perlakuan

Keadaan gizi

Keadaan gizi anak yang ditentukan berdasarkan hasil pengukuran berat badan (BB) terhadap tinggi badan (TB) pada pemeriksaan DSB dan SB tercantum didalam Tabel 29.

Terjadi pergeseran sebanyak 7.8 % (N = 19) dari jumlah anak yang pada pemeriksaan DSB adalah Gizi Baik, menjadi KKP pada peme-

Tabel 29. Penyebaran Jumlah Anak Prasekolah Berdasarkan Penggolongan Keadaan Gizi pada Pemeriksaan Dua Bulan Sebelum (DSB) dan Sebelum (SB) Perlakuan

DSB ^a	SB ^b				Jumlah	
	Gizi Baik ^c		KKP ^d			
	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)
Gizi Baik ^c	224	92.2	19	7.8	243	100.0
KKP ^d	30	28.0	77	72.0	107	100.0
Jumlah	254	72.6	96	27.4	350	100.0

^aDua bulan sebelum perlakuan

^bSebelum perlakuan

^cBerat badan terhadap tinggi badan \geq 90 % standar (Lokakarya Antropometri Gizi, 1975)

^dKurang Kalori Protein, berat badan terhadap tinggi badan $<$ 90 % standar (Lokakarya Antropometri Gizi, 1975)

riksaan SB. Sebaliknya, sebanyak 28.0 % (N = 30) dari jumlah anak yang pada pemeriksaan DSB adalah KKP, berpindah menjadi Gizi Baik pada pemeriksaan SB. Jadi ada pergeseran kekanan ataupun kekiri. Pada Tabel 29 ini diperlihatkan, bahwa pergeseran kekanan sebanyak 28.0 % (N = 30) lebih besar dari pada pergeseran kekiri yaitu 7.8 % (N = 19).

Apabila dilihat secara keseluruhan, jumlah KKP pada pemeriksaan DSB adalah 30.6 %, pada pemeriksaan SB turun menjadi 27.4 %. Jadi ada perbedaan sebanyak 3.2 %. Setelah dilakukan analisa khi kuadrat perbedaan tersebut adalah tidak nyata.

Adanya pergeseran-pergeseran tersebut diatas barangkali disebabkan oleh jumlah anak yang banyak berada disekitar garis batas Gizi Baik dan KKP. Anak-anak ini sangat labil dan mudah berpindah tempat dari Gizi Baik ke Gizi Kurang atau sebaliknya. Anak-anak ini disebut at risk atau highly at risk, atau kadang-kadang disebut pula dengan istilah tidak sehat tidak sakit.

Hubungan Antara Status Serum Vitamin A dengan Faktor-faktor Lain

Hubungan status serum vitamin A dengan infeksi

Hubungan antara Kurang Vitamin A (KVA) dengan penyakit infeksi telah dikenal secara luas (Arroyave, et al., 1979; Directorate of Nutr. and Helen Keller Int., 1980; Reddy, 1980). Dalam rangka melihat adanya hubungan ini, maka sebanyak 554 anak prasekolah dibagi didalam tiga kelompok masing-masing dengan kadar serum vitamin A < 10 ug % (defisiensi), $10 - 19$ ug % (rendah), dan ≥ 20 ug % (cukup). Kemudian masing-masing dijumlahkan banyaknya anak yang tanpa infeksi (0 infeksi), satu infeksi, dan dua infeksi atau lebih.

Dari Tabel 30 dapat dilihat bahwa jumlah anak yang dengan status serum vitamin A defisiensi (< 10 ug %) dan rendah ($10 - 19$ ug %) menderita 1 infeksi dan ≥ 2 infeksi cenderung lebih banyak dari anak yang berstatus serum vitamin A cukup (≥ 20 ug %). Tetapi setelah dilakukan perhitungan khi kuadrat hubungan antara status serum vitamin A dengan banyaknya infeksi seperti yang diperlihatkan pada Tabel 30 adalah tidak nyata.

Tabel 30. Penyebaran Jumlah Anak Prasekolah Menurut Penggolongan Serum Vitamin A dan Banyaknya Infeksi

Serum vitamin A	Banyaknya infeksi						Jumlah	
	0		1		≥ 2			
(ug %)	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)
< 10	24	29.3	38	46.3	20	24.4	82	100.0
10 - 19	100	33.4	111	37.1	88	29.4	299	100.0
≥ 20	74	42.8	59	34.1	40	23.1	173	100.0
Jumlah	198	35.7	208	37.5	148	26.7	554	100.0

Tabel 31 memberikan gambaran tentang hubungan status serum vitamin A dengan tidak ada infeksi (0 infeksi) dan ada infeksi (kombinasi 1 dan ≥ 2 infeksi). Setelah dilakukan analisa khi kuadrat ternyata hubungan antara kedua variabel seperti yang diperlihatkan pada Tabel 31 adalah nyata pada tingkat $P < 0.10$.

Tabel 31. Penyebaran Jumlah Anak Prasekolah Menurut Penggolongan Serum Vitamin A dan Ada atau Tidak Ada Infeksi

Serum vitamin A	Infeksi				Jumlah	
	Tak ada		Ada			
(ug %)	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)
< 10	24	29.3	58	70.7	82	100.0
10 - 19	100	33.4	199	66.6	299	100.0
≥ 20	74	42.8	99	57.2	173	100.0
Jumlah	198	35.7	356	64.3	554	100.0

Pada halaman-halaman dimuka disebutkan bahwa anak umur 1 - 2 : 11 tahun perlu mendapat perhatian lebih khusus karena golongan anak pada umur ini lebih banyak menderita KKP (kurang kalori protein).

Tabel 32 melukiskan penyebaran jumlah anak yang berumur 1 - 2 : 11 tahun digolongkan menurut status serum vitamin A dan ada atau tidak ada infeksi.

Tabel 32. Penyebaran Jumlah Anak Umur 1 - 2 : 11 Tahun Berdasarkan Penggolongan Serum Vitamin A dan Infeksi

Serum vitamin A	Infeksi				Jumlah	
	Tidak ada		Ada			
(ug %)	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)
< 10	11	32.4	23	67.6	34	100.0
10 - 19	36	38.3	58	61.7	94	100.0
≥ 20	23	41.1	33	58.9	56	100.0
Jumlah	70	38.0	114	62.0	184	100.0

Setelah dilakukan analisa khi kuadrat terhadap hubungan antara dua variabel yaitu antara status serum vitamin A dengan infeksi seperti tertera pada Tabel 32, ternyata adalah tidak nyata.

Seperti halnya penggolongan terhadap anak umur 1 - 2 : 11 tahun, maka Tabel 33 menggambarkan penyebaran jumlah anak yang digolongkan menurut serum vitamin A dan ada atau tidak ada infeksi.

Tabel 33. Penyebaran Jumlah Anak Umur 3 - 6 : 11 Tahun Digolongkan Menurut Serum Vitamin A dan Infeksi

Serum vitamin A	Infeksi				Jumlah	
	Tidak ada		Ada			
(ug %)	(n)	(%)	(n)	(%)	(N)	(%)
< 10	13	27.1	35	72.9	48	100.0
10 - 19	64	31.2	141	68.8	205	100.0
≥ 20	51	43.6	66	56.4	117	100.0
Jumlah	128	34.6	242	65.4	370	100.0

Setelah dilakukan analisa khi kuadrat, maka hubungan antara serum vitamin A dengan ada atau tidak ada infeksi pada anak umur 3 - 6 : 11 tahun, hasilnya adalah nyata ($P < 0.05$).

Dengan demikian anak umur 3 - 6 : 11 tahun bila kadar serum vitamin A didalam darah < 10 ug %, akan lebih peka terhadap infeksi dari pada anak umur 1 - 2 : 11 tahun meskipun kadar serum vitamin A didalam darahnya juga < 10 ug %.

Pada penelitian ini tidak dicatat tentang berat ringannya penyakit serta lamanya penyakit diderita, oleh sebab itu tidak diketahui apakah anak umur 1 - 2 : 11 tahun yang ternyata menderita KKP lebih banyak dari anak umur 3 - 6 : 11 tahun, disebabkan karena menderita penyakit lebih akut atau khronis. Selain itu ada kemungkinan lain bahwa anak yang umurnya lebih muda bila menderita penyakit yang sama, lebih menunjukkan keadaan gizi yang lebih menurun dibandingkan

dengan anak yang lebih tua, disebabkan karena kecepatan pertumbuhan yang relatif lebih cepat pada anak yang lebih muda, lebih mudah terkena akibatnya.

Untuk melihat hubungan antara KKP (kurang kalori protein) dengan status serum vitamin A, dipergunakan cara pendekatan yang sama dengan infeksi. Tabel 34, memberikan gambaran hubungan yang dimaksud.

Tabel 34. Penyebaran Jumlah Anak Prasekolah Berdasarkan Penggolongan Serum Vitamin A dan Keadaan Gizi

Serum vitamin A	Keadaan gizi				Jumlah	
	Gizi Baik ^a		KKP ^b			
(ug %)	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)
< 10	56	66.7	28	33.3	84	100.0
10 - 19	209	68.3	97	31.7	306	100.0
≥ 20	137	77.4	40	22.6	177	100.0
Jumlah	402	70.9	165	29.1	567	100.0

^aBerat badan terhadap tinggi badan ≥ 90 % standar

^bKurang kalori protein, berat badan terhadap tinggi badan < 90 % standar

Dengan menggunakan kriteria berat badan (BB) terhadap tinggi badan (TB), dan dengan menggunakan standar keadaan gizi yang dianggap berlaku untuk orang Indonesia (Lokakarya Gizi, 1975), maka anak prasekolah digolongkan menjadi Gizi Baik dan KKP.

Pada Tabel 34 terlihat bahwa anak dengan serum vitamin A < 10 ug % terdapat 33.3 % (N = 28) KKP, antara 10 - 19 ug % terdapat 31.7 % (N = 97) KKP, dan ≥ 20 ug % terdapat 22.6 % (N = 40) KKP. Makin rendah serum vitamin A, ditemukan makin banyak anak yang menderita KKP, dan dengan mempergunakan uji khi kuadrat, hubungan tersebut adalah nyata pada tingkat $P < 0.10$.

Keadaan ini sesuai dengan hasil-hasil penelitian ditempat lain (Hodges, 1980; Reddy, 1980), bahwa KKP dan KVA sering ditemukan bersama-sama pada anak yang kekurangan gizi. Penelitian di India dan negara-negara Afrika menunjukkan bahwa 40 - 60 % dari jumlah anak yang menderita KKP berat juga disertai dengan tanda-tanda klinis adanya xerophthalmia (Reddy, 1980).

Dengan cara yang sama digambarkan pula hubungan antara KKP dan KVA, khusus terhadap anak umur 1 - 2 : 11 tahun, seperti tertera pada Tabel 35.

Dari Tabel 35 tampak bahwa makin rendah serum vitamin A makin banyak jumlah anak yang KKP. Setelah dilakukan uji khi kuadrat, hubungan tersebut ternyata tidak nyata.

Tabel 36 memberikan gambaran penyebaran jumlah anak umur 3-6 : 11 tahun yang digolongkan menurut status serum vitamin A dan keadaan gizi.

Setelah dilakukan uji khi kuadrat ternyata hubungan antara serum vitamin A dengan keadaan gizi untuk anak umur 3 - 6 : 11 tahun, adalah juga tidak nyata.

Tabel 35. Banyaknya Anak Umur 1 - 2 : 11 Tahun yang Digolongkan Menurut Status Serum Vitamin A dan Keadaan Gizi

Serum vitamin A	Keadaan gizi				Jumlah	
	Gizi Baik ^a		KKP ^b			
(ug %)	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)
< 10	15	42.9	20	57.1	35	100.0
10 - 19	42	43.3	55	56.7	97	100.0
≥ 20	34	58.6	24	41.4	58	100.0
Jumlah	91	47.9	99	52.1	190	100.0

^aBerat badan terhadap tinggi badan ≥ 90 % standar

^bKurang kalori protein, berat badan terhadap tinggi badan < 90 % standar

Tabel 36. Penyebaran Jumlah Anak umur 3 - 6 : 11 Tahun, Berdasarkan Penggolongan Serum Vitamin A dan Keadaan Gizi

Serum vitamin A	Keadaan gizi				Jumlah	
	Gizi Baik ^a		KKP ^b			
(ug %)	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)
< 10	41	83.7	8	16.3	49	100.0
10 - 19	167	79.9	42	20.1	209	100.0
≥ 20	103	86.6	16	13.4	119	100.0
Jumlah	311	82.5	66	17.5	377	100.0

^aBerat badan terhadap tinggi badan ≥ 90 % standar

^bKurang kalori protein, berat badan terhadap tinggi badan < 90 % standar

Adanya hubungan antara kedua variabel tersebut yang nyata pada tingkat $P < 0.10$ pada anak umur 1 - 6 : 11 tahun, kemungkinan besar disebabkan karena ukuran contoh yang cukup besar. Hal ini diperlihatkan oleh koefisien kontingensi yang hanya sebesar 0.22. Bila ukuran contoh tersebut dipecah menjadi kelompok anak umur 1 - 2 : 11 tahun dan 3 - 6 : 11 tahun, ukuran contoh menjadi kecil, menyebabkan hubungan menjadi kurang nyata, walaupun tetap dipertunjukkan adanya kecendrungan makin rendah serum vitamin A makin tinggi jumlah anak yang KKP.

Beberapa peneliti menunjukkan adanya hubungan yang cukup erat antara KVA dengan anemia (Amine, Corey, Hegsted dan Hayes, 1970; Hodges, *et al.*, 1976), bahwa sistem hemopoetik kurang berfungsi normal pada anak yang menderita KVA. Pada penelitian ini dicoba melihat hubungan tersebut.

Makin rendah status serum vitamin A, makin banyak jumlah anak yang menderita anemi, seperti yang terlihat pada Tabel 37. Hubungan antara kedua variabel tersebut, setelah dilakukan uji khi kuadrat, ternyata hasilnya nyata pada tingkat $P < 0.10$.

Seperti halnya pada hubungan antara serum vitamin A dengan keadaan gizi, maka hubungan serum vitamin A dengan kadar Hb terhadap anak umur 1 - 2 : 11 tahun dan terhadap anak umur 3 - 6 : 11 tahun, masing-masing adalah tidak nyata, walaupun ada kecendrungan lebih rendah serum vitamin A lebih banyak persentase jumlah anak yang menderita anemia. Hal ini disebabkan karena ukuran contoh yang lebih kecil pada masing-masing kelompok umur tersebut dibandingkan dengan

Tabel 37. Penyebaran Jumlah Anak Menurut Penggolongan Serum Vitamin A dan Kadar Hemoglobin (Hb)

Serum vitamin A	Kadar Hb (g %)				Jumlah	
	< 11 (Anemi)		≥ 11 (Tidak anemi)			
(ug %)	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)
< 10	29	31.9	62	68.1	91	100.0
10 - 19	73	24.5	225	75.5	298	100.0
≥ 20	35	19.3	146	80.7	181	100.0
Jumlah	137	24.0	433	76.0	570	100.0

kalau kedua kelompok umur itu disatukan, sehingga pada kelompok anak umur 1 - 6 : 11 tahun, hubungan kedua variabel tersebut diatas nyata pada tingkat $P < 0.10$, dengan koefisien kontingensi hanya sebesar 0.21.

Gambaran Status Awal Tiap-tiap Kelompok Perlakuan

Sosial-ekonomi keluarga

Pada umumnya kepala keluarga adalah penyadap karet dan sebagian lagi (kurang dari 25 %) terdiri dari pembersih kebun karet, mandor, pekerja pabrik pengolahan karet, dan pegawai administrasi perkebunan karet. Selain pekerjaan pokok ini, kepala keluarga mempunyai pula pekerjaan sambilan lainnya, seperti berwarung, mengolah pekarangan rumah yang hasilnya sebagian dijual dalam bentuk buah-buahan, sayur-sayuran atau umbi-umbian, dan pekarangan kasar lainnya.

Isteri dan anak yang sudah mulai menanjak dewasa membantu pekerjaan kepala keluarga. Sebagian isteri dan anak mendapat pula honor dari perkebunan, dari hasil kerja sebagai pembersih rumput dan tanaman liar di kebun, atau membantu menyadap karet. Sebagian lagi mendapat hasil tambahan dari tanaman pekarangan dan berjualan ala kadarnya.

Penghasilan rata-rata keluarga per bulan berkisar antara Rp 25 700.00 sampai dengan Rp 29 400.00 (Pengumpulan data sosial-ekonomi dilakukan pada sebelum kenaikan gaji. Mulai bulan April 1980, gaji karyawan dinaikkan sebanyak kurang lebih 25 % dari jumlah penghasilan utama kepala keluarga). Walaupun besar pendapatan ini berbeda antara keluarga satu dengan keluarga lainnya, tetapi setelah dihitung pendapatan per anggota keluarga per bulan, perbedaan menjadi bertambah kecil, seperti terlihat pada Tabel 38. Rata-rata pendapatan per anggota keluarga adalah Rp 4 857.00; Rp 4 899.00; dan Rp 5 094.00, masing-masing untuk kelompok kontrol, kelompok fortifikasi dan kelompok suplementasi.

Besar pengeluaran keluarga ternyata erat hubungannya dengan besar pendapatan keluarga. Makin besar pendapatan keluarga, makin besar pula pengeluaran keluarga. Hal yang serupa terlihat pula pada pengeluaran per anggota keluarga. Bila data pada Tabel 38 dibandingkan dengan data pada Tabel 39 terlihat bahwa besar pendapatan relatif sama besarnya dengan pengeluaran.

Pengeluaran keluarga terbesar adalah pada sektor makanan yaitu 70 %. Pengeluaran untuk pos lain-lain seperti pakaian, jajan, dan

Tabel 38. Pendapatan Rata-Rata Keluarga dan Rata-Rata Individu per Bulan Berdasarkan Kelompok Perlakuan

Kelompok	Jumlah keluarga	Pendapatan rata-rata keluarga				Pendapatan rata-rata individu						
		Jumlah anggota keluarga	Kepala keluarga	Isteri/anak	Utama	Sambilan	Utama	Sambilan				
		(Rp)	(%)	(Rp)	(%)	(Rp)	(%)	(Rp)	(%)			
Kontrol	64	338	21 054	82.1	1 183	4.6	3 217	12.5	195	0.8	25 651	4 857
Fortifikasi	92	531	20 694	70.4	1 386	4.7	7 243	24.6	76	0.3	29 401	5 094
Supplementasi	89	486	20 378	76.3	812	3.0	5 384	20.0	180	0.7	26 752	4 899

Tabel 39. Pengeluaran Rata-Rata Keluarga dan Rata-Rata Individu per Bulan Berdasarkan Kelompok Perlakuan

Kelompok	Jumlah keluarga	Pengeluaran untuk masing-masing pos										Pengeluaran rata-rata							
		Makanan	Bahan bakar	Pendidikan	Pajak dan sumbangan	Kesehatan	Rokok	Lain-lain	Makanan	Bahan bakar	Pendidikan	Pajak dan sumbangan	Kesehatan	Rokok	Lain-lain	Keluarga	Individu		
		(Rp)	(%)	(Rp)	(%)	(Rp)	(%)	(Rp)	(%)	(Rp)	(%)	(Rp)	(%)	(Rp)	(%)	(Rp)	(Rp)		
Kontrol	64	17 859	68.3	926	3.5	789	3.0	1 233	4.7	1 139	4.4	1 753	6.7	2 430	9.3	26 130	4 948		
Fortifikasi	92	531	21	322	71.1	533	1.8	792	2.6	1 418	4.8	1 611	5.4	2 525	8.4	1 784	5.9	29 986	5 195
Suplementasi	89	486	19	706	71.2	782	2.8	496	1.8	971	3.2	1 419	5.1	1 858	6.7	2 619	9.1	27 657	5 065

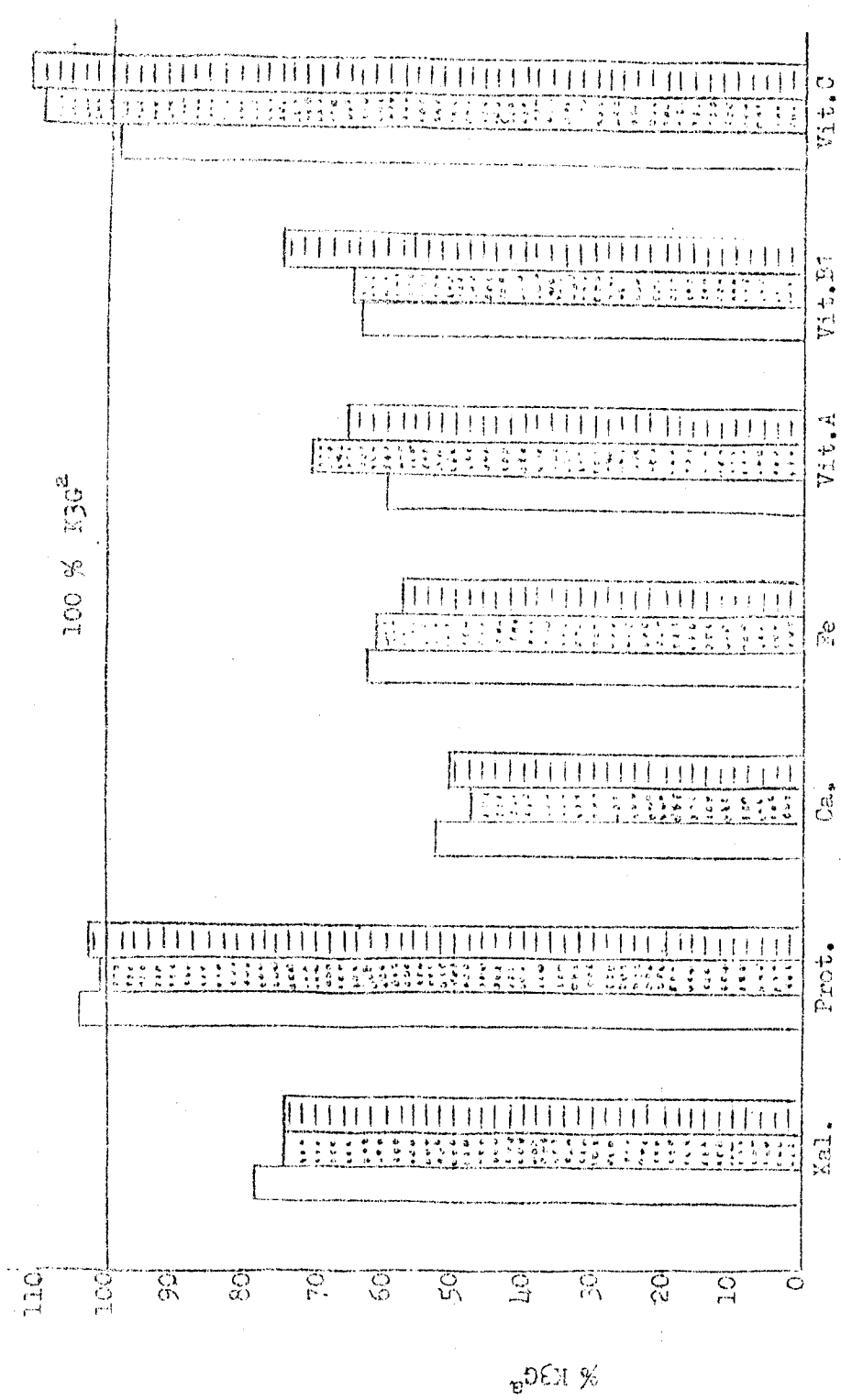
bepergian, rata-rata untuk ketiga kelompok adalah 8.1 %, merupakan pengeluaran keluarga terbesar nomer dua sesudah beras. Rata-rata pengeluaran untuk rokok adalah 7.3 %, untuk kesehatan 5.0 %, dan pengeluaran untuk bahan bakar, pendidikan, pajak dan sumbangan, masing-masing dibawah 5.0 % dari seluruh pengeluaran keluarga.

Pengobatan karyawan dan keluarganya sebenarnya telah dijamin oleh perkebunan dengan didirikannya poliklinik, tetapi letak poliklinik yang berada dipusat kebun, sulit dikunjungi oleh karyawan yang rumahnya jauh didalam kebun. Selain itu bila ada karyawan atau anggota keluarganya yang sakit, sedangkan mantri kesehatan yang bertugas belum waktunya datang mengunjungi lokasi itu, maka terpaksa karyawan tersebut mengeluarkan uang untuk pengobatan tradisional atau membeli obat di warung-warung yang biasanya diambil dari kantong sendiri. Hal ini menyebabkan pengeluaran keluarga untuk kesehatan mencapai 5.1 % dari seluruh pengeluaran keluarga.

Dari Tabel 38 dan 39 tersebut dapat diketahui bahwa tampaknya tidak ada kesempatan keluarga untuk menabung, atau memikirkan masa depan keluarga dengan menyisihkan sebagian dari penghasilannya. Dalam hal ini para karyawan dan keluarganya masih labil dalam hal perimbangan penghasilan dan pengeluaran, atau dengan kata lain masih harus mendapatkan perhatian yang lebih besar dari pihak atasannya untuk peningkatan penghasilan yang lebih baik.

Konsumsi kalori dan zat-zat gizi

Rata-rata konsumsi kalori dan zat-zat gizi anak umur satu sampai dengan enam tahun dapat dilihat Gambar 9. Bila dibandingkan



- Kelompok kontrol, N = 64
- ▤ Kelompok fortifikasi, N = 89
- ▨ Kelompok suplementasi, N = 92

2 Kecukupan konsumsi kalori dan zat-zat gizi (recommended dietary allowances) (Widya Karya Nasional Pangan dan Gizi, 1978)

Gambar 9. Persentase Konsumsi Kalori dan Zat-zat Gizi Anak Prasekolah Terhadap Kecukupan Konsumsi Kalori dan Zat-zat Gizi (K3G)

dengan kecukupan konsumsi kalori dan zat-zat gizi (K3G) yang dianjurkan khusus untuk orang Indonesia (Widya Karya Nasional Pangan dan Gizi, 1978), maka rata-rata konsumsi kalori per hari adalah 73 sampai 80 %, protein 100 sampai 104 %, kalsium 47 sampai 52 %, zat besi 57 sampai 62 %, vitamin A 60 sampai 70 %, vitamin B1 62 sampai 76 %, dan vitamin C 100 sampai 113 %.

Apabila ketiga kelompok perlakuan masing-masing dibandingkan, maka konsumsi kalori dan zat-zat gizi menunjukkan pola yang sama. Hanya protein dan vitamin C yang memenuhi K3G, selainnya menunjukkan kekurangan atau defisit.

Diperoleh keterangan¹ bahwa seseorang dikatakan kurang mengonsumsi kalori atau zat gizi, apabila jumlah konsumsi per hari dibawah $\frac{2}{3}$ dari K3G untuk zat gizi yang bersangkutan. Oleh sebab itu pada Tabel 40 dibuat penggolongan jumlah konsumsi kurang dari $\frac{2}{3}$ K3G, antara $\frac{2}{3}$ dan $\frac{3}{3}$ K3G, serta lebih besar dari $\frac{3}{3}$ K3G. Konsumsi kalori atau zat gizi kurang dari $\frac{2}{3}$ K3G disebut kurang, antara $\frac{2}{3}$ dan $\frac{3}{3}$ K3G disebut rendah, dan lebih besar dari $\frac{3}{3}$ K3G disebut cukup.

Dari Tabel 40 dapat dilihat bahwa proporsi jumlah anak yang terbanyak untuk konsumsi kalori adalah kurang dan rendah, konsumsi protein adalah rendah dan cukup, dan konsumsi vitamin A adalah kurang dan rendah.

Dengan mempergunakan uji khi kuadrat dilihat perbedaan-perbedaan antara ketiga kelompok perlakuan, masing-masing terhadap konsumsi

¹Keterangan lisan Prof. Dr. Diva Sanyur, dari Cornell University, Ithaca, USA

Tabel 40. Rata-rata Konsumsi Kalori, Protein dan Vitamin A per Hari, Digolongkan Menurut Kurang, Rendah dan Cukup

Kelompok perlakuan	Kalori atau zat gizi	Konsumsi					
		Kurang ($< \frac{2}{3}$ K3G ^a)		Rendah ($\frac{2}{3} - \frac{3}{3}$ K3G ^a)		Cukup ($> \frac{3}{3}$ K3G ^a)	
		(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)
Kontrol N = 64	Kalori	26	40.6	26	46.6	12	18.8
	Protein	6	9.4	41	48.4	27	42.2
	Vitamin A	40	62.5	15	23.4	9	14.1
Fortifi- kasi N = 89	Kalori	33	37.1	42	47.2	14	15.7
	Protein	9	10.1	38	42.7	42	47.2
	Vitamin A	56	62.9	18	20.2	15	16.9
Suplemen- tasi N = 92	Kalori	34	37.0	46	50.0	12	13.0
	Protein	11	12.0	36	39.1	45	48.9
	Vitamin A	49	53.3	29	31.5	14	15.2

^aKecukupan Konsumsi Kalori dan Zat-zat Gizi (Widya Karya Nasional Pangan dan Gizi, 1978)

kalori, konsumsi protein dan konsumsi vitamin A, dan ternyata masing-masing perbedaan tersebut adalah tidak nyata.

Bahan makanan sumber kalori untuk anak umur 1 - 6 : 11 tahun, berasal dari beras adalah sekitar 75 %, minyak goreng 6 %, sayur-sayuran dan buah-buahan 13 %. Bahan makanan lainnya seperti terigu, singkong, ubi jalar, mih, jagung dan gula, masing-masing berada di bawah 3 %. Konsumsi bahan makanan sumber kalori selain beras sangat kecil, walaupun bahan makanan tersebut sebagian besar dihasilkan di

daerah setempat, dan tersedia banyak di pasar dengan harga relatif rendah.

Yang paling banyak menyediakan protein ialah beras sebanyak 65 % dan ikan asin 20 % dari total protein yang dikonsumsi sehari-hari. Kacang-kacangan seperti tempe, tahu dan oncom hanya menyediakan protein sebanyak 5 %, dan bahan makanan hewani selain ikan asin, seperti daging, telur, ikan basah, ayam, hati, dan lain-lain, masing-masing adalah kurang dari 2 %. Protein dari susu juga sangat sedikit dikonsumsi.

Vitamin A yang dikonsumsi pada umumnya berasal dari nabati adalah 80 %, dan dari hewani 20 %. Bahan makanan sumber vitamin A yang dikonsumsi berasal dari nabati, ialah sayur-sayuran kangkung, kacang panjang, katuk, wortel, buncis, kol, toge, bayam dan jagung, serta buah-buahan pisang dan papaya. Dan yang berasal dari hewani ialah ikan asin teri, jambong, tembang, japuh, pepetek, peda, lue, sirinding, cucut, tongkol, dan cumi, serta telur.

Bila dibandingkan dengan standar kecukupan, maka konsumsi vitamin A hanya berkisar 67 % dari K3G yang dianjurkan, dan diantaranya lebih dari 80 % berasal dari karoten.

Makanan keluarga sangat berpengaruh terhadap makanan anak, karena makanan anak adalah bagian dari makanan keluarga. Tetapi dalam beberapa hal tertentu tidak selalu makanan keluarga digemari oleh anak. Terutama sayur-sayuran yang malah merupakan sumber vitamin A, yang biasa dimakan oleh orang tua, tetapi jarang dimakan oleh anak.

Pendidikan gizi sangat penting artinya disini. Pendidikan gizi tidak hanya ditujukan kepada peningkatan konsumsi bahan makanan sumber vitamin A, tetapi juga ditujukan kepada peningkatan konsumsi bahan-bahan makanan lain yang lebih beraneka-ragam, yang mudah didapat dan terjangkau oleh ekonomi keluarga.

Seperti diperlihatkan pada Gambar 9 sebelumnya, konsumsi kalori hanya mencapai 75 % dari K3G. Walaupun konsumsi protein cukup dalam hal ini tetapi karena kalori kurang, maka sebagian protein tersebut diprioritaskan untuk pemenuhan kalori, sehingga protein tidak dapat menjalankan fungsinya sebagai protein dengan sebaik-baiknya. Padahal protein antara lain berfungsi membentuk perubahan karoten menjadi vitamin A pada mukosa sel usus halus, dan merupakan pula alat transportasi vitamin A dalam bentuk retinol binding protein (RBP) yang membawa vitamin A keseluruh jaringan badan yang membutuhkannya. Oleh sebab itu dengan meningkatkan konsumsi bahan makanan yang beraneka ragam, menyebabkan peningkatan berbagai macam konsumsi zat-zat gizi yang secara langsung maupun tidak langsung dapat mencegah atau memulihkan keadaan xerophthalmia.

Serum vitamin A

Perbandingan distribusi kadar serum vitamin A pada ketiga kelompok perlakuan sesuai dengan interpretasi penggolongan internasional (ICNND, 1963), dapat dilihat pada Tabel 41.

Berdasarkan data pada Tabel 41 tersebut dapatlah dikatakan bahwa distribusi serum vitamin A antar tiap-tiap kelompok perlakuan tak

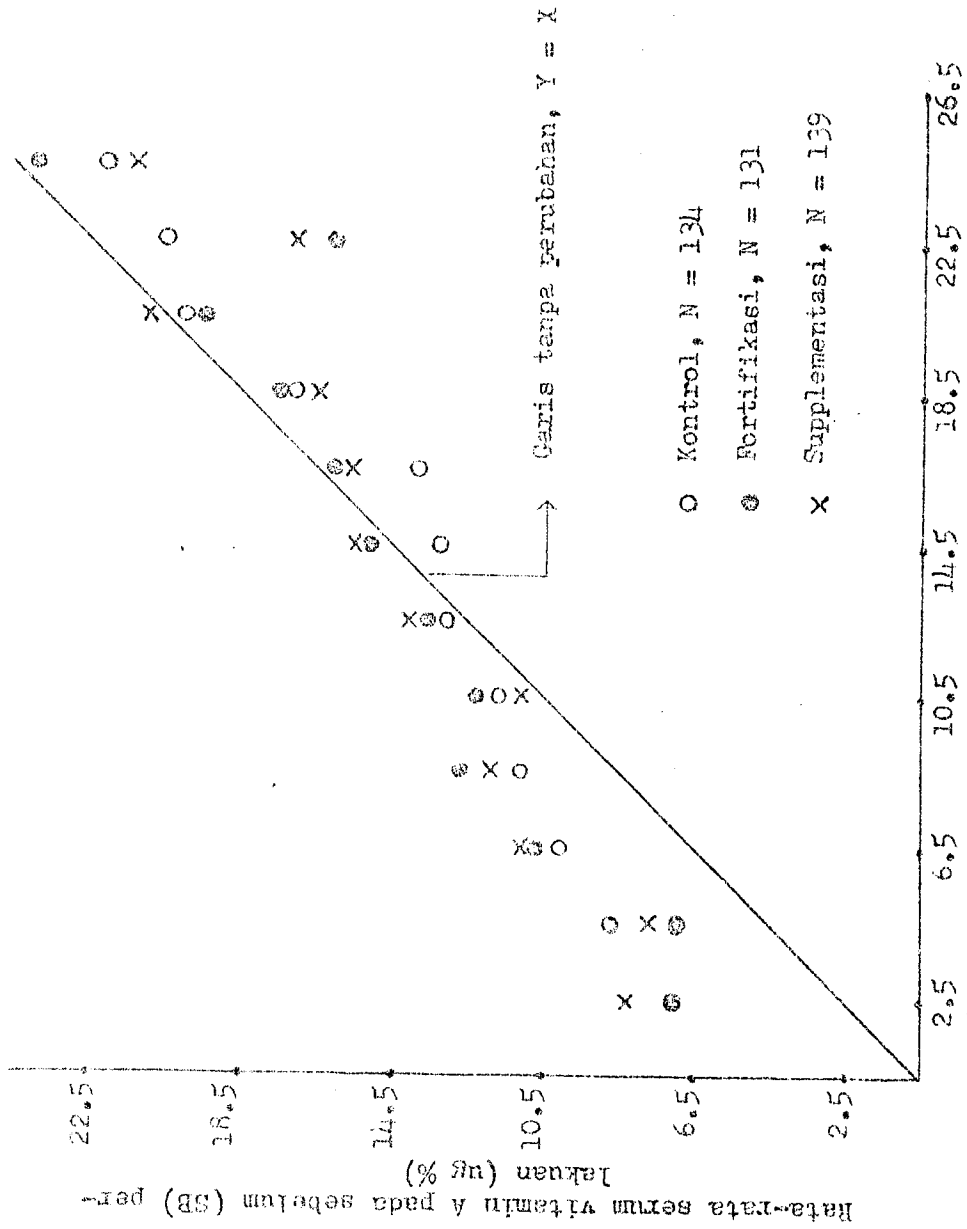
Tabel 41. Distribusi Kadar Serum Vitamin A Pada Tiap-tiap Kelompok Perlakuan

Kelompok perlakuan	N	Distribusi serum vitamin A					
		Defisiensi < 10 ug %		Kurang 10 - 19 ug %		Cukup ≥ 20 ug %	
		(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)
Kontrol	208	31	14.9	111	53.4	66	31.7
Fortifikasi	198	33	16.7	108	54.5	57	28.8
Suplementasi	206	26	12.6	106	51.4	74	35.9

banyak berbeda, atau dengan kata lain proporsi menunjukkan keseragaman. Dengan mempergunakan uji khi kuadrat, perbedaan distribusi serum vitamin A antar kelompok-kelompok perlakuan tidak berbeda nyata.

Gambar 10 memberikan ilustrasi tentang hubungan rata-rata serum vitamin A menurut kelompok yang akan diberikan perlakuan pada pemeriksaan DSB dan SB. Serum vitamin A pada pemeriksaan DSB digolongkan menjadi 2 - 3 ug %, 4 - 5 ug %, 6 - 7 ug %, 8 - 9 ug %, 10 - 11 ug %, dan seterusnya, dan dilihat rata-rata serum vitamin A pada dua bulan berikutnya yaitu pada pemeriksaan SB, lalu diplot pada grafik.

Selama dua bulan berselang, tanpa ada perlakuan yang diberikan terlihat ada kecenderungan serum vitamin A terendah naik dengan sendirinya, dan serum vitamin A tertinggi ada kecenderungan turun secara alami. Tetapi dilihat secara keseluruhan, rata-rata serum vitamin A pada pemeriksaan DSB dan rata-rata serum vitamin A pada pemeriksaan



Gambar 10. Rate-Rata Serum Vitamin A pada Dua Bulan Sebelum (DSB) dan Sebelum (SB) Perlakuan

SB adalah kurang lebih sama. Hal ini memberikan kesan bahwa serum vitamin A yang terendah adalah sudah minimal menurut keadaan setempat, sehingga tidak mungkin lebih rendah lagi, dan serum vitamin A tertinggi pada grafik adalah maksimal sesuai dengan lingkungan setempat. Jadi kenaikan dan penurunan nilai-nilai ekstrim, tanpa campur tangan dari luar, kearah nilai tengah, adalah barangkali suatu proses yang alami.

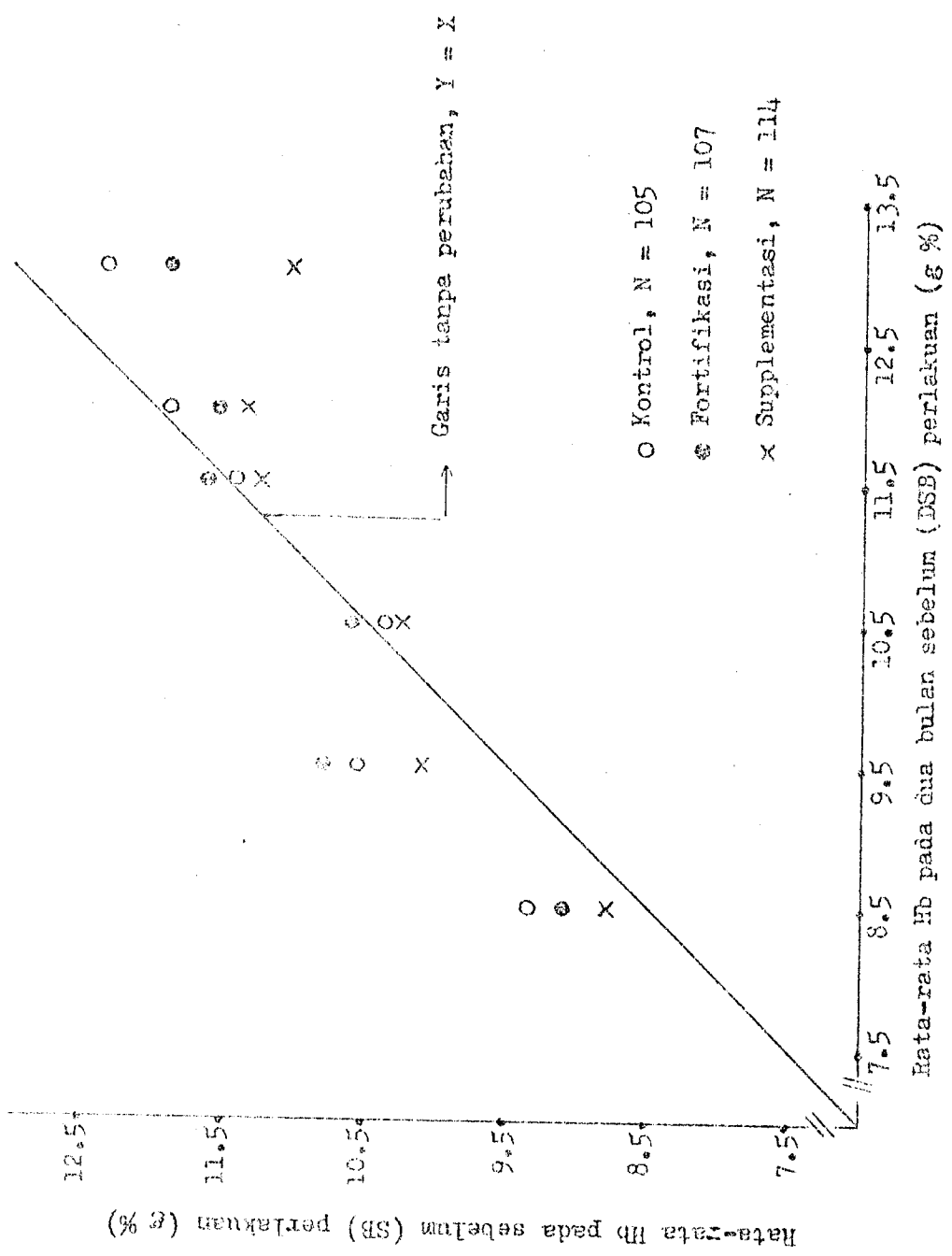
Pada Gambar 10 tampak bahwa kejadian tersebut diatas, berlaku untuk ketiga kelompok yang akan diberikan perlakuan.

Hemoglobin

Dengan cara yang sama seperti serum vitamin A, kadar Hb pada pemeriksaan DSB digolongkan menjadi 7 - 7.9 g %, 8 - 8.9 g %, 9 - 9.9 g %, 10 - 10.9 g %, 11 - 11.9 g %, dan seterusnya. Anak-anak yang pada pemeriksaan DSB termasuk pada masing-masing golongan Hb tersebut diatas, pada dua bulan kemudian yaitu pada pemeriksaan SB dianalisa kadar Hb nya, lalu di-rata-ratakan dan diplotkan kedalam Gambar 11.

Pada Gambar 11 tampak ada kenaikan kadar Hb, yang pada pemeriksaan DSB kadar Hb nya tergolong rendah, dan sebaliknya terjadi penurunan kadar Hb yang tadinya kadar Hb tergolong tinggi. Berlainan dengan serum vitamin A, kenaikan Hb pada kadar Hb yang tadinya tergolong paling rendah, tidak lebih banyak dari kenaikan kadar Hb yang tadinya lebih tinggi.

Hal ini barangkali dapat diterangkan bahwa kadar Hb selain ditentukan oleh konsumsi zat-zat gizi terutama zat besi, juga ditentu-



Gambar 11. Rata-rata Kadar Hb pada Dua Bulan Sebelum (DSB) dan Sebelum (SB) Perlakuan

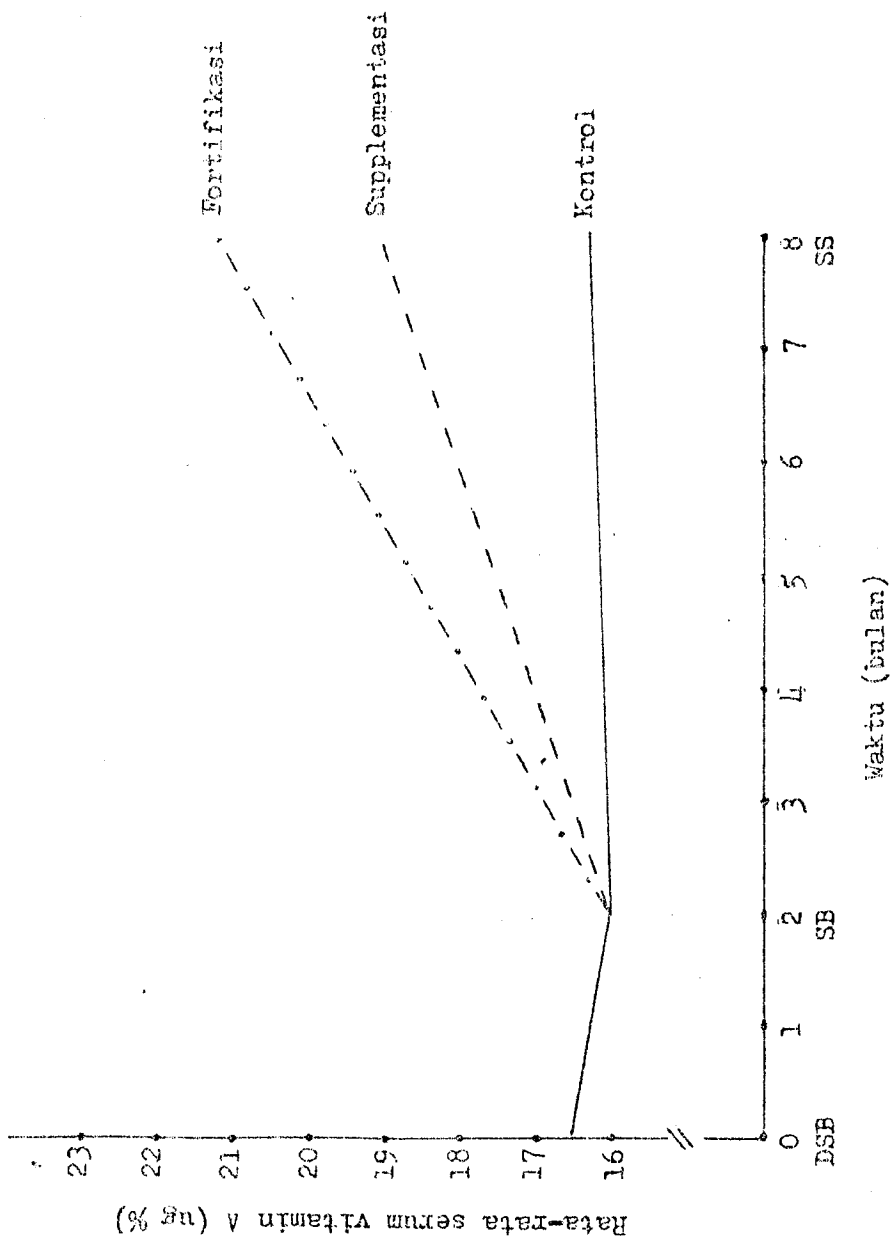
kan oleh banyaknya pengeluaran darah antara lain oleh infestasi cacing, terutama cacing tambang (WHO, 1972). Darwin Karyadi (1974) menyatakan bahwa terdapat hubungan antara derajat infestasi cacing tambang dan tingkat kadar Hb pada pekerja di perkebunan. Kemudian dinyatakan pula bahwa semakin berat intensitas infestasi cacing, semakin rendah kadar Hb. Pada penelitian tersebut ditemukan 87 % pekerja menderita infestasi cacing. Besar kemungkinan bahwa sebagian anak prasekolah di daerah perkebunan yang sama, yaitu yang termasuk pada penelitian ini, banyak pula menderita infestasi cacing. Oleh sebab itu diduga anak yang mempunyai kadar Hb terendah, akan lebih sulit kadar Hb nya dapat naik secara alami, selama anak yang menderita infestasi cacing belum terobati. Oleh karena pada penelitian ini tidak dilakukan analisa cacing, maka kemungkinan tersebut diatas lebih bersifat teoritis.

Pemeriksaan Ketiga atau Sesudah (SS) Perlakuan

Perbandingan Hasil Pemeriksaan Sebelum (SB) dan Sesudah (SS) Perlakuan

Serum vitamin A

Perbandingan hasil pemeriksaan rata-rata serum vitamin A pada dua bulan sebelum (DSB), sebelum (SB), dan sesudah (SS) perlakuan, dilukiskan pada Gambar 12. Banyaknya jumlah anak prasekolah yang diperiksa pada pemeriksaan DSB adalah 524 anak, pada pemeriksaan SB 612 anak, dan pada pemeriksaan SS masing-masing untuk kontrol 185 anak, fortifikasi 192 anak dan suplementasi 190 anak. Antara pemeriksaan DSB dan SB berselang dua bulan tanpa diberikan perlakuan, sedangkan



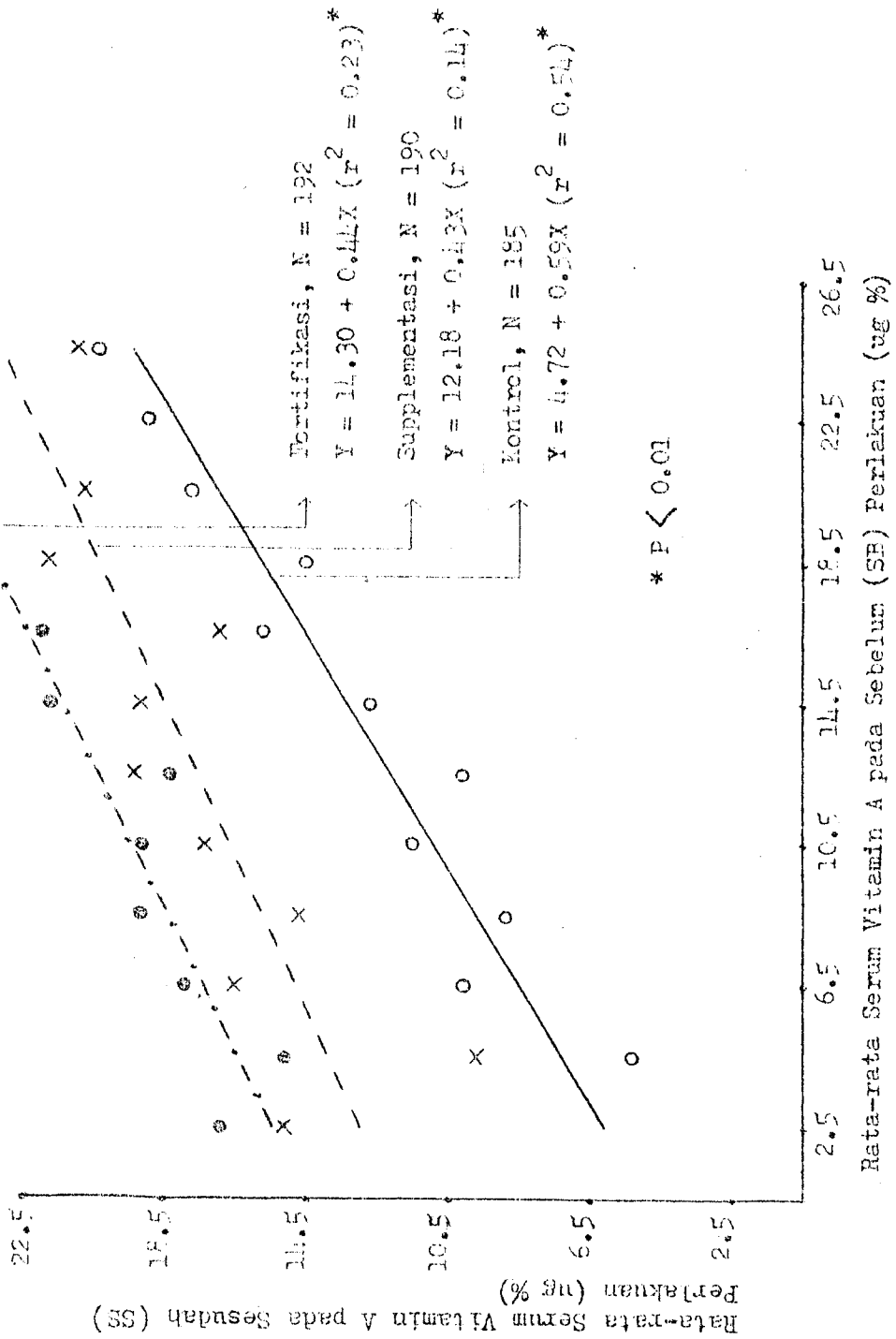
Gambar 12. Rata-Rata Serum Vitamin A pada Dua Bulan Sebelum (DSB), Sebelum (SB) dan Sesudah (SS) Perlekuan

antara pemeriksaan SB dan SS berselang enam bulan. Sejak pemeriksaan DSB anak prasekolah mendapat tiga macam perlakuan, diikuti selama enam bulan, dan pada pemeriksaan SS anak-anak tersebut dievaluasi berdasarkan macam perlakuan yang diberikan.

Antara DSB dan SB, terjadi sedikit penurunan rata-rata serum vitamin A, yaitu dari 16.6 ug % pada pemeriksaan DSB menjadi 16.0 ug % pada pemeriksaan SB. Pada pemeriksaan SB anak-anak tersebut dikelompokkan menjadi tiga kelompok dan kemudian masing-masing diberikan perlakuan, maka setelah enam bulan kemudian, yaitu pada pemeriksaan SS, rata-rata serum vitamin A untuk kelompok kontrol naik dari 16.0 ug % menjadi 16.3 ug %, kelompok fortifikasi naik dari 16.0 ug % menjadi 21.2 ug %, dan kelompok suplementasi naik dari 16.0 ug % menjadi 19.1 ug %. Dari Gambar 12 tersebut dapat diketahui bahwa selang waktu dua bulan yaitu antara pemeriksaan DSB dan SB tidak menyebabkan perubahan yang nyata terhadap rata-rata serum vitamin A, demikian pula pada kelompok kontrol antara pemeriksaan SB dan SS yang berselang enam bulan.

Tetapi pada perlakuan fortifikasi dan suplementasi masing-masing menunjukkan kenaikan rata-rata serum vitamin A yang cukup tinggi yaitu 5.2 ug % pada fortifikasi dan 3.1 ug % pada suplementasi. Jadi peranan perlakuan fortifikasi maupun suplementasi tampak jelas pada kenaikan rata-rata serum vitamin A tersebut diatas.

Gambar 13 memberikan ilustrasi tentang hubungan antara rata-rata serum vitamin A pada sebelum (SB) dan sesudah (SS) perlakuan, untuk anak prasekolah berumur 1 - 6 : 11 tahun. Anak-anak dengan se-



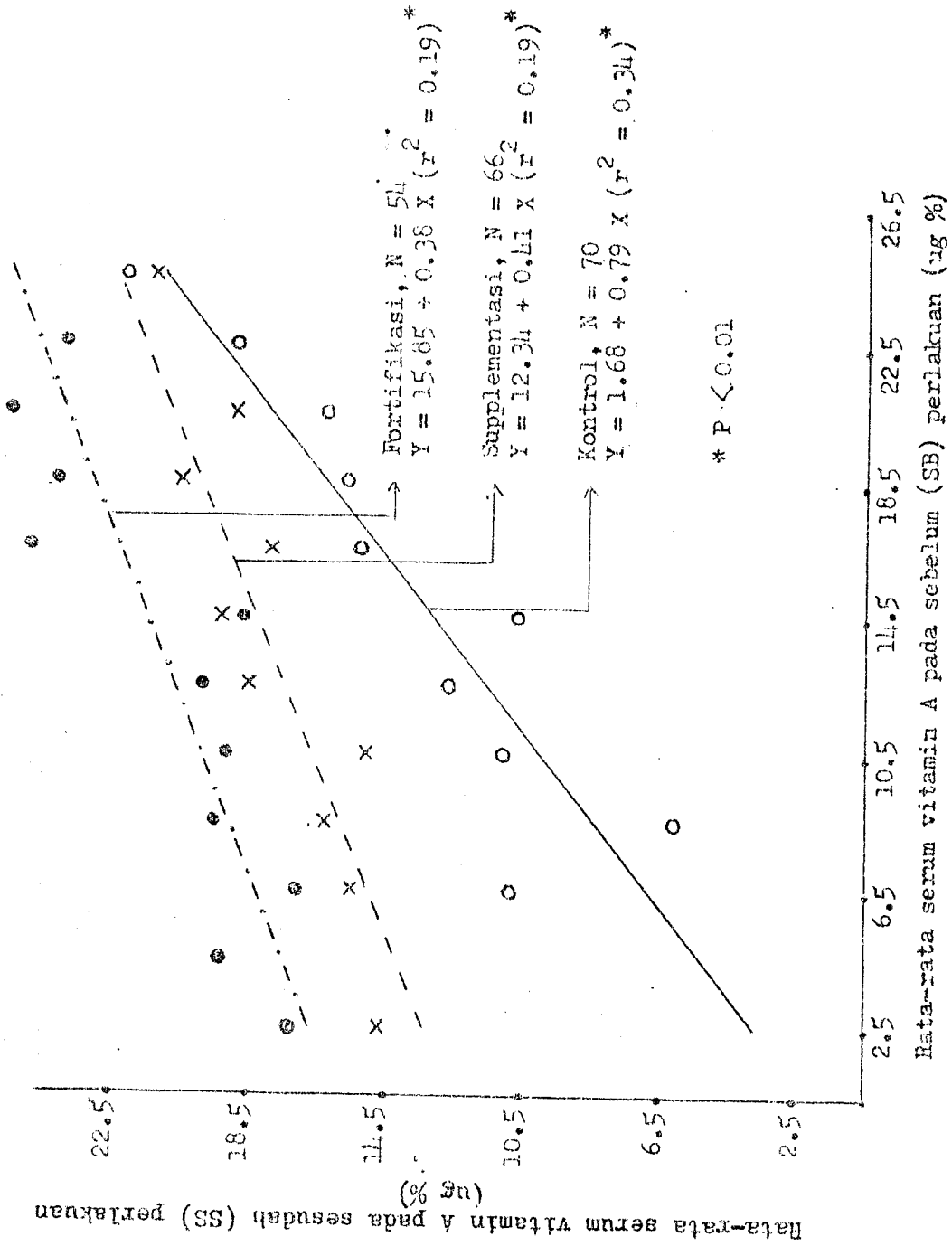
Gambar 13. Hubungan antara Rata-rata Serum Vitamin A pada Sebelum (SP) dan Sesudah (SS) Perlakuan

rum vitamin A yang telah diketahui pada pemeriksaan SB digolongkan menjadi 2 - 3 ug %, 4 - 5 ug %, 6 - 7 ug %, 8 - 9 ug %, 10 - 11 ug%, dan seterusnya. Kemudian anak-anak yang termasuk didalam tiap-tiap golongan tersebut diatas, masing-masing dilihat serum vitamin A pada pemeriksaan SS dan dirata-ratakan, lalu diplotkan pada Gambar 13.

Dari Gambar 13 dapat diketahui dua hal penting, yaitu : 1) makin rendah serum vitamin A pada pemeriksaan awal, makin memberikan respons positif yang lebih besar terhadap perlakuan yang diberikan berupa fortifikasi maupun suplementasi, 2) perlakuan fortifikasi memperlihatkan kenaikan serum vitamin A yang lebih tinggi dari pada perlakuan suplementasi, baik untuk serum vitamin A awal yang rendah maupun untuk serum vitamin A awal yang tinggi.

Koefisien determinasi (r^2) tiap-tiap garis regresi untuk masing-masing perlakuan seperti tergambar pada Gambar 13 adalah sangat nyata pada tingkat $P < 0.01$.

Sehubungan dengan pernyataan pada halaman terdahulu bahwa anak umur 1 - 2 : 11 tahun perlu mendapat perhatian khusus karena anak-anak pada kelompok umur ini ditemukan banyak yang menderita KKP dan jumlahnya berbeda sangat nyata dengan kelompok umur lainnya, maka Gambar 14 memberikan gambaran tentang hubungan rata-rata serum vitamin A pada pemeriksaan SB dan pemeriksaan SS. Keterangan yang diperoleh dari Gambar 14 ini ialah bahwa kelompok umur 1 - 2 : 11 tahun memberikan respons positif terhadap perlakuan fortifikasi dan suplementasi, dan diantara keduanya, perlakuan fortifikasi lebih menunjukkan hasil kenaikan rata-rata serum vitamin A yang lebih



Gambar 14. Rata-Rata Serum Vitamin A pada Sebelum (SB) dan Sesudah (SS) Perlakuan, untuk Anak 1-2:11 Tahun

tinggi dari perlakuan suplementasi. Disamping itu Gambar 14 menunjukkan pula bahwa makin rendah serum vitamin A awal, makin besar responnya terhadap perlakuan fortifikasi maupun suplementasi yang dinyatakan dalam rata-rata kenaikan serum vitamin A. Koefisien determinasi (r^2) dari masing-masing garis regresi tersebut, menunjukkan nilai yang sangat nyata ($P < 0.01$).

Dengan memperhatikan serum vitamin A awal (pemeriksaan SB), dianalisa kenaikan serum vitamin A sebagai akibat perlakuan yang diberikan dengan mempergunakan sidik peragam. Dari analisa tersebut ditemukan perbedaan yang nyata ($P < 0.05$) antara kontrol lawan fortifikasi dan suplementasi, dan perbedaan yang nyata ($P < 0.05$) antara fortifikasi lawan suplementasi. Jadi dapat disimpulkan bahwa perlakuan fortifikasi dan suplementasi, kedua-duanya berperanan penting dalam menaikkan serum vitamin A anak prasekolah, dan diantara keduanya fortifikasi memberikan hasil yang lebih tinggi dari pada suplementasi.

Hasil perhitungan sidik peragam terhadap anak umur 1 - 2 : 11 tahun menunjukkan pula bahwa perlakuan fortifikasi dan suplementasi berperanan nyata ($P < 0.05$) terhadap menaikkan kadar serum vitamin A, dan diantara keduanya, perlakuan fortifikasi menunjukkan hasil yang lebih baik dari pada suplementasi.

Pada Tabel 42 dapat diketahui bahwa di antara ketiga status vitamin A yaitu defisiensi ($< 10 \text{ ug } \%$), rendah ($10 - 19 \text{ ug } \%$) dan cukup ($\geq 20 \text{ ug } \%$), maka anak dengan status vitamin A $< 10 \text{ ug } \%$

Tabel 42. Penyebaran Jumlah Anak Berdasarkan Status Vitamin A, pada Sebelum (SB) dan Sesudah (SS) Perlakuan

Perlakuan	SB ^a		SS ^b				Jumlah		
	Serum vitamin A	Serum vitamin A	Serum vitamin A		Serum vitamin A				
	< 10 ug %	< 10 ug %	< 10 ug %	10-19 ug %	> 20 ug %	> 20 ug %	(n)	(%)	
Kontrol	< 10 ug %	13	52.0	11	44.0	1	4.0	25	100.0
	10-19 ug %	8	8.2	71	73.2	18	18.6	97	100.0
	≥ 20 ug %	0	0.0	21	33.3	42	66.7	63	100.0
	Jumlah	21	11.4	103	55.7	61	33.0	185	100.0
Fortifikasi	< 10 ug %	2	6.1	21	63.6	10	30.3	33	100.0
	10-19 ug %	1	1.0	42	40.8	60	58.3	103	100.0
	≥ 20 ug %	0	0.0	9	16.1	47	83.9	56	100.0
	Jumlah	3	1.6	72	37.5	117	60.9	192	100.0
Suplementasi	< 10 ug %	5	19.2	17	65.4	4	15.4	26	100.0
	10-19 ug %	9	8.5	51	48.1	46	43.4	106	100.0
	≥ 20 ug %	1	1.7	16	27.6	41	70.7	58	100.0
	Jumlah	15	7.9	84	44.2	91	47.9	190	100.0

^aSebelum perlakuan

^bSesudah perlakuan

memberikan respons yang terbaik terhadap perlakuan fortifikasi dan suplementasi, dibandingkan dengan kedua status vitamin A lainnya.

Pada umumnya pertambahan baik tingkat keadaan vitamin A adalah naik satu tingkat misalnya dari status vitamin A < 10 ug %, naik menjadi status vitamin A 10 - 19 ug % pada akhir perlakuan. Tetapi tidak jarang ditemui status vitamin A naik dua tingkat. Pada Tabel 42 terlihat bahwa anak yang status vitamin A tadinya < 10 ug %, sebanyak 30.3 % (N = 10) pada kelompok fortifikasi, 15.4 % (N = 4) pada kelompok suplementasi dan 4.0 % (N = 1) pada kelompok kontrol, naik dua tingkat sampai mencapai status vitamin A ≥ 20 ug %.

Respons anak yang berstatus vitamin A antara 10 - 19 ug % juga sangat baik terhadap perlakuan fortifikasi maupun suplementasi. Walaupun ada sebagian kecil jumlah anak pada status ini turun menjadi status vitamin A < 10 ug %, tetapi pada umumnya sebagian besar yaitu sebanyak 58.3 % (N = 60) pada kelompok fortifikasi dan 43.4 % (N = 46) pada kelompok suplementasi naik mencapai status vitamin A ≥ 20 ug %.

Sebagian besar anak dengan status vitamin A ≥ 20 ug % dapat dipertahankan, dan hanya 16.1 % (N = 9) pada kelompok fortifikasi, dan 27.6 % (N = 16) pada kelompok suplementasi, dibandingkan dengan 33.3 % (N = 21) pada kelompok kontrol, yang turun menjadi status vitamin A antara 10 - 19 ug %. Satu kasus pada kelompok suplementasi turun melampaui satu tingkat sampai kepada status < 10 ug %. Mengenai kasus yang terakhir ini, diduga terjadi karena kesalahan pemberian kapsul vitamin A sehingga anak ini tidak mendapatkan vitamin A

sebagaimana mestinya, disamping kemungkinan ada faktor-faktor luar yang memperburuk keadaannya.

Secara keseluruhan, jumlah anak yang berstatus vitamin A \geq 20 ug %, baik yang tadinya sudah berada pada status ini, atau yang baru sebagai akibat adanya perlakuan, naik menjadi dua kali lipat pada kelompok fortifikasi, satu setengah kali lipat pada kelompok suplementasi, dan kurang lebih konstan pada kelompok kontrol.

Dari uraian tersebut diatas, dapat disimpulkan, bahwa perlakuan fortifikasi dan suplementasi, masing-masing memberikan hasil positif terhadap perbaikan status vitamin A, dan perlakuan fortifikasi memberikan hasil yang lebih baik dari pada suplementasi.

Serum karoten

Penyebaran banyaknya anak prasekolah yang digolongkan menurut status serum karoten pada pemeriksaan sebelum (SB) dan sesudah (SS) perlakuan dapat dilihat pada Tabel 43. Menurut ICNND (1957), serum karoten digolongkan sebagai berikut : 1) kurang bila serum karoten $<$ 20 ug %, 2) rendah bila serum karoten antara 20 - 39 ug %, dan 3) cukup bila serum karoten \geq 40 ug %.

Pada Tabel 43 dapat dilihat, bahwa jumlah anak yang terbanyak adalah pada status serum karoten rendah, kemudian kurang. Yang termasuk serum karoten cukup, pada umumnya sangat sedikit, yaitu kurang dari 11 % masing-masing untuk kelompok kontrol, fortifikasi, maupun suplementasi, baik pada pemeriksaan sebelum (SB) maupun pada pemeriksaan sesudah (SS) perlakuan.

Tabel 43. Jumlah Anak Digolongkan Menurut Serum Karoten pada Sebelum (SB) dan Sesudah (SS) Perlakuan

Perlakuan	SB ^a Serum karoten	SS ^b						Jumlah	
		< 20 ug %		Serum karoten 20-39 ug %		≥ 40 ug %			
		(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)
Kontrol	< 20 ug%	30	53.6	25	44.6	1	1.8	56	100.0
	20-39 ug%	33	28.2	75	64.1	9	7.7	117	100.0
	≥ 40 ug%	1	8.3	8	66.7	3	25.0	12	100.0
	Jumlah	64	34.6	108	58.4	13	7.0	185	100.0
Fortifikasi	< 20 ug%	25	42.4	30	50.8	4	6.8	59	100.0
	20-39 ug%	20	15.7	94	74.0	13	10.2	127	100.0
	≥ 40 ug%	1	16.7	1	16.7	4	66.7	6	100.0
	Jumlah	46	24.0	125	65.1	21	10.9	192	100.0
Supplementasi	< 20 ug%	27	50.9	24	45.3	2	3.8	53	100.0
	20-39 ug%	22	17.9	92	74.8	9	7.3	123	100.0
	≥ 40 ug%	1	7.7	8	61.5	4	30.8	13	100.0
	Jumlah	50	26.5	124	65.6	15	7.9	189	100.0

^aPemeriksaan sebelum perlakuan

^bPemeriksaan sesudah perlakuan

Pergeseran penyebaran jumlah anak dari status karoten yang rendah ke status karoten yang lebih tinggi atau sebaliknya, yang dinyatakan oleh hasil pemeriksaan pada sebelum (SB) dan sesudah (SS) perlakuan, seperti terlihat pada Tabel 43, banyak dijumpai pada kelompok kontrol, fortifikasi maupun suplementasi. Tetapi intensitas per-

geseran jumlah anak ke arah status yang lebih tinggi pada kelompok fortifikasi terlihat melebihi kelompok suplementasi, dan kelompok suplementasi melebihi kelompok kontrol. Jadi ada kenaikan serum karoten pada sesudah perlakuan masing-masing untuk kelompok fortifikasi dan suplementasi yang melebihi kenaikan serum karoten pada kelompok kontrol. Tetapi setelah dihitung dengan sidik peragam perbedaan kenaikan serum karoten antara kelompok kontrol lawan fortifikasi dan suplementasi adalah tidak nyata, serta antara fortifikasi lawan suplementasi adalah juga tidak nyata.

Menurut IVACG (1976), serum karoten tidak dapat dipergunakan untuk menentukan status vitamin A seseorang, tetapi lebih menunjukkan jumlah karoten yang dikonsumsi setiap hari. Jadi kemungkinan serum karoten rendah atau tinggi banyak ditentukan oleh diet seseorang yang dikonsumsi pada waktu itu. Adanya pergeseran jumlah anak dengan status serum karoten tertentu seperti diperlihatkan pada Tabel 43, adalah umum terjadi sesuai dengan variasi konsumsi bahan makanan sumber karoten yang dimakan setiap hari.

Hemoglobin

Beberapa peneliti (Hodges, et al., 1978; Mejia, Hodges dan Rucker, 1979) mengemukakan hubungan antara KVA dengan anemia. Keadaan Kurang Vitamin A (KVA) menyebabkan menurunnya kadar zat besi didalam serum, dan berkurangnya simpanan zat besi didalam hati dan limpa. Sebaliknya peneliti-peneliti lainnya (Amine, et al., 1970; McLaren, Tchalian dan Ajans, 1965) tidak menemukan adanya tanda-tanda anemia pada tikus yang menderita KVA.

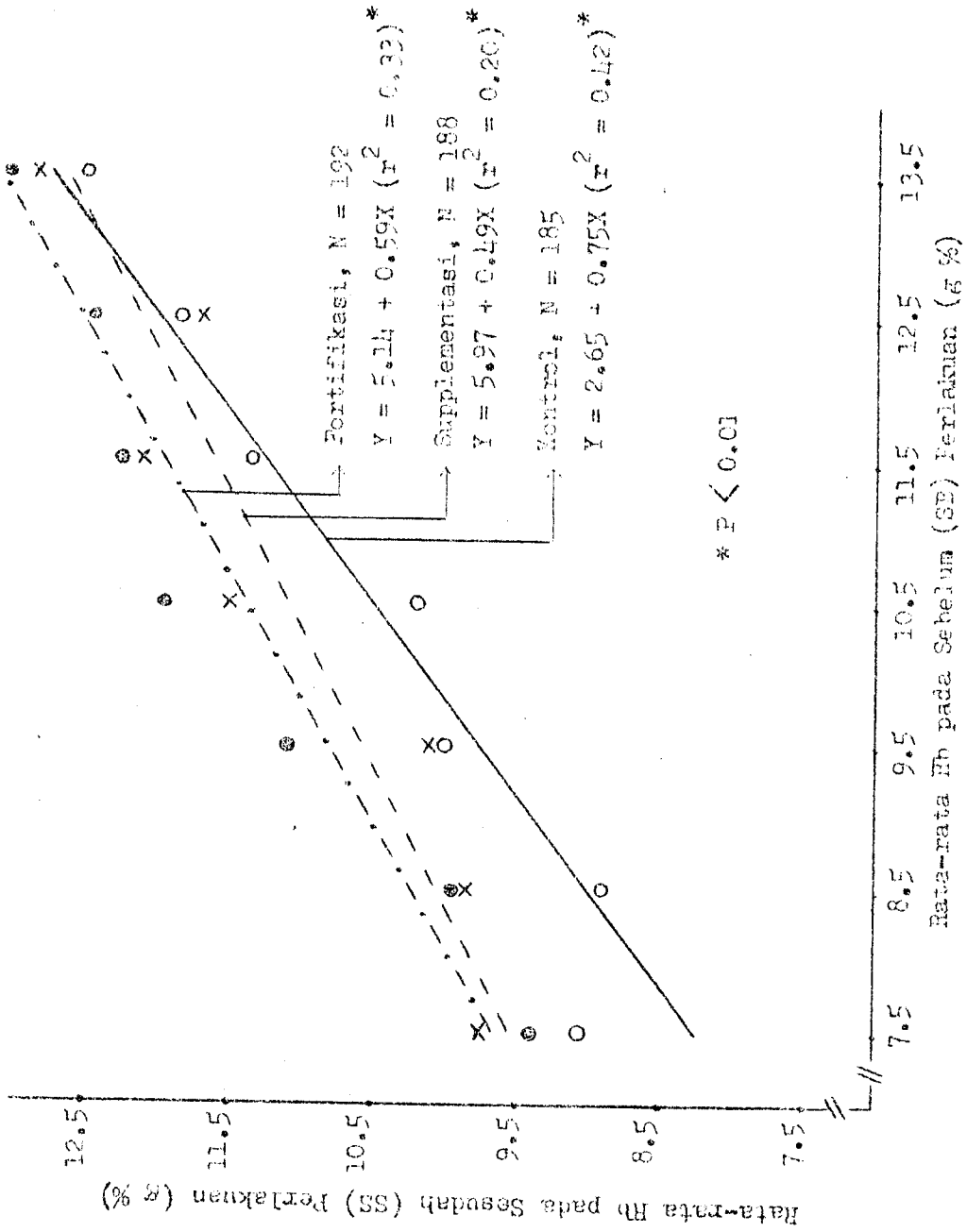
Pada penelitian ini dicoba melihat terhadap kemungkinan adanya hubungan intervensi vitamin A terhadap kenaikan kadar Hb.

Gambar 15 memberikan ilustrasi tentang hubungan antara rata-rata kadar Hb pada pemeriksaan sebelum (SB) perlakuan dengan rata-rata kadar Hb pada pemeriksaan sesudah (SS) perlakuan. Pada pemeriksaan SB, anak-anak prasekolah digolongkan menurut penggolongan kadar Hb sebagai berikut : 7 - 7.9 g %, 8 - 8.9 g %, 9 - 9.9 g %, 10 - 10.9 g %, dan seterusnya. Yang paling rendah dipergunakan 7 g %, karena anak yang mempunyai kadar Hb lebih rendah dari 7 g %, tidak ditemukan pada penelitian ini.

Anak-anak yang sudah tergolong pada masing-masing golongan Hb tersebut diatas, dilihat kadar Hb nya pada sesudah perlakuan, dihitung rata-ratanya, kemudian diplotkan kedalam grafik.

Pada Gambar 15 terlukis garis regresi untuk masing-masing kelompok perlakuan yang masing-masing mempunyai koefisien determinasi (r^2) yang sangat nyata ($P < 0.01$). Keterangan yang diperoleh dari Gambar 15, adalah : 1) perlakuan fortifikasi dan suplementasi berperan didalam meningkatkan kadar Hb, dan diantara keduanya, fortifikasi terlihat memberikan hasil yang lebih tinggi, dan 2) makin rendah kadar Hb awal, makin tinggi respons kenaikan kadar Hb terhadap perlakuan fortifikasi maupun suplementasi.

Dengan memperhatikan kadar Hb awal (hasil pemeriksaan SB), dilakukan perhitungan sidik peragam untuk anak prasekolah. Dengan cara tersebut ditemukan perbedaan yang nyata ($P < 0.10$) antara kontrol lawan perlakuan fortifikasi dan suplementasi, tetapi tidak



Gambar 15. Rata-rata Kadar Hb pada Sebelum (SP) dan Sesudah (SS) Perlakuan untuk Anak Prasekolah

nyata antara perlakuan fortifikasi lawan perlakuan suplementasi. Jadi intervensi vitamin A mempunyai peranan yang berarti terhadap peningkatan kadar Hb.

Kejadian ini barangkali dapat didekati dari segi interaksi berbagai zat gizi selama proses pencernaan dan absorpsi. Dengan tersedianya vitamin A yang cukup setiap hari dari garam fortifikasi, diduga mempermudah absorpsi dan meningkatkan biological availability zat-zat gizi lainnya, antara lain zat besi. Ada kemungkinan zat besi menjadi lebih efisien diabsorpsi dan diutilisasi, yang dapat berakibat kadar Hb menjadi lebih tinggi.

Hematokrit

Untuk anak umur satu sampai enam tahun, batas normal hematokrit (Ht) adalah 34 % (US Dep. of Health, Education and Welfare, 1972). Tetapi hasil pengujian Graicer, Goldsby, Milton dan Nichaman (1981) menunjukkan batas 34 % ini tidak sesuai dengan batas hemoglobin (Hb) 11 g % sebagai titik pemotongan antara anemia dan tidak anemia. Dijumpai sebanyak 45.9 sampai 62.5 % false negative rate, yang menunjukkan persentase jumlah anak yang mempunyai kadar Ht lebih tinggi dari 34 %, tetapi dianggap anemia karena mempunyai kadar Hb < 11 g %. Oleh sebab itu pada Tabel 44, sebagai batas antara anemia dan tidak anemia dipergunakan batas Ht 35 %, dengan maksud mengurangi jumlah false negative itu tadi.

Dari Tabel 44 dapat diketahui bahwa ada pergeseran dari anemia (Ht < 35 %) pada sebelum perlakuan menjadi tidak anemia (Ht >> 35 %)

Tabel 44. Banyaknya Anak Pra Sekolah yang Anemia dan Tidak Anemia Berdasarkan Pemeriksaan Hematokrit (Ht)

Perlakuan	SB ^a Hematokrit	SS ^b				Jumlah	
		Hematokrit					
		< 35 %	>= 35 %	< 35 %	>= 35 %	(n)	(%)
Kontrol N = 184	< 35 %	53	76.8	16	23.2	69	100.0
	>= 35 %	17	14.8	98	85.2	115	100.0
	Jumlah	70	38.0	114	62.0	184	100.0
Fortifikasi N = 190	< 35 %	18	30.5	41	69.5	59	100.0
	>= 35 %	31	23.7	100	76.3	131	100.0
	Jumlah	49	25.8	141	74.2	190	100.0
Suplementasi N = 185	< 35 %	29	43.3	38	56.7	67	100.0
	>= 35 %	33	28.0	85	72.0	118	100.0
	Jumlah	62	33.5	123	66.5	185	100.0

^aSebelum perlakuan

^bSesudah perlakuan

pada sesudah perlakuan. Demikian pula terjadi keadaan sebaliknya. Pada perlakuan fortifikasi terlihat pergeseran jumlah anak yang lebih banyak dari yang anemia pada sebelum perlakuan menjadi tidak anemia pada sesudah perlakuan, dibandingkan dengan suplementasi maupun kontrol. Kejadian yang menguntungkan ini tampak pula pada pergeseran jumlah anak dari yang tidak anemia menjadi anemia lebih rendah pada kelompok fortifikasi dibandingkan dengan kedua kelompok lainnya.

Walaupun dengan mempergunakan sidik peragam tidak ditemukan perbedaan kenaikan Ht yang nyata pada akhir perlakuan antara kontrol lawan fortifikasi dan suplementasi, ataupun antara fortifikasi lawan suplementasi, tetapi Tabel 44 memperlihatkan ada kecendrungan pertambahan baik keadaan anemia terutama pada perlakuan fortifikasi. Kejadian yang lebih jelas telah diperlihatkan pada kenaikan kadar Hb yang nyata pada penyajian hasil sebelumnya.

Berbagai penelitian telah dilakukan sebelumnya untuk memperlihatkan adanya hubungan antara KVA dan anemia.

Amine, *et al.* (1970) telah membuktikan bahwa tikus yang diberi diet rendah vitamin A menderita hipokhromik mikrositik anemia. Hal ini barangkali ada hubungannya dengan degenerasi sumsum tulang pada tikus-tikus yang menderita KVA, yang menyebabkan jaringan hemapoetik tidak berfungsi normal, sehingga pembentukan sel-sel darah merah terganggu.

O'Toole, Fradkin, Warkany, Wilson dan Mann (1974) melaporkan bahwa KVA pada 11 ekor kera percobaan, menyebabkan anemia pada tingkat sedang dan berat. Dengan pemberian 5 000 SI vitamin A setiap minggu, selama dua minggu, kera-kera tersebut menjadi normal kembali dan tidak anemia.

Hasil-hasil penelitian tersebut diatas memberikan dukungan yang kuat bahwa vitamin A penting untuk mempertahankan fungsi hemapoetik yang normal. Hal ini diperkuat lagi dengan hasil pemeriksaan hapusan darah, bahwa sel-sel darah merah pada umumnya berbentuk tidak normal, sehingga menimbulkan kesan, bahwa sel-sel darah merah ter-

ganggu proses pembuatannya (Amine, et al., 1970).

Penelitian lainnya menunjukkan hasil serupa dengan diatas, tetapi dengan pendapat yang lain tentang terjadinya anemia. Mejia, Hodges dan Rucker (1979) telah membuktikan bahwa tikus-tikus percobaan yang KVA, juga menderita anemia dengan tanda-tanda kadar Hb, Ht dan serum besi lebih rendah dari normal. Tetapi tikus-tikus yang anemia ini mempunyai simpanan zat besi didalam hati yang lebih tinggi dari tikus-tikus yang termasuk kelompok kontrol. Para peneliti tersebut berkesimpulan, bahwa ada kemungkinan kekurangan vitamin A menyebabkan rendahnya mobilisasi zat besi didalam hati untuk dialirkan kedalam darah.

Dan Hodges et al. (1976) melaporkan hasil penelitian terhadap delapan orang sukarelawan dewasa, yang diberi diit vitamin A sangat rendah sehingga orang-orang tersebut menderita anemia pada tingkat sedang. Dengan pengobatan zat besi, anemia tidak hilang, tetapi setelah diberi vitamin A, anemia dapat disembuhkan.

Dengan demikian, dari hasil penelitian pada hewan maupun manusia, terbukti bahwa vitamin A ada hubungan erat dengan anemia.

Serum total protein

Penyebaran jumlah anak berdasarkan hasil pemeriksaan total serum protein pada sebelum (SB) dan sesudah (SS) perlakuan dapat dilihat pada Tabel 45. Oleh karena batas normal serum total protein adalah 6 g %, maka Tabel 45 menyajikan dua golongan serum total protein, yaitu : 1) kurang apabila serum total protein < 6.0 g %, dan 2) cukup apabila serum total protein ≥ 6.0 g %.

Tabel 45. Penyebaran Banyaknya Anak Menurut Status Serum Total Protein pada Sebelum (SB) dan Sesudah (SS) Perlakuan

Perlakuan	SB ^a Serum total protein	SS ^b Serum total protein				Jumlah	
		< 6.0 g %	>= 6.0 g %	< 6.0 g %	>= 6.0 g %	(n)	(%)
		(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)
Kontrol N = 184	< 6.0	7	70.0	3	30.0	10	100.0
	>= 6.0	11	6.3	163	93.7	174	100.0
	Jumlah	18	9.8	166	90.2	184	100.0
Fortifikasi N = 190	< 6.0	10	71.4	4	28.6	14	100.0
	>= 6.0	6	3.4	170	96.6	176	100.0
	Jumlah	16	8.4	174	91.6	190	100.0
Suplementasi N = 186	< 6.0	11	78.6	3	21.4	14	100.0
	>= 6.0	7	4.1	165	95.9	172	100.0
	Jumlah	18	9.7	168	90.3	186	100.0

^aSebelum perlakuan

^bSesudah perlakuan

Pada Tabel 45 dapat dilihat bahwa penyebaran jumlah anak dengan serum total protein < 6.0 g % (kurang) dan >= 6.0 g % (cukup) pada sebelum (SB) dan sesudah (SS) perlakuan, untuk masing-masing kelompok perlakuan adalah berimbang.

Dengan sidik peragam tidak ditemukan perbedaan yang nyata terhadap peningkatan kadar serum total protein pada sebelum (SB) dan

sesudah (SS) perlakuan, antara masing-masing kelompok perlakuan.

Total serum protein lebih banyak dipengaruhi oleh protein sintesis didalam badan, dari pada konsumsi protein dari makanan (Waterlow, 1975). Sehingga total serum protein tidak dapat menggambarkan keadaan gizi anak, kecuali jika ditentukan pula bagian-bagian dari protein itu. Sebagai contoh Das (1972) melaporkan, bahwa tikus yang tadinya diberi diit tinggi protein, kemudian diberi diit rendah protein, atau sebaliknya tidak ditemukan adanya perbedaan kadar total serum protein melainkan yang berbeda adalah sekresi N didalam air seni.

Tabel 46 memberikan gambaran distribusi jumlah anak yang digolongkan menurut serum albumin pada sebelum (SB) dan sesudah (SS) perlakuan, masing-masing untuk kontrol, fortifikasi, dan suplementasi. Berdasarkan batas normal serum albumin 3.5 g %, maka penggolongan serum albumin dibuat sebagai berikut : 1) normal atau cukup bila serum albumin ≥ 3.5 g %, dan 2) kurang bila serum albumin < 3.5 g % (Knights, et al., 1962).

Pada Tabel 46 dapat dilihat bahwa pergeseran jumlah anak yang pada pemeriksaan SB kadar serum albumin < 3.5 g %, pada pemeriksaan SS beralih menjadi ≥ 3.5 g %; hal tersebut dijumpai paling banyak pada kelompok fortifikasi, diikuti kelompok suplementasi, dan terakhir kelompok kontrol. Dan perpindahan dari keadaan serum albumin ≥ 3.5 g % menjadi < 3.5 g % dijumpai paling sedikit pada kelompok fortifikasi, diikuti kelompok suplementasi dan terakhir kontrol.

Tabel 46. Penyebaran Jumlah Anak Menurut Status Serum Albumin pada Sebelum (SB) dan Sesudah (SS) Perlakuan

Perlakuan	SB ^a Serum al- bumin	SS ^b				Jumlah	
		Serum albumin					
		< 3.5 g %	>= 3.5 g %	< 3.5 g %	>= 3.5 g %	(n)	(%)
Kontrol N = 184	< 3.5 g %	29	60.4	19	39.6	48	100.0
	>= 3.5 g %	10	7.4	126	92.6	136	100.0
	Jumlah	39	21.2	145	78.8	184	100.0
Fortifi- kasi N = 190	< 3.5 g %	17	37.8	28	62.2	45	100.0
	>= 3.5 g %	6	4.1	139	95.9	145	100.0
	Jumlah	23	12.1	167	87.9	190	100.0
Supple- mentasi N = 186	< 3.5 g %	25	54.3	21	45.7	46	100.0
	>= 3.5 g %	9	6.4	131	93.6	140	100.0
	Jumlah	34	18.3	152	81.7	186	100.0

^aSebelum perlakuan

^bSesudah perlakuan

Walaupun ada kecenderungan pertambahan baik serum albumin pada kelompok fortifikasi dan suplementasi dibandingkan dengan kelompok kontrol, tetapi setelah dilakukan sidik peragam, ternyata perbedaan kenaikan serum albumin tersebut adalah tidak nyata.

Metabolisme albumin, sangat sensitif terhadap adanya asam amino yang berasal dari makanan. Sehingga serum albumin dianggap sebagai

salah suatu indeks status gizi anak, khususnya pada Kurang Kalori Protein (KKP). Status protein ini diperkirakan erat hubungannya dengan kekurangan vitamin A. Oomen (1954) melaporkan bahwa sebanyak 40 % diantara anak KKP menderita pula kekurangan vitamin A. Maka dengan adanya intervensi vitamin A, selain status vitamin A bertambah baik, diharapkan status protein juga bertambah baik.

Pada penelitian ini, perlakuan berupa fortifikasi maupun suplementasi vitamin A tidak menunjukkan secara nyata pertambahan baik serum albumin, dibandingkan dengan kontrol. Hasil serupa ditemukan pula oleh para peneliti lainnya (Muhilal, Tarwotjo, Emran dan Sommer, 1980; Sommer, Muhilal, Tarwotjo, Djunaedi dan Glover, 1980) pada penelitian yang mereka lakukan untuk membandingkan hasil pengobatan intramuskular dengan oral-terapi terhadap anak-anak yang KVA. Dilaporkan bahwa anak-anak dengan status protein rendah ataupun status protein normal, keduanya mengutilisasi vitamin A yang diberikan, sama baiknya. Jadi tidak selalu pertambahan baik serum vitamin A diikuti oleh pertambahan baik serum albumin.

Penyakit infeksi

Telah disebut-sebut pada halaman-halaman terdahulu, bahwa mekanisme KVA mungkin ada hubungan sinergistik dengan penyakit infeksi, antara lain mempengaruhi pembentukan zat-zat antibodi, kemampuan fagositosis, pembentukan substansi protektif yang non spesifik (seperti properdin, interferon, dan lisozim), netralisasi toksin, penyembuhan luka, pembentukan kolagen, flora didalam usus, keseimbangan

an kelenjar endokrin, respons terhadap obat-obatan dan pembentukan integritas jaringan (Gordon, 1976; Hodges, 1980).

Pada penelitian ini dicoba melihat pengaruh intervensi vitamin A terhadap perubahan jumlah anak yang menderita 0 infeksi, 1 infeksi dan ≥ 2 infeksi.

Gambaran penyebaran jumlah anak yang menderita penyakit infeksi pada pemeriksaan sebelum (SB) dan sesudah (SS) perlakuan, dilukiskan pada Tabel 47.

Tabel 47. Penyebaran Jumlah Anak Prasekolah Digolongkan Menurut Jumlah Infeksi

Perlakuan	SB ^a Jumlah infeksi	SS ^b						Jumlah	
		Jumlah infeksi							
		0	1	≥ 2	0	1	≥ 2	(n)	(%)
Kontrol N = 169	0	45	71.4	16	25.4	2	3.2	63	100.0
	1	22	34.9	34	54.0	7	11.1	63	100.0
	≥ 2	11	25.6	15	34.9	17	39.5	43	100.0
	Jumlah	78	46.2	65	38.5	26	15.4	169	100.0
Fortifikasi N = 194	0	47	68.1	20	29.0	2	2.9	69	100.0
	1	30	40.5	40	54.1	4	5.4	74	100.0
	≥ 2	12	24.0	18	36.0	20	40.0	50	100.0
	Jumlah	89	46.1	78	40.4	26	13.5	193	100.0
Suplementasi N = 192	0	38	57.6	25	37.9	3	4.5	66	100.0
	1	33	46.5	31	43.7	7	9.9	71	100.0
	≥ 2	12	21.8	19	34.5	24	43.6	55	100.0
	Jumlah	83	43.2	75	39.1	34	17.7	192	100.0

^aSebelum perlakuan

^bSesudah perlakuan

Pada Tabel 47 dapat dilihat bahwa terjadi pergeseran jumlah anak yang pada pemeriksaan SB tergolong 0 infeksi, bergeser menjadi 1 infeksi atau ≥ 2 infeksi pada pemeriksaan SS, dan demikian pula terjadi pergeseran sebaliknya. Terlihat ada pergeseran jumlah anak ke arah 0 infeksi yang lebih banyak pada kelompok fortifikasi dibandingkan dengan kelompok kontrol maupun kelompok suplementasi.

Dengan mempergunakan uji khi kuadrat perbedaan antara banyaknya anak yang tanpa infeksi (0 infeksi) dengan yang menderita infeksi (1 dan ≥ 2 infeksi) untuk kelompok kontrol, fortifikasi dan suplementasi, pada pemeriksaan SB dan SS, adalah masing-masing tidak nyata.

Hasil perlakuan ini menunjukkan bahwa didalam usaha menyembuhkan penyakit infeksi pengobatan adalah yang terutama, intervensi vitamin A mungkin hanya dapat membantu mempercepat penyembuhan, atau mungkin pula dapat membantu mempertahankan badan dari serangan penyakit infeksi, apabila anak sudah kembali normal.

Xerophthalmia

Tabel 48 memberikan gambaran perbandingan jumlah anak yang menderita xerophthalmia (termasuk buta senja) pada sebelum (SB) dan sesudah (SS) perlakuan, masing-masing untuk kelompok kontrol, fortifikasi dan suplementasi.

Dari Tabel 48 tersebut dapat dilihat bahwa ada perubahan jumlah anak yang menderita xerophthalmia (termasuk buta senja) pada sebelum dan sesudah perlakuan. Pada pemeriksaan sebelum dan sesudah perla-

Tabel 48. Xerophthalmia Pada Sebelum (SB) dan Sesudah (SS) Perlakuan

Perlakuan	Klassifikasi	Jumlah anak			
		SB ^a		SS ^b	
		(n)	(%)	(n)	(%)
Kontrol N = 188	Buta senja	4	2.1	2	1.1
	Konjungtiva xerosis	12	6.4	11	5.9
	Bercak Bitot	5	2.7	4	2.1
	Kombinasi bercak Bitot dengan buta senja	0	0.0	3	1.6
	Kornea skars	0	0.0	0	0.0
	Jumlah		21	11.2	20
Portifikasi N = 194	Buta senja	5	2.6	0	0.0
	Konjungtiva xerosis	15	7.7	9	4.6
	Bercak Bitot	4	2.1	2	1.0
	Kombinasi bercak Bitot dengan buta senja	2	1.0	1	0.5
	Kornea skars	0	0.0	0	0.0
	Jumlah		26	13.4	12
Supplementasi N = 192	Buta senja	2	1.0	1	0.5
	Konjungtiva xerosis	17	8.9	8	4.2
	Bercak Bitot	1	0.5	1	0.5
	Kombinasi bercak Bitot dengan buta senja	1	0.5	0	0.0
	Kornea skars	0	0.0	0	0.0
	Jumlah		21	10.9	10

^aSebelum perlakuan^bSesudah perlakuan

kuan, jumlah xerophthalmia turun dari 11.2 % (N = 24) menjadi 10.7 % (N = 23) untuk kelompok kontrol, 13.4 % (N = 27) menjadi 6.1 % (N = 12) untuk kelompok fortifikasi, dan 10.9 % (N = 21) menjadi 5.2 % (N = 10) untuk kelompok suplementasi. Dengan uji khi kuadrat perbedaan antara sebelum dan sesudah perlakuan, untuk kelompok kontrol adalah tidak nyata, kelompok fortifikasi adalah nyata ($P < 0.05$) dan kelompok suplementasi adalah juga nyata ($P < 0.05$).

Penelitian di Filipina terhadap fortifikasi vitamin A pada MSG (mono sodium glutamat), dengan menambahkan 7 000 SI vitamin A per gram MSG, menunjukkan hasil serupa dengan penelitian ini. Sesudah satu tahun proyek berlangsung, jumlah anak yang xerophthalmia turun dari 4.1 % menjadi 1.7 % ($P < 0.001$). Hasil yang kurang lebih sama tampak pula pada pemberian kapsul vitamin A dosis tinggi yaitu 200 000 SI vitamin A setiap 6 bulan. Dilaporkan bahwa 85 % dari kasus xerophthalmia dapat disembuhkan oleh program fortifikasi, maupun oleh suplementasi berupa pemberian vitamin A dosis tinggi secara oral (Solon, et al., 1979; Solon et al., 1980).

Keadaan gizi

Rendahnya kadar serum vitamin A pada anak-anak yang menderita kurang kalori protein (KKP) telah banyak dilaporkan (Preira, Begum dan Dumm, 1966; Preira, Begum, Thilakavathy dan Dumm, 1967, Reddy dan Srikantia, 1966). Smith, Godman, Zaklarna, Gabr, Maraghy dan Patwardhan, 1973 melaporkan bahwa anak kwashiorkor mempunyai serum vitamin A yang rendah dan retinol binding protein (RBP) serta pre albumin yang juga rendah. Pemberian kalori dan protein yang cukup

tanpa diberikan vitamin A, menyebabkan ketiga komponen tersebut tampak ada perbaikan. Karena itu Smith, et al. (1973) beranggapan bahwa rendahnya serum vitamin A pada anak-anak KKP mungkin disebabkan oleh zat pembawa vitamin A didalam darah tidak cukup banyak.

Penelitian baru-baru ini yang dilakukan di India (Reddy, Mchanram dan Raghuramulu, 1969) menunjukkan bahwa pemberian injeksi vitamin A dengan dosis 100 000 SI menyebabkan kenaikan kadar RBP dan pre albumin. Kecepatan kenaikan kedua komponen ini bersamaan dengan kecepatan hilangnya tanda-tanda xerophthalmia pada mata. Para peneliti tersebut berkesimpulan bahwa pada anak-anak KKP yang juga menderita KVA, maka vitamin A adalah faktor penentu yang utama. Pemberian vitamin A harus diberikan kepada anak tersebut. Xerophthalmia dapat disembuhkan dengan pemberian vitamin A dalam waktu relatif singkat, sementara perbaikan status KKP, prosesnya berjalan lebih lambat.

Sehubungan dengan hal tersebut diatas, maka pada penelitian ini dicoba dianalisa pengaruh intervensi vitamin A terhadap perbaikan keadaan gizi.

Tabel 49 memberikan gambaran tentang keadaan gizi berdasarkan hasil pengukuran berat badan (BB) terhadap tinggi badan (TB) pada sebelum (SB) dan sesudah (SS) perlakuan. Anak dikatakan Gizi Baik, bila BB terhadap TB ≥ 90 % standar, Gizi Kurang bila BB terhadap TB antara 70 % - 89 % standar, dan Gizi Buruk bila BB terhadap TB < 70 % standar. (Directorate of Nutr., 1971; Lokakarya Antropometri Gizi, 1975). Gizi Kurang dan Gizi Buruk, keduanya adalah KKP (kurang kalori protein).

Tabel 49. Penyebaran Jumlah Anak Prasekolah yang Digolongkan Menurut Keadaan Gizi, pada Sebelum (SB) dan Sesudah (SS) Perlakuan

Perlakuan	SB ^a	SS ^b				Jumlah	
		Gizi Baik ^a		KKP ^b		(n)	(%)
		(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)
Kontrol N = 185	Gizi Baik	117	87.3	17	12.7	134	100.0
	KKP	10	19.6	41	80.4	51	100.0
	Jumlah	127	68.6	58	31.4	185	100.0
Fortifikasi N = 194	Gizi Baik	134	95.7	6	4.3	140	100.0
	KKP	23	42.6	31	57.4	54	100.0
	Jumlah	157	80.9	37	19.1	194	100.0
Suplemen- tasi N = 189	Gizi Baik	115	89.8	13	10.2	128	100.0
	KKP	17	27.9	44	72.1	61	100.0
	Jumlah	132	69.8	57	30.2	189	100.0

^aSebelum perlakuan

^bSesudah perlakuan

Pada Tabel 49 dapat dilihat adanya pergeseran sebagian jumlah anak yang pada pemeriksaan SB adalah KKP, menjadi Gizi Baik pada pemeriksaan SS. Demikian pula ada pergeseran sebagian jumlah anak dari Gizi Baik menjadi KKP. Tetapi bila diperhatikan tabel tersebut untuk tiap-tiap perlakuan, maka jelas tampak penambahan baik keadaan gizi pada sesudah perlakuan untuk kelompok fortifikasi berbeda dengan kedua kelompok lainnya. Setelah dianalisa dengan uji khi

kuadrat, perbedaan jumlah anak yang KKP pada sebelum (SB) dan sesudah (SS) perlakuan antara kelompok fortifikasi dengan kontrol adalah nyata pada tingkat $P < 0.10$, kelompok suplementasi dengan kontrol tidak nyata, dan kelompok fortifikasi dengan suplementasi juga tidak nyata. Jadi dengan demikian pemberian garam fortifikasi vitamin A selama enam bulan berperan didalam meningkatkan keadaan gizi anak prasekolah.

Dari hasil pengamatan dan kunjungan rumah, wawancara pada waktu pemeriksaan kesehatan, dan wawancara pada waktu pembagian garam fortifikasi diperoleh keterangan hampir dari semua ibu-ibu yang mendapat garam fortifikasi, bahwa nafsu makan anak bertambah baik. Anak yang tadinya makan dua atau tiga kali sehari, sesudah mendapat garam fortifikasi, makan dengan frekuensi lebih tinggi, yaitu tiga sampai 5 kali sehari. Sehingga garam fortifikasi sering disebut oleh masyarakat sebagai garam gizi yang menambah nafsu makan anaknya. Anak menjadi lebih banyak makannya, dan lebih bervariasi makanan yang disenanginya. Sehingga bukan saja banyaknya zat gizi yang akan terpenuhi, tetapi macamnya zat gizi juga banyak dikonsumsi. (Informasi mengenai pertambahan nafsu makan ini tidak dicatat secara kuantitatif pada dietary survey).

Hubungan antara nafsu makan dengan vitamin A telah dibuktikan oleh peneliti-peneliti sebelumnya, baik terhadap hewan maupun manusia (Bernard, Halpern dan Kare, 1961; Bernard dan Halpern, 1968; Hodges, 1980). Kurang nafsu makan (anorexia) terjadi pada tikus-tikus yang sedang bertumbuh, apabila didalam makanannya tidak diberi-

kan vitamin A. Kemampuan mencicipi rasa dan mencium aroma masakan menjadi rendah pada orang dewasa yang berada pada keadaan defisiensi vitamin A. Kemampuan ini menjadi normal kembali bila diberikan makanan yang mengandung cukup vitamin A. Timbul spekulasi bahwa keadaan kurang vitamin A (KVA) menyebabkan perubahan sensory terhadap rasa dan bau yang dapat menurunkan konsumsi zat-zat gizi yang berakhir dengan KKP (Hodges, 1980).

Dari hasil-hasil penelitian yang diuraikan diatas, ada kemungkinan bahwa suatu intervensi vitamin A dengan garam fortifikasi, selain memperbaiki keadaan vitamin A sendiri, dapat pula memberikan input yang nyata terhadap perbaikan keadaan gizi lainnya, misalnya keadaan kurang kalori protein (KKP).

Hubungan Antara Hormon Thyroid Dengan Keadaan
Kurang Vitamin A (KVA), Anemia dan Kurang
Kalori Protein (KKP)

Kelenjar thyroid mempunyai peranan penting pada proses metabolisme zat-zat gizi, dan berpengaruh pula terhadap keadaan gizi pada umumnya. Sebaliknya sekresi hormon thyroid dipengaruhi oleh komposisi makanan yang dimakan setiap hari. Jadi hubungan thyroid dengan keadaan gizi ada saling pengaruh-mempengaruhi (Endozien, Nicaus, Mar, Makoni, dan Switzer, 1978; Lukens, 1962; Rabolli dan Martin, 1977).

Pengukuran kadar thyroxin (T₄) dan triiodothyronin (T₃) didalam serum dapat menunjukkan keaktifan kegiatan fungsi thyroid, karena kedua macam hormon tersebut dikeluarkan oleh kelenjar thyroid (David-

son, *et al.*, 1973). Oleh sebab itu pada penelitian ini dilakukan analisa T₃ dan T₄ untuk mempelajari hubungan fungsi thyroid dengan kadar serum vitamin A, serum karoten, hemoglobin dan hasil pengukuran antropometri.

Tabel 50 memberikan gambaran hubungan status serum vitamin A dengan serum T₃ dan T₄.

Tabel 50. Rata-rata Kadar Serum T₃ dan T₄ Berdasarkan Status Serum Vitamin A

Status vitamin A	N	Rata-rata serum T ₃	Rata-rata serum T ₄
(ug %)		(ng/dl ± SB ^a)	(ng/dl ± SB ^a)
< 10	26	150.48 ± 69.86	11.65 ± 12.38
10 - 19	76	138.48 ± 60.95	11.27 ± 7.96
≥ 20	64	133.13 ± 60.92	10.70 ± 7.52

^aSimpangan baku

Pada Tabel 50 tersebut dapat dilihat, bahwa ada kecendrungan kadar T₃ dan T₄ didalam serum lebih tinggi pada anak yang menderita kurang vitamin A (KVA) dibandingkan dengan yang berstatus vitamin A normal, walaupun perbedaan ini bila dihitung dengan uji F adalah tidak nyata.

Untuk melihat lebih jauh kemungkinan hubungan status serum vitamin A masing-masing dengan serum T₃ dan serum T₄, maka pada Tabel 51 dan Tabel 52, serum T₃ dan serum T₄ masing-masing diklasifikasikan menjadi rendah, cukup dan tinggi.

Tabel 51. Penyebaran Jumlah Anak Digolongkan Menurut Serum Vitamin A dan Triiodothyronin (T3)

Serum vitamin A	Serum T3 (ng %)						Jumlah	
	< 80 (rendah)		80-200 (cukup)		> 200 (tinggi)			
(ug %)	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)
< 10	3	11.5	19	73.1	4	15.4	26	100.0
10 - 19	13	17.1	51	67.1	12	15.8	76	100.0
≥ 20	8	12.5	51	79.7	5	7.8	64	100.0
Jumlah	24	14.5	121	72.9	21	12.7	166	100.0

Dengan mempergunakan analisa khi kuadrat terhadap hubungan status serum vitamin A dengan serum T3 seperti tertera pada Tabel 51, hasilnya adalah tidak nyata.

Tabel 52. Penyebaran Banyaknya Anak Digolongkan Menurut Serum Vitamin A dan Thyroxin (T4)

Serum vitamin A	Serum T4 (ug %)						Jumlah	
	< 6 (rendah)		6-114 (cukup)		> 114 (tinggi)			
(ug %)	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)
< 10	2	7.7	20	76.9	4	15.4	26	100.0
10 - 19	8	10.5	58	76.3	10	13.2	76	100.0
≥ 20	6	9.4	52	81.3	6	9.4	64	100.0
Jumlah	16	9.6	130	78.3	20	12.0	166	100.0

Setelah dilakukan analisa khi kuadrat, ternyata hubungan status serum vitamin A dengan serum T₄ seperti terlihat pada Tabel 52 adalah juga tidak nyata.

Tabel 53 melukiskan hubungan status klinis vitamin A dengan rata-rata serum T₃ dan T₄.

Seperti halnya pada status serum vitamin A pada Tabel 50, maka anak-anak dengan tanda klinis KVA menunjukkan kecendrungan rata-rata serum T₃ dan T₄, masing-masing lebih tinggi dari pada anak-anak yang dianggap normal. Dengan uji Student perbedaan kadar serum T₃ dan T₄ masing-masing antara anak dengan tanda klinis KVA (xerophthalmia) dengan anak yang tanpa xerophthalmia adalah tidak nyata.

Tabel 53. Rata-rata Kadar Serum T₃ dan T₄ Berdasarkan Status Klinis Vitamin A

Status klinis vitamin A	N	Rata-rata serum T ₃ (ng/dl ± SB ^a)	Rata-rata serum T ₄ (ug/dl ± SB ^a)
Anak dengan tanda klinis kurang vitamin A	23	142.66 ± 65.37	11.36 ± 9.13
Anak tanpa tanda klinis kurang vitamin A	151	122.70 ± 52.37	10.96 ± 7.86

^aSimpangan baku

Perbandingan rata-rata kadar serum T₃ dan T₄ terhadap status serum karoten, digambarkan pada Tabel 54. Serum karoten tidak menunjukkan kecendrungan yang sama seperti serum vitamin A atau tanda

Tabel 54. Rata-rata Serum T₃ dan T₄ Terhadap Status Serum Karoten

Serum karoten (ug %)	N	Rata-rata serum T ₃ (ng/dl ± SB ^a)	Rata-rata serum T ₄ (ug/dl ± SB ^a)
< 20	48	111.6 ± 60.70	10.4 ± 5.32
20 - 39	101	143.3 ± 54.10	11.6 ± 8.66
≥ 40	16	112.5 ± 45.56	9.9 ± 6.50

^aSimpangan baku

klinis xerophthalmia terhadap kadar T₃ dan T₄. Status serum karoten antara 20 - 39 ug %, mempunyai rata-rata kadar T₃ dan T₄ yang lebih tinggi dari status serum karoten < 20 ug %, ataupun yang ≥ 40 ug %.

Sudah lama diduga bahwa hormon thyroid, mempunyai peranan pada proses konversi karoten menjadi vitamin A (BASF, 1978). Dan pada pasien yang hyperthyroid ditemukan serum vitamin A dan serum karoten yang rendah, sesuai dengan hasil penelitian pada hewan percobaan bahwa tikus yang hyperthyroid mempunyai kebutuhan vitamin A yang tinggi (Lukens, 1962). Hasil analisa data pada penelitian ini menunjukkan kecendrungan yang menyerupai pernyataan tersebut diatas, bahwa pada anak-anak yang KVA dan yang xerophthalmia, mempunyai kadar serum T₃ dan T₄ yang meninggi dibandingkan dengan anak yang berstatus vitamin A normal. Tetapi hasil penelitian lain menunjukkan bahwa tikus yang diberi diit rendah vitamin A tidak menyebabkan perubahan kadar serum T₄. Dan apabila tikus-tikus yang KVA ini diberi

suplementasi vitamin A, tidak pula menyebabkan kenaikan kadar serum T_4 (Nek Maimunah, 1977).

Oleh sebab kadar serum T_3 dan T_4 meninggi pada anak yang menderita KVA, seperti pada hasil penelitian ini, maka ada kemungkinan konversi karoten menjadi vitamin A akan lebih dipermudah pada anak-anak yang KVA. Hal ini diperkuat pula oleh hasil penelitian Cama, Pillai, Sundaresan dan Venkateshan (1957) bahwa karoten yang diberikan secara oral, menyebabkan simpanan cadangan vitamin A didalam hati lebih banyak pada tikus yang hyperthyroid dari pada yang hypothyroid. Dan hasil penelitian Lala dan Reddy (1970) yang memberikan suplementasi karoten berupa sayuran hijau daun kepada anak-anak yang KVA, menunjukkan bahwa anak-anak yang KVA dapat mengabsorpsi dan menggunakan karoten dengan cukup baik.

Penelitian yang dilakukan oleh Rabolli dan Martin (1977) menunjukkan bahwa tikus yang diberi diit lemak tinggi (17 % lemak) menyebabkan kadar serum T_4 lebih tinggi dari pada tikus yang diberi diit normal (5 % lemak). Oleh karena karoten dan vitamin A larut didalam lemak, maka lemak bukan saja menyebabkan absorpsi karoten dan vitamin A menjadi lebih mudah, tetapi juga kemungkinan dapat menyebabkan konversi karoten menjadi vitamin A akan lebih efisien, disebabkan oleh meningkatnya kadar serum T_4 .

Suzuki dan Furva (1971) juga menemukan hubungan antara pertambahan tinggi sintesa glukose dan glukosa 6 fosfatase dengan kenaikan aktifitas thyroid sebagai akibat pemberian diit yang mengandung banyak lemak. Para peneliti tersebut berkesimpulan bahwa T_3 dan T_4

berperanan penting dalam mekanisme pembentukan glukoneogenesis didalam hati.

Oleh sebab itu penambahan lemak atau minyak didalam makanan akan menguntungkan dan bermanfaat untuk memperbaiki status vitamin A anak yang menderita KVA.

Tabel 55 memberikan gambaran tentang perbandingan rata-rata kadar serum T₃ dan serum T₄ terhadap anak-anak yang tergolong anemia (Hb < 11 g %) dengan anak-anak yang tergolong tidak anemia (Hb > 11 g%).

Tabel 55. Rata-rata Kadar Serum T₃ dan T₄ Berdasarkan Status Anemia dan Tak Anemia

Status Hb	N	T ₃	T ₄
(g %)		(ng/dl ± SB ^a)	(ug/dl ± SB ^a)
< 11 (anemia)	46	139.54 ± 60.02	12.33 ± 10.81
>> 11 (tidak anemia)	105	139.11 ± 64.26	10.86 ± 7.32

^aSimpangan baku

Pada Tabel 55 dapat dilihat bahwa rata-rata kadar serum T₃ antara yang anemia dan yang tidak anemia tidak berbeda, yaitu masing-masing 139.54 ng/dl ± 60.02 SB, dan 139.11 ng/dl ± 64.26 SB. Tetapi pada serum T₄ ada sedikit perbedaan, yaitu pada yang tergolong anemia 12.33 ug/dl ± 10.81 ug sedangkan pada yang tidak anemia 10.86 ug/dl ± 7.32 ug. Tetapi perbedaan ini setelah dihitung dengan uji Student adalah tidak nyata. Hasil yang serupa, ditemukan pula oleh Dilman *et al.* (1980), bahwa tikus yang anemia mempunyai rata-rata

serum T₃ dan T₄ yang kurang lebih sama dengan tikus yang tidak anemia. Tetapi apabila tikus-tikus ditempatkan pada ruang yang dingin (4°C), maka kadar serum T₄ pada tikus yang anemia lebih tinggi dari pada tikus yang tidak anemia, sebaliknya serum T₃ lebih rendah pada tikus yang anemia dibandingkan dengan tikus yang tidak anemia. Hal ini ada hubungannya dengan kemampuan tikus mempertahankan suhu badan yang cukup tinggi didalam ruangan yang dingin.

Selain dari aktifitas otot, maka panas badan didapatkan dari proses metabolik didalam badan, dan kemampuan badan meningkatkan aktifitas metabolik pada keadaan lingkungan yang dingin. Pengeluaran panas diatur oleh catecholamines dan hormon thyroid yaitu T₃. Pada peningkatan konversi T₄ menjadi T₃ terjadi penambahan panas, karena T₃ mempunyai kemampuan mempertahankan konsumsi oksigen yang normal. Pada keadaan dingin (4°C), tikus yang tidak anemia mempunyai kemampuan meningkatkan konversi T₄ menjadi T₃, meningkatkan produksi T₄ dan meningkatkan turn-over T₄ dan T₃, sehingga tikus tersebut dapat mempertahankan suhu badan yang normal. Pada tikus yang anemia, konversi T₄ menjadi T₃ terganggu, dan karena itulah tikus yang anemia mempunyai kesulitan menyesuaikan diri pada temperatur yang dingin (Dillman, et al., 1980; Kien, Vanjonack, dan Bode, 1980).

Tabel 56 memberikan gambaran perbandingan rata-rata kadar serum T₃ dan T₄ terhadap status Gizi Baik dan Gizi Kurang. Status gizi ditentukan berdasarkan hasil pengukuran berat badan (BB) terhadap tinggi badan (TB). Bila BB terhadap tinggi TB \geq 90 % dari standar, dikatakan Gizi Baik, dan bila BB terhadap TB $<$ 90 % dikatakan Gizi

Tabel 56. Rata-rata Kadar Serum T3 dan T4 Berdasarkan Status Gizi Baik dan Gizi Buruk

Keadaan gizi	N	T3 (ng/dl \pm SB ^a)	T4 (ug/dl \pm SB ^a)
Gizi Kurang ^b	29	141.36 \pm 62.49	11.46 \pm 8.67
Gizi Baik ^c	133	128.21 \pm 56.33	9.97 \pm 6.36

^aSimpangan baku

^bBila berat badan terhadap tinggi badan \geq 90 % standar

^cBila berat badan terhadap tinggi badan $<$ 90 % standar

Kurang (Directorate of Nutr., 1971).

Pada Tabel 56 dapat dilihat bahwa rata-rata serum T3 dan T4 sedikit lebih tinggi pada anak dengan status Gizi Kurang, dibandingkan dengan Gizi Baik. Namun perbedaan ini setelah dihitung dengan uji Student adalah tidak nyata.

Endozien, et al. (1978) melaporkan bahwa hormon thyroid didalam plasma berhubungan dengan protein didalam makanan, yaitu bila protein makanan lebih banyak menyebabkan T4 didalam plasma lebih tinggi, tetapi T3 lebih rendah. Hasil penelitian yang berlainan dengan hasil penelitian Endozien, et al., telah dilaporkan oleh Tulp, Krupp, Danforth dan Horton (1979). Menurut hasil penelitian terakhir ini ditemukan bahwa kadar serum T3 dan T4 dua kali lebih tinggi pada tikus yang diberi makan protein rendah dibandingkan dengan tikus normal. Selain T3 dan T4 yang menaik pada tikus yang mendapat diit protein rendah ialah terjadinya kenaikan konsumsi oksigen, penurunan

kecepatan tumbuh, dan penurunan efisiensi penambahan berat badan. Hasil penelitian yang disebut terakhir ini, menunjukkan sedikit kesamaan dengan hasil penelitian pada anak-anak di daerah perkebunan bahwa anak yang kekurangan gizi ada kecenderungan mempunyai kadar serum T₃ dan T₄ yang meninggi, dan kecepatan tumbuh serta penambahan berat badan yang menurun.

Walaupun telah banyak penelitian dilakukan mengenai hubungan antara fungsi thyroid dengan berbagai keadaan gizi dan konsumsi makanan, namun kejelasan yang diperoleh belum nyata. Belum diperoleh keterangan yang lebih jelas tentang menaikinya T₃ dan T₄ pada keadaan gizi tertentu. Apakah karena sekresi hormon menaik, atautkah karena perubahan karakteristik protein pengikat serum, atautkah karena pengaruh zat gizi tertentu terhadap hormon perangsang thyroid, atau karena kombinasi dari faktor-faktor tersebut, semuanya belum jelas. Dan tidak jarang pula hasil-hasil penemuan dari penelitian-penelitian yang pernah dilakukan sering bertentangan. Oleh karena itu sangat diperlukan penelitian yang lebih mendalam mengenai hal ini.

Perhitungan Nisbah Biaya - Keuntungan Relatif Garam Fortifikasi

Maksud dari perhitungan ini ialah memberikan gambaran secara sederhana sampai seberapa jauh program garam fortifikasi vitamin A dapat memberikan keuntungan yang lebih besar dari biaya yang dikeluarkan. Oleh karena keuntungan-keuntungan yang diperoleh dari program lebih banyak bersifat intangible benefits yaitu keuntungan yang sulit dinilai dengan rupiah, misalnya penyembuhan penyakit,

pencegahan kebutaan, xerophthalmia, dan sebagainya, menyebabkan timbulnya beberapa kelemahan didalam perhitungan ini (Kadariah, Karlina dan Gray, 1978; UN Indust. Develp. Organ. 1978). Atas dasar hal tersebut maka ditambahkan kata relatif pada istilah nisbah biaya-keuntungan.

Menyadari bahwa adanya keterbatasan kemampuan dan pengetahuan didalam menilai kejadian pada masa depan yang lebih panjang misalnya lima atau sepuluh tahun mendatang kedalam bentuk harga sekarang, serta untuk menghindari kemungkinan kesalahan yang lebih besar, maka nisbah biaya-keuntungan relatif pada penelitian ini hanya terbatas pada satu tahun pertama program.

Rumus yang dipergunakan pada perhitungan ini sebagai berikut :

$$B/K \text{ relatif} = \frac{\sum_{i=1}^3 B_i}{\sum_{j=1}^3 N_j K_j}$$

sedangkan B_1 = biaya pengadaan vitamin A, B_2 = biaya fortifikasi vitamin A kedalam garam, B_3 = biaya pengawasan, K_1 = penghematan biaya pengobatan, K_2 = keuntungan karena terhindar dari kebutaan, K_3 = keuntungan karena penurunan angka kematian, dan N_j banyaknya anak yang tergolong dalam kategori j .

Terhadap jumlah keuntungan yang akan diperoleh, diberikan discount rate 12 % yaitu senilai bunga satu tahun.

Mengingat bahwa rata-rata besarnya biaya per orang relatif akan lebih besar pada proyek yang lebih kecil (Solon, et al., 1979), maka pada perhitungan ini tidak dilakukan perhitungan terhadap dua kebun yang telah diteliti, melainkan terhadap semua kebun milik pemerintah

diseluruh Jawa dan Sumatera, dengan asumsi perkebunan-perkebunan tersebut akan melaksanakan program fortifikasi.

Jumlah karyawan diseluruh Jawa dan Sumatera sekitar 600 000 jiwa (Noor Sasongko, 1981), dan tiap karyawan ditaksir rata-rata mempunyai dua orang anak prasekolah berumur 1 - 6 tahun. Jadi diseluruh perkebunan milik pemerintah di pulau Jawa dan Sumatera terdapat anak prasekolah kurang lebih 1 200 000 jiwa.

Perhitungan nisbah biaya-keuntungan relatif ini dilakukan dalam dua aspek, yaitu : 1) keefektifan relatif garam fortifikasi vitamin A terhadap penyembuhan xerophthalmia, pencegahan kebutaan, dan penurunan angka kematian yang berhubungan dengan xerophthalmia, 2) keefektifan relatif garam fortifikasi vitamin A dibandingkan dengan kapsul vitamin A dosis tinggi.

Perkataan relatif pada keefektifan relatif dimaksudkan untuk menunjukkan bahwa perhitungan-perhitungan yang dilakukan banyak bersifat proyeksi dari hasil penelitian yang dilakukan, dan penggunaan hasil-hasil penelitian lainnya sebagai pelengkap, jadi tidak seluruhnya berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada penelitian ini.

Nisbah Biaya-Keuntungan Relatif

Biaya pengadaan vitamin A

Harga vitamin A palmitat per satu kilogram pada tahun 1980, adalah US \$ 20.00. Bila dipergunakan nilai tukar US \$ 1.00 sama dengan Rp 625.00, maka harga vitamin A palmitat per satu kilogram adalah Rp 12 500.00

Tiap satu kilogram vitamin A palmitat mengandung 325 000 000 SI vitamin A. Bila setiap gram garam ditambah 500 SI vitamin A, maka vitamin A seharga Rp 12 500.00 dapat dipergunakan untuk memfortifikasi sebanyak 650 kg garam. Jadi penambahan biaya garam fortifikasi dibandingkan dengan garam biasa, untuk pembelian vitamin A saja, adalah Rp 19.00 untuk setiap kilogram garam.

Garam fortifikasi vitamin A dikonsumsi oleh seluruh anggota keluarga. Sedangkan program fortifikasi terutama ditargetkan untuk anak prasekolah, dan banyaknya anak prasekolah ini adalah sekitar 36 % dari jumlah penduduk (angka 36 % diperoleh dari jumlah jiwa dibagi jumlah keluarga pada Tabel 38, halaman 140). Maka biaya fortifikasi naik dari Rp 19.00 menjadi $\frac{100}{36} \times \text{Rp } 19.00$ sama dengan Rp 53.00.

Konsumsi rata-rata garam di Indonesia adalah 10 g per orang per hari, berkisar antara 5 sampai 15 g. Anak prasekolah mengkonsumsi garam lebih sedikit dari orang dewasa, dalam hal ini diperkirakan 5 gram per hari. Jadi satu kilogram garam dikonsumsi oleh satu anak prasekolah untuk selama 200 hari. Untuk satu tahun program biaya vitamin A untuk garam fortifikasi per satu anak adalah $\frac{365}{200} \times \text{Rp } 53.00 = \text{Rp } 97.00$. Untuk seluruh perkebunan milik pemerintah di pulau Jawa dan Sumatera biaya yang akan dikeluarkan pada sektor ini adalah $1\ 200\ 000 \times \text{Rp } 97.00$ sama dengan Rp 116 400 000.00.

Biaya pencampuran vitamin A kedalam garam

Pada penelitian ini, pencampuran dilakukan dengan cara manual, oleh tenaga yang telah dilatih terlebih dahulu. Karena garam forti-

Biaya minyak, listrik, suku cadang dan lain-lain kurang lebih Rp 20 000.00 per bulan per mesin, sehingga biaya per satu tahun untuk 24 mesin adalah Rp 5 760 000.00.

Biaya pencampuran garam fortifikasi per satu tahun yang merupakan penjumlahan dari harga mesin, upah tenaga kerja dan biaya lain-lain, menjadi Rp 26 640 000.00.

Biaya pengawasan

Biaya pengawasan terutama ditujukan untuk biaya kunjungan (inspeksi), biaya pengiriman contoh dan biaya analisa kimia. Seluruh biaya pengawasan diperkirakan akan mencapai Rp 1 700 000.00, dengan rincian biaya kunjungan Rp 900 000.00, biaya pengiriman contoh Rp 200 000.00, biaya analisa dan biaya-biaya lainnya yang tidak termasuk dalam perhitungan adalah Rp 600 000.00.

Pengalaman di Guatemala (INCAP, 1979) terhadap fortifikasi gula dengan vitamin A menunjukkan bahwa besar biaya pengawasan ini adalah 1.2 % dari jumlah harga vitamin A palmitat. Pada perhitungan garam fortifikasi ini, biaya pengawasan per satu tahun adalah sebesar Rp 1 700 000.00 atau sama dengan 1.5 %. Jadi biaya pengawasan diperkirakan akan cukup banyak.

Biaya keseluruhan fortifikasi

Jadi biaya keseluruhan fortifikasi yaitu $\sum_{i=1}^3 B_i$ adalah penjumlahan dari biaya pengadaan vitamin A palmitat, biaya pencampuran, dan biaya pengawasan, yang besarnya adalah Rp 116 400 000.00 + Rp 26 640 000.00 + Rp 1 700 000.00 sama dengan Rp 144 740 000.00

per satu tahun.

Keuntungan penyembuhan xerophthalmia dilihat dari berbagai segi

Pada penelitian ini telah diperlihatkan bahwa dalam jangka waktu hampir 6 bulan, kasus xerophthalmia turun dari 13,4 % menjadi 6,1 %, atau dengan kata lain kasus xerophthalmia turun sebanyak 54,5 % dari jumlah semula. Andaikata program garam fortifikasi berlangsung satu tahun, maka diperkirakan jumlah kasus xerophthalmia akan turun sebanyak 82 %, dengan asumsi bahwa intensitas 6 bulan kedua, adalah setengah dari 6 bulan pertama program. Jumlah penurunan sebanyak 82 % ini tidak banyak berbeda dengan program fortifikasi vitamin A pada MSG, yang dapat menurunkan kasus xerophthalmia per satu tahun sebanyak 85 % (Solon, et al., 1979).

Selain itu xerophthalmia erat hubungannya dengan infeksi, seperti tuberkulosis, penyakit infeksi pada saluran pernafasan bagian atas, batuk rejan, campak, dan lain-lain (Directorate of Nutr. and Helen Keller Int., 1980). Xerophthalmia merendahkan integritas jaringan epitel, dan menurunkan ketahanan tubuh pada umumnya, sehingga di daerah yang endemik, anak-anak sangat rawan terhadap infeksi. Dengan program fortifikasi, intensitas penyebaran infeksi dapat dikurangi.

Keuntungan lainnya adalah pencegahan terhadap kebutaan dan kematian yang disebabkan oleh xerophthalmia. Menurut Solon et al. (1979), fortifikasi vitamin A pada bahan makanan (MSG) dapat mencegah 100 % kebutaan dan kematian karena xerophthalmia.

Mengingat bahwa didalam suatu program biasanya disertai dengan adanya kelemahan-kelemahan baik dari segi operasional, teknis, maupun administratif, maka keberhasilan pencegahan kebutaan dan kematian pada perhitungan ini, tidak dinyatakan 100 %, melainkan diperkirakan 82 % sesuai dengan derajat penurunan xerophthalmia.

Dari hasil-hasil survai dan penelitian (Directorate of Nutr. and Helen Keller Int., 1980; Solon, *et al.*, 1979; Tarwotjo, *et al.*, 1980) dinyatakan bahwa di daerah-daerah endemik xerophthalmia ditemukan sekitar 0.1 % anak prasekolah menjadi buta karena xerophthalmia, dan sekitar 0.44 % meninggal dunia per satu tahun karena ada hubungannya dengan xerophthalmia, disamping angka xerophthalmia yang cukup tinggi. Pada penelitian yang dilakukan di daerah perkebunan ini ditemukan prevalensi xerophthalmia sebanyak 9.3 %.

Keuntungan penyembuhan xerophthalmia sebagai akibat adanya program fortifikasi, dapat dihitung dari segi berkurangnya biaya pengobatan, penghematan pengeluaran karena penurunan jumlah anak yang menjadi buta, dan penurunan jumlah kematian.

Penghematan biaya pengobatan

Dari hasil survai sosial-ekonomi keluarga, dikeluarkan sebanyak sekitar 5 % dari penghasilan untuk pengobatan, berarti $\frac{5}{100} \times$ Rp 30 000.00 sama dengan Rp 1 500 000.00 per bulan. Ditaksir separuh dari jumlah ini dipergunakan untuk pengobatan anak prasekolah. Karena tiap keluarga diperkirakan mempunyai rata-rata dua anak prasekolah, berarti biaya pengobatan untuk satu anak adalah Rp 375.00

per bulan. Tetapi hasil survai pada penelitian ini menemukan sebanyak 40 % anak tidak menunjukkan gejala sakit, berarti anak ini tidak memerlukan biaya pengobatan. Dengan demikian rata-rata biaya pengobatan anak prasekolah yang sakit adalah $\frac{100}{60} \times \text{Rp } 375.00$ sama dengan Rp 625.00.

Sebanyak 9.3 % anak yang menderita xerophthalmia (pada pemeriksaan DSB, Tabel 20, halaman 116), biasanya disertai dengan morbiditas yang tinggi. Bila program fortifikasi dilaksanakan, maka diperkirakan 82 % xerophthalmia dapat disembuhkan. Dan diperkirakan 50 % (menurut Solon, *et al.*, 1979, sebanyak 85 %) dari anak-anak yang disembuhkan itu infeksiya ikut teratasi.

Maka perkiraan penghematan biaya pengobatan untuk seluruh perkebunan milik pemerintah di pulau Jawa dan Sumatera (terhadap 1 200 000 anak prasekolah) adalah sebagai berikut :

$$0.50 \times 0.82 \times \frac{9.3}{100} \times 1\,200\,000 \times 12 \times \text{Rp } 625.00 \\ = \text{Rp } 343\,170\,000.00.$$

Penghematan biaya karena terhindar dari kebutaan

Karena anak buta, anak membutuhkan pertolongan dari orang tuanya. Andaikata anak membutuhkan pertolongan beberapa jam setiap hari dari ayah atau ibunya, dan waktu tersebut jika dinilai senilai Rp 50.00 per hari, maka selama satu bulan menjadi Rp 1 500.00.

Selain itu anak buta lebih sering sakit dari anak sehat. Apabila morbiditas dianggap sama dengan anak xerophthalmia, maka biaya pengobatan dikeluarkan Rp 625.00 per anak per bulan.

Pada halaman sebelumnya telah disebutkan bahwa program fortifikasi diperkirakan dapat mencegah kebutaan sebanyak 82 %.

Dengan demikian penghematan biaya karena anak terhindar dari kebutaan (angka kebutaan 0.1 % setiap tahun), sebagai hasil program garam fortifikasi vitamin A selama satu tahun, adalah :

$$(0.82 \times \frac{0.1}{100} \times 1\,200\,000 \times 12 \times \text{Rp } 1\,500.00) + (0.82 \times \frac{0.1}{100} \times 1\,200\,000 \times 12 \times \text{Rp } 625.00) = \text{Rp } 25\,092\,000.00.$$

Keuntungan karena penurunan angka kematian

Pengeluaran keluarga per bulan adalah berkisar Rp 20 000.00. Atau pengeluaran rata-rata per anggota keluarga adalah sekitar Rp 5 000.00. Kebutuhan orang dewasa lebih banyak dari pada anak pra-sekolah. Andaikata dua berbanding satu, maka rata-rata pengeluaran untuk anak pra-sekolah menjadi Rp 3 333.00 dan orang dewasa Rp 6 666.00 per bulan.

Pada umumnya usia anak pra-sekolah yang meninggal dunia dalam hubungannya dengan xerophthalmia adalah sekitar dua tahun (WHO, 1976) dan jumlah anak yang meninggal dunia karena ada hubungannya dengan xerophthalmia adalah 0.44 % dari jumlah anak pra-sekolah dan efektifitas garam fortifikasi mencegah anak dari kematian adalah 82 % dari jumlah tersebut diatas, maka pengeluaran biaya sia-sia yang dapat dicegah adalah :

$$0.44 \times 0.82 \times 1\,200\,000 \times 2 \times 12 \times \text{Rp } 3\,333.00 = \text{Rp } 34\,633\,336\,320.00.$$

Perkiraan jumlah keuntungan

Jumlah keuntungan adalah $\sum_{j=1}^3 N_j (K_j)$, merupakan penjumlahan

dari keuntungan penyembuhan dari xerophthalmia, pencegahan terhadap kebutaan, dan pencegahan terhadap kematian yang ada hubungannya dengan xerophthalmia adalah Rp 343 170 000.00 + Rp 25 092 000.00 + Rp 34 633 336 320.00 = Rp 35 001 598 320.00. Dengan memperhitungkan discount rate 12 %, maka jumlah tersebut diatas dikalikan $\frac{100}{112}$, akan menghasilkan Rp 31 251 427 000.00.

Nisbah biaya-keuntungan relatif

Nisbah biaya-keuntungan relatif yang berdasarkan perhitungan keefektifan relatif garam fortifikasi vitamin A terhadap penyembuhan xerophthalmia, pencegahan kebutaan, dan pencegahan kematian (yang ada hubungannya dengan xerophthalmia), dengan mempergunakan rumus

$$B/K = \sum_{i=1}^3 B_i / \sum_{j=1}^3 N_j K_j$$

diperoleh perbandingan biaya : keuntungan = Rp 144 740 000.00 : Rp 31 251 427 000.00, atau sama dengan 1 : 216. Keuntungan yang diperoleh sebanyak 216 kali lipat dari biaya yang dikeluarkan.

Bila masalah kebutaan ditinjau lebih luas lagi, sampai kepada umur dewasa, maka perbedaan penghasilan antara yang buta dan yang tidak buta, memberikan perhitungan tersendiri, sehingga nisbah biaya keuntungan akan lebih besar lagi.

Terlebih lagi bila diperhitungkan anggaran yang dikeluarkan oleh perkebunan untuk sektor pelayanan kesehatan dan pengobatan cuma-cuma untuk seluruh karyawan dan keluarganya, lewat poliklinik-poliklinik kesehatan di perkebunan, maka dengan adanya program fortifikasi vitamin A pada garam, penghematan pada sektor ini akan

cukup banyak, sehingga keuntungan yang diperoleh akan lebih tinggi dari 216 kali lipat dari biaya yang dikeluarkan.

Tetapi perlu pula diperhatikan keadaan sebaliknya. Keefektifan suatu program biasanya selalu lebih rendah dari suatu penelitian. Disamping itu intensitas keberhasilan suatu program akan menurun dari tahun ke tahun berikutnya, sejalan dengan menurunnya prevalensi xerophthalmia. Sebab didalam praktek, menurunkan prevalensi yang sudah kecil lebih sulit bila dibandingkan dengan prevalensi yang masih besar. Program yang dilakukan pada tahun-tahun pertama akan tampak hasil yang lebih besar karena banyaknya penderita-penderita xerophthalmia lama dan baru yang dapat disembuhkan, sedangkan pada tahun-tahun berikutnya lebih tertuju hanya kepada penderita-penderita xerophthalmia baru, oleh sebab penderita-penderita lama telah dapat disembuhkan pada tahun-tahun pertama program. Pertimbangan-pertimbangan ini akan menyebabkan nisbah biaya-keuntungan relatif akan menjadi lebih kecil pada tahun-tahun berikutnya.

Walaupun dari pembahasan tersebut diatas ada faktor-faktor tertentu yang memperbesar nisbah biaya-keuntungan relatif dan faktor-faktor lain yang memperkecil nisbah tersebut, tetapi perbandingan biaya dan keuntungan 1 : 216 adalah sudah cukup besar, untuk dapat membuktikan bahwa biaya yang dikeluarkan untuk program fortifikasi garam dengan vitamin A relatif murah, dan keuntungan yang akan diperoleh oleh masyarakat akan berlipat ganda.

Nisbah Biaya-Keuntungan Relatif Garam Fortifikasi Dibandingkan dengan Kapsul Vitamin A Dosis Tinggi

Nisbah biaya-keuntungan relatif garam fortifikasi dibandingkan dengan suplementasi berupa kapsul vitamin A 200 000 SI dengan 40 SI vitamin E, dimaksudkan untuk melihat macam program yang lebih efisien.

Selama masa kurang lebih satu dasawarsa, sejak tahun 1970, intervensi dengan pemberian kapsul vitamin A dosis tinggi lebih di tujukan kepada anak yang xerophthalmia dengan tanda klinis ada kerusakan pada kornea mata. Sehingga banyak anak yang tergolong high-risk yang belum menunjukkan gejala klinis, tidak tercakup didalam program. Hal ini menyebabkan prevalensi selalu tinggi, karena anak yang tergolong high risk akan menderita xerophthalmia sebagai kasus baru, walaupun xerophthalmia lama dapat disembuhkan dengan pemberian kapsul vitamin A dosis tinggi. Sehingga menjadi pertimbangan untuk memberikan kapsul dosis tinggi kepada seluruh anak prasekolah, terutama di daerah endemik, sebagai usaha pencegahan dan pengobatan terhadap xerophthalmia.

Hasil survai xerophthalmia pada tingkat nasional (Directorate of Nutr. and Helen Keller Int., 1980; Tarwotjo, et al., 1980), menunjukkan bahwa xerophthalmia di Indonesia adalah bersifat mengge-rombol. Sehingga dianjurkan pemberian kapsul vitamin A dosis tinggi tidak hanya ditujukan kepada anak yang menunjukkan tanda-tanda xerophthalmia saja, tetapi hendaknya diberikan kepada semua anak. Malah Tarwotjo, et al. (1980) Menganjurkan untuk memberikan kapsul vitamin A dosis tinggi juga kepada ibu yang sedang menyusui.

American Foundation for Overseas Blind (yang kemudian berubah namanya menjadi Helen Keller International) (1975) melaporkan bahwa program pemberian kapsul vitamin A dosis tinggi di Indonesia berhasil 90 % menyembuhkan xerophthalmia, dan di Philippina (Solon, et al., 1979) dinyatakan 73 % berhasil. Pada penelitian ini, dalam waktu 6 bulan dapat menurunkan xerophthalmia sebanyak 52.4 %. Dengan memperkirakan intensitas penurunan xerophthalmia pada 6 bulan kedua adalah setengahnya dari 6 bulan pertama, maka diperkirakan dalam satu tahun akan menurunkan 79 % jumlah anak yang menderita xerophthalmia, dengan cara pemberian kapsul vitamin A dosis tinggi.

Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan terhadap hasil-hasil penelitian tersebut diatas, maka program fortifikasi garam dengan vitamin A dan pemberian kapsul vitamin A dosis tinggi, adalah mempunyai sasaran yang sama, yaitu ditujukan untuk seluruh anak prasekolah di daerah-daerah endemik KVA, dan bukan hanya tertuju kepada anak yang menunjukkan tanda-tanda xerophthalmia saja. Apabila intensitas keberhasilan menurunkan prevalensi xerophthalmia, pencegahan kebutaan, dan penurunan angka kematian karena xerophthalmia, dianggap sama antara garam fortifikasi dan kapsul vitamin A dosis tinggi, maka untuk mengetahui program mana yang lebih efisien, dapat dilihat dari biaya yang dikeluarkan.

Tarwotjo, et al. (1980) menyebutkan bahwa biaya pemberian kapsul per satu anak yang diberikan dua kali dalam setahun, adalah Rp 161.00. Berarti biaya yang akan dikeluarkan untuk 1 200 000 anak akan mencapai Rp 193 200 000.00. Bila dibandingkan dengan biaya

yang dikeluarkan untuk program fortifikasi garam dengan vitamin A per satu tahun adalah Rp 144 740 000.00, maka keefektifan relatif dari kedua macam program tersebut nyata berbeda. Program pemberian kapsul vitamin A dosis tinggi akan 1.33 kali lebih mahal dari pada program fortifikasi garam bervitamin A.

Menurut hasil penilaian proyek pemanduan pencegahan xerophthalmia (Dep Kes., 1975), biaya Rp 161.00 per anak per satu tahun itu belum termasuk biaya pengawasan dan penilaian. Selain itu pada program garam fortifikasi, akan memberikan pula keuntungan yang nyata pada ibu hamil, ibu yang menyusui, anak sekolah dan anggota keluarga lainnya yang sama-sama mengkonsumsi garam fortifikasi. Apabila faktor-faktor ini diperhitungkan, maka pemberian garam fortifikasi akan lebih murah lagi dari pada pemberian kapsul vitamin A dosis tinggi.

PEMBAHASAN UMUM

Luasnya Masalah Kurang Vitamin A (KVA) dan Alternatif Cara Penanganannya

Hasil survai xerophthalmia pada tingkat nasional menunjukkan bahwa keadaan kurang vitamin A (KVA) merupakan salah satu masalah gizi utama di Indonesia (Directorate of Nutr. and Helen Keller Int., 1980). Lebih dari 60 000 anak prasekolah di Indonesia setiap tahun mengalami kerusakan pada kornea mata, dan paling sedikit sepertiga dari jumlah tersebut menjadi buta. Selanjutnya dikemukakan sebanyak 15 propinsi di Indonesia adalah merupakan daerah endemik xerophthalmia, dan urut-urutannya dari prevalensi tertinggi ke paling rendah adalah sebagai berikut : 1) Aceh, 2) Lombok (Nusa Tenggara Barat), 3) Bengkulu, 4) Sumatera Barat, 5) Sumatera Selatan, 6) Jawa Barat, 7) Jawa Tengah, 8) Kalimantan Tengah, 9) Bali, 10) Sulawesi Selatan, 11) Ambon (Maluku), 12) Kalimantan Selatan, 13) Kalimantan Barat, 14) Sumatera Utara, dan 15) Sulawesi Tenggara.

Untuk menangani masalah ini, perlu tindakan nyata berupa program intervensi. Mulai tahun 1973, pemerintah Indonesia melakukan program pembagian kapsul dosis tinggi kepada anak umur satu sampai dengan empat tahun di 20 kabupaten di pulau Jawa. Pada tahun yang sama dilakukan pula penilaian oleh pemerintah Indonesia bekerja sama dengan American Foundation for Overseas Blind yang kemudian berubah namanya menjadi Helen Keller International (1975). Ternyata dengan pemberian kapsul vitamin A dosis tinggi, walaupun xerophthalmia dapat disembuhkan, namun prevalensi xerophthalmia di daerah-daerah

tersebut tetap tinggi. Hal ini disebabkan karena pemberian kapsul hanya ditujukan kepada anak-anak dengan tanda-tanda positif xerophthalmia, sedangkan anak-anak yang termasuk didalam golongan high risk tidak tercakup didalam program. Anak-anak yang disebut terakhir ini belum menunjukkan gejala-gejala klinis KVA, tetapi kalau dibiarkan, akan segera menderita xerophthalmia.

Oleh sebab itu, pemberian kapsul hendaknya ditujukan kepada seluruh anak prasekolah yang akibatnya biaya menjadi mahal. Atau dicari intervensi lain yang lebih murah, tetapi lebih menyeluruh. Pada saat sekarang, alternatif yang dimaksud ialah dengan fortifikasi vitamin A kedalam salah satu bahan makanan yang biasa dimakan oleh penduduk yang memerlukan bantuan ini.

Garam sebagai Bahan Makanan yang Difortifikasi Vitamin A

Jumlah macam bahan makanan yang dapat difortifikasi dengan vitamin A hampir tak terbatas (Bauernfeind, 1970). Diantaranya adalah beras, terigu, roti, susu, mentega, keju, gula, vietsin, teh, dan lain-lain. Tetapi untuk memilih bahan makanan tersebut sehingga berhasil-guna tinggi, dan mencapai sasaran yang ditentukan, beberapa syarat teknis dan sosial-ekonomi perlu dipertimbangkan.

Syarat-syarat yang perlu diperhatikan adalah : 1) harus dikonsumsi oleh semua orang atau sebagian besar masyarakat, 2) jumlah bahan makanan yang dikonsumsi tiap orang tidak berbeda banyak dan tidak berbeda antara yang kaya dan yang miskin, dan tidak berbeda dari hari kehari, 3) produksi dan distribusi mudah terawasi, karena itu

yang dikehendaki adalah yang lebih terpusat, 4) penambahan zat gizi kedalam bahan makanan yang difortifikasi, tidak menyebabkan perubahan organoleptik seperti rupa, rasa, aroma, dan dapat diterima oleh masyarakat, dan 5) kenaikan harga karena fortifikasi, masih terjangkau oleh masyarakat yang membutuhkannya (IVACG, 1976; WHO, 1976).

Kelima persyaratan tersebut diatas, akan dikaji satu persatu terhadap penggunaan garam sebagai bahan makanan yang dipilih untuk difortifikasi dengan vitamin A.

Persyaratan pertama, sudah jelas terpenuhi, yaitu semua orang makan garam. Persyaratan kedua juga jelas terpenuhi, karena dalam keadaan normal, tidak ada orang yang makan garam berlebihan maupun serba kekurangan, dan tidak dipengaruhi oleh keadaan sosial-ekonomi, geografis, adat-istiadat atau kebiasaan makan, tingkat pendidikan, agama, dan lain-lain. Hal ini mempermudah perhitungan jumlah vitamin A yang ditambahkan kedalam garam, sehingga cukup untuk kebutuhan program, tidak terlalu sedikit maupun terlalu banyak. Kalau terlalu sedikit, dikhawatirkan tidak akan memberikan hasil sesuai dengan yang diharapkan, sebaliknya kalau terlalu banyak dikhawatirkan timbul keracunan.

Persyaratan ketiga, adalah mengenai produksi yang mudah terawasi yang menimbulkan banyak pertanyaan terhadap garam fortifikasi.

Pada umumnya garam yang beredar di pasar, berasal dari dua sumber yaitu PN Garam dan garam rakyat. Hanya dalam keadaan tertentu dan sangat jarang terjadi, garam import juga ada di pasar bebas.

Sebanyak kurang lebih $\frac{3}{5}$ jumlah garam yang beredar berasal dari garam rakyat, dan hanya $\frac{2}{5}$ bagian berasal dari PN Garam.

Bila proses fortifikasi dilakukan di pabrik PN Garam, tidak banyak masalah yang timbul. Tetapi bila dilakukan terhadap garam rakyat diperkirakan akan timbul kesulitan-kesulitan, karena kualitas garam rakyat rendah, dan terlalu banyak jumlah penggaram rakyat.

Pemerintah dalam hal ini Departemen Perindustrian memahami keadaan ini, karena proyek pemerintah berupa yodifikasi garam memerlukan kualitas garam yang lebih baik dan produksi yang lebih terpusat sehingga mudah diawasi. Apalagi target yang hendak dicapai oleh pemerintah pada akhir Pelita III, yaitu semua garam konsumsi, yang berasal dari PN Garam maupun garam rakyat sudah teryodifikasi (Direksi PN Garam, 1978). Padahal yodifikasi maupun fortifikasi vitamin A, sama-sama membutuhkan kualitas dan syarat-syarat garam yang kurang lebih sama. Sehingga tindakan-tindakan pemerintah untuk memungkinkan proses yodifikasi yang lebih baik, berarti akan pula menguntungkan proses fortifikasi vitamin A.

Departemen Perindustrian telah mulai melaksanakan program BIPIK (Bimbingan dan Pembinaan Industri Kecil) yang sekarang terpusat kepada garam rakyat dengan tujuan meningkatkan mutu dan produktivitas garam, serta pendapatan penggaram rakyat.

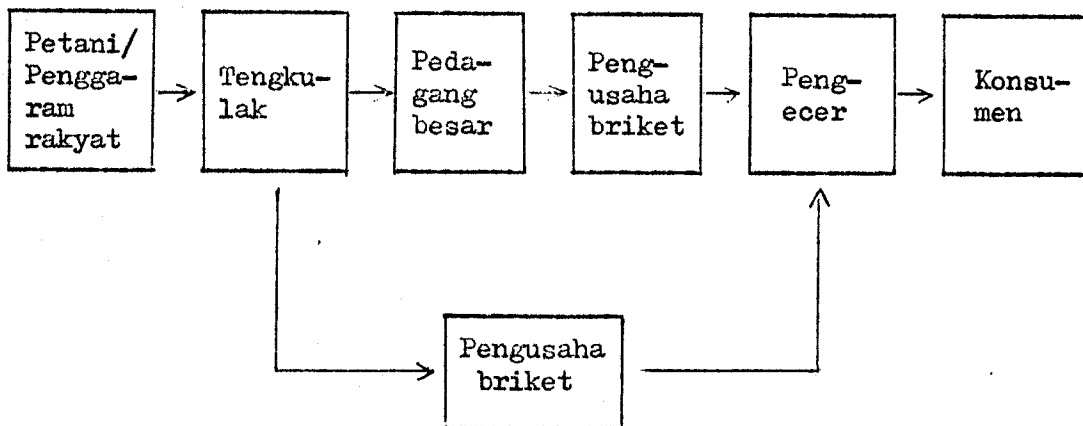
Dengan demikian, bila yodifikasi garam dapat dilaksanakan sesuai dengan rencana pemerintah, maka fortifikasi vitamin A pada garam dapat pula dilakukan, sebab cara-cara fortifikasi vitamin A pada garam tidak lebih sulit dari yodifikasi. Selain itu pada hasil pene-

litian pendahuluan, telah dapat ditunjukkan bahwa yodium dan vitamin A dapat bercampur dengan baik, tidak saling hilang-menghilangkan.

Selama usaha BIPIK belum dapat terlaksana dengan baik, maka fortifikasi vitamin A pada garam, seperti pada keadaan sekarang ini, masih memungkinkan dapat dilaksanakan.

Seperti telah diuraikan pada bab Tinjauan Pustaka, bahwa penggaram rakyat adalah golongan ekonomi lemah yang kekurangan modal usaha, dan tidak menguasai mata rantai distribusi secara baik, menyebabkan para penggaram rakyat tidak menjual garam langsung kepada konsumen melainkan melewati pengusaha briket.

Menurut Direksi PN Garam (1978), distribusi garam rakyat dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 16. Skema Pemasaran dan Distribusi Garam Rakyat (PN Garam, 1978)

Garam-garam rakyat yang masih kotor, dibersihkan di pabrik briket. Yang tadinya curai dibentuk menjadi briket (bata), atau dibuat pula garam curai lainnya yang lebih baik mutunya.

Tiap pengusaha briket umumnya menguasai puluhan penggaram-penggaram rakyat, sehingga jumlah pengusaha garam briket yang lebih sedikit dari jumlah penggaram rakyat. Selain itu tiap pengusaha garam briket terdaftar pada kantor Departemen Perindustrian. Dengan demikian pengawasan terhadap pabrik garam briket akan dapat dengan baik dilaksanakan.

Seperti halnya yodifikasi, maka fortifikasi vitamin A akan mudah dilakukan di pabrik garam briket. Seperti pada penelitian ini fortifikasi dilakukan disalah satu pabrik garam briket di Jawa Tengah. Dengan demikian persyaratan nomer tiga, yaitu kemudahan didalam pengawasan produksi garam fortifikasi, akan dapat terpenuhi dengan baik.

Pengawasan terhadap distribusi barangkali tidak menimbulkan banyak masalah apabila teknologi cara pencampuran yang menyebabkan vitamin A lebih tahan lama didalam garam dapat diatasi. Mungkin cara pengemasan yang mempergunakan plastik yang berwarna gelap diperlukan oleh garam bervitamin A. Selain itu keuntungan pada garam briket adalah lebih tahan terhadap oksidasi dari garam curai, karena bagian dalam dari garam briket terlindungi oleh lapisan luar. Oksidasi lebih banyak terjadi dibagian lapisan luar, dan barangkali hanya sedikit dibagian dalam garam fortifikasi.

Persyaratan fortifikasi nomor empat, adalah terhadap perubahan rasa, aroma, bentuk, dan warna dari bahan makanan aslinya, sehingga dapat diterima oleh masyarakat.

Pengujian organoleptik ini dilakukan terhadap 18 macam masakan oleh 49 orang responden dari Pusat Penelitian dan Pengembangan Gizi, Departemen Kesehatan Bogor, yang berpendidikan SLA sampai universitas, dan 136 orang responden di perkebunan yang berpendidikan SD sampai SLA.

Dengan mempergunakan analisa statistik khi kuadrat, para penilai tidak dapat membedakan masakan yang ditambahkan garam biasa atau garam fortifikasi. Hasil penilaian tidak pula menunjukkan perbedaan antara responden di kota (Pusat Penelitian dan Pengembangan Gizi) dan di desa (perkebunan), antara yang berpendidikan tinggi dan yang berpendidikan rendah, dan antara wanita dengan pria. Dengan demikian persyaratan organoleptik dapat terpenuhi oleh garam fortifikasi.

Persyaratan nomor lima, ialah mengenai harga, yang dapat terjangkau oleh masyarakat yang membutuhkannya.

Bauernfeind dan Cort (1973) menyatakan bahwa pada saat ini, vitamin A sintetik dapat diproduksi dalam jumlah yang hampir tak terbatas. Dengan perkembangan teknologi yang sangat pesat, produksi vitamin A sintetik dapat selalu ditingkatkan, dan harga dapat ditekan menjadi relatif sangat murah. Pada tahun 1980 harga satu kg vitamin A palmitat yang mengandung 325 000 000 SI vitamin A adalah US \$ 20.00 atau sama dengan Rp 12 500.00. Sebanyak satu kilogram vitamin A palmitat dapat dipergunakan untuk memfortifikasi sebanyak

650 kg garam. Jadi pertambahan biaya vitamin A untuk tiap kg garam adalah Rp 19.00. Bila diperhitungkan biaya pencampuran, pengawasan, dan lain-lain, maka tambahan biaya naik menjadi dua kali lipat, yaitu Rp 38.00 per satu kilogram garam. Harga garam di pasar adalah kurang lebih Rp 120.00 per kilogram, dan dengan adanya fortifikasi vitamin A, maka harga garam naik menjadi Rp 158.00 per kilogram.

Suatu keluarga, yang terdiri dari lima anggota keluarga, mengkonsumsi garam tiap hari kurang lebih 50 g, dan satu bulan akan mengkonsumsi 1 500 g. Berarti tambahan pengeluaran keluarga tiap bulan khusus untuk garam bervitamin A yaitu Rp 57.00. Penambahan pengeluaran keluarga sebanyak Rp 57.00 per bulan adalah tidak besar, dan kemungkinan besar dapat dijangkau oleh semua lapisan masyarakat. Jadi persyaratan nomor lima dapat pula terpenuhi.

Dengan demikian kelima persyaratan fortifikasi (IVACG, 1976; WHO, 1976) yang telah dibahas satu per satu, pada garam fortifikasi vitamin A dapat semuanya terpenuhi.

Jumlah Vitamin A yang Ditambahkan Kedalam Garam

Jumlah vitamin A yang ditambahkan adalah 500 SI vitamin A per gram garam. Karena adanya kehilangan selama pengolahan, maka vitamin A yang tinggal didalam garam hanya 440 SI per gram garam. Jumlah ini akan menurun selama penyimpanan di rumah-rumah tangga.

Seorang anak prasekolah diperkirakan mengkonsumsi 5 g garam per hari, berarti kurang lebih sebanyak 2 000 SI atau 600 ug vitamin A dapat dikonsumsi. Jumlah ini akan dapat memenuhi kebutuhan anak

terhadap vitamin A setiap hari.

Yang menjadi pertanyaan, apakah dapat menimbulkan keracunan, bila garam fortifikasi dikonsumsi terus-menerus setiap hari ?.

Institute of Nutrition for Central America and Panama (1974) telah mereviu berbagai hasil penelitian sebelumnya. Disebutkan bahwa anak umur dibawah lima tahun akan keracunan bila mengkonsumsi 80 000 sampai 500 000 SI vitamin A setiap hari dalam waktu lama. Dan lima orang bayi berumur tiga sampai 5 bulan mendapat keracunan setelah mengkonsumsi vitamin A dengan dosis 18 000 sampai 60 000 SI setiap hari selama beberapa minggu. Dan orang dewasa akan mengalami keracunan bila mengkonsumsi 300 000 sampai 600 000 SI vitamin A setiap hari selama beberapa bulan.

Untuk mengatasi sampai seberapa jauh garam yang difortifikasi dapat menyebabkan keracunan, maka Tabel 57 berikut memberikan gambaran perincian jumlah garam yang difortifikasi yang dikonsumsi setiap hari.

Dari Tabel 57 tersebut, dapat dilihat bahwa untuk orang dewasa akan terjadi keracunan setelah beberapa tahun mengkonsumsi 750 - 1 500 g garam fortifikasi setiap hari, atau 250 g selama 4 tahun. Pada anak umur 1 - 5 tahun, akan terjadi keracunan bila mengkonsumsi 200 - 1 250 g garam fortifikasi setiap hari, dan pada bayi 45 - 150g garam fortifikasi setiap hari, selama beberapa minggu.

Bauernfeind (1980) menyatakan bahwa konsumsi vitamin A sampai dengan 150 kali lebih besar dari K3G (Kecukupan Konsumsi Kalori dan Zat-zat gizi) dapat ditoleransi oleh badan. Kemudian Bauernfeind

Tabel 57. Jumlah Dosis Vitamin A dan Konsumsi Garam Fortifikasi Tiap Hari yang Diperkirakan Dapat Menyebabkan Keracunan (Modifikasi dari INCAP, 1974)

Kelompok umur	Dosis per hari (SI)	Lama/waktu	Konsumsi garam fortifikasi yang menimbulkan keracunan (g/hari)
Dewasa	300 000-600 000	Beberapa bulan	750 - 1 500
Dewasa	100 000	4 tahun	250
Anak (1-4 tahun)	80 000-500 000	Beberapa minggu	200 - 1 250
Bayi (3-5 bulan)	18 000- 60 000	Beberapa minggu	45 - 150

(1980) menghitung bahwa batas maksimal konsumsi vitamin A tiap hari yang belum membahayakan kesehatan, masing-masing untuk pencegahan dan penyembuhan xerophthalmia adalah 6 000 SI, dan 12 000 SI vitamin A untuk anak umur 1 - 3 tahun, serta 10 000 SI dan 25 000 SI vitamin A untuk anak umur 1 - 6 tahun.

Dengan demikian jelaslah, bahwa garam fortifikasi ini tidak akan menyebabkan keracunan pada masyarakat yang mengkonsumsinya.

Stabilitas Vitamin A Didalam Garam Fortifikasi

Vitamin A dalam bentuk murni, biasanya sangat labil terhadap oksigen, udara serta cahaya. Karena itu vitamin A sintetik biasanya dibuat dalam ikatan dengan asetat atau palmitat, sehingga lebih stabil.

Vitamin A palmitat yang dispersibel didalam air dipergunakan pada penelitian ini. Pada proses pembentukan garam briket (bata), vitamin A hilang sebanyak 12 %, dan selama penyimpanan dua bulan hilang sebanyak kurang lebih 15 %. Kehilangan vitamin A didalam garam fortifikasi disebabkan karena pemanasan selama pengolahan dan oksidasi oleh udara pada lembab nisbi yang tinggi (80 - 90 %) selama penyimpanan. Hal ini menimbulkan perkiraan bahwa garam fortifikasi tersebut kurang efektif lagi sesudah disimpan dua bulan.

Selain dengan cara membentuk ikatan asetat atau palmitat, menurut Bauernfeind dan Cort (1973) ada cara-cara lain yang dapat membuat vitamin A menjadi lebih stabil, antara lain : 1) ditambahkan zat antioksidan, 2) dilapisi dengan protektif material, atau 3) dibuat senyawa kompleks dengan zat lainnya.

Bermacam-macam zat antioksidan dapat ditambahkan, antara lain : vitamin E, vitamin C, butylatedhydroxyanisole (BHA), butylatedhydroxytoluene (BHT), propylgallate, atau tertiary butyl hydroquinone. Protektif material untuk melapisi bagian luar partikel-partikel vitamin A, dapat digunakan gellatin, gula, pati, dan lain-lain. Jadi ada beberapa cara untuk mempertahankan stabilitas vitamin A sintetis.

Menurut Bauernfeind (1980), vitamin A sintetis yang difortifikasikan kedalam bahan makanan, harus disesuaikan dengan macam bahan makanan yang digunakan. Pada penelitian ini vitamin A palmitat CWS (cold water soluble) dipergunakan, karena garam larut dalam air, sedangkan vitamin A larut dalam lemak. Tetapi ukuran partikel-partikel vitamin A, zat anti-oksidan, dan protektif material yang melapisi

bagian luar partikel-partikel vitamin A tidak disesuaikan dengan kondisi garam.

Karena itulah, diperlukan suatu vitamin A sintetis yang pengamanannya terhadap kemungkinan mudah teroksidasi atau rusak karena faktor lainnya disesuaikan dengan kondisi garam. Dengan teknologi dan peralatan modern, hal tersebut diperkirakan tidak sulit dilaksanakan oleh Roche atau BASF atau produsen vitamin A sintetis lainnya.

Selain hal tersebut diatas, maka langkah-langkah konvensional terhadap pengamanan vitamin A supaya tidak mudah hilang dari garam fortifikasi, dapat pula dilakukan misalnya dengan penambahan minyak kacang atau zat antioksidan pada waktu pencampuran garam premix atau garam fortifikasi.

Dari pengamatan sirkulasi pemasaran garam briket (pabrik Kokro-sono), ternyata dalam waktu tidak lebih dari satu bulan, garam sudah sampai pada konsumen. Sehingga dalam waktu kurang dari dua bulan, garam sudah dikonsumsi oleh masyarakat. Hal ini sesuai dengan pendapat para ahli, bahwa fortifikasi pada bahan makanan yang diproduksi lokal dan rutin, tidak terlalu memerlukan zat stabilisator, karena distribusi bahan makanan tersebut sampai kepada konsumen tidak memakan waktu lama (Arroyave, *et al.*, 1979; Bauernfeind, 1978).

Konsumsi Vitamin A yang Rendah Penyebab Keadaan
Kurang Vitamin A (KVA)

Dari data konsumsi zat-zat gizi, diketahui bahwa vitamin A yang dikonsumsi oleh anak pra sekolah di perkebunan yang diselidiki, hanya sekitar 70 % dari K3G. Sebagian besar dari jumlah konsumsi vitamin A berasal dari karoten yaitu 80 %, dan hanya 20 % yang berasal dari vitamin A preform.

Konsumsi vitamin A yang rendah ini adalah umum di Indonesia, terutama di daerah-daerah endemik xerophthalmia. Berbagai laporan hasil survai menunjukkan bahwa di daerah tertentu di Sumatera Utara, anak prasekolah hanya mengkonsumsi sekitar 20 - 40 % K3G (Kusin, et al., 1980), dan di daerah Jawa Timur, anak prasekolah kurang lebih mengkonsumsi sebanyak $\frac{2}{3}$ K3G (Kusin, et al., 1980). Kekurangan konsumsi vitamin A ini dianggap merupakan penyebab utama KVA.

Simpson dan Chichester (1980) melaporkan bahwa metoda penentuan karoten dalam bahan makanan dengan cara AOAC (Association of Official Analytical Chemist) adalah tidak teliti, karena beberapa macam karoten yang tidak mempunyai aktifitas vitamin A, ikut terhitung didalamnya. Dengan cara HPLC (high potential liquid chromatography), ditemukan hanya 7 % dari jumlah karoten yang didapat dengan metoda AOAC yang mempunyai aktifitas vitamin A. Sehingga DKBM (daftar komposisi bahan makanan) internasional maupun DKBM nasional yang dipakai pada penelitian ini yang kedua-duanya memakai hasil analisa dengan cara AOAC, memberikan angka yang terlalu tinggi untuk perhitungan konsumsi vitamin A. Dengan demikian konsumsi vitamin A khususnya karoten akan

jauh lebih rendah lagi dari yang diduga semula. Oleh sebab itu intervensi berupa fortifikasi terhadap bahan makanan tertentu adalah yang dianggap paling tepat meningkatkan konsumsi vitamin A dan sekaligus memperbaiki keadaan KVA.

Pada proses absorpsi dan metabolisme vitamin A, diperlukan pula kehadiran zat gizi lainnya, misalnya zat lemak. Lemak dibutuhkan untuk mempermudah absorpsi karoten dan vitamin A, dan konversi karoten menjadi vitamin A (Anonim, 1961). Sehingga kecukupan konsumsi lemak sangat dibutuhkan.

Pada penelitian ini, lemak dikonsumsi hanya kurang lebih 8 g per anak per hari, yang menyediakan 6 % dari jumlah kalori yang dikonsumsi. Pada masyarakat yang sudah maju, biasanya lemak yang dikonsumsi melebihi 20 % dari total kalori (Davidson, et al., 1973).

Hubungan Kurang Vitamin A (KVA) dengan Infeksi

Walaupun tujuan umum penelitian ini terutama adalah untuk mempelajari hasil fortifikasi garam dengan vitamin A untuk meningkatkan status vitamin A pada anak prasekolah, namun melihat kenyataan bahwa 60 % anak menunjukkan gejala sakit, maka masalah KVA dianalisa hubungannya dengan berbagai penyakit infeksi.

Pada Tabel 31 (halaman 131) dipertunjukkan hubungan antara kadar serum vitamin A dengan penyakit infeksi. Dari tabel tersebut terlihat bahwa ada kecendrungan makin rendah serum vitamin A makin banyak jumlah anak yang menderita penyakit infeksi, dan hubungan antara kedua variabel tersebut adalah nyata pada tingkat $P < 0.10$.

Penyakit pada saluran pernafasan, terutama saluran pernafasan bagian atas, adalah yang paling banyak menyertai defisiensi vitamin A. Keadaan serupa di daerah-daerah lain diberbagai propinsi di Indonesia dilaporkan pula oleh Tarwotjo, et al. (1980). Tetapi menurut Oomen (1976), proses hubungan KVA dengan infeksi belum begitu jelas, dan diduga KKP ikut berperanan diantara keduanya. Anak yang KVA biasanya disertai KKP, dan karena KKP anak lebih mudah terkena infeksi, atau karena KKP metabolisme vitamin A terganggu.

Selain hubungannya dengan infeksi pada saluran pernafasan, KVA atau xerophthalmia erat pula hubungannya dengan infeksi pada saluran pencernaan (Brown, 1980; McLaren, 1964; Oomen, 1969).

Pengaruh diare terhadap status vitamin A tergantung kepada penyebab infeksi dan berat-ringannya gejala diare. Beberapa penyakit infeksi, disebabkan karena kolonisasi bakteri didalam usus halus. Kolonisasi bakteri tersebut menyebabkan luka pada ileum, sehingga menimbulkan gangguan metabolisme lemak, dan asam empedu banyak terbuang bersama kotoran. Maka berbagai vitamin yang larut dalam lemak juga banyak terbuang (King dan Toskes, 1979; Neale, et al., 1972).

Sivakumar dan Reddy (1972) melaporkan bahwa absorpsi vitamin A lebih rendah pada anak-anak yang menderita parasit cacing tambang. Mahalanabis, Jalan, Maitra, dan Agarwal (1976) melaporkan bahwa serum vitamin A pada anak-anak yang askariasis lebih rendah dari anak-anak yang tanpa askaris. Dan Brown (1980) mendapatkan, bahwa anak-anak yang diberi obat cacing menunjukkan absorpsi lemak lebih baik dari yang tidak diberi obat cacing. Dengan demikian parasit juga

berpengaruh terhadap status vitamin A.

Penyakit campak di beberapa negara di Afrika, dianggap merupakan salah satu penyebab utama kebutaan. Sauter (1976) melaporkan bahwa 47 % anak-anak yang buta di Kenya disebabkan karena xerophthalmia, dan $\frac{2}{3}$ dari jumlah ini dimulai dengan penyakit campak. Tetapi di India (Shah, Baverji, Navorvati, dan Mehta, 1972) dilaporkan bahwa campak hanya merupakan bagian kecil didalam pengembangan xerophthalmia. Dan di Indonesia (Tarwotjo, *et al.*, 1980) dilaporkan bahwa sebagian besar xerophthalmia, diperberat keadaannya oleh penyakit campak. Anak yang menderita kedua penyakit xerophthalmia dan campak mempunyai serum vitamin A yang sangat rendah, dan hampir mendekati nol.

Dari berbagai hasil penelitian pada hewan percobaan (Reddy, 1980; Brown, 1980), ternyata bahwa hewan yang KVA sangat labil terhadap infeksi. Bila hewan diberi diet vitamin A yang tinggi, menyebabkan hewan tersebut menjadi lebih imun (Dresser, 1968; Jurin dan Tannock, 1972). Walaupun mekanismenya tidak sempurna diketahui, namun dari beberapa hasil penelitian (Brown, 1980; Krishnan, Bhunyan, Talaver, dan Ramalingaswani, 1974; Zile, Bunge dan De Luca, 1977) ditemukan bahwa hewan yang KVA tidak mempunyai cukup zat antibodi yang dapat memberikan respons terhadap penyakit infeksi tertentu, disertai kemampuan fagositosis sel darah putih yang rendah, sintesa DNA yang lebih lama, penundaan pembentukan sel-sel baru yang diperlukan, serta keterlambatan pembuangan abnormal sel yang tidak dibutuhkan lagi. Nauss, Mark dan Suskind (1979) menambahkan, bahwa

bukan saja kemampuan fagositosis yang menurun, tapi juga jumlah limposit menurun, disertai dengan jumlah sitkulasi sel-sel darah putih yang juga menurun.

Vitamin A dibutuhkan oleh glikoprotein, yang merupakan membran dibagian luar dari limposit. Glikoprotein sangat berguna sebagai sel reseptor terhadap nitrogen dan efek biologis lainnya (Kim dan Wolf, 1974). Dan Wolf (1977) menemukan kerusakan sintesa glikoprotein didalam usus halus, epitel kornea dan trakheal, sebagai akibat kekurangan vitamin A pada tikus percobaan.

Dengan demikian menjadi lebih jelas, bahwa hubungan KVA dan infeksi adalah erat.

Hubungan Kurang Vitamin A (KVA) dengan Kurang Kalori Protein (KKP)

Untuk melihat hubungan KVA dengan KKP, dipergunakan cara pendekatan yang sama dengan hubungan KVA dengan infeksi. Pada Tabel 18 halaman 114) dijumpai anak yang KKP (Gizi Kurang dan Gizi Buruk) untuk anak umur 1 - 2 : 11 tahun adalah 58.0 %, sedangkan pada anak umur 1 - 6 : 11 tahun hanya 26.9 %. Oleh sebab itu didalam menganalisa hubungan KVA dengan KKP, kelompok umur 1 - 2 : 11 tahun ini mendapat perhatian tersendiri.

Tabel 34 (halaman 134) melukiskan hubungan serum vitamin A dengan KKP untuk anak umur 1 - 6 : 11 tahun. Dari Tabel 34 ini diperlihatkan bahwa makin rendah serum vitamin A makin banyak jumlah anak yang menderita KKP, dan setelah dilakukan pengujian khi kuadrat hubungan tersebut adalah nyata pada tingkat $P < 0.10$. Tetapi pada

anak kelompok umur 1 - 2 : 11 tahun seperti diperlihatkan pada Tabel 35 (halaman 136) dan kelompok umur 3 - 6 : 11 tahun pada Tabel 36 (halaman 136), masing-masing tidak menunjukkan hubungan yang nyata antara kedua variabel tersebut diatas. Hal ini terutama disebabkan karena anak umur 1 - 6 : 11 tahun jumlahnya cukup besar bila dibandingkan dengan bagian kelompok umur 1 - 2 : 11 tahun dan 3 - 6 : 11 tahun. Apabila jumlah anak lebih besar, maka ada kecendrungan hasil perhitungan khi kuadrat menjadi lebih nyata. Hal ini diperlihatkan oleh koefisien kontingensi pada anak umur 1 - 6 : 11 tahun yang besarnya hanya 0.22, sehingga pengaruh ukuran contoh berperanan didalam perhitungan khi kuadrat. Walaupun demikian, kelompok anak umur 1 - 2 : 11 tahun, dan 3 - 6 : 11 tahun, masing-masing memperlihatkan kecendrungan jumlah anak yang menderita KKP bertambah banyak bila serum vitamin A bertambah rendah.

Tarwotjo, et al. (1980) melaporkan bahwa anak yang KKP sering disertai xerophthalmia. Makin berat KKP yang diderita makin berat pula derajat xerophthalmia. Reddy (1980) yang telah mereviu berbagai hasil penelitian di India, Indonesia dan Afrika, berkesimpulan bahwa 40 - 60 % anak yang KKP berat juga menderita xerophthalmia. Ballintine, et al. (1980) juga mengemukakan bahwa KKP erat hubungannya dengan xerophthalmia, walaupun keeratannya bervariasi antara daerah satu dengan daerah lainnya.

Hasil penelitian terhadap tikus percobaan menunjukkan bahwa keadaan kurang protein mempengaruhi metabolisme vitamin A, yaitu

absorpsi vitamin A, konversi karoten menjadi vitamin A, dan transportasi vitamin A dari hati ke jaringan-jaringan badan. Sesudah makanan dicerna, vitamin A ester dihidrolisa didalam lumen usus halus sebelum diabsorpsi. Hidrolisa dan absorpsi yang rendah ditemukan pada tikus-tikus yang kurang protein (Reddy, 1980). Tetapi kejadian serupa tidak dapat ditarik kesimpulan yang sama pada manusia, oleh karena keadaan kurang protein pada hewan dibuat sedemikian berat, dan vitamin A yang diberikan relatif sangat tinggi.

Penelitian pada manusia antara lain telah dilakukan oleh Reddy dan Srikantia (1966). Ditemukan bahwa lemak sebagai sumber kalori dan sebagai zat pelarut, mempermudah absorpsi vitamin A. Metabolisme beta karoten juga tidak banyak berubah pada anak KKP. Dilaporkan oleh Oomen (1976) bahwa di Afrika Barat, yang penduduknya biasa makan minyak kelapa sawit yang banyak mengandung beta karoten, kejadian xerophthalmia jarang dijumpai, walaupun masalah KKP terdapat luas di daerah tersebut. Di Indonesia, anak-anak yang mendapat makanan cukup beta karoten tetapi rendah lemak, mempunyai serum vitamin A yang rendah, dan serum vitamin A menjadi lebih tinggi setelah diberikan lemak kedalam makanan (Roels, Djaeni, Trout, Lauw, Health, Poey, Tarwotjo dan Suhadi, 1964).

Vitamin A didalam badan ditransportasikan dalam ikatan dengan RBP (retinol binding protein) dan beredar sebagai protein-protein kompleks dengan plasma albumin. Dilaporkan bahwa RBP lebih rendah pada tikus yang mendapat diit rendah protein. Tetapi setelah diberi suplemen kasein, RBP menjadi naik (Muhilal, 1974). Hasil penelitian

lain, dilaporkan oleh Reddy (1980), bahwa pada tikus yang KVA mempunyai kadar RBP menurun didalam plasma, tetapi meninggi didalam hati. Kedua keadaan ini dapat diperbaiki setelah diberikan vitamin A. Reddy (1980) menyimpulkan bahwa vitamin A adalah penting untuk mengeluarkan RBP dari dalam hati.

Berdasarkan hasil pengamatan dan penelitian di India, Reddy (1980) beranggapan bahwa walaupun interaksi berbagai zat gizi dari makanan yang dikonsumsi dapat mempengaruhi absorpsi dan utilisasi vitamin A didalam badan, tetapi harus tetap disadari bahwa konsumsi vitamin A yang rendah adalah merupakan penyebab utama KVA. Untuk meningkatkan status vitamin A di daerah-daerah yang sekalipun banyak dijumpai KKP, jalan yang diutamakan adalah mempertinggi konsumsi vitamin A, baik dengan cara memberikan kapsul vitamin A dosis tinggi secara berkala, maupun dengan fortifikasi, dengan tidak mengenyampingkan aspek lain dari makanan yang dimakan setiap hari.

Hubungan Kurang Vitamin A (KVA) dengan Fungsi Thyroid

Hubungan thyroid dengan metabolisme zat-zat gizi, seperti lemak, protein, karbohidrat dan kalsium telah dikenal umum (Endozien, et al., 1978; Lukens, 1962; Rabolli dan Martin, 1977). Oleh karena thyroid berperan pada pertumbuhan, dan vitamin A juga merupakan salah satu unsur terpenting untuk pertumbuhan, maka diduga thyroid dan vitamin A mempunyai hubungan erat.

Pengukuran kadar triiodothyronin (T₃) dan thyroxin (T₄) didalam serum dapat menunjukkan keaktifan kegiatan thyroid. T₃ dan T₄ yang beredar didalam darah, sebanyak 95 % berikatan dengan protein (albumin, thyroid binding albumin, dan thyroid binding pre albumin), dan hanya sekitar 5 % dalam bentuk bebas. Vitamin A didalam darah juga berikatan dengan protein yang disebut retinol binding protein (RBP). Goodman (1969) menyatakan bahwa satu molekul RBP mengikat satu molekul thyroxin binding pre albumin. Tetapi ikatan RBP dan pre albumin, tidak mempengaruhi stabilitas ikatan protein dengan T₄. Mengenai hubungan selanjutnya antara vitamin A disatu pihak dengan T₃ dan T₄ dilain pihak terhadap protein carrier tidak banyak yang diketahui, kecuali T₄ dikenal mempengaruhi konversi karoten menjadi vitamin A (BASF, 1978).

Pada Tabel 50 (halaman 182) ditunjukkan bahwa ada kecendrungan kadar rata-rata T₃ dan T₄ didalam serum lebih tinggi pada anak yang menderita KVA dibandingkan dengan anak normal, walaupun perbedaan ini secara perhitungan statistik tidak nyata. Demikian pula pada Tabel 53 (halaman 184), bahwa rata-rata serum T₃ dan T₄ lebih tinggi pada anak yang xerophthalmia dari pada anak yang normal, tetapi perbedaannya juga tidak nyata.

Kecendrungan serum T₃ dan T₄ yang meninggi pada anak yang KVA atau xerophthalmia, sesuai dengan data yang dikemukakan Lukens (1962) bahwa pada pasien hyperthyroid ditemukan serum vitamin A yang rendah. Tetapi hasil penelitian lainnya menunjukkan bahwa tikus yang diberi diet rendah vitamin A tidak menyebabkan perubahan kadar

serum T_4 . Dan apabila tikus-tikus yang KVA ini diberi suplementasi vitamin A, tidak pula menyebabkan kenaikan kadar serum T_4 (Nek Maimunah, 1977).

Oleh sebab kadar serum T_3 dan T_4 ada kecendrungan meninggi pada anak yang menderita KVA, seperti pada hasil penelitian ini, maka ada kemungkinan konversi karoten menjadi vitamin A akan lebih dipermudah pada anak-anak yang KVA. Hal ini diperkuat pula oleh hasil penelitian Cama, *et al.* (1957) bahwa karoten yang diberikan secara oral, menyebabkan simpanan cadangan vitamin A didalam hati lebih banyak pada tikus yang hyperthyroid dari pada yang hypothyroid. Dan hasil penelitian Lala dan Reddy (1970) yang memberikan suplementasi karoten berupa sayuran hijau daun kepada anak-anak yang KVA, menunjukkan bahwa anak-anak yang KVA dapat mengabsorpsi dan mengutilisasi karoten dengan cukup baik.

Penelitian yang dilakukan oleh Rabolli dan Martin (1977) menunjukkan bahwa tikus yang diberi diit tinggi lemak (17 % lemak) menyebabkan kadar serum T_4 lebih tinggi dari pada tikus yang diberi diit normal (5 % lemak). Oleh karena karoten dan vitamin A larut didalam lemak, maka lemak bukan saja menyebabkan absorpsi karoten dan vitamin A menjadi lebih mudah, tetapi juga kemungkinan dapat menyebabkan konversi karoten menjadi vitamin A akan lebih efisien, disebabkan karena meningginya kadar serum T_4 .

Suzuki dan Furva (1971) juga menemukan hubungan antara pertambahan tinggi sintesa glukose dan glukosa 6 fosfatase dengan kenaikan aktifitas thyroid sebagai akibat pemberian diit yang mengandung ba-

nyak lemak. Para peneliti tersebut berkesimpulan bahwa T₃ dan T₄ berperanan penting didalam mekanisme pembentukan glukoneogenesis didalam hati.

Sehubungan dengan hal-hal tersebut diatas, maka ada kecendrungan anak-anak yang KVA lebih efisien mengkonversi karoten menjadi vitamin A, dan dapat mengabsorpsi dan mengutilisasi vitamin A sebaik anak-anak yang normal.

Dan perlu pula diperhatikan, bahwa walaupun telah dilakukan berbagai penelitian mengenai hubungan fungsi thyroid dengan berbagai keadaan gizi, khususnya vitamin A, tetapi belum dapat memberikan kejelasan yang nyata. Dan tidak jarang pula hasil-hasil penelitian yang ditemukan sering bertentangan. Oleh sebab itu sangat diperlukan penelitian yang lebih mendalam mengenai hal ini.

Hasil Perlakuan Garam Fortifikasi Vitamin A

Serum vitamin A adalah indikator pokok yang digunakan didalam menilai keberhasilan penelitian proyek fortifikasi. Alasannya ialah, bahwa fortifikasi berarti menambahkan zat gizi tertentu, dalam hal ini vitamin A kedalam garam, sehingga konsumsi vitamin A meningkat. Dengan meningkatnya konsumsi vitamin A, menyebabkan serum vitamin A naik, dan dapat menyediakan vitamin A dalam jumlah yang cukup banyak untuk jaringan-jaringan badan yang membutuhkannya. Dengan demikian sampai seberapa banyak serum vitamin A dapat dinaikkan merupakan petunjuk tentang derajat keberhasilan penelitian ini.

Penilaian dilakukan terhadap anak prasekolah, karena kelompok anak ini adalah yang paling rawan terhadap KVA, disamping itu paling sedikit mengkonsumsi garam dibandingkan anggota keluarga lainnya yang lebih tua. Sehingga apabila hasil perlakuan fortifikasi berhasil baik pada anak prasekolah, besar kemungkinan akan berhasil baik pula pada kelompok umur lainnya.

Hasil perlakuan fortifikasi dan suplementasi pada penelitian ini menunjukkan kenaikan serum vitamin A yang nyata ($P < 0.05$) pada akhir perlakuan. Dan dengan sidik peragam dibuktikan pula bahwa fortifikasi memberikan hasil kenaikan serum vitamin A yang lebih tinggi dari pada suplementasi ($P < 0.05$). Gambar 13 (halaman 155) dan Gambar 14 (halaman 157) masing-masing memperlihatkan dengan jelas tentang hasil perlakuan berupa kenaikan serum vitamin A, dan memperlihatkan pula respons positif yang lebih besar pada anak dengan serum vitamin A awal (sebelum perlakuan) yang lebih rendah.

Intervensi vitamin A terhadap anak dengan status serum vitamin A kurang atau rendah, akan memberikan keuntungan yang lebih langsung terhadap kenaikan serum vitamin A. Kenaikan serum vitamin A akan berlangsung sampai mencapai normal. Sebaliknya terhadap anak dengan status serum vitamin A cukup ($\geq 20 \text{ ug } \%$), vitamin A yang diperoleh dari perlakuan akan lebih banyak disimpan didalam badan untuk dipergunakan sebagai buffer (Arroyave, 1980). Apabila suatu saat konsumsi vitamin A berkurang, maka cadangan dipergunakan untuk mempertahankan kadar serum vitamin A yang normal. Karena itulah, anak dengan serum vitamin A lebih rendah memberikan respons yang lebih be-

sar terhadap perlakuan fortifikasi maupun suplementasi.

Seperti halnya serum vitamin A, maka terhadap hasil pemeriksaan klinis, perlakuan fortifikasi memberikan hasil lebih baik dari pada perlakuan suplementasi. Jumlah anak yang xerophthalmia, berkurang lebih banyak pada kelompok fortifikasi dibandingkan dengan kelompok suplementasi, seperti terlihat pada Tabel 48 (halaman 176).

Vitamin A yang ditambahkan dalam bentuk fortifikasi, relatif sedikit tetapi konstan dikonsumsi setiap hari. Hal ini menyebabkan serum vitamin A bertambah tinggi dari hari kehari. Makin lama anak yang bersangkutan mengkonsumsi garam fortifikasi, makin cenderung anak mempunyai serum vitamin A lebih tinggi. Keadaan sebaliknya terjadi pada suplementasi yang diberikan berupa kapsul vitamin A dosis tinggi. Sesudah kapsul ditelan, beberapa jam kemudian serum vitamin A sangat tinggi (Muhilal, et al., 1980), dan sesudah itu sebanyak 30 - 40 % dari jumlah yang diberikan, vitamin A disimpan didalam hati (IVACG, 1976). Menurut Solon, et al. (1979) vitamin A yang disimpan didalam hati yang diperoleh dari kapsul dosis tinggi, hanya cukup untuk mempertahankan serum vitamin A yang normal sampai tiga atau empat bulan. Sehingga pada waktu enam bulan sesudah diberikan kapsul, serum vitamin A turun lagi, walaupun kadarnya ada lebih tinggi dari pada keadaan sebelum diberi kapsul (WHO, 1976).

Faktor-faktor lain yang kemungkinan berpengaruh terhadap hasil perlakuan seperti sosial-ekonomi, geografis, adat dan kebiasaan makan, dapat diminimalkan dengan adanya kelompok kontrol. Mengenai faktor waktu telah dibuktikan pada hasil pemeriksaan DSB (dua bulan

sebelum perlakuan) dan SB (sebelum perlakuan) yang ternyata tidak menunjukkan perbedaan kenaikan serum vitamin A yang nyata.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa perlakuan fortifikasi dan suplementasi, kedua-duanya memberikan hasil kenaikan serum vitamin A dan penurunan kasus xerophthalmia yang nyata, dan diantara keduanya, fortifikasi menunjukkan hasil yang lebih baik dari pada suplementasi.

Perlakuan fortifikasi maupun suplementasi, masing-masing tidak menyebabkan kenaikan serum karoten yang nyata. Serum karoten lebih menggambarkan konsumsi, dari pada status vitamin A (IVACG, 1976). Sehingga anak yang mempunyai serum karoten lebih tinggi, besar kemungkinan karena lebih banyak makan sayur-sayuran dan buah-buahan. Muhilal dan Darwin Karyadi (1977) telah menunjukkan bahwa anak yang diberi lebih banyak sayur-sayuran, serum karoten naik tetapi serum vitamin A tetap konstan.

Telah banyak dilaporkan oleh para peneliti (Bernard, Halpern dan Kare, 1961; Bernard dan Halpern, 1968; Brown, 1980), bahwa anak yang KVA mempunyai nafsu makan lebih rendah dari pada anak normal. Berdasarkan informasi dari ibu-ibu yang anak-anaknya termasuk dalam kelompok fortifikasi, diperoleh keterangan pada waktu kunjungan rumah, wawancara pada waktu pemeriksaan kesehatan dan pada waktu pembagian garam, bahwa nafsu makan anak menjadi lebih baik, sehingga lebih banyak makannya, bukan saja volume tetapi juga frekwensi dan macamnya. Sehingga garam fortifikasi yang diberikan dikenal dengan sebutan garam gizi. (Tetapi sayang, informasi ini tidak tercatat

secara kuantitatif didalam dietary survey, karena survai konsumsi telah dilakukan pada sebelum perlakuan dimulai, dan tidak dilakukan lagi survai ulangan karena terbatasnya budget dan waktu).

Diduga, bahwa dengan mengkonsumsi tambahan vitamin A dari garam fortifikasi setiap hari pada jumlah yang konstan, memberikan pengaruh terhadap nafsu makan yang lebih nyata dari pada pemberian vitamin A dosis tinggi sekaligus. Sehingga tambahan vitamin A dari bermacam-macam makanan yang dimakan anak, memberikan tambahan kenaikan serum vitamin A pada kelompok fortifikasi, dan kemungkinan juga dapat menyebabkan kenaikan berat badan (BB) yang berakibat prevalensi KKP menurun dengan adanya intervensi vitamin A, terutama pada perlakuan fortifikasi.

Pada penelitian ini dijumpai, bahwa anak yang menderita KKP pada perlakuan fortifikasi turun secara nyata pada tingkat $P < 0.10$ dibandingkan dengan kontrol, sebaliknya perlakuan suplementasi tidak menunjukkan hasil yang serupa.

Seperti telah diketahui secara luas, bahwa kekurangan vitamin A menyebabkan kerusakan sel-sel epitel. Pada kelenjar air ludah, KVA menyebabkan atropi sel-sel pada kelenjar submaksillari, dan terjadi reduksi pengeluaran musim, serta kerusakan sintesa glikoprotein yang menyebabkan jaringan luar menjadi kering, seperti yang terjadi pada konjungtiva xerosis pada mata (Anzano, Lamb dan Olson, 1981).

Sekresi saliva pada tikus yang KVA menurun sebanyak kurang lebih 20 %. Penurunan ini disebabkan kerusakan transfer air dari plasma kedalam pembuluh sekretori, yang menyebabkan sensitifitas air

liur terhadap stimuli pilocarpine berkurang. Hal ini yang barangkali menyebabkan anak yang KVA mempunyai nafsu makan yang rendah. Dan dengan intervensi vitamin A keadaan ini dapat diperbaiki (Aanzano, et al., 1981).

Dengan meningkatnya nafsu makan, anak lebih banyak mengonsumsi makanan, termasuk bahan-bahan makanan sumber zat besi, yang kemungkinan dapat pula menyebabkan kenaikan kadar hemoglobin.

Selain hubungan antara nafsu makan dengan anemia, maka hubungan KVA dengan anemia dapat pula diterangkan dari versi lain. Hodge, et al. (1978) melaporkan bahwa anemia pada manusia dapat timbul karena mengonsumsi makanan setiap hari yang tidak cukup mengandung vitamin A. Mejia, et al. (1979) juga melaporkan bahwa tikus yang diberi diet kurang vitamin A kebanyakan menderita pula anemia. Hasil pengamatan Mejia, et al. (1977) terhadap anak-anak di Amerika Tengah menunjukkan bahwa ada hubungan yang nyata antara KVA dan anemia. Sehingga Hodges (1980) berkesimpulan bahwa KVA dapat merupakan salah satu penyebab anemia.

Amine, et al. (1970) melaporkan bahwa absorpsi Fe pada tikus yang KVA tinggi, sebagai refleksi dari kegiatan hemopoetik yang tinggi. Pada tikus yang KVA selain terjadi perubahan absorpsi Fe didalam saluran pencernaan, perbedaan terjadi juga pada distribusi Fe ke jaringan-jaringan badan. Selain itu Fe yang berada didalam jaringan, tidak dapat ditangkap sel-sel darah merah secepat dalam keadaan normal. Oleh sebab itu sel-sel darah merah lebih mudah menjadi hemolisa atau rusak.

Pada tikus-tikus yang KVA, terjadi penurunan jumlah cairan plasma (Mejia, et al., 1979). Diperkirakan ada kerusakan metabolisme air, dan hal ini pula yang kira-kira menyebabkan hematokrit (Ht) dan hemoglobin (Hb) meninggi pada tikus-tikus yang KVA, seperti yang ditemukan oleh Amine, et al. (1970). Jadi pada tikus-tikus yang KVA, kemungkinan besar dapat terjadi anemia, tetapi anemia tersembunyi karena adanya hemokonsentrasi. Tikus-tikus yang anemia karena KVA, tidak memberikan respons positif terhadap pengobatan dengan Fe (Mejia, et al., 1977). Tetapi, besar kemungkinan anemia hemokonsentrasi ini dapat dipulihkan dengan pemberian vitamin A.

Atas dasar penemuan-penemuan tersebut diatas, maka dapat dipahami tentang terjadinya kenaikan kadar Hb seperti terlihat pada Gambar 15 (halaman 165).

Hubungan KVA dengan infeksi telah dikenal secara luas. KVA menyebabkan mudah terserang infeksi, dan infeksi menyebabkan badan tidak mampu mengabsorpsi dan mengutilisasi vitamin A dengan sebaik-baiknya (Hodges, 1980; Mahalanabis, et al., 1976; Sivakumar dan Reddy, 1972). Sehingga di daerah rawan xerophthalmia, penyakit infeksi sangat lumrah dijumpai. Tabel 19 (halaman 115) menunjukkan hanya sebanyak 41.1 % anak yang dijumpai tanpa ada gejala sakit infeksi, selebihnya menderita satu macam penyakit infeksi atau lebih. Hal ini diperjelas lagi dengan Tabel 30 (halaman 131) dan Tabel 31 (halaman 131), bahwa makin rendah kadar serum vitamin A, makin banyak jumlah anak yang menderita penyakit infeksi ($P < 0.10$).

Tetapi dengan adanya intervensi vitamin A baik berupa fortifikasi maupun suplementasi, tidak menyebabkan perubahan prevalensi penyakit infeksi yang nyata seperti terlihat pada Tabel 47 (halaman 174). Sehingga dapat disimpulkan, bahwa didalam usaha penyembuhan penyakit infeksi, pengobatan adalah yang terutama, sedangkan intervensi vitamin A mungkin dapat membantu mempercepat penyembuhan, atau mungkin pula dapat membantu mempertahankan badan dari penyakit infeksi, apabila anak sudah kembali normal.

Nisbah Biaya-Keuntungan Relatif

Didalam usaha memprogramkan suatu cara perbaikan gizi, selain disadari adanya dampak yang nyata, juga diperlukan pengetahuan tentang biaya yang dikeluarkan dan keuntungan yang diperoleh.

Perhitungan nisbah biaya-keuntungan relatif pada tulisan ini bersifat perspektif. Perhitungan didasarkan pada kemungkinan adanya program massal yang meliputi 1.2 juta anak prasekolah di lingkungan perkebunan milik pemerintah diseluruh pulau Jawa dan pulau Sumatera.

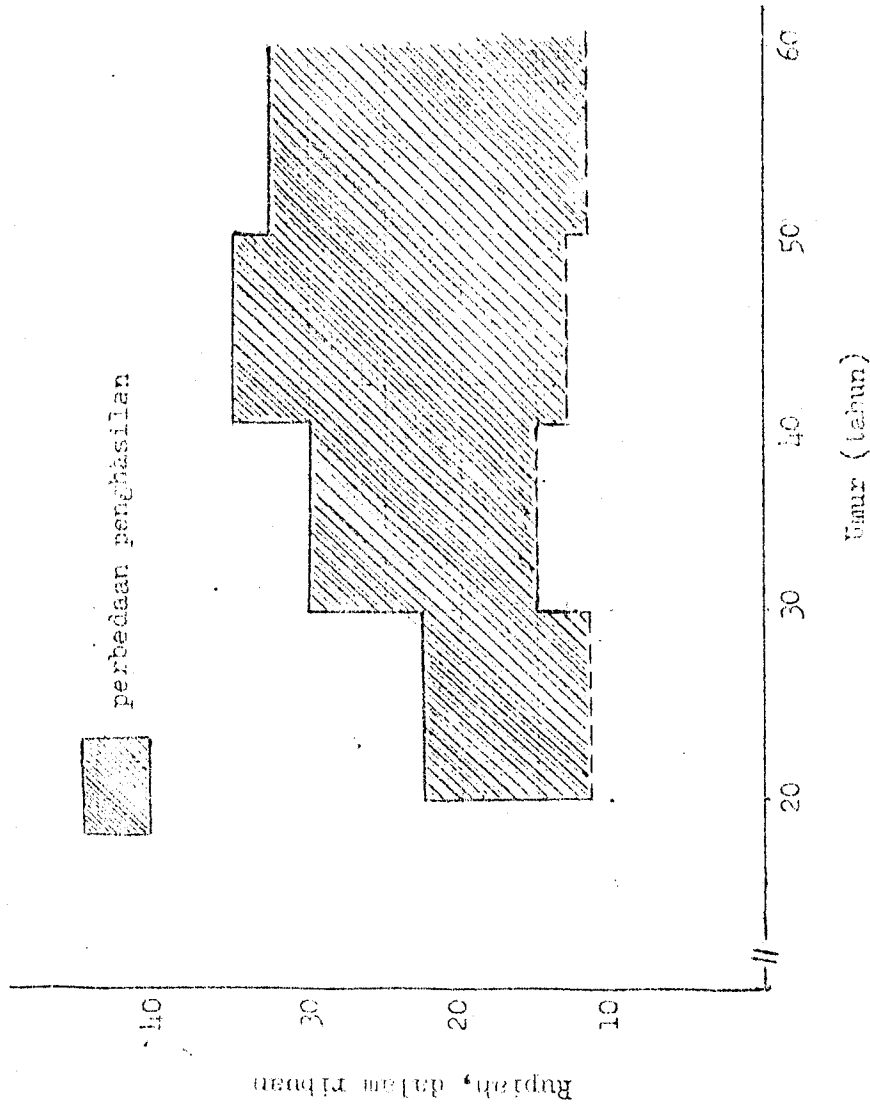
Perlu dikemukakan disini, bahwa analisa nisbah biaya-keuntungan untuk program kesehatan atau gizi sulit diukur secara teliti, oleh karena penilaian suatu istilah misalnya sehat, meninggal, buta, atau sakit, kedalam nilai uang bersifat perkiraan dan tidak pasti (Kadariah, et al., 1978; UN Indust. Develp. Orgn. 1978). Selain itu adanya inflasi, perubahan harga yang berubah-ubah, atau hal-hal lain yang belum terpikir pada analisa ini ikut mempengaruhi harga, akan menyebabkan pula perubahan perimbangan biaya keuntungan. Menyadari

akan kelamahan-kelemahan tersebut diatas, maka pada istilah nisban biaya-keuntungan ditambahkan kata relatif.

Berdasarkan perhitungan ini nisbah biaya-keuntungan relatif tahun pertama suatu program fortifikasi vitamin A pada garam terhadap anak prasekolah adalah 1 : 216 yaitu satu untuk biaya dan 216 untuk keuntungan. Keuntungan akan lebih besar lagi bila diperhitungkan pula efek positifnya terhadap anak-anak sekolah, orang dewasa, ibu hamil dan ibu yang menyusui. Terhadap ibu hamil, penambahan konsumsi vitamin A, akan mempertinggi simpanan vitamin A didalam tubuh janin, dan terhadap ibu yang menyusui, akan mempertinggi kadar vitamin A didalam ASI (air susu ibu), sehingga anak yang disusui akan lebih terlindung dari xerophthalmia.

Apabila ditinjau masalah kebutaan sampai kepada umur dewasa, yang menyebabkan perbedaan penghasilan antara yang buta dan yang tidak buta, akan menyebabkan keuntungan lebih besar lagi. Gambar 17 melukiskan perbandingan perkiraan besar penghasilan antara seorang dewasa yang sejak kecil buta karena xerophthalmia. Dari Gambar tersebut dapat dilihat bahwa besar penghasilan seorang dewasa normal, kurang lebih dua kali lipat lebih besar dari seorang dewasa tunanetra.

Dengan demikian menjadi lebih jelas bahwa perkiraan keuntungan yang akan diperoleh pada tahun pertama suatu program fortifikasi vitamin A pada garam jauh lebih besar dibandingkan dengan biaya yang dikeluarkan. Tetapi intensitas keuntungan ini berkurang dari tahun ketahun oleh karena prevalensi xerophthalmia akan berkurang dengan



Gambar 17. Perbandingan Perkiraan Besar Penghasilan antara Seorang Dewasa Sehat Berpendidikan Tiga sampai Enam Tahun di Sekolah Dasar, dengan Seorang Dewasa yang Sejak Kecil Buta karena Xerophthalmia (Modifikasi dari Solon, *et al.*, 1979)

adanya program fortifikasi, yang menyebabkan pada tahun-tahun berikutnya prevalensi xerophthalmia atau KVA menjadi lebih rendah.

Untuk memperbaiki keadaan prevalensi yang rendah, lebih sulit dibandingkan dengan prevalensi yang tinggi. Jadi pada tahun pertama program lebih banyak bersifat kuratif, sedangkan pada tahun-tahun berikutnya lebih banyak bersifat preventif. Walaupun demikian dengan nisbah biaya-keuntungan relatif yang tinggi ini, keuntungan akan tetap didapat dari tahun ketahun, dengan intensitas yang tentunya berbeda.

Dari segi efisiensi, dianalisa perbedaan nisbah biaya-keuntungan relatif antara program fortifikasi dengan suplementasi (pemberian kapsul vitamin A dosis tinggi dengan kadar 200 000 SI vitamin A dan 40 SI vitamin E). Dengan memperhatikan hasil survei tingkat nasional yang menyatakan bahwa xerophthalmia di Indonesia adalah bersifat menggrombol, maka pemberian kapsul harus ditujukan kepada seluruh anak prasekolah (Directorate of Nutr. and Helen Keller Int., 1980). Berdasarkan perbandingan dari kedua perlakuan tersebut diatas, ditemukan bahwa program pemberian kapsul vitamin A dosis tinggi akan lebih mahal kurang lebih 1.33 kali lipat dari pada program fortifikasi garam bervitamin A. Berdasarkan pengalaman pada Proyek Pemanduan Pencegahan Xerophthalmia di pulau Jawa, Tarwotjo, *et al.* menganjurkan untuk memberikan kapsul juga kepada ibu meneteki (Dep Kes, 1975; Tarwotjo, *et al.*, 1980). Selain itu biaya kapsul belum termasuk biaya pengawasan dan penilaian (Dep Kes, 1975). Sehingga bila faktor-faktor ini dimasukkan, maka biaya program pemberian kapsul, akan lebih mahal lagi dari biaya fortifikasi. Dengan demikian menjadi lebih je-

las bahwa program fortifikasi vitamin A pada garam akan lebih murah dari pada program pemberian kapsul vitamin A dosis tinggi.

Prospek Garam Fortifikasi Vitamin A

Dipandang dari segi kesehatan masyarakat, pengertian fortifikasi vitamin A pada garam, adalah menyediakan vitamin A yang cukup untuk dikonsumsi sehingga dapat meningkatkan dan mempertahankan status vitamin A pada tingkat yang baik, dan mempunyai potensi untuk dapat dikembangkan.

Di perkebunan-perkebunan milik pemerintah, pada umumnya kebutuhan pokok para karyawan dan keluarganya dilayani lewat koperasi. Koperasi pada galibnya adalah pengembangan pemerataan kesejahteraan anggotanya (Ibnoe Soedjono dan Suryono, 1980). Sehingga dengan pemerataan mendapatkan pelayanan gizi, terutama garam fortifikasi vitamin A, sebagai salah satu unsur kesejahteraan masyarakat, yang disalurkan lewat koperasi, maka pelaksanaan program akan memperoleh kemudahan. Apalagi kebiasaan para karyawan di perkebunan membeli garam juga lewat koperasi, maka distribusi garam fortifikasi vitamin A adalah tidak sulit.

Selain itu perhatian yang besar dari unsur-unsur pimpinan perkebunan terhadap perbaikan gizi (Lokakarya Pengembangan Gizi Kerja di Jawa Timur, 1980; Lokakarya Pengembangan Gizi Kerja di Sumatera Utara, 1981), dan Surat Menteri Pertanian No. 690/B/1979 tanggal 16 Mei 1979 kepada para Direktur Utama PN dan PT Perkebunan, untuk peningkatan dan penyuluhan gizi masyarakat, serta surat Menteri Per-

tanian No. K/380/870/B/X/79, tanggal 4 Desember 1979, mengenai perbaikan menu makanan rakyat dengan petunjuk-petunjuk pelaksanaannya, menyebabkan gizi merupakan salah satu yang diutamakan didalam meningkatkan kesejahteraan karyawan dan keluarganya. Dengan demikian program fortifikasi vitamin A pada garam mempunyai kemungkinan besar untuk dapat dilaksanakan di perkebunan-perkebunan di Indonesia.

Terhadap masyarakat diluar perkebunan, prospek garam fortifikasi vitamin A juga tampak cerah dan mempunyai dasar yang kuat. Instruksi Presiden Nomor 20 Tahun 1979 (lampiran 1), menyebutkan bahwa untuk mencapai kesejahteraan program perbaikan keadaan gizi rakyat perlu ditingkatkan. Hasil tersebut diperkuat oleh TAP MPR Nomor IV tahun 1978 dengan dimasukkannya usaha perbaikan keadaan gizi rakyat didalam Garis-Garis Besar Haluan Negara (Dep. Penerangan, 1978). Dan penjelasan Menteri Koordinator Bidang Kesejahteraan Rakyat (1980) menyebutkan bahwa diperlukan pengembangan dan peningkatan usaha fortifikasi bahan pangan yang banyak dikonsumsi rakyat untuk penanggulangan penyakit kekurangan vitamin A.

Berdasarkan hasil survai xerophthalmia tingkat nasional, Tarwotjo, et al. (1980) mengemukakan bahwa masalah KVA diluar Jawa tidak lebih ringan dari daerah-daerah di pulau Jawa. Untuk daerah-daerah tertentu, garam didatangkan dari pulau Jawa. Hal ini mempermudah pemerintah daerah untuk membuat suatu peraturan tentang pelarangan garam yang tidak difortifikasi beredar didaerahnya.

Pemerintah telah menetapkan pula, bahwa pada akhir Pelita III, seluruh garam konsumsi di Indonesia, sudah harus diyodifikasi, baik

garam yang diproduksi oleh swasta maupun oleh PN Garam (Direksi PN Garam, 1978). Oleh sebab cara memfortifikasi garam dengan vitamin A tidak lebih sulit dari yodifikasi, dan vitamin A dengan yodium dapat bersama-sama didalam garam dengan tidak saling hilang-menghilangkan, maka rencana pemerintah tersebut telah memberikan kesempatan yang nyata untuk dapat memprogramkan fortifikasi vitamin A pada garam. Selain itu biaya pencampuran vitamin A seperti pada perhitungan nisbah biaya-keuntungan relatif pada halaman-halaman dimuka akan banyak direduksi karena pencampuran vitamin A akan dapat dilakukan bersama-sama yodifikasi.

Jadi fortifikasi vitamin A pada garam mempunyai prospek yang nyata untuk dapat ditrapkan di Indonesia.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian mengenai penggunaan garam fortifikasi untuk menanggulangi masalah kurang vitamin A (KVA) disimpulkan menjadi dua bagian. Bagian pertama meliputi keterangan KVA beserta faktor-faktor yang berhubungan, dan bagian kedua meliputi keterangan garam fortifikasi vitamin A beserta hasil-hasil perlakuan. Sedangkan saran-saran merupakan bagian tersendiri.

K e s i m p u l a n

Keadaan Kurang Vitamin A (KVA)

1. Berdasarkan hasil pemeriksaan darah terhadap serum vitamin A dan pemeriksaan klinis terhadap xerophthalmia, ditemukan bahwa masalah KVA (kurang vitamin A) di daerah yang diselidiki merupakan masalah kesehatan masyarakat.
2. Selain itu ditemukan pula 58.9 % (N = 471) anak prasekolah yang menunjukkan gejala sakit satu macam infeksi atau lebih, 25.9 % (N = 104) anemia, dan 28.4 % (N = 225) KKP (kurang kalori protein). Persentase jumlah anak yang menderita KKP pada umur satu sampai 2 tahun 11 bulan 3.8 kali lipat lebih besar dari pada anak umur 3 sampai 6 tahun 11 bulan.
3. Di daerah tersebut rata-rata besar penghasilan keluarga relatif sama dengan rata-rata besar pengeluaran keluarga. Tampaknya tidak ada kesempatan keluarga untuk menabung, atau memikirkan masa depan keluarga dengan menyisihkan sebagian dari penghasilannya. Sebagian besar yaitu 70 % dari peng-

hasilan keluarga dibelanjakan untuk makanan. Walaupun di perkebunan disediakan poliklinik dan pengobatan cuma-cuma, namun rata-rata keluarga mengeluarkan sebanyak 5 % dari penghasilannya untuk kesehatan.

4. Bila dibandingkan dengan Kecukupan Konsumsi Kalori dan Zat-zat gizi (K3G), maka konsumsi vitamin A hanya berkisar $\frac{2}{3}$ dari K3G yang dianjurkan, dan diantaranya lebih dari 80 % berasal dari karoten. Konsumsi minyak juga sangat rendah, yaitu hanya delapan gram per anak per hari, yang menyediakan kurang lebih enam persen dari total kalori.
5. Rata-rata kadar serum vitamin A untuk keempat macam klasifikasi xerophthalmia, yaitu buta senja, konjungtiva xerosis, bercak Bitot, dan kombinasi bercak Bitot dengan buta senja, masing-masing berada dibawah normal ($< 20 \text{ ug } \%$), begitu pula untuk rata-rata kadar hemoglobin ($< 11 \text{ g } \%$). Tetapi tidak tampak perbedaan yang nyata terhadap kadar serum vitamin A dan hemoglobin diantara keempat macam klasifikasi tersebut.
6. Makin rendah kadar serum vitamin A, makin lebih banyak jumlah anak prasekolah yang menderita penyakit infeksi ($P < 0.10$). Anak umur 3 - 6 : 11 tahun dengan status serum vitamin A $< 10 \text{ ug } \%$ lebih peka terhadap infeksi dari pada anak umur 1 - 2 : 11 tahun dengan status serum vitamin A yang juga $< 10 \text{ ug } \%$.

7. Makin rendah kadar serum vitamin A, makin lebih banyak jumlah anak yang menderita KKP ($P < 0.10$).
8. Makin rendah kadar serum vitamin A, makin lebih banyak jumlah anak yang menderita anemia ($P < 0.10$).
9. Ada kecendrungan kadar serum triiodothyronin (T_3) dan thyroxin (T_4) meninggi pada anak yang KVA. Tetapi perbedaan kadar serum T_3 dan T_4 antara yang KVA dengan yang bukan KVA, dan antara yang xerophthalmia dengan yang bukan xerophthalmia masing-masing adalah tidak nyata.
10. Faktor waktu selama dua bulan berselang (antara Desember 1979 sampai dengan Februari 1980) tidak menyebabkan perubahan yang nyata terhadap penyebaran jumlah anak yang KVA, KKP, dan anemia.

Garam Fortifikasi Vitamin A

1. Dari segi organoleptik, garam fortifikasi vitamin A dapat diterima oleh masyarakat di daerah yang diselidiki.
2. Perlakuan fortifikasi (pemberian garam fortifikasi 440 SI vitamin A per gram garam) dan perlakuan suplementasi (pemberian kapsul dosis 200 000 SI vitamin A dan 40 SI vitamin E) berperanan nyata ($P < 0.05$) terhadap menaikkan kadar serum vitamin A. Perlakuan fortifikasi memberikan kenaikan serum vitamin A yang lebih tinggi dan berbeda nyata ($P < 0.05$) dari pada perlakuan suplementasi.

3. Anak yang mempunyai kadar serum vitamin A defisiensi (< 10 ug %) memberikan respons yang paling baik terhadap perlakuan fortifikasi dan suplementasi, dibandingkan dengan anak yang mempunyai serum vitamin A rendah (10-19 ug %) ataupun yang cukup (≥ 20 ug %).
4. Bila dibandingkan dengan keadaan sebelum perlakuan, maka pada akhir perlakuan jumlah xerophthalmia (termasuk buta senja) turun sebanyak 55.6 % ($P < 0.05$) pada kelompok fortifikasi, sebanyak 52.4 % ($P < 0.05$) pada kelompok suplementasi, dan hanya 4.2 % (tidak nyata) pada kelompok kontrol.
5. Perlakuan fortifikasi dan suplementasi memberikan kenaikan kadar Hb yang berbeda nyata ($P < 0.10$) dari kelompok kontrol, tetapi perbedaan kenaikan kadar Hb antara keduanya tidak berbeda nyata.
6. Perlakuan fortifikasi, suplementasi dan kontrol, masing-masing tidak memberikan hasil yang nyata terhadap kenaikan kadar serum karoten, total protein dan albumin.
7. Perlakuan fortifikasi, suplementasi dan kontrol, masing-masing tidak menyebabkan pengurangan jumlah anak yang menderita penyakit infeksi.
8. Terdapat penurunan jumlah anak yang KKP yang nyata ($P < 0.10$) pada perlakuan fortifikasi, tetapi tidak demikian pada perlakuan suplementasi dan kontrol.
9. Intervensi berupa garam fortifikasi vitamin A dan kapsul vitamin A dosis tinggi, kedua-duanya menunjukkan nisbah

keuntungan-biaya relatif yang tinggi. Garam fortifikasi memberikan nisbah keuntungan-biaya relatif yang lebih tinggi dari pada suplementasi, bila diperhitungkan dari segi penyembuhan xerophthalmia.

10. Garam fortifikasi vitamin A memenuhi syarat-syarat WHO tentang fortifikasi bahan makanan.
11. Garam fortifikasi vitamin A mempunyai prospek yang cukup baik sebagai salah satu cara penanganan KVA yang praktis dan efektif, terutama di daerah-daerah perkebunan ataupun daerah endemik xerophthalmia lainnya secara bertahap.

S a r a n

1. Fortifikasi vitamin A pada garam kemungkinan besar dapat diintegrasikan pelaksanaannya dengan yodisasi garam, sehingga perlu dijajagi kemungkinannya dengan melakukan penelitian lebih lanjut.
2. Diperlukan penelitian lebih mendalam tentang teknologi pencampuran vitamin A kedalam garam yang difortifikasi, sehingga dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama.
3. Oleh karena garam fortifikasi vitamin A terbukti dapat menurunkan prevalensi KKP dan anemia, maka perlu diteliti lebih lanjut tentang intensitas garam fortifikasi vitamin A ini, dibandingkan dengan PMT (pemberian makanan tambahan) terhadap anak KKP, dan pengobatan tablet besi terhadap penderita anemia.

4. Dianjurkan untuk memulai program penanganan KVA di daerah-daerah perkebunan milik pemerintah dengan pemberian garam fortifikasi vitamin A.
5. Untuk daerah-daerah diluar perkebunan, program garam fortifikasi vitamin A dapat dilaksanakan secara bertahap menurut prioritas masalah dan fesibilitas, ditunjang oleh kegiatan-kegiatan antar Departemen yang terkoordiner, sebelum dikembangkan pada tingkat regional atau tingkat yang lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

- American Foundation for Overseas Blind. 1975. An evaluation of the vitamin A deficiency prevention pilot project in Indonesia. New York.
- Amine, E.K., J. Corey, D.M. Hegsted, dan K.C. Hyes. 1970. Comparative hematology during deficiencies of iron and vitamin A in the rat. *J. Nutr.* 100:1033-1040.
- Anonim. 1972. Micronutrients, pp. 5-7. A Unilever educational booklet. London.
- Anzano, M.A., A.J. Lamb, dan J.A. Olson. 1979. Growth, appetite, sequence of pathological signs and survival following the reduction of rapid, synchronous vitamin A deficiency in the rat. *J. Nutr.* 109:1419-1431.
- _____. A.J. Lamb, dan J.A. Olson. 1981. Impaired salivary gland secretory function following the induction of rapid synchronous vitamin A deficiency in rats. *J. Nutr.* 3:496-504.
- AOAC. 1970. Official methods of analysis of the association of official chemists, pp. 764-771. Edisi kesebelas. Dalam W. Horwitz, P. Chichilo, and H. Reynolds, ed. AOAC, Washington, DC.
- Arroyave, G. 1977. Control of hypovitaminosis A in Central America and Panama : Nutrification of sugar with retinol palmitats. IVACG Meeting. May 16-20, Geneva, Switzerland.
- _____. 1980. Fortification of sugar with vitamin A : Its bases, implementation and evaluation. Joint WHO-USAID Meeting on vitamin A deficiency and xerophthalmia. October 13-17, Jakarta, Indonesia.
- _____. J.R. Aguiler, dan M. Flores. 1977. Evaluation of programs to control vitamin A deficiency. Western Hemisphere Nutr. Congr. V. Quebec City, Canada.
- _____. J.R. Aguilar, F. Marina, dan M.A. Guzman. 1979. Evaluation of sugar fortification with vitamin A at the national level. INCAP Scientific Publication, No.384.
- _____. L.A. Mejia, dan J.R. Aguilar. 1981. The effect of vitamin A fortification of sugar on the serum vitamin A levels of pre-school Guatemalan children : A longitudinal evaluation. *Amer. J. Clin. Nutr.* 34:41-49.

- Ballintine, E.J., J. tenDoesschate, R.E. Hodges, D.S. McLaren, R. Pararajasegaram, A. Sommer, dan G. Venkataswamy, 1980. The symptoms and signs of vitamin A deficiency and their relationship to applied nutrition. Joint WHO-IVACG Meeting on vitamin A deficiency and xerophthalmia. October 13-17, Jakarta, Indonesia.
- BASF. 1978. Vitamin A in animal nutrition, pp. 2-13. BASF Ludwigshaffen, RFJ.
- Bauernfeind, J.C. 1972. Carotenoid vitamin A precursors and analogs in food and feeds. *J. Agric. Food Chem.* 20:456-473.
- _____ 1973. Vitamin A, xerophthalmia and blindness. Office of Nutrition, Technical Assistance Bureau Agency for International Development, U.S. Dept. State, Washington, DC.
- _____ 1974. Vitamin A types, levels, method of administration and influencing factors in intermittend massive dosing. Joint WHO-USAID Meeting on the control of vitamin A deficiency : Priorities for research and action programmes. November 25-29, Jakarta, Indonesia.
- _____ 1978. The technology of vitamin A. The XI International Congress of Nutrition. August 27 - September 1, Rio de Janeiro, Brazil.
- _____ dan W.H. Cort. 1973. Nutrification of foods with added vitamin A. The 33rd Annual Institute Food Technology Meeting. June 12, Miami Beach, Fla., USA.
- _____ H. Newmark, dan M. Brin. 1974. Vitamin A and E nutrition via intramuscular or oral route. *Amer. J. Clin. Nutr.* 27:234-253.
- Bell, G.H., J.H. Davidson, dan D.E. Smith. 1972. Textbook of Physiology and Biochemistry, pp. 183-184. Edisi kedelapan. Churchill Livingstone, Edinburg and London.
- Bernard, R.A., B.P. Halpern, dan M.R. Kare. 1961. Effect of vitamin A deficiency on taste. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 108: 784-786.
- _____ dan B.P. Halpern. 1968. Taste changes in vitamin A deficiency. *J. Gen. Physiol.* 52:444-464.
- Bieri, J.G. dan M.C. McKenne. 1981. Expressing dietary values for fat-soluble vitamins : changes in concepts and terminology. *Amer. J. Clin. Nutr.* 34:289-295.

- Brooks, G.L. 1968. Enrichment and fortification of cereals and cereal products with vitamins and minerals. *J. Agric. Food Chem.* 16:163-167.
-
- _____ dan W.H. Cort. 1972. Vitamin A fortification of tea. *J. Food Technol.* 26:50-52.
- Brown, K.H. 1980. Gastroenteritis and vitamin A nutriture. Joint WHO-IVACG Meeting on vitamin A deficiency and xerophthalmia. October 13-17, Jakarta, Indonesia.
- Burgess, H.J.L. dan A. Burgess. 1975. A field worker's guide to a nutritional status survey. *Amer. J. Clin. Nutr.* 28:1299-1321.
- Cama, H.R., N.C. Pillai, P.R. Sundaresan, dan C. Venkateshan. 1957. The effect of thyroid activity on the conversion of carotene and retinene to vitamin A and on serum protein. *J. Nutr.* 63: 571-576.
- Crowley, P.R. 1974. Current approaches for the prevention of vitamin A deficiencies : food fortification. Joint WHO-USAID Meeting on the control of vitamin A deficiencies. November 25-29, Jakarta, Indonesia.
- Darwin Karyadi. 1974. Hubungan Ketahanan Fisik dengan Keadaan Gizi dan Anemi Gizi Besi. Tesis Doktor. Fakultas Kedokteran Univ. Indonesia, Jakarta.
- Das, T.K. 1972. A further observation on urea-cycle enzymes in rats during alteration in dietary protein intake. *Proc. Nutr. Soc.* 31:78A.
- Davidson, S.S., R. Passmore, dan J.F. Brock. 1973. *Human Nutrition and Dietetics*, pp. 120-125. Edisi kelima. Churchill Livingstone, Edinburg and London.
- De Luca, L., M. Schumacker, dan G. Wolf. 1970. Biosynthesis of a mucose containing glycopeptide from rat small intestine in normal and vitamin A-deficient conditions. *J. Biol. Chem.* 245-4551-4558.
- Departemen Kesehatan R.I. 1975. Laporan penilaian proyek pemanduan pencegahan defisiensi vitamin A. Jakarta.
-
- _____ 1978. Lokakarya Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. April 24-27, Jakarta.

- Departemen Penerangan R.I. 1978. Ketetapan-ketetapan Majelis Permusyawaratan Rakyat Republik Indonesia. Garis-Garis Besar Haluan Negara mengenai Kesehatan.
- Dillman, E., C. Gale, W. Green, D.G. Johnson, B. Mackler, dan C. Finch. 1980. Hypothermia in iron deficiency due to altered T3 metabolism. Joint WHO-IVACG Meeting. October 22-24, Bangkok, Thailand.
- Directorate of Nutrition, Min. of Health R.I. 1971. Manual for the standardization and evaluation of data for the assessment of the nutritional health of a community using field survey techniques in rural areas. Jakarta.
- Directorate of Nutrition dan Helen Keller International. 1980. Indonesia, Nutritional blindness prevention project. Characterization of vitamin A deficiency and xerophthalmia and the design of effective intervention program. Final report.
- Direksi PN Garam. 1978. Pemasaran garam di Indonesia. Seminar gondok dan kretin endemik nasional I. Desember 18-20, Semarang.
- Direktorat Gizi Dep. Kes. 1972. Daftar Komposisi Bahan Makanan (DKBM). Jakarta.
- Djoko Susanto. 1980. Dietary habits of children with and without xerophthalmia. Joint WHO-IVACG Meeting on vitamin A deficiency and xerophthalmia. October 13-17, Jakarta, Indonesia.
- Dresser, D.W. 1968. Adjuvanticity of vitamin A. *Nature* 217:527-529.
- Edwards, N.A. dan K.A. Hassal. 1971. *Cellular Biochemistry and Physiology*, pp. 406-407, McGraw-Hill, London.
- Endozien, J.C., N. Nichaus, M.H. Mar, T. Makoni, dan B.R. Switzer. 1978. Diet hormone interrelationship in the rat. *J. Nutr.* 108:1767-1776.
- Fakultas Kedokteran UI, 1980. Kode Etik Kedokteran. Dalam Ratna Suprapti Samil, ed. *Bagian Obstetri dan Ginekologi FKUI*, Jakarta.
- FAO/WHO Joint Expert Committee. 1967. Requirement of vitamin A, thiamine, riboflavin, and niacin. WHO Tech. Rep. Ser. No.362, Geneva.
- Glover, J. 1980. Recent advances in the biochemistry of vitamin A. Joint WHO-IVACG Meeting on vitamin A deficiency and xerophthalmia. October 13-17, Jakarta, Indonesia.

- Goodman, D.S. 1969. Retinol transport in human plasma. *Amer. J. Clin. Nutr.* 22:1911-1912.
- Gordon, J.E. 1976. Synergism of malnutrition and infection disease. Dalam *Nutrition in Preventive Medicine*, pp. 193-209. WHO Monogr. Ser. No. 62, Geneva.
- Graicer, P.L., J.B. Goldsby, dan M.Z. Nichaman. 1981. Hemoglobins and hematocrits : are they equally sensitive in detecting anemias ? *Amer. J. Clin. Nutr.* 34:61-64.
- Greaves, J.P. dan J. Tan. 1966. Vitamin A and carotene in the British and Americans diets. *Br. J. Nutr.* 20:819-825.
- György, P. 1950. *Vitamin Methods*, pp. 5-18. Vol. I. Academic Press Inc., New York.
- Hayes, K.C. 1975. On the pathophysiology of vitamin A deficiency. *Nutr. Rev.* 29:3-6.
- Health Res. and Develp. Inst., Min. of Health. 1979. Feasibility of food fortification with vitamin A. Report of Task Force, Jakarta.
- Hendra Gunadi, Muwahyu Kadar, Aziz Machfud, R.P. Ilyas, Udin Samsudin, dan Husaini. 1981. Penanganan anemi gizi di PT Perkebunan XII, Bandung. Pusat Penelitian dan Pengembangan Gizi, Dep. Kes. Laporan hasil penelitian.
- Hodges, R.E. 1980. Other clinical manifestations of vitamin A deficiency and xerophthalmia. Joint WHO-IVACG Meeting on vitamin A deficiency and xerophthalmia. October 13-17, Jakarta, Indonesia.
-
- H.E. Sauberlich, J.E. Canham, D.L. Wallace, dan R.B. Rucker. 1978. Hematopoietic studies in vitamin A deficiency. *Amer. J. Clin. Nutr.* 31:876-885.
- Ibnoe Soedjono dan S.W. Suryono. 1981. Peranan koperasi dalam rangka peningkatan gizi masyarakat. Pertemuan ilmiah Panitia Koordinasi Penelitian Perbaikan Gizi. Februari 24, Bogor.
- ICNND (Interdepartmental Committee on Nutrition for National Defense). 1957. *Manual for Nutrition Surveys*. US Government Printing Office, Washington, DC.
-
1963. *Laboratory manual for use in nutrition surveys*. US Government Printing Office, Washington, DC.

- INCAP (Institute of Nutrition for Central America and Panama). 1974. Fortification of sugar with vitamin A in Central America and Panama.
- IVACG (International Vitamin A Consultative Group). 1976. Guidelines for the the eradication of vitamin A deficiency and xerophthalmia. The Nutrition Foundation, Washington, DC.
- _____ 1980. The save use of vitamin A. The Nutrition Foundation, Washington, DC.
- _____ 1981. The symptoms and signs of vitamin A deficiency and their relationship to applied nutrition. The Nutrition Foundation, Washington, DC.
- Jagadeesan, V. dan V. Reddy. 1978. Interrelationship between vitamin E and A. Clin. Chim. Acta 90:71-74.
- Jelliffe, D.B. 1976. The assessment of the nutritional status of the community. World Health Monogr. Ser. No. 53, Geneva.
- Jenkin, M.Y. dan G.V. Mitchell. 1975. Influence of excess vitamin E on vitamin A toxicity in rats. J. Nutr. 105:1600-1606.
- Jurin, M. dan I.F. Tannock. 1972. Influence of vitamin A on immunological response. Immunology 23:283.
- Kadariah, Lien Karlina, dan G. Gray. 1978. Pengantar Evaluasi Proyek. Publikasi PPN Serie 012. Lembaga Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, Jakarta.
- Kien, G.L., W.J. Vanjonack, dan H.H. Bode. 1980. Low serum reverse T3 concentration in burned children : its relationship to nutritional state. Amer. J. Clin. Nutr. 33:1215-1219.
- Kim, Y.L. dan G. Wolf. 1974. Vitamin A deficiency and the glycoprotein of rat corneal epithelium. J. Nutr. 104:710-718.
- King, C.E. dan P.P. Toskes. 1979. Small intestinal bacterial growth. Gastroenterology 76:1035.
- Klähui, H., W. Hausheer, dan G. Huschke. 1970. Technological aspects of the use of fat-soluble vitamins and carotenoids and the development stabilized marketable forms. International Encyclopedia of Food and Nutrition (Pergamon Press) 9:113-158.
- Knight, E.M., R.P. MacDonald, dan J. Ploompun. 1962. Ultramicro Methods for Clinical Laboratories, pp. 146-151. Grune and Stratton, New York and London.

- Krishnann, S., U.N. Bhunyan, G.P. Talaver, dan V. Ramalingaswani. 1974. Effect of vitamin A and protein-calorie malnutrition on immune responses. *Immunology* 27:383-392.
- Kusin, J.A., H.S.R.P. Sinaga, dan E.M. Smit. 1980. Vitamin A status of preschool children in Suka village, North Sumatera, after an oral massive dose. Joint WHO-IVACG Meeting on vitamin A deficiency and xerophthalmia. October 13-17, Jakarta, Indonesia.
-
- Sri Kardjati, Wisnujono Soewono, dan C. deWith. 1980. Vitamin A deficiency in East Java, Indonesia. Joint WHO-IVACG Meeting on vitamin A deficiency and xerophthalmia. October 13-17, Jakarta, Indonesia.
- Lala, V.R. dan V. Reddy. 1970. Absorption of beta carotene from green leafy vegetables in undernourished children. *Amer. J. Clin. Nutr.* 23:110.
- Levinson, F.J. 1974. Morinda : An economic analyses of malnutrition among young children in rural India, pp. 6-12. Cornell/MIT International Nutrition Policy Series. Cambridge, Ma., USA.
- Lokakarya Antropometri Gizi. 1975. Mei 29-31, Jakarta.
- Lokakarya Pengembangan Gizi Kerja Perkebunan Jawa Timur. 1981. Pebruari 4-5, Surabaya.
- Lokakarya Pengembangan Gizi Kerja Perkebunan Sumatera Utara. 1981. Juni 24-25, Medan.
- Lukens, F.D.W. 1962. Metabolic changes, vitamins, body water and solutes; renal function, pp. 600-613 Dalam S.C. Werner, ed. The Thyroid. Edisi kedua. Harper and Row Published, New York.
- Mahalanabis, D., K.N. Jalan, T.K. Maitra, dan S.K. Agarwal. 1976. Vitamin A absorption in ascariasis. *Amer. J. Clin. Nutr.* 29: 1372-1375.
-
- T.W. Simpson, M.L. Chakraborty, C. Ganculi, A.K. Bhattacharjee, dan K.L. Mukherjee. 1979. Malabsorption of watermiscible vitamin A in children with gardiasis and ascariasis. *Amer. J. Clin. Nutr.* 32:313-318.
- McLaren, D.S. 1964. Xerophthalmia : A neglected problem. *Nutr. Rev.* 22:289-291.
-
1980. The luxus vitamin. *Bull. xerophthalmia club.* October.

- _____ E. Shirajian, M. Tchalian, dan G. Khoury. 1965. Xerophthalmia in Jordan. *Amer. J. Clin. Nutr.* 17:117-130.
- _____ M. Tchalian, dan Z.A. Ajans. 1965. Biochemical and hematologic changes in the vitamin A-deficient rat. *Amer. J. Clin. Nutr.* 17:131-138.
- McPherson, I.G. dan D.W. Everard. 1972. Serum albumin estimation: Modification of the bromocresol green method. *Clin. Chim. Acta* 37:117-120.
- Mejia, L.A., R.E. Hodges, G. Arroyave, F. Viteri, dan B. Torun. 1977. Vitamin A deficiency and anemia in Central American Children. *Amer. J. Clin. Nutr.* 30:1175-1184.
- _____ R.E. Hodges, dan R.B. Rucker. 1979. The role of vitamin A in the absorption, retention and distribution of iron in the rat. *J. Nutr.* 109:129-137.
- _____ R.E. Hodges, dan R.B. Rucker. 1979. Clinical signs of anemia in vitamin A deficient rats. *Am. J. Clin. Nutr.* 32: 1439-1444.
- Menteri Koordinator Bidang Kesejahteraan Rakyat (Menko Kesra) R.I. 1980. Penjelasan Mengenai Instruksi Presiden No. 20 Tahun 1979. Pebruari 20, Jakarta.
- Milton, R.C. 1980. Evaluation of the efficacy of programmes for the control of xerophthalmia. Joint WHO-IVACG Meeting on vitamin A deficiency and xerophthalmia. October 13-17, Jakarta, Indonesia.
- Moore, T. dan I.M. Sharman. 1979. Hypervitaminosis A combined with calcium deficiency in rats. *Intern. J. Vitamin Nutr. Res.* 49: 14-20.
- Muhilal. 1974. Biochemistry of Retinol-Binding Protein. Thesis, Univ. of Liverpool, Liverpool, UK.
- _____ dan Darwin Karyadi. 1977. A study on the bioavailability of vegetable carotene and preformed vitamin A in pre-school children. Joint WHO-USAID Meeting. May 16-20, Geneva, Switzerland.
- _____ I. Tarwotjo, Nani Emran, dan A. Sommer. 1980. Therapy of xerophthalmia: Intramuscular versus oral therapy-treatment schedule. Joint WHO-IVACG Meeting on vitamin A deficiency and xerophthalmia. October 13-17, Jakarta, Indonesia.

- Nauss, K.M., D.A. Mark, dan R.M. Suskind. 1979. The effects of vitamin A deficiency on the in vitro cellular immune response of rats. *J. Nutr.* 109:1815-1825.
- Neale, G., D. Gompertz, H. Schönsby, S. Tabaqchali, dan C.C. Booth. 1972. The metabolic and nutritional consequences of bacterial overgrowth in the small intestine. *Amer. J. Clin. Nutr.* 25: 1409-1417.
- Neeld, J.B. dan W.N. Pearson. 1963. Macro and micro methods for the determination of serum vitamin A using trifluoroacetic acid. *J. Nutr.* 79:454.
- Nek Maimunah. 1977. Penentuan beberapa hormon hypophyscal dari tikus putih yang diberi makanan kekurangan vitamin A, E dan protein, dengan kaedah radioimmunoassay. Tesis Sarjana Muda Sains. Kepujian dalam bidang Biologi. Univ. Kebangsaan Malaysia, Kuala Lumpur.
- Noor Sasongko. 1981. Usaha peningkatan gizi kerja dan pengembangan perkebunan. Lokakarya Pengembangan Gizi Kerja Perkebunan Sumatera Utara. Juni 24-25, Medan.
- Oaks, L., R. Russell, dan R.A. Jacob. 1978. Decreased serum vitamin A levels during vitamin E supplementation. *Amer. J. Clin. Nutr.* 31:716.
- Oey Kam Nio, Lie Goan Hong, dan Risnawati Aminah. 1978. Konsumsi rata-rata garam dapur di Indonesia. *Widya Karya Nasional Pangan dan Gizi*, Juli 10-14, Bogor.
- Olson, J.A. 1969. Metabolic and function of vitamin A. *Federation Proc.* 28:1670-1677.
- _____ dan M. Laksmanan. 1970. Enzymatic transformation of vitamin A with particular emphasis on carotenoid cleavage in the fat soluble vitamins, pp. 213-226. Univ. Wisc. Press., USA.
- Oomen, H.A.P.C. 1954. Xerophthalmia in the presence of kwashiorkor. *Br. J. Nutr.* 8:307-318.
- _____ 1957. The incidence of xerophthalmia in Java in relation to age and sex. *Doc. Med. Geogr. Trop.* 9:357-368.
- _____ 1969. Clinical epidemiology of xerophthalmia in man. *Amer. J. Clin. Nutr.* 22:1098-1105.
- _____ 1974. Vitamin A deficiency, xerophthalmia and blindness. *Nutr. Rev.* 32:161-166.

- _____ 1976. Xerophthalmia. Dalam Nutrition in Preventive Medicine, pp. 94-109. WHO Monogr. Ser. No. 62, Geneva.
- _____ D.S. McLaren, dan H. Escapini. 1964. A global survey on xerophthalmia. Epidemiology and public health aspects of hypovitaminosis A. Trop. Geogr. Med. 16:271-315.
- _____ dan J. tenDoesschate. 1973. The periodicity of xerophthalmia in South and East Asia. Ecol. Food Nutr. 2:207-218.
- O'Toole, B.A., R. Fradkin, J. Warkany, J.G. Wilson, dan G.V. Mann. 1974. Vitamin A deficiency and reproduction in rhesus monkeys. J. Nutr. 104:1513-1524.
- Preira, S.M., A. Begum, dan M.E. Dumm. 1966. Vitamin A deficiency in kwashiorkor. Amer. J. Clin. Nutr. 19:182-186.
- _____ A. Begum, I. Thilakavathy, dan M.E. Dumm. 1967. Vitamin A therapy in children with kwashiorkor. Amer. J. Clin. Nutr. 20:297-304.
- _____ dan A. Begum. 1969. Prevention of vitamin A deficiency. Amer. J. Clin. Nutr. 22:858-862.
- Rabolli, D., dan R.J. Martin. 1977. Effects of diet composition on serum levels of insulin, thyroxin, triiodothyronin, growth hormone, and cortico sterone in rat. J. Nutr. 107:1068-1074.
- Reddy, V. 1977. Vitamin A deficiency and blindness in Indian children. Joint WHO-USAID Meeting. May 16-20, Geneva, Switzerland.
- _____ 1980. Relationship between vitamin A deficiency, protein-energy malnutrition and childhood infections. Joint WHO-IVACC Meeting on vitamin A deficiency and xerophthalmia. October 13-17, Jakarta, Indonesia.
- _____ dan S.G. Srikantia. 1966. Serum vitamin A in kwashiorkor. Amer. J. Clin. Nutr. 18:105-109.
- _____ M. Mohanram, dan N. Raghuramulu. 1969. Serum retinol binding protein and vitamin A levels in malnourished children. Acta Paediatr. Scan. 68:65-69.
- _____ dan B. Sivakumar. 1972. Studies on vitamin A absorption in children. Indian Pediatr. 9:307-310.
- Rodahl, K. 1950. Hypervitaminosis A in the rat. J. Nutr. 41:399-421.

- Roels, O.A., S. Djaeni, M.E. Trout, T.G. Lauw, A. Heath, S.H. Poey, I. Tarwotjo, dan H. Suhadi. 1964. The effect of protein and fat supplementation on vitamin A deficiency in Indonesia children. *Amer. J. Clin. Nutr.* 12:380-387.
- Samsudin, Darwin Karyadi, I.G.N.W. Wirya, I.J. Susanto, S. Sudibyo, S.H. Soetedjo, dan Y.K. Husaini. 1974. A study on the effects of annual administration of 300 000 IU oral vitamin A and deworming for prevention and treatment of vitamin A deficiency. Seminar on vitamin A deficiency. November 25-29, Jakarta, Indonesia.
- Sauter, J. 1976. Measles and xerophthalmia in Kenya. Doctoral thesis, University of Groningen.
- Scrimshaw, N.S. 1975. Interaction of malnutrition and infections: advance in understanding. Dalam R.E. Olson, ed. Protein-Calorie Malnutrition, pp. 353-366. Academic Press, New York.
- Shah, U., K.L. Baverji, A.N.D. Nanorvati, dan N.A. Mehta. 1972. A test survey measles in a rural community in India. *Bull. WHO* 46:130-138.
- Simpson, K.L. dan C.O. Chichester. 1980. Carotenoid in relation to vitamin A. Joint WHO-IVACC Meeting on vitamin A deficiency and xerophthalmia. October 13-17, Jakarta, Indonesia.
- Sivakumar, B. dan V. Reddy. 1972. Absorption of labelled vitamin A in children during infection. *Br. J. Nutr.* 27:299-304.
- Smith, F.R., D.W.S. Goodman, M.S. Zaklarna, M.K. Gabr, S. Maraghy, dan V.N. Patwardhan. 1973. Serum vitamin A, retinol binding protein and pre albumin concentrate in protein-calorie malnutrition. Functional defect in hepatic retinol disease. *Amer. J. Clin. Nutr.* 26:973-981.
- Snedecor, G.W. dan W.G. Cochran. 1976. *Statistical Methods*, pp.113-122. Edisi keenam. Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA.
- Solon, F., B.M. Popkin, T.L. Fernandez, dan M.C. Latham. 1978. Vitamin A deficiency in the Philippines: A study of xerophthalmia in Cebu. *Amer. J. Clin. Nutr.* 31:360-368.
- _____ T.L. Fernandez, M.C. Latham, dan B.M. Popkin. 1979. An evaluation of strategies to control vitamin A deficiency in the Philippines. *Amer. J. Clin. Nutr.* 32:1445-1453.
- Sommer, A. 1978. Field guide to the detection and control of xerophthalmia. WHO, Geneva.

- _____ T. Sugana, G. Hussaini, dan I. Tarwotjo. 1979.
Xerophthalmia determinants and control. Proceed. XXIII Int.
Cong. Ophthalmol. Kyoto, Japan.
- _____ N. Emran, dan S. Tjakrasudjatma. 1980. Clinical
characteristics of vitamin A responsive and nonresponsive
Bitot's spot. Amer. J. Ophthal. 90:160-165.
- _____ G. Hussaini, Nani Emran, Edi Djunaedi, dan S. Tjakra-
sudjatma. 1980. Ocular manifestation of vitamin A deficiency.
Joint WHO-IVACG Meeting on vitamin A deficiency and xerophthal-
mia. October 13-17, Jakarta, Indonesia.
- _____ Muhilal, I. Tarwotjo, E. Djunaedi, dan J. Glover. 1980.
Oral versus intramuscular vitamin A in the treatment of
xerophthalmia. J. Lancet : (8168) : 557-560.
- Steel, R.G.D. dan J.H. Torrie, 1980. Principles and Procedures of
Statistics - A Biometrical Approach, pp. 239-271. Edisi kedua.
McGraw-Hill Kogakusha, Ltd., Tokyo, Japan.
- Suzuki, H., dan H. Furva. 1971. Interaction of dietary fat and
thyroid function with hepatic and renal gluconeogenesis of rats.
J. Nutr. 101:919-925.
- Tarwotjo, I. 1979. Large scale distribution of massive dose vita-
min A in Indonesia. Bull. Health Studies in Indonesia III (1):
27-31.
- _____ Imam Satibi, dan R. Tilden. 1980. Periodical distri-
bution of large doses of vitamin A in Indonesia, Joint WHO-
IVACG Meeting on vitamin A deficiency and xerophthalmia.
October 13-17, Jakarta, Indonesia.
- _____ A. Sommer, dan R. Tilden. 1980. The epidemiology of
vitamin A deficiency and xerophthalmia in Indonesia. Joint
WHO-IVACG Meeting on vitamin A deficiency and xerophthalmia.
October 13-17, Jakarta, Indonesia.
- Ten Doesschate, J. 1968. Causes of Blindness in and around Suraba-
ya, East Java, Indonesia. Thesis, Univ. of Indonesia, Jakarta.
- Thompson, J.N. 1969. Vitamin A in development of the embryo.
Amer. J. Clin. Nutr. 22:1063-1069.
- Tulp, O.L., P.P. Krupp, E. Danforth Jr., dan E.S. Horton. 1979.
Characteristics of thyroid function in experimental protein
malnutrition. J. Nutr. 109:1321-1332.

- United Nation Industrial Development Organization. 1978. Guide to praction project appraisal. Social-benefit cost analysis in developing countries. Project Formulation and Evaluation Series No. 3, New York.
- United States Department of Health, Education and Welfare, Public Health Service. 1972. Health services and mental health administration Publication No. 72 : 8130.
- Waterlow, J.C. 1975. Adaptation to low protein intakes. Dalam R.E. Olson, ed. Protein-Calorie Malnutrition. Academic Press, London.
- WHO. 1972. Nutritional anaemias. Tech. Rep. Ser. No. 503, Geneva.
- WHO. 1976. Vitamin A deficiency and xerophthalmia. Tech. Rep. Ser. No. 590, Geneva.
- Widya Karya Nasional Pangan dan Gizi. 1978. Juli 10-14, Bogor.
- Wieland, R.G., F.H. Hendrick, F. Amat, Y. Leon, L. Gutierrez, dan J.C. Jones. 1971. Hypervitaminosis A with hypercalcaemia. Lancet (7701) : 698.
- Witschi, J.C., H.B. Houser, dan A.S. Littell. 1970. Preformed vitamin A, carotene and total vitamin A activity in usual adult diets. J. Amer. Dietet. Assn. 57:13-16.
- Wolf, G. 1977. Retinol linked sugars in glycoprotein synthesis. Nutr. Rev. 35:97-99.
- Worker, N.A. 1956. The effect of the thyroid on the conversion of interavenously administered aqueous dispersion of carotene to vitamin A in the rats. J. Nutr. 60:447-450.
- Yang, N.Y.J. dan I.D. Desai. 1977. Effect of high levels of dietary vitamin E on liver and plasma lipids and fat soluble vitamins. J. Nutr. 107:1410-1426.
- Young, M. dan G.V. Mitchell. 1975. Influence of excess vitamin E on vitamin A toxicity in rat. J. Nutr. 105:1600-1606.
- Zaklama, M.S., M.K. Gabr, S. El Maraghy, dan V.N. Patwardhan. 1973. Serum vitamin A in protein-calorie malnutrition. Amer. J. Clin. Nutr. 26:1202-1206.
- Zile, M., E.C. Bunge, dan H.E. De Luca. 1977. Effect of vitamin A deficiency on intestinal cell proliferation in the rat. J. Nutr. 107:552.

L A M P I R A N

Lampiran 1. Instruksi Presiden Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 1979 Tentang Perbaikan Menu Makanan Rakyat

- Menimbang : a. bahwa dalam rangka lebih meningkatkan kesejahteraan rakyat, perlu ditingkatkan berbagai usaha yang bertujuan untuk mengadakan perbaikan menu makanan rakyat;
- b. bahwa untuk melaksanakan usaha tersebut di atas diperlukan adanya kegiatan yang terus-menerus secara terkoordinasi dan menyeluruh;

- Mengingat : 1. Pasal 4 ayat (1) Undang-Undang Dasar 1945;
2. Undang-undang Nomor 9 Tahun 1960 tentang Pokok-pokok Kesehatan (Lembaran Negara Tahun 1960 Nomor 31, Tambahan Lembaran Negara Nomor 2068);
3. Undang-undang Nomor 5 Tahun 1974 tentang Pokok-pokok Pemerintahan di Daerah (Lembaran Negara Tahun 1974 Nomor 38, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3037);
4. Keputusan Presiden Nomor 44 Tahun 1974 tentang Pokok-pokok Organisasi Departemen;
5. Keputusan Presiden Nomor 45 Tahun 1974 tentang Susunan Organisasi Departemen sebagaimana telah beberapa kali diubah terakhir dengan Keputusan Presiden Nomor 30 Tahun 1978;
6. Keputusan Presiden Nomor 59/M Tahun 1978 tentang Pembentukan Kabinet Pembangunan III;
7. Keputusan Presiden Nomor 12 Tahun 1978 tentang Kedu-dukan, Tugas Pokok, Fungsi dan Tata Kerja Menteri Koordinator serta Susunan Organisasi Staf Menteri Koordinator;

8. Keputusan Presiden Nomor 13 Tahun 1978 tentang Kedudukan, Tugas Pokok, Fungsi dan Tata Kerja Menteri Muda serta Susunan Organisasi Staf Menteri Muda;
9. Keputusan Presiden Nomor 7 Tahun 1979 tentang Rencana Pembangunan Lima Tahun Ketiga (REPELITA III) Tahun 1979/1980 - 1983/1984;

MENGINSTRUKSIKAN :

- Kepada : 1. Menteri Koordinator Bidang Kesejahteraan Rakyat;
2. Menteri Koordinator Bidang Ekonomi, Keuangan dan Industri/Ketua BAPPENAS;
3. Menteri Dalam Negeri;
4. Menteri Kesehatan;
5. Menteri Pertanian;
6. Menteri Penerangan;
7. Menteri Pendidikan dan Kebudayaan;
8. Menteri Agama;
9. Menteri Sosial;
10. Menteri Perindustrian;
11. Menteri Muda Urusan Peranan Wanita;
12. Menteri Muda Urusan Pemuda;
13. Menteri Muda Urusan Produksi Pangan;
14. Kepala Badan Koordinasi Keluarga Berencana Nasional.

Untuk

PERTAMA : Melanjutkan dan meningkatkan usaha perbaikan menu makanan rakyat secara terus-menerus, menyeluruh dan terkoordinasi, baik dalam bidang tugasnya masing-masing maupun dalam rangka kerjasama antar Departemen/Instansi Pemerintah, antara Instansi Pemerintah dan Instansi Non Pemerintah dengan menggunakan petunjuk-petunjuk pelaksanaan terlampir pada Instruksi Presiden ini.

- KEDUA : Menteri Koordinator Bidang Kesejahteraan Rakyat mengkoordinasikan serta mengatur penyelenggaraan usaha-usaha perbaikan menu makanan rakyat sesuai dengan kebijaksanaan yang digariskan oleh Pemerintah.
- KETIGA : Menteri Dalam Negeri menugaskan Gubernur Kepala Daerah dan Bupati/Walikota/madya Kepala Daerah sebagai penanggungjawab umum dan koordinator penyelenggaraan usaha-usaha perbaikan menu makanan rakyat di daerah masing-masing, dan memberikan petunjuk-petunjuk teknis pelaksanaan usaha-usaha tersebut sesuai dengan yang digariskan oleh Pemerintah.
- KEEMPAT : Biaya-biaya yang diperlukan dalam rangka pelaksanaan tugas koordinasi sebagaimana tercantum pada diktum KEDUA yang bersifat teknis-administratif/rutin, dibebankan pada Anggaran Menteri Koordinator Bidang Kesejahteraan Rakyat.
- KELIMA : Dengan berlakunya Instruksi Presiden ini, Instruksi Presiden Nomor 14 Tahun 1974 dinyatakan tidak berlaku lagi.
- KEENAM : Instruksi Presiden ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan dan agar dilaksanakan dengan sebaik-baiknya serta penuh tanggungjawab.

Ditetapkan di Jakarta
Pada tanggal 8 Oktober 1979
PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA,
ttd
S O E H A R T O

Lampiran 2. Instruksi Presiden Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 1979 Tentang Petunjuk Petunjuk Pelaksanaan Perbaikan Menu Makanan

I. PENGERTIAN.

Yang dimaksud dengan perbaikan menu makanan rakyat, ialah lebih menganekaragamkan jenis dan meningkatkan mutu gizi makanan rakyat, baik kualitas maupun kuantitas sebagai usaha penting bagi pembangunan nasional dalam rangka meningkatkan kesejahteraan rakyat, material dan spiritual.

II. SASARAN.

Usaha perbaikan menu makanan rakyat yang bersifat menyeluruh ditujukan kepada seluruh lapisan masyarakat dan disemua daerah, serta diutamakan pada lapisan masyarakat yang berpenghasilan rendah.

III. JANGKA WAKTU.

Usaha perbaikan menu makanan rakyat dilakukan dengan cara yang sebaik-baiknya secara terus menerus dalam rangka pelaksanaan program tahap-tahap Pembangunan Lima Tahun.

IV. PENYELENGGARAAN.

Guna berhasilnya usaha tersebut, perlu diadakan berbagai kegiatan yang terkoordinasi, diikuti oleh berbagai Departemen/Instansi Pemerintah di bidang Ekonomi dan Sosial yang secara fungsional mengadakan dan mengambil bagian dalam usaha perbaikan menu makanan rakyat, dengan memanfaatkan sarana dan aparat yang dimilikinya.

Unit pelaksanaan usaha perbaikan menu makanan rakyat terdiri atas :

- a. Departemen/Instansi Pemerintah yang secara fungsional mengadakan usaha dan mengambil bagian dalam penyelenggaraan program nasional perbaikan menu makanan rakyat;

- b. Perkumpulan/organisasi masyarakat yang atas dasar sukarela dan kemampuan sendiri mengadakan usaha dan mengambil bagian dalam penyelenggaraan program nasional perbaikan menu makanan rakyat.

V. TUGAS UNIT PELAKSANA.

1. Unit pelaksana yang dimaksud mempunyai tugas, menyerasikan dan mengembangkan usaha perbaikan menu makanan rakyat sesuai dengan garis kebijaksanaan yang ditetapkan oleh Pemerintah dalam ruang lingkup serta bidangnya masing-masing secara terkoordinasi.
2. Unit pelaksana dimaksud berkewajiban menyampaikan laporan berkala tentang usaha kegiatannya kepada Menteri Koordinator Bidang Kesejahteraan Rakyat, melalui pimpinan Departemen/Instansi masing-masing.

VI. RAPAT KOORDINASI.

Masalah-masalah yang timbul dalam penyelenggaraan usaha perbaikan menu makanan rakyat diselesaikan secara fungsional dalam suatu rapat koordinasi yang dipimpin oleh Menteri Koordinator Bidang Kesejahteraan Rakyat dan dihadiri oleh Pimpinan Departemen/Instansi Pemerintah dibidang ekonomi dan sosial yang bersangkutan dengan masalah-masalah tersebut.

PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA,

ttd

S O E H A R T O

Lampiran 3. Formulir Uji Cita Rasa

Tanggal :

Nama Penguji :

Nama Masakan :

Salah satu hidangan ditambah dengan garam yang difortifikasi Vitamin A.

Pilihlah hidangan mana yang mempergunakan garam fortifikasi vitamin A, dan beri tanda V

.....

.....

Pilihlah hidangan mana yang lebih enak, dan beri tanda V

.....

.....

Lampiran 4. Hasil Uji Organoleptik

<u>Subyek</u>	<u>Keahlian/Pekerjaan</u>
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

Cara Pemasakan :						
	Macam masakan					

	(I)	(II)	(III)	(IV)	(V)	(VI)
Subyek I						
Subyek II						
Subyek III						
Subyek IV						
Subyek V						
Subyek VI						
Subyek VII						
Subyek VIII						
Subyek IX						
Subyek X						

Beri tanda : + bila jawaban tepat;

- bila jawaban tidak tepat.

Lampiran 5. Daftar Isian Klinis
dan Sosial-Ekonomi

1. Identitas

- 1.1. Nama anak :
- 1.2. Jenis : 1. perempuan
2. laki-laki
- 1.3. Tanggal lahir :
- 1.4. Umur (bulan) :
- 1.5. Anak yang ke :
- 1.6. Nama ibu :
- 1.7. Nama ayah :
- 1.8. Alamat :

<input type="checkbox"/>							
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						

2. Ukuran Anthropometrik

- 2.1. Berat badan anak kg (,0)
- 2.2. Tinggi badan anak cm (,0)
- 2.3. Lingkaran lengan atas cm (,0)
- Berat badan ibu + anak = kg (,0)
- Berat badan ibu = kg (,0)
- Berat badan anak = kg (,0)

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. Diagnosa Klinik

- 3.1. Infeksi saluran pencernaan
1. Disentri
2. Radang usus dan penyakit mencret lainnya
3. Kolera
4. Ankilostomiasis dan cacing tambang
5. Lainnya
- 3.2. Infeksi saluran pernafasan
1. Tuberculosis sistem pernafasan
2. Batuk rejan

3. Pneumonia
 4. Infeksi pernafasan akut
 5. Bronchitis, anfisma
 6. Penyakit sistem pernafasan
 7. Lainnya
- 3.3. Infeksi pada kulit
 1. Campak
 2. Infeksi kulit dan jaringan bawah kulit
- 3.4. Infeksi lainnya
 1. Influenza
 2. Cacar air
 3. Malaria
 4.
- 3.5. Anemia
 1. ya
 2. tidak
 3. tidak dapat ditentukan
- 3.6. Defisiensi vitamin A
 1. ya
 2. tidak
 Kalau ya : 1. X_{1A} ; 2. X_{1B} ; 3. X_2 ; 4. X_{3A}
 2. X_{3B} ; 6. X_N + 7. X_F ; 8. X_S
- 3.7. Kekurangan vitamin B1/Beri-beri
 1. ya
 2. tidak
 3. tidak dapat ditentukan
- 3.8. Kekurangan Protein-Kalori
 1. ya
 2. tidak
 Kalau ya : 1. PCM I
 2. PCM II
 3. PCM III
 Kalau PCM berat : 1. Kuashiorkor
 2. Marasmua
 3. Marasmik kwashiorkor
- 3.9. Disertai dengan tanda-tanda klinik ?
 1. ya
 2. tidak

Kalau ya, tanda-tanda klinik tersebut

1. Edema
2. Hepatomegali
3. Kelainan rambut
4. Kelainan pada mata
5. Kelainan pada mulut
6. Kelainan di muka
7. Kelainan pada kulit
8. Anoreksia
9. Kelainan mental

4. Susunan Anggota Keluarga

No.	Nama anggota keluarga	Hubungan dengan anak	Jenis	Umur	Makan dari dapur	
					sama	lain
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						

5. Tingkat Pendidikan

5.1. Tingkat pendidikan ayah yang terakhir

1. Tidak sekolah/buta huruf
2. Sekolah Dasar
3. Sekolah Lanjutan Pertama
4. Sekolah Lanjutan Atas
5. Perguruan Tinggi
6. sekolah Madrasah

5.2. Tingkat Pendidikan ibu yang terakhir

1. Tidak sekolah/buta huruf
2. Sekolah Dasar
3. Sekolah Lanjutan Pertama
4. Sekolah Lanjutan Atas
5. Perguruan Tinggi
6. Sekolah Madrasah

6. Pendapatan Keluarga

Hubungan dengan anak	Jenis pekerjaan	Jumlah Rp/minggu	Dalam bentuk lain/minggu		Jumlah Rp/minggu
			nama bahan	jumlah harga	

7. Mata Pencaharian7.1. Apakah mata pencaharian pokok keluarga ?

1. Penjadap
2. Pemelihara tanaman
3. Mandor
4. Pegawai Tata Usaha
5.

7.2. Berapa rupiah rata-rata pendapatan kepala keluarga dari pekerjaan pokok sebulan

Rp

--	--	--	--

8.2. Kalau ya :

- Apa yang ditanam ?
1. sayur-sayuran
 2. buah-buahan
 3. ikan
 4.

- Digunakan untuk apa saja hasil pekarangan ?
1. dimakan sendiri
 2. dijual
 3.

9. Pengeluaran Keluarga

9.1. Jumlah pengeluaran untuk beras (seminggu) : Rp

Jumlah pengeluaran untuk makanan pokok
(seminggu) (beras, jagung, singkong, ubi
rambat) : Rp

Jumlah pengeluaran untuk tempe, tahu,
oncom (seminggu) : Rp

Jumlah pengeluaran untuk sayur-sayuran
(seminggu) : Rp

Jumlah pengeluaran untuk buah-buahan
(seminggu) : Rp

Jumlah pengeluaran untuk susu (seminggu) : Rp

Jumlah semua pengeluaran untuk makanan
(seminggu)

--	--	--	--	--

9.2. Pengeluaran keluarga untuk makanan
sebulan rata-rata, termasuk bahan
makanan yang tidak dibeli Rp

--	--	--	--	--

9.3. Untuk bahan bakar dan penerangan
sebulan Rp

--	--	--	--	--

9.4. Untuk pendidikan sebulan Rp

--	--	--	--	--

9.5. Untuk pembayaran pajak sebulan
Rp

--	--	--	--	--

- 9.6. Untuk selamatan dan sumbangan sebulan
Rp
- 9.7. Untuk pemeliharaan kesehatan sebulan (sabun
mandi, obat, jamu, dsb.) Rp
- 9.8. Untuk pembelian rokok sebulan Rp
- 9.9. Pengeluaran lain-lain Rp
- 9.10. Total pengeluaran sebulan
10. Pemilikan Ternak
Apakah keluarga memiliki ternak, dan berapa
jumlahnya ?
- Ayam
Bebek
Kambing/Domba
Kerbau
Sapi
11. Mengasuh dan Memberi Makan Anak
- 11.1. Apakah anak masih menetek ? 1. ya
2. tidak
- Kalau tidak : pada umur berapa bulan anak
itu disapih ?
- Apakah alasan penyapihan itu ?
1. kehamilan baru
2. air susu ibu tidak cukup
3. ibu bekerja
4.
- 11.2. Berapa kali anak makan sehari
- 11.3. Makanan pokok yang diberikan tiap hari :
1. nasi
2. jagung
3. singkong
4. ubi rambat
5.

- 11.4. Apa yang biasa diberikan dengan makanan pokok itu ? (tiap minggu)
- ikan, udang, telur ? 1. ya
- (dari hewani) 2. tidak
- tempe, tahu, oncom ? 1. ya
2. tidak
- Sayur-sayuran ? 1. ya
2. tidak
- Buah-buahan ? 1. ya
2. tidak

- 11.5. Kalau anak sakit, apakah ibu memberi makanan lain kepada anak ?
1. ya
2. tidak
- Kalau ya : 1. nasi tim
2. bubur
3.

- 11.6. Bahan makanan yang pantang dimakan anak umur 1 - 5 tahun
- 1), alasannya
- 2), alasannya
- 3), alasannya
- 4), alasannya
- 5), alasannya

Lampiran 6. Formulir Konsumsi Makanan
Anak Sehari

No.Kode Keluarga		
Nama Kep.Keluarga		
Nama Anak	Hari ke	Tanggal

Waktu makan	Masakan	Bahan makanan				Keterangan
		Jenis/ macam	URT	Bersih (g)	Sisa (g)	

Lampiran 7. Formulir Konsumsi Bahan
Makanan per Hari

Nama anak		No. Kode Keluarga	
-----------	--	-------------------	--

No.	Bahan makanan	Berat, hari ke:		Jumlah (g)	Rata-rata (g)
		I (g)	II (g)		

Lampiran 8. Formulir Konsumsi Bahan Makanan Mentah
Menurut Penggolongan

Nama Anak

No. Kode Keluarga

Bahan makanan	Berat rata-rata (g)	
	Keluarga sehari	Seorang sehari
<u>Padi2an & Serealia:</u>		
<u>Umbi2an dan hasilnya:</u>		
<u>Kacang2an dan hasil olahannya:</u>		
<u>Daging & hasil olahannya:</u>		
<u>Ikan & hasil olahannya:</u>		

Bahan makanan	Berat rata-rata (g)	
	Keluarga sehari	Seorang sehari
<u>Sayur-sayuran:</u>		
<u>Buah-buahan:</u>		
<u>Minyak dan kelapa:</u>		
<u>Lain-lain:</u>		

Lampiran 9. Formulir Analisa Bahan Makanan
Mentah Rata-Rata Sehari

Nama Anak

No. Kode Keluarga

Bahan makanan	Berat (g)	Ka- lori	Protein		Le- mak (g)	HA (g)	Mine- ral		Vitamin			
			H (g)	T (g)			Ca mg	Fe mg	A IU	B1 mg	C mg	

Dengan angka bulat: Berat, Kalori
H.A., Calcium
Vit.A

Satu decimal: Protein (H dan T)
Lemak, Fe
Vit.B1, Vit.C